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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı:** YÖNELİM BELİRLEME VE KONTROL | | | | | | **Course Name:** ATTITUDE DETERMINATION AND CONTROL | | | | | | |
| **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 421E | 6 | | 3 | | 6 | | | 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)** | | UZB352 MIN FF | | | | | | | | | | |
| **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)** | |
| - | | - | | | | | - | | - | |
| **Dersin Tanımı (Course Description)** | | Yönelme belirleme ve kontrolü sistemlerinin amacı ve türleri, Koordinat sistemleri, Yönelim parametreleri: Euler açıları, kuaternionlar, Gibbs vektörü, Uzay aracına etkileyen dış kuvvet ve momentler, Yönelim kinematiği ve dinamiği, Euler denklemleri, Yönelim belirlemede kullanılan referans istikametler, Yönelme belirleme yöntemleri, Yönelme belirlemede hata analizi, Yönelim algılayıcıları, Yönelim kontrol yöntemleri, Yönelim kontrol eyleyicileri, Moment değiştirme teknikleri, Yönelme stabilizasyonu yöntemleri, Yönelme manevrası kontrolü. | | | | | | | | | | |
| Objective and types of the attitude determination and control systems, Coordinate systems, Attitude parameters: Euler angles, quaternions, Gibbs vector, The external forces and moments affecting the space vehicle, Attitude kinematics and dynamics, Euler’s equations, Reference directions in attitude determination, Attitude determination methods, Error analysis of attitude determination, Attitude sensors, Attitude control methods, Attitude control actuators, Momentum exchange techniques, Attitude stabilization methods, Attitude maneuver control. | | | | | | | | | | |
| **Dersin Amacı (Course Objectives)** | | Yönelme belirleme ve kontrolü yöntemleri ve sistemlerinin öğrenilmesi | | | | | | | | | | |
| To study attitude determination and control methods and systems | | | | | | | | | | |
| **Dersin Öğrenme Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)** | | Dersi geçen öğrenciden beklentiler:   1. Yönelim belirleme ve kontrol sistemlerinin yapısı ve çalışma prensipleri hakkında temel bilgiye sahip olmak 2. Koordinat sistemleri, yörünge parametreleri, referans istikametler ve uzay ortamı etkileri hakkında temel bilgiye sahip olmak 3. Yönelim belirleme için referans istikametleri ve ilgili algılayıcıları seçebilmek 4. Dönme kinematiği hakkında temel bilgiye sahip olmak (doğrultman kosinüs matrisi, Euler açıları, kuaternion, Gibbs vektörü, kinematik diferansiyel denklemler) 5. Yönelim paramatreleri arasında dönüşüm yapabilmek (Euler açılarından kuaterniyonlara, Gibbs vektörüne ve tersine) 6. Yönelim belirlemede kullanılan atalet sensörleri hakkında temel bilgiye sahip olmak (jiroskop, üç eksenli serbest jiroskop, iki eksenli integralleyici jiroskop, oran jiroskobu, lazer jiroskobu) 7. Vektör gözlemlerine dayalı yönelim belirleme yöntemlerini uygulayabilmek 8. Yönelim eyleyicileri hakkında temel bilgiye sahip olmak (tepki tekerlikleri, manyetik tork çubukları, kontrol moment jiroskobu) 9. Uydu yönelim dinamiğini araştırabilmek, yönelim kontrolü ve stabilizasyonu prensiplerini kavramak | | | | | | | | | | |
| On completing this course students should :   1. have the basic knowledge on the structure and operating principles of attitude determination and control systems 2. have the basic knowledge on the coordinate systems, orbital parameters and reference directions 3. be able to select reference directions and related sensors for attitude determination system 4. have the basic knowledge on the rotational kinematics (direction cosine matrix, Euler angles, quaternions, Gibbs vector, kinematic differential equations) 5. be able to apply transformation between the attitude parameters (Euler angles to quaternions, to Gibbs vector and vice versa) 6. have the basic knowledge on the inertial sensors for attitude determination (gyroscopes, three axis free gyroscope, two axis integrating gyroscope, rate gyroscope, laser gyroscope) 7. be able to apply the vector observations based attitude determination methods 8. have the basic knowledge on the attitude actuators (reaction wheels, magnetic torquer, control moment gyroscope) 9. be able to investigate the satellite attitude dynamics, understand the attitude control and stabilization principles | | | | | | | | | | |

DERS PLANI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin**  **Öğrenme Çıktıları** |
| **1** | Yönelme belirleme ve kontrolü sistemlerinin amacı ve türleri | 1 |
| **2** | Koordinat sistemleri, Yönelim parametreleri: Euler açıları, kuaternionlar, Gibbs vektörü | 2,4 |
| **3** | Yönelim kinematiği ve Euler denklemleri, Yönelim dinamiği | 2,9 |
| **4** | Uzay ortamı etkisi: Dünya gravitasyonu alanı, Dünya manyetik alanı, Güneş basıncı, Atmosfer | 2 |
| **5** | Yönelme saptamasında kullanılan referans istikametler: Dünya manyetik alan vektörü, Güneşe yönelme vektörü, Nadir vektörü | 3 |
| **6** | Jiroskopun çalışma prensibi ve özellikleri, üç eksenli serbest jiroskop, iki eksenli integralleyici jiroskop, oran jiroskobu, lazer jiroskobu | 6 |
| **7** | Yönelim algılayıcıları: Güneş sensörü, Manyetometre, Ufuk tarayıcısı, Yıldız tarayıcısı, GPS | 7 |
| **8** | Wahba problemi ve vektör gözlemlerine dayalı yönelim belirleme yöntemleri | 5,7 |
| **9** | Yönelim kontrol sisteminin yapısı, tek-eksen ve üç-eksen yönelim kontrolu | 8,9 |
| **10** | Yönelim kontrol eyleyicileri | 8 |
| **11** | Moment değiştirme teknikleri: Tepki tekerlikleri, Kontrol moment jiroskobu | 8,9 |
| **12** | Yönelim stabilizasyonu, Gravity gradient stabilizasyon yöntemi | 9 |
| **13** | Manyetik stabilizasyon yöntemleri | 9 |
| **14** | Yönelim manevrası kontrolü | 9 |

COURSE PLAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Learning**  **Outcomes** |
| **1** | Objective and types of the attitude determination and control systems | 1 |
| **2** | Coordinate systems, Attitude parameters: Euler angles, quaternions, Gibbs vector | 2,4 |
| **3** | Attitude kinematics and Euler equations, Attitude dynamics | 2,9 |
| **4** | Space environment effect: The Earth’s gravitational field, The Earth’s magnetic field, Solar radiation, Atmosphere | 2 |
| **5** | Reference directions in attitude determination: The vector of Earth’s magnetic field,  The Sun direction vector, Nadir vector. | 3 |
| **6** | Operational principles of gyroscopes, three axis free gyroscope, two axis integrating gyroscope, rate gyroscope, laser gyroscope | 6 |
| **7** | Attitude sensors: Sun sensor, Magnetometer, Horizon sensor, Star tracker, GPS | 7 |
| **8** | Wahba’s problem and vector observations based attitude determination methods | 5,7 |
| **9** | Attitude control system structure, Spin control and Three-axis control methods | 8,9 |
| **10** | Attitude control actuators | 1-8 |
| **11** | Momentum exchange techniques: Reaction wheels, Control moment gyroscope | 9 |
| **12** | Attitude stabilization, Gravity gradient stabilization | 9 |
| **13** | Magnetic stabilization methods | 9 |
| **14** | Attitude maneuver control | 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 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)***  ***12.07.2019*** | ***Bölüm onayı (Departmental approval)*** |

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** | J.R.Wertz. Spacecraft Attitude Determination and Control. D.Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1988. | | |
| **Diğer Kaynaklar (Other References)** | V.A.Chobotov. Spacecraft Attitude Dynamics and Control. Krieger Publishing Company, 1991. | | |
| **Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)** | Öğrencilere dersi daha iyi anlamaları amacı ile ödev verilecek ve bu ödevler bir hafta sonra toplanacaktır. | | |
| All homework problems are to be HANDED IN a week after they are assigned. | | |
| **Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)** | Evet | | |
| Yes | | |
| **Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)** | Ödevlerin bilgisayarda yapılması istenmektedir | | |
| Computer will be used for homeworks. | | |
| **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)** |  |  |
| **Ödevler**  **(Homework)** | 5 | 15 |
| **Projeler**  **(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi**  **(Term Paper/Project)** |  |  |
| **Laboratuar Uygulaması**  **(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** |  |  |
| **Final Sınavı**  **(Final Exam)** | 1 | 55 |