



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik Bölümü
DERSİN ADI	Hızlandırıcıların Medikal ve Endüstriyel Uygulamaları
DERSİN KODU	FIZ1114
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	Ayben KARASU UYSAL
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilere parçacık hızlandırıcılarının tıbbi ve endüstriyel uygulamalarını anlamalarını sağlamaktır. Ders, parçacık hızlandırıcılarının temel prensiplerini, çalışma mekanizmalarını ve bu teknolojinin çeşitli sektörlerdeki pratik uygulamalarını kapsar. Radyoterapi, malzeme analizi, gıda sterilizasyonu ve daha birçok alanda kullanılan parçacık hızlandırıcıları hakkında öğrencilere ileri düzeyde bilgi ve beceriler kazandırmayı hedefler.
DERSİN İÇERİĞİ	Parçacık hızlandırıcılarına giriş ve temel kavramlar; hızlandırıcıların işleyişi ve temel bileşenler; radyoterapi ve parçacık hızlandırıcıları; endüstriyel uygulamalar; malzeme analizi ve işleme; gıda sterilizasyonu ve işleme; elektron demeti ile kaynak ve kesim uygulamaları; parçacık hızlandırıcılarının güvenliği; radyasyon güvenliği ve hızlandırıcı operasyonları; sinirbilimde parçacık hızlandırıcıları; gelişmiş uygulamalar ve projeler; radyasyon terapisi yöntemleri ve yenilikçi uygulamalar; hızlandırıcı teknolojilerinin çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik; parçacık hızlandırıcılarındaki son teknolojik gelişmeler; gelecekteki potansiyel uygulamalar.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: [1] Wilson, Edmund. <i>Introduction to Particle Accelerators</i> . 1. baskı, Oxford University Press, 2001. Zorunlu Kaynaklar: [1] Wiedemann, Helmut. <i>Particle Accelerator Physics</i> . 3. baskı, Springer, 2007. [2] Amaldi, Ugo ve Sonia Daidone. <i>Medical Applications of Particle Beams</i> . 1. baskı, CRC Press, 2010. Önerilen Kaynaklar: [1] Schmüser, Peter, Martin Dohlus ve Jörg Rossbach. <i>Ultraviolet and Soft X-Ray Free-Electron Lasers: Introduction to Physical Principles, Experimental Results, Technological Challenges</i> . 1.



baskı, Springer, 2008.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Parçacık hızlandırıcılarının temel fizik prensiplerini ve bu teknolojilerin çalışma mekanizmalarını ifade edebileceklerdir.
2. Parçacık hızlandırıcılarının medikal ve endüstriyel alanlardaki kullanımını, uygulama örnekleri üzerinden açıklayabileceklerdir.
3. Radyoterapi, malzeme analizi, gıda sterilizasyonu gibi spesifik uygulamalarda parçacık hızlandırıcılarının işleyişini analiz edebileceklerdir.
4. Parçacık hızlandırıcılarıyla ilgili güvenlik standartlarını ve operasyonel protokolleri uygulayabileceklerdir.
5. Parçacık hızlandırıcılarının gelecekteki projeksiyonlarını, teknolojik gelişmeleri ve sürdürülebilirlik boyutlarını açıklayabileceklerdir.

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	6	-
Ödev:		
Sunum/Jüri: • İçerik: Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmelerinin ve sunum yapmalarının istenmesi • Format: Öğrenci sunumları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi -Sunum tekniklerinin doğru kullanılması	1	%30
Proje:		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (90 dakika)	1	%30



Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının 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: Giriş ve Temel Kavramlar. Parçacık hızlandırıcılarının genel tanıtımı. Hızlandırıcı türleri ve temel prensipler. Medikal ve endüstriyel uygulamalara giriş. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Farklı hızlandırıcı türlerinin (linac, synchrotron, cyclotron) temel prensiplerine dair şematik gösterimler üzerinden kısa örnekleme yaptırılması; hızlandırıcı türlerine uygun parçacık yollarının çizdirilmesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Parçacık hızlandırıcılarının temel bilimsel araştırmalar ile medikal ve endüstriyel uygulamalardaki farklı işlevleri üzerine kısa bir tartışma yapılması.	1. Parçacık hızlandırıcılarının temel çalışma prensipleri, türleri ve yapısal farkları hakkında genel bilgi edinilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 1-16.	
2	Konu Anlatımı: Hızlandırıcıların İşleyişi ve Temel Bileşenler. Lineer ve dairesel hızlandırıcıların işleyişi. Elektron, proton ve ağır iyon hızlandırıcıları. Hızlandırıcılarda kullanılan temel bileşenler. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Lineer ve dairesel hızlandırıcılar için temel bileşenlerin (radyo-frekans boşlukları, manyetik yönlendiriciler, vakum sistemleri vb.) işlevlerini gösteren diyagramlar üzerinden örnekleme yaptırılması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Lineer ve dairesel hızlandırıcıların avantaj ve dezavantajlarının medikal ve endüstriyel uygulamalar bağlamında karşılaştırılması; farklı parçacık türleri (elektron, proton, iyon) için neden farklı hızlandırıcı türlerinin tercih edildiğine ilişkin kısa bir tartışma yapılması. Kısa Sınav 1 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Lineer ve dairesel hızlandırıcıların temel işleyiş prensiplerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 29-38. 2. Elektron, proton ve ağır iyon hızlandırıcılarına dair bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 38-45. 3. Hızlandırıcı bileşenlerinin temel görevlerine ilişkin kısımların incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 45-52. 4. Kısa Sınav 1 için ön hazırlık: (Hızlandırıcıların temel işleyişi, hızlandırıcı türleri ve bileşenleri) Kaynak: Ders Kitabı, 29-52.	
3	Konu Anlatımı: Radyoterapi ve Parçacık Hızlandırıcıları. Radyoterapi prensipleri. Proton terapisi ve avantajları. Nötron terapisi ve endikasyonları. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Proton ve nötron terapisi için kullanılan hızlandırıcı türleri ve tedavi sistemlerinin şematik gösterimleri üzerinden temel prensiplerin örneklemelemlerle açıklanması; farklı parçacıkların tedavi etkinlikleri üzerine kısa karşılaştırmalar yapılması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Proton terapisi ve nötron terapisinin avantajları, endikasyonları ve klinik uygulamalardaki sınırlılıkları üzerine sınıf genelinde kısa bir tartışma yapılması.	1. Radyoterapinin temel prensipleri ve parçacık hızlandırıcılarının medikal uygulamalardaki rolleri hakkında ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders Kitabı, 145-158. 2. Proton terapisi ve nötron terapisine dair tedavi yöntemleri ve klinik uygulama alanlarının ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 158-170.	
4	Konu Anlatımı: Endüstriyel Uygulamalar. Malzeme Analizi ve İşleme. Malzeme analizi ve karakterizasyonu. Parçacık hızlandırıcılarıyla malzeme işleme uygulamaları.	1. Malzeme analizi ve karakterizasyon yöntemlerine dair temel kavramların hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders	



	Sınıf-içi Uygulama (5 dk): Parçacık hızlandırıcıları kullanılarak gerçekleştirilen malzeme analiz yöntemlerine yönelik örnek vakalar üzerinde bileşenlerin ve ölçüm tekniklerinin işlevlerinin örneklemelerle gösterilmesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Malzeme işleme süreçlerinde parçacık hızlandırıcılarının avantajları ve sınırlılıkları ile bu teknolojinin endüstriyel üretime etkileri üzerine kısa bir tartışma yapılması. Kısa Sınav 2 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	Kitabı, 170–182. 2. Parçacık hızlandırıcılarıyla malzeme işleme uygulamalarının temel prensiplerinin ve örneklerinin ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 182–194. 3. Kısa Sınav 2 için ön hazırlık: (Endüstriyel uygulamalar kapsamında malzeme analizi, karakterizasyon ve parçacık hızlandırıcılarıyla malzeme işleme yöntemleri) Kaynak: Ders Kitabı, 170-194.
5	Konu Anlatımı: Endüstriyel Uygulamalar. Gıda Sterilizasyonu ve İşleme. Gıda sterilizasyonu prensipleri. Elektron ışıını ile gıda işleme uygulamaları. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Elektron ışıını ile gıda sterilizasyonu süreçlerine dair uygulama örnekleri üzerinden sterilizasyonun temel prensiplerinin ve teknolojik gereksinimlerin örneklemelerle gösterilmesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Gıda sterilizasyonunda elektron ışıını teknolojisinin avantajları ve sınırlılıkları üzerine kısa bir tartışma yapılması; alternatif sterilizasyon yöntemleriyle karşılaştırılması.	1. Gıda sterilizasyonunun temel prensipleri ve elektronik ışıını uygulamalarına dair ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders Kitabı, 195–205. 2. Elektron ışıını ile gıda işleme teknolojilerinin uygulama alanları ve etkililiği üzerine ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 205–215.
6	Konu Anlatımı: Elektron Demeti ile Kaynak ve Kesim Uygulamaları. Elektron demeti kullanarak kaynak prensipleri. Elektron demeti ile malzeme kesme uygulamaları. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Elektron demeti kaynak ve kesim sistemlerinin çalışma prensiplerini gösteren diyagram ve video örnekleri üzerinden, bu teknolojilerin malzeme işleme süreçlerindeki etkilerinin analiz edilmesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Elektron demeti teknolojisinin diğer kaynak ve kesim yöntemlerine göre avantajları ve sınırlılıkları ile endüstrideki uygulama alanları üzerine kısa bir tartışma yapılması. Kısa Sınav 3 (15 dk.): Ters yüz edilmiş öğrenme (flipped learning) yöntemi çerçevesinde, ders başında öğrenciye ön hazırlık olarak verilen “Elektron demeti ile kaynak prensipleri” ve “elektron demeti ile malzeme kesme uygulamaları” konularını kapsayan, kısa cevaplı ve kavram temelli sorulardan oluşan bir kısa sınav yapılması.	1. Elektron demeti kaynak prensipleri ve malzeme kesme tekniklerine ilişkin temel kavramların hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders Kitabı, 215–225. 2. Elektron demeti uygulamalarının endüstriyel süreçlerde kullanımı ve avantajlarına dair ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 225–235. 3. Kısa Sınav 3 için ön hazırlık: (Elektron demeti kaynak prensipleri, malzeme kesme teknikleri ve uygulamaları) Kaynak: Ders Kitabı, 215-235.
7	Konu Anlatımı: Parçacık Hızlandırıcılarının Güvenliği. Radyasyon güvenliği prensipleri. Hızlandırıcı operasyonlarında güvenlik protokolleri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Parçacık hızlandırıcılarında kullanılan temel radyasyon koruma yöntemlerinin ve güvenlik ekipmanlarının tanıtılması; örnek vaka analizleriyle güvenlik protokollerinin işleyişinin gösterilmesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Hızlandırıcı operasyonlarında radyasyon riskleri ve güvenlik önlemlerinin etkinliği üzerine kısa bir tartışma yapılması.	1. Radyasyon güvenliği prensipleri ve hızlandırıcı operasyonlarındaki özel uygulamalar hakkında ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders Kitabı, 240–255. 2. Hızlandırıcı tesislerinde uygulanan güvenlik protokollerine ilişkin bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 255–270.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Radyasyon Güvenliği ve Hızlandırıcı Operasyonları. Hızlandırıcı operasyonlarındaki radyasyon güvenliği. Güvenli operasyon ve protokoller. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Hızlandırıcı operasyonlarında uygulanan radyasyon güvenliği protokollerine dair vaka analizleri ve simülasyonlar üzerinden örneklemeler yapılması; güvenliğin sağlanmasında kullanılan teknolojik ve idari önlemlerin tanıtılması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Farklı hızlandırıcı tesislerinde radyasyon güvenliği uygulamalarının karşılaştırılması ve bu protokollerin etkinliğinin değerlendirilmesi üzerine kısa bir tartışma yapılması.	1. Radyasyon güvenliği prensipleri ve hızlandırıcı operasyonlarında alınan önlemler hakkında temel bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders Kitabı, 270–280. 2. Hızlandırıcı tesislerinde güvenlik kültürü ve protokol uygulamalarına dair bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 280–290.
10	Konu Anlatımı: Sinirbilimde Parçacık Hızlandırıcıları. Sinirbilim uygulamaları ve parçacık hızlandırıcıları. Beyin kanserlerinin tedavisi.	1. Sinirbilimde parçacık hızlandırıcılarının temel uygulama alanları ve beyin kanseri tedavisinde



	Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Sinirbilimde parçacık hızlandırıcılarının kullanım alanları ile beyin kanseri tedavisinde proton terapisi ve diğer hızlandırıcı bazlı yöntemlerin karşılaştırmalı incelenmesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Parçacık hızlandırıcı teknolojilerinin sinirbilim ve onkoloji alanlarındaki uygulamalarının avantajları, zorlukları ve gelecekteki potansiyel kullanım alanları üzerine kısa bir tartışma yapılması. Kısa Sınav 4 (15 dk.): ers yüz edilmiş öğrenme (flipped learning) yöntemi çerçevesinde, ders başında öğrenciye verilen ön hazırlık görevinde yer alan konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	kullanılan yöntemler hakkında ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders Kitabı, 300–312. 2. Proton terapisi ve diğer hızlandırıcı bazlı tedavi tekniklerinin çalışma prensiplerine dair ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 312–325. 3. Kısa Sınav 4 için ön hazırlık: (Sinirbilimde hızlandırıcı uygulamaları) Kaynak: Ders Kitabı, 300-325.
11	Konu Anlatımı: Gelişmiş Uygulamalar ve Projeler. Parçacık hızlandırıcılarının gelecekteki potansiyel projeleri. Gelişmiş tıbbi ve endüstriyel uygulamalar. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Gelecekteki parçacık hızlandırıcı projeleri ve yenilikçi medikal/endüstriyel uygulama alanları üzerine örnek vakalar ve teknolojik gelişmelerin sınıfta sunulması ve tartışılması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Parçacık hızlandırıcı teknolojilerinin potansiyel yeni kullanım alanları, etik ve ekonomik boyutları ile sürdürülebilirlik perspektifleri üzerine kısa bir tartışma yapılması.	1. Parçacık hızlandırıcılarının gelişen teknolojileri ve gelecekteki projeksiyonlarına dair kavramların hatırlanması, Kaynak: Ders Kitabı, 330–345. 2. Tıbbi ve endüstriyel uygulamalarda yeni nesil hızlandırıcı projelerinin ilgili bölümlerinin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 345–360.
12	Konu Anlatımı: Radyasyon terapisi yöntemleri ve yenilikçi uygulamalar. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Radyasyon terapisi yöntemlerinin (örneğin, konformal radyoterapi, proton terapisi, yoğunluk modüleli radyoterapi) temel prensiplerinin ve klinik uygulamalarının örnek vakalar üzerinden gösterilmesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Yenilikçi radyasyon terapisi tekniklerinin avantajları, sınırlamaları ve hastaya etkileri üzerine sınıfça kısa bir tartışma yapılması. Kısa Sınav 5 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Radyasyon terapisi yöntemleri ve temel fizik prensiplerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması, Kaynak: Ders Kitabı, 360–375. 2. Yenilikçi uygulamalara dair güncel gelişmelerle ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 375–385. 3. Kısa Sınav 5 için ön hazırlık: (Radyasyon terapisi yöntemleri) Kaynak: Ders Kitabı, 360-385.
13	Konu Anlatımı: Hızlandırıcı teknolojilerinin çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik. Sınıf-içi Uygulama: (5 dk) Parçacık hızlandırıcılarının enerji tüketimi, atık yönetimi ve çevresel etkilerine yönelik vaka analizleri ve sürdürülebilirlik uygulamalarının sınıf içinde örneklemelerle incelenmesi. Sınıf-içi Tartışma: (5 dk.) Hızlandırıcı teknolojilerinin çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik stratejileri üzerine sınıf genelinde kısa bir tartışma yapılması.	1. Hızlandırıcı teknolojilerinin enerji verimliliği ve çevresel etkilerine dair temel kavramların hatırlanması, Kaynak: Ders Kitabı, 390–400. 2. Sürdürülebilirlik ilkeleri ve hızlandırıcı projelerinde çevre dostu uygulamaların ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 400–410.
14	Konu Anlatımı: Parçacık hızlandırıcılarındaki son teknolojik gelişmeler. Gelecekteki potansiyel uygulamalar. Sınıf-içi Uygulama: (5 dk) Son teknoloji hızlandırıcı sistemlerinin çalışma prensipleri ve avantajları üzerine vaka analizleri yapılması; lazer plazma hızlandırıcılar gibi yenilikçi teknolojilerin temel özelliklerinin sınıfta örneklemelerle açıklanması. Sınıf-içi Tartışma: (5 dk.) Parçacık hızlandırıcılarının gelecekteki uygulama alanları ve teknolojik gelişmelerin bilimsel araştırmalar ile medikal ve endüstriyel kullanıma etkileri üzerine kısa bir tartışma yapılması. Kısa Sınav 6 (15 dk.) Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Parçacık hızlandırıcılarındaki son teknolojik gelişmeler ve temel çalışma prensiplerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi, Kaynak: Ders Kitabı, 410–425 2. Gelecekteki potansiyel uygulamalara dair ilgili bölümlerin okunması, Kaynak: Ders Kitabı, 425–440. 3. Kısa Sınav 6 için ön hazırlık: (Hızlandırıcılardaki gelişmeler) Kaynak: Ders Kitabı, 410-440.
15	Öğrenci sunumlarının dinlenmesi. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Her sunumun ardından, sunum yapan öğrenciye kısa bir geri bildirim verilmesi ve temel kavramlara dair kısa bir hatırlatma yapılması.	1. Öğrencilerin sunacakları konulara ilişkin literatür taraması yapmaları ve içerik çerçevesini netleştirmeleri. 2. Sunum materyallerinin (slayt, grafik, şema vb.) hazırlanması, zaman yönetimi ve açık anlatım



	Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Sunum konusuyla ilişkili olarak sınıf genelinde kısa bir tartışma yapılması; sunumun ele aldığı problemin alternatif çözüm yolları veya deneysel doğrulama yöntemleri üzerine düşünülmesi.	konusunda prova yapılması.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuar			
Uygulama (sözlü Sınav)			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	3	42
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	6	2	12
Projeler			
Sunum / Seminer	1	20	20
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Toplam İş yükü:			156
Toplam İş yükü / 30(s):			5,2
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Department of Physics
TITLE OF COURSE	Medical and Industrial Applications of Particle Accelerators
CODE	FIZ1114
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	Ayben KARASU UYSAL
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to enable students to comprehend the medical and industrial applications of particle accelerators. The course covers the fundamental principles, operation mechanisms, and practical applications of particle accelerators in various sectors. Particle accelerators, used in areas such as radiotherapy, material analysis, and food sterilization, aim to equip students with advanced knowledge and skills in the field.
COURSE CONTENT	Introduction to particle accelerators and fundamental concepts; operation and basic components of accelerators; radiotherapy and particle accelerators; industrial applications; material analysis and processing; food sterilization and processing; electron beam welding and cutting applications; safety of particle accelerators; radiation safety and accelerator operations; particle accelerators in neuroscience; advanced applications and projects; radiation therapy methods and innovative applications; environmental impacts and sustainability of accelerator technologies; latest technological developments in particle accelerators; future potential applications.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: [1] Wilson, Edmund. <i>Introduction to Particle Accelerators</i> . 1st edition, Oxford University Press, 2001. Required Readings: [1] Wiedemann, Helmut. <i>Particle Accelerator Physics</i> . 3rd edition, Springer, 2007. [2] Amaldi, Ugo ve Sonia Daidone. <i>Medical Applications of Particle Beams</i> . 1st edition, CRC Press, 2010. Recommended Readings:



[1] Schmüser, Peter, Martin Dohlus and Jörg Rossbach. *Ultraviolet and Soft X-Ray Free-Electron Lasers: Introduction to Physical Principles, Experimental Results, Technological Challenges*. 1st edition, Springer, 2008.

Course Learning Outcomes

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

1. Explain the fundamental physical principles of particle accelerators and the working mechanisms of these technologies.
2. Explain the use of particle accelerators in medical and industrial fields through application examples.
3. Analyze the operation of particle accelerators in specific applications such as radiotherapy, material analysis, and food sterilization.
4. Apply safety standards and operational protocols related to particle accelerators.
5. Explain future projections, technological developments, and sustainability aspects of particle accelerators.

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	6	-
Homework Assignments:		
Presentations/Jury: • Content: Students will be asked to evaluate their own learning processes and deliver presentations • Format: Student presentations • Detailed Assessment Criteria: -Ability to accurately explain the topics learned -Proper use of presentation techniques	1	%30
Project:		
Seminar/Workshop		
Midterms: • Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week • Format: Face-to-face written exam. (90 minutes).	1	%30



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		
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 and Fundamental Concepts. General overview of particle accelerators. Types of accelerators and basic principles. Introduction to medical and industrial applications. Quick Practice (5 minutes): Short sampling exercises through schematic representations of different accelerator types (linac, synchrotron, cyclotron); drawing particle trajectories suitable for each accelerator type. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on the different roles of particle accelerators in fundamental scientific research versus medical and industrial applications.	Gaining general knowledge about the fundamental working principles, types, and structural differences of particle accelerators, Source: Coursebook, 1–16.
2	Lecture: Operation and Basic Components of Accelerators. Operation of linear and circular accelerators. Electron, proton, and heavy ion accelerators. Basic components used in accelerators. Quick Practice (5 minutes): Conduct sampling exercises using diagrams that demonstrate the functions of basic components (radio-frequency cavities, magnetic steering, vacuum systems, etc.) for linear and circular accelerators. In-Class Discussion (5 minutes): Brief discussion comparing the advantages and disadvantages of linear and circular accelerators in the context of medical and industrial applications; discussion on why different accelerator types are preferred for different particle types (electron, proton, ion). Quiz 1 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	- Recall and activate prior knowledge about the fundamental operating principles of linear and circular accelerators, Source: Coursebook, 29–38. - Read sections about electron, proton, and heavy ion accelerators, Source: Coursebook, 38–45. - Review sections related to the fundamental roles of accelerator components, Source: Coursebook, 45–52. Preparation for Quiz 1: (on the concepts of fundamental operation, types, and components of accelerators), Source: Coursebook, 29–52.
3	Lecture: Radiotherapy and Particle Accelerators. Principles of radiotherapy. Proton therapy and its advantages. Neutron therapy and indications. Quick Practice (5 minutes): Explanation of the	- Recall and activate prior knowledge about the fundamental principles of radiotherapy and the role of particle accelerators in medical applications, Source: Coursebook, 145–158. - Read the relevant sections on treatment methods and



	fundamental principles using schematic diagrams of accelerator types and treatment systems used for proton and neutron therapy; brief comparisons of treatment effectiveness of different particles. In-Class Discussion (5 minutes): A brief class-wide discussion on the advantages, indications, and clinical limitations of proton and neutron therapy.	clinical applications of proton therapy and neutron therapy, Source: Coursebook, 158–170.
4	Lecture: Industrial Applications. Material Analysis and Processing. Material analysis and characterization. Material processing applications using particle accelerators. Quick Practice (5 minutes): Demonstration of the functions of components and measurement techniques through case studies of material analysis methods performed using particle accelerators. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on the advantages and limitations of particle accelerators in material processing and their impact on industrial production. Quiz 2 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Recall and activate fundamental concepts of material analysis and characterization methods. Source: Coursebook, 170–182. 2. Read sections on fundamental principles and examples of material processing applications using particle accelerators. Source: Coursebook, 182–194. 3. Preparation for Quiz 2: (Material analysis, characterization, and particle accelerator-based material processing methods within the scope of industrial applications) Source: Coursebook, 170-194.
5	Lecture: Industrial Applications. Food Sterilization and Processing. Principles of food sterilization. Food processing applications using electron beams. Quick Practice (5 minutes): Demonstration of the fundamental principles of sterilization and technological requirements through application examples of electron beam food sterilization processes. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on the advantages and limitations of electron beam technology in food sterilization; comparison with alternative sterilization methods.	1. Recall and activate prior knowledge of the fundamental principles of food sterilization and electron beam applications. Source: Coursebook, 195–205. 2. Read relevant sections on the application areas and effectiveness of electron beam food processing technologies. Source: Coursebook, 205–215.
6	Lecture: Electron Beam Welding and Cutting Applications. Principles of welding using electron beams. Material cutting applications with electron beams. Quick Practice (5 minutes): Analysis of the effects of electron beam welding and cutting technologies on material processing through diagrams and video examples demonstrating their working principles. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on the advantages and limitations of electron beam technology compared to other welding and cutting methods and its applications in industry. Quiz 3 (15 minutes): A short quiz at the beginning of the lesson, covering topics assigned as pre-class preparation within the flipped learning framework.	1. Recall and activate fundamental concepts related to electron beam welding principles and material cutting techniques. Source: Coursebook, 215–225. 2. Read relevant sections on the industrial use and advantages of electron beam applications. Source: Coursebook, 225–235. 3. Preparation for Quiz 3: (Electron beam welding principles, material cutting techniques, and applications Source: Coursebook, 212-218.
7	Lecture: Safety of Particle Accelerators. Principles of radiation safety. Safety protocols in accelerator operations. Quick Practice (5 minutes): Introduction of fundamental radiation protection methods and safety equipment used in particle accelerators; demonstration of the implementation of safety protocols through case study analyses. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on radiation risks in accelerator operations and the effectiveness of safety measures.	1. Recall and activate prior knowledge about radiation safety principles and specific applications in accelerator operations. Source: Coursebook, 240–255. 2. Read sections related to safety protocols implemented in accelerator facilities. Source: Coursebook, 255–270.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.



9	Lecture: Radiation Safety and Accelerator Operations. Radiation safety in accelerator operations. Safe operation and protocols. Quick Practice (5 minutes): Case studies and simulations on radiation safety protocols applied in accelerator operations; introduction of technological and administrative measures used to ensure safety. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion comparing radiation safety practices at different accelerator facilities and evaluating the effectiveness of these protocols.	1. Recall and activate fundamental knowledge about radiation safety principles and precautions taken in accelerator operations. Source: Coursebook, 270–280. 2. Read sections on safety culture and protocol implementations in accelerator facilities. Source: Coursebook, 280–290.
10	Lecture: Particle Accelerators in Neuroscience. Neuroscience applications and particle accelerators. Treatment of brain cancers. Quick Practice (5 minutes): Comparative analysis of the use of particle accelerators in neuroscience and proton therapy and other accelerator-based methods in brain cancer treatment. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on the advantages, challenges, and future potential applications of particle accelerator technologies in neuroscience and oncology. Quiz 4 (15 minutes): A short quiz at the beginning of the lesson, covering topics assigned as pre-class preparation within the flipped learning framework.	1. Recall and activate prior knowledge about the fundamental application areas of particle accelerators in neuroscience and methods used in brain cancer treatment. Source: Coursebook, 300–312. 2. Read relevant sections on proton therapy and other accelerator-based treatment techniques and their working principles. Source: Coursebook, 312–325. 3. Preparation for Quiz 4: (Accelerator applications in neuroscience). Source: Coursebook, 300–325.
11	Lecture: Advanced Applications and Projects. Future potential projects of particle accelerators. Advanced medical and industrial applications. Quick Practice (5 minutes): Presentation and discussion of case studies and technological developments related to future particle accelerator projects and innovative medical/industrial application areas. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on potential new application areas of particle accelerator technologies, ethical and economic dimensions, and sustainability perspectives.	1. Recall concepts related to evolving particle accelerator technologies and future projections. Source: Coursebook, 330–345. 2. Read relevant sections on next-generation accelerator projects in medical and industrial applications. Source: Coursebook, 345–360.
12	Lecture: Radiation Therapy Methods and Innovative Applications. Quick Practice (5 minutes): Presentation of the fundamental principles and clinical applications of radiation therapy methods (e.g., conformal radiotherapy, proton therapy, intensity-modulated radiotherapy) through case studies. In-Class Discussion (5 minutes): A brief class discussion on the advantages, limitations, and patient impacts of innovative radiation therapy techniques. Quiz 5 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Recall prior knowledge of radiation therapy methods and basic physical principles. Source: Coursebook, 360–375. 2. Read sections on recent developments related to innovative applications. Source: Coursebook, 375–385. 3. Preparation for Quiz 5: (Radiation therapy methods) Source: Coursebook, 360–385.
13	Lecture: Environmental Impacts and Sustainability of Accelerator Technologies. Quick Practice (5 minutes): Case studies and examples in class analyzing particle accelerators' energy consumption, waste management, and environmental impacts; examination of sustainability practices. In-Class Discussion (5 minutes): A brief class-wide discussion on the environmental impacts of accelerator technologies and sustainability strategies.	1. Recall basic concepts related to energy efficiency and environmental impacts of accelerator technologies. Source: Coursebook, 390–400. 2. Read relevant sections on sustainability principles and eco-friendly practices in accelerator projects. Source: Coursebook, 400–410.



14	Lecture: Latest Technological Developments in Particle Accelerators. Future Potential Applications. Quick Practice (5 minutes): Case studies on the operating principles and advantages of cutting-edge accelerator systems; explanation of fundamental features of innovative technologies such as laser plasma accelerators through in-class examples. In-Class Discussion (5 minutes): A brief discussion on future application areas of particle accelerators and the impact of technological advances on scientific research as well as medical and industrial uses. Quiz 6 (15 minutes) A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Recall and activate prior knowledge about the latest technological developments in particle accelerators and their fundamental operating principles. Source: Coursebook, 410–425. 2. Read relevant sections on future potential applications. Source: Coursebook, 425–440. 3. Preparation for Quiz 6: (Developments in accelerators) Source: Coursebook, 410–440.
15	Student Presentations. In-Class Activity (15 minutes): After each presentation, brief feedback will be given to the presenting student along with a short reminder of fundamental concepts. In-Class Discussion (5 minutes): A short class-wide discussion related to the presentation topic; considering alternative solutions or experimental verification methods for the problem addressed in the presentation.	1. Conduct a literature review on their presentation topics and clarify the content framework. 2. Preparation of presentation materials (slides, graphics, diagrams, etc.), rehearsal on time management and clear communication.
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	6	2	12
Project			
Presentations / Seminar	1	20	20
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Total Workload:			156
Total Workload / 30(h):			5.2
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>
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>4</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>3</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>5</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>5</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</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	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>



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 energy technologies, advanced materials design, nuclear technology, and quantum technologies.					
PC-6 Fizik alanında yaygın olarak kullanılan bilgisayar ve yapay zekâ teknolojileri ile en az bir programlama dilini, 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>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>4</u>
PC-7 Fizik ve ilgili alanlardaki kariyer fırsatlarını değerlendirerek kişisel ve mesleki gelişim hedeflerini belirleyebilecekler 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>3</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	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>



and justice and in accordance with professional ethical principles, quality standards, and universal values by taking into account potential legal and societal consequences of their scientific research and professional activities.					
PC-9 Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir./ Work effectively both independently and as part of a team.	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
PC-10 Fizik alanında, güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatür taraması yapabilecekler 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>
PC-11 İleri düzey fizik konularını, teorileri, araştırmaları ve problem çözümlerini, fizik terminolojisi kullanarak Türkçe ve İngilizcede tüm paydaşlara sözlü ve yazılı olarak 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>
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>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>