



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	İstatistik
DERSİN ADI	Optimizasyon
DERSİN KODU	IST3011
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Zorunlu @İstatistik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Temel Meslek Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	İstatistik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Gülde KEMALBAY
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini matematiksel olarak formüle edip çözebilmeleri için kuramsal bilgi ile pratik becerileri bütünleştirerek tek ve çok değişkenli kısıtlamasız/kısıtlı optimizasyon, konvekslik, optimalite koşulları, Lagrange çarpanları Slater koşulları, KKT teoremi, duyarlılık analizi gibi temel kavramları derinlemesine kavramalarına; doğrusal ve doğrusal olmayan programlama modellerini teoriye uygun biçimde kurup çözmelerine ve elde edilen çözümleri disiplinler arası alanlarda yorumlayıp raporlayabilmelerine yardımcı olmaktır
DERSİN İÇERİĞİ	Optimizasyon problemlerinin sınıflandırılması; tek değişkenli kısıtlamasız optimizasyon; çok değişkenli kısıtlamasız optimizasyon; konveks küme ve konveks fonksiyonlar; konveks programlama problem; çok değişkenli kısıtlamalı optimizasyon.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: Azimli, Abbas. <i>Matematiksel Optimizasyon</i> . Papatya Yayıncılık, 2011. Zorunlu Kaynaklar: [1] Beck, Amir. <i>Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with Python and MATLAB</i> . 2. baskı, SIAM, 2023. [2] Bazaraa, M. S., Sherali, Hanif D., ve Shetty, C. M. <i>Nonlinear Programming: Theory and Algorithms</i> . 3. baskı, John Wiley & Sons, 2013. [3] Örkücü, Hacı Hasan, Özsoy, Volkan Soner, Koçak, Emre. <i>Yapay Zeka Temelli Optimizasyon Matlab ve Python Uygulamalarıyla</i> . Seçkin Yayıncılık, 2024. [4] Winston, L. Wayne., <i>Operations Research: Applications and Algorithms</i> . 4. baskı,



	Thomson Learning, 2004. Önerilen Kaynaklar: [1] Boyd, Stephen P.,Vandenberghe, Lieven. <i>Convex Optimization</i> . Cambridge University Press, 2009.	
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, 1. Gerçek yaşam problemlerini doğrusal ve doğrusal olmayan programlama çerçevesinde modelleyebilecek; uygun çözüm yaklaşımını seçip sonuçları yorumlayabileceklerdir. 2. Tek değişkenli kısıtlamasız optimizasyon problemlerini türev ve ikinci mertebe testlerini kullanarak analiz edip çözebileceklerdir. 3. Çok değişkenli kısıtlamasız optimizasyon problemlerinde gradyan/Hessian temelli optimalite koşullarını uygulayarak çözüm üretebileceklerdir. 4. Çok değişkenli eşitlik kısıtlamalı optimizasyon problemlerini Lagrange çarpanları yöntemiyle formüle ederek çözebileceklerdir. 5. Çok değişkenli kısıtlamalı optimizasyon problemlerini KKT koşulları ile çözebilecek; elde edilen çözümleri farklı disiplinlerde raporlayıp yorumlayabileceklerdir.	
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		
Laboratuvar: Uygulama (Sözlü Sınav): • İçerik: Öğrencilerden lineer cebir dersinin temel kavramlarını açıklamalarının ve uygulamalı bir soruya çözüm önerisi sunmalarının istenmesi • Format: Öğrenci ile bireysel olarak gerçekleştirilecek sözlü sınav (5-10 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Kavramları açıklayabilme -Problem çözebilme -Problem çözümlerini anlatabilme		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği (Zorunlu): • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı soruların sorulması • Format: Yüz yüze. Çoktan seçmeli kısa sınav (5-10 dakika)	4	%30



• Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme Ödev: • İçerik: Derste işlenen temel kavramların eleştirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-içi 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			
Sunum/Jüri: • İçerik: Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmelerinin ve grup sunumları yapmalarının istenmesi • Format: Grup sunumları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi -Sunum tekniklerinin doğru kullanılması Proje: • İçerik: Öğrencilerden akademik dönem sonunda teslim edilecek bir proje önerisi (TÜBİTAK 2209 A/B) yazmalarının istenmesi • Format: Yazılı raporlar ve grup sunumları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Özgün bir araştırma konusunun bulunabilmesi -Bir araştırma önerisinin bilimsel ilkeler ve ilgili kılavuzlar doğrultusunda yazılabilmesi			
Seminer/Workshop			
Ara Sınavlar: • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (60 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 (75 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: Optimizasyona giriş; model türleri ve problem sınıflandırması, amaç fonksiyonu ve kısıt kavramı. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Gerçek yaşam probleminden amaç/kısıt çıkarımı (ör. üretim planlama). Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Disiplinlerarası kullanım (istatistik, veri bilimi, mühendislik).	- Optimizasyon kavramının gözden geçirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 7-11. - Optimizasyon problemlerinin tarihçesinin araştırılması. Kaynak: Ders Kitabı, 11-21.
2	Konu Anlatımı: Tek değişkenli kısıtlamasız optimizasyon; türevsel optimalite fikri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Bir değişkenli örneklerde kritik noktaların bulunması. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Global-lokal optimum ayrımı.	- Tek değişkenli fonksiyonlarda türev bilgisinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. - Tek değişkenli optimizasyon problem formülasyonuna ait bilgilerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 23-26
3	Konu Anlatımı: Optimallik için 1. mertebe gerek koşullar: Fermat teoremi, Varlık teoremi, 2. mertebe gerek koşullar. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Kritik noktanın ve uç noktaların sistematik incelenmesi. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): 2. mertebe gerek koşullarının varsayımları.	- Fermat Teoreminin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 25-26. - Fermat Teoreminin tersinin doğru olmadığına ait örneklerin grafikler üzerinden incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı: 26-27.
4	Konu Anlatımı: Kapalı Aralık Yöntemi, Optimallik için Yeter Koşullar. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Açık kutu probleminin kapalı aralık yöntemi ile çözümü. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Yeter koşulların varsayımları.	- Kapalı Aralık Yönteminin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 27-28. - Optimallik için yüksek mertebe yeter koşulların incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 29-31.
5	Konu Anlatımı: Tek değişkenli konveks fonksiyonlar ve temel özellikler, Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Konvekslik testi (tanım/ikincil karakterizasyon). Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Neden “konvekslik” tercih edilir?	- Tek değişkenli konveks fonksiyonun tanımının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 32-33. - Tek değişkenli konveks fonksiyonların özellikleri. Kaynak: Ders Kitabı, 34-36.
6	Konu Anlatımı: Çok değişkenli kısıtlamasız optimizasyon; gradyan vektör ve hessian matris tanımı. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Gradyan vektör ile kritik nokta analizi. Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Hessian matrisin önemi. Kısa Sınav 1 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	- Çok değişkenli fonksiyonun lokal ve global optimal noktalarının tanımı. Kaynak: Ders Kitabı, 42. - Çok değişkenli optimizasyonda Varlık Teoremi ve Fermat Teoreminin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 43.
7	Konu Anlatımı: İkinci mertebe gerek koşullar; optimallik için yeter koşullar, Hessian matrisin belirliliği, lokal optimum noktaların bulunması. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Belirlilik testleri ile lokal optimizasyon Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Lokal optimum	- Optimallik için yeter koşulları anlamak için kuadratik formların incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 45-47 - Simetrik bir matrisin pozitif / negative belirli olması için gerek ve yeter koşulların okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 48-49.



	Kısa Sınav 2 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Çok değişkenli konveks analiz; Hessian matris belirliliği, global optimum noktaların bulunması. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Belirlilik testleri global optimizasyon Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Konveksliğin önemi. Kısa Sınav 3 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Konveks küme ve çok değişkenli konveks fonksiyon kavramlarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 55. 2. Konveks fonksiyon ve Hessian matris ilişkisinin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 55,56.
10	Konu Anlatımı: Konveks kümeler ve konveksliği koruyan işlemler; konveks fonksiyonların pratikte uygulamaları. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Konveks fonksiyonlar hakkında örnekler. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Konveksliğin korunumunun pratikte önemi. Kısa Sınav 4 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Afin küme ve konveks küme kavramlarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 79-83. 2. Konveks kombinasyon tanımının incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 84.
11	Konu Anlatımı: Çok değişkenli eşitlik kısıtlı optimizasyon; Lagrange Teoremi. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Basit bir eşitlik kısıtlı örneğin Lagrange formülasyonu. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Lagrange çarpanlarının önemi.	1. Lineer olmayan programlama probleminin genel yapısının incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı: 155. 2. Lagrange fonksiyonu ve Lagrange çarpanları kavramlarının incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı: 159.
12	Konu Anlatımı: Lagrange Teoremi ve uygulamalar. Duyarlılık Analizi. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): İki değişkenli örneklerde çözüm ve yorum. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Lagrange çarpanları yorumu.	1. Lagrange çarpanları ile duyarlılık analizi bölümünün incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı:156-160 [1]; 666-671 [4].
13	Konu Anlatımı: Konveks programlama problemi Slater Koşulu Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Konveks programlama probleminin yapısı Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Konveksliğin önemi	1. Konveks programlama probleminin genel yapısının incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı: 163. 2. Slater koşulunun incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı: 166-167.
14	Konu Anlatımı: Çok değişkenli eşitsizlik kısıtlı optimizasyon, Kuhn-Tucker (KT) Teoremi Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Örnek üzerinde KT uygulamaları. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Kısıt türlerinin modelleme etkileri.	1. Eşitsizlik kısıtı içeren problemler için KT koşullarının incelenmesi. Kaynak: 673-677 [4]. 2. KT koşullarının geometrik yorumlarının incelenmesi. Kaynak: 677-679 [4].
15	Konu Anlatımı: Çok değişkenli eşitlik ve eşitsizlik kısıtlı optimizasyon, Karush-Kuhn-Tucker (KKT) Teoremi Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Bir uygulama senaryosunda KKT kontrol listesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): KKT koşullarının kontrolü.	1. Eşitlik ve eşitsizlik kısıtı içeren problemler için KKT koşullarının incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı: 155-170; 156-167 [2]
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	4	56
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	4	4	16
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Toplam İş yükü:			149
Toplam İş yükü / 30(s):			4.96
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Statistics
TITLE OF COURSE	Optimization
CODE	IST3011
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Required @ Bachelor Programme in Statistics
COURSE CATEGORY	Core Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Statistics
COURSE COORDINATOR	Gülder KEMALBAY
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to help students integrate theoretical knowledge with practical skills to mathematically formulate and solve real-world problems; develop a deep understanding of single- and multivariable unconstrained and constrained optimization, convexity, optimality conditions, Lagrange multipliers, Slater's condition, the Karush-Kuhn-Tucker (KKT) theorem, and sensitivity analysis; build and solve linear and nonlinear programming models in line with theory; and interpret and report the resulting solutions across disciplinary contexts.
COURSE CONTENT	Classification of optimization problems; unconstrained single-variable optimization; unconstrained multi-variable optimization; convex sets and convex functions; convex programming problems; constrained multi-variable optimization.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Azimli, Abbas. <i>Matematiksel Optimizasyon</i> . Papatya Publishing, 2011. Required Readings: [1] Beck, Amir. <i>Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with Python and MATLAB</i> . 2nd ed., SIAM, 2023. [2] Bazaraa, M. S., Sherali, Hanif D., Shetty, C. M. <i>Nonlinear Programming: Theory and Algorithms</i> . 3rd ed., John Wiley & Sons, 2013. [3] Örkücü, Hacı Hasan, Özsoy, Volkan Soner, ve Koçak, Emre. <i>Yapay Zeka Temelli Optimizasyon Matlab ve Python Uygulamalarıyla</i> . Seçkin Publishing, 2024. [4] Winston, L. Wayne. <i>Operations Research: Applications and Algorithms</i> . 4th ed.,



	Thomson Learning, 2004. Recommended Readings: [1] Boyd, Stephen P., Vandenberghe, Lieven. <i>Convex Optimization</i> . Cambridge University Press, 2009.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1. Model real-life problems within the framework of linear and nonlinear programming; select appropriate solution approaches and interpret the results. 2. Analyze and solve single-variable unconstrained optimization problems using derivatives and second-order tests. 3. Generate solutions by applying gradient/Hessian-based optimality conditions in multi-variable unconstrained optimization problems. 4. Formulate and solve multi-variable equality-constrained optimization problems using the Lagrange multiplier method. 5. Solve multi-variable constrained optimization problems using KKT conditions; they will be able to report and interpret the obtained solutions in different disciplines.

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		
Laboratory Application (Oral Examination): • Content: Students will be asked to explain fundamental concepts of linear algebra and to propose a solution to a practical problem. • Format: Individual oral examination with each student (5-10 minutes). • Detailed Assessment Criteria: -Ability to explain concepts -Ability to solve problems -Ability to articulate problem solutions		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics: • Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week • Format: Face-to-face multiple-choice quiz (5-10 minutes) • Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	4	%30
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		
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		
Project: • Content: Students will be asked to write a project proposal (TÜBİTAK 2209 A/B) to be submitted at the end of the academic term. • Format: Written reports and group presentations • Detailed Assessment Criteria: -Ability to identify an original research topic -Ability to write a research proposal in accordance with scientific principles and relevant guidelines		
Seminar/Workshop Midterms: • Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week • Format: Face-to-face written exam. (60 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. (75 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 to optimization; problem types and classifications; objective function and constraints. Quick Practice (5 minutes): Extracting objective/constraints from a real-world scenario (e.g., production planning). In-Class Discussion (5 minutes): Cross-disciplinary uses (statistics, data science, engineering).	1. Review the notion of optimization. Source: Coursebook, 7–11. 2. Read a brief history of optimization problems. Source: Coursebook, 11–21.
2	Lecture: Single-variable unconstrained optimization; derivative-based optimality idea. Quick Practice (5 minutes): Finding critical points in one-variable examples. In-Class Discussion (5 minutes): Global vs. local optima.	1. Refresh derivatives for single-variable functions. 2. Read basic formulations of single-variable optimization. Source: Coursebook, 23–26.
3	Lecture: First-order necessary conditions for optimality: Fermat's Theorem, Existence Theorem; second-order necessary conditions. Quick Practice (5 minutes): Systematic check of critical points and endpoints. In-Class Discussion (5 minutes): Assumptions behind second-order necessary conditions.	1. Study Fermat's Theorem. Source: Coursebook, 25–26. 2. Examine counterexamples showing the converse of Fermat's Theorem is false (use graphs). Source: Coursebook, 26–27.
4	Lecture: Closed Interval Method; sufficient conditions for optimality. Quick Practice (5 minutes): Solve the open-box problem using the Closed Interval Method. In-Class Discussion (5 minutes): Assumptions behind sufficient conditions.	1. Study the Closed Interval Method. Source: Coursebook, 27–28. 2. Read higher-order sufficient conditions for optimality. Source: Coursebook, 29–31.
5	Lecture: Single-variable convex functions and basic properties. Quick Practice (5 minutes): Convexity checks (definition/secondary characterizations). In-Class Discussion (5 minutes): Why prioritize convexity?	1. Recall/activate the definition of single-variable convexity. Source: Coursebook, 32–33. 2. Read properties of single-variable convex functions. Source: Coursebook, 34–36.
6	Lecture: Multivariable unconstrained optimization; gradient vector and Hessian matrix. Quick Practice (5 minutes): Critical-point analysis via gradient vector. In-Class Discussion (5 minutes): Why the Hessian matters. Short Quiz 1 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session	1. Definitions of local vs. global optima in multivariable settings. Source: Coursebook, 42. 2. Existence Theorem and Fermat's Theorem in multivariable optimization. Source: Coursebook, 43.
7	Lecture: Second-order necessary conditions; sufficient conditions; Hessian definiteness; finding local optima. Quick Practice (5 minutes): Definiteness tests for local optimization. In-Class Discussion (5 minutes): Interpreting local optima. Short Quiz 2 (15 minutes): A quiz at the end of the	1. Review quadratic forms to understand sufficient conditions. Source: Coursebook, 45–47. 2. Read criteria for positive/negative definiteness of a symmetric matrix. Source: Coursebook, 48–49.



	class covering the topics taught during the session	
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Multivariable convex analysis; hessian definiteness; locating global optima. Quick Practice (5 minutes): Using definiteness tests for global optimization. In-Class Discussion (5 minutes): The role of convexity. Short Quiz 3 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session	1. Recall/activate the notions of convex sets and multivariable convex functions. Source: Coursebook, 55. 2. Study the relation between convexity and the Hessian. Source: Coursebook, 55–56.
10	Lecture: Convex sets and convexity-preserving operations; practical uses of convex functions. Quick Practice (5 minutes): Worked examples on convex functions. In-Class Discussion (5 minutes): Why preserving convexity matters in practice. Short Quiz 4 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session	1. Recall/activate affine vs. convex sets. Source: Coursebook, 79–83. 2. Read the definition of convex combination. Source: Coursebook, 84.
11	Lecture: Multivariable equality-constrained optimization; Lagrange’s Theorem. Quick Practice (5 minutes): Lagrangian formulation of a simple equality-constrained example. In-Class Discussion (5 minutes): Interpreting Lagrange multipliers.	1. Read the general structure of nonlinear programming problems. Source: Coursebook, 155. 2. Study the Lagrangian function and multipliers. Source: Coursebook, 159.
12	Lecture: Lagrange’s Theorem and applications; sensitivity analysis. Quick Practice (5 minutes): Two-variable examples: solution and interpretation. In-Class Discussion (5 minutes): Meaning of Lagrange multipliers.	1. Study sensitivity analysis via Lagrange multipliers. Source: Coursebook, 156–160 [1]; 666–671 [4].
13	Lecture: Convex programming problem; Slater’s condition. Quick Practice (5 minutes): Anatomy of a convex programming problem. In-Class Discussion (5 minutes): Why convexity matters here.	1. Read the general structure of convex programming problems. Source: Coursebook, 163. 2. Study Slater’s condition. Source: Coursebook, 166–167.
14	Lecture: Multivariable inequality-constrained optimization; Kuhn–Tucker (KT) Theorem. Quick Practice (5 minutes): Applying KT conditions on an example. In-Class Discussion (5 minutes): Modeling effects of different constraint types.	1. KT conditions for problems with inequality constraints. Source: 673–677 [4]. 2. Geometric interpretations of KT conditions. Source: 677–679 [4].
15	Lecture: Multivariable equality & inequality-constrained optimization; Karush–Kuhn–Tucker (KKT) Theorem. Quick Practice (5 minutes): KKT checklist on an application scenario. In-Class Discussion (5 minutes): Verifying KKT conditions.	1. KKT conditions for problems with equality and inequality constraints. Source: Coursebook, 155–170; 156–167 [2].
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	4	56
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	4	4	16
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Total Workload:			149
Total Workload / 30(h):			4.96
ECTS Credit:			5



Ders Öğretim 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 İstatistik biliminin temelini oluşturan teorik ve uygulamalı alanlardaki bilgilerini, alanla ilgili problemleri tanımlama, modelleme ve çözüm üretmede kullanabileceklerdir. Use their theoretical and applied knowledge in the science of statistics to identify, model, and solve problems related to the field.	5	5	5	5	5				
PC-2 İstatistiksel problemlerin belirlenmesi, uygun veri toplama yöntemlerinin seçilmesi, verinin düzenlenmesi ve yorumlanması süreçlerinde yeterlilik gösterecek ve bu problemlerin çözümünde gerekli analiz ve modelleme yöntemlerini seçip uygulayabileceklerdir. Demonstrate competence in identifying statistical problems, selecting appropriate data collection methods, organizing and interpreting data, and select and apply necessary analysis and modelling methods to solve these problems.									
PC-3 Herhangi bir olgu, süreç ya da ürünü istatistiksel bakış açısıyla analiz edip yorumlayabilecek ve karşılaştıkları sorunlara uygun modern istatistiksel yöntemlerle çözüm geliştirebileceklerdir. Analyse and interpret a phenomenon, process, or product from a statistical perspective and develop solutions to encountered problems using appropriate modern statistical methods.	5	4	4	4	5				
PC-4 Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir. Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach									
PC-5 İstatistik alanında edindikleri bilgi birikimlerini ve istatistiksel düşünme becerilerini, teorik istatistik, veri bilimi, finansal istatistik, sağlık bilimlerinde istatistik gibi disiplin-içi ve disiplinlerarası uzmanlık alanlarında geliştirebileceklerdir. Advance their acquired knowledge in statistics and statistical thinking skills in both disciplinary and interdisciplinary areas of specialisation such as theoretical statistics, data science, financial statistics, and statistics in health sciences.	5	4	4	4	5				
PC-6 İstatistik alanında yaygın olarak kullanılan en az bir programlama dili ile bilgisayar ve yapay zekâ teknolojilerini, problemleri çözmek, veri analizi yapmak ve simülasyonlar gerçekleştirmek için kullanabileceklerdir.									



Use at least one programming language and computer and artificial intelligence technologies widely employed in statistics for problem-solving, data analysis, and simulations.									
PC-7 İstatistik 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 statistics and related fields, assess career opportunities, identify personal and professional development goals, and adopt lifelong learning strategies to achieve these goals									
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 İstatistik 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 statistics.									
PC-11 İstatistiksel konuları, teorileri, ispatları, araştırmaları ve problem çözümlerini, istatistiksel terminoloji kullanarak tüm paydaşlara Türkçe ve İngilizcede sözlü ve yazılı olarak etkili biçimde aktarabileceklerdir. Effectively communicate statistical topics, theories, proofs, research, and problem solutions to all relevant stakeholders using appropriate mathematical terminology, both orally and in writing, in Turkish and in English.									