|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **DERS PROGRAMI FORMU**  **COURSE SYLLABUS FORM** | **SenK: gg.aa.yyyy/no** |
|  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı:** Roket İtkisi | | | | | | **Course Name:** Rocket Propulsion | | | | | | |
| **Kod (Code)** | **Yarıyıl (Semester)** | | **Kredi (Local Credits)** | | **AKTS Kredi (ECTS Credits)** | | | **Ders Uygulaması, Saat/Hafta**  **(Course Implementation, Hours/Week)** | | | | |
| **Ders**  **(Theoretical)** | | **Uygulama**  **(Tutorial)** | | **Laboratuar**  **(Laboratory)** |
| UZB 441E | 7 | | 3 | | 7 | | | 3 | | - | | - |
| **Bölüm / Program (Department/Program)** | | Astronautical Engineering | | | | | | | | | | |
| **Dersin Türü**  **(Course Type)** | | Zorunlu (Compulsory) | | | | | **Dersin Dili**  **(Course Language)** | | | İngilizce  (English) | | |
| **Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)** | | UZB 362E | | | | | | | | | | |
| **Dersin Mesleki Bileşene Katkısı, %**  **(Course Category by Content, %)** | | **Temel Bilim ve Matematik**  **(Basic Sciences and Math)** | | **Temel Mühendislik (Engineering Science)** | | | | | **Mühendislik/Mimarlık Tasarım**  **(Engineering/Architecture Design)** | | **Genel Eğitim (General Education)** | |
| 40 | | 40 | | | | | 20 | | - | |
| **Dersin Tanımı (Course Description)** | | Sınıflama, Tanımlar ve Temel Kavramlar, Lüle Teorisi ve Termodinamik Bağıntılar, Uçuş  Başarımı, Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi, Sıvı Yakıtlı Roket Motor Temelleri, Katı  Yakıtlı Roket Motor Temelleri, Elektrik İtkisi | | | | | | | | | | |
| Classification, Definition and Fundamentals, Nozzle Theory and Thermodynamic Relations, Flight Performance, Chemical Rocket Propellant Performance Analysis, Liquid Propellant Rocket Engine Fundamentals, Solid Propellant Rocket Fundamentals, Electric Propulsion | | | | | | | | | | |
| **Dersin Amacı (Course Objectives)** | | Uzay mühendisliği öğrencilerine roket itkisine ait sağlam bir anlayış, kullanılan yaklaşım ve kabuller ve ortaya çıkan sonuçlar ve sınırlamalar hakkında bilgi kazandırmak | | | | | | | | | | |
| To give aerospace engineering students a firm understanding of rocket propulsion, the assumptions behind it, and the resulting limitations and applications. | | | | | | | | | | |
| **Dersin Öğrenme Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)** | | Bu dersi başarıyla geçen öğrenciler:  1.İtkinin temel şekillerini tanımlayıp ayırt edebilirler  2.Roket itkisinin uygulamaları hakkında temel bilgiye sahip olurlar.  3.İtki kuvveti, egzost hızı ve verimler gibi roket itkisinin temelleri hakkında temel bilgiye sahip olurlar.  4.İzentropik bağıntıları kullanarak lüle akış parametreleri, çıkış hızı ve itki katsayısı gibi  büyüklükleri hesaplayabilirler.  5.Farklı lüle şekilleri, tasarım dışı koşullar ve ortaya çıkan karakteristikler hakkında temel bir bilgiye sahip olurlar.  6.İtki sistemine sahip uzay araçlarına ait temel uçuş mekaniği bilgisine sahip olurlar.  7.Roket yanma odasında gerçekleşen termokimyasal reaksiyonlara ait temel bilgiye sahip olurlar ve basitleştirilmiş H2-O2 reaksiyonunda yanma sıcaklığı ve bileşimini hesaplayabilirler.  8.Basitleştirilmiş H2-O2 reaksiyonu için denge ve donmuş akış durumlarında reaksiyonlu lüle akışında çıkış hızını hesaplayabilirler.  9.Sıvı yakıtlar, yakıt besleme sistemleri, yakıt depoları, depo basınçlandırması, turbo-pompalı yakıt besleme sistemleri ve motor çevrimleri, vanalar ve yakıt boru hatları ve motor taşıma yapısı gibi sıvı yakıtlı motorlar hakkında temel bilgiye sahip olurlar.  10.Katı yakıt yanma hızı, yakıt tane yapısı ve şekilleri, tane gerilme ve şekil değiştirme  ve katı yakıtlı motorlarla yönelim kontrolü ve manevralar gibi katı yakıtlı roket motorları hakkında temel bilgilere sahip olurlar.  11.Elektrik itkisi ile ideal uçuş başarımı, elektro-ısıl motorlar ve ısıl olmayan elektrik itki motorları gibi elektrik itkisi konularında temel bilgiye sahip olurlar. | | | | | | | | | | |
| On completing this course, students should:  be able to  1.Identify the basic forms of propulsion  2.have a basic knowledge on the application of rocket propulsion  3.have a basic knowledge on fundamentals of rocket propulsion such as thrust, exhaust velocity and efficiencies  4.be able to calculate nozzle flow properties, exit velocity and thrust coefficient using isentropic relations  5.have a basic understanding of different nozzle configurations, off-design conditions and resulting characteristics  6.have a basic knowledge on flight performance for space vehicles with rocket propulsion systems  7.have a basic understanding of thermo-chemical reactions taking place in a rocket  combustion chamber and be able to calculate combustion temperature and composition for a simplified H2O2 reaction  8.be able to calculate nozzle exit velocity in a reacting nozzle flow for equilibrium and frozen flow cases for simple H2-O2 reaction  9.have a basic knowledge on liquid rocket engine fundamentals such as propellants, propellant feed systems, propellant tanks, tank pressurization, turbo-pump feed systems and engine cycles, valves and pipe lines, and engine support structure  10.have a basic knowledge on solid propellant rocket fundamentals such as propellant  burning rate, propellant grain and grain configuration, propellant grain stress and strain, and attitude control and maneuvers with solid propellant rocket motors  11.have a basic knowledge on electric propulsion such as ideal flight performance, electro-thermal thrusters, and non-thermal electric thrusters | | | | | | | | | | |

DERS PLANI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin**  **Öğrenme Çıktıları** |
| **1** | Tanımlar ve Temeller:Tanımlar, İtki Kuvveti, Egzost Hızı, Enerji ve Verimler, Tipik  Başarım Değerleri | 1-2-3 |
| **2** | Lüle Teorisi ve Termodinamik Bağıntılar: İdeal Roket, Termodinamik Bağıntıların Özeti,  Lüle içerisinde Akış | 3-4 |
| **3** | Lüle Teorisi ve Termodinamik Bağıntılar: Lüle Konfigürasyonları, Gerçek Lüleler, Dört  Başarım Parametresi, Lüle Doğrultusu, Değişken İtki Kuvveti | 4-5 |
| **4** | Uçuş Başarımı: Yerçekimsiz, Sürüklemesi Uzay Uçuşu, Atmosfer içinde Hareket Eden bir  Araca Etkiyen Kuvvetler, Hareketin Temel Denklemleri, İtki Sisteminin Araç Başarımına  Etkisi, Uzay Uçuşu | 6 |
| **5** | Uçuş Başarımı: Uçuş Manevraları, Uçuş Araçları, Askeri Füzeler, Egzost Çıkışının  Aerodinamik Etkisi, Uçuş Kararlılığı | 6 |
| **6** | Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi: Altyapı ve Temeller, Basitleştirilmiş H2-O2  Reaksiyonu için Motor Yanma Odası Koşullarının Analizi | 7 |
| **7** | Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi: Lülede Reaksiyonlu Akış ve Genişleme  Sürecinin Analizi | 7-8 |
| **8** | Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi: Basitleştirilmiş H2-O2 Reaksiyonu için Denge ve  Donmuş Akış Durumlarında Lüle Çıkış Hızının Hesaplanması | 7-8 |
| **9** | Yarıyıl Ara Sınavı | 1-8 |
| **10** | Sıvı Yakıtlı Roket Motor (SYRM) Temelleri: Sıvı Yakıtlar, Yakıt Besleme Sistemleri,  Gaz Basınçlı Besleme Sistemleri, Yakıt Depoları | 9 |
| **11** | SYRM Temelleri: Depo Basınçlandırması, Türbo-pompalı Besleme Sistemleri ve Motor  Çevrimleri, Debi ve Basınç Dengesi, Manevra, Yönelim Kontrolü ve Yörünge  Düzeltmesinde Kullanılan SYRMları, Vanalar ve Boru Hatları, Motor Taşıma Yapısal  Sistemi | 9 |
| **12** | Katı Yakıtlı Roket Motor Temelleri: Yakıt Yanma Hızı, Temel Başarım Bağıntıları | 10 |
| **13** | Katı Yakıtlı Roket Motor Temelleri: Yakıt Tane Yapısı ve Tane Konfigürasyonu, Tane  Gerilme ve Şekil Değiştirme, Katı Yakıtlı Roket Motorları ile Yönelim Kontrolü ve  Manevra | 10 |
| **14** | Elektrik İtkisi: İdeal Uçuş Başarımı, Elektro-ısıl İtki Sistemleri, Isıl Olmayan Elektrik İtki  Sistemleri | 11 |

COURSE PLAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Learning**  **Outcomes** |
| **1** | Classification: Duct Jet Propulsion, Rocket Propulsion, Application of Rocket Propulsion. | 1-2-3 |
| **2** | Definitions and Fundamentals: Definitions, Thrust, Exhaust Velocity, Energy and  Efficiencies, Typical Performance Values. | 3-4 |
| **3** | Nozzle Theory and Thermodynamic Relations: Ideal Rocket, Summary of Thermodynamic Relations, Isentropic Flow through Nozzles. | 4-5 |
| **4** | Nozzle Theory and Thermodynamic Relations: Nozzle Configurations, Real Nozzles, Four Performance Parameters, Nozzle Alignment, Variable Thrust. | 6 |
| **5** | Flight Performance: Gravity-Free Drag-Free Space Flight, Forces Acting on a Vehicle in the Atmosphere, Basic Relations of Motion, Effect of Propulsion System on Vehicle  Performance, Space Flight. | 6 |
| **6** | Flight Performance: Flight Maneuvers, Flight Vehicles, Military Missiles, Aerodynamic Effect of Exhaust Plumes, Flight Stability. | 7 |
| **7** | Chemical Rocket Propellant Performance Analysis: Background and Fundamentals,  Analysis of Chamber or Motor Case Conditions. | 7-8 |
| **8** | Chemical Rocket Propellant Performance Analysis: Analysis of Nozzle Expansion  Processes, Computer Analysis, Results of Thermo-chemical Calculations. | 7-8 |
| **9** | Review and Evaluation | 1-8 |
| **10** | Liquid Propellant Rocket Engine Fundamentals: Propellants, Propellant Feed Systems,  Gas Pressure Feed Systems, Propellant Tanks. | 9 |
| **11** | Liquid Propellant Rocket Engine Fundamentals: Tank Pressurization, Turbopump Feed  Systems and Engine Cycles, Flow and Pressure Balance, Rocket Engines for Maneuvering, Orbit Adjustments, or Attitude Control, Valves and Pipe Lines, Engine Support Structure. | 9 |
| **12** | Solid Propellant Rocket Fundamentals: Propellant Burning Rate, Basic Performance  Relations. | 10 |
| **13** | Solid Propellant Rocket Fundamentals: Propellant Grain and Grain Configuration,  Propellant Grain Stress and Strain, Attitude Control and Maneuvers with Solid Propellant Rocket Motors. | 10 |
| **14** | Electric Propulsion: Ideal Flight Performance, Electro-thermal Thrusters, Non-Thermal  Electric Thrusters. | 11 |

Dersin Uzay Mühendisliği Öğrenci Çıktılarıyla İlişkisi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Programın mezuna kazandıracağı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)** | **Katkı**  **Seviyesi** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| **1** | Mühendislik, fen ve matematik ilkelerini uygulayarak karmaşık mühendislik problemlerini belirleme,  formüle etme ve çözme becerisi. |  |  | X |
| **2** | Küresel, kültürel, sosyal, çevresel ve ekonomik etmenlerle birlikte özel gereksinimleri sağlık, güvenlik ve  refahı göz önüne alarak çözüm üreten mühendislik tasarımı uygulama becerisi. | X |  |  |
| **3** | Farklı dinleyici gruplarıyla etkili iletişim kurabilme becerisi. | X |  |  |
| **4** | Mühendislik görevlerinde etik ve profesyonel sorumlulukların farkına varma ve mühendislik çözümlerinin küresel, ekonomik, çevresel ve toplumsal bağlamdaki etkilerini göz önünde bulundurarak bilinçli kararlar  verme becerisi. | X |  |  |
| **5** | Üyeleri birlikte liderlik sağlayan, işbirlikçi ve kapsayıcı bir ortam yaratan, hedefler belirleyen, görevleri  planlayan ve hedefleri karşılayan bir ekipte etkili bir şekilde çalışma yeteneği becerisi. | X |  |  |
| **6** | Uygun deney geliştirme, yürütme, verileri analiz etme ve yorumlama ve sonuç çıkarmak için mühendislik  yargısını kullanma becerisi. | X |  |  |
| **7** | Uygun öğrenme stratejileri kullanarak ihtiyaç duyulduğunda yeni bilgi edinme ve uygulama becerisi. |  | X |  |

**Ölçek:** 1: Az, 2: Kısmi, 3: Tam

Relationship of the Course to Astronautical Engineering Student Outcomes

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Program Student Outcomes** | **Level of Contribution** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| **1** | An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of  engineering, science, and mathematics. |  |  | X |
| **2** | An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic  factors. | X |  |  |
| **3** | An ability to communicate effectively with a range of audiences. | X |  |  |
| **4** | An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make  informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts. | X |  |  |
| **5** | An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a  collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives. | X |  |  |
| **6** | An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use  engineering judgment to draw conclusions. | X |  |  |
| **7** | An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies. |  | X |  |

**Scaling:** 1: Little, 2: Partial, 3: Full

|  |  |
| --- | --- |
| ***Tarih (Date)*** | ***Bölüm onayı (Departmental approval)*** |

Ders kaynakları ve Başarı değerlendirme sistemi (Course materials and Assessment criteria)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** | G. P. Sutton and O. Biblarz, 2001, Rocket Propulsion Elements, Seventh Edition, Wiley-Interscience. | | |
| **Diğer Kaynaklar (Other References)** | Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Second Edition P.G. Hill & C.R. Peterson, Addison-Wesley, 1992  Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion, Third Edition, G. C. Oates, AIAA Education Series, 1997.  Spacecraft Propulsion, Brown, C.D., AIAA Education Series, 1996  Modern Engineering for Design of Liquid-Propellant Rocket Engines, Huzel, D. K, D.H. Huang, AIAA Progress in Astronautics & Aeronautics, 1992. | | |
| **Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)** | - | | |
| - | | |
| **Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)** | - | | |
| - | | |
| **Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)** | - | | |
| - | | |
| **Diğer Uygulamalar (Other Activities)** | - | | |
| - | | |
| **Başarı Değerlendirme Sistemi**  **(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler (Activities)** | **Adedi (Quantity)** | **Genel Nota Katkı, % (Effects on Grading, %)** |
| **Yıl İçi Sınavları**  **(Midterm Exams)** | 2 | 35 |
| **Kısa Sınavlar**  **(Quizzes)** | 4 | 25 |
| **Ödevler**  **(Homework)** |  |  |
| **Projeler**  **(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi**  **(Term Paper/Project)** |  |  |
| **Laboratuar Uygulaması**  **(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** |  |  |
| **Final Sınavı**  **(Final Exam)** | 1 | 40 |