



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen-Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik Bölümü
DERSİN ADI	Kozmolojiye Giriş
DERSİN KODU	FIZ1123
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	Türkçe, İngilizce
DERSİN SEVİYESİ	Lisans Seviyesi
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @ Fizik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık Alan Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Fizik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Murat HÜDAVERDİ
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilere Evren'in kökeni, evrimi ve büyük ölçekli yapısının bilimsel çalışmasına kapsamlı bir giriş sunmaktır. Dersin amacı kozmik mesafe merdiveni ve genişleyen evrenin keşfi de dahil olmak üzere kozmolojinin tarihsel ve gözlemsel temelleriyle başlayıp ardından, evrenin dinamiklerini tanımlamak için gereken genel göreliliğin teorik çerçevesini (Friedmann denklemleri) geliştirmektir. Bir başka hedef, Büyük Patlama Nükleosentezi, kozmik mikrodalga arka plan ışıması ve büyük ölçekli yapıların oluşumu da dahil olmak üzere sıcak Büyük Patlama modelini incelemek ve karanlık madde ve karanlık enerjiye dair kanıtların derinlemesine tartışılmasıdır. Ders, enflasyon ve çoklu evren gibi çözülmemiş sorunların ve spekülatif fikirlerin incelenmesini amaçlamaktadır.
DERSİN İÇERİĞİ	Evrenin kökeni, evrimi ve yapısı; genişleyen evren; kozmik mikrodalga arka plan ışıması; genel görelilik kuramı; Friedmann denklemleri; Büyük Patlama; Nükleosentez; karanlık madde; karanlık enerji.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: [1] Ryden, B. <i>Introduction to Cosmology</i> . 2nd ed. Cambridge University Press, 2017.
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, - Standart Büyük Patlama modelinin ve modern kozmolojinin temelini oluşturan kozmolojik ilkelerin tarihsel gelişimini ve destekleyici kanıtlarını açıklayabileceklerdir. - Kozmik mesafe merdiveni yöntemlerini kullanarak galaksilerin mesafelerini ve uzaklaşma hızlarını hesaplayabileceklerdir. - Robertson-Walker metriğinin anlamı ve kullanımı da dahil olmak üzere,



	kozmozolojiyi Őekillendiren Genel Görelilik'in temel ilkelerini açıklayabileceklerdir.
	4. Evrensel geniŐlemeyi modellemek ve açık, kapalı ve düz evrenlerin evrimini tahmin etmek için Friedmann denklemlerini ��zebileceklerdir.
	5. Evrenin termal tarihini, nükleosentez, rekombinasyon ve Kozmik Mikrodalga Arkaplan (CMB) radyasyonunun kökeni gibi önemli olaylarla birlikte açıklayabileceklerdir.
	6. CMB'deki anizotropilerin önemini ve evrenin bileŐimi, geometrisi ve baŐlangıç koŐulları için nasıl kanıt sağladıklarını açıklayabileceklerdir.
	7. Evrenin temel bileŐenleri olan baryonik madde, karanlık madde ve karanlık enerjinin kanıtları ve önerilen özellikleri arasında ayırım yapabileceklerdir.
	8. BaŐlangıç koŐulları problemi gibi modern kozmozolojideki önemli sorunları ve kozmik enflasyonun önerdiği ����mleri belirleyebileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ		
Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım		
Laboratuvar		
Uygulama		
Arazi �alıŐması		
Derse ��zg� Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği: İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı soruların sorulması 1. Format: Yüz yüze kısa sınav (5-15 dakika) 2. Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	1	%5
��dev İçerik: Derste işlenen temel kavramların eleŐtirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-i�i ve disiplinlerarası alanlarda örneklerinin bulunmasını içeren haftalık ödevlerin verilmesi Format: Yazılı raporlar ve grup sunumları Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Bir problemin ��z��m sürecini mantıklı ve doğru bir Őekilde yazabilme - Kavramların uygulamadaki örneklerini bulabilme - Uygulamalı düŐünebilme, yorumlama ve gerek��lendirme süreçlerinin yürütülebilmesi	5	%25
Sunum/Jüri		
Projeler		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular 3. Format: Yüz yüze. Sınav (90 dakika)	1	%30



Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşılmasının gösterilmesi -Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi			
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: Kozmik Manzara; Kozmoloji Nedir?	1. Evrenin Ölçeği; Gece Gökyüzü: Yıldızlar, Galaksiler ve Kümeler; Kozmolojik İlke (Homojenlik ve İzotropi) konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 1.	
2	Konu Anlatımı: Evrenin Ölçülmesi. Ödev 1: Mesafeler ve Hubble Yasası.	1. Kozmik Mesafe Merdiveni: Paralaks, Standart Mumlar (Sefidler, Tip Ia Süpernovalar); Akı, Parlaklık ve Mesafe; Doppler Etkisi ve Kırmızıya Kayma; Hubble Yasası ve Genişleyen Evren konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 2.	
3	Konu Anlatımı: Kozmoloji için Genel Göreliliğin Temelleri.	1. Newton Yerçekiminin Ötesinde; Eşdeğerlik İlkesi; Eğri Uzay-Zaman ve Metrik; Homojen, İzotropik Bir Evren için Robertson-Walker Metriği konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 3.	
4	Konu Anlatımı: Evrenin Dinamikleri. Ödev 2: Friedmann denklemleri üzerine.	1. Friedmann Denklemleri; Kritik Yoğunluk ve Yoğunluk Parametresi (Ω); Kozmik Akışkan Denklemleri: Madde, Radyasyon ve Karanlık Enerji; Ölçek Faktörü $a(t)$ konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 4, 5, 1.	
5	Konu Anlatımı: Kozmolojik Modeller.	1. Farklı Evrenler İçin Friedmann Denklemlerinin Çözümü: Açık, Kapalı, Düz; Einstein-de Sitter Evreni; Lemaitre Modeli; Kozmik Zaman, Geriye Dönük Zaman ve Evrenin Yaşı konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: 1. Ders Kitabı, Bölüm 5.	
6	Konu Anlatımı: Evrenin Termal Tarihi.	1. Sıcak Bir Plazma Olarak Evren; Kırmızıya Kayma ve Sıcaklık; Parçacık-Antiparçacık Donması; Nötrino Ayırışması; İlk Nükleosentez: İlk Üç Dakikalar konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı,	



		Bölüm 6.0-6.2.
7	Konu Anlatımı: Kozmik Mikrodalga Arkaplanı (CMB).	1. CMB'nin Tahmini ve Keşfi; Rekombinasyon ve Son Saçılmanın Yüzeyi; Kara Cisim Spektrumu; Evrenin şeffaflaşması konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 6.3, 7.1.
8	Ara Sınav	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: CMB Anizotropileri ve Enflasyon. Problem Çözümleri (15 dk): Enflasyon Teorisi: Klasik Problemlerin Çözümü.	1. CMB'deki Anizotropiler: Düzlük, Bileşim ve Dalgalanmalar konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 9, 10.1-10.3.
10	Konu Anlatımı: Karanlık Madde.	1. Galaksi Dönme Eğrilerinden Elde Edilen Kanıtlar; Galaksi Küme Kütleleri (Virial Teoremi, Kütleçekimsel Merceklenme); Yapı Oluşumu: Soğuk Karanlık Maddenin Rolü; Karanlık Madde Adayları (WIMP'ler, Aksiyonlar vb.) konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 8.1-8.3.
11	Konu Anlatımı: Karanlık Enerji ve Hızlanan Evren. Ödev 3: Karanlık madde ve karanlık enerji üzerine.	1. Kozmolojik Sabit (Λ); Süpernova Gözlemleri ve İvmenin Keşfi; Karanlık Enerji Durum Denklemi (w); Evrenin Kaderi konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 8.4, 8.5.
12	Konu Anlatımı: Yapının Büyümesi.	1. Şişmeden Kaynaklanan İlkel Bozulmalar; Yerçekimi Kararsızlığı; Küçük Dalgalanmalardan Galaksilere; Evrenin Büyük Ölçekli Yapısı konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, Bölüm 7.2, 7.3, 11.1-11.2.
13	Konu Anlatımı: Evrenin İlk Dönemi.	1. Birleştirici Kuvvetler: Büyük Birleşik Teoriler (BUT'ler); Kuantum Yerçekimi ve Sicim Teorisine Giriş konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: 1. Ders Kitabı, Bölüm 12.1-12.3.
14	Konu Anlatımı: Sınırlar ve Açık uçlu sorular.	Çoklu Evren Hipotezi; Karanlık Madde ve Karanlık Enerjinin Doğası; Evrenin Nihai Kaderi; Uzun Vadeli Gelecek, "Isı Ölümlü", ve Tekillik konularına dair bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Öğretmen tarafından sağlanan derleme makaleleri.
15	Konu Anlatımı: Derleme ve Sentez.	1. İlk Dakikadan Günümüze Noktaları Birleştirme; Kozmolojinin Standart Modeli (Λ CDM Modeli); Başlıca Gözlemsel Görevler (Planck, JWST, DESI, LIGO); Kozmolojinin Geleceği konuları hakkında ön araştırma.
16	Final	İşlenen konuların tümünün 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	5	3	15
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	1	5	5
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	25	25
Toplam İşyükü :			144
Toplam İşyükü / 30(s) :			4.8
AKTS Kredisi :			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts & Science
DEPARTMENT / PROGRAMME	Department of Physics
TITLE OF COURSE	Introduction to Cosmology
CODE	FIZ1123
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall, 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	Murat HÜDAVERDİ
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to provide to the students, a comprehensive introduction to the scientific study of the origin, evolution, and large-scale structure of the Universe. The course aims to cover the historical and observational foundations of cosmology, including the cosmic distance ladder and the discovery of the expanding universe. The course also aims to develop the theoretical framework of general relativity (the Friedmann equations) required to describe the dynamics of the universe. Another aim is to examine the hot Big Bang model, including Big Bang nucleosynthesis, the cosmic microwave background, and the formation of large-scale structures. The course further aims to provide an in-depth discussion of the evidence for dark matter and dark energy. Finally, the course aims to explore unresolved problems and speculative ideas such as inflation and the multiverse.
COURSE CONTENT	The origin, evolution, and structure of the universe; the expanding universe; the cosmic microwave background radiation; general relativity; Friedmann equations; the Big Bang; nucleosynthesis; dark matter; dark energy.
RECOMMENDED OR REQUIRED READING	Coursebook: [1] Ryden, B. <i>Introduction to Cosmology</i> . 2nd ed. Cambridge University Press, 2017.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1. Articulate the historical development and supporting evidence for the standard Big Bang model and the cosmological principles that underpin modern cosmology.



	2. Calculate galaxy distances and recession velocities using Hubble's Law and the methods of the cosmic distance ladder. 3. Describe the fundamental tenets of General Relativity that inform cosmology, including the meaning and use of the Robertson-Walker metric. 4. Solve the Friedmann equations to model universal expansion and predict the evolution of open, closed, and flat universes. 5. Explain the thermal history of the universe, including nucleosynthesis, recombination, and the origin of the Cosmic Microwave Background (CMB) radiation. 6. Explain the significance of anisotropies in the CMB and how they provide evidence for the composition, geometry, and initial conditions of the universe. 7. Distinguish between the evidence for, and proposed properties of, the major components of the universe: baryonic matter, dark matter, and dark energy. 8. Identify outstanding problems in modern cosmology, such as the initial conditions problem, and the proposed solutions offered by cosmic inflation.
--	--

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 4. Format: Written or oral exam (5-10 minutes) 5. Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	1	5%
Homework Assignments: • Content: Weekly assignments requiring critical analysis of fundamental concepts covered in class and identification of examples of these concepts within both intra-disciplinary and interdisciplinary contexts • Format: Written reports and group presentations • Detailed Assessment Criteria: -Ability to logically and accurately demonstrate the problem-solving process -Ability to find practical examples of the concepts - Ability to carry out processes of applied thinking, interpretation, and justification	5	25%
Presentations/Jury		
Project		
Seminar/Workshop		



Midterms: Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week 1. Format: Face-to-face written exam. (90 minutes). 2. 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	1	30%
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: The Cosmic Landscape; What is Cosmology?	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to The Scale of the Universe; The Night Sky: Stars, Galaxies, and Clusters; The Cosmological Principle (Homogeneity and Isotropy) Source: Coursebook, Chapter 1.
2	Lecture: Measuring the Universe. Homework: HW 1 on distances and Hubble's law.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to The Cosmic Distance Ladder: Parallax, Standard Candles (Cepheids, Supernovae Type Ia); Flux, Luminosity, and Distance; The Doppler Effect and Redshift; Hubble's Law and the Expanding Universe. Source: Coursebook, Chapter 2.
3	Lecture: Fundamentals of General Relativity for Cosmology.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Beyond Newtonian Gravity; The Equivalence Principle; Curved Spacetime and the Metric; The Robertson-Walker Metric for a Homogeneous, Isotropic Universe. Source Coursebook, Chapter 3.
4	Lecture: The Dynamics of the Universe. Homework: HW 2 on the Friedmann equations.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to The Friedmann Equations; Critical Density and the Density Parameter (Ω); Cosmic Fluid Equations: Matter, Radiation, and Dark Energy; The Scale Factor $a(t)$. Source: Coursebook, Chapter. 4, 5.1.
5	Lecture: Cosmological Models.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Solving the Friedmann Equations for Different Universes: Open, Closed, Flat; The Einstein-de Sitter Universe; The Lemaitre Model; Cosmic Time, Lookback Time, and the



		Age of the Universe. Source: Coursebook, Chapter 5.
6	Lecture: The Thermal History of the Universe. Homework: HW 3 on nucleosynthesis.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to The Universe as a Hot Plasma; Redshift and Temperature; Particle-Antiparticle Freeze-Out; Neutrino Decoupling; Primordial Nucleosynthesis: The First Three Minutes Source: Coursebook, Chapter 6.0-6.2.
7	Lecture: The Cosmic Microwave Background (CMB).	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Prediction and Discovery of the CMB; Recombination and the Surface of Last Scattering; The Blackbody Spectrum; The Universe Becomes Transparent. Source: Coursebook, Chapter 6.3, 7.1.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: The CMB anisotropies and Inflation. Problem Solutions (15 min): The Theory of Inflation: Solving the Classic Problems.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Anisotropies in the CMB: Flatness, Composition, and Fluctuations Source: Coursebook, Chapter 9, 10.1-10.3.
10	Lecture: Dark Matter.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Evidence from Galaxy Rotation Curves; Galaxy Cluster Masses (Virial Theorem, Gravitational Lensing); Structure Formation: The Role of Cold Dark Matter; Candidates for Dark Matter (WIMPs, Axions, etc.). Source: Coursebook, Chapter 8.1-8.3.
11	Lecture: Dark Energy and the Accelerating Universe. Homework: HW 4 on dark matter and dark energy.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to The Cosmological Constant (Λ); Supernovae Observations and the Discovery of Acceleration; Equation of State for Dark Energy (w); The Fate of the Universe Source: Coursebook, Chapter 8.4, 8.5.
12	Lecture: The Growth of Structure.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Primordial Perturbations from Inflation; Gravitational Instability; From Tiny Ripples to Galaxies; The Large-Scale Structure of the Universe. Source: Coursebook, Chapter 7.2, 7.3, 11.1-11.2.
13	Lecture: The Very Early Universe.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Unifying Forces: Grand Unified Theories (GUTs); Introduction to Quantum Gravity and String Theory. Source: Coursebook, Chapter 12.1-12.3.
14	Lecture: Frontiers and Open Questions. Homework: HW 5 (final problem set).	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to The Multiverse Hypothesis; The Nature of Dark Matter and Dark Energy; The Ultimate Fate of the Universe; The Long-Term Future and the "Heat Death"; What is the Singularity? Source: Review articles provided by instructor.
15	Lecture: Review and Synthesis.	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to Connecting the Dots from the First Minute to the Present; The Standard Model of Cosmology (The Λ CDM Model); Major Observational Missions (Planck, JWST, DESI, LIGO); The Future of Cosmology.
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	5	3	15
Quizzes/Studio Critics	1	5	5
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	25	25
Total Workload :			144
Total Workload / 30(h) :			4.8
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>	<u>DÖC-7</u>	<u>DÖC-8</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>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</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>5</u>	<u>5</u>	<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>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</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.	<u>5</u>	<u>5</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.	=	=	=	=	=	=	=	=
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.	=	=	=	=	=	=	=	=
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.	=	=	=	=	=	=	=	=