

# HAVACILIK VE UZAY MÜHENDİSLİĞİ

## DERS İÇERİKLERİ

### 0. YARIYIL

#### OD 100 HAZIRLIK İNGİLİZCE

Öğrencilerin temel düzeyde gereksinim duyacakları kelime ve dil bilgisi kurallarından oluşan bir program izlenecektir.

### I. YARIYIL

#### ZORUNLU DERSLER

#### OD 113 TÜRK DİLİ I

Dilin tanımı, özellikleri, dil-ulus-dil-düşünce ve dil-kültür ilişkisi, Yeryüzündeki diller, Türk dilinin diğer diller arasındaki yeri ve tarihsel gelişimi, Atatürk'ün dil devrimi, anlayışı, çalışmaları, Türkçede sesler, Türk dilinin ses özellikleri, ses olayları, Yazım kuralları ve uygulaması, Noktalama işaretleri ve uygulaması, Sözcük bilgisi, Türkçenin söz varlığı.

#### TM 101 FİZİK I

Vektörler, Fizikteki temel büyüklükler ve birim sistemleri, Tek ve iki boyutta hareket, Kuvvet, İş-Enerji korunumu yasaları, Potansiyel Enerji, Dairesel hareket, Yuvarlanma hareketi ve açısal momentum, Doğrusal momentum ve çarpışmalar, Statik denge, Evrensel çekim yasası.

#### TM 107 GENEL KİMYA

Temel kimya kavramları, hesaplamaları ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler, Maddenin gaz hali, Kimyasal reaksiyonlar, Kimyasal bağlar, Bileşik türleri ve davranışları.

#### TM 105 MATEMATİK I

Fonksiyonlar, Bazı özel fonksiyonlar, Fonksiyonlarda limit ve süreklilik, Türev, Türev alma teknikleri, Türevin çeşitli uygulamaları, Fonksiyonların değişimlerinin incelenmesi, Maksimum ve Minimum problemleri, Rolle ve Ortalama Değer teoremleri, Belirsiz şekiller, Parametrik denklemler, Kutupsal koordinatlar, İntegral.

#### OD 117 İLERİ İNGİLİZCE I

Eleştirel düşünme ilkesi de göz önünde bulundurularak akademik düzeyde İngilizce okuma becerisi kazandıracak her türden içerik.

#### AE 101 HAVACILIK MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Dünya'da ve Türkiye'de havacılığın gelişimi, Aerostatik: manometreler, atmosfer, aerostatik taşıma, Uçağın ve helikopterin genel tanıtımı, uçak ve helikopter tipleri, Uçağın ve helikopterin ana elemanları, Uçağa ve helikoptere etki eden kuvvetler, Aerodinamik taşıma ve sürüklenme kuvvetleri, Kanat, gövde, kuyruk yüzeyleri, kumanda yüzeyleri, güç grubu, rotor, pervane, iniş takımları, Uçağın sistemleri: aviyonik, basınçlandırma, havalandırma, ısıtma, İnsansız Hava Araçları, sıcak hava balonları gibi hava araçları.

## **AE 103 BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK ÇİZİMİ I**

Bloklar ve kütüphane oluşturma, Bloks, Minsert, Insert ve Wblocks komutları ve uygulamaları, İzometrik ve üç boyutlu çizimler, İzometrik elips çizimleri, Perspektiften görünüş çıkartma ve görünüşten perspektif çizme uygulamaları, Tel kafes modelleme sistemi, Üç boyutlu çizimlerde görünüm alanlarının kullanılması, Yüzey modellemeye giriş.

## **II. YARIYIL**

### **ZORUNLU DERSLER**

#### **OD 118 İLERİ İNGİLİZCE II**

Bağlaçlar, Edatlar, Zarflar, Farklı cümle yapıları, Farklı ifade şekilleri, Pasif yapılar.

#### **AE 102 UZAY MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ**

Uzaya genel bakış, genel Astronomi ve Astrofizik bilgisi, Uzaydaki yapılar, Genel görelilik teorisine giriş, Astrodinamik, yörünge mekaniği, uydular, roketler, uzay mekikleri, Uzayda itki, Uzay robotiği, Uzay görevleri, Uzayda iletişim, Uzay araçları ve malzemeleri.

#### **AE 104 BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK ÇİZİMİ II**

Makine parçalarının bilgisayar ortamında tasarımı ve modellenmesi ile alakalı tekniklerin ve güncel yazılımlarda kullanılan yöntemlerin öğretilmesi ana içeriği oluşturur.

#### **AE 106 STATİK**

Genel prensipler, Temel kavramlar, SI birimleri, Newton nanunları, Kuvvet vektörleri, Skaler ve vektörler, Vektör işlemleri, Kartezyen vektörler, Kuvvet bileşenleri, Moment kavramı, Kuvvet çifti, Eşdeğer sistemler, Rijit cisimlerin dengesi, Serbest cisim diyagramları, Denge denklemleri, Sürtünme, Taşıyıcı sistemler, Mesnetler ve mesnet tepkileri, Kafes sistemler, Düğüm noktaları yöntemi, Atalet momenti, Paralel eksen teoremi, Ağırlık ve kütle merkezi, Bileşik şekillerin atalet momenti. Taşıyıcı sistemlerde iç kuvvetler, Kesme kuvveti ve eğilme momenti.

#### **AE 108 BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA**

Akış diyagramları, C++ dili operatörleri, Akış kontrol deyimleri ve döngüleri, Fonksiyon ve sınıf mantığı, Nesneye dayalı programlama terimleri ve temelleri, Dosyalama mantığı ve dosya erişimi, Matris, Arama ve sıralama algoritmaları.

#### **OD 114 TÜRK DİLİ II**

Sözcük ve sözcükte anlam, deyimler, ikilemeler, terimler, Dil yanlışları (sözcüğün yapısı ve anlamıyla ilgili yanlışlar), Anlatım bozuklukları, Yazılı anlatım türleri, Tebliğ, tutanak, rapor örnekleri, Dilekçe, iş mektubu ve öz geçmiş örnekleri, Sözlü anlatım türleri; tartışma, seminer, panel, münazara.

#### **TM 102 FİZİK II**

Elektrik yükleri, Elektrik alanları, Elektriksel potansiyel, Kondansatörler, Akım ve direnç, Doğru akım devreleri, Manyetik alanlar, Manyetik alan kaynakları, İndüktans, Alternatif akım devreleri, Elektromanyetik dalga denklemleri.

## **TM 106 MATEMATİK II**

Diziler ve dizilerde yakınsaklık, Seriler ve uygulamaları, Üç boyutlu analitik geometri, Vektörler, Çok değişkenli fonksiyonlarda limit ve süreklilik, Türev, Doğrusal yakınlıklar, Gradyanlar ve doğrultu türevleri, Kısıtlı tanım bölgesi olan fonksiyonlarda uç değerler, Lagranj çarpanları, Çift katlı integraller, Üç katlı integraller.

## **III. YARIYIL**

### **ZORUNLU DERSLER**

#### **TM 201 DİFERANSİYEL DENKLEMLER**

Diferansiyel denklem ve çözüm kavramı, Birinci mertebeden diferansiyel denklemler ve çözüm yöntemleri, Lineer diferansiyel denklemler ve lineer diferansiyel denklem sistemleri. Laplace ve ters laplace dönüşümleri.

#### **AE 201 MUKAVEMET I**

Giriş, Temel ilkeler ve sınıflandırma, Mukavemetin dayandığı temeller, İç kuvvetler, Mukavemet hipotezleri, Çubuklarda kesit tesirleri ve diyagramları, Gerilme şekil değiştirme, Gerilme ve şekil değiştirme bağıntıları (Hooke kanunları), Atalet momenti, Basit mukavemet halleri (eksenel normal kuvvet, kesme kuvveti, burulma momenti, düz ve eğik, eğilme), Elastik eğrinin çeşitli yöntemlerle incelenmesi.

#### **AE 203 TERMODİNAMİK I**

Temel terimler (iç enerji, entalpi, ısı), Enerji analizi, Saf maddelerin özellikleri, Termodinamiğin birinci yasasının kapalı sistemlere uygulanması, Kontrol hacim sistemlerinde kütle ve enerji analizi, Termodinamiğin ikinci kanunu, Carnot çevrimi, Entropi.

#### **AE 205 MALZEME BİLİMİ**

Katı maddelerin atom yapısı ve özellikleri, Örgü yapısı, Bozukluklar, Faz diyagramları, Malzemelerin mekanik, elektriksel ve termal özellikleri, Alaşımlar, Üretim ve karakterizasyon teknikleri.

#### **AE 207 TEMEL ELEKTRİK VE ELEKTRONİK**

Ölçü aletleri, Osiloskop, Dirençler, kondansatörler ve bobinler, Alternatif akımda direnç, bobin, kondansatör, Yarı iletken devre elemanları, diyotlar, Transistörler, Temel transistörlü devrelerin incelenmesi, Tristör, triyak ve diyak, Operasyon amplifikatörler, Zamanlayıcı entegreler, Çeşitli elektronik devrelerin incelenmesi, Elektronik baskı devre tasarımı, Elektronik devre uygulamaları (transistör, triyak ve OPAMP devre uygulamaları).

#### **AE 209 DİNAMİK**

Dinamiğin tanımı ve prensipleri, Maddesel noktanın kinematiği, Maddesel noktanın doğrusal hareketi, Uzayda eğrisel hareket, Düzlemde eğrisel hareket, Dik koordinatlar, Normal ve teğetsel koordinatlar, Kutupsal koordinatlar. Bağlı hareket, Kinetiğin temel kavramları, Newton'un 2. hareket kanunu, İş, güç ve enerji, Impuls ve momentum.

#### **AE 211 MESLEKİ İNGİLİZCE I**

Öğrenciyi Havacılık ve Uzay ile ilgili kamuya açık Akademik Dergiler ile tanıştırmak, Seçilen bir bilimsel ya da teknik yayının sınıfta okunması, çevirisi, analizi ve sınıf içi sunumu, Seçilen makalenin Sınıf Tartışması, Örnek makale yazımı ve sunum.

## IV. YARIYIL

### **ZORUNLU DERSLER**

#### **AE 202 MUKAVEMET II**

Birleşik mukavemet halleri, Gerilme dönüşümleri, Şekil değiştirme dönüşümleri, Göçme kriterleri, Kiriş ve şaftların tasarımı, Kiriş ve şaftların çökmesi, Burkulma, Enerji metodları.

#### **AE 204 TERMODİNAMİK II**

Ekserji, Tersinmezlik, İkinci yasa verimliliği, Güç ve soğutma çevrimleri, Buhar ve kombine buhar çevrimleri, Klima, Maxwell ilişkileri, Clapeyron denklemi.

#### **AE 206 AKIŞKANLAR MEKANİĞİ I**

Akışkanlar Mekaniğinin Tarihçesi, Akışkanın Özellikleri, Akışkan Statiği, Akışın Temelleri, Tek Boyutlu Akış, Viskoz Akışkan Akışı, Borulardaki Akış, Su Kanalındaki Akış.

#### **AE 208 OTOMATİK KONTROL I**

Otomatik kontrol sistemlerine giriş: otomatik kontrolün kısa tarihçesi. Kontrol sistemlerinin sınıflandırılması, kontrol prensipleri. Geribesleme bağlantı diyagramı. Açık döngü ve kapalı döngü sistemleri. Laplace dönüşüm yöntemi. Laplace dönüşümlerinin özellikleri. Blok diyagramlar ve transfer fonksiyonları. Birinci ve ikinci dereceden sistemler. Kontrol sistemlerinin zaman alanı analizi: zaman yanıtları. Sistem tepki özelliklerinin kalitesi ve hızı. Kararlılık kavramı: doğrusal geri besleme kontrol sistemlerinin kararlılık analizi. Routh Hurwitz kararlılık kriteri. Kök yer eğrisi yöntemi ve prosedürleri. Kontrol sistemi tasarımı ve analiz örnekleri.

#### **AE 210 MESLEKİ İNGİLİZCE II**

İlgili okuma ve kelime çalışmaları, Dinleme diyalogları, E-mail, Rapor, İletişim şekilleri, örnek ve kalıpları.

#### **TM 202 MÜHENDİSLİK MATEMATİĞİ**

Vektörler ve vektör uzayları, Matrisler ve lineer sistemler, Determinantlar, Özdeğerler ve özvektörler, Karmaşık sayılar ve fonksiyonlar, Kompleks integrasyon, Tekillikler ve Rezidü teoremi.

#### **TM 204 SAYISAL ANALİZ**

Lineer olmayan eşitliklerin çözüm yöntemleri, Lineer denklem sistemleri çözüm yöntemleri, İnterpolasyon, Sayısal integral hesaplama yöntemleri.

## V. YARIYIL

### **ZORUNLU DERSLER**

#### **AE 301 AERODİNAMİK**

Uygulamalarda kullanılan daha karmaşık modeller elde edebilmek için birleştirilebilen çeşitli aerodinamik modeller, Panel ve girdap kafes yöntemleri dahil 2-D / 3-D potansiyel akışlar (sıkıştırılmaz, süpersonik ...), geçiş etkilerini içeren sınır katman yöntemleri ve türbülans, birleştirilmiş viskoz-viskoz modeller, 2-D / 3-D Euler ve Navier-Stokes hesaplamaları, rüzgar tüneli testi.

## **AE 303 UÇUŞ MEKANİĞİ**

Hava aracı alt sistemleri, kuvvetler ve momentler: Atmosfer, aerodinamik kuvvetler, tahrik alt sistemi. Turbojets - Dikey düzlemde Düz Uçuş: Yönetim denklemleri, yatay uçuş, tavan, seyir uçuşu ve menzili, maksimum dayanıklılık, Dikey düzlemdeki Diğer Uçuşlar: Kalkış ve iniş, tırmanma uçuşu, takatsız uçuş, Yatay düzlemde Dönüştü Uçuş: Yönetici hareket denklemleri, maksimum yük faktörü, yalpa açısı, dönüş hızı ve dönüş yarıçapı, Piston-Props - Dikey düzlemde Düz Uçuş: Yönetici hareket denklemleri, yatay uçuş ve azami irtifa koşulları, en iyi menzil, maksimum dayanıklılık, Turbopropeller, turbofanlar, Mach sayısı gösterimi, uçuş ve manevra, Rüzgar ve türbülansın performans etkileri.

## **AE 305 HAVACILIK YAPILARI**

Esneklik, Sanal iş, Enerji ve matris yöntemleri, İnce levha teorisi, Yapısal kararsızlık, Stresli yüzey konstrüksiyon prensipleri, İnce duvarlı kirişlerde eğilme, kayma ve burulma, Uçak elemanlarının gerilme analizi.

## **AE 307 ÖLÇME TEKNİĞİ**

Kalite ve kalite kavramının gelişimi, Ölçme teknikleri, toleranslar ve spesifikasyonlar, İstatistiksel süreç kontrolü ve kabul örnekleme planları, Ölçme cihazlarının genel özellikleri, elemanlarının tanımı, metrik ve İngiliz ölçü sistemine göre mühendislikte çeşitli büyüklükler için kullanılan ölçme ve kontrol yöntemleri, Ölçme hataları, geometrik toleranslar ve master çeşitleri, Kalibrasyon ve detayları.

## **AE 309 AKIŞKANLAR MEKANİĞİ II**

Sürüklenme ve kaldırma, Boyut analizi ve benzerlik yasası, Akış hızının ve debinin ölçülmesi, İdeal bir akışkanın akışı, Sıkıştırılabilir bir akışkanın akışı, Kararsız akış, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, Akış görselleştirme.

## **AE 311 OTOMATİK KONTROL II**

Sürekli zamanda lineer çok değişkenli sistemlerin matematiksel tanımı, Kontrol edilebilirlik, gözlemlenebilirlik ve kararlılık kavramları, Bozuklukların tanımlanması, pertürbasyonlar ve etkileri, Modelleme bozuklukları ve sensör gürültüleri, Duyarlılık ve Tamamlayıcı Duyarlılık fonksiyonları ve yorumu, Hinfinit ve Doğrusal kuadratik teori kullanarak kontrolör sentezi, Frekans alanında kontrolör analizi (Bode, Nyquist ve Nichols çizelgeleri), SISO dinamik sistemlerinde Performans Sınırlamaları.

# **VI. YARIYIL**

## **ZORUNLU DERSLER**

### **AE 302 SIKIŞTIRILABİLİR AERODİNAMİK**

Sıkıştırılabilir akışkan dinamiğinin temelleri ve dış ve iç akışlara uygulanması, Yarı-tek boyutlu kanal akışı, genişlemeler ve nozul, difüzör ve girişlerdeki çok boyutlu akışların analizi, Kuvvetler, momentler ve sesaltı, sesüstü, transonik ve hipersonik uçuşlarda aerodinamik şekillerle etkileşimler sonucu sıkıştırılabilir akışkan akışından kaynaklanan kayıplar, şok dalgaları ve girdaplar, Kararsız sıkıştırılabilir akışta rahatsızlık davranışı.

### **AE 304 UÇUŞ KARARLILIĞI VE KONTROL**

Uçuş mekaniğinin temel tanımları, kontrol ve kontrol yüzeyleri, Uçak statik ve dinamik kararlılığı - kararlılık türüleri, Statik aksel ve lateral kararlılık, Uçakların aksel ve lateral hareket denklemleri, Doğrusal olmayan dinamik denklemler, Denklemlerin doğrusallaştırılması, Uçağın transfer fonksiyonu olarak aksel ve lateral dinamik gösterimi, Aksel ve lateral hareket modları, Hava taşıtı dinamiğinin geçiş tepkisi, Uçuş kontrol sistemlerinin genel yapısı, Otopilot tipleri ve tasarımları, Klasik, modern ve sağlam kontrol sistemi

tasarım yaklaşımları, Çok döngülü tasarım teknikleri: iç ve dış döngü kavramları, Uçak dinamiklerinin simülasyonu ve analizinde ve uçak otopilotlarının tasarımında Matlab sayısal yazılım paketi ve simülasyon aracı Simulink'in kullanımı.

### **AE 306 DENEYSEL MÜHENDİSLİK**

Laboratuvar deneylerinin, ucu açık problemlere dayalı konularda, laboratuvar tekniklerine ve olanaklarına uygun şekilde tasarlanması, Bireysel planlamaya dayalı deneylerin gerçekleştirilmesi ve deney sonuçlarının yorumlanması.

### **AE 308 ISI TRANSFERİ**

Isı transferinin temelleri, katılarda 1D daimi ısı transferi (duvar, silindir, küre), Katılarda ısı üretimi, Çok katmanlı sistemler, toplu ve toplu olmayan katılarda geçiş ısı transferi, Konvektif ısı transferinin temelleri, dış ve iç zorlanmış konvektif ısı transferi.

### **AE 310 İTKİ SİSTEMLERİNE GİRİŞ**

Hava solunmalı (gaz türbinleri, ramjetler, kanallı roketler, scramjetler) jet itki sistemlerine giriş, İtme tahmini, yanma reaksiyonları, spesifik yakıt tüketimi ve çalışma performansı, Girişlerin aerotermodinamiği, yanma odaları, nozullar, kompresörler, türbinler.

## **VII. YARIYIL**

### **ZORUNLU DERSLER**

#### **AE 401 UÇAK TASARIMI I**

Ön boyutlandırma için gereksinimlerin formülasyonu, Tasarım gereksinimlerinin değerlendirilmesi, Karşılaştırılabilir gereksinimlerle uçak dizaynı ticari incelemeleri, Uçak konfigürasyonunun seçilmesi, İtki sisteminin seçilmesi, Ön boyutlandırma yönteminin uygulanması.

#### **AE 403 ASTRODİNAMİK**

Astrodinamiğin temelleri, İki cisim problemi, Yörüngesel başlangıç-değer ve sınır-değer problemleri ve bunların uzay araçları navigasyonunda uygulamaları, Küresel mekanik, Kepler problemi, Lambert problemi, Yörünge tayini, Çoklu-cisim metodu, Görev planlama, Uzayda navigasyon algoritmaları.

#### **AE 405 ROKETLERDE İTKİ**

Roket motorunun temelleri, Nozul mekaniği, Isı transferi, Soğutma, Sıvı roket motorları (termodinamik, ortak yakıt kombinasyonları, motor çevrimleri, turbo makine tasarımı), Roketlerin kontrolü, Yörünge mekaniği.

#### **OD 411 ATATÜRK İLKELERİ VE İNKILAP TARİHİ I**

Türk devrimine yol açan gelişmeler, Dünyada demokrasinin gelişimi, Osmanlı modernleşmesi (Tanzimat Dönemi), Osmanlı modernleşmesi (II. Meşrutiyet Dönemi), I. Dünya Savaşı öncesindeki gelişmeler, I. Dünya Savaşı ve sonrasında Osmanlı Devleti, Ulusal direnişin örgütlenmesi, Kongreler ve Misak-ı Milli, TBMM'nin kurulması, İç isyanlar, Sevr Antlaşması, Ulusal Kurtuluş Savaşının maddi kaynakları, Ulusal Kurtuluş Savaşı ve cepheleler, TBMM'nin dış ilişkileri Cumhuriyet'in ilanı, Türk devriminin nitelikleri.

## VIII. YARIYIL

### ZORUNLU DERSLER

#### **OD 412 ATATÜRK İLKELERİ VE İNKILAP TARİHİ II**

Kuva-yı Milliye ve cepheler (Adana, Antep, Maraş, Urfa), Düzenli ordunun kurulması ve Batı Cephesi, Sakarya Savaşı ve sonuçları, Başkomutanlık Meydan Muharebesi ve sonuçları, Mudanya Mütarekesi, Lozan Konferansı, Saltanatın kaldırılması, Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin kuruluşu, Terakkiperver Cumhuriyet Fırkası ve Serbest Fırka, Şeyh Sait İsyanı ve sonuçları, İnkılaplar, Türk Tarih Kurumu ve Türk Dil Kurumlarının Kurulması, Atatürk İlkeleri.

#### **AE 402 UÇAK TASARIMI II**

Uçak gövdesinin çizimi ve ölçeklendirilmesi, Kabin düzeninin tanımlanması, Kanat parametrelerinin tanımı, kanatçıkların sayısı, boyutu ve konumu, Kaldırma katsayılarının ve kaldırma kuvvetinin hesaplanması, Yatay ve dikey kuyrukların tasarımı, Elevatör ve kuyruk dümeni tasarımı, Ağırlık merkezi konumunun ve uçak kütlelerinin hesaplanması, Ağırlık merkezinin konumunun değerlendirilmesi, Kararlılık ve kontrol analizi, İniş takımlarının tanımlanması ve entegrasyonu, Seyir uçuşu polar hesabı, L / D oranı, yakıt kütleşi, kalkış kütleşi, Hesaplanan parametrelerin değerlendirilmesi, Uçak performans ve işletme maliyetleri, uçakların 3'lü panoramik çizimi ve sunumu.

#### **AE 404 BİTİRME PROJESİ**

### TEKNİK SEÇMELİ I

#### **AE 321 KOMPLEKS FONKSİYONLAR TEORİSİ**

Kompleks sayılar, Kompleks fonksiyonlar, Limit ve Süreklilik, Kompleks türev, Cauchy-Riemann eşitlikleri, Analitik fonksiyonlar, Harmonik fonksiyonlar, Elemanter fonksiyonlar, Kompleks integraller, Cauchy integral teoremi, Liouville teoremi, Cebirin esas teoremi, Maksimum ve minimum modülüs prensibi, Argüment prensibi, Rezidü teoremi, Kompleks seriler, Taylor serileri, Laurent serileri, Sonsuz çarpımlar, Weierstrass teoremleri, Mittag-Leffler teoremi, Özel fonksiyonlar, Konformal dönüşümler, Möbiüs dönüşümleri, Disk ve düzlem otomorfizmaları.

#### **AE 323 MODELLEME VE SİMÜLASYONA GİRİŞ**

Fiziksel ve soyut sistemlere örnekler ve bunların matematiksel modelleri, Dinamik sistem modellerinin doğrusallık ve zamanla değişmezlik sınıflandırması, Doğrusal sistemler için analiz araçları: dönüşüm teknikleri, giriş-çıkış analizi, blok diyagramları, frekans tepkisi gösterimi, Kararlılık ve kapalı devre sistem tasarımına giriş.

#### **AE 325 MÜHENDİSLİK SİSTEMLERİ MODELLEMESİ**

Mühendislik tasarımı ve uygulanabilir sistemlerin temelleri, Matematiksel yöntemler, Temel mühendislik altyapısı, Sistem modelleme teknikleri, Boyut analizi, Sistem simülasyonu, Özel endüstriyel uygulamalar, Vaka çalışmaları.

#### **AE 327 OPTİMİZASYONA GİRİŞ**

Vektör uzayları ve matrisler, Dönüşümler, Tek değişkenli optimizasyon, Çok değişkenli optimizasyon, Newton metodu, Conjugate doğrultu metodu, Quazi Newton metodları, Gradyant yöntemi, Afın kümeler, Konveks kümeler, Ayırma teoremleri, Polihedral kümeler, Konveks fonksiyonlar, Yönlü türev, Subdiferansiyel, Lineer programlama, Lineer olmayan programlama.

## **AE 329 UZAY FİZİĞİ**

Uzay plazmaları ve manyetik alanlar, Güneş radyasyonu, atmosferi ve güneş rüzgârları, Heliosfer, Yüklü parçacıkların manyetik alandaki hareketi, Manyetosfer, radyasyon kemerleri, İyonosfer ve dünya plazma-küresi, Şok dalgaları ve sınır tabakalar, Uzayın hücresel yapısı, Temel manyetohidrodinamik ve uzay plazmalarındaki uygulamaları, Manyetosferik dinamik, Jeomanyetik rüzgârlar, Roket prensipleri, merkezi alanlarda hareket, Uydu yörüngeleri, Gezegenlerarası yörüngeler, Uzay araçlarının uzay çevresi ile etkileşimi.

## **AE 331 HAVACILIK VE UZAY MALZEMELERİ**

Malzemelerde kristal yapıları, Kusurlar, Metallerin dayanıklılığı, Faz diyagramları, Deformasyon, Metallerde güçlenme mekanizmaları, Alaşımlar, Kompozitler, Tahribatsız muayene, Metallerin ve alaşımların üretimi ve ikincil işlemler.

## **TEKNİK SEÇMELİ II**

### **AE 320 ASTONOMİYE GİRİŞ**

Çıplak göz astronomisi, Temel astronomi konuları, Madde ve enerjinin doğası, Uzay ve zaman, Güneş sistemi, Diğer gezegenli sistemler, Yıldız yapısı ve kimyası, Yıldızların doğumu ve ölümü, Beyaz cüceler, nötron yıldızları ve kara delikler, Galaksiler-arası astronomi, Kozmoloji ve erken dönemde evren.

### **AE 322 AVİYONİK SİSTEMLER**

Uçuş Kontrol Sisteminin (UKS (FCS)) elemanları ve konfigürasyonu, Algılayıcılar ve eyleyiciler: çeşitleri ve kullanım alanları, Otopilot Sistemi (işlevi, çalışma prensibi ve kullanımı), Boylamasına ve enlemesine hareket kontrol sistemleri, Aviyonik sistemlerin sınıflandırılması, Radyoteknik, Jeoteknik ve astronomik navigasyon aletler ve sistemler hakkında temel bilgi, Çarpışma Uyarıcı Sistemi (CAS), Doppler Radarının kullanımına dayanan navigasyon sistemler, Atalet Navigasyon Sistemleri (INS), Jirokararlaştırılmış (Gimballed) Ataletsel Seyrüsefer Sistemi, Analitik (Strapdown) Ataletsel Seyrüsefer Sistemi, Yer Radyo Navigasyon Sistemleri, Uydu Radyo Navigasyon Sistemlerinin esasları ve konfigürasyonu, Küresel Konumlama Sistemi (GPS), GPS sistemindeki hatalar ve giderilme yöntemleri, Diferansiyel Küresel Konumlama Sistemi (DGPS).

### **AE 324 DÖNER-KANATLI SİSTEMLERE GİRİŞ**

Hover ve eksenel uçuş için rotor aerodinamiği, Momentum teorisi, Blade element teorisi, Blade hareket ve kontrolü fiziksel konsepti, Hover and yatay uçuş, Yükselen ve alçalan uçuş, Enerji metodu, Basitleştirilmiş trim analizi, Rotor kuvvet ve momentleri, Kararlılık, kontrol ve titreşim, Hover dinamik modları, Titreşim kontrol yöntemleri.

### **AE 326 ELEKTROKİNETİK AKIŞ TEORİSİ**

## **TEKNİK SEÇMELİ III**

### **AE 328 İLERİ DİNAMİK**

Rijit cisimlerin kinematığı, Dönen referans çerçeveler ve koordinat dönüşümleri, eylemsizlik dyadiki, Newton-Euler hareket denklemleri, Konservatif kuvvetler ve potansiyel fonksiyonlar, Genelleştirilmiş koordinatlar ve genelleştirilmiş kuvvetler, Lagrange denklemleri, Holonomik ve holonomik olmayan kısıtlamalar, Lagrange çarpanları, Kane denklemleri, yörünge ve uzay aracı dinamiği.



## **AE 330 KOMPOZİT MALZEMELER**

Kompozitlere genel bakış, Kompozit malzemelere ait genel kavramlar, Kompozitlerde takviye malzemeleri, Laminaların makromekanik analizi, Ortotropik malzemelerde düzlem gerilme ve şekil değiştirme bağıntıları ile mühendislik sabitlerinin belirlenmesi, Ortotropik malzemeler için rijitlik ve esneklik matrisleri, Ortotropik malzemeler için rijitlik ve esneklik matrisleri, Orthotropik malzemelerin hasar teorileri, Laminaların mikromekanik analizi (kütle ve hacim oranları, yoğunluk, ısıl genleşme katsayıları), Elastik modullerin hesaplanması, Tabakalı laminaların makromekanik analizi, lamina kodu, Tabakalı laminaların gerilme-şekil değiştirme bağıntıları, Tabakalı laminaların esneklik sabitleri, Tabakalı laminaların hasar analizi ve tasarımı.

## **AE 332 MAKİNE ÖĞRENİMİ**

Makine öğrenimi ile ilgili temel kavramlar ve teknikler, Denetimli öğrenme teknikleri, Konsept ve karar ağacı öğrenimi, Makine öğreniminde Bayesci yaklaşım, Evrimsel yaklaşım ve genetik programlama, Yapay sinir ağları, Destek vektör makineleri ve pekiştirici öğrenme, Denetimsiz makine öğrenimi ve kümeleme.

## **AE 334 MİKROELEKTROMEKANİK SİSTEMLER**

Mikroüretim teknikleri, Mikroüretim malzemeleri, Mikroyapısal mekanik elemanlar, Mikromekanik sensörler, Mikroelektromekanik aktüatörler, Mikromekanik rezonatörler, Mikro akışlar, Mikroelektromekanik modelleme, Mikroelektromekanik uygulamalar.

## **TEKNİK SEÇMELİ IV**

### **AE 421 HELİKOPTER TEORİSİ**

Helikopterin tarihçesi, Helikopter uçuşunun temelleri, Helikopterin elemanları, Temel hareketler, Dikey iniş/kalkış yapabilen hava araçları (VTOL), Rotor aerodinamiğine giriş, Helikopter manevraları: tırmanma ve alçalma hareketleri, Dikey hareketi etkileyen faktörler: downwash etkisi, İleri uçuş, yana uçuş, Pala hareketi ve analizi, Temel helikopter performansı, Helikopter kavramsal tasarımı.

### **AE 423 MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ**

### **AE 425 MEKANİK TİTREŞİMLER**

Bir ve çok serbestlik dereceli sistemler, Doğal frekanslar ve titreşim modları, rezonans, sönümlemenin etkisi, pratik problemlere uygulamalar ve aşırı titreşimleri önleme yöntemleri, Lagrange denklemleri.

### **AE 427 MİKRO VE NANO AKIŞLI SİSTEMLER**

Kinematik akış denklemleri, Couette ve Poiseuille akışları, Navier-Stokes denklemleri, Stokes akışları, Akışkan karışımların fiziği ve mikroakışkan taşınım denklemleri, Biyomimetik micro ve nano-akışlı sistemler, Mikro ve nano-akışlı sistemlerin üretim metodları, Mikro ve nano-akışlı sistem elemanları.

## **TEKNİK SEÇMELİ V**

### **AE 429 SÜREKLİ SİSTEMLERİN SİMÜLASYONU**

## **AE 431 UÇAK BORDO ALETLERİ**

Uçak gösterge tipleri, Basınç girişleri, Altimetre, Mahmetre, Hava sıcaklık göstergesi, Miknatıslık, Cayroskoplara, Suni ufuk, Atalet platformlu seyrüsefer sistemi ve referans sistemi.

## **AE 433 UZAY SİSTEMLERİ VE ROBOTİĞİ**

## **AE 435 YAPAY ZEKAYA GİRİŞ**

Yapay zeka tarihi ve felsefesi, Zeki etmenler, Arama algoritmaları, Oyun problemleri, Yapay sinir ağları, Genetik algoritmalar, Birinci dereceden mantık ve çıkarsama, Prolog programlama dili ve mantıksal programlama, Yapay zeka uygulamaları.

## **TEKNİK SEÇMELİ VI**

### **AE 420 ASTROFİZİĞE GİRİŞ**

Boyut ve zaman ölçeklendirmesi, Astrofiziğin tarihçesi, Yıldızlar, Yıldız yapı denklemleri, Yıldızsal titreşimler, Dejenere madde, Çiftli sistemlerle etkileşim, Yıldızlararası madde, Moleküler bulutlar, Uzayda toz, Yüksek enerji astrofiziği, Galaktik dağılım ve popülasyon, Kozmik ışınlar.

### **AE 422 ASTROFİZİKSEL AKIŞKAN DİNAMİĞİ**

Astrofiziki açıdan akışkanlar, Nötral akışkanlar, Boltzmann denklemi, Maxwell dağılımı, Akış denklemleri, Sıkıştırılmayan ve barotropik akışkanlar, Viskoz akışkanlar, Newton tipi akış, Astrofizikte yığılma diskleri, Temel disk dinamiği, Gaz dinamiği, Küresel yığılma ve rüzgarlar.

### **AE 424 BATARYA TEKNOLOJİLERİ**

### **AE 426 ÇOK DEĞİŞKENLİ KONTROL SİSTEMLERİ**

Çok değişkenli lineer sistemlerin matematiksel modellemesi, performans özellikleri, sınırlamaları, kutuplar, sıfırlar, Kararlılık, baskınlık ve diyoganelleşme, Nyquist ve ters Nyquist eğrileri, Çok değişkenli sistemlerde kontrol edilebilirlik, Gözlenebilirlik ve belirsizlik, Nicel geri besleme teorisi.

### **AE 428 DİNAMİK SİSTEMLERİN SİMÜLASYONU**

Dinamik sistem modelleme ve simülasyon uygulamaları, Kesikli ve sürekli zaman denklemlerinin çözümleri, Matlab'da simülasyon programlama.

## **TEKNİK SEÇMELİ VII**

### **AE 430 DOĞRUSAL OLMAYAN KONTROLE GİRİŞ**

Lineer sistemler, Diferansiyel denklemler, Laplace transformasyonu, Kararlılık denklemleri ve transfer fonksiyonları, Komut takip sistemi ve tipleri, Roug/Hurwitz, Nyquist kararlılık testi, Bode diyagramları ve faz formülü, Bode integral formülü, Root Locus tekniği, Durum-uzay tekniği.

### **AE 432 GÜDÜM, KONTROL VE SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ**

Araç dinamiği, Doğrusal sistem analizleri, Radar sistemleri ve operasyonları, Doppler etkisi ve Doppler radarı, GÜDÜM algoritması, GÜDÜM yasaları, Kontrol ve temel doğrusal kontrol yasaları, Transfer fonksiyonu,

Kararlılık, Zaman alanı karakteristikleri, Doğrusal olmayan kontrol yasaları, Seyrüsefer hesaplamaları ve hata modelleme, Ataletsel seyrüsefer sistemleri ve yardımcı elemanlar, Entegre ataletsel seyrüsefer sistemi, Uçuş kontrolü, Entegre füze güdümlü sistemleri, Kunt seyrüsefer ve güdümlü yasaları.

### **AE 434 ROBOTİĞE GİRİŞ**

Temel kavramlar, Koordinat sistemleri ve dönüşümler, Kinematik, Parametreler, Konum ve yönelim bilgileri, Yörünge planlama, Ters kinematik ve ters kinematiğin bulunma yöntemleri, Jacobian ve ters Jacobian ilişkisi, Robot kontrolü, Sensörler, Programlama.

### **AE 436 GENEL GÖRELİLİK TEORİSİ**

Einstein'ın genel görelilik teorisi, Eğimli uzayda metrik ve dönüşüm kanunları, Diferansiyel geometri, Eğrilik, Jeodezik sapma, Bianchi özdeşliği, Kozmolojik sabit, Einstein-Hilbert etkisi, Schwarzschild çözümü, Birkhoff teoremi, Küresel "yıldız" metriği, Kara delikler ve Kozmoloji temel ilkeleri, Kerr ve Reissner-Nordstrom çözümleri.

### **AE 438 KOROZYON**

## **TEKNİK SEÇMELİ VIII**

### **AE 440 OPTİMAL KONTROLE GİRİŞ**

Optimizasyon probleminin tanımı ve optimal olma koşullarının tanıtımı, Optimizasyon problemlerinin analitik ve nümerik çözüm yöntemleri: Gradyent yöntemi, Lagrange çarpanları yöntemi, Karush-Kuhn-Tucker koşulları, Dinamik optimizasyon problemi, Varyasyonlar hesabı ve Pontryagin minimum prensibi kullanımı, Hamilton-Jacobi-Bellmann yaklaşımı, Lineer Kuadratik Optimal Kontrol - LQG, LQR, Dinamik programlama.

### **AE 442 UÇAK SİSTEMLERİ**

Genel uçak yapısı ve kabin içi, Yapısal sistemler, Hidrolik sistemler, Pnömatik sistemler, Yakıt ve akışkan sistemleri, Aviyonik sistemler, Güç sistemleri, Havalandırma sistemleri, Uçak sistemlerin bakımı.

### **AE 444 UZAY GÖREVLERİ, ANALİZ VE DİZAYNI**

Kavramsal görev tasarımı, Üst düzey görev gereksinimlerini tanımlama, Operasyonel konseptler, Operasyon analiz ve tasarımları, Sistem maliyetleri tahmini, Uzay aracı tasarımı ve doğrulama.

### **AE 446 YAPISAL ANALİZ VE TASARIMI**

Gerilim tensörü ve Cauchy formülü, Genelleştirilmiş Hooke yasası, Elastik simetri, Euler eşitlikleri, Virtüel iş ve enerji prensipleri, Virtüel yer değiştirme prensibi, Birim Dummy metodları, Toplam potansiyel enerji prensibi, Castigliano teoremleri, Betti ve Maxwell karşılık teoremleri, Ritz metodu, Ritz denklemleri matris formu, En-küçük kareler ve kolokasyon metodları, Sonlu elemanlar metodu, Yapısal bozulma türleri, Maksimum normal gerilme teorisi, Von Mises kriteri, Hill kriteri, Hoffman kriteri, Kırılma mekaniği, Griffith deneyi ve formülü, Gerilim intensite faktörü, Yorgunluk ve ömür, SN ve Goodman diyagramları, Gerilim konsantrasyonları, Yer-hava-yer çevrimi, Miner kuralı, Paris yasası, R etkisi ve Forman yasası.

### **AE 448 YAPISAL VE MEKANİK TİTREŞİMLER**

Mekanik titreşim prensipleri, Bir serbestlik dereceli sistemlerin serbest ve sönümlü titreşimi, Çok serbestlik dereceli sistemlerin serbest ve sönümlü titreşimi, Zorlanmış titreşim, Sürekli sistemlerin titreşimi.