



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	İstatistik
DERSİN ADI	Uygulamalı Optimizasyon
DERSİN KODU	IST4422
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @ İstatistik Lisans Programı (%30 İngilizce) Seçmeli @ Matematik Lisans Programı Seçmeli @ Moleküler Biyoloji ve Genetik 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 mühendislik, ekonomik ve sosyal olgulardan doğan problemlerin matematiksel modelleri kurup çözebilmeleri için gerekli kuramsal ve uygulamalı altyapıyı kazanmalarına; modelleme-çözüm-yorum döngüsünü pekiştirerek istatistik, matematik ve mühendislik arasındaki güçlü ilişkiyi kavramalarına yardımcı olmaktır. Ders aynı zamanda, Python/Mathematica/R/Matlab gibi araçlarla sayısal modelleme ve çoğaltılabilir çalışma alışkanlıklarını destekleyip aktif öğrenme ve problem çözmeye dayalı öğretim tasarımıyla öğrencilerin eleştirel düşünme, iletişim ve takım çalışması becerilerini güçlendirmeyi amaçlamaktadır.
DERSİN İÇERİĞİ	Optimizasyonun temelleri; lineer programlama; lineer olmayan programlama; global optimizasyon; nümerik çözümler.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: Türkşen, Özlem. <i>Optimizasyon Yöntemleri ve Matlab, Python, R Uygulamaları</i> . Nobel Yayıncılık, 2023. Zorunlu Kaynaklar: [1] Hammad, Mohamed, Yahia, Mohamed. <i>Mathematics for Machine Learning and Data Science: Optimization with Mathematica Applications</i> . arXiv preprint arXiv:2408.16002, 2024. [2] Karaboğa, Derviş. <i>Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları</i> . 8. baskı, Nobel Yayıncılık, 2025. [3] Pehlivanoglu, Volkan. <i>Optimizasyon: Temel Kavramlar Ve Yöntemler</i> . 1. baskı, Ankara, 2017. [4] Winston, L. Wayne. <i>Operations Research: Applications and Algorithms</i> . 4.



baskı, Thomson Learning, 2004.

[5] Beck, Amir. *Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with Python and MATLAB*. 2. baskı, SIAM, 2023.

[6] <https://www.wolframcloud.com>.

Önerilen Kaynaklar:

- Chong, Edwin K. P., Lu, Wu-Sheng, ve Zak, Stanislaw H. *An Introduction to Optimization: With Applications to Machine Learning*. 5. baskı, John Wiley & Sons, 2023.
- Luenberger, David G., ve Ye, Yinyu. *Linear and Nonlinear Programming*. 4. baskı, Springer, 2016.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

- 1 Gerçek yaşam problemlerini optimizasyon teknikleriyle modelleyebilecek, uygun amaç/kısıtları belirleyerek çözüm stratejisi geliştirebileceklerdir.
2. Farklı disiplinlerden (mühendislik, ekonomi, veri bilimi vb.) uygulamalı örnekleri kuramsal çerçeveye oturtup çözümleyebileceklerdir.
3. Optimizasyon problemlerini çözmek için bilgisayar programlarını (Python/Mathematica vb.) kullanarak model kurup çözümleyebilecek ve sonuçları doğrulayabileceklerdir.
4. Doğrusal ve doğrusal olmayan optimizasyon problemlerini uygun numeric algoritmalarla çözebilecek, çözümün geçerlilik ve duyarlılığını yorumlayabileceklerdir.
5. İstatistik–matematik–mühendislik arasındaki güçlü ilişkiyi kavrayıp disiplinler arası bağlamda sonuçları 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	3	%15



kapsamlı soruların sorulması • Format: Yüz yüze. Çoktan seçmeli kısa sınav (5-10 dakika) • 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	1	%15
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 (50 dakika) • 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 (60 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri:	1	%20
	1	%40



-Derste işlenen tüm konuların derinlemesine kavranmış
olduğunun gösterilmesi
-İleri düzey problem çözme becerilerinin kullanılabilmesi

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: Doğrusal/doğrusal olmayan, tek-çok değişkenli, kısıtlı/kısıtsız, türevlenebilir/türevlenemez problemler; amaç-kısıt-değişken kavramları. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Verilen bir senaryoyu (üretim/ulaşım) doğru sınıfa yerleştirme. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Neden farklı problem sınıfları farklı çözüm yaklaşımı gerektirir?	1. Optimizasyon teorisinin amaç fonksiyonu, değişken, kısıt gibi temel kavramlarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 87-98.
2	Konu Anlatımı: Problem Formulasyonu; Mathematica programlama dili ile optimizasyon temellerine giriş. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Verilen kısa sözlü problem için karar değişkeni-amaç-kısıt yazımı; Mathematica ile örnek bir Minimize çağırısı. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Modelleme hataları (eksik kısıt/yanlış amaç) ve doğrulama kontrol listesi. Kısa Sınav 1 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Optimizasyon modellerinin sınıflandırılması hakkında bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 99-108. 2. Mathematica programına ait giriş bilgilerinin okunması. Kaynak: 12-25 [1].
3	Konu Anlatımı: Grafiksel optimizasyon; İki değişkenli doğrusal olmayan programlamada seviye eğrileri ve uygun çözüm bölgesi; köşe noktası sezgisi. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): 2 boyutlu bir doğrusal olmayan programlama problemini seviye eğrileri ve uygun çözüm bölgesi bölge üzerinde görselleştirme. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Grafiksel yöntemin güçlü/zayıf yanları. Kısa Sınav 2 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Mathematica'da Plot fonksiyonu ile 2 boyutlu ve 3 boyutlu grafik çizimlerinin incelenmesi. Kaynak: 32-42 [1].
4	Konu Anlatımı: Liste işlemleri, vektör ve matrisler; en küçük kareler ile veriye eğri uydurma. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Basit doğrusal regresyon modelinde parametrelerin nokta tahmini. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Aşırı/eksik belirli sistemler ve artıkların yorumu.	1. Hata kareler toplamı minimizasyonuna dayalı en küçük kareler yöntemine ait örneğin okunması ve incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 130-131.
5	Konu Anlatımı: Lineer programlama (Lp), standart/kanonik biçim; dualite sezgisi; ağ modelleri; kısa ağ akış örnekleri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): LP'nin temel fikri ve proje ağları ile ilişkisi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): LP vs. ağ modelleri: hangisi ne zaman tercih edilir?	1. Lineer programlama probleminin genel yapısının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 259-262. 2. Lineer programlamada dualite yapısı bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 302-306.
6	Konu Anlatımı: Tek değişkenli türeve dayalı çözümler: Newton-	1. Türevi sıfır yapan noktaların bulunması için



	Raphson Yöntemi, Secant Yöntemi. Bir boyutta kök/optimum ilişkisi; yakınsama fikri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Tek değişkenli bir örnekte, türevi sıfır yapan noktayı bulmak için Newton adımı ile bir örnek çözümü. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Başlangıç noktasının ve türev bilgisinin etkisi. Kısa Sınav 3 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	Newton-Raphson yönteminin varsayımlarının ve başlangıç değerinin etkisinin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 131-135.
7	Konu Anlatımı: Tek değişkenli türevsiz çözümler: Altın Oran, Dayalı Arama Yöntemi; tek tepeli (unimodal) aralıkta kapsayan aralık belirleme ve altın oran adımları. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Kapalı bir aralıkta altın oran tablosu oluşturma. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Türevsiz vs. türevli yöntemlerin karşılaştırması.	1. Türevden bağımsız çözüm yöntemlerinin genel mantığının incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 137-139. 2. Altın oran kavramının ve Fibonacci sayı dizisi ile ilişkisinin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 143-145.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Çok değişkenli kısıtlamasız türeve dayalı çözümler: Newton Yöntemi, Kuazi-Newton Yöntemi, BFGS Algoritması. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): BFGS tek adım güncellemesi (küçük örnek). Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Hesap yükü; Hessian tam/yenilemeli yaklaşım dengesi.	1. Çok değişkenli 1. ve 2. mertebe koşullar; Hessian matris kavramlarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 77-81; 194-195. 2. Kuasi-Newton yöntemlerinin hangi durumlarda avantajlı olduğunun araştırılması. Kaynak: Ders Kitabı, 204-205.
10	Konu Anlatımı: Çok değişkenli kısıtlamasız türeve dayalı çözümler: En Dik Azalış Yöntemi, Levenberg Marquardt Algoritması. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): En dik azalışta hat araması kontrol listesi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Öğrenme adımı/hat aramasının yakınsamaya etkisi.	1. Newton yöntemi ile En dik azalış yöntemi arasındaki firkin incelenmesi; En dik azalış yönteminde arama yönünün negatif gradyan olarak belirlenmesi fikrinin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 214. 2. Levenberg-Marquardt algoritmasının, En dik azalış ve Newton yöntemine düzenleme ekleyerek çözüme kararlılık kazandırdığı fikrinin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 217.
11	Konu Anlatımı: Çok değişkenli kısıtlamasız türevsiz çözümler: Nelder-Mead Yöntemi, Tabu Algoritması. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Nelder-Mead tek iterasyon (simplex noktalarının güncellenmesi). Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Yerel en iyiye takılma ve çeşitlilik stratejileri.	1. Türevsiz arama mantığı; Nelder-Mead yönteminde temel simpleks güncelleme adımlarının incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 226-230. 2. Tabu Algoritması genel akış şemasının incelenmesi. Kaynak: 420-422 [3].
12	Konu Anlatımı: Çok değişkenli kısıtlamasız türevsiz çözümler: Tavlama Benzetim Yöntemi. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Küçük bir maliyet fonksiyonunda Benzetimli Tavlama kabul/red örnekleri. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Soğuma hızının keşif-sömürü dengesine etkisi.	1. Metropolis Kabul kuralında daha kötü adımların zaman zaman olasılıkla kabul edilmesi ve yerel tuzaklardan kaçınılması; sıcaklık çizelgesiyle bu kabul olasılığının kontrollü biçimde düşürülmesi fikirlerinin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 236-237.



13	Konu Anlatımı: Çok değişkenli kısıtlamasız türevsiz çözümler: Genetik Algoritma. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): İkili kodlamalı küçük bir Genetik Algoritma turu. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Genetik Algoritma'nın hiperparametre duyarlılığı ve melez yaklaşımlar.	1. Genetik Algoritmanın temel bileşenleri (kodlama, uygunluk, seçim-çaprazlama-mutasyon, durma ölçütleri) için şematik özetin incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 237-238.
14	Konu Anlatımı: Kısıtlı lineer olmayan optimizasyon için nümerik çözümler; Ardışık Karesel Programlama (SQP) yöntemi; aktif-küme sezgisi. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Basit bir SQP alt problemi kurma. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): SQP'nin güçlü yanları ve hassas olduğu durumlar.	1. Karush-Kuhn-Tucker (KKT) koşullarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 375-377.
15	Konu Anlatımı: Öğrenci sunumlarının dinlenmesi Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Seçilen gerçek yaşam probleminin modellenmesi, uygun bir algoritma ile programlanarak çözümlenmesi ve sonuçların yorumlanması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Modelin varsayımları, sınırlılıkları ve olası iyileştirmeler.	1. Mathematica, R, Python veya Matlab dillerinin birinde dersin konuları üzerine yapılacak bir uygulamanın kodlarının hazırlanması ve örneklendirilmesi.
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	1	4	4
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	3	4	12
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	Applied Optimization
CODE	IST4422
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Spring
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Elective @ Bachelor Programme in Statistics (%30 English) Elective @ Bachelor Programme in Mathematics Elective @ Bachelor Programme in Molecular Biology and Genetics
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 gain the theoretical and practical foundation necessary to construct and solve mathematical models of problems arising from engineering, economic, and social phenomena; to reinforce the modeling-solving-interpretation cycle; and to help them understand the strong relationship between statistics, mathematics, and engineering. The course also aims to strengthen students' critical thinking, communication, and teamwork skills by supporting numerical modeling and reproducible work habits using tools such as Python/Mathematica/R/Matlab, and by employing an active learning and problem-solving-based instructional design..
COURSE CONTENT	Fundamentals of optimization; linear programming; nonlinear programming; global optimization; numerical solutions.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Türkşen, Özlem. <i>Optimizasyon Yöntemleri ve Matlab, Python, R Uygulamaları</i> . Nobel Publishing, 2023. Required Readings: [1] Hammad, Mohamed, Yahia, Mohamed. <i>Mathematics for Machine Learning and Data Science: Optimization with Mathematica Applications</i> . arXiv preprint arXiv:2408.16002, 2024. [2] Karaboğa, Derviş. <i>Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları</i> , 8th ed., Nobel Publishing, 2025. [3] Pehlivanoğlu, Volkan. <i>Optimizasyon: Temel Kavramlar Ve Yöntemler</i> . 1th ed., Ankara, 2017.



[4] Winston, L. Wayne. *Operations Research: Applications and Algorithms*. 4. baskı, Thomson Learning, 2004.

[5] Beck, Amir. *Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with Python and MATLAB*. 2nd ed., SIAM, 2023.

[6] <https://www.wolframcloud.com>.

Recommended Readings:

- Chong, Edwin K. P., Lu, Wu-Sheng, and Zak, Stanislaw H. *An Introduction to Optimization: With Applications to Machine Learning*. 5th ed., John Wiley & Sons, 2023.
- Luenberger, David G., Ye, Yinyu. *Linear and Nonlinear Programming*. 4th ed., Springer, 2016.

Course Learning Outcomes

- Upon successful completion of the course, students will be able to
1. Model real-world problems using optimization techniques, develop solution strategies by defining appropriate objectives/constraints.
 2. Apply theoretical frameworks to practical examples from different disciplines (engineering, economics, data science, etc.) and analyze them.
 3. Build and analyze models using computer programs (Python/Mathematica, etc.) to solve optimization problems and validate the results.
 4. Solve linear and nonlinear optimization problems using appropriate numerical algorithms and interpret the validity and sensitivity of the solution.
 5. Understand the strong relationship between statistics, mathematics, and engineering and interpret the results in an interdisciplinary context.

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	3	%15
Homework Assignments: • Content: Weekly assignments requiring critical analysis of fundamental concepts covered in class and identification of examples of these concepts within both intra-disciplinary and interdisciplinary contexts • Format: Written reports and group presentations • Detailed Assessment Criteria: -Ability to logically and accurately demonstrate the problem-solving process -Ability to find practical examples of the concepts - Ability to carry out processes of applied thinking, interpretation, and justification	1	15
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. (90 minutes). • Detailed Assessment Criteria: -Demonstration of understanding of the fundamental concepts of the course -Ability to solve problems related to theoretical topics -Ability to carry out theoretical reasoning processes	1	%30



Final: Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course Format: Face-to-face written exam. (90 minutes). Detailed Assessment Criteria: -Ability to apply advanced problem-solving skills -Demonstration of a thorough understanding of all topics covered in the course	1	%40
Percentage of In-Term Studies		%60
Percentage of Final Examination		%40
TOTAL		%100

WEEKLY SUBJECTS AND RELATED PREPARATION STUDIES		
WEEKS	COURSE OUTLINE	Related Preparation
1	Lecture: Linear/nonlinear; single-/multivariable; constrained/unconstrained; differentiable/nondifferentiable problems; objective–constraint–decision variable concepts. Quick Practice (5 minutes): Classify a given scenario (e.g., production/transportation) into the correct problem class. In-Class Discussion (5 minutes): Why do different problem classes require different solution approaches?	1. Review core concepts of optimization: objective, variables, constraints. Source: Coursebook, 87–98.
2	Lecture: Problem formulation; Introduction to optimization fundamentals using the Mathematica programming language. Quick Practice (5 minutes): Write decision variables–objective–constraints for a short word problem; demo a simple <i>Minimize</i> call in Mathematica. In-Class Discussion (5 minutes): Modeling pitfalls (missing constraints/wrong objective) and a verification checklist. Short Quiz 1 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Refresh the classification of optimization models. Source: Coursebook, 99–108. 2. Read introductory material on Mathematica. Source: 12–25 [1].
3	Lecture: Graphical optimization; level curves and feasible region for two-variable nonlinear programming; corner-point intuition. Quick Practice (5 minutes): Visualize a 2D nonlinear program with level curves and its feasible region. In-Class Discussion (5 minutes): Strengths and limits of the graphical method. Short Quiz 2 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Explore 2D/3D plotting with Mathematica’s <i>Plot</i> (and related) functions. Source: 32–42 [1].
4	Lecture: List operations; vectors and matrices; least-squares curve fitting to data. Quick Practice (5 minutes): Point estimation of parameters in a simple linear regression model. In-Class Discussion (5 minutes): Over-/under-determined systems and interpreting residuals.	1. Read an example of least-squares based on minimizing the sum of squared errors. Source: Coursebook, 130–131.
5	Lecture: Linear programming (Lp); standard/canonical forms; intuition for duality;	1. Refresh the general structure of an LP model. Source:



	network models; short network-flow examples. Quick Practice (5 minutes): Relating the core idea of LP to project networks. In-Class Discussion (5 minutes): LP vs. network models—when to prefer which?	Coursebook, 259–262. 2. Read the section on duality in LP. Source: Coursebook, 302–306.
6	Lecture: Single-variable derivative-based methods: Newton–Raphson, Secant; relation between roots and optima; convergence intuition. Quick Practice (5 minutes): On a one-variable example, use a Newton step to find a point where the derivative vanishes. In-Class Discussion (5 minutes): Effect of the starting point and derivative information. Short Quiz 3 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session.	1. Study assumptions of Newton–Raphson for locating stationary points and the role of the initial guess. Source: Coursebook, 131–135.
7	Lecture: Single-variable derivative-free methods: Golden-Section Search; identifying an enclosing interval (bracketing) on a unimodal domain and applying golden-section steps. Quick Practice (5 minutes): Build a golden-section table on a closed interval. In-Class Discussion (5 minutes): Derivative-free vs. derivative-based methods.	1. Review the general idea of derivative-free search methods. Source: Coursebook, 137–139. 2. Study the golden ratio and its link to the Fibonacci sequence. Source: Coursebook, 143–145.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Multivariable unconstrained derivative-based methods: Newton, Quasi-Newton, BFGS Algorithm. Quick Practice (5 minutes): One BFGS update step (small example). In-Class Discussion (5 minutes): Computational load; full vs. approximate Hessian trade-offs.	1. Refresh first-/second-order conditions and the Hessian concept. Source: Coursebook, 77–81; 194–195. 2. Investigate when Quasi-Newton methods are advantageous. Source: Coursebook, 204–205.
10	Lecture: Multivariable unconstrained derivative-based methods: Steepest Descent and Levenberg–Marquardt (LM). Direction = negative gradient; step size via line search; LM adds regularization to improve stability. Quick Practice (5 minutes): Line-search checklist for steepest descent. In-Class Discussion (5 minutes): How step size/line search affects convergence.	1. Compare Newton vs. Steepest Descent; read how the search direction in Steepest Descent is the negative gradient. Source: Coursebook, 214. 2. Read how LM adds regularization to blend Gauss–Newton and improve stability. Source: Coursebook, 217.
11	Lecture: Multivariable unconstrained derivative-free methods: Nelder–Mead, Tabu Search Algorithm. Quick Practice (5 minutes): One Nelder–Mead iteration (update simplex vertices). In-Class Discussion (5 minutes): Getting stuck in local optima and diversification strategies.	1. Derivative-free search logic; examine basic simplex updates in Nelder–Mead. Source: Coursebook, 226–230. 2. Review the general flow of Tabu Search. Source: 420–422 [3].
12	Lecture: Multivariable unconstrained derivative-free methods: Simulated Annealing Method. Quick Practice (5 minutes): Accept/reject examples on a small cost function. In-Class Discussion (5 minutes): Effect of cooling rate on the explore–exploit balance.	1. Read Metropolis acceptance and temperature schedules; note how occasional worse moves help escape local traps. Source: Coursebook, 236–237.
13	Lecture: Multivariable unconstrained derivative-free methods: Genetic Algorithm (GA).	1. Schematic overview of GA components (encoding,



	Quick Practice (5 minutes): A small binary-coded GA run. In-Class Discussion (5 minutes): GA hyperparameter sensitivity and hybrid approaches.	fitness, selection–crossover–mutation, stopping criteria). Source: Coursebook, 237–238.
14	Lecture: Numerical solutions for constrained nonlinear optimization: Sequential Quadratic Programming (SQP) and the active-set idea. Quick Practice (5 minutes): Applying KT conditions on an example. In-Class Discussion (5 minutes): Modeling effects of different constraint types.	1. Refresh Karush-Kuhn-Tucker (KKT) conditions. Source: Coursebook, 375–377.
15	Lecture: Student Presentations Quick Practice (15 minutes): Model–solve–interpret a selected real-world problem using an appropriate algorithm and a programming language. In-Class Discussion (5 minutes): Assumptions, limitations, and possible improvements of the model.	1. Preparation and demonstration of code implementing course topics using one of the programming languages Mathematica, R, Python, or Matlab.
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	1	4	4
Quizzes/Studio Critics	3	4	12
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 Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	<u>DÖÇ-1</u>	<u>DÖÇ-2</u>	<u>DÖÇ-3</u>	<u>DÖÇ-4</u>	<u>DÖÇ-5</u>	<u>DÖÇ-6</u>	<u>DÖÇ-7</u>	<u>DÖÇ-8</u>	<u>DÖÇ-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.									
PÇ-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	5	4				
PÇ-4 Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir. Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach									
PÇ-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	5	4	4	5				
PÇ-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.	5	5	5	5	4				



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.									