|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **DERS PROGRAMI FORMU****COURSE SYLLABUS FORM** | **SenK: gg.aa.yyyy/no** |
| **27.11.2018 Rev 00** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Dersin Adı:** Yörünge Mekaniği | **Course Name:** Orbital Mechanics |
| **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 352E | 5 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| **Bölüm / Program (Department/Program)** | Uzay Mühendisliği Astronautical Engineering |
| **Dersin Türü****(Course Type)** | Zorunlu (Compulsory) | **Dersin Dili****(Course Language)** | İngilizce(English) |
| **Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)** | DNK 201E MIN DD, DNK 203E MIN DD, MAT 201E MIN DD |
| **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)** |
| - | 80 | 20 | - |
| **Dersin Tanımı (Course Description)** | Noktasal kütlelerin dinamiği, İki cisim problemi, Zamana bağlı yörünge konumu, Üç boyutlu yörüngeler, Yörünge belirleme, Yörünge manevraları, Gezegenler arası yörüngeler. |
| Dynamics of point masses, Two body problem, Time dependent orbital position, Three dimensional orbits, Orbit determination, Orbital Maneuvers, Interplanetary orbits |
| **Dersin Amacı (Course Objectives)** | 1. Yörünge mekaniğinin temel konularını tanıtmak
2. Yere yakın ve yere özel yörüngeler ile ilgili temel bilgileri vermek
3. Gezegenler arası yörüngelerle ilgili temel hesaplar hakkındaki bilgileri vermek
 |
| 1. To introduce basic topics in orbital and celestial mechanics
2. To introduce basic information about the low Earth orbits and special Earth orbits
3. To introduce basic information about calculations of the interplanetary orbits
 |
| **Dersin Öğrenme Çıktıları****(Course Learning Outcomes)** | Bu dersi başarıyla geçen öğrenciler:1. Yörünge mekaniği ile ilgili doğa yasalarını anlar,
2. Yörünge mekaniği ile ilgili temel fiziksel özellikleri kavrar,
3. Yörünge elemanlarını bilir,
4. Yere yakın yörüngeler ve kullanım alanlarını bilir,
5. Koordinat sistemlerini bilir ve bunlar arasındaki dönüşümleri yapar,
6. Merkezi kuvvet yaklaşımında yörünge belirlemesini (Gibbs yöntemi vs.) yapar,
7. Yörüngede geçen zaman ile ilgili hesapları yapar,
8. Yörünge manevraları ile ilgili hız değişim miktarlarını hesaplar,
9. Gezegenler arası yörüngelerle ilgili temel tasarım büyüklüklerini (süre, hız değişimi) hesaplar.
 |
| Students who have passed the course satisfactorily can:1. Understand natural laws related with orbital mechanics,
2. Understand basic physical properties related with orbital mechanics,
3. Know the orbital elements,
4. Know Low Earth Orbits and their usages,
5. Know coordinate systems and perform transformations among them,
6. Determine the orbit in central force approximation (such as Gibbs method, etc.),
7. Calculate the time passing in orbit,
8. Calculate speed changes related with the orbital maneuvers,
9. Calculate basic design parameters (time, speed changes) related with interplanetary orbits.
 |

DERS PLANI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** |  **Konular** | **Dersin****Öğrenme Çıktıları** |
| **1** | Noktasal Kütlelerin Dinamiği: Kinematik. Kütle, Kuvvet ve Newton’un Evrensel Çekim Yasası. Newton’un Hareket Yasası. Hareket Eden Vektörlerin Zaman Türevleri. Göreli Hareket. | 1-2 |
| **2** | İki-Cisim Problemi: Eylemsiz bir Eksen Takımında Hareket Denklemleri. Göreli Hareket Denklemleri. Açısal Momentum ve Yörünge Formülleri. Enerji Yasası, Dairesel Yörüngeler. | 1-2 |
| **3** | İki-Cisim Problemi: Eliptik Yörüngeler, Parabolik Yollar. | 1-2-4 |
| **4** | İki-Cisim Problemi: Hiperbolik Yollar. Perifokal Eksen Takımı.  | 1-2-4-5 |
| **5** | İki-Cisim Problemi: Lagrange Katsayıları. | 1-2 |
| **6** | İki-Cisim Problemi: Kısıtlı Üç-Cisim Problemi (Lagrange Noktaları, Jacobi Sabiti). | 1-2 |
| **7** | Zamanın bir Fonksiyonu olarak Yörünge Konumları: Periapsis’den İtibaren Geçen Zaman. Dairesel Yörüngeler. Elliptik Yörüngeler. | 1-2-7 |
| **8** | Zamanın bir Fonksiyonu olarak Yörünge Konumları: Parabolik Yollar. Hiperbolik Yollar. Evrensel Değişkenler. | 1-2-7 |
| **9** | Üç Boyutlu Yörüngeler: Yükselim-Sapma Eksen Takımı. Durum Vektörü ve Yer Merkezli Ekvatoral Eksen Takımı. Yörünge Elemanları ve Durum Vektörü. | 3-4-5 |
| **10** | Üç Boyutlu Yörüngeler: Koordinat Dönüşümü. Yer Merkezli Ekvatoral ve Perifokal Eksen Takımları arasındaki Dönüşüm. | 3-4-5 |
| **11** | Üç Boyutlu Yörüngeler: Dünyanın Basıklığının Etkileri. | 1-2-4 |
| **12** | Yörünge Ön Belirlemesi: Üç Konum Vektöründen Gibbs Yörünge Belirleme Yöntemi. Lambert Problemi. Yıldız Zamanı. Açı ve Menzil Ölçümlerinden Yörünge Belirleme. | 6 |
| **13** | Yörünge Manevraları: Darbesel Manevralar. Hohmann Transferi. Çift-Eliptik Hohmann Transferi. Diğer Manevralar. | 8 |
| **14** | Gezegenler Arası Yollar: Gezegenler Arası Hohmann Transferi. Buluşma Fırsatları. Etki Küresi. Yamalı Konikler Yöntemi. | 9 |

COURSE PLAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** |  **Topics** | **Course Learning****Outcomes** |
| **1** | Dynamics of Point Masses: Kinematics. Mass, Force and Newton’s Law of Gravitation. Newton’s Law of Motion. Time Derivatives of Moving Vectors. Relative Motion.  | 1-2 |
| **2** | Two-Body Problem: Equations of Motion in an Inertial Frame. Equations of Relative Motion. Angular Momentum and the Orbit Formulas. The Energy Law. Circular Orbits. | 1-2 |
| **3** | Two-Body Problem: Elliptic Orbits. Parabolic Trajectories. | 1-2-4 |
| **4** | Two-Body Problem: Hyperbolic Trajectories. Perifocal Frame.  | 1-2-4-5 |
| **5** | Two-Body Problem: Lagrange Coefficients. | 1-2 |
| **6** | Two-Body Problem: Restricted Three-Body Problem (Lagrange Points, Jacobi Constant). | 1-2 |
| **7** | Orbital Positions as a Function of Time: Time since Periapsis. Circular Orbits. Elliptic Orbits. | 1-2-7 |
| **8** | Orbital Positions as a Function of Time: Parabolic Trajectories. Hyperbolic Trajectories. Universal Variables. | 1-2-7 |
| **9** | Orbits in Three Dimensions: Geocentric Right Ascension-Declination Frame. State Vector and the Geocentric Equatorial Frame. Orbit Elements and the State Vector. | 3-4-5 |
| **10** | Orbits in Three Dimensions: Coordinate Transformation. Transformation between Geocentric Equatorial and Perifocal Frames. | 3-4-5 |
| **11** | Orbits in Three Dimensions: Effects of the Earth’s Oblateness. | 1-2-4 |
| **12** | Preliminary Orbit Determination: Gibbs’ Method of Orbit Determination from Three Position Vectors. Lambert’s Problem. Sidereal Time. Orbit Determination from Angle and Range Measurements. | 6 |
| **13** | Orbit Maneuvers: Impulsive Maneuvers. Hohmann Transfer. Bi-Elliptic Hohmann Transfer. Other Maneuvers. | 8 |
| **14** | Interplanetary Trajectories: Interplanetary Hohmann Transfer. Rendezvous Opportunities. Sphere of Influence. Method of Patched Conics.  | 9 |

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 verefahı 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 kararlarverme becerisi. | X |  |  |
| **5** | Üyeleri birlikte liderlik sağlayan, işbirlikçi ve kapsayıcı bir ortam yaratan, hedefler belirleyen, görevleriplanlayan 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 mühendislikyargısını 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 ofengineering, 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 economicfactors. | 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 makeinformed 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 acollaborative 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 useengineering 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)** | Howard D. Curtis, 2013, Orbital Mechanics for Engineering Students 3rd Edition, Elsevier Aerospace Engineering Series, ISBN–13: 978-0-08-097747-8. |
| **Diğer Kaynaklar (Other References)** | D. A. Vallado, 1997, Fundamentals of Astrodynamics and Applications, The McGraw-Hill Companies, Inc.R.R. Bate, D.D. Mueller and J.E. White, 1971, Fundamentals of Astrodynamics, Dover.V. G. Szebehely, 1989, Adventures in Celestial Mechanics, University of Texas Press.M. H. Kaplan, 1976, Modern Spacecraft Dynamics & Control, John Wiley.W. E. Wiesel, 1992, Spaceflight Dynamics, McGraw-Hill. |
| **Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)** | Belirli sayıda ödev soru setleri verilecek ancak ne toplanacak ne de değerlendirilecektir. Ödev sorularının bazılarının benzerleri ödevden bir hafta sonra yapılacak kısa sınavlarda sorulabilir. Bazı dönemlerde gezegenler arası yörüngelerle ilgili bir dönem ödevi verilebilir. |
| Homework problem sets will be given but neither collected nor graded. Questions similar to some of the homework problems may be asked in quizzes or exams which will be given the following week. A term project on interplanetary orbits may be assigned in some semesters. |
| **Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)** | - |
| - |
| **Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)** | Bazı ödev sorularının çözümünde MATLAB ya da EXCEL yazılımlarının kullanılması gerekebilir. |
| MATLAB or EXCEL software may be used for the solution of some homework problems. |
| **Diğer Uygulamalar (Other Activities)** | - |
| - |
| **Başarı Değerlendirme Sistemi****(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler (Activities)** | **Adedi (Quantity)** | **Genel Nota Katkı, % (Effects on Grading, %)** |
| **Yıl İçi Sınavları****(Midterm Exams)** | 1 | 30 |
| **Kısa Sınavlar****(Quizzes)** | 5 | 30 |
| **Ödevler****(Homework)** | 5 | 0 |
| **Projeler****(Projects)** | - | - |
| **Dönem Ödevi/Projesi****(Term Paper/Project)** | - |  |
| **Laboratuar Uygulaması****(Laboratory Work)** | - | - |
| **Diğer Uygulamalar****(Other Activities)** | - | - |
| **Final Sınavı****(Final Exam)** | 1 | 40 |