



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Kuantum Fiziği 2
DERSİN KODU	FIZ3402
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	6
HAFTALIK DERS SAATİ	2
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	2
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Zorunlu @ Fizik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Temel Meslek Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Fizik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Tuncer KAYA
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilerin kuantum mekaniğinin ileri yöntemlerini ve uygulamalarını öğrenmelerini amaçlamaktadır. Ders kapsamında tedirgeme kuramı, varyasyon yöntemi, WKB yaklaşımı ve zamana bağlı çözümler gibi yaklaşık yöntemler ele alınacak; hidrojen atomunun ince yapısı, Zeeman etkisi, iki seviyeli sistemler ve atomik radyasyon süreçleri incelenecektir. Ayrıca saçılma kuramı, kısmi dalga analizi, Born yaklaşımı, açılal momentumun toplanması ile EPR paradoksu ve Bell eşitsizliği gibi kuantum mekaniğinin temel kavramsal tartışmaları işlenecektir. Bu sayede öğrenciler, kuantum mekaniğinin hem matematiksel tekniklerini hem de modern fizik uygulamalarını kavrayacaklardır.
DERSİN İÇERİĞİ	Schrödinger denkleminin katı ve katı olmayan durumlarda tedirgeme hesaplarıyla yaklaşık çözümleri; hidrojen atomunun ince yapısı ve Zeeman etkisi; varyasyon yöntemi ve helyum atomu için temel enerji hesapları; WKB yaklaşımı; zamana bağlı tedirgeme kuramı ve iki seviyeli sistemler; atomik radyasyonun yayılması ve soğurulması; adyabatik yaklaşım, faz faktörü ve Aharonov-Bohm etkisi; saçılma kuramı, kısmi dalga analizi ve Born yaklaşımı; açılal momentumun toplanması; EPR paradoksu ve Bell eşitsizliği.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitapları: [1] <i>Introductory Quantum Mechanics</i> , R.L. Liboff, Addison- Wesley. ISBN-10:0805387145 ISBN-13:2900805387147. [2] <i>Kuantum Mekaniğine Giriş</i> , B. Karaoğlu, Seçkin Yayıncılık ISBN-9789750206580. [3] <i>Kuantum Mekaniğine Giriş</i> , D.J. Griffiths, Çev. H. Özbek, S.D. Feyiz, Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN: 978-605-133-640-4. [4] <i>Modern Quantum Mechanics</i> , J.J. Sakurai, Addison- Wesley. ISBN-10: 0805382917. ISBN-13: 978-0805382914.

**Ders Öğrenim Çıktıları**

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Schrödinger denkleminin analitik çözümlerinin olmadığı durumlarda yaklaşık çözümleri elde etmek için tedirgeme kuramını uygulayabileceklerdir.
2. Zeeman etkisi gibi tedirgeme kuramı uygulamalarını analiz edebileceklerdir.
3. Dalga fonksiyonundaki faz faktörünün önemini, örneğin Aharonov–Bohm etkisini açıklayabileceklerdir.
4. Saçılma problemlerini Born yaklaşımı çerçevesinde çözebileceklerdir.
5. Açısız momentum cebri kuantum mekanik sistemlerde kullanabileceklerdir.
6. EPR paradoksu ve Bell eşitsizliğini tanımlayabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım:		
Laboratuvar:		
Uygulama (Sözlü Sınav):		
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	4	%10
Ödev:		
Sunum/Jüri:		
Proje:		
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	%50
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: Schrödinger denkleminin katlı olmayan durumlarda tedirgeme hesaplarıyla yaklaşık çözümü. Sınıf-İçi Tartışma: Schrödinger denkleminin katlı olmayan durumlarda tedirgeme hesaplarıyla yaklaşık çözümü.	Okuma: Griffiths, Bölüm 6: ZAMANDAN BAĞIMSIZ TEDİRGEME TEORİSİ	
2	Konu Anlatımı: Schrödinger denkleminin katlı durumlarda tedirgeme hesaplarıyla yaklaşık çözümü. Sınıf-İçi Uygulama: Schrödinger denkleminin katlı durumlarda tedirgeme hesaplarıyla yaklaşık çözümü.	Okuma: Griffiths, Bölüm 6: ZAMANDAN BAĞIMSIZ TEDİRGEME TEORİSİ	
3	Konu Anlatımı: Hidrojen atomunun ince yapısı. Zeeman etkisi. Sınıf-İçi Tartışma: Zeeman etkisi. Kısa Sınav 1: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	Okuma: Griffiths, Bölüm 6: ZAMANDAN BAĞIMSIZ TEDİRGEME TEORİSİ	
4	Konu Anlatımı: Varyasyon hesaplarıyla temel enerji durumunun yaklaşık belirlenmesi. Helyum atomunun temel enerjisinin bu yöntemle belirlenmesi. Sınıf-İçi Uygulama: Varyasyon hesaplarıyla temel enerji durumunun yaklaşık belirlenmesi.	Okuma: Griffiths, Bölüm 7: VARYASYON İLKESİ	
5	Konu Anlatımı: WKB yaklaşımı. Sınıf-İçi Tartışma: WKB yaklaşımı. Kısa Sınav 2: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	Okuma: Griffiths, Bölüm 8: WKB YAKLAŞIKLIĞI	
6	Konu Anlatımı: Zamana bağlı tedirgeme yaklaşımı. İki seviyeli sistem. Sınıf-İçi Uygulama: Zamana bağlı tedirgeme yaklaşımı. Sınıf-İçi Tartışma: İki seviyeli sistem.	Okuma: Griffiths, Bölüm 9: ZAMANA BAĞLI TEDİRGEME TEORİSİ	
7	Konu Anlatımı: Atomik radyasyonun yayılması ve tutulması. Sınıf-İçi Uygulama: Atomik radyasyonun yayılması ve tutulması.	Okuma: Griffiths, Bölüm 9: ZAMANA BAĞLI TEDİRGEME TEORİSİ	
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi	
9	Konu Anlatımı: Adyabatik yaklaşım. Dalga fonksiyonunun faz faktörünün önemi. Aharonov-Bohm Etkisi. Sınıf-İçi Uygulama: Adyabatik yaklaşım. Sınıf-İçi Tartışma: Dalga fonksiyonunun faz faktörünün önemi.	Okuma: Griffiths, Bölüm 10: ADYABATİK YAKLAŞIM	
10	Konu Anlatımı: Saçılma kuramı. Sınıf-İçi Uygulama: Saçılma kuramı. Kısa Sınav 3: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	Okuma: Griffiths, Bölüm 11: SAÇILMA	
11	Konu Anlatımı: Kısmi dalga analizi. Born yaklaşımı. Sınıf-İçi Uygulama: Born yaklaşımı.	Okuma: Griffiths, Bölüm 11: SAÇILMA	
12	Konu Anlatımı: Açısal momentumun toplanması.	Okuma: Griffiths, Bölüm 4.3: AÇISAL MOMENTUM	



	Sınıf-İçi Uygulama: Açısal momentumun toplanması.	
13	Konu Anlatımı: Açısal momentumun toplanması. Sınıf-İçi Uygulama: Açısal momentumun toplanması. Ara Sınav 2	Okuma: Griffiths, Bölüm 4.3: AÇISAL MOMENTUM
14	Konu Anlatımı: EPR paradoksu, Bell eşitsizliği. Sınıf-İçi Tartışma: EPR paradoksu.	Okuma: Griffiths, Bölüm 12: SONSÖZ
15	Konu Anlatımı: Konu tekrarı. Sınıf-İçi Uygulama: Derste işlenen konuları içeren uygulama yapılması. Kısa Sınav 4: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	Okuma: Griffiths, Bölüm 6 - Bölüm 12
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	2	28
Laboratuvar			
Uygulama (sözlü Sınav)	14	2	28
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	4	56
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	4	2	8
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	2	15	30
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Toplam İş yükü:			170
Toplam İş yükü / 30(s):			5.67
AKTS Kredisi:			6



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Physics
TITLE OF COURSE	Quantum Physics 2
CODE	FIZ3402
LOCAL CREDIT	3
ECTS	6
LECTURE HOUR / WEEK	2
PRACTICAL HOUR / WEEK	2
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Spring
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Required @ Bachelor Programme in Physics
COURSE CATEGORY	Core Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Physics
COURSE COORDINATOR	Tuncer KAYA
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to provide students with knowledge of advanced methods and applications of quantum mechanics. The course covers approximation techniques such as perturbation theory, the variational method, the WKB approach, and time-dependent solutions; and examines topics including the fine structure of the hydrogen atom, the Zeeman effect, two-level systems, and atomic radiation processes. It also addresses scattering theory, partial wave analysis, the Born approximation, angular momentum addition, as well as fundamental conceptual debates in quantum mechanics such as the EPR paradox and Bell's inequality. Through these, students will develop an understanding of both the mathematical techniques and modern applications of quantum mechanics.
COURSE CONTENT	Approximate solutions of the Schrödinger equation using perturbation theory for non-degenerate and degenerate cases; fine structure of the hydrogen atom and the Zeeman effect; variational method and ground-state energy calculations for the helium atom; WKB approximation; time-dependent perturbation theory and two-level systems; emission and absorption of atomic radiation; adiabatic approximation, phase factor, and the Aharonov-Bohm effect; scattering theory, partial wave analysis, and the Born approximation; addition of angular momentum; EPR paradox and Bell's inequality.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebooks: [1] <i>Introductory Quantum Mechanics</i> , R.L. Liboff, Addison- Wesley. ISBN-10:0805387145 ISBN-13:2900805387147. [2] <i>Kuantum Mekaniğine Giriş</i> , B. Karaoğlu, Seçkin Yayıncılık ISBN-9789750206580. [3] <i>Kuantum Mekaniğine Giriş</i> , D.J. Griffiths, Çev. H. Özbek, S.D. Feyiz, Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN: 978-605-133-640-4.



	[4] <i>Modern Quantum Mechanics</i> , J.J. Sakurai, Addison- Wesley. ISBN-10: 0805382917. ISBN-13: 978-0805382914.	
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1. Apply perturbation theory to obtain approximate solutions of the Schrödinger equation in cases without analytical solutions. 2. Analyze applications of perturbation theory, such as the Zeeman effect. 3. Explain the importance of the phase factor in the wave function, for example in the Aharonov–Bohm effect. 4. Solve scattering problems within the framework of the Born approximation. 5. Use angular momentum algebra in quantum mechanical systems. 6. Describe the EPR paradox and Bell’s inequality.	
EVALUATION SYSTEM		
Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation:		
Laboratory		
Application (Oral Examination):		
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	4	%10
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	%50
Final: - Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course - Format: Face-to-face written exam. (90 minutes).	1	%40



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: Time independent perturbation theory. Non degenerate cases. In-Class Discussion: Time independent perturbation theory.	Reading: Griffiths, Chapter 6: TIME-INDEPENDENT PERTURBATION THEORY	
2	Lecture: Degenerate perturbation theory. Quick Practice: Degenerate perturbation theory.	Reading: Griffiths, Chapter 6: TIME-INDEPENDENT PERTURBATION THEORY	
3	Lecture: The fine structure of hydrogen atom. Zeeman effect. In-Class Discussion: Zeeman effect. Quiz 1: A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	Reading: Griffiths, Chapter 6: TIME-INDEPENDENT PERTURBATION THEORY	
4	Lecture: The variational principles. The ground state energy of Helium atom. Quick Practice: The variational principles.	Reading: Griffiths, Chapter 7: THE VARIATIONAL PRINCIPLE	
5	Lecture: The WKB approximation. In-Class Discussion: The WKB approximation. Quiz 2: A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	Reading: Griffiths, Chapter 8: THE WKB APPROXIMATION	
6	Lecture: The time dependent perturbation theory. Application to two levels system. Quick Practice: The time dependent perturbation theory. In-Class Discussion: Application to two levels system.	Reading: Griffiths, Chapter 9: TIME-DEPENDENT PERTURBATION THEORY	
7	Lecture: Emission and absorption of radiation. Spontaneous radiation. Quick Practice: Emission and absorption of radiation.	Reading: Griffiths, Chapter 9: TIME-DEPENDENT PERTURBATION THEORY	
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week	
9	Lecture: Adyabatic approximation. The importance of phases of wave functions. Aharonov-Bohm experiment. Quick Practice: Adyabatic approximation. In-Class Discussion: The importance of phases of wave functions.	Reading: Griffiths, Chapter 9: TIME-DEPENDENT PERTURBATION THEORY	
10	Lecture: The scattering theory.	Reading: Griffiths, Chapter 11: SCATTERING	



	Quick Practice: The scattering theory. Quiz 3: A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	
11	Lecture: Partial wave approximation. Born approximation. Quick Practice: Born approximation.	Reading: Griffiths, Chapter 11: SCATTERING
12	Lecture: Addition of angular momentum. Quick Practice: Addition of angular momentum.	Reading: Griffiths, Chapter 4.3: ANGULAR MOMENTUM
13	Lecture: Addition of angular momentum. Quick Practice: Addition of angular momentum. Midterm 2	Reading: Griffiths, Chapter 4.3: ANGULAR MOMENTUM
14	Lecture: The EPR paradox. Bell's Inequality. In-Class Discussion: The EPR paradox.	Reading: Griffiths, Chapter 12: AFTERWORD
15	Lecture: Review of all topics covered. In-Class Activity: Review of all topics covered. Quiz 4: A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	Reading: Griffiths, Chapter 4.3, Chapter 6 - Chapter 12
16	Final	Review of all topics covered.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	2	28
Laboratory	14	2	28
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	4	56
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	4	2	8
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	2	15	30
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Total Workload:			170
Total Workload / 30(h):			5.67
ECTS Credit:			6



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.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
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.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
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	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>



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.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
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>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</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.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
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>4</u>	<u>4</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.	=	=	=	=	=	=