



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen-Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Nanoteknoloji
DERSİN KODU	FIZ3434
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Bahar
DERSİN DİLİ	Türkçe, İngilizce
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @Fizik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık Alan Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Fizik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Mehmet Hikmet YÜKSELİCİ
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı; öğrencilere nanoteknolojinin temel prensiplerini öğretmek ve kuantum kuşatması, örgü titreşimleri, kuantum büyüklük rejimleri, kuantum geçişleri ve optik özellikler gibi konuları kavratmaktır. Öğrencilerin, nanoyapıların (örneğin kuantum noktaları) üretim ve karakterizasyon yöntemlerini (optik soğurma spektroskopisi, Raman spektroskopisi, XRD gibi) tanımaları ve bu yöntemlerin fiziksel temellerini anlamaları hedeflenmektedir. Ayrıca öğrencilerin, optik sabitler, Lambert-Beer yasası, optik malzemeler, Stark kayması ve WKB yaklaşımı gibi ileri düzey kavramları öğrenerek nanoteknolojinin altyapısını oluşturan fiziksel süreçleri bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirebilmeleri amaçlanmaktadır.
DERSİN İÇERİĞİ	Nanoteknolojiye giriş; kuantum kuşatması; örgü titreşimleri; kuantum büyüklük rejimleri; kuantum noktalarının büyütülmesi ve ortalama yarıçaplarının optik soğurma spektroskopisi ile tahmin edilmesi; Raman spektroskopisine giriş; optik sabitler; Lambert-Beer yasası; optik yoğunluk; yansıtma; geçirgenlik; optik malzemeler; Stark kayması / WKB yaklaşımı; XRD spektroskopisine giriş; Williamson-Hall modeline göre XRD desenine gerinim ve boyut etkisi; termal genleşme ve harmonik osilatör; harmonik olmayan osilatör.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders kitapları: Fox, M. <i>Katıların Optik Özellikleri</i> . Oxford University Press, 2001. Stenzel, O. <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> . Springer, 2005. Ünlü, H., & Horing, N. J. M. (eds.). <i>Low Dimensional Semiconductor Structures</i> . NanoScience and Technology, Springer, 2013. Slattler, K. D. <i>Handbook of Nanophysics</i> . CRC Press, 2011. Smith, E., & Dent, G. <i>Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach</i> . Wiley, 2001. Warren, B. E. <i>X-Ray Diffraction</i> . Dover Publications, 1966. Liboff, R. L. <i>Introductory Quantum Mechanics</i> . Holden Day, 1980. Önerilen Kaynaklar: [1] Klimov, V. <i>Nanocrystal Quantum Dots</i> . 2nd ed., CRC Press, 2010. [2] Wolf, E. L. <i>Nanophysics and Nanotechnology</i> . Wiley, 2004.

**Ders Öğrenim Çıktıları**

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler:

1. Kuantum kuşatmasını açıklayabilecek ve enerji düzeylerini grafik yöntemlerle hesaplayabileceklerdir.
2. Örgü titreşimlerini ve fonon kavramını açıklayabileceklerdir.
3. Kuantum noktalarının büyütülmesi süreçlerini ve ortalama yarıçaplarının optik soğurma spektroskopisi ile tahmin edilmesini açıklayabileceklerdir.
4. Raman spektroskopisinin temel prensiplerini tanımlayabilecek ve açıklayabileceklerdir.
5. Malzemelerin optik özelliklerini (optik sabitler, Lambert–Beer yasası, geçirgenlik, yansıtma vb.) yorumlayabileceklerdir.
6. XRD spektroskopisi verilerini analiz edebilecek ve yorumlayabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım		
Laboratuvar		
Uygulama		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği : • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı soruların sorulması • Format: Yüz yüze. Çoktan seçmeli kısa sınav (5-10 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	5	%30
Ödev		
Sunum/Jüri		
Projeler		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (90 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının gösterilmesi -Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi	2	%30
Final: • İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (90 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen tüm konuların derinlemesine kavranmış olduğunun gösterilmesi -İleri düzey problem çözme becerilerinin kullanılabilmesi	1	%40



Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı		%60
Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı		%40
TOPLAM		%100

HAFTALIK KONULAR VE İLGİLİ ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

HAFTALAR	KONULAR	Ön Hazırlık
1	Konu Anlatımı: Nanoteknolojiye Giriş, Kuantum Kuşatması: sonsuz kutu içinde parçacık, Öz enerjiler ve öz fonksiyonlar ve problemler. Elektron ve delik hapsi.	1. Nanoteknolojiye giriş ve kuantum kuşatması (sonsuz kutu modeli) konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Optical Properties of Solids</i> , Mark Fox, Oxford, 2001, Bölüm 1.
2	Konu Anlatımı: Kuantum Kuşatması: sonlu kutu içinde parçacık, Enerji düzeylerinin grafik yöntemlerle hesabı.	1. Kuantum kuşatması (sonlu kutu modeli) ve enerji düzeyi hesapları konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Low Dimensional Semiconductor Structures</i> , Eds. Hilmi Ünlü, N. J. M. Horing, Springer, 2013, Bölüm 6.
3	Konu Anlatımı: Örgü titreşimleri: Birim hücrede bir ve iki atom olan tek boyutlu zincir, Fonon dispersiyon eğrisi ve fonon hapsi, Enine optik ve akustik kipler, LST kuramı, Grüneisen modeli.	1. Örgü titreşimleri ve fonon teorisi konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Optical Properties of Solids</i> , Mark Fox, Oxford, 2001, Bölüm 10.
4	Konu Anlatımı: Kuantum büyüklük rejimleri, eksiton Bohr yarı-çapı, kuvvetli, orta ve zayıf hapis koşulları.	1. Kuantum büyüklük rejimleri ve eksiton Bohr yarıçapı konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Low Dimensional Semiconductor Structures</i> , Eds. Hilmi Ünlü, N. J. M. Horing, Springer, 2013, Bölüm 6.
5	Konu Anlatımı: Kuantum geçişleri, Einstein katsayıları, Kuantum geçişleri için tedirgeme kuramı, kuşak yapısı.	1. Kuantum geçişleri ve Einstein katsayıları konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> , O. Stenzel, Springer, 2005, Bölüm 10.
6	Konu Anlatımı: Kuantum noktalarının büyütülmesi ve ortalama yarıçaplarının optik soğurma spektroskopisi ile tahmin edilmesi.	1. Kuantum noktalarının büyütülmesi ve optik soğurma spektroskopisi konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Low Dimensional Semiconductor Structures</i> , Eds. Hilmi Ünlü, N. J. M. Horing, Springer, 2013, Bölüm 6.
7	Konu Anlatımı: Raman spektroskopisine giriş.	1. Raman spektroskopisine giriş konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach</i> , Ewen Smith & Geoffrey Dent, Wiley, 2001, Bölüm 1.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Optik sabitler: optik soğurma katsayısı, kompleks kırılma indisi, dielektrik sabitleri.	1. Optik sabitler konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> , O. Stenzel, Springer, 2005, Bölüm 7.
10	Konu Anlatımı: Lambert Beer Yasası, optik yoğunluk, yansıtma, geçirgenlik.	1. Lambert-Beer yasası ve optik yoğunluk konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> , O. Stenzel, Springer, 2005, Bölüm 2.
11	Konu Anlatımı: Optik malzemeler.	1. Optik malzemeler konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Optical Properties of Solids</i> , Mark Fox, Oxford, 2001, Bölüm 1.
12	Konu Anlatımı: Stark kayması/WKB yaklaşımı.	1. Stark kayması ve WKB yaklaşımı konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>Introductory Quantum Mechanics</i> , Richard L. Liboff, Holden Day, 1980, ss. 234–255.
13	Konu Anlatımı: XRD spektroskopisine giriş, Williamson Hall modeline göre XRD desenine gerinim ve boyut etkisi.	1. XRD spektroskopisi ve Williamson–Hall modeli konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>X-Ray Diffraction</i> , B. E. Warren, Dover Publications, 1966, Bölüm 13.
14	Konu Anlatımı: Termal Genleşme ve harmonik osilatör,	1. Termal genleşme ve harmonik/anharmonik



	harmonik olmayan osilatör.	osilatör konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: <i>X-Ray Diffraction</i> , B. E. Warren, Dover Publications, 1966, Bölüm 13.
15	Uygulama ve Konu tekrarı.	1. İşlenen tüm konuların tekrar edilmesi.
16	Final	Dönem boyunca işlenen tüm konuların tekrar edilmesi.

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	3	42
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	5	5	25
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	12	12
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Toplam İşyükü :			148
Toplam İşyükü / 30(s) :			4.93
AKTS Kredisi :			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Department of Physics
TITLE OF COURSE	Nanotechnology
CODE	FIZ3434
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Spring
COURSE LANGUAGE	Turkish, English
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Elective @ Bachelor Programme in Physics
COURSE CATEGORY	Major Area Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Physics
COURSE COORDINATOR	Mehmet Hikmet YÜKSELICI
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to provide students with the fundamental principles of nanotechnology and to develop an understanding of key concepts such as quantum confinement, lattice vibrations, quantum size regimes, quantum transitions, and optical properties. Students will be introduced to the production and characterization methods of nanostructures (e.g., quantum dots) and will gain knowledge of the physical foundations of techniques such as optical absorption spectroscopy, Raman spectroscopy, and XRD. In addition, the course aims to enable students to learn advanced concepts such as optical constants, the Lambert–Beer law, optical materials, Stark shift, and the WKB approximation, thereby allowing them to evaluate the physical processes underlying nanotechnology from a comprehensive perspective.
COURSE CONTENT	Introduction to nanotechnology; quantum confinement; lattice vibrations; quantum size regimes; magnification of quantum dots and estimation of their mean radii by optical absorption spectroscopy; introduction to raman spectroscopy; optical constants; Lambert Beer's law; optical density; reflectance; transmittance; optical materials; Stark shift/WKB approximation; introduction to XRD spectroscopy; strain and size effect on XRD pattern according to Williamson Hall model; thermal expansion and harmonic oscillator, non-harmonic oscillator.
RECOMMENDED OR REQUIRED READING	Coursebook: Fox, M. <i>Optical Properties of Solids</i> . Oxford University Press, 2001. Stenzel, O. <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> . Springer, 2005. Ünlü, H., & Horing, N. J. M. (eds.). <i>Low Dimensional Semiconductor Structures. NanoScience and Technology</i> . Springer, 2013. Slattler, K. D. <i>Handbook of Nanophysics</i> . CRC Press, 2011. Smith, E., & Dent, G. <i>Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach</i> . Wiley, 2001. Warren, B. E. <i>X-Ray Diffraction</i> . Dover Publications, 1966. Liboff, R. L. <i>Introductory Quantum Mechanics</i> . Holden Day, 1980. Recommended Readings:



	[1] Klimov, V. Nanocrystal Quantum Dots. 2nd ed., CRC Press, 2010. [2] Wolf, E. L. Nanophysics and Nanotechnology. Wiley, 2004.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of this course, students will be able to: 1. Explain quantum confinement and calculate energy levels using graphical methods. 2. Describe lattice vibrations and the concept of phonons. 3. Explain the growth of quantum dots and estimate their average radii using optical absorption spectroscopy. 4. Identify and explain the fundamental principles of Raman spectroscopy. 5. Interpret the optical properties of materials (optical constants, Lambert–Beer law, transmission, reflection, etc.). 6. Analyse and interpret XRD spectroscopy data.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation		
Laboratory		
Application		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics: • Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week • Format: Face-to-face multiple-choice quiz (5-10 minutes) • Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	5	%30
Homework Assignments		
Presentations/Jury		
Project		
Seminar/Workshop		
Midterms: • Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week • Format: Face-to-face written exam. (90 minutes). • Detailed Assessment Criteria: -Demonstration of understanding of the fundamental concepts of the course -Ability to solve problems related to theoretical topics -Ability to carry out theoretical reasoning processes	2	%30
Final: • Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course	1	%40



- **Format:** Face-to-face written exam. (90 minutes).
- **Detailed Assessment Criteria:**
 - Ability to apply advanced problem-solving skills
 - Demonstration of a thorough understanding of all topics covered in the course

Percentage of In-Term Studies

%60

Percentage of Final Examination

%40

TOTAL

%100

WEEKLY SUBJECTS AND RELATED PREPARATION STUDIES

WEEKS	COURSE OUTLINE	Related Preparation
1	Lecture: Introduction to Nanotechnology, Quantum Confinement: particle in an infinite box, Eigen energies and Eigen functions and problems. Electron and hole confinement.	1. Introduction to nanotechnology and quantum confinement (infinite box model) topics should be studied. Source: <i>Optical Properties of Solids</i> , Mark Fox, Oxford, 2001, Ch. 1.
2	Lecture: Quantum confinement: particle in a finite box, calculation of energy levels by graphical methods,	1. Quantum confinement (finite box model) and calculation of energy levels should be studied. Source: <i>Low Dimensional Semiconductor Structures</i> , Eds. Hilmi Ünlü & N. J. M. Horing, Springer, 2013, Ch. 6.
3	Lecture: Lattice vibrations: One-dimensional chain with one and two atoms in the unit cell, Phonon dispersion curve and phonon confinement, Transverse optical and acoustic modes, LST theory, Grüneisen model.	1. Lattice vibrations and phonon theory topics should be studied. Source: <i>Optical Properties of Solids</i> , Mark Fox, Oxford, 2001, Ch. 10.
4	Lecture: Quantum size regimes, excitome Bohr radius, strong, medium and weak confinement conditions.	1. Quantum size regimes and exciton Bohr radius topics should be studied. Source: <i>Low Dimensional Semiconductor Structures</i> , Eds. Hilmi Ünlü & N. J. M. Horing, Springer, 2013, Ch. 6.
5	Lecture: Quantum transitions, Einstein coefficients, perturbation theory for quantum transitions, generation structure.	1. Quantum transitions and Einstein coefficients topics should be studied. Source: <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> , O. Stenzel, Springer, 2005, Ch. 10.
6	Lecture: Magnification of quantum dots and estimation of their mean radii by optical absorption Spectroscopy.	1. Quantum dot growth and optical absorption spectroscopy topics should be studied. Source: <i>Low Dimensional Semiconductor Structures</i> , Eds. Hilmi Ünlü & N. J. M. Horing, Springer, 2013, Ch. 6.
7	Lecture: Introduction to Raman spectroscopy	1. Raman spectroscopy topics should be studied. Source: <i>Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach</i> , Ewen Smith & Geoffrey Dent, Wiley, 2001, Ch. 1.
8	Midterm 1	Review of all topics covered until the exam week.
9	Lecture: Optical constants: optical absorption coefficient, complex refractive index, dielectric constants.	1. Optical constants topics should be studied. Source: <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> , O. Stenzel, Springer, 2005, Ch. 7.
10	Lecture: Lambert Beer's Law, optical density, reflectivity, transmittance.	1. Lambert-Beer's law and optical transmission/reflection topics should be studied. Source: <i>The Physics of Thin Film Optical Spectra</i> , O. Stenzel, Springer, 2005, Ch. 2.
11	Lecture: Optical materials.	1. Optical materials topics should be studied. Source: <i>Optical Properties of Solids</i> , Mark Fox, Oxford, 2001, Ch. 1.



12	Lecture: Stark shift/WKB approach.	1. Stark shift and WKB approximation topics should be studied. Source: <i>Introductory Quantum Mechanics</i> , Richard L. Liboff, Holden Day, 1980, pp. 234–255.
13	Lecture: Introduction to XRD spectroscopy, strain and size effect on XRD pattern according to Williamson-Hall model.	1. XRD spectroscopy and Williamson–Hall model topics should be studied. Source: <i>X-Ray Diffraction</i> , B. E. Warren, Dover Publications, 1966, Ch. 13.
14	Lecture: Thermal expansion and harmonic oscillator, non-harmonic oscillator.	1. Thermal expansion and harmonic/anharmonic oscillator topics should be studied. Source: <i>X-Ray Diffraction</i> , B. E. Warren, Dover Publications, 1966, Ch. 13.
15	Lecture: Practice and exercises.	1. General review of all topics studied during the semester.
16	Final	Review of all topics covered.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	3	42
Laboratory			
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	3	42
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	5	5	25
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	12	22
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Total Workload :			148
Total Workload / 30(h) :			4.93
ECTS Credit :			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	<u>DÖC-1</u>	<u>DÖC-2</u>	<u>DÖC-3</u>	<u>DÖC-4</u>	<u>DÖC-5</u>	<u>DÖC-6</u>
PC-1 Temel bilimler ve fizik alanındaki kuramsal bilgilerini akademik düzeyde analiz, yorum ve problem çözümünde kullanabileceklerdir. / Use their comprehensive theoretical knowledge in fundamental sciences and physics for analysis, interpretation, and problem-solving at an academic level.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-2 Uygulamalı bilgilerini fiziksel süreçlerin modellenmesi, deneysel tasarım ve problem çözümünde etkili ve amaca yönelik biçimde kullanabileceklerdir. / Apply their practical knowledge effectively and strategically in modelling physical processes, experimental design, and problem-solving.	=	=	=	=	=	=
PC-3 Kuramsal ve/veya deneysel bilgilerini karmaşık fizik problemlerinin çözümünde etkili biçimde kullanarak, bu problemlere yönelik uygun analiz ve modelleme yöntemlerini seçip uygulayabileceklerdir. / Use their theoretical and/or experimental knowledge effectively in solving complex physics problems by selecting and applying appropriate analysis and modelling methods for these problems.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-4 Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir./ Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach.	=	=	=	=	=	=
PC-5 Fizik biliminin temel ve uygulamalı alanlarında edindikleri bilgi birikimlerini ve kuramsal analiz, deneysel uygulama ve sayısal modelleme ve hesaplamalı fizik araçlarını kullanma ve geliştirme becerilerini, kuramsal fizik, nükleer fizik, yoğun madde fiziği, yüksek enerji fiziği, nanoteknoloji, yenilenebilir/alternatif enerji teknolojileri, ileri malzeme tasarımı, nükleer teknoloji ve kuantum teknolojileri gibi disiplin-içi ve disiplinlerarası	=	=	=	=	=	=



uzmanlık alanlarında geliştirebileceklerdir. / Advance their acquired knowledge in the fundamental and applied fields of physics and their skills in theoretical analysis, experimental application, numerical modelling and using and developing computational physics tools in both disciplinary and interdisciplinary areas of specialisation such as theoretical physics, nuclear physics, condensed matter physics, high energy physics, nanotechnology, renewable/alternative						
PC-6 Fizik alanında yaygın olarak kullanılan en az bir programlama dili ile bilgisayar ve yapay zekâ teknolojilerini, problemleri çözmek, veri analizi yapmak ve simülasyonlar gerçekleştirmek için etkin biçimde kullanabileceklerdir. / Use at least one programming language and computer and artificial intelligence Technologies widely employed in physics for problem-solving, data analysis, and simulations.	=	=	=	=	=	=
PC-7 Fizik ve ilgili alanlardaki bilimsel ve teknolojik gelişmeleri izleyebilecek, kariyer fırsatlarını değerlendirerek kişisel ve mesleki gelişim hedeflerini belirleyebilecek ve bu hedeflere ulaşmak için hayat boyu öğrenme stratejilerini kullanabileceklerdir/ Follow scientific and technological developments in physics and related fields, assess career opportunities, identify personal and professional development goals, and adopt lifelong learning strategies to achieve these goals.	=	=	=	=	=	=
PC-8 Bilimsel araştırmalarını ve mesleki faaliyetlerini yürütürken doğabilecek hukuksal sonuçları ve toplumsal etkileri dikkate alarak mesleki etik ilkeler, kalite standartları ile evrensel değerler doğrultusunda ve sosyal sorumluluk bilinci ve adalet duygusuyla hareket edebileceklerdir. / Act with a sense of social responsibility and justice and in accordance with Professional ethical principles, quality standards,	=	=	=	=	=	=



and universal values by taking into account potential legal and societal consequences of their scientific research and professional activities.						
PC-9 Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir. / Work effectively both independently and as part of a team.	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
PC-10 Fizik alanında güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatür taraması yapabilecek ve akademik araştırma tasarlayıp yürütebileceklerdir. / Access reliable sources of information, conduct literature reviews, and design and carry out academic research in the field of physics.	=	=	=	=	=	=
PC-11 Fizik konularını, teorileri, araştırmaları ve problem çözümlerini, fizik terminolojisi kullanarak tüm paydaşlara Türkçe ve İngilizcede sözlü ve yazılı olarak etkili biçimde aktarabileceklerdir. / Effectively communicate topics, theories, research, and problem solutions in physics to all relevant stakeholders using appropriate physics terminology, both orally and in writing, in Turkish and in English.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-12 Laboratuvar çalışmalarında bilimsel veri toplayarak teknik ve/veya bilimsel raporlar hazırlayabilecek ve mevcut raporları yorumlayabileceklerdir. / Collect scientific data during laboratory work, prepare technical and/or scientific reports and interpret existing reports.	=	=	=	=	=	=