**DERS ÖĞRETİM PLANI**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Dersin Adı | Doğrusal Olmayan Programlama | | |
| Dersin Kodu | IE 416 | | |
| **Dersin Türü** | Seçmeli | | |
| **Dersin Seviyesi** | Lisans | | |
| **Dersin AKTS Kredisi** | 5 | | |
| **Haftalık Ders Saati** | 3 | | |
| **Haftalık Uygulama Saati** | 0 | | |
| **Haftalık Laboratuvar Saati** | 0 | | |
| **Dersin Verildiği Yıl** | Her yıl | | |
| **Dersin Verildiği Yarıyıl** | Güz veya Bahar | | |
| **Dersin Öğretim Üyesi** |  | | |
| **Öğretim Sistemi** | Örgün öğretim | | |
| **Eğitim Dili** | İngilizce | | |
| **Dersin Ön Koşulu Olan Ders** | IE212, IE213 | | |
| **Ders İçin Önerilen Diğer Hususlar** |  | | |
| **Staj Durumu** | Yok | | |
| **DERSİN AMACI** | Kısıtlı ve kısıtsız doğrusal olmayan eniyileme ilgili kavram, algoritma ve uygulamaların bir incelemesi. Konular dışbükey kümeler ve fonksiyonlar, gerekli ve yeterli eniyilik koşulları, düzenlilik koşulları, eşizlik kuramı, Lagrange çarpanları ve Newton ve Gauss-Newton yöntemleri ve gradyan izdüşümleri gibi temel döngüsel algoritmaları içermektedir. Ders boyunca mühendislik, doğa bilimleri ve istatistik alanlarından seçilen uygulamalara ağırlık verilmektedir. | | |
| **ÖĞRENME ÇIKTILARI** | Bu dersi tamamlayan bir öğrenci, | | |
| 1. Uygulamada karşılaşılan problemleri doğrusal olmayan optimizasyon problemi olarak formüle edebilir | | |
| 2.Doğrusal olmayan modellerin konveks olup olmadığına bakabilir | | |
| 3.Bu modelleri çözmek için temel tam çözüm yöntemlerini uygulayabilir | | |
| 4. Büyük boyutlu problemler için ayrıştırma yöntemleri geliştirebilir | | |
| 5. Bu yöntemleri problemleri çözmek için uygulayabilir | | |
| **DERSİN İÇERİĞİ** | Doğrusal olmayan optimizasyon problemleri ve bunların formülasyonları  Kısıtsız optimizasyon ve kısıtlı optimizasyon  Gradient yöntemleri, projeksiyon yöntemleri  Optimal çözümlerin karakteristikleri, optimalite için yeterli ve gerekli koşullar,  Dualite  Yarı-kesin programlama | | |
| **HAFTALIK AYRINTILI DERS İÇERİĞİ** | **HAFTA** | **KONULAR** | |
| **Teorik Dersler** | **Uygulama** |
| **1** | Kısıtsız optimizasyon ve optimalite koşulları |  |
| **2** | Gradyan bazlı çözüm yöntemleri (en dik iniş, Newton) |  |
| **3** | Kısıtlı optimizasyon |  |
| **4** | Kısıtlı optimizasyonda optimalite koşulları |  |
| **5** | Eşitlik kısıtlı problemlerde projeksiyon |  |
| **6** | Projeksiyon yöntemleri, ceza yöntemleri |  |
| **7** | Ara Sınav, Proje ara raporu ve sunumu |  |
| **8** | Bariyer, Koşullu Gradyan yöntemleri |  |
| **9** | Doğrusal programlama için iç nokta yöntemleri |  |
| **10** | Konveks analiz |  |
| **11** | Dualite |  |
| **12** | Dualite |  |
| **13** | Gradyan altı optimizasyonu |  |
| **14** | Yarı-kesin optimizasyon |  |
| **15** | Tekrar, ileri konular |  |
| **16** | Proje sunumları, Final sınavı |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DERS KİTABI/MALZEMESİ/ÖNERİLEN KAYNAKLAR** | **DERS KİTABI:** Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear Programming. Athena Scientific Press, 2016.  **YARDIMCI KİTAPLAR:**  Bazaraa, Mokhtar S., Hanif D. Sherali, ve C. M. Shetty. Nonlinear Programming  **ÇEVRİMİÇİ KAYNAK:**  Bu derse ait ders notları ve slaytlar Canvas üzerinden dönem içerisinde öğrencilerle paylaşılacaktır | |
| **DEĞERLENDİRME** | | |
| **Yarıyıl (Yıl) İçi Etkinlikleri** | **Sayısı** | **Katkı Yüzdesi %** |
| Ara Sınav | 1 | 35 |
| Dönem Projesi | 1 | 45 |
| Ödevler | 5 | 20 |
| **TOPLAM** | | **100** |
| **Yarıyıl İçi Etkinliklerinin Başarı Notuna Katkısı** | | 70 |
| **Yarıyıl Sonu Sınavının Başarı Notuna Katkısı** | | 30 |
| **TOPLAM** | | **100** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Öğrenme, Öğretme ve Değerlendirme Etkinlikleri Çerçevesinde İş yükünün Hesaplanması** | | | |
| **Etkinlikler** | **Sayısı** | **Süresi**  **(saat)** | **Toplam İş Yükü**  **(saat)** |
| Ders | 14 | 3 | 42 |
| Dönem Projesi | 1 | 30 | 30 |
| Ara Sınav Çalışması | 1 | 10 | 10 |
| Final Sınavı Çalışması | 1 | 15 | 15 |
| Haftalık Ders Tekrarı | 14 | 2 | 28 |
| Ödev | 5 | 5 | 25 |
| **TOTAL** | 36 | 65 | 150 |
| **AKTS KREDİSİ** | **150/30** | | **5** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **ÖÇ2** | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| **ÖÇ3** | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **ÖÇ4** | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **ÖÇ5** | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |

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

**INDIVIDUAL COURSE DESCRIPTION**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Course Unit Title** | **Nonlinear Programming** | | |
| **Course Unit Code** | IE 416 | | |
| **Type of Course Unit** | Elective | | |
| **Level of Course Unit** | Undergraduate | | |
| **Number of ECTS Credits Allocated** | 5 | | |
| **Theoretical (hour/week)** | 3 | | |
| **Practice (hour/week)** | 0 | | |
| **Laboratory (hour/week)** | 0 | | |
| **Year of Study** | Every year | | |
| **Semester when the course unit is delivered** | Fall or Spring | | |
| **Name of Lecturer(s)** |  | | |
| **Mode of Delivery** | Face-to-face | | |
| **Language of Instruction** | English | | |
| **Prerequisites and co-requisites** | IE212, IE213 | | |
| **Recommended Optional Programme Components** |  | | |
| **Work Placement** | None | | |
| **OBJECTIVES OF THE COURSE** | A study of concepts algorithms and applications of constrained and unconstrained nonlinear programs. The topics include the fundamentals and the theoretical aspects such as convex sets and functions, necessary and sufficient optimality conditions, constraint qualifications, duality theory, Lagrange multipliers, and basic iterative methods such as Newton and Gauss-Newton methods, and gradient projections. The emphasis is on some selected applications from engineering, natural sciences, and statistics. | | |
| **LEARNING OUTCOMES** | A student who completes this course will be able to | | |
| 1. Formulate real life problems as nonlinear optimization problem | | |
| 2. Check if nonlinear models are convex | | |
| 3. Apply exact solution methods to solve these models | | |
| 4. Develop decomposition methods for large-scale problems | | |
| 5. These decomposition methods can be applied to solve problems | | |
| **COURSE CONTENT** | **WEEK** | | |
| **WEEKLY DETAILED COURSE CONTENT** | **WEEK** | **SUBJECTS** | |
| **Theoretical** | **Practice** |
| **1** | Unconstrained optimization and optimality conditions |  |
| **2** | Gradient solution methods (steepest descent, Newton) |  |
| **3** | Constrained optimization |  |
| **4** | Optimality conditions in constrained optimization |  |
| **5** | Projection in equality constrained problems |  |
| **6** | Projection methods, penalty methods |  |
| **7** | Midterm, progress report and presentation |  |
| **8** | Barrier, conditional gradient methods |  |
| **9** | Interior point methods for linear programming |  |
| **10** | Convex analysis |  |
| **11** | Duality |  |
| **12** | Duality |  |
| **13** | Subgradient optimization |  |
| **14** | Semi define optimization |  |
| **15** | Repeat, advanced topics |  |
| **16** | Project presentations, Final exam |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **RECOMMENDED/REQUIRED**  **READING SOURCES** | **TEXTBOOK:** Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear Programming. Athena Scientific Press, 2016.  **RECOMMENDED BOOKS:** Bazaraa, Mokhtar S., Hanif D. Sherali, ve C. M. Shetty. Nonlinear Programming  **ONLINE SOURCES:** Lecture notes and slides belonging to this course will be shared with students during the semester via Canvas | |
| **ASSESSMENT** | | |
| **Term Learning Activities** | **Quantity** | **Weight, %** |
| Midterm | 1 | 35 |
| Term Project | 1 | 45 |
| Homework | 5 | 20 |
| **TOTAL** | | **100** |
| **Contribution of Term Learning Activities to Success Grade** | | 70 |
| **Contribution of Final Exam to Success Grade** | | 30 |
| **TOTAL** | | **100** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Planned Learning Activities, Teaching Methods, Evaluation Methods and Student Workload** | | | |
| **Activities** | **Quantity** | **Duration**  **(hour)** | **Total Work Load**  **(hour)** |
| Lectures | 14 | 3 | 42 |
| Term Project | 1 | 30 | 30 |
| Study for Midterm Exam | 1 | 10 | 10 |
| Study for Final Exam | 1 | 15 | 15 |
| Self-Study | 14 | 2 | 28 |
| Homework | 5 | 5 | 25 |
| **TOTAL** | 36 | 65 | 150 |
| **ECTS CREDITS** | **150/30** | | **5** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **LO2** | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| **LO3** | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **LO4** | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **LO5** | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |

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