



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Özel Rölativite Teorisi
DERSİN KODU	FIZ3640
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz, Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
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	Reyhan KAYA
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı Einstein'ın farklı gözlemler arasındaki ilişkiyi, ışık hızının değişmediğini de gözönüne alarak, nasıl yeniden yorumlayıp zaman ve uzay kavramlarımızı değiştirdiğini tartışmaktır; kütle, enerji, momentum ve kuvvet gibi bazı kavramların yeniden tanımlanması gerektiği ve yeni tanımların verilmesidir ve ayrıca özel rölativite teorisinin çekirdek ve parçacık fiziği konularındaki uygulamalarını incelemektir.
DERSİN İÇERİĞİ	Özel rölativitenin ortaya çıkışı; rölativistik kinematik; rölativistik optik; uzay-zaman; rölativistik parçacık mekaniği; rölativistik elektrodinamik.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitapları: [1] Rindler, W. <i>Introduction to Special Relativity</i> . Clarendon Press, 1991. [2] Ünal, B., translator. <i>Elektromanyetik Teori</i> . Gazi Kitabevi, 2005. [3] Griffiths, David J. <i>Introduction to Electrodynamics</i> . Cambridge University Press, 2017. [4] Taylor, J. R., Chris D. Zafiratos, and M. A. Dubson. <i>Fizik ve Mühendislikte Modern Fizik</i> . Okutman Yayıncılık, 2008.
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, - Özel rölativitenin postülalarını öğrenebileceklerdir. - Lorentz dönüşümünün özelliklerini ifade edebileceklerdir. - Uzay-zaman aralığı kavramını yorumlayabileceklerdir. - Özel göreliliğin parçacık fiziğindeki uygulamalarını yapabileceklerdir. - Özel göreliliğin elektromanyetizmadaki uygulamalarını yapabileceklerdir.



6. Teorik fiziğin makroskopik boyutlarda işleyişini anlayabileceklerdir.

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: Giriş. Michelson-Morley deneyi. Eylemsiz referans	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı



	sistemleri. Özel rölativitenin postülları. Sınıf-İçi Tartışma: Michelson-Morley deneyi.	1, Bölüm 1: Özel Rölativitenin Ortaya Çıkışı.
2	Konu Anlatımı: Koordinatlar ve zamanın göreliliği. Lorentz dönüşümlerinin çıkarılması. Lorentz dönüşümlerinin özellikleri. Sınıf-İçi Uygulama: Lorentz dönüşümleri.	İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 1: Özel Rölativitenin Ortaya Çıkışı.
3	Konu Anlatımı: Giriş. Uzunluk kısalması. Zaman genişmesi. Sınıf-İçi Uygulama: Uzunluk kısalması. Zaman genişmesi. Kısa Sınav 1: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 2: Rölativistik Kinematik.
4	Konu Anlatımı: İkizler paradoksu. Hız dönüşümleri. İvme dönüşümleri. Sınıf-İçi Uygulama: Hız dönüşümleri. İvme dönüşümleri. Sınıf-İçi Tartışma: İkizler paradoksu.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 2: Rölativistik Kinematik.
5	Konu Anlatımı: Giriş. Doppler olayı. Sınıf-İçi Tartışma: Doppler olayı. Kısa Sınav 2: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 3: Rölativistik Optik.
6	Konu Anlatımı: Giriş. Uzak-zaman ve dört-tansörler. Uzak-zamanın Minkowski haritası. Sınıf-İçi Uygulama: Dört tansörler. Sınıf-İçi Tartışma: Uzak-zamanın Minkowski haritası.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 4: Uzak-Zaman.
7	Konu Anlatımı: Kovaryant ve kontravaryant tansörler. Dört-hız ve dört-ivme. Sınıf-İçi Uygulama: Kovaryant ve kontravaryant tansörler. Dört-hız ve dört-ivme.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 4: Uzak-Zaman.
8	Ara Sınav 1	1. Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Giriş. Öz zaman. Öz hız. Dört-momentumun korunumu. Kütle ve enerjinin eşdeğerliliği. Sınıf-İçi Uygulama: Öz zaman. Öz hız. Dört-momentumun korunumu. Sınıf-İçi Tartışma: Kütle ve enerjinin eşdeğerliliği.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 5: Rölativistik Parçacık Mekaniği.
10	Konu Anlatımı: Dört-momentum özdeşlikleri. Rölativistik çarpışmalar. Laboratuvar sistemi. Kütle merkezi sistemi. Eşik enerjisi. Sınıf-İçi Uygulama: Rölativistik çarpışmalar. Laboratuvar sistemi. Kütle merkezi sistemi. Eşik enerjisi. Kısa Sınav 3: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 5: Rölativistik Parçacık Mekaniği.
11	Konu Anlatımı: De Broglie dalgası. Foton. Dört- tansör açısall momentum. Üç-kuvvet ve Dört-vektör. Sınıf-İçi Uygulama: Dört- tansör açısall momentum.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 5: Rölativistik Parçacık Mekaniği.
12	Konu Anlatımı: Rölativistik analitik mekanik. Örnekler ve uygulamalar. Sınıf-İçi Uygulama: Örnekler ve uygulamalar. Ara Sınav 2	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 5: Rölativistik Parçacık Mekaniği.
13	Konu Anlatımı: Magnetizmanın rölativistik karakteri. Elektromanyetik alanın dönüşümü. Sınıf-İçi Tartışma: Magnetizmanın rölativistik karakteri.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 6: Rölativistik Elektrodinamik.
14	Konu Anlatımı: Alan tansörü. Tansör gösteriminde elektrodinamik. Rölativistik elektrodinamiğin potansiyel formülasyonu.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 6: Rölativistik Elektrodinamik.



	Sınıf-içi Tartışma: Rölativistik elektrodinamiğin potansiyel formülasyonu.	
15	Konu Anlatımı: Konu tekrarı. Sınıf-içi Uygulama: Derste işlenen konuları içeren uygulama yapılması. Kısa Sınav 4: Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. İlgili bölümün okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 6: Rölativistik Elektrodinamik.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama (sözlü Sınav)			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	3	42
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:			142
Toplam İş yükü / 30(s):			4.73
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Physics
TITLE OF COURSE	The Theory of Special Relativity
CODE	FIZ3640
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall, Spring
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
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	Reyhan KAYA
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to discuss the theory of relativity which concerns itself with the structure of space and time; describe the relativistic expressions for momentum, energy, and kinetic energy, and use them in exercises and problems. This course also aims to discuss the application of special relativity to nuclear physics and particle physics.
COURSE CONTENT	The foundations of special relativity; relativistic kinematics. relativistic optics; space-time; relativistic particle mechanics; relativistic electrodynamics.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebooks: [1] Rindler, W. <i>Introduction to Special Relativity</i> . Clarendon Press, 1991. [2] Ünal, B., translator. <i>Elektromanyetik Teori</i> . Gazi Kitabevi, 2005. [3] Griffiths, <i>David J. Introduction to Electrodynamics</i> . Cambridge University Press, 2017. [4] Taylor, J. R., Chris D. Zafiratos, and M. A. Dubson. <i>Modern Physics for Scientists and Engineers</i> . 2nd ed., University Science Books, 2014.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1 Learn Einstein's two axioms for special relativity. 2 Explain properties of the Lorentz transformation. 3 Interpret the concept of space-time interval. 4 Apply the applications of special relativity to particle physics 5 Apply the applications of special relativity to electromagnetism.



6 Understand the functioning of theoretical physics in macroscopic dimensions.

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). Detailed Assessment Criteria: -Ability to apply advanced problem-solving skills -Demonstration of a thorough understanding of all topics covered in the course	1	%40
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. The Michelson-Morley experiment. Inertial coordinate systems. Einstein's two axioms for special relativity. In-Class Discussion: The Michelson-Morley Experiment.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 1: The Foundations Of Special Relativity.
2	Lecture: Coordinates. The relativity of time. Derivation of the Lorentz transformation. Properties of the Lorentz transformation. Quick Practice: Lorentz transformation.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 1: The Foundations Of Special Relativity.
3	Lecture: Introduction. Length contraction. Time dilation. Quick Practice: Length contraction. Time dilation. Quiz 1: A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 2: Relativistic Kinematics.
4	Lecture: The twin paradox. Velocity transformations. Acceleration transformations. Quick Practice: The twin paradox. Velocity transformations. Acceleration transformations. In-Class Discussion: The Twin Paradox.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 2: Relativistic Kinematics.
5	Lecture: Introduction. The Doppler effect. In-Class Discussion: The Doppler effect. Quiz 2: A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 3: Relativistic Optics.
6	Lecture: Introduction. Space-time and four-tensors. The Minkowski map of space-time. Quick Practice: Four-tensors. In-Class Discussion: The Minkowski map of space-time.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 4: Space-Time.
7	Lecture: Covariant and contravariant tensors. Four-velocity. Four-acceleration. Quick Practice: Covariant and contravariant tensors. Four-velocity. Four-acceleration.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 4: Space-Time.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Introduction. Proper time. Proper velocity. The conservation of four-momentum. The equivalence of mass and energy. Quick Practice: Proper time. Proper velocity. The conservation of four-momentum. In-Class Discussion: The equivalence of mass and energy.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 5: Relativistic Particle Mechanics.
10	Lecture: Some four-momentum identities, Relativistic collisions. The lab Frame, The center-of-momentum (CM) frame. Threshold energies. Quick Practice: Relativistic collisions. The lab frame, The center-of-momentum (CM) frame. Threshold energies. Experiments. Quiz 3: A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 5: Relativistic Particle Mechanics.



11	Lecture: De Broglie waves, Photons. The angular momentum four-tensor. Three-force and four-force. Quick Practice: The Angular Momentum Four-Tensor.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 5: Relativistic Particle Mechanics.
12	Lecture: Relativistic Analytic Mechanics. Quick Practice: Examples and Applications. Midterm 2	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 5: Relativistic Particle Mechanics.
13	Lecture: Magnetism as a relativistic phenomenon. How the fields transform. In-Class Discussion: How the fields transform.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 6: Relativistic Electrodynamics.
14	Lecture: The field tensor. Electrodynamics in tensor notation. Potential formulation of relativistic electrodynamics. In-Class Discussion: Potential formulation of relativistic electrodynamics.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 6: Relativistic Electrodynamics.
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.	1. Reading the relevant section. Source: Coursebook 1, Chapter 6: Relativistic Electrodynamics.
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	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:			142
Total Workload / 30(h):			4.73
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.	<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 tasarımı, nükleer teknoloji ve kuantum teknolojileri gibi	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>



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 energy technologies, advanced materials design, nuclear technology, and quantum technologies.						
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.	=	=	=	=	=	=