



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Matematik
DERSİN ADI	Bulanık Gruplar
DERSİN KODU	MAT3340
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	Ayten ÖZKAN
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, grup teorisi kavramlarının bulanık mantık çerçevesinde genişletilmesi ve belirsizlik içeren cebirsel yapıların matematiksel analizi konusunda öğrencilerin yetkinlik kazanmasını sağlamaktır.
DERSİN İÇERİĞİ	Cebirin temel kavramları; bulanık mantık; bulanık alt küme; bulanık grup; bulanık alt grup; bulanık normal alt grup; bulanık koset; bulanık bölüm grubu; bulanık gruplarda homomorfizma; bulanık gruplarda izomorfizma teoremleri; bulanık cebirsel yapıların kartezyen çarpımları; bulanık halkalara giriş.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: Mordeson, John N., Bhutani, Kiran R. ve Rosenfeld, Azriel. <i>Fuzzy Group Theory</i> . Springer, 2005. Zorunlu Kaynaklar: [1] Lee, Kwang H. <i>First Course on Fuzzy Theory and Applications</i> . Springer, Berlin Heidelberg, 2005. [2] Lovett, Stephen T. <i>Abstract Algebra: A First Course</i> . 2. baskı, Chapman and Hall/CRC, 2022. Önerilen Kaynaklar: Syropoulos, Apostolos, Grammenos, Theophanes. <i>A Modern Introduction to Fuzzy Mathematics</i> . John Wiley & Sons, 2020.
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,



1. Klasik grup yapılarını bulanık ortamlarda yeniden tanımlayarak temel cebirsel ilişkileri yorumlayabileceklerdir.
2. Belirsizlik içeren matematiksel sistemleri uygun analitik araçlarla modelleyerek, çözümleyebileceklerdir.
3. Bulanık cebirsel yapıların temel özelliklerini karşılaştırarak geçerlilik koşullarını değerlendirebileceklerdir.
4. Farklı bulanık grup türlerinin yapısal özelliklerini analiz ederek uygun bağlamda uygulayabileceklerdir.
5. Bulanık cebirsel sistemlerin matematiksel temellerini kullanarak pratik problemlere çözüm üretebileceklerdir.

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 kısa sınav (15-30 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Bulanık küme işlemlerinin doğru uygulanması ve hesaplanması - Klasik ve bulanık yapılar arasındaki farkların açık şekilde ifade edilmesi - Verilen problemde uygun bulanık cebirsel yapının tanımlanması - Elde edilen sonuçların bulanık mantık çerçevesinde yorumlanması	4	%20
Ödev		
Sunum/Jüri		
Proje		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze yazılı sınav (90 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Bulanık küme ve grup tanımlarının doğru yapılması ve özelliklerinin gösterilmesi - Bulanık alt grup ve normal alt grup yapılarının ayırt edilmesi - Bulanık bölüm grubu hesaplamalarının uygulanması - Klasik grup teorisi ile bulanık yapılar arasındaki ilişkilerin matematiksel olarak ifade edilmesi	1	%40
Final: • İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular	1	%40



- **Format:** Yüz yüze yazılı sınav (100 dakika)
- **Detaylı Değerlendirme Kriterleri:**
 - Bulanık mantık temellerinden hareketle cebirsel yapıların doğru modellenmesi
 - Bulanık alt grup, normal alt grup ve bölüm grubu yapılarının ayırt edilmesi
 - Bulanık homomorfizma ve izomorfizma teoremlerinin uygulanması
 - Kartezyen çarpım ve bulanık halka kavramlarının cebirsel bağlamda kullanılması
 - Klasik ve bulanık yapılar arasındaki geçişlerin matematiksel olarak gösterilmesi

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: Cebirin temel kavramları Sınıf-İçi Uygulama (10 dk.): Grup, halka ve cisim tanımlarının örnekler üzerinden karşılaştırılması ve bu yapıların temel özelliklerinin gösterilmesi Sınıf-İçi Tartışma (15 dk.): Cebirsel yapıların günlük matematikte neden gerekli olduğu ve farklı yapıların hangi matematiksel problemlere çözüm sunduğu üzerine değerlendirme yapılması	1. Küme teorisi konusuna ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], Ek-2, 505-511.
2	Konu Anlatımı: Bulanık mantık Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki farkların örnekler üzerinden gösterilmesi ve üyelik fonksiyonlarının temel özelliklerinin incelenmesi Sınıf-İçi Tartışma (20 dk.): Kesin doğru-yanlış ayrımının olmadığı durumların matematiksel modellemede neden önemli olduğu ve bulanık yaklaşımın hangi alanlarda avantaj sağladığı üzerine tartışılması	1. Klasik mantık konusuna ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [1], 193-200. 2. Bulanık mantık konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, [1], 201-212.
3	Konu Anlatımı: Bulanık alt küme Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Klasik alt küme tanımlarının bulanık ortama genişletilmesi ve üyelik fonksiyonları üzerinden bulanık alt küme özelliklerinin gösterilmesi Sınıf-İçi Tartışma (15 dk.): Bulanık alt kümelerin klasik alt kümelerden hangi durumlarda daha esnek çözümler sunduğu ve bu esnekliğin matematiksel analizdeki rolü üzerine değerlendirme yapılması	1. Klasik alt küme konusuna ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [1], 1-7. 2. Bulanık alt küme konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 1-5.
4	Konu Anlatımı: Bulanık grup Sınıf-İçi Uygulama (20 dk.): Klasik grup aksiyomlarının bulanık ortamda nasıl yeniden tanımlandığının incelenmesi ve bulanık grup özelliklerinin örnekler üzerinden gösterilmesi Sınıf-İçi Tartışma (15 dk.): Bulanık grup yapısının klasik gruplara göre hangi avantajları sunduğu ve belirsizlik içeren cebirsel sistemlerin modellemede neden gerekli olduğu üzerine tartışılması	1. Klasik grup tanımı ve grup aksiyomlarına ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 11-27. 2. Bulanık grup konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 5-6.
5	Konu Anlatımı: Bulanık alt grup Sınıf-İçi Uygulama (20 dk.): Bulanık grup içindeki bulanık alt grup yapılarının tanımlanması ve alt grup koşullarının bulanık ortamda nasıl sağlandığının örnekler üzerinden incelenmesi	1. Klasik alt grup tanımı ve alt grup testine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 47-53. 2. Bulanık alt grup tanımı ve temel özelliklerine konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 6-8.



	Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Bulanık alt grupların klasik alt gruplara göre daha esnek yapılar sunmasının cebirsel analizde hangi durumları kolaylaştırdığı üzerine değerlendirme yapılması Kısa Sınav 1 (15-30 dk.): Ders sonunda, derste önceki haftalarda işlenmiş konulara yönelik kısa sınavın yapılması	3. Kısa Sınav 1: (bulanık mantık; bulanık alt küme; bulanık grup) Kaynak: Ders Kitabı, 1-8.
6	Konu Anlatımı: Bulanık normal alt grup Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): Bulanık normal alt grup koşullarının incelenmesi ve konjugasyon işleminin bulanık ortamda nasıl tanımlandığının örnekler üzerinden gösterilmesi Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Normal alt grup özelliğinin bulanık yapılarda hangi anlamları taşıdığı ve bu yapının bölüm grup oluşturmadaki rolü üzerine değerlendirme yapılması	1. Klasik normal alt grup tanımı ve konjugasyon kavramına ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 145-153. 2. Bulanık normal alt grup konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 9-12.
7	Konu Anlatımı: Bulanık koset Sınıf-içi Uygulama (20 dk.): Bulanık alt gruplar kullanılarak bulanık koset yapılarının oluşturulması ve koset özelliklerinin bulanık ortamda nasıl genişletildiğinin örnekler üzerinden incelenmesi Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Bulanık kosetlerin klasik kosetlere göre daha esnek sınıflandırma imkanları sunmasının grup analizindeki faydaları üzerine değerlendirme yapılması Kısa Sınav 2 (15-30 dk.): Ders sonunda, derste önceki haftalarda işlenmiş konulara yönelik kısa sınavın yapılması	1. Klasik koset tanımı ve koset özelliklerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 132-140. 2. Bulanık koset konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 12-13. 3. Kısa Sınav 2: (bulanık mantık; bulanık alt küme; bulanık grup; bulanık alt grup; bulanık normal alt grup) Kaynak: Ders Kitabı, 1-12.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Bulanık bölüm grubu Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): Bulanık normal alt grup kullanılarak bulanık bölüm grubu yapısının oluşturulması ve bu yapının grup özelliklerini nasıl koruduğunun incelenmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Bulanık bölüm gruplarının klasik bölüm gruplarına göre hangi ek esneklikleri sunduğu ve belirsizlik içeren sistemlerde bu yapının önemi üzerine tartışılması	1. Klasik bölüm grubu kavramına ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 155-159. 2. Bulanık bölüm grubu konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 13-14.
10	Konu Anlatımı: Bulanık gruplarda homomorfizma Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): Klasik homomorfizma tanımının bulanık gruplara genişletilmesi ve bulanık homomorfizma koşullarının örnekler üzerinden gösterilmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Bulanık homomorfizmanın klasik homomorfizmaya göre hangi ek özellikleri taşıdığı ve yapı korumanın bulanık ortamda nasıl sağlandığı üzerine değerlendirme yapılması	1. Klasik grup homomorfizması tanımı ve özelliklerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 68-71. 2. Bulanık homomorfizma konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 15-18.
11	Konu Anlatımı: Bulanık gruplarda homomorfizma Sınıf-içi Uygulama (30 dk.): Bulanık homomorfizma özelliklerinin detaylı incelenmesi ve bu yapıların çekirdek ve görüntü kümelerinin bulanık ortamda nasıl davrandığının analiz edilmesi Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Bulanık homomorfizmaların grup teorisindeki temel teoremleri nasıl genişlettiği ve bu genişletmelerin matematiksel analizdeki önemi üzerine tartışılması Kısa Sınav 3 (15-30 dk.): Ters yüz edilmiş öğrenme (flipped learning) yöntemi çerçevesinde, ders sonunda, derste önceki haftalarda işlenmiş konulara yönelik kısa sınavın yapılması	1. Homomorfizmalarda çekirdek ve görüntü kavramlarına ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 71-78. 2. Bulanık homomorfizmalarda çekirdek ve görüntü kümesi konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 44-52. 3. Kısa Sınav 3: (bulanık alt küme; bulanık grup; bulanık alt grup; bulanık normal alt grup; bulanık koset; bulanık bölüm grubu) Kaynak: Ders Kitabı, 1-14.
12	Konu Anlatımı: Bulanık gruplarda izomorfizma teoremleri	1. Klasik izomorfizma teoremleri ve ispatlarına ilişkin ön bilgilerin



	Sınıf-içi Uygulama (30 dk.): Klasik izomorfizma teoremlerinin bulanık gruplara uyarlanması ve bulanık ortamda temel izomorfizma teoremlerinin nasıl işlediğinin örnekler üzerinden incelenmesi Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Bulanık izomorfizma teoremlerinin klasik teoremlere göre hangi yeni yaklaşımlar sunduğu ve belirsizlik içeren yapılarda denklik kavramının nasıl genişlediği üzerine değerlendirme yapılması	hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 166-172. 2. Bulanık gruplarda izomorfizma teoremleri kavramı konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 18-20.
13	Konu Anlatımı: Bulanık cebirsel yapıların kartezyen çarpımları Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): Bulanık grupların kartezyen çarpımının nasıl oluşturulduğunun incelenmesi ve temel yapısal özelliklerin gösterilmesi Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Bulanık cebirsel yapıların kartezyen çarpımlarının tek yapılara göre hangi avantajları sunduğu üzerine değerlendirme yapılması	1. Klasik kartezyen çarpım tanımı ve özelliklerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 120-124. 2. Bulanık cebirsel yapıların kartezyen çarpımları konusunu içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 20-25.
14	Konu Anlatımı: Bulanık cebirsel yapıların kartezyen çarpımları Sınıf-içi Uygulama (20 dk.): Bulanık alt grupların ve normal alt grupların kartezyen çarpımlarının detaylı analizi ve bu yapıların homomorfizma özelliklerinin incelenmesi Sınıf-içi Tartışma (10 dk.): Kartezyen çarpım yapılarının karmaşık bulanık sistemlerin modellemesindeki rolü ve pratik uygulamalardaki önemi üzerine tartışılması Kısa Sınav 4 (15-30 dk.): Ders sonunda, derste önceki haftalarda işlenmiş konulara yönelik kısa sınavın yapılması	1. Bulanık alt grupların ve normal alt grupların kartezyen çarpımları konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: Ders Kitabı, 26-31. 2. Kısa Sınav 4: (bulanık alt küme; bulanık grup; bulanık alt grup; bulanık normal alt grup; bulanık koset; bulanık bölüm grubu; bulanık homomorfizma) Kaynak: Ders Kitabı, 1-20; 44-52.
15	Konu Anlatımı: Bulanık halkalara giriş Sınıf-içi Uygulama (20 dk.): Klasik halka yapısının bulanık ortama genişletilmesi ve bulanık halka aksiyomlarının grup yapısından farklı özelliklerinin örnekler üzerinden incelenmesi Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Diğer cebirsel yapıların bulanık olarak genişlemesinin tartışılması	1. Klasik halka tanımı ve halka aksiyomlarına ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [2], 189-200.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İş yükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	4	56
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar / Stüdyo Kritiği	4	3	12
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20



Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	25	25
Toplam İş yükü:			155
Toplam İş yükü / 30(s):			5.16
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Mathematics
TITLE OF COURSE	Fuzzy Groups
CODE	MAT3340
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	Ayten ÖZKAN
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to help students extend the concepts of group theory within the framework of fuzzy logic and to enable to gain proficiency in the mathematical analysis of algebraic structures involving uncertainty.
COURSE CONTENT	Basic concepts of algebra; fuzzy logic; fuzzy subset; fuzzy group; fuzzy subgroup; fuzzy normal subgroup; fuzzy coset; fuzzy quotient group; homomorphisms in fuzzy groups; isomorphism theorems in fuzzy groups; cartesian products of fuzzy algebraic structures; introduction to fuzzy rings.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Mordeson, John N., Bhutani, Kiran R. ve Rosenfeld, Azriel. <i>Fuzzy Group Theory</i> . Springer, 2005. Required Readings: [1] Lee, Kwang H. <i>First Course on Fuzzy Theory and Applications</i> . Springer, Berlin Heidelberg, 2005. [2] Lovett, Stephen T. <i>Abstract Algebra: A First Course</i> . 2nd ed., Chapman and Hall/CRC, 2022. Recommended Readings: Syropoulos, Apostolos, Grammenos, Theophanes. <i>A Modern Introduction to Fuzzy Mathematics</i> . John Wiley & Sons, 2020.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to



1. Redefine classical group structures in fuzzy environments to interpret fundamental algebraic relationships.
2. Solve mathematical systems under uncertainty by modeling them with appropriate analytical tools.
3. Evaluate validity conditions by comparing the fundamental properties of fuzzy algebraic structures.
4. Apply the structural properties of different fuzzy group types in the appropriate context by analyzing them.
5. Produce solutions to practical problems using the mathematical foundations of fuzzy algebraic systems.

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 up to the exam week • Format: Face-to-face quiz (15-30 minutes) • Detailed Assessment Criteria: - Correct implementation and calculation of fuzzy set operations - Clear expression of the differences between classical and fuzzy structures - Definition of the appropriate fuzzy algebraic structure for the given problem - Interpretation of the results obtained within the framework of fuzzy logic	4	%20
Homework Assignments		
Presentations/Jury		
Project		
Seminar/Workshop		
Midterms: • Content: Comprehensive questions covering all topics up to exam week • Format: Face-to-face written exam (90 minutes) • Detailed Assessment Criteria: - Correctly defining fuzzy sets and groups and demonstrating their properties - Discrimination between fuzzy subgroups and normal subgroups - Application of fuzzy quotient group calculations - Mathematical expression of the relationships between classical group theory and fuzzy structures	1	%40
Final: • Content: Comprehensive questions covering all topics • Format: Face-to-face written exam (100 minutes) • Detailed Assessment Criteria:		



- Correct modeling of algebraic structures based on fuzzy logic fundamentals - Discrimination between fuzzy subgroups, normal subgroups, and quotient group structures - Implementation of fuzzy homomorphism and isomorphism theorems - Usage of cartesian product and fuzzy ring concepts in an algebraic context - Mathematical demonstration of transitions between classical and fuzzy structures		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: Basic concepts of algebra Practice (10 minutes): Comparison of group, ring, and field definitions through examples and demonstration of the basic properties of these structures In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on evaluation of why algebraic structures are necessary in everyday mathematics and which mathematical problems different structures provide solutions for	1. Recollection and activation of prior knowledge on set theory. Source: [2], Appendix-2, 505-511.	
2	Lecture: Fuzzy logic Practice (15 minutes): Demonstration of the differences between classical logic and fuzzy logic through examples and examination of the basic properties of membership functions In-Class Discussion (20 minutes): Discussion on why situations without a clear right-wrong distinction are important in mathematical modeling and in which areas the fuzzy approach provides advantages	1. Recollection and activation of prior knowledge on classical logic. Source: [1], 193-200. 2. Reading the sections on fuzzy logic. Source: Coursebook, [1], 201-212.	
3	Lecture: Fuzzy subset Practice (15 minutes): Extension of classical subset definitions to fuzzy environments and demonstration of fuzzy subset properties through membership functions In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on evaluation of when fuzzy subsets offer more flexible solutions than classical subsets and the role of this flexibility in mathematical analysis	1. Recollection and activation of prior knowledge on classical subsets. Source: [1], 1-7. 2. Reading the sections on fuzzy subsets. Source: Coursebook, 1-5.	
4	Lecture: Fuzzy group Practice (20 minutes): Examination of how classical group axioms are redefined in fuzzy environments and demonstration of fuzzy group properties through examples In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on the advantages of fuzzy group structures over classical groups and why they are necessary in modeling algebraic systems involving uncertainty	1. Recollection and activation of prior knowledge on classical group definition and group axioms. Source: [2], 11-27. 2. Reading the sections on fuzzy groups. Source: Coursebook, 5-6.	
5	Lecture: Fuzzy subgroup Practice (20 minutes): Identification of fuzzy subgroup structures within fuzzy groups and examination of examples illustrating how subgroup conditions are met in the fuzzy environment In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on evaluation of how fuzzy subgroups offer more flexible structures than classical subgroups, and facilitate certain situations in algebraic analysis Quiz 1 (15-30 minutes): A quiz on topics covered in previous weeks at the end of the lesson	1. Recollection and activation of prior knowledge on classical subgroup definition and subgroup test. Source: [2], 47-53. 2. Reading the sections on fuzzy subset definition and basic properties. Source: Coursebook, 6-8. 3. Quiz 1: (fuzzy logic; fuzzy subset; fuzzy group) Source: Coursebook, 1-8.	



6	Lecture: Fuzzy normal subgroup Practice (25 minutes): Examination of fuzzy normal subgroup conditions and demonstration of how the conjugation process is defined in the fuzzy environment through examples In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on evaluation of the meanings of the normal subgroup property in fuzzy structures and the role of this structure in forming quotient groups	1. Recollection and activation of prior knowledge on the definition of classical normal subgroups and the concept of conjugation. Source: [2], 145-153. 2. Reading the sections on fuzzy normal subgroups. Source: Coursebook, 9-12.
7	Lecture: Fuzzy coset Practice (20 minutes): Construction of fuzzy coset structures using fuzzy subgroups and examples of how to extend coset properties in the fuzzy environment In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on evaluation of the benefits of fuzzy cosets in group analysis, as they offer more flexible classification possibilities than classical cosets Quiz 2 (15-30 minutes): A quiz on topics covered in previous weeks at the end of the lesson	1. Recollection and activation of prior knowledge on the definition of classical coset and coset properties. Source: [2], 132-140. 2. Reading the sections on fuzzy cosets. Source: Coursebook, 12-13. 3. Quiz 2: (fuzzy logic; fuzzy subset; fuzzy group; fuzzy subgroup; fuzzy normal subgroup) Source: Coursebook, 1-12.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week
9	Lecture: Fuzzy quotient group Practice (25 minutes): Construction of the fuzzy quotient group structure using fuzzy normal subgroups and examination of how this structure preserves group properties In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on the additional flexibility offered by fuzzy quotient groups compared to classical quotient groups and the importance of this structure in systems involving uncertainty	1. Recollection and activation of prior knowledge on the classical quotient group. Source: [2], 155-159. 2. Reading the sections on fuzzy quotient group. Source: Coursebook, 13-14.
10	Lecture: Homomorphisms in fuzzy groups Practice (25 minutes): Extension of the classical definition of homomorphism to fuzzy groups and demonstration of fuzzy homomorphism conditions using examples In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on evaluation of the additional properties of fuzzy homomorphism compared to classical homomorphism, and how structure preservation is achieved in the fuzzy environment	1. Recollection and activation of prior knowledge on the definition and properties of classical group homomorphisms. Source: [2], 68-71. 2. Reading the sections on fuzzy homomorphisms. Source: Coursebook, 15-18.
11	Lecture: Homomorphisms in fuzzy groups Practice (30 minutes): Detailed examination of the properties of fuzzy homomorphisms and analysis of how the kernel and image sets of these structures behave in the fuzzy environment In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on how fuzzy homomorphisms extend fundamental theorems in group theory and the importance of these extensions in mathematical analysis Quiz 3 (15-30 minutes): A quiz on topics covered in previous weeks at the end of the lesson	1. Recollection and activation of prior knowledge on kernel and image concepts in homomorphisms. Source: [2], 71-78. 2. Reading the sections on kernel and image set in fuzzy homomorphisms. Source: Coursebook, 44-52. 3. Quiz 3: (fuzzy subset; fuzzy group; fuzzy subgroup; fuzzy normal subgroup; fuzzy coset; fuzzy quotient group) Source: Coursebook, 1-14.
12	Lecture: Isomorphism theorems in fuzzy groups Practice (30 minutes): Adaptation of classical isomorphism theorems to fuzzy groups and examples of how basic isomorphism theorems work in the fuzzy environment In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on evaluation on which new approaches fuzzy isomorphism theorems offer compared to classical theorems, and how the notion of equivalence is extended to structures involving uncertainty	1. Recollection and activation of prior knowledge on classical isomorphism theorems and proofs. Source: [2], 166-172. 2. Reading the sections on isomorphism theorems in fuzzy groups. Source: Coursebook, 18-20.



13	Lecture: Cartesian products of fuzzy algebraic structures Practice (25 minutes): Examination of how the cartesian product of fuzzy groups is constructed and demonstration of basic structural properties In-Class Discussion (15 minutes): Discussion on assessment of the advantages of cartesian products of fuzzy algebraic structures over single structures	1. Recollection and activation of prior knowledge on the definition and properties of the classical Cartesian product. Source: [2], 120-124. 2. Reading the sections on Cartesian products of fuzzy algebraic structures. Source: Coursebook, 20-25.
14	Lecture: Cartesian products of fuzzy algebraic structures Practice (20 minutes): Detailed analysis of the cartesian products of fuzzy subgroups and normal subgroups, and homomorphism properties of these structures In-Class Discussion (10 minutes): Discussion on the role of cartesian product structures in modeling complex fuzzy systems and their importance in practical applications Quiz 4 (15-30 minutes): A quiz on topics covered in previous weeks at the end of the lesson	1. Reading the sections on Cartesian products of fuzzy subgroups and normal subgroups. Source: Coursebook, 26-31. 2. Quiz 4: (fuzzy subset; fuzzy group; fuzzy subgroup; fuzzy normal subgroup; fuzzy coset; fuzzy quotient group; fuzzy homomorphism) Source: Coursebook, 1-20; 44-52.
15	Lecture: Introduction to fuzzy rings Practice (20 minutes): Extension of the classical ring structure to the fuzzy environment and examination of the properties of fuzzy ring axioms different from group structure through examples In-Class Discussion (15 minutes): Discussion of fuzzy extensions of other algebraic structures	1. Recollection and activation of prior knowledge on the classical ring definition and ring axioms. Source: [2], 189-200.
16	Final	Review of all topics covered

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	3	42
Laboratory			
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	4	56
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes / Studio Critics	4	3	12
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	25	25
Total Workload:			155
Total Workload / 30(h):			5.16
ECTS Credit:			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖC-1	DÖC-2	DÖC-3	DÖC-4	DÖC-5
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>3</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</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>5</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.	=	=	=	=	=
PC-4 Disiplinler arası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir. / Synthesis 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 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>3</u>	<u>2</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 araştırmalarını ve mesleki faaliyetlerini yürütürken doğabilecek hukuksal sonuçları ve toplumsal etkileri dikkate alarak mesleki etik ilkeler, kalite standartları ile evrensel değerler doğrultusunda ve sosyal sorumluluk bilinci ve adalet duygusuyla hareket edebileceklerdir. / Act with a sense of social responsibility and justice and in accordance with professional ethical principles, quality standards, and universal values by taking into account potential legal and societal consequences of their scientific research and professional activities.	=	=	=	=	=
PC-9 Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir. / Work effectively both independently and as part of a team.	=	=	=	=	=



PC-10 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.	=	=	=	=	=
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.	=	=	=	=	=