



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Matematik
DERSİN ADI	Kompleks Fonksiyonlar Teorisi 1
DERSİN KODU	MAT4111
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	7
HAFTALIK DERS SAATİ	2
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	2
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz
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	Özlem BAKŞI
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilerin kompleks analizin temel teoremlerini Cauchy-Riemann denklemleri, harmonik fonksiyonlar, Cauchy Teoremi, Cauchy integral formülü, maksimum modül prensibi, Liouville Teoremi, kompleks fonksiyonların seri açılımları, Rezidü Teoremi ve Riemann Tasvir Teoremi ispatlarıyla birlikte anlamalarına ve uygulama yapmalarına yardımcı olmaktır. Bu dersi alan öğrencilerin, reel değişkenli fonksiyonlar teorisindeki türev ve integral kavramları ile kompleks fonksiyonlar teorisindeki karşılıklarını ayırt edebilmeleri; analitik fonksiyonların sahip olduğu özelliklerini anlayarak teorik ve uygulamalı problemlerde kullanabilmelerini amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra, kompleks fonksiyonlar kuramının matematiğin diğer alanlarındaki ve disiplinler arası uygulamalarına yönelik çalışmalarını anlama kabiliyeti sağlamayı hedeflemektedir.
DERSİN İÇERİĞİ	Kompleks sayılar ve özellikleri; kompleks fonksiyonlar; kompleks fonksiyonlarda limit ve süreklilik; türev; kompleks değişkenli bir fonksiyonun integrali, Cauchy teoremi; kompleks sayıların dizileri ve serileri; Taylor ve Laurent serileri; Rezidü Teorisi.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: Churchill, Ruel V., Brown, James W. <i>Complex Variables and Applications</i>. 9. baskı, McGraw-Hill, 2013. Zorunlu Kaynaklar: [1] Başarır, Metin. <i>Kompleks Değişkenli Fonksiyonlar Teorisi</i>. 2. baskı, Sakarya Yayıncılık, 2010. [2] Başkan, Turgut. <i>Kompleks Fonksiyonlar Teorisi</i>. Dora Basım, 2012.



- [3] Thomas, George B. Weir, Maurice D. ve Hass, Joel, *Thomas' Calculus*. 14. baskı, Pearson, 2018.
- [4] Stewart, James. *Calculus: Early Transcendentals*. 8. baskı, Cengage Learning, 2016.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Kompleks sayıların tanımını ve gösterimlerini (cebirsel, geometrik, kutupsal, üstel), eşleniklerini, köklerini ve kompleks düzlemdeki bölgeler hakkındaki bilgileri problem çözmede kullanabileceklerdir.
2. Kompleks değişkenli fonksiyonların tasvirlerini üstel, logaritmik, trigonometrik ve hiperbolik fonksiyonların kompleks düzlemdeki davranışlarını analiz edebileceklerdir.
3. Kompleks fonksiyonlarda limit, süreklilik ve türev tanımlarını, Cauchy–Riemann koşulları ve harmonik fonksiyonlar yardımıyla analitik fonksiyonları ifade edebileceklerdir.
4. Çevre kavramı tanımı ile birlikte kompleks integralleri çeşitli yöntemlerle (parametrizasyon, çevre integralleri, anti türevler, Cauchy–Goursat Teoremi, Rezidü Teoremi) hesaplayabileceklerdir.
5. Kompleks diziler ve seriler için yakınsaklık kavramı ile birlikte Taylor ve Laurent serilerini elde ederek fonksiyonların tekil noktalarını sınıflandırabileceklerdir.
6. Rezidü kavramını kullanarak integrallerin çözümlerini, analitik fonksiyonların sıfırlarını, kutuplarını ve bunlar arasındaki ilişkileri açıklayabileceklerdir.
7. Elde ettiği teorik bilgileri matematik, fizik uygulamalarında ve problem çözme sürecinde kullanabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım: • İçerik: Öğrencilerin derse devam etmeleri ve katılmaları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Derse aktif katılım ve soru sorma - Sınıf-içi tartışmalara ve problem çözme süreçlerine katkı sağlayabilme	14	%5
Laboratuvar		
Uygulama		
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 (15-20 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	4	%20
Ödev		



Sunum/Jüri		
Proje		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular Format: Yüz yüze. Sınav (80-100 dakika) Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının gösterilmesi -Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi	1	%35
Final: İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular Format: Yüz yüze. Sınav (80-100 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: Kompleks sayılar: tanımı, cebirsel gösterim, geometrik gösterim (Argand düzlemi), cebirsel işlemler, kutupsal gösterim ve özellikler Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Öğrencilere karmaşık sayılarla toplama, çarpma ve kutupsal gösterim üzerinden basit işlemler yaptırılması Sınıf-İçi Tartışma (10-15 dk.): Kompleks sayıların matematikte ve fizik, mühendislik diğer disiplinlerde kullanım alanları üzerine kısa bir tartışma	1. Reel sayılar kümesi ve cebirsel işlemlerin özelliklerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 1081-1084. 2. Kompleks sayılar: tanımı, cebirsel gösterim, geometrik gösterim (Argand düzlemi), cebirsel işlemler, kutupsal gösterim ve özellikleri konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 1-20.
2	Konu Anlatımı: Kompleks eşlenik, kompleks sayıların üstel formu, üstel formda çarpım ve kuvvetler, çarpım ve bölümün argümanları, kompleks sayıların kökleri ve kompleks düzlemde bölgeler Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Kompleks sayıların eşleniği ile ilgili örnekler; kutupsal ve üstel formda, çarpım ve bölümün argümanlarının bulunmasına, kompleks köklere yönelik kısa alıştırmalar Sınıf-İçi Tartışma (10-15 dk.): Kompleks sayıların cebirsel, kutupsal, üstel gösterimleri üzerine tartışma	1. Reel sayılarda üstel ve trigonometrik fonksiyonların temel özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [4], 1240-1246. 2. Kompleks eşlenik, kompleks sayıların üstel formu, üstel formda çarpım ve kuvvetler, çarpım ve bölümün argümanları, kompleks sayıların kökleri ve kompleks düzlemde bölgeler, konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 20-33.
3	Konu Anlatımı: Kompleks değişkenli fonksiyonların tanımı ve özellikleri, tasvirler, üstel fonksiyonun tasvirleri Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Kompleks fonksiyon tanımına basit örnekler verilmesi; fonksiyonların kompleks düzlemdeki tasvirlerine görsel örnekler	1. Reel fonksiyonların tanımı, üstel, trigonometrik fonksiyonların özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 1-26. 2. Kompleks değişkenli fonksiyonların tanımı ve özellikleri, tasvirler, üstel fonksiyonun tasvirleri konularını içeren bölümlerin



	Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Kompleks fonksiyonların “tasvir” kavramı üzerinden reel fonksiyonlarla karşılaştırılması Kısa Sınav 1 (15-20 dk.): Ders sonunda, 1. ve 2. hafta konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 33-44. 3. Kısa Sınav 1: (kompleks sayılar ve ilgili kavramlar) Kaynak: Ders Kitabı, 1-33.
4	Konu Anlatımı: Kompleks fonksiyonlarda limit kavramı, limitlerin temel özellikleri ve teoremleri, sonsuzdaki limitler, kompleks fonksiyonlarda süreklilik Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Kompleks fonksiyonların limitleri ile ilgili basit örnekler; süreklilik kavramına ilişkin alıştırmalar. Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Kompleks fonksiyonlarda limit ve süreklilik kavramlarının reel fonksiyonlarla benzerlik ve farklılıkları üzerine tartışma	1. Reel fonksiyonlarda limit ve süreklilik kavramlarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 78-83. 2. Kompleks fonksiyonlarda limit kavramı, limitlerin temel özellikleri ve teoremleri, sonsuzdaki limitler, kompleks fonksiyonlarda süreklilik konuları içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 44-55.
5	Konu Anlatımı: Kompleks türev kavramı, türev kuralları ve türev formülleri Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Basit kompleks fonksiyonların türevlerinin hesaplanması; polinom, üstel ve trigonometrik fonksiyonların türevlerine ilişkin örnekler Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Kompleks türev kavramının reel türev kavramı ile karşılaştırılması ve tartışılması Kısa Sınav 2 (15-20 dk.): Ders sonunda, 3. ve 4. hafta konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Reel fonksiyonlarda türev kavramı ve temel türev kurallarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 123-143. 2. Kompleks fonksiyonların türev kuralları ve türev formülleri konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 60-63. 3. Kısa Sınav 2: (kompleks fonksiyonlar, limit ve süreklilik) Kaynak: Ders Kitabı, 35-55.
6	Konu Anlatımı: Cauchy–Riemann koşulları, türevlenebilirlik için yeterli şartlar, kutupsal koordinatlarda Cauchy–Riemann koşulları, analitik fonksiyonlar, harmonik fonksiyonlar, yansıma prensibi Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Verilen bir fonksiyonun Cauchy–Riemann koşullarını sağlayıp sağlamadığının kontrol edilmesi; analitik fonksiyonlara ve harmonik fonksiyonlara basit örnekler verilerek uygulama yaptırılması Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Analitik fonksiyon kavramının matematikteki önemi üzerine tartışmanın yapılması	1. Reel fonksiyonlarda çok değişkenli fonksiyonların tanımı ve kısmi türev kavramının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 794-795; 810-814. 2. Cauchy–Riemann koşulları, türevlenebilirlik için yeterli şartlar, kutupsal koordinatlarda Cauchy–Riemann koşulları, analitik fonksiyonlar, harmonik fonksiyonlar, yansıma prensibi ile ilgili konuların önceden okunulması. Kaynak: Ders Kitabı, 56-86.
7	Konu Anlatımı: Elementer fonksiyonlar: üstel fonksiyon, logaritmik fonksiyon, logaritmaların dalları ve türevleri, logaritmaları içeren bazı özdeşlikler Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Üstel ve logaritmik fonksiyonlarla ilgili basit örnekler, logaritma özdeşliklerine yönelik alıştırmalar Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Üstel ve logaritmik fonksiyonların kompleks düzlemdeki davranışlarının tartışılması	1. Reel fonksiyonlarda üstel ve logaritmik fonksiyonların temel özellikleri ile türevlerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 165-177. 2. Elementer fonksiyonlar: üstel fonksiyon, logaritmik fonksiyon, logaritmaların dalları ve türevleri, logaritmaları içeren bazı özdeşlikler konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 87-101.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Kompleks üsler, trigonometrik fonksiyonlar, hiperbolik fonksiyonlar, ters trigonometrik ve hiperbolik fonksiyonlar Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Kompleks üslerle trigonometrik ve hiperbolik fonksiyonlar, ters trigonometrik fonksiyonlara yönelik basit alıştırmalar Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Kompleks trigonometrik ve hiperbolik fonksiyonların reel fonksiyonlarla benzerlikleri ve farklılıklarının tartışılması	1. Reel fonksiyonlarda trigonometrik ve hiperbolik fonksiyonların temel özellikleri ile türevlerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynaklar: [3], 156-160; 440-441. 2. Kompleks üsler, trigonometrik fonksiyonlar, hiperbolik fonksiyonlar, ters trigonometrik ve hiperbolik fonksiyonlar. içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 101-115.
10	Konu Anlatımı: Kompleks integraller, çevreler ve çevre integralleri, çevre integrallerinin modülleri için üst sınırlar	1. $w(t)$ (t reel bir değişken) fonksiyonunun türev ve belirli integraline ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi,



	Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Basit düzeyde integrallerin çözümlerinin nasıl bulunduğu üzerine uygulamanın yaptırılması Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Kompleks fonksiyonların türev ve integral kavramlarının reel fonksiyonlarla karşılaştırılması ve tartışılması	çevreler ve çevre integralleri içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı 117-122. 2. Kompleks integraller, çevreler ve çevre integralleri, çevre integrallerinin modülleri için üst sınırlar konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 122-137.
11	Konu Anlatımı: Cauchy integral formülü, Cauchy integral formülünün genişlemesi, genişlemenin bazı sonuçları, Liouville teoremi, cebirin temel teoremi ve maksimum modül prensibi Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Cauchy integral formülünün örneklerle uygulamasının yaptırılması Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Cauchy integral formülünün kompleks analizdeki merkezi önemine ilişkin tartışmanın yapılması Kısa Sınav 3 (15-20 dk.): Ters yüz edilmiş öğrenme (flipped learning) yöntemi çerçevesinde, ders başında, öğrenciye verilen ön hazırlık görevinde yer alan 10. haftaya kadar olan konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Reel fonksiyonlarda belirli integraller ve Kalkülüs'ün Temel Teoremi'nin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 316-328. 2. Cauchy integral formülü, Cauchy integral formülünün genişlemesi, genişlemenin bazı sonuçları, Liouville Teoremi, Cebirin Temel Teoremi ve Maksimum Modül Prensibi konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 164-175. 3. Kısa Sınav 3: (10. haftaya kadar olan konular) Kaynak: Ders Kitabı, 1-137.
12	Konu Anlatımı: Kompleks sayılarda seriler; diziler ve serilerin yakınsaklığı, Taylor serileri ve örnekler Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): 2. ve 3. dereceden polinomların köklerinin bulması üzerine uygulama yaptırılması Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Reel ve kompleks serilerin yakınsaklık davranışlarının tartışmasının yapılması	1. Reel diziler, seriler ve yakınsaklık kavramlarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynaklar: [3], 572; 586; 604-610. 2. Kompleks sayılarda seriler; diziler ve serilerin yakınsaklığı, Taylor serileri ve örnekler konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 175-195.
13	Konu Anlatımı: Laurent serileri, örnekler, kuvvet serilerinde mutlak ve düzgün yakınsaklık, kuvvet serilerinin toplamalarının sürekliliği, kuvvet serilerinin integrali ve türevi, seri temsillerinin tekliği, kuvvet serilerinin çarpımı ve bölümü Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Verilen bir fonksiyonun Laurent serisini belirli bölgelerde bulunması Sınıf-içi Tartışma: (10-15 dk.): Taylor ve Laurent serilerinin farklarının tartışmasının yapılması Kısa Sınav 4 (15-20 dk.): Ders sonunda, 11. ve 12. haftalarda derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Reel kuvvet serileri ve Taylor serilerinin temel özelliklerinin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 616-626. 2. Laurent serileri, örnekler, kuvvet serilerinde mutlak ve düzgün yakınsaklık, kuvvet serilerinin toplamalarının sürekliliği, kuvvet serilerinin integrali ve türevi, seri temsillerinin tekliği, kuvvet serilerinin çarpımı ve bölümü. konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 195-225. 3. Kısa Sınav 4: (Cauchy integral formülü, Taylor serileri ve uygulamaları).
14	Konu Anlatımı: $f(z)$ fonksiyonunun izole tekil noktaları, rezidüler, Cauchy Rezidü Teoremi, sonsuzdaki rezidü Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Fonksiyonların tekil noktaları ve rezidülerin hesaplanması için basit örneklerin yaptırılması Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Rezidü kavramının kompleks analizdeki yeri hakkında tartışma yapılması	1. Reel fonksiyonlarda kısmi kesirlere ayırma yönteminin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 480-484. 2. Cauchy Rezidü Teoremi, sonsuzdaki rezidü konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 229-238.
15	Konu Anlatımı: İzole tekil noktaların üç türü, kutuplardaki rezidüler, analitik fonksiyonların sıfırları, sıfırlar ve kutuplar Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Verilen fonksiyonlarının tekil noktalarının türlerinin belirlenmesi Sınıf-içi Tartışma (10-15 dk.): Bir fonksiyonun sıfırları ile kutupları arasında nasıl bir ilişki vardır sorusunun tartışılması	1. Reel fonksiyonlarda rasyonel fonksiyonların payda sıfırlarının hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3], 9. 2. İzole tekil noktaların üç türü, kutuplardaki rezidüler, analitik fonksiyonların sıfırları, sıfırlar ve kutuplar konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 238-248.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU



Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	4	56
Laboratuar			
Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	6	84
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	4	4	16
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	30	30
Toplam İş yükü:			206
Toplam İş yükü / 30(s):			6.87
AKTS Kredisi:			7



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Mathematics
TITLE OF COURSE	Complex Functions Theory 1
CODE	MAT4111
LOCAL CREDIT	3
ECTS	7
LECTURE HOUR / WEEK	2
PRACTICAL HOUR / WEEK	2
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall
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	Özlem BAKŞI
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to help students understand and apply the fundamental theorems of complex analysis the Cauchy–Riemann equations, harmonic functions, Cauchy’s Theorem, the Cauchy Integral Formula, the Maximum Modulus Principle, Liouville’s Theorem, series expansions of complex functions, the Residue Theorem, and the Riemann Mapping Theorem together with their proofs. Students are expected to be able to distinguish the concepts of differentiation and integration in real variable function theory from their counterparts in complex function theory and to use the properties of analytic functions in both theoretical and applied problems. In addition, the course aims to provide the ability to understand the studies related to the applications of complex function theory in other areas of mathematics and in interdisciplinary contexts.
COURSE CONTENT	Complex numbers and their properties; complex functions; limits and continuity of complex functions; derivative; integral of a function of a complex variable; Cauchy's Theorem; sequences and series of complex numbers; Taylor and Laurent series; residue theory.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Churchill, Ruel V., Brown, James W. <i>Complex Variables and Applications</i> . 9th ed., McGraw-Hill, 2013. Required Readings: [1] Başarır, Metin. <i>Kompleks Değişkenli Fonksiyonlar Teorisi</i> . 2nd ed., Sakarya Yayıncılık, 2010. [2] Başkan, Turgut. <i>Kompleks Fonksiyonlar Teorisi</i> . Dora Publishing, 2012.



	[3] Thomas, George B. Weir, Maurice D., Hass, Joel, <i>Thomas' Calculus</i>. 14th ed., Pearson, 2018. [4] Stewart, James. <i>Calculus: Early Transcendentals</i>. 8th ed., Cengage Learning, 2016.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1. Apply the definition and representations of complex numbers (algebraic, geometric, polar, exponential), their conjugates, roots, and regions in the complex plane to problem solving. 2. Analyze mappings of complex functions and the behavior of exponential, logarithmic, trigonometric, and hyperbolic functions in the complex plane. 3. Express the concepts of limit, continuity, and differentiation in complex functions, analytic functions using the Cauchy–Riemann equations and harmonic functions 4. Apply the concept of contour, compute complex integrals by various methods (parametrization, contour integrals, antiderivatives, Cauchy–Goursat Theorem, Residue Theorem). 5. Classify singularities of functions by obtaining Taylor and Laurent series, along with the convergence of complex sequences and series. 6. Explain -to use the concept of residue- solutions to integrals, zeros and poles of analytic functions, and the relationships between them. 7. Use the theoretical knowledge they have acquired in mathematics and physics applications as well as in the problem-solving process.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation: • Content: Student attendance and participation in the course. • Detailed Assessment Criteria: -Active participation in lessons and asking questions -Ability to contribute to in-class discussions and problem-solving processes	14	%5
Laboratory		
Application		
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 (15-20 minutes) • Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	4	%20
Homework		
Presentations		
Project		
Seminar/Workshop		



Midterms: Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week Format: Face-to-face written exam. (80-100 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	1	%35
Final: Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course Format: Face-to-face written exam. (80-100 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: Complex numbers: definition, algebraic representation, geometric representation (Argand plane), algebraic operations, polar representation and properties Practice (15 minutes): Students perform simple operations with complex numbers such as addition, multiplication, and polar representation In-class Discussion (10-15 minutes): A short discussion on the use of complex numbers in mathematics and in other disciplines such as physics and engineering	- Recollection and activate prior knowledge about the set of real numbers and the properties of algebraic operations. Source: [3], 1081-1084. - Read the sections of the coursebook covering complex numbers: definition, algebraic representation, geometric representation (Argand plane), algebraic operations, polar representation and properties. Source: Coursebook, 1–20.
2	Lecture: Complex conjugate, exponential form of complex numbers, multiplication and powers in exponential form, arguments of multiplication and division, roots of complex numbers, and regions in the complex plane Practice (15 minutes): Exercises on complex conjugates, finding arguments of multiplication and division in polar and exponential form, and short drills on complex roots In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on algebraic, polar, and exponential representations of complex numbers	- Recollection and activation of prior knowledge about the basic properties of exponential and trigonometric functions in real numbers. Source: [4], 1240-1246. - Read the sections of the coursebook covering complex conjugates, exponential form, multiplication and powers in exponential form, arguments of multiplication and division, roots of complex numbers, and regions in the complex plane. Source: Coursebook, 20–33.
3	Lecture: Definition and properties of complex functions, mappings, and mappings of the exponential function.	Recollection and activation of prior knowledge about the definition of real functions, composition, inverse functions, and the exponential/trigonometric functions in real analysis. Source: [3], 1–26.



	Practice (15 minutes): Students work on simple examples of complex functions and draw basic illustrations of mappings In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the similarities and differences between mappings of real functions and complex functions Quiz 1 (15-20 minutes): Covers complex numbers and related concepts from weeks 1-2	2. Read the sections of the coursebook covering the definition and properties of complex functions, mappings, and exponential mappings. Source: Coursebook, 33-44. 3. Quiz 1: (complex numbers and related concepts) Source: Coursebook, 1-33.
4	Lecture: Limits in complex functions, basic properties and theorems of limits, limits at infinity, continuity in complex functions Practice (15 minutes): Exercises on evaluating limits and testing continuity of simple complex functions In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the similarities and differences between limits and continuity in real and complex functions	1. Recollection and activation of prior knowledge about limits and continuity in real functions. Source: [3], 53-71; 84-92. 2. Read the sections of the coursebook covering limits, basic limit theorems, limits at infinity, and continuity in complex functions. Source: Coursebook, 44-55.
5	Lecture: Differentiation of complex functions, differentiation rules, and derivative formulas Practice (15 minutes): Exercises on derivatives of polynomials, exponential, and trigonometric functions in the complex plane In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the similarities and differences between differentiation in real and complex functions Quiz 2 (15-20 minutes): Covers the topics from weeks 3-4	1. Recollection and activation of prior knowledge about differentiation and basic derivative rules in real functions. Source: [3], 117-143. 2. Read the sections of the coursebook covering the differentiation of complex functions, differentiation rules, and derivative formulas. Source: Coursebook, 60-63. 3. Quiz 2: (topics from weeks 3-4) Source: Coursebook, 33-55.
6	Lecture: Cauchy-Riemann equations, sufficient conditions for differentiability, Cauchy-Riemann equations in polar coordinates, analytic functions, harmonic functions, reflection principle Practice (15 minutes): Exercises on verifying the Cauchy-Riemann equations and identifying analytic and harmonic functions In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the significance of analytic functions in mathematics	1. Recollection and activation of prior knowledge about multivariable functions and partial derivatives. Source: [3], 894-902. 2. Read the sections of the coursebook covering Cauchy-Riemann equations, analytic functions, harmonic functions, and the reflection principle. Source: Coursebook, 56-86.
7	Lecture: Elementary functions: exponential function, logarithmic function, branches and derivatives of logarithms, identities involving logarithms Practice (15 minutes): Exercises on exponential and logarithmic functions and their properties in the complex plane In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the behavior of exponential and logarithmic functions in complex analysis	1. Recollection and activation of prior knowledge about exponential and logarithmic functions and their derivatives in real analysis. Source: [3], 163-170. 2. Read the sections of the coursebook covering exponential and logarithmic functions, branches of logarithms, derivatives, and identities. Source: Coursebook, 87-101.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Complex powers, trigonometric functions, hyperbolic functions, inverse trigonometric and inverse hyperbolic functions Practice (15 minutes): Exercises on evaluating complex powers and solving problems involving trigonometric and hyperbolic functions In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the similarities and differences between trigonometric	1. Recollection and activation of prior knowledge about trigonometric and hyperbolic functions in real analysis. Sources: [3], 156-160; 440-441. 2. Read the sections of the coursebook covering complex powers, trigonometric functions, hyperbolic functions, and inverse trigonometric and hyperbolic functions. Source: Coursebook, 101-115.



	and hyperbolic functions in real and complex analysis	
10	Lecture: Complex integrals, contours and contour integrals, upper bounds for contour integrals Practice (15 minutes): Exercises on computing contour integrals with simple functions In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the relationship between differentiation and integration in real and complex functions	1. Recollection and activation of prior knowledge about definite integrals and the Fundamental Theorem of Calculus in real analysis. Source: [3], 226–252. 2. Read the sections of the coursebook covering complex integrals, contours, contour integrals, and upper bounds. Source: Coursebook, 117–137.
11	Lecture: Cauchy Integral Formula, its extension, some consequences, Liouville's Theorem, the Fundamental Theorem of Algebra, and the maximum modulus Principle Practice (15 minutes): Application of the Cauchy integral formula through illustrative examples In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the central importance of the Cauchy integral formula in complex analysis Quiz 3 (15-20 minutes): Conducted at the beginning of the class within the framework of the flipped learning method, covering the topics up to week 10 assigned in the preparatory task	1. Recollection and activation of prior knowledge about definite integrals and the Fundamental Theorem of Calculus in real analysis. Source: [3], 316–328. 2. Read the sections of the coursebook covering the Cauchy integral formula, its extension, consequences, Liouville's Theorem, the Fundamental Theorem of Algebra, and the maximum modulus principle. Source: Coursebook, 164–175. 3. Quiz 3: (topics up to week 10) Source: Coursebook, 1–137.
12	Lecture: Sequences and series of complex numbers, convergence, Taylor series and examples Practice (15 minutes): Exercises on testing the convergence of complex sequences and series, and constructing simple Taylor series expansions In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the similarities and differences between convergence in real and complex series	1. Recollection and activation of prior knowledge about sequences, series, and convergence in real analysis. Source: [3], 682–699; 751–762. 2. Read the sections of the coursebook covering sequences and series of complex numbers, convergence, and Taylor series with examples. Source: Coursebook, 175–195.
13	Lecture: Laurent series, examples, absolute and uniform convergence of power series, continuity of power series sums, integration and differentiation of power series, uniqueness of series representations, product and quotient of power series Practice (15 minutes): Finding the Laurent series of a given function in specified regions In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the differences between Taylor and Laurent series Quiz 4 (15-20 minutes): At the end of the lecture, a quiz covering the topics discussed in weeks 11 and 12	1. Recollection and activation of prior knowledge about real power series and the basic properties of Taylor series. Source: [3], 616–626. 2. Read the sections of the coursebook covering Laurent series, examples, absolute and uniform convergence of power series, continuity, integration and differentiation of power series, uniqueness of series representations, product and quotient of power series. Source: Coursebook, 195–225. 3. Quiz 4: (Cauchy integral formula, Taylor series, and their applications).
14	Lecture: Isolated singularities of $f(z)$, residues, Cauchy Residue Theorem, and the residue at infinity Practice (15 minutes): Exercises on identifying isolated singularities and computing residues of simple functions In-class Discussion (10-15 minutes): Discussion on the role of residues in evaluating complex integrals and their applications in mathematics and physics	1. Recollection and activation of prior knowledge about partial fraction decomposition and improper integrals in real analysis. Sources: [3], 512–520; 546–555. 2. Read the sections of the coursebook covering isolated singularities, residues, the Cauchy Residue Theorem, and the residue at infinity. Source: Coursebook, 229–238.
15	Lecture: Types of isolated singularities, residues at poles, zeros of analytic functions, and relations between zeros and poles Practice (15 minutes): Exercises on classifying	1. Recollection and activation of prior knowledge about rational functions, their zeros, and poles in real analysis. Source: [3], 9. 2. Read the sections of the coursebook covering isolated singularities, residues at poles, zeros of analytic



	singularities of given functions and computing residues at poles In-class Discussion (10–15 minutes): Discussion on the relationship between zeros and poles of analytic functions and their mathematical significance	functions, and their relations. Source: Coursebook, 238–248.
16	Final	Review of all topics covered.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	4	56
Laboratory			
Application			4
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	6	84
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	4	4	16
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	30	30
Total Workload:			206
Total Workload / 30(h):			6.87
ECTS Credit:			7



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖC-1	DÖC-2	DÖC-3	DÖC-4	DÖC-5	DÖC-6	DÖC-7
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>	<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>4</u>	<u>4</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>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</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>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</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>	<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.	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
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 biimde 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>	<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 biimde 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.	=	=	=	=	=	=	=