



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Yüksek Enerji Fizikinde Veri Analiz Yöntemleri
DERSİN KODU	FIZ1120
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz, Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @ İstatistik Lisans Programı (%30 İngilizce) Seçmeli @ Fizik Lisans Programı Seçmeli @ Moleküler Biyoloji ve Genetik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık Alan Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Fizik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Salim ÇERÇİ
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilerin yüksek enerji fizikinde elde edilen büyük veri setlerinin işlenmesi, analizi ve yorumlanmasına yönelik temel yöntem ve teknikleri öğrenmelerini sağlamaktır. Ayrıca, öğrencilerin deneysel yüksek enerji fiziği çalışmalarında kullanılan istatistiksel yöntemleri, yazılım araçlarını ve veri işleme süreçlerini kavrayarak, bu bilgileri araştırma ve proje çalışmalarında uygulayabilecek düzeye ulaşmaları hedeflenmektedir.
DERSİN İÇERİĞİ	Yüksek enerji fizikinde veri toplama ve veri akışı süreçleri; veri analizi için kullanılan yazılım araçları (ROOT, Python vb.); temel istatistiksel yöntemler ve hata analizi; Monte Carlo simülasyonları ile deneysel süreçlerin modellenmesi; veri temizleme ve ön işleme teknikleri; olay seçimi ve ayrıştırma yöntemleri; makine öğrenmesi yaklaşımlarının veri analizinde kullanımı; deneysel sonuçların raporlanması ve yorumlanması.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitapları: [1] Cowan, G., <i>Statistical Data Analysis</i> , Oxford University Press, 1998. [2] Behnke, O., Kroninger, K., Schott, G., Schorner-Sadenius, T., <i>Data Analysis in High Energy Physics: A Practical Guide to Statistical Methods</i> , 1st Edition, 2013. Zorunlu Kaynaklar: [1] Barlow, R., <i>Statistics: A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences</i> , Wiley, 1999. [2] Lyons, L., <i>Statistics for Nuclear and Particle Physicists</i> , Cambridge University Press, 1989. Önerilen Kaynaklar: [1] James, F., <i>Statistical Methods in Experimental Physics</i> , World Scientific, 2006.



- [2] Behnke, O., Kroninger, K., Schott, G., Schorner-Sadenius, T., *Data Analysis in High Energy Physics: A Practical Guide to Statistical Methods*, Wiley-VCH, 2013.
- [3] Cowan, G., *Lecture Notes on Data Analysis*, Royal Holloway University of London, 2002.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Yüksek enerji fiziğinde veri analizine yönelik temel kavramları tanımlayabileceklerdir.
2. İstatistiksel yöntemleri kullanarak deneysel verileri değerlendirebileceklerdir.
3. Veri ön işleme ve temizleme tekniklerini uygulayabileceklerdir.
4. Olasılık dağılımlarını ve hata analizlerini deneysel verilere uyarlayabileceklerdir.
5. Monte Carlo simülasyonlarını veri analizi sürecinde kullanabileceklerdir.
6. Büyük ölçekli veri kümelerini analiz etmek için yazılım araçlarını kullanabileceklerdir.
7. Deneysel verilerden fiziksel parametreleri çıkarabileceklerdir.
8. Veri analizi sonuçlarını bilimsel bir rapor formatında sunabileceklerdir.
9. Yüksek enerji fiziğinde güncel veri analizi yaklaşımlarını 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	%5
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: Yazılı yada sözlü sınav • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	2	%10



Ödev: • İçerik: Derste işlenen temel kavramların eleştirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-İçİ ve disiplinlerarası alanlarda örneklerinin bulunmasını içeren ödevlerin verilmesi • Format: Yazılı raporlar • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Konu kapsamının doğruluğu, literatüre uygunluk, kavramsal derinlik - Konuyu analiz etme, farklı hızlandırıcı tiplerini karşılaştırma, teoriyi uygulamalarla ilişkilendirme -Raporun yapısı, yazım kurallarına uygunluk, görsel/şemaların kullanımı, kaynak gösterme.	2	%10
Sunum/Jüri: • İçerik: Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmelerinin ve sunumları yapmalarının istenmesi • Format: Bireysel sunumlar • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi -Sunum tekniklerinin doğru kullanılması	1	%15
Proje:		
Seminer/Workshop:		
Ara Sınavlar: • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan parçacık hızlandırıcılarının temel parametreleri, hızlandırma elektrodinamiği, hızlandırıcı tipleri ve uygulamalarına yönelik kavramsal ve problem çözme soruları. • Format: Yazılı Sınav • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Tüm ders kapsamındaki temel tanım, kavram ve ilkeleri hatırlama. -Kavramlar arası ilişki kurma, verileri analiz etme, teoriyi uygulamalarla bağdaştırma. -Modelleme ve problem çözme becerisi, hesaplamaların doğruluğu, sonuçların fiziksel yorumlanması	1	%20
Final: • İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yazılı Sınav • 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: Yüksek enerji fiziğinde veri toplama ve veri akışı. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Deneysel bir veri akış şemasının incelenmesi. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Veri akışındaki temel zorlukların değerlendirilmesi	1. Temel parçacık tablosunu incelemek, Kaynak: “Introduction to Elementary Particles” – D. Griffiths, Bölüm 1-2 Ek Kaynak: Particle Data Group (PDG) online tables. 2. Veri toplama yöntemlerinin incelenmesi ve deneysel dedektörlerden veri akışına giriş. Kaynak: Franklin & Hall, <i>Particle Physics Experiments</i>, Bölüm 2 Ek Kaynak: PDG, Data Acquisition bölümü.
2	Konu Anlatımı: Veri analizi için yazılım araçları (ROOT, Python). Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): ROOT ile histogram çizilmesi Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Python’un veri analizindeki avantajlarının değerlendirilmesi	1. ROOT’un temel fonksiyonlarının gözden geçirilmesi VE Python kütüphanelerinin (NumPy, Pandas, Matplotlib) incelenmesi Kaynak: Brun & Rademakers, <i>ROOT User’s Guide</i>, Bölüm 1-3. Ek Kaynak: McKinney, <i>Python for Data Analysis</i>, Bölüm 4-6.
3	Konu Anlatımı: Temel istatistiksel yöntemler. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Ortalama, varyans ve standart sapma hesaplanması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Deneysel belirsizliklerin öneminin incelenmesi.	1. Temel istatistiksel kavramların incelenmesi. 2. Olasılık dağılımlarının gözden geçirilmesi Kaynak: Bevington & Robinson, <i>Data Reduction and Error Analysis</i>, Bölüm 1-2. Ek Kaynak: Cowan, <i>Statistical Data Analysis</i>, Bölüm 1.
4	Konu Anlatımı: Hata analizi yöntemleri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Hata propagasyonun hesaplanması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Sistemik ve rastgele hataların ayrımının yapılması. Kısa Sınav 1 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Hata analiz tekniklerinin incelenmesi. 2. Belirsizliklerin raporlanması Kaynak: Bevington, Bölüm 3 Ek Kaynak: Cowan, Bölüm 2.
5	Konu Anlatımı: Monte Carlo simülasyonları. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Rastgele sayı üretimi ve basit simülasyon yapılması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Monte Carlo yönteminin deneysel veriyle ilişkisinin kurulması.	1. Hata analiz tekniklerinin incelenmesi Belirsizliklerin raporlanması Kaynak: Bevington, Bölüm 3 Ek Kaynak: Cowan, Bölüm 2.
6	Konu Anlatımı: Veri temizleme ve ön işleme teknikleri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Gürültü filtreleme örneğinin incelenmesi. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Gürültünün fiziksel sonuçlara etkisinin değerlendirilmesi.	1. Veri temizleme yöntemlerinin incelenmesi. 2. Anormal veri noktalarının ayıklanması Kaynak: McKinney, <i>Python for Data Analysis</i>, Bölüm 7 Ek Kaynak: CERN School Lectures, Data Cleaning Notes.
7	Konu Anlatımı: Olay seçimi ve ayırıştırma yöntemleri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Bir olay kesme (cut) uygulanması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Yanlış seçimlerin deneysel sonuçlara etkisinin incelenmesi.	1. Cut-based selection yöntemlerinin incelenmesi. 2. Sinyal-gürültü oranı analizleri Kaynak: Cowan, Bölüm 3 Ek Kaynak: ATLAS/CMS analiz notları.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Makine öğrenmesi yaklaşımlarının veri analizinde kullanımı. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Basit sınıflandırma algoritmasının yazılması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): ML yöntemlerinin yüksek enerji fiziğinde yerinin incelenmesi.	1. ML algoritmalarının gözden geçirilmesi (Decision Trees, Neural Networks). 2. Veri seti örneklerinin incelenmesi Kaynak: Bishop, <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i>, Bölüm 1-3 Ek Kaynak: CERN School ML Notes 7.



10	Konu Anlatımı: Deneyisel sonuçların raporlanması. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Grafiklerle veri sunumunun yapılması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Raporlama standartlarının incelenmesi. Kısa Sınav 2 (15 dk.): Ters yüz edilmiş öğrenme (flipped learning) yöntemi çerçevesinde, ders başında, öğrenciye verilen ön hazırlık görevinde yer alan konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Veri görselleştirme yöntemlerinin incelenmesi. 2. Bilimsel rapor formatlarının gözden geçirilmesi Kaynak: Bevington, Bölüm 5 Ek Kaynak: CMS Analysis Note Format.
11	Konu Anlatımı: İstatistiksel hipotez testleri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Chi2 testinin uygulanması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Güven aralığı ve p-değerlerinin incelenmesi.	1. Hipotez testlerinin incelenmesi. 2. Güven aralıklarının yorumlanması Kaynak: Cowan, Bölüm 5 Ek Kaynak: PDG Statistics Review.
12	Konu Anlatımı: Parçacık huzmeleri ve faz uzayı. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Faz uzayı diyagramlarının çizilmesi. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Huzme stabilitesi tartışmasının yapılması.	1. Parametre tahmin tekniklerinin gözden geçirilmesi. 2. ML uygulamalarına giriş Kaynak: Cowan, Bölüm 6 Ek Kaynak: Bevington, Bölüm 8.
13	Konu Anlatımı: Parametre tahmini yöntemleri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Maximum Likelihood yönteminin kullanılması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Parametre tahmininde belirsizliklerin incelenmesi.	1. PCA ve LDA tekniklerinin incelenmesi. 2. Çok değişkenli analiz uygulamaları Kaynak: Bishop, Bölüm 8 Ek Kaynak: CERN ML Tutorials.
14	Konu Anlatımı: Büyük veri ve yüksek enerji fiziği, Güncel yüksek enerji fiziği deneylerinden veri analizi örnekleri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): LHC veri hacminin örneklendirilmesi, CMS veya ATLAS analizi örneğinin yapılması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk): Gelecekteki deneylerde veri analizinin rolü , Büyük veri yönetimindeki zorluklarının incelenmesi.	1. Büyük veri kavramlarının gözden geçirilmesi. 2. HEP veri altyapısı (GRID sistemleri) Kaynak: Franklin & Hall, Bölüm 6 Ek Kaynak: CERN Open Data Portal.
15	Öğrenci sunumlarının dinlenmesi.	1. Sunum konularını hazırlamak, sunum provası yapmak. 2. Seçilen konular üzerine (ör. doğrusal hızlandırıcılar, dairesel hızlandırıcılar, huzme dinamiği, sinkrotron ışıması, Türkiye'deki hızlandırıcı tesisleri, tıpta ve endüstride uygulamalar) sunum slaytlarını hazırlamak ve tamamlamak. 3. Sunumların gerekli süre ve yapıya uygunluğunu sağlamak için prova yapmak. 4. Seçilen konuyla ilgili ders kitabı ve önerilen kaynakları gözden geçirmek.
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	2	2	4
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	2	2	4
Projeler			
Sunum / Seminer	1	24	24
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Toplam İş yükü:			151
Toplam İş yükü / 30(s):			5.03
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Physics
TITLE OF COURSE	Data Analysis Methods in High Energy Physics
CODE	FIZ1120
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 Statistics (%30 English) Elective @ Bachelor Programme in Physics Elective @ Bachelor Programme in Molecular Biology and Genetics
COURSE CATEGORY	Major Area Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Physics
COURSE COORDINATOR	Salim ÇERÇİ
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to enable students to learn the fundamental methods and techniques required for processing, analyzing, and interpreting large data sets obtained in high-energy physics. It also aims to enable students to comprehend the statistical methods, software tools, and data processing procedures used in experimental high energy physics, and to apply this knowledge in research and project work.
COURSE CONTENT	Data collection and data flow in high-energy physics; software tools for data analysis (such as ROOT and Python); fundamental statistical methods and error analysis; modelling experimental processes with Monte Carlo simulations; data cleaning and preprocessing techniques; event selection and classification methods; utilization of machine learning approaches in data analysis; reporting and interpretations experimental results.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebooks: [1] Cowan, G., <i>Statistical Data Analysis</i> , Oxford University Press, 1998. [2] Behnke, O., Kroninger, K., Schott, G., Schorner-Sadenius, T., <i>Data Analysis in High Energy Physics: A Practical Guide to Statistical Methods</i> , 1st Edition, 2013. Required Readings: [1] Barlow, R., <i>Statistics: A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences</i> , Wiley, 1999. [2] Lyons, L., <i>Statistics for Nuclear and Particle Physicists</i> , Cambridge University Press,



1989.

Recommended Readings:

[1] James, F., *Statistical Methods in Experimental Physics*, World Scientific, 2006.

[2] Behnke, O., Kroninger, K., Schott, G., Schorner-Sadenius, T., *Data Analysis in High Energy Physics: A Practical Guide to Statistical Methods*, Wiley-VCH, 2013.

[3] Cowan, G., *Lecture Notes on Data Analysis*, Royal Holloway University of London, 2002.

Course Learning Outcomes

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

1. Define the fundamental concepts related to data analysis in high-energy physics.
2. Evaluate experimental data using statistical methods.
3. Apply data preprocessing and cleaning techniques.
4. Adapt probability distributions and error analysis to experimental data.
5. Use Monte Carlo simulations in the data analysis process.
6. Utilize software tools to analyze large-scale data sets.
7. Extract physical parameters from experimental data.
8. Present data analysis results in a scientific report format.
9. Discuss current approaches to data analysis in high-energy physics.

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 in-class discussions and problem-solving processes	14	%5
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: Written or oral exam • Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	2	%10



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 • Detailed Assessment Criteria: - Accuracy of the subject coverage, compliance with the literature, conceptual depth - Ability to analyze the subject, compare different types of accelerators, and relate theory to applications - Structure of the report, adherence to writing conventions, use of visuals/diagrams, proper citation of references	2	%10
Presentations/Jury: • Content: Students will be asked to evaluate their own learning processes and deliver group presentations • Format: Individual presentations • Detailed Assessment Criteria: -Ability to accurately explain the topics learned -Proper use of presentation techniques	1	%15
Project:		
Seminar/Workshop:		
Midterms: • Content: Conceptual and problem-solving questions covering all topics studied up to the exam week, including the fundamental parameters of particle accelerators, acceleration electrodynamics, accelerator types, and their applications. • Format: Written exam. • Detailed Assessment Criteria: - Recall of the fundamental definitions, concepts, and principles covered in the entire course. - Establishing relationships between concepts, analyzing the advantages and disadvantages of accelerators, and connecting theory with applications. - Skills in mathematical modeling and problem solving, accuracy of calculations, and physical interpretation of results.	1	%20
Final: • Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course • Format: Written exam. • Detailed Assessment Criteria: -Demonstration of a thorough understanding of all topics covered in the course -Ability to apply advanced problem-solving skills	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 Topic: Data collection and data flow in high-energy physics In-class Activity (5 min): Examination of an experimental data flow diagram In-class Discussion (5 min): Evaluation of main challenges in data flow	- Review the basic particle table, Source: <i>Introduction to Elementary Particles</i> – D. Griffiths, Chapters 1-2; Additional Source: Particle Data Group (PDG) online tables. - Study data acquisition methods and introduction to experimental detector data flow Source: Franklin & Hall, <i>Particle Physics Experiments</i>, Chapter 2 Additional Source: PDG, Data Acquisition section.
2	Lecture Topic: Software tools for data analysis (ROOT, Python) In-class Activity (5 min): Plotting a histogram with ROOT In-class Discussion (5 min): Assessing the advantages of Python in data analysis	- Review basic ROOT functions. - Explore Python libraries (NumPy, Pandas, Matplotlib) Source: Brun & Rademakers, <i>ROOT User's Guide</i>, Chapters 1-3 Additional Source: McKinney, <i>Python for Data Analysis</i>, Chapters 4-6.
3	Lecture Topic: Basic statistical methods In-class Activity (5 min): Calculation of mean, variance, and standard deviation In-class Discussion (5 min): Examination of the importance of experimental uncertainties	- Study fundamental statistical concepts. - Review probability distributions Source: Bevington & Robinson, <i>Data Reduction and Error Analysis</i>, Chapters 1-2 Additional Source: Cowan, <i>Statistical Data Analysis</i>, Chapter 1.
4	Lecture Topic: Error analysis methods In-class Activity (5 min): Calculation of error propagation In-class Discussion (5 min): Differentiating between systematic and random errors Short Quiz 1 (15 min): At the end of the class, a short quiz covering the topics discussed	- Study error analysis techniques. - Reporting uncertainties Source: Bevington, Chapter 3 Additional Source: Cowan, Chapter 2.
5	Lecture Topic: Monte Carlo simulations In-class Activity (5 min): Random number generation and performing a simple simulation In-class Discussion (5 min): Establishing the relation between Monte Carlo methods and experimental data	- Review Monte Carlo techniques. - Simulate simple particle events Source: James, <i>Monte Carlo Theory and Practice</i>, Chapters 1-2 Additional Source: ROOT User's Guide, Monte Carlo section.
6	Lecture Topic: Data cleaning and preprocessing	- Study data cleaning methods. - Remove outlier data points Source: McKinney, <i>Python for Data Analysis</i>, Chapter



	techniques In-class Activity (5 min): Examination of a noise filtering example In-class Discussion (5 min): Evaluation of the impact of noise on physical results	7 Additional Source: CERN School Lectures, Data Cleaning Notes.
7	Lecture Topic: Event selection and separation methods In-class Activity (5 min): Applying an event cut In-class Discussion (5 min): Examining the impact of incorrect selections on experimental results	1. Study cut-based selection methods. 2. Signal-to-noise ratio analysis Source: Cowan, Chapter 3 Additional Source: ATLAS/CMS analysis notes.
8	Midterm Exam 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture Topic: Use of machine learning approaches in data analysis In-class Activity (5 min): Writing a simple classification algorithm In-class Discussion (5 min): Investigating the role of ML methods in high-energy physics	1. Review ML algorithms (Decision Trees, Neural Networks). 2. Examine sample datasets Source: Bishop, <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i>, Chapters 1-3 Additional Source: CERN School ML Notes.
10	Lecture Topic: Reporting of experimental results In-class Activity (5 min): Presenting data with graphs In-class Discussion (5 min): Examination of reporting standards Short Quiz 2 (15 min): At the beginning of the class, within the framework of flipped learning, a short quiz covering the topics assigned to students as preparatory work	1. Study data visualization techniques. 2. Review scientific report formats Source: Bevington, Chapter 5 Additional Source: CMS Analysis Note Format.
11	Lecture Topic: Statistical hypothesis testing In-class Activity (5 min): Application of the χ^2 test In-class Discussion (5 min): Examination of confidence intervals and p-values	1. Study hypothesis testing methods. 2. Interpret confidence intervals Source: Cowan, Chapter 5 Additional Source: PDG Statistics Review.
12	Lecture Topic: Particle beams and phase space In-class Activity (5 min): Drawing phase space diagrams In-class Discussion (5 min): Discussion on beam stability	1. Review parameter estimation techniques 2. Introduction to ML applications Source: Cowan, Chapter 6 Additional Source: Bevington, Chapter 8



13	Lecture Topic: Parameter estimation methods In-class Activity (5 min): Using the Maximum Likelihood method In-class Discussion (5 min): Examination of uncertainties in parameter estimation	1. Study PCA and LDA techniques. 2. Multivariate analysis applications Source: Bishop, Chapter 8 Additional Source: CERN ML Tutorials.
14	Lecture Topic: Big data and high-energy physics, examples of data analysis from current high-energy physics experiments In-class Activity (5 min): Illustration of LHC data volume, example analysis from CMS or ATLAS In-class Discussion (5 min): The role of data analysis in future experiments, examination of challenges in big data management	1. Review concepts of big data. 2. High-energy physics data infrastructure (GRID systems) Source: Franklin & Hall, Chapter 6 Additional Source: CERN Open Data Portal.
15	Student Presentations	1. Prepare presentation topics and rehearse. 2. Prepare and finalize presentation slides on selected topics (e.g., linear accelerators, circular accelerators, beam dynamics, synchrotron radiation, accelerator facilities in Turkey, applications in medicine and industry). 3. Rehearse presentations to meet the required duration and structure. 4. Review relevant references (coursebook and recommended readings).
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	2	2	4
Quizzes/Studio Critics	2	2	4
Project			
Presentations / Seminar	1	24	24
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Total Workload:			151
Total Workload / 30(h):			5.03
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>	<u>DÖC-9</u>
PC-1 Temel bilimler ve fizik alanındaki kuramsal bilgilerini akademik düzeyde analiz, yorum ve problem çözümünde kullanabileceklerdir. / Use their comprehensive theoretical knowledge in fundamental sciences and physics for analysis, interpretation, and problem-solving at an academic level.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</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>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</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>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</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>5</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</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 kuantum teknolojileri gibi disiplin-içi ve disiplinlerarası	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>



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.	<u>4</u>	<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-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>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</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	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>



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>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-10 Fizik alanında güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatür taraması yapabilecek ve akademik araştırma tasarlayıp yürütebileceklerdir. / Access reliable sources of information, conduct literature reviews, and design and carry out academic research in the field of physics.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-11 Fizik konularını, teorileri, araştırmaları ve problem çözümlerini, fizik terminolojisi kullanarak tüm paydaşlara Türkçe ve İngilizcede sözlü ve yazılı olarak etkili biçimde aktarabileceklerdir. / Effectively communicate topics, theories, research, and problem solutions in physics to all relevant stakeholders using appropriate physics terminology, both orally and in writing, in Turkish and in English.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<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.									