

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**NANOBİLİM VE NANOMÜHENDİSLİK (TEZLİ) YÜKSEK LİSANS**  
**PROGRAMI DERS İÇERİKLERİ**

**I. YARIYIL**

**FBE5901 UZMANLIK ALAN DERSİ**

Danışman öğretim üyesinin çalıştığı bilimsel alandaki bilgi, beceri ve deneyimlerinin aktarılması, öğrencilere bilimsel etik ve çalışma disiplininin, güncel literatürü izleyebilme ve değerlendirebilme yeteneğinin kazandırılması, tez çalışmalarının bilimsel temellerinin oluşturulması ve yürütülmesi.

**FBE5903 DANIŞMANLIK**

Danışmanın öğrencinin ders seçiminden, tez önerisi ve uygulaması da dahil öğrenciliği süresince ihtiyaç duyduğu desteğin sağlanması.

**NBM5001 BİLİMSEL ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ**

Bilimin amacı ve tanımı, Bilimsel bilginin özellikleri, Bilimsel bilgi ve değerler sistemi, Modern bilimin doğuşu ve gelişimi, Sosyal bilimlerde yöntem, Başlıca araştırma yöntemleri, Veri toplama yöntemleri, Ölçme ve test teknikleri

**NBM5003 NANOTEKNOLOJİYE VE NANOSİSTEMLERE GİRİŞ**

Nanobilimin gelişme seviyesi, deneysel teknikler ve teorik çalışmaların hızlı gelişimi ve alanın genişliğine ek olarak disiplinler arası özelliklerine vurgu yapılarak sunulacaktır. Ders bazı genel bilgiler, fiziksel ilkeler ile başlayacaktır. Daha sonra nanosistemlerin sentez ve karakterizasyonu dersleriyle devam edecektir. Devam eden derslerde, nano yapıların çeşitliliği, nanobilimin teknolojik uygulamaları gözden geçirilecek ve ders nanokimya, nanobiyoloji ve son olarak nanoilaç üzerine genişletilmiş bir bölüm ile son bulacaktır. Nanobilimin geniş uygulama alanlarına birden fazla bölümde değinilecektir.

**NBM5005 NANO YAPILI MALZEMELERİN YAPI ÖZELLİK İLİŞKİSİ**

Bütün mühendislik metallerinin ve alaşımlarının mekanik özellikleri, katılma sırasında oluşan makro ve mikro yapıları ile ilgilidir. Bu nedenle, bu ders, metallerin ve alaşımların katılmasının bilimsel temellerinin anlaşılmasını sağlamak için tasarlanmıştır.

**NBM5007 NANO-ELEKTRONİĞE GİRİŞ**

Giriş: Nanoteknoloji ve Nanoelektronik Tarihi; Nanoelektronik: Önceki Gelişmeler ve Bugünün Uygulamaları; Nano ölçeklerde Fizik: Klasik Elektronikten Nanoelektronığe; Dalga-Parçacık İkiliği; Katıların Band Teorisi, Nano-ölçek Üretim ve Ölçüm; Nanomalzemeler ve Nanoyapılar: Quantum Wells, Quantum Dots, Quantum Nanowires, Carbon Nanotubes; Grafen: Özellikleri ve Üretimi. Grafenin Nanoelektronikteki Uygulamaları; Nanoelektrik

Aygıtlar: Diodlar; Nanoelektrik; Alan Etkili Transistörler; LEDler ve LASERler; Sensörler; Plazmonik Sensörlerin MATLAB Benzetimi.

### **NBM5009 NANOMALZEMELERDE TRİBOLOJİ**

Triboloji genel olarak; sürtünme, aşınma ve yağlama olaylarını ve bunların arasındaki ilişkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Bu kapsamda işlenecek konuların genel içeriği: 1. Tribolojinin tanımı, uygulama alanları, Triboloji tarihi ve gelişimi (Geçmişten günümüze triboloji) 2. Temel triboloji parametreleri (Tribolojik sistemdeki fiziksel temel kavramlar): Yüzey tabiatı; Yüzey özellikleri ve ölçüm metotları, Yüzey pürüzlülüğü (Topografyası), Yüzey parametreleri, Katı yüzeyler arasında temas (Yük, pürüzlü yüzey teması), 3. Sürtünmenin tanımı, Sürtünme kanunları, Sürtünme mekanizmaları ve sürtünme teorileri, Kayan yüzeylerde sıcaklık, 4. Aşınmanın tanımı ve aşınma mekanizmaları, Sürtünme-aşınma tribotest deney düzenekleri, Tribolojide sürtünme ve aşınma örnekleri (Yatak tribolojisi, Kesme aletleri tribolojisi, Kaplama tribolojisi), 5. Yağlama, Yağlama rejimleri (Stribeck diyagramı), Hidrodinamik yağlama teorisi, Yağlama yağları, çeşitleri ve görevleri, Yağlama yağı katkı maddeleri 6. Triboloji ile ilgili dünyada yapılan çalışmalar ve örnekleri.

### **NBM5011 NANOBİLİMDE ELEKTRON MİKROSKOPLARI**

Elektron Mikroskoplarının Tanıtımı; Elektron Mikroskoplarının çalışma prensipleri; Elektron Difraksiyonu; Elektron mikroskopları için Numune hazırlama teknikleri; Mikroskop Çeşitleri ve Numune Analizleri; Transmisyon Elektron Mikroskobu ile Yapısal karakterizasyon; Taramalı Elektron Mikroskobu ile Yapısal Karakterizasyon; Taramalı Tünelleme Elektron Mikroskobu ile Yapısal Karakterizasyon; Atomik Kuvvet Mikroskobu; Örnek Numune Karakterizasyonları Arasınav; Magnetik Kuvvet Mikroskobu; Elektrokimyasal Taramalı Elektron Mikroskobu; Elektron Difraksiyon Desenlerinin Geometrisi ve Yorumları; Elektron Mikroskopları ile Numune Analizleri.

### **NBM5013 NANOTEKNOLOJİDE BİYOMİMETİK/BİYOBENZETİM UYGULAMALARI**

Nanoteknolojide Biyomalzemelere ve Biyobenzetime Giriş; Biyomalzemelerin Karakterizasyonu; Doku Mühendisliği ve Uygulamaları; Mekanik ve Yüzey Özellikleri; Metalik Biyomalzemeler ve Özellikleri; Seramik Biyomalzemeler ve Özellikleri; Polimerik Biyomalzemeler, ve Özellikleri; Kompozit Biyomalzemeler ve Özellikleri; Biyoyumluluk ve Doku Cevabı; Yumuşak Doku İmplantları; Sert Doku İmplantları.

### **NBM5015 NANOTIP**

Nanoteknolojinin tarihsel gelişimi ve temel kavramlar; Nanoteknolojinin moleküler temelleri; Biyomateryaller ve nanomateryaller; Fabrikasyon teknikleri; Karakterizasyon teknikleri; Nanobiyosensörler; Nanoterapötikler ve ilaç taşıma sistemleri; Doku Mühendisliği; Görüntüleme.

### **NBM5017 KABLOSUZ SENSÖR AĞLARI**

Bilgisayar ağının temel yapısı ve kullanım amacı. Bilgisayar ağlarının sınıflandırılması, özellikleri ve kullanımı. Bilgisayar ağlarında katmanlar kavramı. Veri iletişimi esasları. İletişim kanallarının özellikleri. Gürültülü kanallar için Shannon kapasite formülü. İletim kanallarının alınan sinyaller üzerindeki etkisi. İletim tipleri. Çoklama teknikleri. Veri iletiminde Manchester

kodlaması. Modemler ve telefon ağı üzerinden veri iletiminde kullanımları. Katmanlı ağ mimarisi. Anahtarlama teknikleri. ATM iletişim ağları ve özellikleri. Yerel ağlar, kapsamaları, topolojileri ve kullanımları. Ethernet tipi yerel ağlar. Ortam erişim yöntemleri ve Ethernet'te Çoklu Erişimde Çarpışma Algılamalı Taşıyıcı erişim yöntemi. İnternet mimarisi.

### **NBM5019 POLİMERİK NANOYAPILAR VE NANOKOMPOZİTLER**

Gelişmekte olan kompozit malzemeler ve nanokompozitler; Kompozitlerin genel teorisi; Gelişmekte olan nanopartiküllerin üretim tekniklerinin nanokompozitler için önemi; nanopartikül tipleri ve bunlardan üretilen nanokompozitler; Nanokompozit hazırlama teknikleri; Nanokompozitlerin karakterizasyonu ve test yöntemleri.

### **NBM5021 GIDA GÜVENLİĞİ VE NANOTEKNOLOJİ**

Hijyen ve sanitasyon uygulamaları, gıda güvenliğinde karşılaşılan problemler; Tanımlar ve temel kavramlar; Mikroorganizmalar ve sanitasyon ilişkisi, mikroorganizmaların gıdalarda bulunuşu, mikrobiyal gelişimi etkileyen faktörler, mikroorganizmaların bulaşma kaynakları; Temizlik ve temizleme maddeleri, deterjanlar ve çeşitleri, temizleme faktörleri; Dezenfeksiyon ve dezenfeksiyon yöntemleri, dezenfektanlar ve çeşitleri; Gıda işletmesinde hijyen ve sanitasyon uygulamaları, CIP sistemi; Sanitasyon uygulamalarında dikkat edilmesi gereken noktalar; Personel hijyeni, personelin sağlık durumunun kontrolü, kontaminasyona yol açacak vücut bölümleri, tuvalet hijyeni; Atık maddelerin uzaklaştırılması.

### **NBM5023 KARBON NANOMALZEMELER**

Karbon nanomalzemelerin türleri, üretim teknikleri, biyomedikal uygulamaları; Farklı türdeki karbon nanomalzemelerin fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri; Nanomateryallerin genel sınıflandırılması, karbon temelli nanomateryallerin sınıflandırılması, karbon temelli nanomateryallerin kullanım alanları, karbon temelli nanomateryallerin üretim yöntemleri, karbon nanotüpler, fullerenler, grafen, grafen oksit, nanoelmas, karbon kuantum dot materyallerinin üretim ve karakterizasyonu.

### **NBM5025 NANOMANYETİZMA VE SPİNTRONİK**

Manyetizmanın kaynağı ve temelleri, Manyetik alan kavramı, Manyetizlanma ve manyetik moment, Manyetik özellikler, Manyetik malzemelerin üretim yöntemleri, Manyetik bölgeler, Manyetik bölge suvarları, Yumuşak manyetik malzemeler, Sert manyetik Malzemeler, Nanomanyetizma, Spintronik, Uygulama alanları.

### **NBM5027 ELEKTRONİK TEST VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ**

Konuşma sinyalleri; Görüntüleme yöntemleri; Manyetik rezonans görüntüleme; Veri edinimi; Fourier dönüşümü; Görüntü işleme; Olasılık yoğunluk fonksiyonları; Olasılık yoğunluk fonksiyonlarının kestirimi; Rastgele sinyaller; Görüntü bölütleme; Görüntü çakıştırma; Birleşik entropi.

### **NBM5029 NANOBİLİM VE NANOMÜHENDİSLİK PRENSİPLERİ**

Üretim metalurjisinin temel kavramlarını ve işlemlerini tanıtmak. Hammadde kaynaklarımızın değerlendirilmesine ve ileri teknolojinin ihtiyacı olan ürünlere dönüştürülmesine yönelik eğitim vermek. Endüstriyel uygulamalardan örnekler vermek. Nümerik uygulamalar yaparak problem çözmek.

### **NBM5031 NANOBOYUTTA KARAKTERİZASYON TEKNİKLERİ**

Karakterizasyonun önemi; Karakterizasyon tekniklerinin sınıflandırılması; X-ışını oluşumu, kırınım ve Bragg Yasası; X-ışınlarının kullanımı sonucu elde edilen paternlerin analizi; Termal analiz tekniklerine giriş ve termal analiz ile ölçülebilecek özellikler; TGA, DTA, DSC, DIL gibi termal analizlerin prensipleri ve verilerin yorumlanması; elektron mikroskopları, çalışma prensipleri ve görsellerin yorumlanması; Diğer karakterizasyon teknikleri

### **NBM5033 NANOTEKNOLOJİK FONKSİYONEL GIDA TASARIMI**

Fonksiyonel gıdalara genel bakış; Özel gıdaların sınıflandırılması; Fonksiyonel gıdalar; Fonksiyonel gıda bileşenleri; Steroller; Kapsaisin; Sekonder bileşikler; Karotenoidler; Prebiyotikler ve probiyotikler; Güncel Nano fonksiyonel gıda uygulamaları; Öğrencilerin seminer sunumları.

### **NBM5035 MİKRO VE NANO AKIŞKAN SİSTEMLER**

Temel Kavramlar ve Tanımlar, Akışkanların Kinematığı, Duran akışkanlar, Manometreler ve Basınç ölçümü, Dalmış yüzeylere gelen kuvvetler, Blok halinde öteleme ve dönme, Korunum denklemlerinin integral biçimi, Denetim hacmi ve sistem kavramları, Reynolds Transport Teoremi, Kütle, Momentum ve Enerjinin korunumu, Bernoulli denklemi, Süreklilik, Momentum ve Enerji denklemlerinin diferansiyel formda türetilmesi, Navier Stokes denklemleri ve uygulamaları, Akım ve potansiyel fonksiyonları, Boyut analizi ve benzerlik.

### **NMB5037 BİYOMALZEMELER VE BİYOMEKANİK**

Biyomalzemelere giriş, Biyomalzemelerin karakterizasyonu; Mekanik ve yüzey özellikleri; Metalik biyomalzemeler ve özellikleri; Seramik biyomalzemeler; Kalsiyum Fosfat seramikleri, Biyoseramik ve biyolojik camlar; Polimerik biyomalzemeler, Kompozit biyomalzemeler; Biyouyumluluk ve doku cevabı; Yumuşak doku implantları; Sert doku implantları.

### **NMB5039 DENEYSEL MEKANİK**

Makina ve malzeme mühendisliğinin temel konuları ile ilgili sistem deneyleri. Isıl sistemler, hidrolik sistemler, otomotiv, mekanik titreşimler ve akustik, kontrol, imalat ve mukavemet konularını kapsayan deneyleri yapmak, değerlendirmek ve yazılı olarak sunmak.

### **NMB5041 ELASTİSİTE TEORİSİ**

Elastisite teorisine giriş. Elastisite. Gerilme; Kuvvetler ve gerilmeler için notasyon. Gerilme bileşenleri. Şekil değiştirme bileşenleri; Hooke kanunu. Uygulama (örnek çözümler); Düzlem gerilme. Düzlem şekil değiştirme. Herhangi bir noktadaki gerilme; Bir noktadaki şekil değiştirme. Yüzey şekil değiştirme oranlarının ölçülmesi; Mohr dairesinin çizimi. Dengenin diferansiyel denklemleri; Sınır şartları. Uygunluk denklemleri; Gerilme fonksiyonu. Uygulama (örnek çözümler); Şekil değiştirme enerjisi metotları. Şekil değiştirme enerjisi; Virtüel iş prensibi. Castigliano teoremi; En küçük iş prensibi ve uygulamaları; Levhalar ve kabuklar; İnce cidarlı basınçlı kaplar.

### **NMB5043 MALZEMELERİN İLERİ MUKAVEMETİ**

Bütün mühendislik metallerinin ve alaşımlarının mekanik özellikleri, katılma sırasında oluşan makro ve mikro yapıları ile ilgilidir. Bu nedenle, bu ders, metallerin ve alaşımların katılmasının bilimsel temellerinin anlaşılmasını sağlamak için tasarlanmıştır

## **NMB5045 NANO ÖLÇEKLİ SİSTEMLERİN MEKANİK MODELLEMESİ**

Nanomekanik, nano ölçekteki sistemlerin mekanik davranışının teorik ve deneysel olarak incelenmesi; atomik ölçekteki sistemlerin mekanik özelliklerinin incelenmesi için kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin dayandığı temel prensipler; moleküler dinamik simülasyonları ile metalik, polimerik ve karbon tabanlı nano malzemelerin mekanik özelliklerinin incelenmesi.

## **NMB5047 MİKRO/NANO ÖLÇEKLİ SİSTEMLERİN DİNAMIĞI VE KONTROLÜ**

Mikro/nano sistemlerin dinamiği ve kontrolü, Makina, Elektrik, Mekatronik, Bilgisayar, BioMühendislik, Kimya Mühendisliği gibi konularda mikro/nano robotik sistemlerin kullanımı; mikro/nano hareket sistemleri, mikro/nano algılayıcılar ve eyleyiciler, atomik kuvvet mikroskop (AFM) ve AFM tipleri, modellenmesi ve kontrolü, mikro/nano konumlandırma, mikro/nano ölçekteki kuvvetler, mikro/nano yapılarda titreşim, titreşim sönümlenmesi, sönümlenme teknikleri ve enerji aktarımı-geri kazanımı, piezo elektrik eyleyiciler, mikro/nano triboloji ve kontak mekaniği; MEMS, Nanoteknoloji, Biyoteknoloji, Robotik ve Tıp alanlarındaki güncel mikro/nano sistem uygulamaları; Mikro/nano sistemlerin modellenmesi, hareket denklemlerinin çözümlenmesi ve benzetimi.

## **NMB5049 SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME**

Dijital Görüntü İşleme Görüntüleme modaliteleri ve uygulama alanları; Elektromanyetik spektrum; İki boyutlu örnekleme, örtüşme ve niceleme; Görüntü iyileştirme, nokta işlemleri, histogram işleme, filtreleme; Nanoyapılarda Görüntü İşleme Uygulamaları; Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntülerinin işlenmesi ve yorumlanması; Nanoyapıların Görüntüleme ve Artefakt Tespiti; Malzeme Karakterizasyonu için Nano Görüntü İşleme.

## **NMB5051 OPTİK FİBERLİ HABERLEŞME SİSTEMLER**

Tek ve Çok Modlu optik fiberlerin yüksek hızlı dijital haberleşme sistemlerinde, kullanılması. Sistem hiyerarşisi, alıcı ve verici devreler, Dijital haberleşme alt yapısı, Yüksek hızlarda veri iletim hızını etkileyen lineer olmayan optik etkiler.

## **NMB5053 FİBER OPTİK SENSÖRLER**

Optik fiberlerin sensör amaçlı uygulamaları; Noktasal, ve dağınık ölçüm yapan optik fiberli sensörler; Izgara yapılı fiberler ve sensör uygulamaları.

## **NMB5055 KOMPOZİT MALZEMELERİN MEKANİĞİ**

Kompozit malzemeler hakkında temel bilgiler, elyaf takviyeli kompozitler, kompozitlerde takviye malzemeleri, tek katlı laminaların makromekanik analizi, ortotropik malzemelerde düzlem gerilme ve şekil değiştirme bağıntıları ile mühendislik sabitlerinin belirlenmesi, ortotropik malzemeler için katılık ve uygunluk matrisleri, ortotropik malzemelerin mukavemeti, kırılma teorileri ve hasar analizi, laminaların mikromekanik analizi (kütle ve hacim oranları, yoğunluk, ısıl genleşme katsayıları), elastik modüllerin hesaplanması, tabakalı laminaların makromekanik analizi, lamina kodu, tabakalı laminaların gerilme-şekil NBMdeğiştirme bağıntıları, tabakalı laminNBMaların esneklik sabitleri ve tabakalı laminaların hasar analizi ile tasarımı

## **NMB5057 NANOSENSÖRLERİN GIDALARIN AKILLI AMBALAJLANMASINDA**

Temel kavramlar, gıdaların raf ömrü, ambalajlamada kritik parametreler ve depolama sıcaklık derecesi, nano sensörler, ambalaj içerisindeki atmosferin ve sensörlerin gıda maddeleri ve çevresi ile etkileşimi, akıllı ambalajlama materyallerinin özellikleri, oksijen ve etilen bağlayıcılar, karbondioksit sensörleri, tüketici beklentileri ve davranışları, kullanılan materyallerin yasal statüsü ile mevzuatlar ele alınacaktır.

## **NMB5059 KANSER HÜCRELERİNDE SİNYAL İLETİM MEKANİZMALARI**

Hücre sinyal iletim mekanizmaları; Sinyal iletiminde görev alan moleküller; Hücre yüzey reseptörleri; Hücre yüzey reseptörleri ve hücre içi sinyal yolları; Sinyalizasyon yollarının fonksiyonel özellikleri; Sitoplazmik sinyal iletim yolları; Hedef hücre yanıtlarının düzenlenmesine aracılık eden mekanizmalar; Hücre çoğalmasını kontrol eden sinyal yolları; Sinyal iletiminin fizyolojik işlevleri; Sinyal iletimi ve klinik önemi

## **NMB5061 HÜCRE YAŞLANMASI VE HÜCRE ÖLÜMÜNÜN MOLEKÜLER MEKANİZMALARI**

Hücre ölümünün moleküler mekanizmaları, apoptoz, otofaji, nekroz, nekroptoz, lizozom-aracılı hücre ölümü, entoz, anoikis, ferroptoz, piroptoz, anastaz, mitotik ölüm ve immunojenik hücre ölümü.

## **NMB5063 RADYASYON ZIRHLAMA**

Radyasyonun tanımı; Hızlı elektron, Ağır yüklü parçacı, elektromanyetik radyasyon ve neutron kaynakları; Radyoaktivite, aktivite birimi, radyasyon soğurma dozu, eş değer doz birimi; Radyasyonun biyolojik etkileri, Radyasyondan korunma yöntemleri; Fotoelektrik olay, Compton saçılması, çift oluşumu olayı; Yarıiletken dedektörler, Zırhlama Materyalleri, Bear-Lambert Yasası, Kütle soğurma katsayısı, Yarı kalınlık değeri, Ondabir kalınlık değeri, Ortalama serbest yol, Etkin atom numarası

## **NMB5065 AKILLI MALZEMELER VE UYGULAMALARI – I**

Akıllı malzemeler ve kullanım alanları hakkında genel bilgi sahibi olmak; Akıllı malzemelerin tanıtılması; Farklı yapılarıdaki akıllı malzemeler hakkında bilgi verilmesi; Akıllı malzemelerin çalışma prensipleri hakkında bilgi verilmesi; Akıllı malzemelerin var olan uygulama alanları hakkında bilgi verilmesi; Olası yeni kullanım alanları hakkında öğrencilerle fikir alışverişi yapılması

## **II. YARIYIL**

### **FBE5902 UZMANLIK ALAN DERSİ**

Danışman öğretim üyesinin çalıştığı bilimsel alandaki bilgi, beceri ve deneyimlerinin aktarılması, öğrencilere bilimsel etik ve çalışma disiplininin, güncel literatürü izleyebilme ve değerlendirebilme yeteneğinin kazandırılması, tez çalışmalarının bilimsel temellerinin oluşturulması ve yürütülmesi.

### **FBE5904 DANIŞMANLIK**

Danışmanın öğrencinin ders seçiminden, tez önerisi ve uygulaması da dahil öğrenciliği süresince ihtiyaç duyduğu desteğin sağlanması.

#### **NBM5002 SEMİNER**

Öğrencilerin araştırma yapmayı düşündükleri alanla ilişkin çalışmalar yaparak sınıfta sunumlarının sağlanması.

#### **NBM5004 GEÇİRİMLİ ELEKTRON MİKROSKOPU VE SPEKTROSKOPİK TEKNİKLER**

Maddenin Fiziksel Özellikleri ve Elektromanyetik Dalgalar; Geçirimli Elektron Mikroskobu; Soğurma Yasaları; Kırmızı Altı Spektroskopisi; Kırmızı Altı Spektrometresi; Raman Spektroskopisi; Raman Spektroskopisi; Raman Spektrometresi; X-Işınları Spektroskopisi; NMR Spektroskopisi; Mor Ötesi ve Görünür Bölge Spektroskopisi.

#### **NBM5006 2-D NANOLEVHALARIN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU**

2-d nanomalzemelerin tanımlanması; nanolevhaların üretimi, nanoduvarların üretimi, nanodiskler ve üretim yöntemi, nanoplakalar ve üretimi, nanoprizmalar; 2-d nanomalzemelerin karakterizasyon teknikleri.

#### **NBM5008 NANOTOKSİKOLOJİ**

Nanopartiküllerin fiziko kimyasal özellikleri; Nanopartiküllere maruziyet; Nanopartiküllerin biyolojik dağılımı; Nanopartiküllerin gen-hücre interaksyonları; Nanopartiküllerin toksik etki mekanizmaları; Nanopartiküllerin genotoksik etkileri; Nanopartiküllerin toksik özelliklerini etkileyen özellikleri; Nanopartiküllerin dermal etkileri; Nanopartiküllerin nörotoksik etkileri; Nanopartiküllerin suçul organizmalar üzerindeki etkileri; Nanopartiküllerin çevresel etkileri.

#### **NBM5010 NANOLİF ÜRETİMİ VE UYGULAMALARI**

Nano boyutta lif üretim teknikleri; Elektro çekim yönteminin prensipleri; Nanolif üretimini etkileyen parametreler; Nanoliflerin avantaj ve dezavantajları; Nanoliflerin kullanım alanları; Nanolif üretimi ve uygulamaları ile ilgili yapılan güncel çalışmalar.

#### **NBM5012 NANOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI İÇİN BULUT BİLİŞİM**

Bulut bilişim kavramı; Bulut bilişimin gelişim süreci; Bulut bilişimin özellikleri; Bulut bilişim teknolojileri; Bulut bilişim hizmetleri; Bulut bilişim uygulamaları.

#### **NBM5014 GIDA BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİNDE NANOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI**

Nanoteknolojiye giriş; Nanoteknolojinin, insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri; Nanokompozitler ve nanoyapılar; Nanokompozitlerin gıda ambalajlamadaki uygulamaları; Nanoemülsiyonlar ve uygulamaları; Gıdalarda nano teknikler: membrane emülsifikasyonu, atomizasyon; Nanofiltrasyon; Nanoenkapsülasyon; Gıdalardaki nanosensörler; Biyopolimerik nanopartiküller ve uygulamaları; Biyonanoteknoloji ve gıdalardaki uygulamaları; Gıdalardaki nanoteknoloji uygulamalarında gelecek trendleri..

## **NBM5016 HAVACILIK VE UZAY SEKTÖRÜNDE KULLANILAN NANOMALZEMELER**

Nanoyapıların ve nanomalzemelerin tanımı; Nanomalzemelerin özellikleri ve hazırlanması; Modern Yüzey İşleme Teknikleri; Nano malzemelerin kimyasal özellikleri; Nanoyapıların optik özellikleri; Nanomalzemelerin fiziksel özellikleri; Nanokompozitler; Nano malzemelerin uygulama alanları ve performansları; Havacılıkta Nanoteknoloji Çözümleri.

## **NBM5018 KIRILMA MEKANİĞİ**

Kristal hataları, bir, iki ve üç boyutlu hatalar. Dislokasyonlar ve türleri. Dislokasyonlar arası girişimler ve dislokasyon enerjisi. İstif hataları, istif hata enerjisi, istif hatalarının deformasyonda yeri. Kırılma Olayının İncelenmesinde Faydalı Olacak Bazı Çözümler Dairesel ve Eliptik Çatlak Civarındaki Gerilmeler, Keskin Çatlak Ucunda Gerilmeler, Lineer Elastik Kırılma Mekanikliğinde Çatlak Stabilitesi ve gerilme şiddet faktörü. Lineer Elastik Kırılma Mekanikliği, Gerçek Lineer Elastik Malzemelerde Çatlak Stabilitesi, Kırılma tokluğu deneyleri ve Yorulmada Çatlak Oluşumu, Sabit Gerilme Genliği Altında Çatlağın Oluşumu, Gelişmesi, Mikroskobik ve Makroskobik Kırılma Modları.

## **NBM5020 NANOMALZEMELERİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU**

Nanoüretim tekniklerinin temelleri, konvansiyonel ve konvansiyonel olmayan nanoüretim prosesleri, nano boyuttaki malzemelerin karakterizasyonu, özellikleri; fonksiyonel polimerlerin çok katmanlı ince film ve oluşumlarının sentezini, işlenmesini ve üretimi ile karakterizasyonunu kapsamaktadır. İlgili malzemelerin yapı/özellik ilişkisini kurabilmek için polimer türleri, yapıları, morfolojileri, termodinamiği, faz ayrışımı, faz dönüşümü ve kristalleşmesi ile ticari polimer nanomalzeme uygulamaları, üretim ve işlenmeleri.

## **NBM5022 YARIİLETKEN ELEMANLAR**

Mikroelektronik malzemelerin trendlerine ve üretim yöntemlerine genel bakış, elektronik malzemelere giriş, enerji bantları ve yük taşıyıcılar, yarı iletken malzemeler, entegre devrelerin işleyişi, litografi, fiziksel buhar biriktirme, kimyasal buhar biriktirme, dağlama prosesleri, epitaksiyel büyüme, paketleme malzemeleri, güneş pilleri, opto elektronik cihazlar, süper iletkenler.

## **NBM5024 NANO-ÖLÇEKLİ PARÇACIK SENTEZİ VE MALZEME ÜRETİMİ**

Nanobilimin gelişme seviyesi, deneysel teknikler ve teorik çalışmaların gelişimi; genel bilgiler ve fiziksel ilkeler; nano sistemlerin sentezi ve karakterizasyonu; nano yapıların çeşitliliği, nanobilimin teknolojik uygulamaları; nanokimya; nanobiyoloji; nanoilaç; nanobilimin uygulama alanları.

## **NBM5026 GIDALARDA NANOTEKNİK VE NANOUYGULAMALAR**

Nanoteknolojiye giriş; Nanoteknolojinin, insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri; Nanokompozitler ve nanoyapılar; Nanokompozitlerin gıda ambalajlamadaki uygulamaları; Nanoemülsiyonlar ve uygulamaları; Gıdalarda nano teknikler: membrane emülsifikasyonu, atomizasyon; Nanofiltrasyon; Nanoenkapsülasyon; Yenilebilir nanokaplamalar; Antimikrobiyal nanomateryaller ve uygulamaları; Gıdalardaki nanosensörler; Biyopolimerik nanopartiküller ve uygulamaları; Biyonanoteknoloji ve gıdalardaki uygulamaları; Gıdalardaki nanoteknoloji uygulamalarında gelecek trendleri.



## **NBM5028 KOLLOİD GIDALAR VE NANOTEKNOLOJİK UYGULAMALARI**

Kolloidlerin sınıflandırılması, Kolloidal çözeltilerin hazırlanması, Kolloidlerin saflaştırılması, Kolloidal sistemlerin kararlılığı, Kolloidlerin kinetik özellikleri, Kolloidlerin optik özellikleri, Kolloidlerin viskozitesi ve reoloji, Yüzey gerilim, Adsorpsiyon, Toplanan Kolloidler, Kolloidlerin elektriksel özellikleri, Kolloidlerin koagülasyonu, Jeller ve Emülsiyonlar, Köpük ve Aerosoller, Kataliz

## **NBM5030 MİKROSİSTEM – MEMS TASARIMI**

Mikro elektromekanik sistemlere giriş; Mikro elektromekanik sistemlerin tarihsel gelişimi ve günümüzdeki durumu; Mikro elektromekanik sistemlerde kullanılan malzemeler; Mikro elektro mekanik sistemlerde kullanılan malzemeler; Tasarım prensipleri; Mikro elektro mekanik sistemlerde ürün örnekleri; Mikro elektro mekanik sistemlerin üretim teknikleri; Mikro elektro mekanik sistemlerin üretim teknikleri; Mikro Eyleyiciler; Mikro Sensörler; Mikro Motorlar.

## **NBM5036 NANO KAPLAMALAR**

Nanoteknolojiye ve nanokaplamalara giriş; Nanokaplama tanımı, kaplamanın önemi; Nanoteknolojik kaplama türleri; Nanokaplama malzemeleri; Nanokaplama üretim tekniklerine genel bakış; İşlevsel nanokaplamalar; Nano-seramik kaplamalar; Sıvı fazda ince film kaplama teknikleri; Faz fazında ince film kaplama teknikleri, Sıçratma Teknikleri ve Mühendislik Uygulamaları; Termal sprey kaplamaları; Nanokaplamaların karakterizasyon yöntemleri; Nanokaplamaların karakterizasyon yöntemleri; Daldırma ve döndürme ile kaplama, elektrolitik kaplama; Nanokaplamanın kullanım alanları ve uygulamaları.

## **NBM5038 DOĞRUSAL OLMAYAN OPTİK VE UYGULAMALARI**

Optik fiberlerde oluşan doğrusal olmayan olaylar ve etkileri, Optik fiberde ışık saçılmasının fiziksel mekanizmaları

## **NBM5040 OPTOELEKTRONİK AYGITLAR VE UYGULAMALARI**

Optik haberleşme ve optik sensörlerde kullanılan elektro-optik devreler; Interferometreler, Elektro-optik modulatörler, Kuplörler, Filtreler, Optik fiberli ızgara yapıları.

## **NBM5042 TOZ METALURJİSİNDE NANO UYGULAMALAR**

Nano katkılı Tozların toz metalurjisi ile parça üretiminin endüstrideki yeri ve önemi; Nano katkılı Toz üretim yöntemleri; Nano katkılı Metal tozlarının önemli Özellikleri, Tozun Teknolojik Özellikleri ve Muayenesi; Nano katkılı Toz Metalurjisi ile Parça İmalat yönteminin proses kademeleri, Nano katkılı Tozun preslenmeye hazırlanması, Nano katkılı Metal tozlarının yoğunlaştırılması ve şekillendirilmesi sırasında meydana gelen temel olaylar; Tam yoğunlaştırma yöntemleri; Sinterleme yöntemleri ve gereçleri, , katı ve sıvı faz sinterleme aşamaları ve mekanizmaları; Sinter Malzemeler; Toz Metalurjik Parçalara uygulanan kaplama ve benzeri bitirme işlemleri; Sinterleme fırınlarındaki son gelişmeler; Nano katkılı Toz metalurjisinin yaygın endüstriyel uygulama alanlarında uygulanması

## **NBM5044 NANO YAPILI GIDA AMBALAJLAMA TEKNOLOJİLERİ**

Temel kavramlar, gıdaların raf ömrü, ambalajlamada kritik parametreler ve depolama sıcaklık derecesi, nano sensörler, ambalaj içerisindeki atmosferin ve sensörlerin gıda maddeleri ve

çevresi ile etkileşimi, akıllı ambalajlama materyallerinin özellikleri, oksijen ve etilen bağlayıcılar, karbondioksit sensörleri, tüketici beklentileri ve davranışları, kullanılan materyallerin yasal statüsü ile mevzuatlar ele alınacaktır.

#### **NBM5046 KANSER GENETİĞİ VE BİYOLOJİSİ**

Kanser biyolojisine giriş; DNA yapısı ve stabilitesi: mutasyonlar ve onarım; Gen ifadesinin düzenlenmesi; Büyüme faktörü sinyali ve onkogenler; Hücre döngüsü; Büyüme inhibisyonu ve tümör süpresör genler; Apoptoz; Kök hücreler ve farklılaşma; Metastaz; Bağışıklık sistemi, enfeksiyonlar ve inflamasyon; Besinler, hormonlar ve gen etkileşimleri; Kanser endüstrisi: ilaç geliştirme, farmakogenomik ve klinik faz deneme tasarımı; Kanser geleceği.

#### **NBM5048 SERBEST RADİKALLER VE ANTİOKSİDANLAR**

Serbest radikaller nasıl üretilir? Serbest radikallerin biyolojik moleküller üzerine etkisi ile bu serbest radikaller ile hastalık gelişimi arasındaki ilişkilerin analiz edilmesi konu edilmiştir. Ayrıca antioksidanların özellikleri, doğal ve yapay antioksidanlar, antioksidanların etki mekanizması ve antioksidan savunma sistemi.

#### **NBM5050 AKILLI MALZEMELER VE UYGULAMALARI – II**

Akıllı malzemeler ve kullanım alanları hakkında genel bilgi sahibi olmak; Piezoelektrik malzemeler, üretim yöntemleri ve kullanım alanları; Fotovoltaik, üretim yöntemleri ve kullanım alanları; Termoelektrik malzemeler, üretim yöntemleri ve kullanım alanları; Triboelektrik malzemeler, üretim yöntemleri ve kullanım alanları; MAX fazlı bileşikler, üretim yöntemleri ve kullanım alanları hakkında bilgi sahibi olmak

### **III. YARIYIL**

#### **FBE6901 UZMANLIK ALAN DERSİ**

Danışman öğretim üyesinin çalıştığı bilimsel alandaki bilgi, beceri ve deneyimlerinin aktarılması, öğrencilere bilimsel etik ve çalışma disiplininin, güncel literatürü izleyebilme ve değerlendirebilme yeteneğinin kazandırılması, tez çalışmalarının bilimsel temellerinin oluşturulması ve yürütülmesi.

#### **FBE6903 DANIŞMANLIK**

Danışmanın öğrencinin ders seçiminden, tez önerisi ve uygulaması da dahil öğrenciliği süresince ihtiyaç duyduğu desteğin sağlanması.

#### **NBM6905 YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Öğrenci bu derste, tez içeriği oluşturmak, araştırma yapmak, bulguların analiz ve sentezini yapmak, tezini yazmak ve bunu akademik kurallar çerçevesinde sunmakla yükümlüdür. Bu amaçla tez dersinde tez yazım kuralları, akademik eserlerin yazımı ile ilgili temel ilkeler ele alınıp uygulanacaktır.

## **IV. YARIYIL**

### **FBE6902 UZMANLIK ALAN DERSİ**

Danışman öğretim üyesinin çalıştığı bilimsel alandaki bilgi, beceri ve deneyimlerinin aktarılması, öğrencilere bilimsel etik ve çalışma disiplininin, güncel literatürü izleyebilme ve değerlendirebilme yeteneğinin kazandırılması, tez çalışmalarının bilimsel temellerinin oluşturulması ve yürütülmesi.

### **FBE6904 Danışmanlık**

Danışmanın öğrencinin ders seçiminden, tez önerisi ve uygulaması da dahil öğrenciliği süresince ihtiyaç duyduğu desteğin sağlanması.

### **NBM6906 YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Öğrenci bu derste, tez içeriği oluşturmak, araştırma yapmak, bulguların analiz ve sentezini yapmak, tezini yazmak ve bunu akademik kurallar çerçevesinde sunmakla yükümlüdür. Bu amaçla tez dersinde tez yazım kuralları, akademik eserlerin yazımı ile ilgili temel ilkeler ele alınıp uygulanacaktır.