

**DERS BİLGİ FORMU**

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Matematik
DERSİN ADI	Değişmeli Cebir
DERSİN KODU	MAT3330
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz, Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @Matematik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Temel Meslek Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Matematik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Gürsel YEŞİLOT
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilere değişmeli halka teorisinin temel kavramlarını ve cebirsel geometriye uzanan güçlü bağlantılarını tanıtmaktır. Ders, ideal teorisini (asal, maksimal, asalımsı) derinlemesine inceleyerek, ideallerin daha temel bileşenlere ayrıştırılmasını sağlayan asalımsı ayrışım (primary decomposition) teorisini ele alacaktır. Halkaların cebirsel özelliklerini yerel düzeyde incelemeye olanak tanıyan kesir halkaları (yerelleştirme) tekniği ve ideallerin zincir davranışını karakterize eden Noetherian ve Artinian koşulları dersin ana konularındandır. Dersin son bölümü, öğrencilere bir halkanın asal idealler kümesi üzerine geometrik bir yapı olan Zariski topolojisini ve varyeteleri tanıtarak cebirsel geometriye ilk adımı atmalarını sağlamayı hedefler. Öğrenci sunumları ile ileri düzey konuların keşfedilmesi teşvik edilecektir.
DERSİN İÇERİĞİ	Değişmeli halkalar, althalkalar ve idealler; polinom halkaları; tek türlü çarpanlara ayrılabilen bölgeler (tça) ve temel ideal bölgeler (tib); asal ve maksimal idealler, asalımsı (primary) idealler ve Noetherian halkalarda asalımsı ayrışım; kesir halkaları (yerelleştirme); cebirsel kümeler (varyeteler) ve zariski topolojisi; Noetherian ve Artinian halkalar ve modüller.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: Sharp, Rodney Y. <i>Steps in commutative algebra</i>. No. 51. Cambridge university press, 2000. Zorunlu Kaynaklar: [1] Balkanay, Erol, Ağargün, A. Göksel, Aygör, Nilgün. <i>Soyut Cebir</i>. Cilt 1, YTÜ Vakfı Yayınları, 2000. [2] Fraleigh, John B. <i>A First Course in Abstract Algebra</i>. Addison-Wesley, 1999. [3] Malik, Davender S., Mordeson, John N. ve Sen, M. K. <i>Fundamentals of Abstract</i>



Algebra. McGraw Hill, 1997.

[4] Yeşilot, Gürsel. *Soyut Cebir Çözümlü Problemleri*. Nobel Yayınevi, 2012.

Önerilen Kaynaklar:

[1] Atiyah, Michael F., Macdonald, Ian G. *Introduction to commutative algebra*. CRC Press, 2018.

[2] Çalhıalp, Fethi, Tekir, Ünsal. *Değişmeli Halkalar ve Modüller*. Birsen Yayınevi, 2009.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Temel halka ve ideal kavramlarını (asal, maksimal) tanımlayarak, bu ideal türleri arasındaki ilişkiyi açıklayıp, temel halkalarda bu idealleri belirleyebileceklerdir.
2. Asalımsı (primary) ideal kavramını tanımlayarak, Noetherian bir halkada bir idealin asalımsı ayrışımını (primary decomposition) gerçekleştirebileceklerdir.
3. Bir halkanın kesir halkasını (yerelleştirme) inşa ederek, bu tekniğin cebirsel özellikleri "yerel" olarak incelemedeki rolünü açıklayabileceklerdir.
4. Bir halkanın asal idealler kümesi üzerinde Zariski topolojisini tanımlayarak, cebir ile geometri arasındaki temel bağlantıyı (varyeteler aracılığıyla) açıklayabileceklerdir.
5. Noetherian ve Artinian halka tanımlarını yaparak, bu zincir koşullarının halkaların yapısal özelliklerini (örneğin ideallerin sonlu üretilmesi) nasıl kısıtladığını açıklayabileceklerdir.
6. Modül kavramını tanımlayarak, halkalar üzerindeki vektör uzaylarının bir genellemesi olarak rolünü açıklayabileceklerdir.
7. Değişmeli cebirin ileri düzey bir konusunu (örneğin Hilbert'in Sıfır Yerler Teoremi, Krull boyutu, Dedekind bölgeleri) araştırıp sunabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım		
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. Klasik kısa sınav (30 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme.	2	%10
Ödev: • İçerik: Derste işlenen temel kavramların eleştirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-içi ve disiplinler arası alanlarda örneklerinin bulunmasını içeren haftalık ödevlerin verilmesi • Format: Yazılı raporlar	1	%10



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: Bireysel veya grup sunumları Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi - Sunum tekniklerinin doğru kullanılması	1	%10
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 -Algoritma uygulama becerisinin gösterilmesi	1	%30
Final: İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular Format: Yüz yüze. Sınav (90-100 dakika) Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Derste işlenen tüm konuların derinlemesine kavranmış olduğun gösterilmesi - Modelleme ve algoritma uygulama becerisinin gösterilmesi	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: Temel kavramlar (değişmeli halka, althalka, ideal) Sınıf-içi Uygulama (15 dk): $Z[x]$ içinde ideal örneklerinin verilmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Değişmeli halka kavramının matematik ve diğer disiplinlerdeki yerinin tartışılması	1. Cebir II den halka ve ideal kavramlarının hatırlanması. Kaynak: [3], 269-281. 2. Temel tanımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 1-17.
2	Konu Anlatımı: Polinom halkaları, tek türlü çarpanlara ayrılabilen bölgeler (TÇA) ve temel ideal bölgeler (TİB)	1. TÇA, TİB ve Öklid bölgesi hiyerarşisinin hatırlanması. Kaynak: [3], 335-388.



	Sınıf-içi Uygulama (15 dk): TÇA olmayan bir tamlık bölgesi örneğinin verilmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Bir değişmeli halkanın herhangi bir alt kümesi daima halka kriterlerini sağlar mı tartışılması	2. Polinom halkaları ve TÇA'lar ile ilgili örneklerin okunması ve incelenmesi. Kaynak: Ders Kitabı, 18-36.
3	Konu Anlatımı: Asal İdealler. Sınıf-içi Uygulama (15 dk): $Z \times Z$ halkasının asal ideallerini bulunması. Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Asal ideal ve nilradikal ilişkisinin tartışılması	1. Bölüm halkasının ne zaman tamlık bölgesi olduğunun hatırlanması. Kaynak: [2], 254-256. 2. Asal idealler bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 37-60.
4	Konu Anlatımı: Maksimal idealler. Sınıf-içi Uygulama (15 dk): $C[x]$ halkasının maksimal ideallerinin karakterize edilmesi. Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Maksimal ve asal ideal ilişkisinin tartışılması	1. Bölüm halkasının ne zaman cisim olduğunun hatırlanması. Kaynak: [2], 254-256. 2. Maksimal idealler bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 37-60.
5	Konu Anlatımı: Asalımsı (primary) idealler ve asalımsı ayrışım Sınıf-içi Uygulama (10 dk): Z içinde (12) idealinin asalımsı ayrışımının verilmesi. Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Asalımsı olup asal ideal olmayan bir ideal örneğinin tartışılması Kısa Sınav 1 (30-40 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Asal ideal tanımı ve nilpotant eleman kavramının hatırlanması. Kaynak: [1], 50-52. 2. Asalımsı ayrışım bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 61-79.
6	Konu Anlatımı: Kesir Halkaları (yerelleştirme). Sınıf-içi Uygulama (10 dk): Z'nin (p) asal idealine göre yerelleştirilmesi. Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Kesir halkasından hareket ile kesir modülleri nasıl tanımlanabilir sorusu üzerine bir tartışma yapılması	1. Kesirler cismi inşasının hatırlanması. Kaynak: [2], 263-267. 2. Yerelleştirme bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 80-100.
7	Konu Anlatımı: Varyeteler ve Zariski topolojisi. Sınıf-içi Uygulama (10 dk): Bazı halkalar üzerindeki Zariski topolojisinin incelenmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Bir cisimden katsayı polinomlar halkasının asal ideallerinin araştırılarak, bu idealler ile ilgili bir tartışma yapılması	1. Topolojik uzay tanımının ve temel kavramların hatırlanması. Kaynak: Genel topoloji notları. 2. Varyeteler ile ilgili bölümlerin okunması. Kaynak: [1], 12.
8	Ara Sınav	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Varyeteler ve Zariski Topolojisi (devam) Sınıf-içi Uygulama (10 dk): $\text{Spec}(Z)$ ve $\text{Spec}(C[x])$'in topolojik yapısının incelenmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Bazı halkaların spektrumlarının tartışılması	1. $\text{Spec}(R)$ tanımının hatırlanması. Kaynak: [1], 10-15. 2. Krull boyutu bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 220-241.
10	Konu Anlatımı: Değişmeli Noetherian ve Artinian halkalar. Sınıf-içi Uygulama (10 dk): Noetherian olup Artinian olmayan halka örneğinin verilmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk): Bir Noetherian halkanın bölüm halkası Noetherian olur mu, araştırılması ve Noetherian halkanın	1. İdeallerin sonlu üretilmesi kavramının hatırlanması. Kaynak: [1], 74-76. 2. Noetherian ve Artinian halkalar bölümlerinin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 123-145.



	herhangi bir ideali ile bir takım asal ideallerinin çarpımı arasında bir ilişki var mıdır, tartışılması	
11	Konu Anlatımı: Modüllere giriş Sınıf-İçi Uygulama (10 dk): Z-modül (abelyen grup) örnekleri üzerinde çalışma yapılması Sınav-İçi Tartışma (10 dk): Halka-modül ilişkisinin tartışılması Kısa Sınav 2 (30-40 dk): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması bulma.	1. Modüllere giriş bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 101-122.
12	Konu Anlatımı: Modüllerin bazı özellikleri. Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Gauss tamsayılar halkası Artinian mıdır, araştırılması Sınıf-İçi Tartışma (10 dk): Modüllerin Noetherian özelliklerinin tartışılması	1. Modüllere giriş bölümünün okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 101-122.
13	Konu Anlatımı: Öğrenci sunumları Sınıf-İçi Tartışma (15 dk): Sunumda anlatılan konuların bir tartışma ortamı içinde irdelenmesi	1. Asal ideal, maksimal ideal tanımının hatırlanması. Kaynak: Ders Kitabı, 38-43.
14	Konu Anlatımı: Öğrenci sunumları Sınıf-İçi Tartışma (15 dk): Sunumda anlatılan konuların bir tartışma ortamı içinde irdelenmesi	1. Çarpımsal kapalı alt küme kavramının hatırlanması. Kaynak: Ders Kitabı, 50.
15	Konu Anlatımı: Genel tekrar Sınıf-İçi Uygulama (30 dk): İşlenen tüm konular ile ilgili çeşitli örneklerin çözülmesi Sınıf-İçi Tartışma (10 dk): Dersin genel kazanımlarının değerlendirilmesi ve tartışılması	1. İşlenen tüm kavramların hatırlanması ve önceki haftalardaki kısımların okumalarının yapılması.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama (sözlü Sınav)			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	3	42
Derse Özgü Staj			
Ödev	1	20	20
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	2	4	8
Projeler			
Sunum / Seminer	1	10	10
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	10	10
Final (Sınav Süresi + Sınav	1	20	20



Hazırlık Süresi)			
Toplam İş yükü:			152
Toplam İş yükü / 30(s):			5.06
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Mathematics
TITLE OF COURSE	Commutative Algebra
CODE	MAT3330
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall, Spring
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Elective @ Bachelor Programme in Mathematics
COURSE CATEGORY	Core Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Mathematics
COURSE COORDINATOR	Gürsel YEŞİLOT
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to help students introduce the fundamental concepts of commutative ring theory and its powerful connections to algebraic geometry. Building on the theory of ideals, the course begins with an in-depth study of prime, maximal, and primary ideals, leading to the theory of primary decomposition, which allows for the breakdown of ideals into more fundamental components in Noetherian rings. Key topics include the technique of localization (ring of fractions), which enables the study of algebraic properties at a local level, and the Noetherian and Artinian conditions, which characterize the chain behavior of ideals. The final part of the course aims to provide students with their first step into algebraic geometry by introducing varieties and the Zariski topology, a geometric structure on the set of prime ideals of a ring. Exploration of advanced topics will be encouraged through student presentations.
COURSE CONTENT	Commutative rings, subrings, and ideals; polynomial rings, unique factorization domains (UFDs), and principal ideal domains (PIDs); prime and maximal ideals; primary ideals and primary decomposition in Noetherian rings; ring of fractions (localization); algebraic sets (varieties) and the Zariski topology. Noetherian and Artinian rings and modules.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Sharp, Rodney Y. <i>Steps in commutative algebra</i> . No. 51. Cambridge university press, 2000. Required Readings: [1] Balkanay, Erol, Ağargün, A. Göksel, Aygör, Nilgün. <i>Soyut Cebir</i> . cilt 1, YTÜ Vakfı



Yayınları, 2000.

[2] Fraleigh, John B. *A First Course in Abstract Algebra*. Addison-Wesley, 1999.

[3] Malik, Davender S., Mordeson, John N. ve Sen, M. K. *Fundamentals of Abstract Algebra*. McGraw Hill, 1997.

[4] Yeşilot, Gürsel. *Soyut Cebir Çözümlü Problemleri*. Nobel Publisher, 2012.

Recommended Readings:

[1] Atiyah, Michael F., Macdonald, Ian G. *Introduction to commutative algebra*. CRC Press, 2018.

[2] Çalhalp, Fethi, Tekir, Ünsal. *Değişmeli Halkalar ve Modüller*. Birsen Publisher, 2009.

Course Learning Outcomes

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

1. Define fundamental concepts of ring theory, including prime and maximal ideals, explain the relationship between them, and identify these ideals in basic rings.
2. Define the concept of a primary ideal and perform the primary decomposition of an ideal in a Noetherian ring.
3. Construct the ring of fractions (localization) of a ring and explaining its role in studying algebraic properties locally.
4. Define the Zariski topology on the set of prime ideals of a ring (the spectrum) and explaining the fundamental connection between algebra and geometry (via varieties).
5. Define Noetherian and Artinian rings and explaining how these chain conditions constrain the structural properties of rings (e.g., the finite generation of ideals).
6. Define the concept of a module and explaining its role as a generalization of vector spaces over rings.
7. Research to present an advanced topic in commutative algebra, such as Hilbert's Nullstellensatz, Krull Dimension, or Dedekind Domains.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation		
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, open ended questions (30-40 minutes) • Detailed Assessment Criteria: - Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	2	%10
Homework Assignments: • Content: Weekly assignments requiring critical analysis of fundamental concepts covered in class and identification of examples	1	%10



of these concepts within both intra-disciplinary and interdisciplinary contexts Format: Written reports and group presentations Detailed Assessment Criteria: -Ability to logically and accurately demonstrate the problem-solving process -Ability to find practical examples of the concepts - Ability to carry out processes of applied thinking, interpretation, and justification		
Presentations/Jury: Content: Students will be asked to evaluate their own learning processes and deliver group presentations Format: Individual or group presentations Detailed Assessment Criteria: -Ability to accurately explain the topics learned -Proper use of presentation techniques	1	%10
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. -Demonstration of the ability to apply algorithms.	1	%30
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. - Demonstration of the ability to apply modelling and algorithms.	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: Fundamental concepts (commutative ring, subring, ideal) Practice (10 minutes): Examples of ideals in $\mathbb{Z}[x]$	- Recollection and activation of prior knowledge on the concepts of rings and ideals from algebra II. Source: [3], 269-281. - Reading of the basic definitions. Source: Coursebook,



	In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on the place of the concept of commutative rings in mathematics and other disciplines	1-17.
2	Lecture: Polynomial rings, unique factorization Domains (UFDs), and principal ideal domains (PIDs) Practice (10 minutes): An example of an integral domain that is not a UFD In-Class Discussion (10 minutes): Discussing on whether any subset of a commutative ring always satisfies the ring criterion	1. Recollection and activation of prior knowledge on the hierarchy of UFDs, PIDs, and Euclidean domains. Source: [3], 335-388. 2. Recollection and activation of prior knowledge on the examples related to polynomial rings and UFDs. Source: Coursebook, 18-36.
3	Lecture: Prime ideals Practice (10 minutes): Finding the prime ideals of the ring $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on the relationship of prime ideal and nilradical	1. Recollection and activation of prior knowledge on the when a quotient ring is an integral domain. Source: [2], 254-256. 2. Reading the chapter on prime ideals. Source: Coursebook, 37-60.
4	Lecture: Maximal ideals Practice (10 minutes): Characterizing the maximal ideals of $\mathbb{C}[x]$ In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on the relationship between maximal and prime ideal	1. Recollection and activation of prior knowledge on the when a quotient ring is a field. Source: [2], 254-256. 2. Reading the chapter on maximal ideals. Source: Coursebook, 37-60.
5	Lecture: Primary ideals and primary decomposition Practice (10 minutes): The primary decomposition of the ideal (12) in $\mathbb{Z}$ In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on an example of an ideal that is prime but not a prime ideal Quiz 1 (30-40 minutes): A quiz at the end of the class on the lecture's topics	1. Recollection and activation of prior knowledge on the definition of a prime ideal and nilpotent elements. Source: [1], 50-52. 2. Reading the chapter on primary decomposition. Source: Coursebook, 61-79.
6	Lecture: Ring of fractions (localization) Practice (10 minutes): Localization of $\mathbb{Z}$ at the prime ideal (p) In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on the question of how fraction modules can be defined by starting from the fraction ring	1. Recollection and activation of prior knowledge on the construction of the field of fractions. Source: [2], 263-267. 2. Reading the chapter on localization. Source: Coursebook, 80-100.
7	Lecture: Varieties and the Zariski topology Practice (10 minutes): Investigating the Zariski topology on some rings In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on investigating the prime ideals of the ring of polynomials with coefficients from a field	1. Recollection and activation of prior knowledge on the definition of a topological space and basic concepts. Source: General topology notes. 2. Reading the sections related to varieties. Source: [1], 12.
8	Midterm	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Varieties and the Zariski topology (continued) Practice (10 minutes): The topological structure of $\text{Spec}(\mathbb{Z})$ and $\text{Spec}(\mathbb{C}[x])$ In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on the spectrum of some rings	1. Recollection and activation of prior knowledge on the definition of $\text{Spec}(R)$. Source: [1], 12. 2. Reading the chapter on Krull dimension. Source: Coursebook, 220-241.



10	Lecture: Commutative Noetherian and Artinian rings Practice (10 minutes): An example of a ring that is Noetherian but not Artinian In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on whether there is a relation between any ideal of the Noetherian ring and the product of some prime ideals and investigating whether the quotient ring of a Noetherian ring is Noetherian	1. Recollection and activation of prior knowledge on the concept of finitely generated ideals. Source: [1], 2-11. 2. Reading the chapters on Noetherian and Artinian rings. Source: Coursebook, 123-145.
11	Lecture: Introduction to modules Practice (10 minutes): Working with examples of $\mathbb{Z}$-modules (Abelian groups) In-Class Discussion (10 minutes): Discussion of ring-module connection Quiz 2 (30-40 minutes): A quiz at the end of the class on the lecture's topics	1. Reading the introductory chapter on modules. Source: Coursebook, 101-122.
12	Lecture: Basic properties of modules Practice (10 minutes): Investigating whether the ring of Gaussian integers is Artinian In-Class Discussion (10 minutes): Discussion of Noetherian properties of modules	1. Reading the introductory chapter on modules. Source: Coursebook, 101-122.
13	Lecture: Student Presentations In-class Discussion (15 min): Analyzing the topics presented through an in-class discussion	1. Review of the definitions of prime and maximal ideals. Source: Coursebook, 37-60.
14	Lecture: Student Presentations In-class Discussion (15 min): Analyzing the topics presented through an in-class discussion	1. Review of the concept of a multiplicatively closed subset. Source: Coursebook, 50.
15	Lecture: General review Practice (30 minutes): Solving various examples related to all topics covered In-Class Discussion (10 minutes): Evaluation and discussion of the general learning outcomes of the course	1. Review of all concepts covered and completion of readings from previous weeks.
16	Final	Review of all topics covered in the course.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	3	42
Laboratory			
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	3	42
Special Course Internship (Work Placement)			



Homework Assignments	1	20	20
Quizzes/Studio Critics	2	4	8
Project			
Presentations / Seminar	1	10	10
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	10	10
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Total Workload:			152
Total Workload / 30(h):			5.06
ECTS Credit:			5



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>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</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.	=	=	=	=	=	=	=
PC-4 Disiplinler arası bir	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>



yaklaşım, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir. / Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach.							
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 disiplinler arası 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>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</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	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>



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.	<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 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 mathematics.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-11 Matematiksel konuları, teorileri, ispatları, araştırmaları ve problem çözümlerini, matematik terminolojisi kullanarak tüm paydaşlara Türkçe ve İngilizcede sözlü 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>	<u>4</u>