



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen-Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Çekirdek Fiziki 2
DERSİN KODU	FIZ4820
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABARATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz, Bahar
DERSİN DİLİ	Türkçe, İngilizce
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @ Fizik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık Alan Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Kutsal BOZKURT
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrenciler için nükleer kuvvetlerin doğasını, döteron yapısını ve nükleer yapı modellerini anlamalarını sağlamak; nükleer reaksiyon tiplerini, tesir kesiti kavramını ve reaksiyon modellerini uygulamalı biçimde kavratmak; fisyon ve füzyon süreçlerinin fiziksel prensiplerini, enerji üretim mekanizmalarını ve reaktör uygulamalarını analiz ettirmek; nükleer astrofizik çerçevesinde yıldızlarda element sentezi, süpernova süreçleri ve ağır element oluşumunu değerlendirmelerini sağlamak; ayrıca parçacık hızlandırıcılarının temel prensiplerini öğrenerek modern nükleer araştırmaların deneysel altyapısını bütüncül bir bakış açısıyla kavramalarına katkıda bulunmaktır.
DERSİN İÇERİĞİ	Ders, nükleer kuvvetler ve döteron teorisiyle başlar; ardından nükleer yapı modelleri (Fermi-gaz, kollektif model) incelenir. Nükleer reaksiyonlar, tesir kesiti, Coulomb saçılması, elastik-inelastik saçılmalar ve reaksiyon modelleri (optik model, bileşik çekirdek, direkt reaksiyonlar) ele alınır. Fisyon ve füzyon süreçleri, enerji açığa çıkışı, zincirleme reaksiyonlar, füzyon koşulları ve reaktör teknolojileri işlenir. Nükleer astrofizik bölümünde yıldız içi nükleosentez, süpernova patlamaları, s-, r- ve p-süreçleriyle ağır elementlerin sentezi üzerinde durulur. Dersin son bölümünde parçacık hızlandırıcılarının türleri ve modern deneysel araştırmalardaki rolleri tartışılır; genel tekrar ve öğrenci sunumları ile tamamlanır.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: Krane, Kenneth S. <i>Nükleer Fizik</i> . 2nd ed., vols. 1–2, Wiley, 2020. Zorunlu Kaynaklar: [1] Lilley, John. <i>Nuclear Physics: Principles and Applications</i> . Wiley, 2001. [2] Krane, Kenneth S. <i>Introductory Nuclear Physics</i> . 2nd ed., Wiley, 2020. [3] Jelley, N. A. <i>Fundamentals of Nuclear Physics</i> . Cambridge University Press, 2016. [4] Martin, Brian R. <i>Nuclear and Particle Physics</i> . Wiley, 2019. Önerilen Kaynaklar:



- [1] Mukhopadhyay, A., and Xiaofeng Zhang. *Modern Nuclear Physics*. Springer, 2022.
- [2] Blatt, John M., and Victor F. Weisskopf. *Theoretical Nuclear Physics*. Dover, 2004.
- [3] Thompson, Ian J., and Filomena Nunes. *Nuclear Reactions for Astrophysics: Principles, Calculation and Applications*. Cambridge University Press, 2009.
- [4] Yılmaz, Osman. *Çekirdek Fizikine Giriş*. Nobel Akademik Yayıncılık, 2015.
- [5] Tombakoğlu, Mustafa. *Nükleer Fizik ve Radyasyon*. Seçkin Yayıncılık, 2018.
- [6] *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*. IOP Publishing.
- [7] *Nuclear Physics A*. Elsevier.
- [8] *arXiv.org*, özellikle nucl-th (teorik) ve nucl-ex (deneysel) kategorileri.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Nükleonlar arasındaki temel etkileşimleri ve bu etkileşimlerin temel özelliklerini (çekirdek kuvvetinin kısa menzilli olması, çekirdek yoğunluğunun sabitliği, doyurucu olması) açıklayabilecekler ve en basit nükleer sistem olan döteronun yapısını bu kuvvetler çerçevesinde yorumlayabileceklerdir.
2. Nükleer reaksiyonları sınıflandırabilecekler, tesir kesiti kavramını tanımlayabilecekler ve reaksiyon kinematiki ile korunum yasalarını kullanarak basit reaksiyon hesaplamaları yapabileceklerdir.
3. Nükleer fisyon sürecini, zincirleme reaksiyon mekanizmasını ve kritiklik kavramını açıklayabilecekler; fisyonun enerji üretimi ve nükleer silah teknolojisindeki rollerini karşılaştıracaklardır.
4. Nükleer füzyonun temel prensibini ve enerji açığa çıkış mekanizmasını açıklayabilecekler; kontrollü termonükleer füzyon için gerekli olan plazma sıcaklığı, Lawson kriteri ve hapsedme yöntemleri gibi teknik zorlukları ve çözüm yaklaşımlarını tartışabileceklerdir.
5. Nükleosentez kavramını tanımlayabilecekler; yıldızların içindeki hidrojen yanması, helyum yanması ve demirden ağır elementlerin oluşumunu (s-, r-, p-süreçleri) açıklayabilecekler ve nükleer fizik ile astrofizik arasındaki ilişkiyi kurabileceklerdir.
6. Radyoizotop üretimi, radyokarbon tarihlendirme, nötron aktivasyon analizi ve nükleer görüntüleme (PET, SPECT) gibi çeşitli nükleer yöntemlerin çalışma prensip ve mekanizmalarını kavrayabileceklerdir.
7. Nükleer teknolojilerin enerji santralleri, tıbbi teşhis ve tedavi, endüstriyel kalite kontrol, arkeolojik tarihlendirme ve tarım gibi farklı alanlardaki somut uygulama örneklerini analiz edebilecekler ve bu uygulamaların toplum ve çevre üzerindeki etik ve ekonomik etkilerini tartışabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım: - İçerik: Öğrencilerin derse devam etmeleri ve katılmaları Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Derse aktif katılım ve soru sorma - Sınıf-içi tartışmalara ve problem çözme süreçlerine katkı sağlayabilme	14	%3
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 ve deneysel konular ile ilgili problemleri çözebilme

3**%15****Ödev:**

- **İçerik:** Derste işlenen temel kavramların eleştirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-İçi ve disiplinlerarası alanlarda örneklerinin bulunmasını içeren haftalık ödevlerin verilmesi
- **Format:** Yazılı raporlar ve grup sunumları
- **Detaylı Değerlendirme Kriterleri:**
- Bir problemin çözüm sürecini mantıklı ve doğru bir şekilde yazabilme
- Kavramların uygulamadaki örneklerini bulabilme
- Uygulamalı düşünebilme, yorumlama ve gerekçelendirme süreçlerinin yürütülebilmesi

3**%8****Sunum/Jüri****1****%4****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

1**%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: Nükleer Kuvvetler, Döteron Teorisi. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Döteronun bağlanma enerjisi hesabı. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Değiş-tokuş kuvvetinin doğası ve önemi.	1. Döteronun bağlanma enerjisi ve kuantum sayılarının hatırlanması. 2. Kuantum kuyu problem çözümünün hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 4: Nükleer Kuvvetler.
2	Konu Anlatımı: Nükleer yapı modelleri: Fermi-Gaz Modeli. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Fermi-gaz modelinde yoğunluk ve Fermi enerjisinin hesaplanması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Faz uzayının tartışılması.	1. Nükleer yoğunluk ve Fermi enerji kavramlarının hatırlanması. 2. Kuantum ve Klasik faz uzaylarının tanımlarının hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 5: Nükleer yapı modelleri.
3	Konu Anlatımı: Nükleer yapı modelleri: Kollektif Model. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Kollektif modelde titreşim ve dönme modlarının araştırılması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Çekirdeklerde kollektif hareketin önemi. Kısa Sınav 1 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Eylemsizlik moment hesabının hatırlanması. 2. Çekirdekte uyarılmış durumların hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 5: Kollektif Modeller.
4	Konu Anlatımı: Nükleer Reaksiyonlara Giriş: Tesir Kesiti, Reaksiyon Türleri, Coulomb Saçılması. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Rutherford saçılma formülü hesabı. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Deneysel reaksiyon ölçümlerindeki zorluklar.	1. Nükleer reaksiyon türlerinin (elastik, inelastik, yakalama) hatırlanması. 2. Tesir kesiti kavramının hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 11: Nükleer reaksiyonlar.
5	Konu Anlatımı: Nükleer Saçılma: Elastik ve Inelastik Saçılma, Reaksiyon Tesir Kesiti. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Farklı reaksiyon türleri için tesir kesiti hesabı. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Farklı reaksiyon kanalları için tesir kesiti karşılaştırması.	1. Önceki haftanın tesir kesiti ve saçılma konularının bilinmesi. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 11: Nükleer Reaksiyonlar.
6	Konu Anlatımı: Reaksiyon Modelleri: Optik Model, Bileşik Çekirdek ve Direkt Reaksiyonlar. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Optik model parametrelerinin hesapları. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Ağır-iyon reaksiyonlarının üstünlükleri ve zorluklar.	1. Bileşik çekirdek ve direkt reaksiyon ayırımının hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 11: Reaksiyon Modelleri.
7	Konu Anlatımı: Nükleer Fiyon: Fiyonun Keşfi, Fiyon Karakteristiği, Enerji Açığa Çıkışı. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Fiyon enerjisi hesabı. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Zincirleme reaksiyon ve kritiklik kavramı. Kısa Sınav 2 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Reaksiyon enerji hesabının hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 13: Nükleer Fiyon.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Nükleer Füzyon: Temel Füzyon Süreçleri	1. Tünelleme kavramının hatırlanması. 2. Coulomb potansiyel hesabının



	Füzyon Koşulları. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Füzyon reaksiyonu için gerekli sıcaklık hesabı. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Füzyon enerjisinin potansiyel avantajlarının ve literatür çalışmalarının tartışılması.	hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 14: Nükleer Füzyon.
10	Konu Anlatımı: Füzyon Karakteristiği: Lawson Kriteri, Plazma Hapsetme Yöntemleri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Manyetik hapsetme (tokamak) ve ataletsel hapsetme. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Füzyon reaktörlerindeki mühendislik zorlukları.	1. Önceki haftanın Füzyon oluşum süreçlerinin hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 14: Füzyon Reaktörleri.
11	Konu Anlatımı: Kontrollü Füzyon Reaktörleri: ITER ve DEMO Projeleri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Yıldızlardaki füzyon süreçlerinin araştırılması. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Nükleer-astrofizik ve füzyon ilişkisi	1. Güncel Füzyon Reaktörlerinin Literatür çalışmasının hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 14/19: Füzyon ve Astrofizik.
12	Konu Anlatımı: Nükleer Astrofizik: Yıldız İçlerinde Element Sentezi, Parçacık Fiziği. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Süpernova patlamalarının element sentezindeki rolünün araştırılması. Kısa Sınav 3 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Yıldız evrimi aşamalarının hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 19: Nükleer Astrofizik.
13	Konu Anlatımı: Yıldız Nükleosentezi: Demirden Ağır Elementlerin Sentezi. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): s-, r- ve p-süreçleri ile element sentez mekanizmalarının karşılaştırılması. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Ağır elementlerin Dünya'daki varlığının kökeni.	1. Hidrojen yanması basamaklarının hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 19: Yıldız Nükleosentezi.
14	Konu Anlatımı: Parçacık Hızlandırıcıları: Elektrostatik, Siklotron, Lineer Hızlandırıcılar. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Siklotron frekansı ve manyetik alan ilişkisi hesabı. Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Modern büyük hızlandırıcı deneylerinin (CERN, LHC) nükleer fizik araştırmalarındaki önemi.	1. Elektrostatik hızlandırıcılar (Van de Graaff) ve döngülü hızlandırıcılar (siklotron) çalışma prensiplerinin hatırlanması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 15: Hızlandırıcılar.
15	Konu Anlatımı: Genel Tekrar, Proje Sunumları.	1. Güncel makaleler: Nükleer astrofizik ve Füzyon/fisyon araştırmaları.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İş yükü
Ders Saati	14	2	28
Laboratuvar			



Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	3	42
Derse Özgü Staj			
Ödev	12	3	36
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	3	6	18
Projeler			
Sunum / Seminer	1	5	5
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	10	10
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Toplam İşyükü:			154
Toplam İşyükü / 30(s):			5,13
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Physics
TITLE OF COURSE	Nuclear Theory II
CODE	FIZ4820
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
COURSE COORDINATOR	Orhan İÇELLİ
ASİSTAN(LAR)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to provide students with an understanding of the nature of nuclear forces, the structure of the deuteron, and nuclear structure models; to enable them to grasp the types of nuclear reactions, the concept of cross section, and reaction models in an applied manner; to analyze the physical principles of fission and fusion processes, mechanisms of energy production, and reactor applications; to evaluate, within the framework of nuclear astrophysics, stellar nucleosynthesis, supernova processes, and the formation of heavy elements; and to contribute to their comprehension of the fundamental principles of particle accelerators, thereby fostering a holistic understanding of the experimental infrastructure underlying modern nuclear research.
COURSE CONTENT	The course begins with nuclear forces and the theory of the deuteron, followed by an examination of nuclear structure models (Fermi gas model, collective model). Nuclear reactions are then addressed, including the concept of cross section, Coulomb scattering, elastic and inelastic scattering, and reaction models such as the optical model, compound nucleus, and direct reactions. Fission and fusion processes are studied in terms of energy release, chain reactions, fusion conditions, and reactor technologies. In the section on nuclear astrophysics, emphasis is placed on stellar nucleosynthesis, supernova explosions, and the synthesis of heavy elements through the s-, r-, and p-processes. The final part of the course discusses the types of particle accelerators and their roles in modern experimental research, and concludes with a general review and student presentations.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Krane, Kenneth S. <i>Nuclear Physics</i> . 2nd ed., vols. 1–2, Wiley, 2020. Required Readings: [1] Lilley, John. <i>Nuclear Physics: Principles and Applications</i> . Wiley, 2001. [2] Krane, Kenneth S. <i>Introductory Nuclear Physics</i> . 2nd ed., Wiley, 2020. [3] Jelley, N. A. <i>Fundamentals of Nuclear Physics</i> . Cambridge University Press, 2016. [4] Martin, Brian R. <i>Nuclear and Particle Physics</i> . Wiley, 2019.

**Recommended Readings:**

- [1] Mukhopadhyay, A., and Xiaofeng Zhang. *Modern Nuclear Physics*. Springer, 2022.
- [2] Blatt, John M., and Victor F. Weisskopf. *Theoretical Nuclear Physics*. Dover, 2004.
- [3] Yılmaz, Osman. *Introduction to Nuclear Physics*. Nobel, 2015.
- [4] Tombakoğlu, Mustafa. *Nuclear Physics and Radiation*. Seçkin, 2018.
- [5] *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*. IOP Publishing.
- [6] *Physical Review C*. American Physical Society.
- [7] *Nuclear Physics A*. Elsevier.
- [8] *arXiv.org* (nucl-th, nucl-ex).

Course Learning Outcomes

Upon successful completion of the course, students will be able to;

1. Explain the fundamental interactions between nucleons and their key characteristics (such as the short-range nature of nuclear forces, the constancy of nuclear density, and saturation), and interpret the structure of the simplest nuclear system—the deuteron—within the framework of these forces.
2. Classify nuclear reactions, define the concept of cross-section, and perform basic reaction calculations using reaction kinematics and conservation laws.
3. Describe the process of nuclear fission, the mechanism of chain reactions, and the concept of criticality; compare the roles of fission in energy production and in nuclear weapons technology.
4. Explain the basic principles of nuclear fusion and the mechanism of energy release; discuss the technical challenges and proposed solutions for controlled thermonuclear fusion, including plasma temperature, the Lawson criterion, and confinement methods.
5. Define the concept of nucleosynthesis; explain hydrogen burning, helium burning, and the formation of elements heavier than iron (s-, r-, and p-processes) in stars; and establish the relationship between nuclear physics and astrophysics.
6. Understand the working principles and mechanisms of various nuclear techniques such as radioisotope production, radiocarbon dating, neutron activation analysis, and nuclear imaging methods (PET, SPECT).
7. Analyze real-world applications of nuclear technologies in areas such as power generation, medical diagnosis and treatment, industrial quality control, archaeological dating, and agriculture; and discuss the ethical and economic impacts of these applications on society and the environment.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation: • Content: Student attendance and participation in the course. • Detailed Assessment Criteria: -Active participation in lessons and asking questions -Ability to contribute to Quick Practice:s and problem-solving processes	14	%3
Laboratory		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Course-Specific Internship		



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	3	%15
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	3	%8
Presentations/Jury: • Content: Students will be asked to evaluate their own learning processes and deliver group presentations • Format: Group presentations • Detailed Assessment Criteria: -Ability to accurately explain the topics learned -Proper use of presentation techniques	1	%4
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	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: Nuclear Forces, Deuteron Theory. In-Class Practice (5 min.): Calculation of the deuteron binding energy. Quick Practice: (5 min.): The nature and importance of the exchange force.	1. Recall the deuteron binding energy and its quantum numbers. 2. Review solutions to the quantum potential well problem. Source: Coursebook, Chapter 4: Nuclear Forces.
2	Lecture: Nuclear structure models: concepts of Fermi-Gas Model. In-Class Practice (5 min.): Calculation of density and Fermi energy in the Fermi-gas model. Quick Practice: (5 min.): Discussion of phase space.	1. Recall the concepts of nuclear density and Fermi energy. 2. Recall the definitions of Quantum and Classical phase spaces. Source: Coursebook, Chapter 5: Nuclear Structure Models.
3	Lecture: Nuclear structure models: Collective Model. In-Class Practice (5 min.): Investigation of vibration and rotation modes in the collective model. Quick Practice: (5 min.): The importance of collective motion in nuclei. Quiz 1 (15 min.): A short quiz on the topics covered in the lesson will be held at the end of the class.	1. Review calculation of moment of inertia. 2. Recall excited states in nuclei. Source: Coursebook, Chapter 5: Collective Models.
4	Lecture: Introduction to Nuclear Reactions: Cross-Section, Reaction Types, Coulomb Scattering. In-Class Practice (5 min.): Calculation of the Rutherford scattering formula. Quick Practice: (5 min.): Difficulties in experimental reaction measurements.	1. Recall types of nuclear reactions (elastic, inelastic, capture). 2. Recall the concept of cross-section. Source: Coursebook, Chapter 11: Nuclear Reactions.
5	Lecture: Nuclear Scattering: Elastic and Inelastic Scattering, Reaction Cross-Section. In-Class Practice (5 min.): Calculation of cross-sections for different reaction types. Quick Practice: (5 min.): Comparison of cross-sections for different reaction channels.	1. Knowledge of last week's topics on cross-section and scattering. Source: Coursebook, Chapter 11: Nuclear Reactions.
6	Lecture: Reaction Models: Optical Model, Compound Nucleus and Direct Reactions. In-Class Practice (5 min.): Calculations of optical model parameters. Quick Practice: (10 min.): Advantages and challenges of heavy-ion reactions.	1. Recall the distinction between compound nucleus and direct reactions. Source: Coursebook, Chapter 11: Nuclear Reactions.
7	Lecture: Nuclear Fission: Discovery of Fission, Fission Characteristics, Energy Release.	1. Recall reaction energy calculations. Source: Coursebook, Chapter 13: Nuclear



	In-Class Practice (5 min.): Calculation of fission energy. Quick Practice: (10 min.): Chain reaction and the concept of criticality. Quiz 2 (15 min.): A short quiz on the topics covered in the lesson will be held at the end of the class.	Fission.
8	Midterm Exam 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Nuclear Fusion: Basic Fusion Processes, Fusion Conditions. In-Class Practice (5 min.): Calculation of the temperature required for a fusion reaction. Quick Practice: (10 min.): Discussion of the potential advantages of fusion energy and literature studies.	1. Recall the concept of tunneling. 2. Recall Coulomb potential calculations. Source: Coursebook, Chapter 14: Nuclear Fusion.
10	Lecture: Fusion Characteristics: Lawson Criterion, Plasma Confinement Methods. In-Class Practice (5 min.): Magnetic confinement (tokamak) and inertial confinement. Quick Practice: (10 min.): Engineering challenges in fusion reactors.	1. Recall last week's fusion formation processes. Source: Coursebook, Chapter 14: Nuclear Fusion.
11	Lecture: Controlled Fusion Reactors: ITER and DEMO Projects. In-Class Practice (5 min.): Investigation of fusion processes in stars. Quick Practice: (10 min.): The relationship between nuclear-astrophysics and fusion.	1. Review literature studies on current Fusion Reactors. Source: Coursebook, Chapter 14/19: Fusion and Astrophysics.
12	Lecture: Nuclear Astrophysics: Element Synthesis in Stellar Interiors, Particle Physics. Quick Practice: (10 min.): Investigation of the role of supernova explosions in element synthesis. Quiz 3 (15 min.): A short quiz on the topics covered in the lesson will be held at the end of the class.	1. Recall stellar evolution stages. Source: Coursebook, Chapter 19: Nuclear Astrophysics.
13	Lecture: Stellar Nucleosynthesis: Synthesis of Elements Heavier Than Iron. In-Class Practice (5 min.): Comparison of element synthesis mechanisms via s-, r-, and p-processes. Quick Practice: (10 min.): The origin of heavy elements on Earth.	1. Recall the steps of hydrogen burning. Source: Coursebook, Chapter 19: Stellar Nucleosynthesis.
14	Lecture: Particle Accelerators: Electrostatic, Cyclotron, Linear Accelerators. In-Class Practice (5 min.): Calculation of the relationship between cyclotron frequency and magnetic field. Quick Practice: (10 min.): The importance of modern large accelerator experiments (CERN, LHC) for nuclear physics research.	1. Recall the operating principles Recall the operating principles of electrostatic accelerators (Van de Graaff) and circular accelerators. Source: Coursebook, Chapter 15: Accelerators.



15	Lecture: General Review, Project Presentations.	1. Current articles: Research in Nuclear astrophysics and Fusion/fission process.
16	Final	Review of all topics covered.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Sayı	Number	Duration (Hour)
Course Hours	14	2	28
Laboratory			
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	3	42
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments	12	3	36
Quizzes/Studio Critics	3	6	18
Project			
Presentations / Seminar	1	5	5
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	10	10
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Total Workload:			154
Total Workload / 30(h):			5,13
ECTS Credit:			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖC-1	DÖC-2	DÖC-3	DÖC-4	DÖC-5	DÖC-6	DÖC-7
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>
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>3</u>	<u>3</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>3</u>	<u>4</u>	<u>4</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.	=	=	=	<u>3</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>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</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.	=	=	=	=	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
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>
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.	=	=	=	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</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>3</u>	<u>3</u>	<u>3</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.	=	=	=	<u>4</u>	<u>4</u>	=	=