**DERS ÖĞRETİM PLANI**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı** | Sistem Simülasyonu | | |
| **Dersin Kodu** | IE325 | | |
| **Dersin Türü** | Zorunlu | | |
| **Dersin Seviyesi** | Lisans | | |
| **Dersin AKTS Kredisi** | 7 | | |
| **Haftalık Teorik Ders Saati** | 3 | | |
| **Haftalık Uygulama Saati** | 2 | | |
| **Haftalık Laboratuvar Saati** | 0 | | |
| **Dersin Verildiği Yıl** | Her yıl | | |
| **Dersin Verildiği Yarıyıl** | Sonbahar | | |
| **Dersin Öğretim Üyesi** |  | | |
| **Öğretim Sistemi** | Örgün öğretim | | |
| **Eğitim Dili** | İngilizce | | |
| **Dersin Ön Koşulu Olan Ders** | IE221 - Olasılık, IE222 - İstatistik | | |
| **Ders İçin Önerilen Diğer Hususlar** | Lisans düzeyinde temel matematiksel istatistik ya da olasılık dersi almış olmak,  Şart olmamakla birlikte en az bir programlama dilinin işe yarar seviyede bilinmesi (C, C++, C#, Java, MATLAB, Python, vs.) | | |
| **Staj Durumu** | Yok | | |
| **DERSİN AMACI** | ARENA yazılımını kullanarak ayrık olay dinamik ve stokastik sistem modelleri geliştirmek için simülasyonun tahmin, karşılaştırma ve optimizasyon için bir araç olarak tanıtılması ve ilgili temel kavramlar ve yöntemler üzerinde durulması | | |
| **ÖĞRENME ÇIKTILARI** | Bu dersi tamamlayan bir öğrenci, aşağıdaki yetenekleri kazanır | | |
| 1. Benzetim modellemesinde temel kavramları tanımlayabilmek | | |
| 1. Benzetim modellerini geliştirmek, doğrulamak ve geçerlemek, | | |
| 1. Verileri analiz etmek ve girdi modelleri geliştirmek, | | |
| 1. Benzetimlerin sonuçlarını yorumlamak, | | |
| 1. Alternatif sistemleri benzetim yoluyla karşılaştımak, | | |
| 1. Simülasyonu bir optimizasyon aracı olarak kullanın, | | |
| 1. ARENA benzetim yazılımını ileri düzeyde kullanmak | | |
| **DERSİN İÇERİĞİ** | Benzetimin, karar verme, karşılaştırma veya tahmin aracı olarak kullanılmasını içeren bilgisayar benzetimine giriş dersidir. Derste, stokastik ve dinamik sistemler için ayrık olay benzetim modelleri geliştirmede temel kavramlar ve yöntemler ile, benzetim deneylerinin sonuçlarının nasıl analiz edileceği ve yorumlanacağı üzerinde durulmaktadır. Öğrenciler ayrıca ARENA benzetim yazılımının nasıl kullanılacağını öğrenirler. | | |
| **HAFTALIK AYRINTILI DERS İÇERİĞİ** | **HAFTA** | **KONULAR** | |
| **Teorik Dersler** | **Uygulama** |
| **1** | Giriş |  |
| **2** | Girdi Modelleme |  |
| **3** | Rassal sayı ve değişken üretimi, Monte-Carlo benzetimi | Saha gezisi – Problem Tanımı |
| **4** | Dinamik simülasyon örnekleri, el benzetimi | Saha – Zaman Etüdü |
| **5** | ARENA - temel işlemler | Saha – Zaman Etüdü |
| **6** | Onaylama ve geçerleme | Saha – Zaman Etüdü |
| **7** | ARENA - detaylı operasyonlar | ARENA – Girdi Analizi |
| **8** | Dönem projesi ilerleme raporu, I. Ara sınav |  |
| **9** | Ara Tatil |  |
| **10** | Çıktı analizi - sonlandırma benzetimleri | ARENA – Modelleme |
| **11** | ARENA - ara modelleme | ARENA – Modelleme |
| **12** | Çıktı analizi - kararlı durum tahminleri | ARENA – Doğrulama ve Geçerleme |
| **13** | ARENA - öğe transferi | ARENA – Çıktı Analizi |
| **14** | ARENA - ileri konular | ARENA – Çıktı Analizi |
| **15** | Alternatif sistemlerin karşılaştırılması | ARENA – Alternatiflerin Karşılaştırılması |
| **16** | Final Sınavı, Dönem Projesi Nihai Raporu ve Poster Sunumu |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DERS KİTABI/MALZEMESİ/ÖNERİLEN KAYNAKLAR** | **DERS KİTABI:**   1. Banks, Jerry., Carson II, John S., Nelson, Barry L., and Nicol, David M., *Discrete-Event System Simulation: Pearson New International Edition*, Pearson Education Limited, 2013. 2. Kelton, W. David, Sadowski, Randall P., and Zupick, Nancy B., *Simulation with ARENA*, McGraw-Hill Education, 2014.   **ÖNERİLEN KAYNAKLAR:**   1. Law, Averill, *Simulation Modeling and Analysis.* McGraw-Hill Education, 2014. 2. Eğitmenin notları | |
| **DEĞERLENDİRME** | | |
| **Yarıyıl (Yıl) İçi Etkinlikleri** | **Sayısı** | **Katkı Yüzdesi %** |
| Ara Sınav | 1 | 30 |
| Dönem Projesi | 1 | 40 |
| Kısa Sınav (quiz) | 8 | 15 |
| Ödevler | 4 | 15 |
| **TOPLAM** | | **100** |
| **Yarıyıl İçi Etkinliklerinin Başarı Notuna Katkısı** | | 75 |
| **Yarıyıl Sonu Sınavının Başarı Notuna Katkısı** | | 25 |
| **TOPLAM** | | **100** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Öğrenme, Öğretme ve Değerlendirme Etkinlikleri Çerçevesinde İş yükünün Hesaplanması** | | | |
| **Etkinlikler** | **Sayısı** | **Süresi**  **(saat)** | **Toplam İş Yükü**  **(saat)** |
| Dersler (Teori + Uygulama) | 14 | 5 | 70 |
| Kişisel çalışma | 14 | 3 | 42 |
| Ara sınav | 1 | 2 | 2 |
| Final sınavı | 1 | 3 | 3 |
| Dönem Projesi | 1 | 30 | 30 |
| Ödevler | 4 | 6 | 24 |
| Kısa Sınav (quiz) | 8 | 0,5 | 4 |
| Ara sınav için çalışma | 1 | 15 | 15 |
| Final sınavı için çalışma | 1 | 20 | 20 |
| Toplam | 45 | 74,5 | 210 |
| **AKTS KREDİSİNİN HESAPLANMASI** | **210/30** | | **7** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Program ve Öğrenme Çıktıları İlişkisi\*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Ders Öğrenme Çıktıları** | **Program Çıktıları** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **PÇ1** | **PÇ2** | **PÇ3** | **PÇ4** | **PÇ5** | **PÇ6** | **PÇ7** | **PÇ8** | **PÇ9** | **PÇ10** | **PÇ11** | **PÇ12** | **PÇ13** | **PÇ14** | **PÇ15** | **PÇ16** | **PÇ17** | **PÇ18** |
| **ÖÇ1** | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **ÖÇ2** | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **ÖÇ3** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| **ÖÇ4** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **ÖÇ5** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **ÖÇ6** | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| **ÖÇ7** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |

**\*Katkı düzeyi:** 1 - Çok Düşük, 2 - Düşük, 3 - Orta, 4 - Yüksek, 5 - Çok yüksek

**INDIVIDUAL COURSE DESCRIPTION**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Course Unit Title** | System Simulation | | |
| **Course Unit Code** | IE325 | | |
| **Type of Course Unit** | Compulsory | | |
| **Level of Course Unit** | Undergraduate | | |
| **Number of ECTS Credits Allocated** | 7 | | |
| **Theoretical (hour/week)** | 3 | | |
| **Practice (hour/week)** | 2 | | |
| **Laboratory (hour/week)** | 0 | | |
| **Year of Study** | Every year | | |
| **Semester when the course unit is delivered** | Fall | | |
| **Name of Lecturer(s)** |  | | |
| **Mode of Delivery** | Face-to-face | | |
| **Language of Instruction** | English | | |
| **Prerequisites and co-requisites** | IE221 - Probability, IE222 - Statistics | | |
| **Recommended Optional Programme Components** | An undergraduate-level basic mathematical statistics or probability course  Even though not compulsory, a working knowledge of a high-level programming language such as C, C++, C#, Java, MATLAB, or Python is recommended. | | |
| **Work Placement** | None | | |
| **OBJECTIVES OF THE COURSE** | Introduce simulation as a tool for estimation, comparison and optimization with an emphasis on basic concepts and methods in developing models of discrete event dynamic and stochastic systems using ARENA software | | |
| **LEARNING OUTCOMES** | A student who completes this course will be able to | | |
| 1. describe the basic concepts in simulation modeling, | | |
| 1. develop, validate and verify simulation models, | | |
| 1. analyze data and develop input models, | | |
| 1. interpret the results of simulation runs, | | |
| 1. compare alternative systems using simulation, | | |
| 1. use simulation as an optimization tool, | | |
| 1. use ARENA software proficiently. | | |
| **COURSE CONTENT** | This is an introductory course in computer simulation, which covers the use of simulation as a decision-making, comparison, or estimation tool. The emphasis is on basic concepts and methods in developing discrete-event simulation models for stochastic and dynamic systems and on how to analyze and interpret the results of simulation experiments. The students will also learn how to use ARENA simulation software. | | |
| **WEEKLY DETAILED COURSE CONTENT** | **WEEK** | **SUBJECTS** | |
| **Theoretical** | **Practice** |
| **1** | Introduction |  |
| **2** | Input Modeling |  |
| **3** | Random number and variate generation, Monte-Carlo simulation | On the Field – Problem Definition |
| **4** | Dynamic simulation examples, hand simulation | On the Field – Time Study |
| **5** | Arena – basic operations | On the Field – Time Study |
| **6** | Validation and verification | On the Field – Time Study |
| **7** | Arena – detailed operations | ARENA – Input Analysis |
| **8** | Term project progress report, Midterm I |  |
| **9** | Midterm break |  |
| **10** | Output analysis – terminating simulations | ARENA – Modelling |
| **11** | Arena – intermediate modeling | ARENA – Modelling |
| **12** | Output analysis – steady state estimations | ARENA – Validation and Verification |
| **13** | Arena – entity transfer | ARENA – Output Analysis |
| **14** | Arena – advanced topics | ARENA – Output Analysis |
| **15** | Comparison of alternative systems | ARENA – Comparison of alternative systems |
| **16** | Final Exam, term project final report and poster presentation |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **RECOMMENDED/REQUIRED**  **READING SOURCES** | **TEXTBOOK:**   1. Banks, Jerry., Carson II, John S., Nelson, Barry L., and Nicol, David M., *Discrete-Event System Simulation: Pearson New International Edition*, Pearson Education Limited, 2013. 2. Kelton, W. David, Sadowski, Randall P., and Zupick, Nancy B., *Simulation with ARENA*, McGraw-Hill Education, 2014.   **RECOMMENDED SOURCES:**   1. Law, Averill, *Simulation Modeling and Analysis.* McGraw-Hill Education, 2014. 2. Lecture Notes | |
| **ASSESSMENT** | | |
| **Term Learning Activities** | **Quantity** | **Weight, %** |
| Midterm | 1 | 30 |
| Term Project | 1 | 40 |
| Quiz | 8 | 15 |
| Homework | 4 | 15 |
| **TOTAL** | | **100** |
| **Contribution of Term Learning Activities to Success Grade** | | 75 |
| **Contribution of Final Exam to Success Grade** | | 25 |
| **TOTAL** | | **100** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Planned Learning Activities, Teaching Methods, Evaluation Methods and Student Workload** | | | |
| **Activities** | **Quantity** | **Duration**  **(hour)** | **Total Work Load**  **(hour)** |
| Lectures (Theory + Practice) | 14 | 5 | 70 |
| Self-Study | 14 | 3 | 42 |
| Midterm Exam | 1 | 2 | 2 |
| Final Exam | 1 | 3 | 3 |
| Term Project | 1 | 30 | 30 |
| Homework | 4 | 6 | 24 |
| Quiz | 8 | 0,5 | 4 |
| Study for Midterm | 1 | 15 | 15 |
| Study for Final | 1 | 20 | 20 |
| Total | 45 | 74,5 | 210 |
| **ECTS CREDITS** | **210/30** | | **7** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Contribution of Learning Outcomes to Programme Outcomes\*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Learning Outcomes** | **Programme Outcomes** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **PO1** | **PO2** | **PO3** | **PO4** | **PO5** | **PO6** | **PO7** | **PO8** | **PO9** | **PO10** | **PO11** | **PO12** | **PO13** | **PO14** | **PO15** | **PO16** | **PO17** | **PO18** |
| **LO1** | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **LO2** | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **LO3** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| **LO4** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **LO5** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| **LO6** | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| **LO7** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |

**\*Contribution level:** 1 - Very Low, 2 - Low, 3 - Medium, 4 - High, 5 - Very High