



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Matematik
DERSİN ADI	Matematik Analiz 4
DERSİN KODU	MAT2042
YEREL KREDİSİ	4
AKTS KREDİSİ	7
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	2
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Zorunlu @Matematik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Temel Meslek Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Matematik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Elif DEMİR
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilere çok değişkenli integral hesabının kuramsal temellerini ve analitik yöntemlerini ayrıntılı biçimde kazandırmaktır. Ders kapsamında, iki ve üç katlı integrallerin tanımı, varlık koşulları ve uygulamaları sistematik olarak ele alınacak; değişken dönüşümleri ile silindirik ve küresel koordinatlarda integral hesaplamaları incelenecektir. Ayrıca improper integrallerin yakınsaklığı, Gamma ve beta fonksiyonları, parametreye bağlı integraller ve Leibniz kuralı gibi ileri analiz teknikleri üzerinde durulacaktır. Eğrisel ve yüzey integralleri hem düzlemde hem de üç boyutlu uzayda ayrıntılı olarak işlenecek; bu bağlamda Green Teoremi, Diverjans Teoremi ve Stokes Teoremi gibi temel sonuçlar aracılığıyla integral kavramlarının matematiksel yapıları, özellikleri ve aralarındaki derin ilişkiler ortaya konacaktır. Dersin genel amacı, öğrencilere çok değişkenli integral hesabı alanında güçlü ve sağlam bir kuramsal temel kazandırmak, böylece onların ileri düzey matematik derslerinde ve uygulamalı bilimlerde bu bilgileri etkin ve yaratıcı biçimde kullanabilecek düzeye ulaşmalarını sağlamaktır.
DERSİN İÇERİĞİ	İki katlı integral, varlık teoremi; iki katlı integral uygulamaları; değişken dönüştürmesi; üç katlı integral ve uygulamaları, silindirik ve küresel koordinatlar; improper integrallerin yakınsaklığının incelenmesi, Gama ve Beta fonksiyonları; parametreye bağlı integraller, Leibnitz kuralı; düzlemde eğrisel integral ve varlık teoremi, Green Teoremi, eğrisel integralin yoldan bağımsızlığı; üç boyutlu uzayda eğrisel integral; yüzey integralleri, Diverjans Teoremi, Stokes Teoremi.

**DERS KİTABI / MALZEMESİ /
ÖNERİLEN KAYNAKLAR****Ders Kitabı:**

Thomas, George. B., Weir, Maurice D., Hass, Joel and Giordano, Frank R. *Thomas' Calculus*, 11. baskı, Pearson Addison-Wesley, Boston, 2005.

Zorunlu Kaynaklar:

[1] Kosmala, Witold A. *A Friendly Introduction to Analysis: Single and Multivariable*. 2. baskı, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2004.

Önerilen Kaynaklar:

Folland, Gerald B. *Advanced Calculus*. Prentice-Hall, 2002.

Kaplan, Wilfred. *Advanced Calculus*. Wesley Publishing Company, 1984.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. İki ve üç katlı integralleri tanımlayarak çeşitli koordinat sistemlerindeki uygulamalarını matematiksel ve uygulamalı bağlamda gerçekleştirebileceklerdir.
2. Çok değişkenli integrallerde değişken dönüşümlerini uygulayarak koordinat değişikliklerinin integral hesaplamalarına etkilerini inceleyebileceklerdir.
3. Improper integrallerin yakınsaklığını belirleyerek, ileri integral problemlerinde Gamma ve Beta fonksiyonlarını kullanabileceklerdir.
4. Parametreye bağlı integrallerde Leibniz kuralını uygulayabileceklerdir.
5. Düzlemde ve üç boyutlu uzayda eğrisel ve yüzey integrallerini hesaplayabileceklerdir.
6. Green, Diverjans ve Stokes Teoremlerini uygulayarak integralleri değerlendirip bu teoremler arasındaki ilişkileri inceleyebileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım		
Laboratuvar		
Uygulama		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği		
Ödev		
Sunum/Jüri		
Proje		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (90-100 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının gösterilmesi -Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi	2	%60



Final: • İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (90-100 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: İki katlı integrallerin tanımı, varlık koşulları ve temel özellikleri Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Basit iki katlı integral hesaplamaları Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): İki katlı integrallerin matematik ve uygulamalardaki öneminin tartışılması	1. Tek katlı integrallerin tanımı, hesaplanması, temel teorem ve kuralların hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 262-270. 2. Dikdörtgen bölgelerde iki katlı integrallerin tanımı ve hesaplamaya hazırlık için temel örneklerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 836-841.	
2	Konu Anlatımı: İki katlı integral uygulamaları; alan ve hacim hesaplamaları, sınırların belirlenmesi, farklı bölgelerde integral tanımlamaları Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Dikdörtgen, üçgen ve dairesel bölgelerde iki katlı integrallerin hesaplanması; basit fiziksel örneklerde (kütle, yoğunluk dağılımı) uygulama Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): İki katlı integrallerin mühendislik, fizik ve ekonomi alanlarındaki öneminin tartışılması, farklı bölgelerde ve koordinat sistemlerinde integrallerin yorumlanması	1. Tek katlı integral uygulamalarının (alan ve hacim hesaplamaları) hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 294-297; 308-315. 2. İki katlı integrallerde bölge sınırlarının belirlenmesi ve dikdörtgen dışındaki bölgeler için integral oluşturulması kavramlarının okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 841-850.	
3	Konu Anlatımı: Değişken dönüşümleri ve Jakobiyen (Jakobiyen determinant); iki katlı integrallerde değişken değiştirmenin önemi, koordinat sistemleri arası dönüşüm kuralları. Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Dik koordinattan kutupsal koordinata geçiş örnekleri; Jakobiyen determinantının hesaplanması ve integrale uygulanması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Değişken dönüşümlerinin integral hesaplamalarındaki rolü, geometrik ve fiziksel yorumları; Jakobiyen determinantının diferansiyel hesaplamalar ve çok katlı integrallerde öneminin tartışılması	1. Tek değişkenli fonksiyonlarda değişken dönüşümüne ilişkin temel bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 284-291. 2. Çok değişkenli fonksiyonlarda koordinat sistemleri (dikdörtgen, kutupsal) arasındaki dönüşüm kurallarının incelenmesi ve Jacobian determinantın tanımının okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 853-859; 887-891.	
4	Konu Anlatımı: Üç katlı integraller; tanım, varlık koşulları ve temel özellikler. Hacim hesaplamalarında üç katlı integrallerin kullanımı, sınırların belirlenmesi ve uygulamalı örnekler Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Basit üç katlı integrallerin hesaplanması; farklı sınır koşullarına sahip bölgelerde hacim hesaplamaları Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Üç katlı integrallerin fizik, mühendislik ve matematiksel modelleme alanlarındaki önemi; hacim hesaplamalarının gerçek dünya uygulamalarındaki yeri; hesaplamalarda sınır ve koordinat seçimlerinin etkisinin tartışılması	1. Çift katlı integraller ve temel özellikleri: Çift katlı integrallerin tanımı, varlık koşulları, integrasyon sırası ve temel uygulamaları hakkında ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 841-850. 2. Hacim hesaplamalarında üç katlı integrallerin kullanımı için dikdörtgen bölgeler ve simetrik cisimler üzerinde örneklerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 859-865.	



5	Konu Anlatımı: Silindirik ve küresel koordinatlar; bu koordinat sistemlerinin tanımı, temel özellikleri ve çok katlı integral hesaplamalarındaki avantajları Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Dik koordinatlardan silindirik ve küresel koordinatlara geçiş örnekleri; bu dönüşümle ilgili integrallerin ifade edilmesi ve hesaplanması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Farklı koordinat sistemlerinin matematik, fizik ve mühendislik uygulamalarındaki önemi açısından tartışılması	1. Kartezyen koordinat sistemi ve çok katlı integrallerde sınırların belirlenmesi; koordinat dönüşümleri ile ilgili temel kuralların hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 841-850; 853-859. 2. Çok katlı integrallerde silindirik ve küresel koordinat dönüşümlerinin kurulumu ve Jakobiyen determinantların hesaplanması gibi konuların okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 875-883.
6	Konu Anlatımı: Improper integrallerin yakınsaklık ve ıraksaklık kriterleri. Çeşitli örnekler üzerinden yakınsaklık testlerinin uygulanması ve matematiksel anlamının incelenmesi. Farklı integrallerin davranışlarının karşılaştırılması Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Improper integrallerin çözümü ve yakınsaklık/ıraksaklık testlerinin uygulanması; örnek fonksiyonlarda hesaplamalar Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Improper integrallerin fizik ve mühendislikteki uygulamalarının tartışılması	1. Tek değişkenli integral kavramı, limitler ve integral tanımı; integralin yakınsaklığı ile ilgili temel fikirlerin ve örneklerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 256-262. 2. Improper integrallerin tanımı ve temel özellikleri: Sonsuz sınır içeren integraller ve integrandın teklik içerdiği durumların incelenmesi, Yakınsaklık ve ıraksaklık kriterleri gibi bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 478-487.
7	Konu Anlatımı: Gamma ve beta fonksiyonlarının tanıtımı, tanım alanları ve özellikleri. Gamma ve beta fonksiyonlarının integral hesaplamalarında ve özel fonksiyonların tanımlanmasında kullanımı Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Gamma ve beta fonksiyonları ile ilgili temel hesaplama örnekleri Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Gamma ve beta fonksiyonlarının matematik, olasılık teorisi ve fizik problemlerindeki rolünün tartışılması	1. Tek katlı integral tanımları ve sürekli fonksiyonlarda temel integral özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 262-274. 2. Gamma ve beta fonksiyonlarının özel integral hesaplamalarında ve özel fonksiyonların tanımlanmasında kullanımı konusunun okunması. Kaynak: [1], 274-80.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Parametreye bağlı integrallerin tanıtımı. Leibniz kuralı: parametreye bağlı integrallerin türevlenmesi ve kuralın ispatı Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Parametreye bağlı integrallerin çözümü ve Leibniz kuralının uygulanması ile ilgili örnek problemler Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Parametreye bağlı integrallerin analizde, diferansiyel denklemlerde ve matematiksel modellemedeki rolünün tartışılması	1. Tek katlı integral tanımları ve sürekli fonksiyonlarda temel integral özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 262-274. 2. Leibniz kuralı: parametreye bağlı integrallerin türevlenmesi ile ilgili bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 306-307.
10	Konu Anlatımı: Düzlemde eğrisel integrallerin tanımı. Eğrisel integrallerin varlık koşulları Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Basit eğrisel integral hesaplamaları Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Eğrisel integrallerin fizik (iş, enerji), mühendislik ve akışkanlar mekaniği bağlamındaki uygulamalarının tartışılması	1. Tek katlı integral tanımları ve sürekli fonksiyonlarda temel integral özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 262-274. 2. Eğrisel integrallerin tanımı ve varlık koşullarını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 901-920.
11	Konu Anlatımı: Green Teoremi; tanımı, formülasyonu ve düzlemdeki vektör alanlarına uygulanışı Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Bir vektör alanı üzerinde Green Teoremi kullanarak eğrisel integral ve alan integrali hesaplamaları Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Green Teoremi'nin mühendislik, fizik ve matematiksel modellemelerdeki önemi; alan ve dolaşım ilişkisi üzerinden fiziksel ve geometrik yorumların tartışılması	1. Çift katlı integrallerin tanımı, varlık koşulları, integrasyon sırası ve temel uygulamaları hakkında ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 841-850. 2. Green Teoremi; tanımı, formülasyonu ve düzlemdeki vektör alanlarına uygulanışı konularının okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 931-943.
12	Ara Sınav 2	



	Konu Anlatımı: Üç boyutlu uzayda eğrisel integraller ve vektör alanları. Eğrisel integrallerin üç boyutlu uzayda tanımı, vektör alanları üzerindeki hesaplama yöntemleri ve fiziksel anlamları (iş, akış, dolaşım) Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Basit bir vektör alanı üzerinde çizgi integralinin hesaplanması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Eğrisel integrallerin elektromanyetizma, akışkanlar mekaniği ve mühendislik uygulamalarındaki rolünün tartışılması	1. Tek katlı integral tanımları ve sürekli fonksiyonlarda temel integral özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 262-274. 2. Üç boyutlu uzayda vektör alanı kavramının, skaler alanlarla ilişkilerinin ve gradyan, diverjans, rotasyon gibi temel diferansiyel işlemlerin gözlemlenmesi. Ayrıca eğrilerin parametrisasyonu ve doğrultu vektörlerinin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 907-920.
13	Konu Anlatımı: Eğrisel integralde yoldan bağımsızlık kavramı, konservatif ve rotasyonel vektör alanlarının incelenmesi ve örneklerle gösterilmesi Sınıf-İçi Uygulama: (15 dk) Basit bir üç boyutlu vektör alanı konservatif yapısı üzerinde eğrisel integral hesaplamaları Sınıf-İçi Tartışma: (5 dk.) Konservatif ve rotasyonel alanların fiziksel yorumlarının ele alınması: işin yola bağımlılığı, enerjinin korunumu, yerçekimi ve elektrik alanlarının konservatif yapısı ile manyetik alan ve akışkan alanlarının rotasyonel doğası üzerine tartışılması	1. Gradyen vektör kavramı ve özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 786-787. 2. Üç boyutlu uzayda eğrisel integral kavramı ve vektör alanlarının konservatif olup olmaması gibi konuların okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 920-931.
14	Konu Anlatımı: Yüzey integralleri ve temel özellikleri. Skaler ve vektör alanları için yüzey integralleri tanımı, parametreleştirme yöntemi ile hesaplanması. Akı (flux) kavramı ve fiziksel yorumlar (elektromanyetizma, akışkanlar mekaniği) Sınıf-İçi Uygulama: (15 dk) Bir yüzey üzerinde yüzey integrali hesaplama örnekleri Sınıf-İçi Tartışma: (5 dk.) Yüzey integrallerinin mühendislik, fizik ve matematiksel modelleme uygulamalarındaki önemi; akı ve fiziksel yorumlar üzerinden tartışılması	1. Çift katlı integrallerin tanımı, varlık koşulları, integrasyon sırası ve temel uygulamaları hakkında ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 841-850. 2. Yüzey integrali kavramı ve parametrik yüzey tanımı ile ilgili temel bilgilerin okunması, Skaler ve vektör alanlarının tanımı ve akı (flux) kavramına ilişkin ön bilgilerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 953-960.
15	Konu Anlatımı: Diverjans Teoremi ve Stokes Teoremi; tanımları, formülasyonları ve vektör alanlarına uygulanışları. Teoremlerin hacim ve yüzey integralleri ile ilişkisi, fiziksel yorumları (akış, dolaşım) ve mühendislikteki kullanımları; dersin genel tekrar ve önceki konuların entegrasyonu Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Diverjans ve Stokes teoremleri kullanılarak örnek integral hesaplamaları, hacim ve yüzey akılarının incelenmesi Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Diverjans ve Stokes teoremlerinin matematiksel, fiziksel ve mühendislik uygulamalarındaki önemi; dersin genel kazanımlarının değerlendirilmesi ve tartışılması	1. Eğrisel ve üç katlı integrallerin hesaplanmalarına dair kuralları hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 859-865; 901-905. 2. Yüzey integralleri ile ilgili ön bilgilerin tekrar edilmesi; Diverjans ve Stokes teoremlerinin matematiksel ifadelerinin ve fiziksel yorumlarının okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 962-970; 972-981.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	5	70
Laboratuar			
Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	3	42
Derse Özgü Staj			



Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği			
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	2	30	60
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	30	30
Toplam İş yükü:			202
Toplam İş yükü / 30(s):			6.73
AKTS Kredisi:			7



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Mathematics
TITLE OF COURSE	Mathematical Analysis 4
CODE	MAT2042
LOCAL CREDIT	4
ECTS	7
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	2
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Spring
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Required @ Bachelor Programme in Mathematics
COURSE CATEGORY	Core Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Mathematics
COURSE COORDINATOR	Elif DEMİR
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to help students develop a thorough understanding of the theoretical foundations and analytical methods of multivariable integral calculus. The course systematically addresses the definition, existence conditions, and applications of double and triple integrals, as well as variable transformations and integral computations in cylindrical and spherical coordinates. Further emphasis is placed on advanced analytical techniques, including the convergence of improper integrals, Gamma and Beta functions, parameter-dependent integrals, and Leibniz's rule. Line and surface integrals will be studied in detail, both in the plane and in three-dimensional space; in this context, fundamental results such as Green's Theorem, the Divergence Theorem, and Stokes' Theorem will be explored to reveal the mathematical structures, properties, and interconnections of integral concepts. The overall objective of the course is to equip students with a solid and comprehensive theoretical background in multivariable integral calculus, thereby enabling them to apply this knowledge effectively and creatively in advanced mathematics courses as well as in applied sciences.
COURSE CONTENT	Double integral, Existence Theorem; applications of double integral; transformation of variables; triple integral and its applications, cylindrical and spherical coordinates; analysis of the convergence of improper integrals, Gamma and beta functions; integrals depending on a parameter, Leibnitz's rule; line integrals in plane and existence theorem, Green's Theorem, path independence for line integrals; line integrals in three dimensional space; surface integrals, Divergence Theorem, Stokes' Theorem.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Thomas, George. B., Weir, Maurice D., Hass, Joel and Giordano, Frank R. <i>Thomas' Calculus</i> . 11th ed., Pearson Addison-Wesley, Boston, 2005.



Required Readings:

[1] Kosmala, Witold A. *A Friendly Introduction to Analysis: Single and Multivariable*. 2nd ed., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2004.

Recommended Readings:

Folland, Gerald B. *Advanced Calculus*. Prentice-Hall, 2002.
Kaplan, Wilfred. *Advanced Calculus*. Wesley Publishing Company, 1984.

Course Learning Outcomes

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

1. Perform double and triple integrals in various coordinate systems in mathematical and applied contexts.
2. Analyze the effects of variable transformations on multivariable integrals through coordinate changes.
3. Determine the convergence of improper integrals using Gamma and Beta functions in advanced integral problems.
4. Apply Leibniz's rule to parameter-dependent integrals.
5. Compute line and surface integrals in the plane and in three-dimensional space, demonstrating a clear understanding of their geometric and analytic significance.
6. Evaluate integrals through Green, Divergence, and Stokes Theorems while recognizing the relationships among these theorems.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation		
Laboratory		
Application		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics		
Homework Assignments		
Presentations/Jury		
Project		
Seminar/Workshop		
Midterms: • Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week • Format: Face-to-face written exam. (90-100 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	2	%60
Final: • Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course		



Format: Face-to-face written exam. (90-100 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: Definition, existence conditions, and fundamental properties of double integrals Practice (15 minutes): Calculation on simple double integrals In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the significance of double integrals in mathematics and applications	- Recollection and activation of the definition, computation, fundamental theorem and rules of single integrals. Source: Coursebook, 262-270. - Reading the definition of double integrals over rectangular regions and examination of basic examples as preparation for computation. Source: Coursebook, 836-841.
2	Lecture: Applications of double integrals; calculation of area and volume, determination of limits, and setting up integrals over different regions Practice (15 minutes): Calculation of double integrals over rectangular, triangular, and circular regions; applying to simple physical examples such as mass and density distribution In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of the importance of double integrals in engineering, physics, and economics; interpreting integrals over different regions and coordinate systems	- Recollection and activation of applications of single integrals (area and volume calculations). Source: Coursebook, 294-297; 308-315. - Reading the determination of region boundaries in double integrals and examination of integral setups for regions other than rectangles with examples. Source: Coursebook, 841-850.
3	Lecture: Variable transformations and the Jacobian determinant; the importance of changing variables in double integrals, rules for converting between coordinate systems Practice (15 minutes): Examples of converting from Cartesian to polar coordinates; calculating the Jacobian determinant and applying it to integrals In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of the role of variable transformations in integral calculations, their geometric and physical interpretations; the significance of the Jacobian determinant in differential calculations and multiple integrals	- Recollection and activation of fundamental knowledge regarding variable substitution in single-variable functions. Source: Coursebook, 284-291. - Reading of transformation rules between coordinate systems (rectangular, polar) in multivariable functions and preparation for the definition of the Jacobian determinant. Source: Coursebook, 853-859; 887-891.
4	Lecture: Triple integrals; definition, existence conditions, and fundamental properties. Use of triple integrals in volume calculations, determination of limits, and practical examples Practice (15 minutes): Calculation of simple triple integrals; computing volumes over regions with different boundary conditions In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of the importance of triple integrals in physics, engineering, and mathematical modeling; the role of volume	- Recollection and activation of double integrals and fundamental properties: Preliminary knowledge on the definition of double integrals, conditions of existence, order of integration, and basic applications. Source: Coursebook, 841-850. - Reading examples on rectangular regions and symmetric bodies for the use of triple integrals in volume calculations. Source: Coursebook, 859-865.



	calculations in real-world applications; the effect of boundary and coordinate choices on computations	
5	Lecture: Cylindrical and spherical coordinates; definitions, fundamental properties, and advantages in multivariable integral calculations Practice (15 minutes): Examples of converting from Cartesian to cylindrical and spherical coordinates; formulation and evaluation of corresponding integrals In-Class Discussion (5 minutes): A discussion of the importance of different coordinate systems in mathematics, physics, and engineering applications.	1. Recollection and activation of Cartesian coordinate system and determination of boundaries in multiple integrals; recalling and applying the basic rules related to coordinate transformations. Source: Coursebook, 841-850; 853-859. 2. Reading on topics such as the setup of cylindrical and spherical coordinate transformations in multiple integrals and the computation of Jacobian determinants. Source: Coursebook, 875-883.
6	Lecture: Convergence and divergence criteria for improper integrals; applying convergence tests through various examples and examining their mathematical significance; comparing the behavior of different integrals Practice (15 minutes): Examples of improper integrals and applying convergence/divergence tests In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on applications of improper integrals in physics and engineering	1. Recollection and activation the concept of single-variable integrals, limits, and the definition of the integral; reviewing the basic ideas and examples related to the convergence of integrals. Source: Coursebook, 256-262. 2. Reading definition and fundamental properties of improper integrals: examining integrals with infinite limits and cases where the integrand contains singularities, as well as reading sections on convergence and divergence criteria. Source: Coursebook, 478-487.
7	Lecture: Introduction to Gamma and Beta functions, their domains and properties. Applications of Gamma and Beta functions in integral computations and in the definition of special functions Practice (15 minutes): Examples of basic computation involving Gamma and Beta functions In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the role of Gamma and Beta functions in mathematics, probability theory, and physics problems	1. Recollection and activation the definitions of single integrals and review of the basic properties of integrals for continuous functions. Source: Coursebook, 262-274. 2. Reading the use of Gamma and Beta functions in special integral computations and in the definition of special functions. Source: [1], 274-280.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Introduction to parameter-dependent integrals. Leibniz rule: differentiation of parameter-dependent integrals and the proof of the rule. Practice (15 minutes): Examples of parameter-dependent integrals and exercises on the application of Leibniz rule. In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the role of parameter-dependent integrals in analysis, differential equations, and mathematical modeling.	1. Recollection and activation of single integral definitions and basic integral properties for continuous functions. Sources: Coursebook, 262-274. 2. Reading Leibniz rule, Reading on differentiation of parameter-dependent integrals. Source: Coursebook, 306-307.
10	Lecture: Definition of line integrals in the plane; Existence conditions for line integrals Practice (15 minutes): Simple calculations of line integrals In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the applications of line integrals in physics (work, energy), engineering, and fluid mechanics	1. Recollection and activation of single integral definitions and basic integral properties for continuous functions. Source: Coursebook, 262-274. 2. Reading the definition and existence conditions of line integrals. Source: Coursebook, 901-920.
11	Lecture: Green's Theorem; its definition, formulation, and application to vector fields in the plane Practice (15 minutes): Calculation of line and area integrals for a vector field using Green's Theorem In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the	1. Recollection and activation preliminary information on the definition, existence conditions, order of integration, and basic applications of double integrals. Sources: Coursebook, 841-850. 2. Reading Green's Theorem: its definition, formulation, and application to planar vector fields. Source: Coursebook, 931-943.



	importance of Green's Theorem in engineering, physics, and mathematical modeling; discussion of physical and geometric interpretations through area and circulation relationships	
12	Midterm 2 Lecture: Line integrals and vector fields in three-dimensional space; definition of line integrals in three-dimensional space, calculation methods on vector fields, and their physical interpretations (work, flux, circulation) Practice (15 minutes): Calculation of a line integral over a simple vector field In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the role of line integrals in electromagnetism, fluid mechanics, and engineering applications	1. Recollection and activation of single-variable integral definitions and basic integral properties for continuous functions. Source: Coursebook, 262-274. 2. Reading the concept of vector fields in three-dimensional space, their relationship with scalar fields, and fundamental differential operations such as gradient, divergence, and curl. Also, review of curve parametrization and direction vectors. Source: Coursebook, 907-920.
13	Lecture: Path independence in line integrals, investigation of conservative and rotational vector fields with illustrative examples Practice (15 minutes): Calculation of line integrals over the conservative structure of a simple three-dimensional vector field In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of the physical interpretations of conservative and rotational fields: path dependence of work, energy conservation, the conservative nature of gravitational and electric fields, and the rotational nature of magnetic and fluid fields	1. Recollection and activation of the concept and properties of the gradient vector. Source: Coursebook, 786-787. 2. Reading the concept of line integrals in three-dimensional space and topics such as whether vector fields are conservative. Source: Coursebook, 920-931.
14	Lecture: Surface integrals and their fundamental properties; definition of surface integrals for scalar and vector fields, computation using parameterization, and the concept of flux Practice (15 minutes): Examples of surface integral calculations over a surface and flux interpretation In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the importance of surface integrals in engineering, physics, and mathematical modeling; discussion of flux and physical interpretations	1. Recollection and activation preliminary information on the definition, existence conditions, order of integration, and basic applications of double integrals. Source: Coursebook, 841-850. 2. Reading the concept of surface integrals and parametric surface definition; review of the definitions of scalar and vector fields and the concept of flux. Source: Coursebook, 953-960.
15	Lecture: Divergence Theorem and Stokes' Theorem; definitions, formulations, and applications to vector fields; relation of the theorems to volume and surface integrals, physical interpretations (flux, circulation), and applications in engineering; comprehensive review and integration of previous topics Practice (15 minutes): Example integral calculations using Divergence and Stokes' Theorems; examination of volume and surface flux In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the Importance of Divergence and Stokes' Theorems in mathematical, physical, and engineering contexts; evaluation and discussion of overall course learning outcomes	1. Recollection and activation of the rules for calculating line integrals and triple integrals. Source: Coursebook, 859-865; 901-905. 2. Reading preliminary information on surface integrals; study of the mathematical formulations and physical interpretations of the Divergence and Stokes Theorems. Source: Coursebook, 962-970, 972-981.
16	Final	Review of all topics covered.



ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	5	70
Laboratory			
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	3	42
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics			
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	2	30	60
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	30	30
Total Workload:			202
Total Workload / 30(h):			6.73
ECTS Credit:			7



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖC-1	DÖC-2	DÖC-3	DÖC-4	DÖC-5	DÖC-6
PC-1 Geometri, analiz, lineer cebir, soyut matematik, cebir ve diferansiyel denklemler gibi matematiğin temel alanlarındaki tanımları ve teoremleri ifade edebilecek, bunlar arasında ilişki kurabilecek ve teoremlerin uygulamalarını açıklayabileceklerdir. / State the definitions and theorems in fundamental areas of mathematics such as geometry, analysis, linear algebra, abstract mathematics, and differential equations, establish connections between them and explain their applications.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-2 Matematik alanındaki teorik ve uygulamalı bilgilerini ve matematiksel düşünme becerilerini kullanarak standart ve karmaşık matematiksel problemleri tanımlayabilecek ve analitik ve/veya sayısal yöntemlerle çözebilecek ve matematiksel bir önermenin geçerliliğini farklı ispat yöntemleri ile ispatlayabileceklerdir. / Identify standard and complex mathematical problems, solve these problems with analytical and/or numerical methods and prove the validity of a mathematical proposition through various proof techniques using their theoretical and applied knowledge of mathematics and mathematical thinking skills.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-3 Matematik alanındaki teorik ve uygulamalı bilgilerini ve matematiksel düşünme becerilerini kullanarak gerçek hayattaki problemlerin matematiksel modellerini geliştirebilecek ve bu modelleri kullanarak problemlere geçerli çözümler üretebileceklerdir. / Develop mathematical models for real-life problems and generate valid solutions based on these models using their theoretical and applied knowledge of mathematics and mathematical thinking skills.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>



PC-4 Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinilmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir. / Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-5 Matematik alanında edindikleri bilgi birikimlerini ve matematiksel düşünme becerilerini, teorik matematik, yazılım, finans ve yönetim matematiği, biyomatematik, veri bilimi ve finansal istatistik yöntemleri gibi disiplin-içi ve disiplinlerarası uzmanlık alanlarında geliştirebileceklerdir. / Advance their acquired knowledge in mathematics and mathematical thinking skills in both disciplinary and interdisciplinary areas of specialisation such as pure mathematics, software, financial and managerial mathematics, biomathematics, data science, and financial statistical methods.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-6 Matematik 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 mathematics for problem-solving, data analysis, and simulations.	=	=	=	=	=	=
PC-7 Matematik 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 mathematics 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 yrtrken 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 alışabileceklerdir. / Work effectively both independently and as part of a team.	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
PC-10 Matematik alanında gvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatr taraması yapabilecek ve akademik araştırma tasarlayıp yrtebileceklerdir. / Access reliable sources of information, conduct literature reviews, and design and carry out academic research in the field of mathematics.	=	=	=	=	=	=
PC-11 Matematiksel konuları, teorileri, ispatları, araştırmaları ve problem zmlerini, matematik terminolojisi kullanarak tm paydaşlara Trke ve İngilizcede szl ve yazılı olarak etkili biçimde aktarabileceklerdir. / Effectively communicate mathematical 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.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>