

**FİZİK BÖLÜMÜ**  
**NANOBİLİM YANDAL PROGRAMI**  
**2021-2022 ÖĞRETİM YILI DERS PLANI**

**Mezuniyet Koşulları:**

- 1- Öğrenci Nanobilim Yandal Programından mezun olabilmek için 35 AKTS Kredisi karşılığı dersi başarmak zorundadır.
- 2- Nanobilim Yandal Programı'nın dili Türkçe'dir.
- 3- Öğrenciler kendi bölümlerinin derslerini (Örneğin, Fizik Bölümü'nden gelen öğrenci FİZ kodlu dersleri) Nanobilim Yandal Programı'nda seçmeli ders olarak alamaz.

**2021-2022 ÖĞRETİM YILI DERS PLANI**

**ZORUNLU DERS**

I.Yarıyıl				II.Yarıyıl			
NANO301	Nanobilim ve Nanoteknoloji için Karakterizasyon Teknikleri	3+0	5,0	NANO302	Nanotoksikoloji	3+0	5,0
NANO303	Nanobilim ve Nanoteknolojinin Temelleri	3+0	5,0	NANO304	Hibrit Nanomateryaller ve Uygulamaları	3+0	5,0

**SEÇMELİ DERSLER**

FİZ315	Kuantum Fiziği Laboratuvarı I	0+2	3,0
FİZ315	Quantum Physics Laboratory I	0+2	3,0
FİZ316	Kuantum Fiziği Laboratuvarı II	0+2	3,0
FİZ316	Quantum Physics Laboratory II	0+2	3,0
FİZ327	Kuantum Fiziği I	4+0	6,0
FİZ327	Quantum Physics I	4+0	6,0
FİZ328	Kuantum Fiziği II	4+0	6,0
FİZ328	Quantum Physics II	4+0	6,0
FİZ429	Katıhal Fiziği	4+0	6,0
FİZ429	Solid State Physics	4+0	6,0
KİM336	Yüzey ve Isıl Analiz Teknikleri	1+2	3,0
KİM336	Surface and Thermal Analysis Methods	1+2	3,0
NANO305	Nanomalzemelerin Sentezlenmesi ve Karakterizasyonu	2+0	3,0
NANO306	Nanomalzemelerin Elektrokimya Uygulamaları	2+0	3,0
NANO307	Mikro ve Nanofabrikasyon Temelleri	2+0	3,0
NANO308	Moleküler Biyoteknoloji	2+0	3,0
NANO309	Düşük Boyutlu Yarıiletkenler	2+0	3,0
NANO310	Nanopartiküller: Antimikrobiyal Aktiviteleri,Uygulamaları ve Toksisiteleri	2+0	3,0
NANO311	Renk ve Renk Bilimi	2+0	3,0
NANO312	Bionanoteknolojiye Giriş	2+0	3,0

## NANOBİLİM YANDAL PROGRAMI İÇİN AÇILAN KOD VERİLECEK YENİ DERSLER

**FİZ315** **Kuantum Fiziği Laboratuvarı I** **0+2 3,0**

Kuantum Fiziği Laboratuvarının Tanıtımı; Frank-Hertz Deneyi: Atomların enerji seviyelerinin kuantumlu olduğunun belirlenmesi; Emisyon ve Absorpsiyon Spektrumları Deneyi: Çizgi spektrumlarının gözlenmesi;  $e/m$  Tayini Deneyi: Elektronun özgül yükünün belirlenmesi. Elektron Kırınımı Deneyi: de-Broglie varsayımını deneysel olarak sınamak. Deneylerin Yeniden Gözden Geçirilmesi.

**FİZ315 (İng)** **Quantum Physics Laboratory I (Kuantum Fiziği Laboratuvarı I)** **0+2 3,0**

Introduction of Quantum Physics Laboratory; Frank-Hertz Experiment: Determining the energy levels of atoms to be quantized; Emission and Absorption Spectra Experiment: Observation of line spectra;  $e/m$  Determination Experiment: Determining the specific charge of the electron. FrankHertz Experiment: Determining whether the energy levels of atoms are quantized; Emission and Absorption Spectra Experiment: Observation of line spectra;  $e/m$  Determination Experiment: Determination of the specific charge of the electron. Electron Diffraction Experiment: Experimentally testing de-Broglie hypothesis. Review of Quantum Experiments

**FİZ316** **Kuantum Fiziği Laboratuvarı II** **0+2 3,0**

Hidrojenin Balmer Serisi Deneyi : Hidrojenin balmer serisinin ilk üç çizgisinin dalga boylarının belirlenmesi; Zeemann Olayı Deneyi; Milikan'ın Yağ Damlası Deneyi: Elektron yükünün belirlenmesi; Elektron Spin Rezonans Deneyi; Radyoaktivite Deneyi: Radyasyon kaynaklı bir Geiger-Müller sayacının davranışı; Radyasyon Tipleri Deneyi: Bir magnetik alan kullanarak farklı radyasyon tiplerinin denenmesi.

**FİZ316 (İng)** **Quantum Physics Laboratory II (Kuantum Fiziği Laboratuvarı II)** **0+2 3,0**

Balmer Series Experiment of Hydrogen: Determination of wavelengths of the first three lines of the hydrogen Balmer series; Zeemann Effect Experiment; Milikan's Oil Drop Experiment: Determination of electron charge; Electron Spin Resonance Experiment; Radioactivity Assay: Behavior of a radiation-induced Geiger-Müller counter; Radiation Types Experiment: Experimenting different types of radiation using a magnetic field.

**FİZ327 Kuantum Fiziği I** **4+0 6,0**

Kuantum Fiziğinin Doğuşu; Belirsizlik İlkesi; Operatör Kavramı; Schrödinger Dalga Denklemi; Dalga Fonksiyonunun Olasılık Yorumu; Beklenen Değerler; Zamandan Bağımsız Schrödinger Denklemi; Tek Boyutlu Sistemler; Basamak Potansiyeli; Potansiyel Engeli; Sonsuz Kuyu Potansiyeli; Kare Kuyu Potansiyeli; Harmonik Salıncı; Kuantum Mekaniğinin Genel Formalizmi; Dalga Fonksiyonu Uzayı; Süperpozisyon İlkesi; Sıra Değiştiren Operatörler ve Ölçme; Dirac Bra-Ket Notasyonu; Bazı Özel Operatörler, Açısal momentum, Açısal momentum özfonksiyonları, İki açısal momentumun toplamı

**FİZ327 (İng) Quantum Physics I (Kuantum Fiziği I) 4+0 6,0**

Birth of Quantum Physics; The Uncertainty Relations; Operator Concept; Schrodinger Wave Equation; Probability Interpretation of Wave Function; Expectation Values; Time Independent Schrödinger Equation; One-Dimensional Models; Potential Step; Potential Barrier; Potential of Infinite Well; Potential of Square Well; Harmonic Oscillator; General Formalism of Quantum Mechanics; Wave Function Space; Superposition Theorem; Commuting Operators and Measurement; Dirac Bra-Ket Notation; Some Specific Operators, Angular momentum, Angular momentum eigen functions, Sum of two angular momentums.

**FİZ328 Kuantum Fiziği II 4+0 6,0**

Üç Boyutlu Uzayda Schrödinger Denklemi; Küresel Simetrik Potansiyel; Açısal Momentum Özfonksiyonları; Radyal Schrödinger Denklemi; Hidrojen Atomu, Lineer operatörlerin matris temsili; Spin; Spine Bağlı Etkileşmeler; Yaklaşık Yöntemler ve Pertürbasyon Teorisi; Pertürbasyon Açılımı; Elektromanyetik Alan ile Yüklü Parçacığın Etkileşimi; Landau Düzeyleri

**FİZ328 (İng) Quantum Physics II (Kuantum Fiziği II) 4+0 6,0**

Schrödinger Equation in Three Dimensional Space; Spherical Symmetric Potential; Angular Momentum Eigen Functions; Radial Schrödinger Equation; Hydrogen Atom, Matrix representation of linear operators; Spin; Interaction with Respect to Spin; Approximate Methods and Perturbation Theory; Perturbation Expend; Interaction of Electromagnetic Field and Charged Particle; Landau Levels.

**FİZ429 Katıhal Fiziği 4+0 6,0**

Kristal Yapı: Örgü vektörleri, İlkel hücre, Basit kristal yapılar, Bragg yasası, Ters Örgü: Ters örgünün oluşturulması, Ters örgü vektörleri, Kırınım koşulu; Kristal Bağlanma; Kristal Titreşimleri ve Isıl Özellikleri; Serbest Elektron Fermi gazı; Enerji Bantları; Yarıiletkenler, Optik Olaylar; Süperiletkenlik; Diamanyetizma, Paramanyetizma ve ferromanyetizma, Nano yapılar.

**FİZ429 (İng) Solid State Physics (Katıhal Fiziği) 4+0 6,0**

Crystal Structure: Lattice vectors, Primitive cell, Simple crystal structures, Bragg's law, Reciprocal lattice; Crystal Binding; Crystal Vibrations and Thermal Properties; Free Electron Fermi Gas; Energy Bands; Semiconductors, Optical Phenomena; Superconductivity; Diamagnetism, Paramagnetism and ferromagnetism, Nano structures.

**KİM336 Yüzey ve Isıl Analiz Teknikleri****1+2 3,0**

Malzemelerin Özellikleri ve Sınıflandırılması; Karakterizasyon Yöntemleri; BET Yüzey Analiz Yöntemi: Adsorpsiyon, Adsorpsiyon izotermi, Yüzey alanı ölçümü, Gözenek dağılımının belirlenmesi; Zetametre: Elektriksel çift tabaka, Zeta potansiyeli, İzoelektronik nokta; Isıl Analiz Teknikleri: Termogravimetri, Diferansiyel termal analiz, Diferansiyel taramalı kalorimetri; X-ışını Yöntemleri: X-ışını kırınımı analizi, X-ışını floresans spektroskopisi; X-ışını fotoelektron spektroskopisi; Mikroskopik Yöntemler: Taramalı elektron mikroskopisi, Atomik kuvvet mikroskopisi, Geçirimli elektron mikroskopisi

**Surface and Thermal Analysis Methods****1+2 3,0**

Properties and Classification of Materials; Characterization Methods; BET Surface Analysis: Adsorption, Adsorption isotherms, Surface area determination, Pore distribution; Zetameter: Electrical double layer, Zeta potential, Isoelectrical point; Thermal Analysis Methods: Thermogravimetry, Differential thermal analysis, Differential scanning calorimetry; X-ray Methods: X-ray diffraction analysis, X-ray fluorescence spectroscopy, X-ray photoelectron spectroscopy; Microscopic Methods: Scanning electron microscopy, Atomic force microscopy, Transmission electron microscopy

**NANO301 Nanobilim ve Nanoteknoloji için Karakterizasyon Teknikleri 3+0 5,0**

Taramalı Elektron mikroskobu (SEM), Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM), Yüksek Çözünürlüklü Geçirimli Elektron Mikroskobu (HRTEM), Atomik kuvvet mikroskobu (AFM), X-ışını kırınımı (XRD), Raman spektroskopisi, X-ışını foton spektroskopisi, Lazer taramalı eş odaklı mikroskop (LSCM), Brunauer-Emmett-Teller (BET) tekniği, X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS), Fourier dönüşüm infrared spektroskopisi (FTIR), Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC).

**NANO301 Characterization Techniques for Nanoscience and Nanotechnology 3+0 5,0**

Scanning Electron microscope (SEM), Transmissin Electron Microscope (TEM), High Resolution Transmission Electron Microscope (HRTEM), Atomic force microscope (AFM), X-ray diffraction (XRD), Raman spectroscopy, X-ray photon spectroscopy, Laser scanning confocal microscope (LSCM), Brunauer-Emmett-Teller (BET) technique, X-Ray photoelectron spectroscopy (XPS), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Differential scanning calorimetry (DSC).

**NANO302 Nanotoksikoloji 3+0 5,0**

Toksikoloji: Giriş, İlkeler, Sınıflandırma, Toksikolojiyi etkileyen etkenler; Nanomalzemeler; Nanomalzemelerin Biyolojik Sistemlerle Etkileşimi; Nanomalzemelerin Hedef Organ Toksisitesi: Solunum sistemi, Gastrointestinal sistem, Kardiyovasküler sistem, Merkezi sinir sistemi, Deri; Nanomalzemelerin Toksikolojisi; Nanotoksosite Çalışmaları; Nanomalzemelerin Çevresel Etkileri; Yönetmelikler.

**NANO302 Nanotoxicology 3+0 5,0**

Toxicology: Introduction, Principles, Classification, Factors affecting toxicology; Nanomaterials; Interaction of Nanomaterials with Biological Systems; Target Organ Toxicity of Nanomaterials: Respiratory system, Gastrointestinal system, Cardiovascular system, Central nervous system, Skin; Toxicology of Nanomaterials; Nanotoxicity Studies; Environmental Impact of Nanomaterials; Regulations.

**NANO303 Nanobilim ve Nanoteknolojinin Temelleri 3+0 5,0**

Neden Nanoboyut?, Moleküler Bağlar; Metalik Bağ, İyonik Bağ, Kovalent Bağ, Kristal Yapılar, Düşük boyutlu organik ve inorganik yapılar, Moleküler simetri türleri; Yansıma Simetrisi, Dönme Simetrisi, Elektrotik özellikler; Maddenin kırılma indisinin dış elektrik alan ile değişimi, Pockel etkisi, Kerr etkisi, Elektro-optik tensör, Elektro-optik modülatörler, Bağlanma türleri.

**NANO303 Basics of Nanoscience and Nanotechnology 3+0 5,0**

Why Nanosize?, Molecular Bonds; Metallic Bond, Ionic Bond, Covalent Bond, Crystal Structures, Low-dimensional organic and inorganic structures, Molecular symmetry types; Reflection Symmetry, Rotation Symmetry, Electroptic properties; External field and region of the refractive index of matter, Pockel effect, Kerr effect, Electro-optical tensor, Electro-optical modulators, Binding types.

**NANO304 Hibrit Nanomateriyaller ve Uygulamaları 3+0 5,0**

Temel Kavramlar: Nanoteknoloji, Nanopartikül, Nanomalzeme, Hibrit; Hibrit Nanomalzeme Türleri: Karbon tabanlı hibrit nanomalzemeler, Silika tabanlı hibrit nanomalzemeler, Metal ve metal oksit tabanlı hibrit nanomalzemeler, Kil tabanlı hibrit nanomalzemeler, Polimer tabanlı hibrit nanomalzemeler, Peptid tabanlı hibrit nanomalzemeler. Hibrit Nanomalzeme Sentez Yöntemleri: Çöktürme yöntemi, Kalıp yöntemi, Sıcak enjeksiyon yöntemi, Kimyasal buhar biriktirme yöntemi, Mikroakışkan reaktör yöntemi, Ultrasonik sentez yöntemi, Mekanik bilyalı değirmen yöntemi, Metal organik kafes yöntemi; Hibrit Nanomalzeme Uygulamaları: Katalitik, Biyomedikal, Sensör, Gıda, Enerji, Çevre.

**NANO304 Hybrid Nanomaterials and Applications 3+0 5,0**

Basic Concepts: Nanotechnology, Nanoparticle, Nanomaterial, Hybrid; Types of Hybrid Nanomaterials: Carbon-based hybrid nanomaterials, Silica-based hybrid nanomaterials, Metal and metal oxide-based hybrid nanomaterials, Clay-based hybrid nanomaterials, Polymer-based hybrid nanomaterials, Peptide-based hybrid nanomaterials; Hybrid Nanomaterial Synthesis Methods: Deposition method, Molding method, Hot injection method, Chemical vapor deposition method, Microfluidic reactor method, Ultrasonic synthesis method, Mechanical ball mill method, Metal organic framework method; Hybrid Nanomaterial Applications: Catalytic, Biomedical, Sensor, Food, Energy, Environment.

**NANO305 Nanomalzemelerin Sentezlenmesi ve Karakterizasyonu 2+0 3,0**

Giriş; Nanomalzemeler: 2D malzemeler, 1D malzemeler, 0D malzemeler; Nanoteknolojide Yaklaşımlar: Üstten alta, Alttan üste; Nanomalzeme Sentezinde Yöntemler: Fiziksel yöntemler, Kimyasal yöntemler; Karakterizasyon Yöntemleri: Geçirimli elektron mikroskobu, Taramalı elektron mikroskobu, X-Işını Fotoelektron Spektroskopisi, İkincil iyon kütle spektroskopisi, Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi, Fotoluminesans, Raman spektroskopisi, Taramalı tünelleme mikroskobu, Atomik kuvvet mikroskobu, Yüksek çözünürlüklü x-ışını kırınımı; Uygulamalar

**NANO305      Synthesis and Characterization of Nanomaterials      2+0      3,0**

Introduction; Nanomaterials: 2D materials, 1D materials, 0D materials; Approaches in Nanotechnology: Top-down, Down-up; Methods in Nanomaterial Synthesis: Physical methods, Chemical methods; Characterization Methods: Scanning electron microscopy, Transmission electron microscopy, X-ray photoelectron spectroscopy, Secondary ion mass spectroscopy, Fourier-transform infrared spectroscopy, Photoluminescence, Raman spectroscopy, Scanning tunneling microscope, Atomic force microscopy, High resolution x-ray diffraction; Applications

**NANO306      Nanomalzemelerin Elektrokimya Uygulamaları      2+0      3,0**

Elektrokimyaya Giriş; Elektrokimyasal Yöntemler: Potansiyometri, Voltametri, Kulometri; Sensörler; Sensörlerin Sınıflandırılması; Nanoteknolojiye Giriş ve Nanomalzemeler; Nanomalzemelerin Kimyasal ve Elektrokimyasal Sentez Yöntemleri; Nanomalzemelerin Kimyasal ve Elektrokimyasal Karakterizasyon Yöntemleri; Metal Esaslı Nanomalzemelerin Elektrokimya Uygulamaları; İnorganik Esaslı Nanomalzemelerin Elektrokimya Uygulamaları; Karbon Esaslı Nanomalzemelerin Elektrokimya Uygulamaları.

**NANO306      Electrochemistry Applications of Nanomaterials      2+0      3,0**

Introduction to Electrochemistry; Electrochemical Methods: Potentiometry, Voltammetry, Coulometry; Sensors; Introduction to Nanotechnology and Nanomaterials; Chemical and Electrochemical Synthesis Methods of Nanomaterials; Characterization of Nanomaterials with Chemical and Electrochemical Methods; Electrochemical Applications of Metal-Based Nanomaterials; Electrochemical Applications of İnorganic-Based Nanomaterials; Electrochemical Applications of Carbon-Based Nanomaterials

**NANO307      Mikro ve Nanofabrikasyon Temelleri      2+0      3,0**

Mikro/Nanofabrikasyona Giriş; Temiz Oda: Temiz oda tasarımı, Temiz oda sınıfları, Kirlilik kaynağı, Temiz oda kuralları ve kullanımı; Aygıt Deseni; Mikro/Nano Litografi: Fotolitografi, Fotolitografi basamakları, Diğer litografi yöntemleri; Islak Aşındırma; Kuru Aşındırma; Fiziksel Buhar Biriktirme: Termal, e-demeti, Saçtırma teknikleri; Kimyasal Buhar Biriktirme; Tel Bağlama; Yarıiletken Aygıtların Fabrikasyonu.

**NANO307      Fundamentals of Micro and Nanofabrication      2+0      3,0**

Introduction to Micro/Nanofabrication; Cleanroom: Cleanroom design, Cleanroom classes, Source of contamination, Cleanroom rules and procedures; Patterning; Micro/Nano Lithography: Photolithography, Steps in photolithography, Other lithography techniques; Wet Etching; Dry Etching; Physical Vapor Deposition Techniques: Thermal, E-beam, Sputtering techniques; Chemical Vapor Deposition; Wire Bonding; Fabrication of Semiconductor Devices.

**NANO308      Moleküler Biyoteknoloji      2+0      3,0**

Moleküler Biyoteknolojinin Gelişimi; Rekombinant DNA Teknolojisi: Plazmid klonlama vektörleri, DNA sekanslama teknikleri; Ticari Ürünlerin Rekombinant Mikroorganizmalarla Sentezi: Restriksiyon endonükleazları, Antibiyotikler, Biyopolimerler; Moleküler Teşhis: İmmünolojik teşhis prosedürleri, Monoklonal antikorlar; Aşılar: Alt birim aşılar, Peptid aşıları, DNA aşıları, Zayıflatılmış aşılar, Vektör aşıları; Biyoinformatik: Veritabanları, Biyoinformatik siteleri; Moleküler Biyoteknoloji ve Toplum: Gıda ve gıda bileşenlerinin düzenlenmesi, Genetiği değiştirilmiş gıdaların tüketilmesinin güvenliği ile ilgili endişeler, Ekonomik konular.

**NANO308 Molecular Biotechnology 2+0 3,0**

The Development of Molecular Biotechnology; Recombinant DNA Technology: Plasmid cloning vectors, DNA-sequencing techniques; Synthesis of Commercial Products by Recombinant Microorganisms: Restriction endonucleases, Antibiotics, Biopolymers; Molecular Diagnostics: Immunological diagnostic procedures, Monoclonal antibodies; Vaccines: Subunit vaccines, Peptide vaccines, DNA vaccines, Attenuated vaccines, Vector vaccines; Bioinformatics: Databases, Bioinformatics sites; Molecular Biotechnology and Society: Regulating food and food ingredients, Concerns about the safety of consuming genetically modified foods, Economic issues.

**NANO309 Düşük Boyutlu Yarıiletkenler 2+0 3,0**

Düşük Boyutlu Yarı İletkenler için Motivasyon; Yarıiletkenler: Kristal yapısı, Yarıiletken malzemeler, Bant yapısı, Hallerin yoğunluğu, Alaşım ve heteroyapılar; Düşük Boyutlu Yarıiletkenler: Kuantum kuyular, Süperörgüler, Kuantum teller, Kuantum noktalar; Düşük Boyutlu Yarıiletkenlerin Temel Özellikleri; Düşük Boyutlu Yarıiletkenlerin Epitaksiyel Büyütme Yöntemleri: Moleküler demet epitaksi, Metal-organik kimyasal buhar biriktirme; Düşük Boyutlu III-V Grubu Yarıiletkenlerin Aygıt Uygulamaları.

**NANO309 Low-Dimensional Semiconductors 2+0 3,0**

Motivation for Low-Dimensional Semiconductors; Semiconductors: Crystal structure, Semiconductor materials, Band structure, Density of states, Alloys and heterostructures; Low-Dimensional Semiconductors: Quantum wells, Superlattices, Quantum wires, Quantum dots; Fundamental Properties of Low-Dimensional Semiconductors; Epitaxial Growth Methods of Low-Dimensional Semiconductors: Molecular beam epitaxy, Metal-organic chemical vapor deposition; Low-Dimensional III-V Semiconductors for Device Applications.

**NANO310 Nanopartiküller: Antimikrobiyal Aktiviteleri, 2+0 3,0**

**Uygulamaları ve Toksisiteleri**

Giriş: Mikrobiyoloji nedir?, Prokaryotik/Ökaryotik hücre özellikleri, Antibakteriyal etki nedir? Antibakteriyal etki mekanizması, Antifungal etki nedir? Antifungal etki mekanizması, Nanopartiküllerin antimikrobiyal etki mekanizmaları, Nanopartiküllerin antimikrobiyal aktivitesini etkileyen faktörler, Boyut, Şekil ve Yüzey alanının antimikrobiyal aktivite üzerine etkisi, Metal iyonlarının oligodinamik etkisi; Antagonistik/Sinerjistik etki, Nanopartikül uygulamalarının antibakteriyal etki değerlendirmesinde kullanılan standart yöntem TS ISO 22196, Nanopartikül uygulamalarının antifungal etki değerlendirme yöntemleri, Nanopartiküllerin toksisitesi; Sitotoksiste, Genotoksiste; Akuatoksiste

**NANO310 Nanoparticles: Antimicrobial Activities, 2+0 3,0**

**Applications And Toxicity**

Introduction: What is Microbiology? Prokaryotic / Eukaryotic cell characteristics, What is antibacterial effect? Antibacterial effect mechanism, What is antifungal effect? Antifungal effect mechanism, Antimicrobial effect mechanisms of nanoparticles, Factors affecting the antimicrobial activity of nanoparticles, Effect of size, shape and surface area on antimicrobial activity, oligodynamic effect of metal ions; Antagonistic / Synergistic effect, Standard method used in antibacterial effect evaluation of nanoparticle applications: TS ISO 22196, Antifungal effect evaluation methods of nanoparticle applications, Toxicity of nanoparticles; Cytotoxicity, Genotoxicity; Aquatotoxicity

**NANO311 Renk ve Renk Bilimi 2+0 3,0**

Renk ve renk biliminin kısa tarihsel perspektifi: Antik çağlardan günümüze renk olaylarının evrimi; Işık ve renk fiziği; Renklerin kimyası; Biyoloji ve canlı doğada renk ve renk olgusu; Renk, sanat ve kültür; Gemoloji ve renk; Renk algısı ve renk bilişi; Kolorimetri (renklerin ölçülmesi ve ölçüm yöntemleri); Renk, endüstri ve teknoloji; Renk yönetiminde nanoteknoloji uygulamaları

**NANO311 Color and Color Science 2+0 3,0**

Brief historical perspective of color and color science: Evolution of color phenomena from ancient times to today; Physics of light and color; Chemistry of color; Color in biology and living nature; Color, art and culture; Gemology and color; Perception and cognition of color; Colorimetry (measurements of color); Color, industry and technology; Nanotechnology applications in color management

**NANO312 Biyonanoteknolojiye Giriş 2+0 3,0**

Biyonanoteknoloji ve Hücre: Biyonanoteknoloji Nedir? Protein, lipid, şeker ve nükleik asitlere giriş, Biyolojik sistemlerin bileşenleri ve hücre; Biyoanalitik Teknikler: Biyolojide optik mikroskop, Elektron mikroskop, Atomik güç mikroskopisi, Temel moleküler analizler; Nanopartiküller: Doğal ve mühendislik yoluyla üretilen nanopartiküller; Nanopartiküllerin Biyoloji ve Tıptaki Uygulamaları: Biyomoleküllerin belirlenmesi, DNA problemleri, Nanobiyosensörler, İlaç ve gen taşıyıcı sistemler, Biyomoleküler ayırma ve saflaştırma sistemleri, Nanoteknoloji ve aşı geliştirme; Nanopartiküller ve Toksik Etkileri: Risk değerlendirme.

**NANO312 Introduction to Bionanotechnology 2+0 3,0**

Bionanotechnology and the Cell: What is bionanotechnology?, Introduction to proteins, lipids, sugars and nucleic acids, Components of biological systems and the cell; Bioanalytical Techniques: Optical microscopy, Biological Electron Microscopy, Atomic force microscopy (AFM) of biological systems, Basic molecular analysis; Nanoparticles: Natural and engineered; Applications of Nanoparticles in Biology and Medicine: Detection of biomolecules, DNA probes, Nanobiosensors, Drug and gene delivery systems, Biomolecular sample separation and purification, Nanotechnology and vaccine development; Nanoparticles and Toxic Effects: Risk assessment