

# ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

## 2019 – 2020 LİSANS DERSLERİ İÇERİĞİ

### 1. YARIYIL

#### **UAI101 ATATÜRK İLKELERİ VE İNKILAP TARİHİ I (T:2 U:0 K:2 AKTS:2)**

Klasik Osmanlı Düzeninde Değişim ve Gerileme; Reformlar ve Siyasal Yaşam (II. Meşrutiyet Dönemi Düşünce Akımları); Trablusgarp Savaşı; Balkan Savaşları. Birinci Dünya Savaşı ve Osmanlı Devleti; Birinci Dünya Savaşı'nın Nedenleri ve Savaşın Başlaması; Osmanlı Devleti Açısından Birinci Dünya Savaşı; Birinci Dünya Savaşı'nın Sonuçları. Mondros Mütarekesi; Mondros Mütarekesi'nin Uygulanması ve İşgaller. Mütareke Döneminde Siyasal Gelişmeler Ve Osmanlı Hükümetleri. Paris Barış Konferansı 18 Ocak 1919. Mütareke Ortamında Cemiyetler. Mütareke Döneminde Mustafa Kemal Paşa. Heyet-i Temsiliye ve İstanbul Hükümetleri; Amasya Görüşmesi; Mustafa Kemal Paşa ve Heyet-i Temsiliye'nin Ankara'ya Gelmesi. Birinci TBMM'nin Açılması 23 Nisan 1920. Meclis'in Açılması Öncesindeki Durum; TBMM'nin Açılmasından Sonra Çıkan Ayaklanmalar; TBMM'nin Almış Olduğu Tedbirler); Sevr Barış Antlaşması. Düzenli Ordunun Kurulması; Doğu Cephesi. Güney Cephesi. Batı Cephesi. Mudanya Mütarekesi; Lozan Barış Konferansı

#### **UTD101 TÜRK DİLİ I (T:2 U:0 K:2 AKTS:2)**

Dil nedir? Dilin sosyal bir kurum olarak millet hayatındaki yeri ve önemi. Türk dilinin dünya dilleri arasındaki yeri. Türk dilinin gelişmesi ve tarihi devreleri. Türk dilinin gelişmesi ve tarihi devreleri. Türkçede sesler ve sınıflandırılması. Türkçede sesler ve sınıflandırılması. Türkçenin ses özellikleri ve ses bilgisi ile ilgili kurallar. K ve Ayrık Olayların Olasılığı. Hece bilgisi. Türkçenin yapım ekleri ve uygulaması. Kompozisyonla ilgili genel bilgiler, kompozisyon yazmada kullanılacak plan ve uygulaması. Kompozisyonla ilgili genel bilgiler, kompozisyon yazmada kullanılacak plan ve uygulaması. Dilekçe ve öz geçmiş yazımı. İmlâ ve noktalama.

#### **BMM101 TEKNİK İNGİLİZCE I (T:2 U:0 K:2 AKTS:3)**

Ders biyomedikal mühendisliğinin farklı konuları ile ilgili metinleri okuma, anlama ve tartışmayı içerir. Anadili İngilizce olanları, profesyonelleri, öğrencileri anlamak, yaptıkları işler hakkında konuşmak ve uzmanların tıbbi cihazlar ve süreçler hakkında gayriresmi konuşmayı anlamayı sağlar.

#### **BMM103 MÜHENDİSLER İÇİN MATEMATİK I (T:4 U:0 K:4 AKTS:5)**

Fonksiyon türlerinin tanıtımı ve grafiklerinin çizimi. Limit. Türev, türevin tanımı türevin geometrik ve fiziksel yorumu. İntegralin tanımı, belirsiz ve belirli integral hesaplama.

#### **BMM105 MÜHENDİSLER İÇİN FİZİK I (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Ölçme. Vektörler. Statik, nokta kinematığı, dinamik. Gravitasyon. Güç ve enerji. Enerjinin korunumu, impuls ve momentum. Dönme hareketi. Cisimlerde elastisite. Harmonik hareket. Hidrostatik, hidrodinamik. Yüzey gerilimi, viskozite. Termodinamik kanunları, ısı, iş, iç enerji ve entropi. Sıcaklık ve ölçülmesi, ısı ve kalorimetri, ısı transferi. Gazların kinetik teorisi, ideal ve gerçek gazların hal denklemleri,

kinetik moleküler teori. Deneyler: Eğik düzlem, dönme, yuvarlanma, yay, serbest titreşim, sarkaç, akışkanlar mekaniği deneyleri

### **BMM107 MÜHENDİSLER İÇİN BİYOLOJİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Hücre ve Hücre içi organizasyonu. Proteinler, nükleik asitler, karbonhidratlar, yağlar, hücre kimyası ve biyosentez. Hücreler arası iletişim ve hücre döngüsü. Hücre bölünmesi. DNA ve kromozomlar. DNA replikasyonu, tamiri ve rekombinasyonu. DNA transkripsiyonu, translasyonu. Biyolojik yöntemler. Hücre görüntüleme.

### **BMM111 BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA I (T:2 U:2 K:3 AKTS:5)**

Bilgisayara ve programlamaya giriş. Algoritma kavramı, akış diyagramları ve algoritma örnekleri. C programlama diline giriş, değişkenler, operatörler. Kontrol deyimleri, döngüler. Fonksiyonlar, diziler, çok boyutlu diziler, dizilerin fonksiyona gönderilmesi. Göstericiler, dizi-gösterici ilişkisi, dizgiler. Yapılar, dosya tipleri ve dosya işlevleri.

### **BMM123 BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ (T:2 U:0 K:2 AKTS:4)**

Biyomedikal mühendisliğine giriş ve tarihçe. İnsan vücudunun yapısı: fizyoloji ve anatomi. Biyoenstrümantasyon. Biyoelektrik olaylar. Biyomedikal sensörler. Biyosinyaller. Biyomalzemeler. Doku mühendisliği. Medikal görüntüleme teknikleri. Biyomedikal optik. Biyomekanik. Rehabilitasyon mühendisliği. Biyrobotik.

## 2. YARIYIL

### **UAI102 ATATÜRK İLKELERİ VE İNKILAP TARİHİ II (T:2 U:0 K:2 AKTS:2)**

Türk inkılabının stratejisi. Siyasal alanda inkılaplar. Çok partili hayata geçiş denemeleri. Hukuk alanında inkılaplar. Eğitim ve kültür alanında inkılaplar. Ekonomik alanda inkılaplar. Sosyal ve sağlık alanında inkılaplar. Atatürk ilkeleri. Atatürk dönemi Türk dış politikası. Atatürk sonrası Türk dış politikası. Türkiye'nin jeopolitik durumu.

### **UTD102 TÜRK DİLİ II (T:2 U:0 K:2 AKTS:2)**

Kelime türleri. Kelime grupları. Cümle analizleri, Cümlenin ögeleri. Cümlede bulunması gereken özellikler. Anlamları bakımından cümleler. Noktalama işaretleri. Yazım kuralları. Ara sınavı. Anlatım bozuklukları. Anlatım biçimleri, anlatım türleri. Anlatım türleri. Türkçenin sözlükleri. Türkçede aktarmalar. Hikâye çözümlenmeleri

### **BMM102 TEKNİK İNGİLİZCE II (T:2 U:0 K:2 AKTS:3)**

Ders biyomedikal mühendisliğin farklı konuları ile ilgili metinleri okuma, anlama ve tartışmayı içerir. Anadili İngilizce olanları, profesyonelleri, öğrencileri anlamak, yaptıkları işler hakkında konuşmak ve uzmanların tıbbi cihazlar ve süreçler hakkında gayriresmi konuşmayı anlamayı sağlar.

### **BMM104 MÜHENDİSLER İÇİN MATEMATİK II (T:4 U:0 K:4 AKTS:5)**

Sonsuz seriler. Taylor-Maclaurin açılımı. Çok bilinmeyenli fonksiyonların kısmi türevleri. Çok katlı, eğri ve yüzey integralleri

### **BMM106 MÜHENDİSLER İÇİN FİZİK II (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Elektrik alanları. Coulomb ve Gauss yasaları. Elektrik akısı. Elektrik potansiyeli. Maddelerin elektrostatik özellikleri. Akım ve direnç. Elektrik enerjisi ve enerji yoğunluğu. Manyetik alanları. Manyetik alan kaynakları. Biot-Savart ve Ampere yasaları. Faraday yasası. Özindüksiyon. Elektromanyetik salınım. Rezonans. Elektromanyetik dalgalar ve Maxwell denklemleri. Işığın doğası ve geometrik optiğin yasaları. Dalga optiği. Girişim ve kırınım olayları. Görelilik. Kuantum mekaniğinin doğuşu. Atom ve çekirdek fiziği.

### **BMM110 MÜHENDİSLER İÇİN KİMYA (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Maddenin özellikleri ve ölçümü, Atomlar ve atom kuramı, kimyasal bileşikler, kimyasal formüller ve adlandırma, Kimyasal tepkimeler, Çözeltiler ve özellikleri, asitler, bazlar, atomun elektron yapısı, kimyasal bağlar.

### **BMM116 TEKNİK RESİM VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÇİZİM (T:2 U:2 K:3 AKTS:4)**

Teknik resme giriş. Temel Çizim Komutları. Geometrik Çizimler. Ölçülendirme. Görünüşler. Kesit Görünüşler. İzometrik Görünüş. Montaj.

**BMM120 LİNEER CEBİR (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Matrislere giriş. Matris cebiri, transpoz, ters matris. Gauss eliminasyon yöntemi ile denklem sistemi çözümü. Lineer bağımsızlık, matris rankı. Lineer sistemlerin temel teorem. Gauss-Jordan yöntemi ile matris tersi. Homojen sistemler. Determinantlar. Cramer kuralı. Jacobi iterasyonu ile denklem sistem çözümü. Gauss-Seidel iterasyonu ile denklem sistem çözümü.

### 3. YARIYIL

#### **BMM201 İLERİ MÜHENDİSLİK MATEMATİĞİ I (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Matris, matris cebiri, denklem sistemleri, rank, determinant, özdeğer. Birinci derece diferansiyel denklemler, değişken ayırıştırma, tam diferansiyel, integral çarpanı, yüksek dereceli denklemler, belirlenmemiş katsayılar, parametrelerin varyasyonu, diferansiyel denklem sistemleri, Laplace dönüşümü

#### **BMM203 MÜHENDİSLİK MEKANIĞI (T:4 U:0 K:4 AKTS:5)**

Mühendislik Mekaniğine Giriş. Vektör İşlemleri. Kuvvet Sistemleri. Denge. Yayılı Kuvvetler. Şekil Değiştirebilen Cisimlerin Mekaniğine Giriş. Kesit Tesirleri. Eğilme ve Burulma. Parçacık Kinematığı ve Kinetiği. Rijit Cisimlerin Kinematığı

#### **BMM205 MÜHENDİSLİK MALZEMELERİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Mühendislik Malzemelerine Giriş. Atomsal Yapı ve Atomlar arası Bağlar. Katılarda Kristal Yapılar. Katılarda Kusurlar. Yayınma. Metallerin Mekanik Özellikleri. Hasar. Faz Diyagramları. Seramikler, Polimer, Kompozitler. Malzemelerin Çeşitli Özellikleri

#### **BMM207 DEVRE ANALİZİ (T:4 U:0 K:4 AKTS:6)**

Elektrik devre değişkenleri ve temel elemanları: Akım, gerilim, güç ve enerji. Basit devre elemanları ve kaynakları. Temel direnç devreleri: Kirchoff'un gerilim ve akım yasaları, seri ve/veya paralel bağlı dirençli devrelerde akım gerilim hesaplamaları. Devre analiz teknikleri: "Düğüm Gerilimleri Yöntemi" ile devre çözümü, "Dal ve Çevre Akımları Yöntemi" ile devre çözümü. Thevenin ve Norton teoremleri, kaynak dönüştürme süperpozisyon prensibi. Endüktans, kapasitans. RL, RC devrelerinin geçici düzen analizi. RLC devrelerinin geçici düzen analizi. "Sinüzoidal Sürekli Hal" in (SSH) , kompleks sayılar, fazör kavramı, SSH'de devre elemanları, empedans ve güç tanımları. SSH'de elektrik devreleri güç analiz yöntemleri. Eşlenik endüktans ve trafolar. SSH'de devrelerin frekans tepkisi. Bode diyagramları ve filtre devreleri. Laplace dönüşümü ile devre analizi.

#### **BMM209 DEVRE LABORATUVARI (T:0 U:2 K:1 AKTS:2)**

Laboratuvarda güvenli çalışma prensipleri ve temel el aletleri kullanımı ile devre elemanları montaj pratik çalışmaları. Laboratuvar cihazlarının tanıtımı ve ölçüm hatalarının çeşitli tipik ölçüm pratikleri ile açıklanması. Direnç Devrelerinin kurulması, hesaplama ve ölçümlerle analizi. Ohm Kanunu, Kirchoff gerilim yasasının ve akım yasasının uygulaması. Çevre ve Düğüm Analiz Yöntemleri. Thevenin / Norton eşdeğer devresinin bulunması, süper pozisyon teoremi uygulaması. Kondansatör ve endüktörün değerlerinin hesaplama ve ölçümle bulunması. RC, RL ve RLC devrelerinde geçici düzen incelenmesi. RC, RL ve RLC devrelerinde sürekli hal incelemesi ve Fazör analizi. AC SSH devrelerde güç hesaplama ve ölçümü. Eşlenik endüktans ve trafolar. Pasif filtre karakteristikleri. Değişken frekans analizi ve rezonans devreleri. Telafi Deneyle.

**BMM215 ELEKTROMANYETİK ALAN TEORİSİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Elektromanyetizmanın doğası, elektrik alanlar, manyetik alanlar, gradyant, diverjans, dönel, Elektrostatik: Maxwell denklemleri, yük ve akım dağılımları, Coulomb yasası, Gauss yasası, elektrik skaler potansiyeli, İletkenler, yalıtkanlar, sınır değerleri, kapasitans, elektrostatik potansiyel enerji, Manyetostatik: Manyetik kuvvetler ve torklar, Biot-Savart yasası, manyetizma için Gauss yasası, Ampere yasası, vektör manyetik potansiyel, malzemelerin manyetik özellikleri, manyetik sınır koşulları, endüktans, manyetik enerji

**BMM217 İNSAN ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ (T:4 U:0 K:4 AKTS:5)**

Vücutun organizasyonu, Temel kimyasal bilgiler. Hücreler, Doku ve membranlar. Deri, iskelet sistemi. Kas sistemi. Sinir sistemi. Duyular. Hormonal sistem. Kan, kalp ve damar sistemi. Lenf ve immün sistem. Solunum sistemi. Üriner ve üreme sistemi. İnsan gelişimi ve genetik.

## 4. YARIYIL

### **BMM202 İLERİ MÜHENDİSLİK MATEMATİĞİ II (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Matris, matris cebiri, denklem sistemleri, rank, determinant, özdeğer. Birinci derece diferansiyel denklemler, değişken ayırıştırma, tam diferansiyel, integral çarpanı, yüksek dereceli denklemler, belirlenmemiş katsayılar, parametrelerin varyasyonu, diferansiyel denklem sistemleri, Laplace dönüşümü.

### **BMM216 ELEKTROMANYETİK DALGA TEORİSİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

İlerleyen dalgalar, iletim hatları, Smith abağı, empedans uyumlendirme, zamanda harmonik alanlar, dalga denklemi, kayıpsız ortamda düzlem dalgalar, dalga kutuplanması, kayıplı ortamda düzlem dalgalar, elektromanyetik güç akışı, dalga yansıması ve geçişi, dalga kılavuzları, boşluk rezonatörleri.

### **BMM218 BİYOMEKANİK I (T:4 U:0 K:4 AKTS:6)**

Statik ve dinamiğin biyomekanik uygulamaları, her yönüyle mukavemet ve biyomekanik uygulamaları

### **BMM220 BİYOLOJİK SİSTEMLER VE RADYASYON (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Elektromanyetik ışımaya giriş-genel bilgiler. Radyasyonun sınıflaması, non-iyonize ışınlar, biyolojik etkileri ve biyomedikal uygulamaları. İyonize radyasyonun biyolojik etkileri ve biyomedikal uygulamaları. Nükleer tıp ve biyomedikal uygulamalar. Radyasyon güvenliği non-iyonize ve iyonize radyasyonun endüstriyel uygulamaları. Radyasyon ve çevre.

### **BMM222 BİYOMALZEME I (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Biyomalzeme tanımı ve tarihçesi. Malzemelerin yapısı ve karakterizasyon teknikleri. Metalik Biyomalzemeler. Seramik Biyomalzemeler. Polimerik Biyomalzemeler. Doğal Biyomalzemeler. Kompozitler. Biyolojik malzemelerin ve dokuların yapı - özellik ilişkileri, implantlara hücre ve doku yanıtı. Biyouyumluluk. Yumuşak doku biyomalzemeleri. Sert doku biyomalzemeleri. Transplantlar. Nanobiyomalzemeler.

### **BMM224 ELEKTRONİK I (T:4 U:0 K:4 AKTS:5)**

Yarı iletkenler, PN jonksiyon diyotlar, diyot devrelerin analizi, doğrultucu devreleri, Çoklu diyot devreleri, Zener diyotlar, Bipolar jonksiyon transistörleri (BJT): BJT'lerin DC ve AC analizi, tek katlı BJT yükselteçler ve BJT devrelerinin tasarım örnekleri, Alan Etkili Transistörleri (FET); FET'lerin DC ve AC analizi, tek katlı FET yükselteçler ve FET devrelerinin tasarım örnekleri.

### **BMM226 ELEKTRONİK LABORATUVARI I (T:0 U:2 K:1 AKTS:2)**

Ölçü aletleri, yarıiletken diyotlar ve uygulama devreleri, BJT ve FET elemanlarının AC ve DC çalışması, BJT'li ve FET'li kuvvetlendiriciler

## 5. YARIYIL

### **BMM327 BİYOAKIŞKANLAR MEKANİĞİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Biyookışkanlar Mekaniğine Giriş. Akışkan Statiği. Akışkan Kinematığı. Kütle, Bernoulli ve Enerji Denklemleri. Akış Sistemlerinin Momentum Analizi. Boyut Analizi. Fizyolojik Akışlar. Kalp Kapakçık Hemodinamiği. Dolaşım Sistemlerinde Karşılaşılan Hastalıklar ve Akışkanlar Mekaniği ile İlişkileri

### **BMM329 BİYOMEDİKAL ENSTRÜMANTASYON I (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

Biyomedikal enstrümanların genel yapısı, tipleri. Ölçme kavramı. Biyomedikal sinyallerin edinimi ve transdüserler. Biyopotansiyel dönüştürücüler. Biyolojik sinyaller ve analizleri. Biyolojik sinyaller ve kontrol

### **BMM331 ELEKTRONİK II (T:4 U:0 K:4 AKTS:5)**

BJT ve FET kuvvetlendiricilerin frekans cevabı, ideal işlemsel kuvvetlendiriciler (OPAMP) ve Op-Amp devreleri, çok katlı kuvvetlendiriciler, geribesleme, osilatörler, aktif filtreler, ADC-DAC devreleri

### **BMM333 ELEKTRONİK LABORATUVARI II (T:0 U:2 K:1 AKTS:2)**

Kuvvetlendiricilerin frekans analizi, op-amp ve uygulamaları, geribesleme, aktif filtreler, A-D ve D-A dönüştürücüler

### **BMM335 BİYOMEDİKAL ENSTRÜMANTASYON LABORATUVARI I (T:0 U:2 K:1 AKTS:2)**

Laboratuvar Cihazlarının tanıtılması. BIOPAC Student Lab system arayüzünün tanıtılması. Dijital ortamda analog sinyallerin edinimi. EKG ve uygulamaları. EMG ve uygulamaları. EOG ve EEG uygulamaları

### **BMS313 SAYISAL ELEKTRONİK (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Sayısal sistemlere ilişkin temel kavramlar, elektronik elemanların anahtarlama özellikleri, bipolar ve MOS kapı aileleri, yarıiletken bellekler, ikili devreler, senkron lojik, zamanlama devreleri ve osilatörler, SPICE simülasyonu.

### **BMS319 BİYOMALZEME II (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Biyomalzeme türleri ve uygulamaları, Biyomalzeme ve Dokuların Yapı-Özellik İlişkileri, Hidrojeller, Biyobozunur polimerler ve Akıllı polimerik biyomalzemeler, Polimerlerin Kimyasal ve Biyokimyasal Bozunması, Biyolojik çevrenin Metal ve Seramik Implantlara Etkisi, Biyolojik Ortamda Mekanik Bozunma, Implant ve Cihaz Sterilizasyonu, Biyoyumluluk: In vitro ve in vivo biyoyumluluk testleri, Kan Temaslı Biyomalzemelere Uygulanan Testler, Biyomalzemelerin Test Edilmesinde Hayvan Modelleri

### **BMS321 BİYOMEKANİKTE BİLGİSAYAR UYGULAMALARI (T:3 U:2 K:4 AKTS:5)**

Biyomekanikte bilgisayar destekli üç boyutlu tasarımın temellerinin kavratılması; üç boyutlu tasarıma uygun bir bilgisayar destekli tasarım programına giriş; kullanıcı arayüzünün tanıtılması; kroki ve katı modelleme yapılabilmesi; yüzeylerin modellenmesi; montajın tasarımı

### **BMS323 BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİNDE MATEMATİK MODELLEME (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Regresyon modelleri, fark ve adi-kısmi diferansiyel denklemlerin biyomedikal alanında uygulamaları



**BMS329 İLERİ BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA (T:3 U:2 K:4 AKTS:5)**

C++'ya giriş, C ve C++ arasındaki farklar. C++'da giriş çıkış fonksiyonları ve operatörler. Nesneye yönelik programlamaya giriş. Sınıflar. Kalıtım ve Çoklu Şekillilik. STL: Standart Template Kütüphanesi. C++ dili ile GUI grafik ara yüzü programlama. QT paketi ile ileri programlama yöntemleri ve uygulama geliştirme. İleri programlama yöntemleri ile veri erişimi ve veri toplama. Veri yapıları ve programlama. Veri tabanına giriş, SQL ve temel işlevler.

## 6. YARIYIL

### **BMM304 BİYOMEDİKAL ENSTRÜMANTASYON II (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Tıbbi Görüntüleme sistemleri. Gömülü sistemler ve uygulamaları. Arayüz kavramı. ADc kavramı ve uygulamaları. Dijital ve analog sensörlerin kullanımı. Dijital iletişim protokolleri. Kablosuz iletişim protokolleri. Veri işleme ve kayıt. Enstrüman tasarımı

### **BMM306 BİYOMEDİKAL ENSTRÜMANTASYON LABORATUVARI II (T:0 U:2 K:1 AKTS:2)**

MATLAB programlama. LabView programlama. Veri toplama. Sinyal işleyip medikal sonuç elde etme. Kalibrasyon ve ölçüm cihazlarının kullanımını öğrenme. Temel düzeyde medikal cihaz dizayn etme.

### **BMM312 İŞARETLER VE SİSTEMLER (T:3 U:0 K:3 AKTS:4)**

İşaret ve sistemlere giriş. İşaret ve sistemlerin sınıflandırılması: Sürekli işaretler, ayrık zamanlı işaretler. Temel sinyal ve sistem kavramlar: Zaman analizi & Devamlılık. Temel sinyal ve sistem kavramlar: Doğrusallık & Zamana bağımlılık. Laplace Transform tekniği. Laplace Transformun doğrusal zamanla değişmeyen sistem analizinde kullanımı. Transfer fonksiyonları, geri besleme. Frekans tepkisi ve analog filtreleme. Fourier Serileri. İşaretlerin Fourier Serileri ile gösterimi. Sürekli zaman Fourier Transform. Ayrık zaman Fourier Transform. Z Transform. Durum uzay gösterimi & vektör analizi. Doğrusal olmayan sistemler

### **BMM320 KLİNİK MÜHENDİSLİKTE MEKANİK SİSTEMLER (T:3 U:0 K:3 AKTS:3)**

Klinik mühendislikte kullanılıp mekanik ilkelere göre çalışan sistemler

### **BMM322 BİYOLOJİK SİSTEMLERDE TAŞINIM (T:3 U:0 K:3 AKTS:3)**

Biyolojik Sistemlere Giriş. Biyolojik Sistemlerde Taşınım. Biyolojik Sistemlerde Kütle Taşınımı. Delikli Yapılarda Taşınım. Kılcal Damarlardan Taşınım. Organlarda Taşınım

### **BMS302 MİKROKONTROLÇÜLER (T:3 U:2 K:4 AKTS:5)**

Mikroişlemcilerin tarihçesi. Mikroişlemcilerin yapısı ve mimarisi. Sayı sistemleri ve dönüşümler. Adresleme modları. Veri transfer komutları. Aritmetik ve lojik komutlar. Program kontrol komutları. Bayrak yazmacı ve kullanımı. Mikroişlemcinin programlanması. Alt programlar. Yığın veri yapısı. Kasmeler. Intel tabanlı mikroişlemci eğitim seti kullanılarak bu mimari ve işleyişi ile ilgili uygulama geliştirilmesi. Eğitim seti üzerinde bulunan mikroişlemci, hafıza ve çevre birimlerinin bir bütün olarak çalışma esaslarını incelemek. Bu birimlerle ilgili mikroişlemci dersinde anlatılan bilgilerin pekişmesi için uygulama geliştirmek. Gerçekleştirilen uygulamalar, hem bu birimlerin nasıl kullanılacağını kavramaya hem de yüksek seviye ve C dilinin kullanımını geliştirmeye yöneliktir. Kullanılan eğitim setleri bilgisayar destekli olduğundan yüksek seviye yazılmış programların eğitim setine nasıl yükleneceği, çalıştırılacağı ve gerekirse program akışlarının kontrol edilmesi, bu dersin kapsamı ve hedefleri arasında yer almaktadır.

**BMS304 KATI CİSİMLERİN MEKANIĞI (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Bozunabilir ortam mekaniğine giriş. Temel sürekli ortam biyomekaniği kapsamındaki problemlerin biyomekaniği, mekanobiyolojisi ve formülasyonu. Uzama, şişme, bükme, burulmanın gerilim-gerinim analizi. Biyokatıların torsiyonu.

**BMS320 İLERİ HÜCRE BİYOLOJİSİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Biyolojiye giriş, Hücre, hücrenin yapısı, bileşenleri ve fonksiyonu, Karbonhidratlar, Proteinler, Yağlar ve Biyosentezi, Hücre zarı ve zardan taşınım, Hücre organelleri ve hücreler arası iletişim, Nükleik asitler ve bunların sentezi, Protein sentezi, Hücre döngüsü, Mutasyon türleri ve oluşum mekanizmaları, Kanser, Özelleşmiş hücreler (sinir, kas, kemik ve kan hücresi), Hücre görüntüleme teknikleri ve Mikroskop çeşitleri

**BMS326 BİYOMEKANİK BİLEŞENLER ANALİZİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Giriş. Yük ve Gerilme Analizi. Eğilme ve Sertlik. Statik Yüklerden Kaynaklanan Hatalar. Dinamik Yüklerden Kaynaklanan Hatalar. Kalıcı Olmayan Mafsallı Tasarımı. Yay Tasarımı.

**BMS330 ELEKTRONİK III (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Elektronik devrelerin SPICE ile DC, AC, geçici durum, RF, ve parametrik analizlerin yapılması. Tümlleşik devreler ve bilgisayar destekli tümlleşik devre tasarımı. Sayısal ve analog tümlleşik devrelerin analiz ve simülasyonları. FPGA ile VHDL ve Verilog donanım tanımlama dillerinin tanıtılması. Verilog A ve VHDL AMS dillerinin tanıtılması. IC serimi ve PCB tasarımı. Elektronik sistemlerin test ve ölçme yöntemleri.

## 7. YARIYIL

### **BMM405 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ I (T:2 U:0 K:2 AKTS:3)**

Temel iş güvenliği kavramları. İş güvenliğinin tarihçesi. İş sağlığı ve güvenliğinin genel prensipleri. Risk tanımı ve risk değerlendirmesi. İş hijyeni. Meslek hastalıkları. İş kazalarına ve işçi sağlığı sorunlarına karşı alınabilecek önlemler. Ergonomi. Kişisel koruyucu donanımlar

### **BMM407 TASARIM (T:1 U:4 K:3 AKTS:4)**

İçerik tezin konusuna bağlıdır.

### **BMS401 BİLGİSAYAR DESTEKLİ MEKANİK SİSTEM TASARIMI (T:3 U:2 K:4 AKTS:5)**

Biyomekanik sistemlerin tasarım ve simülasyon süreçleri hakkında detaylı bilgiler verilmesi, biyomedikal mühendisliği uygulamaları ile birlikte sonlu elemanlar analizi hakkında farkındalık yaratmak.

### **BMS403 TIBBİ GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Medikal görüntüleme sistemlerine giriş. Medikal görüntüleme sistemlerinin prensipleri. Radyografik görüntüleme sistemleri X-Ray. Radyografik görüntüleme sistemleri BT. Emisyon görüntüleme sistemleri-Radyasyon. Emisyon görüntüleme sistemleri-Nükleer tıp 1. Emisyon görüntüleme sistemleri-Nükleer tıp 2. Emisyon görüntüleme sistemleri-Pozitron. Ultrason prensipleri, Ultrason – cihazlar. Manyetik Rezonans görüntüleme, Termal görüntüleme-Mamografi, Medikal görüntülerin işlenmesi 1

### **BMS405 SONLU ELEMANLAR ANALİZİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Sonlu eleman yöntemine genel bakış, FEM problem etki alanının belirli bölümlere ayrılması, farklı ilişkilendirme modeli, daha yüksek üstsül ve izoparametrik elemanlar, Eleman Matrisler ve vektörlerin türetilmesi, eleman matrislerinin ve vektörlerin birleştirilmesi, sistem denklemlerin elde edilmesi, sonlu eleman denklemlerinin sayısal çözümü

### **BMS415 BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ İÇİN İŞARET İŞLEME (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Ayrık zaman sinyalleri ve sistemleri. Ayrık Fourier dönüşümü. Örnekleme ve yeniden oluşturma. Doğrusal zamanla değişmeyen sistemler. Ayrık zaman sistemleri için yapılar. Filtre tasarım teknikleri:FIR,IIR. Hızlı Fourier Dönüşümü yöntemleri. Ayrık Fourier dönüşümü kullanarak sinyallerin Fourier analizi. Optimal filtreleme. Elektrofizyolojik işaretlerin işlenmesi: ECG, EMG, EEG. DFT,FFT ve FIR IIR filtrelerin elektrofizyolojik işaretlere uygulanması.

### **BMS427 KONTROL SİSTEMLERİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Açık ve kapalı döngülü kontrol sistemleri, geribeslemenin kullanılması. Fiziksel sistemlerin matematiksel modelleri: Durum denklemleri, transfer fonksiyonları, blok diyagramlar. Geribesleme sistemlerinin stabilitesi: Lyapunov stabilitesi, Routh-Hurwitz kriteri, Nyquist kriteri, göreceli stabilite. Root-Locus metodu. Kontrol sistemlerinin kararlı ve kararsız tanımlamaları. Geribesleme kompensatörlerinin tasarımı. İleribesleme sistemleri. PID kontrolörü. Durum uzay teknikleri. Ayrık zamanlı kontrol sistemleri.

**BMS429 YAPAY ZEKA SİSTEMLERİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Optimizasyon ve klasik optimizasyon teknikleri; yapay zekaya dayalı optimizasyon teknikleri; genetik Algoritma; türevsel evrim algoritması; klonal seçim algoritması; parçacık sürü algoritması; karınca koloni algoritması.

**BMS435 TIBBİ CİHAZLARDA GÜVENLİK VE BİYOMEDİKAL ETİK (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Çalışma ortamlarındaki sağlık ile ilgili riskleri tanıma. İnsan vücudu ile ilgili temel anatomik ve fizyoloji bilgilere sahip olma. Elektrik akımları ve alanlarının taşıdığı riskleri anlama ve gerekli önlemleri alabilme. Kimyasal maddeler ve ilaçların oluşturduğu sağlık risklerini tanıma. Biyomedikal etik konusuna giriş. Tıp etiği. Etik ile ilgili kanunlar. Biyomedikal etik ve araştırmalar.

## 8. YARIYIL

### **BMM406 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ II (T:2 U:0 K:2 AKTS:3)**

Temel iş güvenliği kavramları. İş güvenliğinin tarihçesi. İş sağlığı ve güvenliğinin genel prensipleri. Risk tanımı ve risk değerlendirmesi. İş hijyeni. Meslek hastalıkları. İş kazalarına ve işçi sağlığı sorunlarına karşı alınabilecek önlemler. Ergonomi. Kişisel Koruyucu Donanımlar

### **BMM408 BİTİRME TEZİ (T:1 U:4 K:3 AKTS:4)**

İçerik tezin konusuna bağlıdır.

### **BMS402 İMPLANT TASARIMI VE TEKNOLOJİLERİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

İmplant doku etkileşimi. Tasarım sürecinde gerilme analizinin rolü, anatomik uygunluk ve şekil boyut biçimleri, biyomalzeme seçimi; cerrahi implantasyon prosedürlerinin enstrümantasyonu. İmplantların kullanımı ile ilgili klinik problemler ve onların çözümü. İmplantlarda hasar tipleri, korozyon ve yorulma. Gerilme konsantrasyonu, Çatlak başlangıcı ve ilerleme mekanizmaları. Kırık tipleri. Esnek ve sert kırıklar. Mikroskop tekniği ile hasar analizi. Ömrü ve vaka örnekleri. Güvenlik ve verimlilik için klinik öncesi testler.

### **BMS416 REHABİLİTASYON MÜHENDİSLİĞİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Ortopedi ve rehabilitasyonun temel ilkeleri, Temel hasta yetersizlikleri, Yardımcı cihaz ve sistem tasarımı, denenmesi ve uygulanması, Tasarımı etkileyen parametreler, ergonomi, kullanıcı ara yüzünü etkileyen fiziksel ve mental parametreler, güvenlik ekonomisi, güvenilirlik ve estetik.

### **BMS430 MEDİKAL GÖRÜNTÜ İŞLEME (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Doğrusal ve doğrusal olmayan filtreleme frekans domeninde işleme. Görüntüyü yeniden kurma. Geometrik transformasyon ve görüntü kaydı. Renkli görüntü işleme. Wavelet görüntü baskılama. Morfolojik görüntü işleme. Görüntü segmentasyonu.

### **BMS434 DOKU MEKANİĞİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Kemik yapısına giriş, kortikal ve trabeküler kemiklerin mekanik özellikleri, kemiklerin matematik modelleri, kemiklerde mekanik sinyalleme (mechanotransduction), kemik dönüşümü ve modelleri. Kıkırdak, tendon, bağ ve omurga disk dokularının yapıları ve mekanik özellikleri, dokularda yapı-mekanik işlev ilişkisi, elastik, viskoelastik, çok-fazlı doku modelleri, diğer yumuşak dokuların mekaniklerine giriş.

### **BMS436 DOKU MÜHENDİSLİĞİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Ekstrasellüler matriks Analogları, destek malzemesi olarak Sentetik Polimerler ve Doğal Polimerler, Hücre Fonksiyonlarının Düzenlenmesi, Hücre Yapılaşması, Hücre/biyomateryal Etkileşimi, Hücre Hareketleri Ve Metabolizma, Doku Geliştirilmesi/Doku Modellenmesi, Doku Yenilenmesi, Kontrollü İlaç Salımı, Doku Mühendisliği Yaklaşımları, Biyohibrid Organlar Terapisi; Doku Mühendisliği Ürünleri: Patentler, Kurallar, Son Gelişmeler.

**BMS438 KLİNİK MÜHENDİSLİK VE TIBBİ CİHAZ YÖNETİMİ (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Klinik mühendislik birimlerinin organizasyon ve işlevleri, Hastane yönetimi, Klinik mühendislik birimlerinde bilgisayar sistemleri, Yoğun bakım ünitelerinin kuruluşu, Standardizasyon ve Toplam kalite yönetimi, Sterilizasyon, hastane atıkları, Tıbbi gaz sistemleri, Klinikte güvenlik, Ahlaki ve etik değerler, Gelecekte Klinik mühendisliği.

**BMS440 BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK TASARIM (T:3 U:0 K:3 AKTS:5)**

Elektronik devrelerin SPICE ile DC, AC, geçici durum, RF, ve parametrik analizlerin yapılması. Tümüleşik devreler ve bilgisayar destekli tümleşik devre tasarımı. Sayısal ve analog tümleşik devrelerin analiz ve simülasyonları. FPGA ile VHDL ve Verilog donanım tanımlama dillerinin tanıtılması. Verilog A ve VHDL AMS dillerinin tanıtılması. IC serimi ve PCB tasarımı. Elektronik sistemlerin test ve ölçme yöntemleri.