



. YARIYIL

Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
LEE5998	Akademik Türkçe		4 + 0	4,0	S



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
LEE5999	Bilim Etiği ve Araştırma Teknikleri		2 + 0	5,0	S

Bilimsel etik ilkeleri; Üniversiteler, TÜBİTAK ve YÖK vb. kurumların etik kurullarının genel ilkeleri ve işleyiş şekilleri; Ar-Ge projeleri; bilimsel araştırma teknikleri; literatür tarama mantığı ve işlemleri; bilimsel makalelerin incelenmesi ve bilgiye hızlı ulaşma; bilimsel bilginin sunumu ve yayımlanması süreçleri.



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5000	Tez Çalışması		0 + 1	20,0	Z

Öğrenciler ilgilendikleri konuları belirler, bununla ilgili literatür taraması yapar, araştırma sürecini planlar, veri toplar, analiz eder, yorumlar, sonuçlar çıkarır, bulguları düzenler ve rapor haline getirir.



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5001	Adi Diferansiyel Denklemlerin Nümerik Çözümü		3 + 0	7,5	S

Başlangıç değer problemlerinin elemanter teorisi, Çözümlerin varlığı ve tekligi, Euler metodu, Heun metodu, Yüksek mertebeden Taylor metodları, Picard yaklaşım metodu, Runge-Kutta Metodları, Çok adımlı metodlar, Ekstrapolasyon metodları, Yerel ve Global hatalar:Stabilite, Yüksek mertebeden adi diferansiyel denklemler, Diferansiyel denklemler sistemleri, Stiff diferansiyel denklemleri, Sınır değer problemleri, Atış metodları, Sonlu farklar metodu, Rayleigh-Ritz, Collocation ve Galerkin metodları.



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5002	Adi Diferansiyel Denklemlerin Simetri İndirgemeleri		3 + 0	7,5	S

1- Lie simetri 2- Lambda simetri 3- Prolle-Singer yöntemi 4- Eşlenik simetri 5- Lie simetri yöntemi ile indirgeme 6- Aşkar bir üretece sahip denklemlerin lambda simetri yöntemi ile incelenmesi 7- salınım denkleminin Prolle-Singer yöntemi ile incelenmesi 8- Salınım Denkleminin eşlenik simetri yöntemi ile incelenmesi



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5003	Anahtarlamalı Lineer Sistemlerin Kararlılığı		3 + 0	7,5	S

Anahtarlamalı dinamik sistemler: Anahtarlamalı sinyaller, Anahtarlamalı diziler, Anahtarlamalı lineer sistemlerin çözümleri; Kararlılık, Asimptotik kararlılık, Ekspansiyon kararlılık, Lyapunov teoremleri; Ortak Lyapunov fonksiyonları: Ortak kvadratik Lyapunov fonksiyonları, Anahtarlamalı kvadratik Lyapunov fonksiyonları, Parçalı tanımlı Lyapunov fonksiyonları, Çok katlı Lyapunov fonksiyonları; Anahtarlamalı sistemlerin kararlılaştırılması: Anahtarlamalı sistemlerin kvadratik kararlılaştırılması, Anahtarlamalı sistemlerin parçalı kvadratik kararlılaştırılması.



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5004	Araştırma Yöntemleri		3 + 0	7,5	S

Bilim ve Bilimsel Yöntem Kavramları, Araştırma Kavramı ve Araştırma Eğitimi, Araştırma Süreçleri, Matematik Eğitimi Araştırmalarında Dün, Bugün ve Yarın , Matematik Öğrenimi ile İlgili Araştırmalar, Matematik Eğitiminde Teknolojinin Kullanımı ile İlgili Araştırmalar, Matematik Eğitimi Araştırmalarında Önemli Hususlar, Gelecekteki Araştırmalar.



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5005	Cebirde Seçme Konular		3 + 0	7,5	S

1) Cisim genişlemeleri 2) Cebirsel cisim genişlemeleri 3) Geometrik çizimler 4) İzomorfizmaların genişletilmesi 5) Otomorfizma grupları 6) Parçalanma cisimleri 7) Normal genişlemeler 8) Ayrılabilir genişlemeler 9) Sonlu cisimler 10) Galois genişlemeleri 11) Dairesel genişlemeler 12) Köklerle çözülebilirlik 13) Simetrik fonksiyonlar 14) n. dereceden genel polinomun Galois grubu



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5006	Cebirsel Topoloji I		3 + 0	7,5	S

Homotopi; Temel Grup; Basit Bağlantılı Uzaylar; Büzülebilir Uzaylar; Örtü Uzayları; Örtü Dönüşümleri; Örtü Uzaylarının Sınıflandırılması; Topolojik Gruplar; Grup Hareketleri; Temel Grup için Hesaplama Yöntemleri; Yüksek Boyutlu Homotopi Grupları



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5007	Cebirsel Topoloji II		3 + 0	7,5	S

Simpleksel kompleksler; Homoloji; Elemanter Homolojik Cebir; Kohomoloji; Homoloji ve Kohomoloji Gruplarının Hesaplanması



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5008	Diferansiyel Denklemler		3 + 0	7,5	S

Başlangıç değer problemi: Çözümlerin varlık ve tekligi; Tekil çözümler ve noktalar; Çözümlerin başlangıç verilerine süreklilik bağımlılığı; Yüksek mertebeden lineer denklemler ve denklemler sistemleri, varlık ve teklilik teoremleri; Sturm teoremleri ve salınımlı çözümler; Sturm-Liouville sınır değer problemi; Kararlılık: Lyapunov tipi Kararlılık ve Kararsızlık. Lyapunov Fonksiyonları; Lyapunov'un İkinci Metodu; Lyapunov teoremi; Yanı doğrusal sistemler; Doğrusallaştırma; Denge noktasının kararlılığı; Limit kümeleri ve özellikleri; Poincare-Bendixon Teoremi



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5009	Diferansiyel Formların Geometrisi		3 + 0	7,5	S

1. Haftalar  $R^n$  de tanjant ve kotanjant uzayı 2. Haftalar Dış çarpım ve dış cebir 3. Haftalar  $R^n$  de vektör alanları ve diferansiyel formlar 4. Haftalar Dış türev ve özellikleri 5. Haftalar Diferansiyel formların geri çekilmeleri 6. Haftalar Hodge  $*$ -operatörü ve self-duallık 7. Haftalar Diferansiyellenebilir manifoldlar 8. Haftalar Manifoldlar üzerinde türevlenebilir dönüşümler 9. Haftalar Manifoldlar üzerinde vektör alanları 10. Haftalar Manifoldlar üzerinde diferansiyel formlar 11. Haftalar Kapalı formlar, tam formlar 12. Haftalar Manifoldlar üzerinde Diferansiyel formların integrali 13. Haftalar Kenarlı manifoldlar ve Stokes Teoremi 14. Haftalar de Rham Cohomolojisi



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5010	Diferansiyellenebilir Manifoldlar I		3 + 0	7,5	S

Manifold, Harita ,  $C^\infty$ -atlas , manifold üzerinde diferansiyellenebilir fonksiyonlar ve diferansiyellenebilir manifold . Diferansiyellenebilir manifold üzerinde teğet uzaylar, vektör uzayları, vektör alanlarının Lie parantezi, Lie türevi, integral eğriler,dağılımlar,f-bağıntılı vektör alanları, 1- formlar, tensör alanları , tensör çarpımı, dış cebir ve dış türev. Afın konneksiyon, afın konneksiyonun burulma tensörü ve eğrilik tensörü.



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5011	Diferansiyellenebilir Manifoldlar II		3 + 0	7,5	S

Riemannian manifold. Riemannian metriği . Riemannian manifoldu üzerinde Levi-Civita (Riemannian ) konneksiyonu. Riemannian geometrisinin temel teoremi. Riemannian eğrilik tensörü, kesitsel eğrilik, Ricci tensörü ve skaler eğrilik. I. II. Bianchi özdeşliği. Ricci özdeşliği. Gauss eğriliği. Riemannian manifold üzerinde yarı simetrik konneksiyon. Conformal dönüşüm. Weyl conformal eğrilik tensörü. Projektif eğrilik tensörü. Conircular eğrilik tensörü. Conharmonic eğrilik tensörü .



Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z / S
MAT5012	Dinamik Sistemler I		3 + 0	7,5	S
Vartlık-Teklik Teoremleri, Lineer Diferensiyel Denklemler ve Operatör Metodu, İki Boyutlu Lineer Diferensiyel Denklemler, Özdeğer ve Özvektörler, n-Boyutlu Lineer Sistemler, e <sup>A</sup> t Matrisi, Sylvester Metodu, Periyodik Katsayılı Lineer Sistemler, Lineer Olmayan Denklemler ve İlk İntegraller, İki Boyutlu Hamilton Sistemleri					
MAT5013	Dinamik Sistemler II		3 + 0	7,5	S
Ötonom sistemler ve faz düzlemi, Kritik nokta türleri: düğüm, semer, merkez ve sarmal noktaları. Kritik noktaların kararlılık durumları, Lineer sistemlerin kritik noktaları ve kararlılık durumları, Lyapunov doğrudan yöntemi, Lineer olmayan sistemlerin lineerleştirilmesi ve basit kritik noktalarının bulunması, Korunumlu sistemler, Periyodik çözümler ve Poincare-Bendixon teoremleri, n-inci basamaktan lineer denklemlerin ve n-boyutlu lineer denklemlerinin çözümlerinin davranışı, Bazı dinamik sistem modellerinin incelenmesi, Fark denklemlerinin teorisi, Sabit katsayılı fark denklemlerinin çözümleri.					
MAT5014	Düğüm Teorisi I		3 + 0	7,5	S
Düğüm teorisinin temel kavramları, Reidemeister hareketleri, düğümlerin denkliği, halkalar, düğüm tabloları, regüler diyagramlar ve alterne düğümler, düğüm grafları, klasik düğüm invariantları, Minimum kavşak sayısı, burulma sayısı, köprü sayısı, düğümlenme sayısı, halkalanma sayısı, renklendirilebilirlik, düğüm grupları, quandle ve rack					
MAT5015	Düğüm Teorisi II		3 + 0	7,5	S
Düğüm teorisinin temel kavramları, yüzeyler ve düğümler, bir düğümün cinsi, Seifert matrisi, Seifert matrisinden invariantlar, Alexander polinomu, Conway polinomu, Kauffman polinomları, Jones polinomu, HOMFLY polinomu, torus düğümleri, uydur düğümleri, hiperbolik düğümler, düğümlerden oluşturulan manifoldlar, düğümler için devri örtü					
MAT5016	Eliptik Sınır Değer Problemleri I		3 + 0	7,5	S
Fonksiyon uzayları; Lineer fonksiyonları, dağılımlar ve dağılımların türevleri; Sobolev uzayları; daki fonksiyonların sınır değerleri; ve uzayları; Sınır değer problemleri; Navier-Stokes denklemleri; Navier-Stokes denklemlerinin zayıf çözümleri.					
MAT5017	Eliptik Sınır Değer Problemleri II		3 + 0	7,5	S
Lineer eliptik operatörler; Gren formülü; Adjoint problemler; Zayıf çözümler ve varlığı; Lax-Milgram teoremi, Enerji kestirimleri; Fredholm alternatifi; Varyasyonel sınır değer problemleri ve bu problemlerin çözümlerinin varlığı, teklifi, regülerliği; Gateaux türevi; Galerkin yöntemi.					
MAT5018	Esnek Uzaylar I		3 + 0	7,5	S
Esnek küme teorisinin tanıtılması, esnek kümelerin temel kavramları, esnek kümeler üzerindeki işlemler, esnek nokta kavramı, esnek bağıntı, esnek fonksiyon, esnek topolojik uzay, esnek topolojik uzay tanımlarının karşılaştırılması, esnek topolojik uzaylarda komşuluklar sistemi, esnek taban ve yerel taban, esnek iç, değme, yığılma ve kapanış noktaları, esnek uzaylarda süreklilik.					
MAT5019	Esnek Uzaylar II		3 + 0	7,5	S
Esnek kümelerin temel kavramları, esnek topolojik uzaylarda dizi ve yakınsama, esnek topolojik uzaylarda ayırma aksiyomları, esnek topolojik uzaylarda bağıtlılık, esnek topolojik uzaylarda kompaktlık, esnek alt uzaylar, esnek çarpım ve bölüm uzayları, esnek sayı kavramı, esnek metrik uzaylar, esnek metrik uzaylarda tamlık.					
MAT5020	Fonksiyonel Analiz Uygulamaları		3 + 0	7,5	S
Doğrusal uzaylar, işlemler, sabit nokta teoremleri, spektral kuramı. Doğrusal olmayan işlemler, dallanma kuramı, değişimsel yöntemler. Özel uzaylar, diferansiyel denklemlere uygulamaları, doğrusal olmayan eliptik kısmi diferansiyel denklemler, integral denklemler ve sayısal analiz.					
MAT5021	Fraktal Geometri		3 + 0	7,5	S
Fraktal Kavramı ve Tarihi, Ölçekler, Yansımalar, Ötelemeler ve Küçültmeler, Fraktal Boyut Kavramı, Nüfus Artması, Dinamik Sistemler, Üreteçle Tekrarlama, L-Sistemler, Tekrarlayan Fonksiyonlar Sistemi, Random TFS, Kompleks Tekrarlama					
MAT5022	Genel Topoloji I		3 + 0	7,5	S
Metrik uzaylarda açık yuvarlar ve açık kümeler, metrik uzayın topolojisi, Topolojik yapı ve Topolojik uzayda açık ve kapalı kümeler, komşuluk, Topolojik uzayda kümelerin içi, dışı, sınırı, yığılma noktaları ve kapanışı, Topolojik uzayda dizi ve dizinin limiti.					
MAT5023	Genel Topoloji II		3 + 0	7,5	S
Kompakt uzaylar, yerel kompakt uzaylar, dizisel kompaktlık, sayılabilir kompaktlık, bağlantılı uzaylar, ayırma aksiyomları, yakınsaklık, sayılabilirlik.					
MAT5024	Geometrik Topoloji		3 + 0	7,5	S
R <sup>n</sup> 'de diferansiyel formlar, Topolojik manifoldlar, Yüzeyler, yüzeylerin sınıflandırılması, bağlantılı toplam, simplicial kompleksler ve simplicial yüzeyler, Euler karakteristiği, Yüzey diffeomorfizmaları.					
MAT5025	Hareket Geometrisi I		3 + 0	7,5	S
Dual sayılar sistemi ve dual sayılar halkası, D-modül, D-modül üzerinde iç çarpım ve norm tanımı, E.Study dönüşümü ve dual açı, D-modülde dual izometrilere, Dual değişkenli fonksiyonlar teorisi, düzlemsel hareketler, küresel hareketler, uzay hareketi, dual ortogonal matrisler ve hareketler, Reel kuaterniyonlar cebiri, reel kuaterniyonların matris gösterimi, Dual kuaterniyonlar, Çizgi kuaterniyonu, Vida operatörü ve vida hareketi.					
MAT5026	Hareket Geometrisi II		3 + 0	7,5	S
Çizgi geometrisi, regle yüzeyler, yörünge yüzeyleri, D-modülde ve çizgi uzayında bir parametrel hareketler, uzay kinematiklerinde ivme eksenleri, bir çemberin Study dönüşümü.					
MAT5027	Hiperbolik Geometri		3 + 0	7,5	S
Hiperbolik metrik, hiperbolik alan, hiperbolik poligonlar, hiperbolik trigonometrinin temel kavramları					

Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z / S
MAT5028	İleri Analiz		3 + 0	7,5	S
Normlu uzaylar, limitler ve süreklilik, kompaktlık, seriler, çok değişkenli fonksiyonlar, çok katlı integraller, eğrisel integraller, genelleştirilmiş integraller					
MAT5029	İleri Diferansiyel Geometri I		3 + 0	7,5	S
Diferensiyellenebilir manifoldlar, Tensör cebiri, Tensör alanları, Diferansiyel formlar, Lif demetleri, Vektör demetlerinde konneksiyonlar, Lineer konneksiyonlar, Afiine konneksiyonlar, Eğrilik ve burulma tensörleri, Geodezikler, Riemann konneksiyonları, Altmanifoldlar, II. Temel form ve indirgenmiş konneksiyon, Gauss, Codazzi ve Ricci eğrilikleri, Total umbilik Altmanifoldları.					
MAT5030	İleri Diferansiyel Geometri II		3 + 0	7,5	S
Fibre uzaylar, Asli fibre demetler, Vektör demetleri, Vektör demetlerinin kesiti, Vektör demetlerinde konneksiyonlar, Vektör demetlerinde lineer konneksiyonlar, Lineer konneksiyonların eğriliği, Tanjant demette konneksiyonlar, Tanjant demette lineer olmayan konneksiyonların torsiyon ve eğrilikleri, Finsler uzayları, Finsler uzayında Kartan konneksiyonu, Finsler konneksiyonunun transformasyonu.					
MAT5031	İleri Fonksiyonel Analiz		3 + 0	7,5	S
Tam metrik uzaylar, metrik uzayların tanımlanması, contraction mappings on metric spaces, normed spaces, linear and bounded operators, functionals on normed spaces, Banach spaces, Banach sabit nokta teoremi ve diferansiyel integral denklemlere uygulaması, iç çarpım ve Hilbert uzayları, ortonormal kümeler, Gram-Schmidt birim dikleştirilmesi, fonksiyonel analizin temel teoremleri, ispatları ve uygulamaları, kuvvetli ve zayıf yakınsaklık, Arzela-Ascoli teoremi, self adjoint, üniter ve normal operatörler, kompakt operatörler ve spektral teoriye giriş					
MAT5032	İleri Kompleks Analiz		3 + 0	7,5	S
Kompleks sayılar, kuvvet serileri, analitik fonksiyonlar, harmonik fonksiyonlar, Cauchy Teoremi ve sonuçları, singülerlik ve rezidüler, Argüment ilkesi, Maksimum Modül ilkesi, Schwarz lemması					
MAT5033	İleri Lineer Cebir I		3 + 0	7,5	S
Vektör Uzayları, Matrisler, Determinantlar, Lineer Denklem Sistemleri, Pozitif Tanımlı Matrisler, Kuadratik Formlar, Matris Teorisi, Lineer denklem sistemlerinin çözüm yöntemleri, Matris ayrışmaları					
MAT5034	İleri Lineer Cebir II		3 + 0	7,5	S
Lineer Dönüşümler, Lineer Dönüşüm ve Matrisler, İç Çarpım Uzaylarında Lineer Dönüşüm, Öz Değer, Öz Vektör, Kuadratik Formlar, Bilineer dönüşümler					
MAT5035	İleri Nümerik Analiz		3 + 0	7,5	S
1. Sayısal hesaplama ve Hata analizi 2. Lineer cebirsel denklemler sistemi 3. İnterpolasyon 4. Sayısal türev ve integrasyon					
MAT5036	İleri Projektif Geometri I		3 + 0	7,5	S
Projektif uzay, Projektif dönüşüm, Projektif grup, Projektif düzlem, Hiperdüzlemlerin Projektif uzayı, Çifte oran, Rasyonel dönüşümler					
MAT5037	İleri Projektif Geometri II		3 + 0	7,5	S
Dezag düzlemleri, Çifte oran, Harmonik noktalar, Mbufang-Klingenber Düzlemleri					
MAT5038	İntegral Denklemler I		3 + 0	7,5	S
Fredholm integral denklemler, Volterra integral denklemler, Fredholm-Volterra integral denklemler, Fredholm integro-diferansiyel denklemler, Volterra integro-diferansiyel denklemler, Fredholm-Volterra integro-diferansiyel denklemler ve bazı çözüm yöntemleri					
MAT5039	İntegral ve Diferansiyel Denklem Uygulamaları		3 + 0	7,5	S
Fredholm integral denklemler, Volterra integral denklemler, Fredholm-Volterra integral denklemler, Fredholm integro-diferansiyel denklemler, Volterra integro-diferansiyel denklemler, Fredholm-Volterra integro-diferansiyel denklemler ve bazı çözüm yöntemleri					
MAT5040	Kısmi Diferansiyel Denklemlerin Nümerik Çözümü		3 + 0	7,5	S
Uygulamalı Matematik alanında birçok problem kısmi diferansiyel denklemler ile ifade edilebilir. Sayısal analiz yöntemleri, fizik ve mühendislik alanlarında karşımıza çıkan ileri düzeyde matematiksel problemleri bilgisayar tabanlı çözmek için kullanılan bir yoldur. Derste kısmi diferansiyel denklemlerin bazı nümerik çözüm yöntemleri ve uygulamaları verilecektir.					
MAT5041	Kısmi Diferansiyel Denklemlerin Uygulamaları		3 + 0	7,5	S
Kısmi diferansiyel denklemlerin tam çözümlerine yönelik yöntemlerin incelenmesi					
MAT5042	Kompleks Analizden Seçme Konular		3 + 0	7,5	S
Analitik fonksiyonlar, konform dönüşümler, Laplace denkleminin değişmezliği, harmonik fonksiyonlar için sınır değer problemi, Dirichlet problemi, Poisson integral formülü, iki boyutlu matematiksel modeller, Laplace dönüşümü, z-dönüşümü					
MAT5043	Konveks Analize Giriş		3 + 0	7,5	S
Altan ve üsttan yarı süreklilik fonksiyonları açıklayabilmektedir. Konveks kümeleri, konveks fonksiyonları tanımlayabilmektedir. Konveks fonksiyonların özelliklerini ve karakterizasyonlarını açıklayabilmektedir. Konveks kümelerin ayırma teoremlerinin ifade edilebileceği. Konveks fonksiyonların Fenchel eşleniğini tanımlayabilecek ve temel özelliklerini ifade edebilecektir. Konveks optimizasyon problemlerini açıklayabilecek ve Fenchel dualite yardımıyla bu problemleri çözebilecektir. Konveks kümelerin destek fonksiyonlarını tanımlayabilmektedir. Konveks fonksiyonların yönlü türevleri ve subdiferansiyelini tanımlayabilir. Konveks kümelerin teğet ve normal konilerini tanımlayabilmektedir. Konveks küme değerli dönüşümleri açıklayabilmektedir.					

Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5044	Konveks Optimizasyon		3 + 0	7,5	S
Konveks kümeler ve koniler, konveksliği koruyan operasyonlar, Konveks fonksiyonlar, yaklaşık-konveks ve log-konveks fonksiyonlar, Konveks optimizasyon problemleri, lineer ve karesel programlar; 2. dereceden koni programları ve semidefinite programlar; yaklaşık-konveks optimizasyon problemleri; Dualite, Lagrange dual fonksiyonu ve problemi, Optimal durumlar, Uygulamalar: yakınsama ve uydurma; büyüklük yakınsaması; regularizasyon; gürbüz optimizasyon, istatistiksel tahmin; maksimum olasılık ve maksimum sorlu olasılık (MAP) tahmini, geometrik problemler; projeksiyon; aşırı hacimli elipsoidler, sınıflandırma; yerleştirme ve yer bulma problemleri.					
MAT5045	Latex Yazılımı		3 + 0	7,5	S
Temel kavramlar, Girdi dosyaları, Girdi dosya yapısı, Döküman yerleşim planı, Dizgi, Matematik formülleri, Özel komutlar, Grafik çizimleri, Latex'i özelleştirme, Makale yazımı uygulaması, Tez yazımı uygulaması					
MAT5046	Lie Grupları I		3 + 0	7,5	S
Grup tanımı, temel özellikler, örnekler, homomorfizmler ve izomorfizmler, Lie grupları ve örnekleri, Lie cebirleri ve üstel matrisler, Lie gruplarının matrisi, tanımı, örnekler, Matris logaritması, özellikleri, bir parametrelili gruplar ve altgruplar, Bir matris Lie grubunun Lie cebri ve genel Lie grupları, Lie cebirinin özellikleri, adjoint dönüşüm, Üstel dönüşüm ve ilişkili teoremler, Lie cebirleri, Lie cebirinin homomorfizmi ve Lie cebirinin kompleksleştirilmesi, Altgruplar ve altcebirler, Standart ve adjoint gösterimlerin farklı tarzda ifadesi, Yarı basit gruplar ve Lie cebirlerinin gösterimi, $O(3)$ ve $SU(2)$ Lie Grupları arasındaki bağlantılar, $su(2)$ ve $su(3)$ nin örneklerle ifade edilmesi					
MAT5047	Lie Grupları II		3 + 0	7,5	S
$sl(2)$ ve onun gösterimleri, Cebirsel bir grubun Lie cebri, Reel ve kompleks Lie grupları ve cebirleri, Split kompleks ve Dual Lie grupları, Lie gruplarının Topolojisi, Kompakt Lie grupları, Kompaktlık, Bağlantılılık, Kompakt bir Lie grubunun maksimal torusu, Nilpotent Lie Grupları, Dönüşüm Grupları matris grupları, Dynkin Diyagramları ve Cartan Matrisleri, Dynkin diagramlarının sınıflandırması, Casimir Elemanları ve Weyl Teoremi, Basit kökler, Kök sistemlerinin özellikleri, Lie grupları ve Lie cebirlerinin hareketleri					
MAT5048	Lineer Olmayan Denklem Sistemlerinin Kararlılığı		3 + 0	7,5	S
Doğrusal Olmayan Dinamik Sistemler: Otonom doğrusal olmayan sistemler ve Faz portreleri, yörüngeler ve kritik noktaların bulunması. Kritik nokta etrafında doğrusal olmayan sistemlerin doğrusallaştırılması, kararlılığı ve asimptotik kararlılığı. Periyodik çözümlerin kararlılığı. Hamilton sistemleri ve birinci integrallli sistemler. Korunumlu kuwet alanları ve eliptik yörüngeler, Hamilton mekaniği, Volterra-Lotka av-yırtıcı denklemleri. Lyapunov fonksiyonları ve Lyapunov kararlılık analizi. Kritik noktaların dallanması ve Hopf dallanması. Kaos, Lorenz denklemleri.					
MAT5049	Lineer Sistemlerin Kararlılığı		3 + 0	7,5	S
Lineer sistemleri tanıma. Matrisler ve polinomların kararlılığını analiz edebilme. Belirsiz sistemler, Gürbüz kararlılık, Değerler kümesi yaklaşımı, Sıfırı içermeme prensibi, Kharitonov teorisi; Kararlılık sınırları, Polinomlar politopunun kararlılığı; Polinomlar politopu, Konveks kombinasyonunun kararlılığı; Kenar teoremleri, Schur kararlılık; Aralık polinomların Schur kararlılığı, Zayıf ve kuwetli Kharitonov bölgeleri ve Çok lineer yapılar ve dönüşüm teoremi; Küresel kararlılık gibi konuları öğrenme.					
MAT5050	Lorentzian Geometri I		3 + 0	7,5	S
Minkowski 2-uzay, timelike, spacelike, null vektörler, Minkowski 3-uzay, Lorentz uzayında vektörel çarpım, Lorentz uzayında iki vektör arasındaki açı, Lorentz uzayında Frenet vektörleri, birim küre, timelike, spacelike ve null eğriler					
MAT5051	Lorentzian Geometri II		3 + 0	7,5	S
Lorentz uzayında yüzeyler, spacelike, timelike ve null yüzeyler, null olmayan yüzeyler için eğriliği, Lorentz manifoldu					
MAT5052	Matematik Öğretimi		3 + 0	7,5	S
Öğretim ve öğrenim üzerine yaklaşımlar Öğretim modelleri Matematik öğretimi Matematik nasıl öğretilmelidir? Anlamlı matematik öğrenimi ve öğretimi Matematik Öğrenimi ve Öğretimi üzerine Farklı Bakış Açıları Okul Matematiği için Prensipler ve Standartlar Teknoloji ve Matematik Öğretimi					
MAT5053	Matematiksel Düşünme		3 + 0	7,5	S
Matematiksel düşünmenin tanımı, matematiksel düşünme için farklı bakış açıları, matematiksel düşünmeye ilişkin teoriler, matematiksel düşünme süreçleri, ileri matematiksel düşünme.					
MAT5054	Matematiksel Muhakeme ve Problem Çözme		3 + 0	7,5	S
Problem ve problem çözme nedir? Problem çözmenin amaçları ve problem türleri, Problem çözmenin aşamaları, Rutin problem çözme, Rutin olmayan problem çözme, Düşünme türleri ve matematiksel düşünme, Muhakeme ve matematiksel düşünme nedir? Matematiksel muhakeme türleri, NCTM Standartları ve İlköğretim Matematik Programı'nda muhakemenin yeri, PISA'da muhakemenin yeri.					
MAT5055	Matris Analizi		3 + 0	7,5	S
Vektör uzayları; Matrisler ve determinantlar; Bazı özel matrisler; Özdeğer ve özvektörler; Köşegenleştirme; Eş zamanlı köşegenleştirme; Komütatif matrisler ailesi; Üniter denklik; Schur teoremi ve sonuçları; Kanonik biçimler, Jordan kanonik biçimi					
MAT5056	Optimizasyon Yöntemleri		3 + 0	7,5	S
Kısıtsız optimizasyon. Kısıtsız optimizasyonda analitik çözüm, sayısal yöntemler ve algoritmalar. Kısıtlı optimizasyon: Eşitlik ve eşitsizlik kısıtları altında optimizasyon, özel kısıtlar altında optimizasyon. Lineer Programlama (LP) ve uygulamaları.					
MAT5057	Riemann Geometrisine Giriş		3 + 0	7,5	S
Differansiyellenebilir manifoldlar, Tanjant vektörleri ve vektör alanları, Metrik tensörü, Bir Riemann manifoldunun Ricci ve Skalar eğriliği					
MAT5058	Sabit Nokta Teorisine Giriş		3 + 0	7,5	S
Metrik uzay, tam metrik uzay ile ilgili bazı temel tanımlar, teoremler ve örnekler, Büzülme dönüşüm prensibi ve örnekleri, Banach sabit nokta teoremi, özellikleri ve uygulamaları, Lineer integral denklemleri ve örnekleri, Lineer olmayan büzülmele yapılan sabit nokta teoremleri					

Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5059	Sayılar Teorisinde Seçme Konular		3 + 0	7,5	S
1) Mbdüler formların tanımı 2) Mbdüler formların genel özellikleri 3) Eisenstein serileri 4) Hecke teorisi 5) Hecke eigenformlar 6) Fourier açılımları 7) Magma uygulamaları 8) Pari-GP uygulamaları 9) Açık problemler 10) Güncel Literatür 11) Makale okuması					
MAT5060	Sturm-Liouville Problemleri		3 + 0	7,5	S
Sınır değer problemlerinin oluşturulması					
MAT5061	Tensör Geometri I		3 + 0	7,5	S
Kordinat dönüşümleri, kovaryant ve kontravaryant tensörler, metrik tensör, Riemann metriği, Riemann uzayları, Christoffel sembolleri, kovaryant türev, Levi-civita konneksiyonu, bir eğrinin eğriliği, geodezikler, paralel kayma, geodezik ve Riemann koordinatları, Riemann eğrilik tensörü, Ricci tensörü, Bazı özel Riemann uzayları(Einstein, simetrik, rekürant uzaylar,...), hiperyüzeyler, ikinci esas form, Gauss ve Mainardi-Codazzi denklemleri.					
MAT5062	Tensör Geometri II		3 + 0	7,5	S
Kordinat dönüşümleri, kovaryant ve kontravaryant tensörler, metrik tensör, Riemann metriği, Riemann uzayları, Christoffel sembolleri, kovaryant türev, Levi-civita konneksiyonu, bir eğrinin eğriliği, geodezikler, paralel kayma, geodezik ve Riemann koordinatları, Riemann eğrilik tensörü, Ricci tensörü, Bazı özel Riemann uzayları(Einstein, simetrik, rekürant uzaylar,...), hiperyüzeyler, ikinci esas form, Gauss ve Mainardi-Codazzi denklemleri.					
MAT5063	Topolojik Vektör Uzayları I		3 + 0	7,5	S
Topolojik vektör uzayları ( Vektör uzay topolojileri, çarpım uzayları, alt uzaylar, direkt toplamlar, bölüm uzayları, sonlu boyutlu topolojik vektör uzayları, Lineer manifoldlar ve hiperdüzemler, sınırlı kümeler, metriklenilebilirlik, kompleksifikasyon) Lokal konveks topolojik vektör uzayları( konveks kümeler ve yarınormlar, normlu ve normlanabilir uzaylar, Hahn-Banach teoremi, lokal konveks uzaylar, projektif topolojiler, indirgeme topolojileri, Barelled uzaylar, Bornolojik uzaylar, kompakt konveks kümeler)					
MAT5064	Topolojik Vektör Uzayları II		3 + 0	7,5	S
Lineer dönüşümler(sürekli lineer dönüşümler ve topolojik homomorfizm, Banach homomorfizm teoremi, lineer dönüşüm uzayları, eşsüreklilik, düzgün sınırlılık prensibi ve Banach-Steinhaus teoremi, Bilineer dönüşümler, topolojik tensör çarpımları, nükleer dönüşümler ve uzaylar, yaklaşım teoremi, kompakt dönüşümler) Dual kavramı( dual sistemler ve zayıf topolojiler, adjoint dönüşümün temel özellikleri, verilen bir dual ile uyumlu lokal konveks topolojiler, Mackey-Arens teoremi, projektif dual ve indirgeme topolojisi, lokal konveks uzayın kuvvetli dualı, bidual, yansımali uzaylar, tamlığın dual karakterizasyonu, metriklenilebilir uzaylar, kapalı lineer dönüşümün adjointi, genel açık dönüşüm ve kapalı grafik teoremi, tensör çarpımlar ve nükleer uzaylar, mutlak toplanabilirlik, zayıf kompaktlık, Eberlein ve Krein teoremleri)					
MAT5065	Uygulamalı Matematik I		3 + 0	7,5	S
Yüksek mertebeden sabit katsayılı lineer kısmi türevli denklemler, İndirgenemez homogen denklemler,üstel tip çözümler, polinom çözümler, Homogen olmayan kısmi türevli denklemler, Sabit katsayılı lineer kısmi türevli denklemler, Euler-Poisson-Darboux denklemleri, Euler tipi kısmi türevli denklemler, Kanonik formlar, hiperbolik, Parabolik ve eliptik tip denklemlerin kanonik formu, Dalga denklemi, Isı denklemi,değişkenlerine ayırma metodu, Laplace denklemi					
MAT5066	Uygulamalı Matematik II		3 + 0	7,5	S
Özdeğer Problemleri, Sturm-Liouville sistemleri, özfonksiyonlar ve ortogonal fonksiyon uzayları, özfonksiyon açılımları, ortalama yakınsaklık, tamlik, parseval özdeşliği, adjoint formlar ve Lagrange özdeşliği, aykır (singüler) Sturm-Liouville sistemleri, bir yarı eksen üzerinde salınımlı çözümler, Sturm ayırma ve karşılaştırma teoremleri, Bessel diferensiyel denklemleri ve Bessel fonksiyonları, Bessel fonksiyonlarının diklik özelliği, normu, Bessel serileri, Neumann fonksiyonları, Hankel fonksiyonları, modifiye Bessel fonksiyonları, doğurucu fonksiyonlar, tam basamaktan Bessel fonksiyonları için doğurucu fonksiyon, Legendre diferensiyel denklemleri ve Legendre polinomları, Legendre polinomlarının Rodrigues formülü, doğurucu fonksiyonu, dikliği ve normu, bazı önemli ortogonal polinomlar, Legendre serileri, Gauss diferensiyel denklemleri ve hipergeometrik fonksiyonlar.					
MAT5067	Yarı Riemann Geometrisi		3 + 0	7,5	S
Simetrik bilineer formlar, Levi-civita konneksiyonu, Geodezikler ve üstel dönüşüm, Tensör alanlarının türevi, Ricci ve Skalar eğrilik					
MAT5068	Çaprazlanmış Modüller		3 + 0	7,5	S
Mbdül, Cebir, Elki, Gruplar Üzerinde Çaprazlanmış Mbdüller, Alt Çaprazlanmış Mbdüller, Normal Çaprazlanmış Mbdüller, Bölüm Çaprazlanmış Mbdülü, Bir Çaprazlanmış Mbdülün Aktörü, Tam Çaprazlanmış Modüller, Kommutatör Çaprazlanmış Mbdül, Çözülebilir ve Nilpotent Çaprazlanmış Modüller.					
MAT5069	Homoloji Teori		3 + 0	7,5	S
Projektif-İnjektif Mbdüller, Tensör Çarpımı, Homoloji Funktorları, Üretilmiş Funktorlar, Projektif-İnjektif Resolution, Ext-Tor Funktorları, Baer kriteri, Bar Resolution, Grup Homoloji-Kohomoloji, Künneth Formülü.					
MAT5070	Kategori Teori ve Uygulamaları		3 + 0	7,5	S
Kategoriler, Funktorlar, Doğal Transformasyonlar, Kategori denkliği-izomorfluluğu, Çarpım-Toplam Obje, Pullback-Pushout Obje, Equalizer-Coequalizer Obje, Fonksiyonel Programlama					
MAT5071	Halkalar ve Modüller		3 + 0	7,5	S
İdealler – Bölüm Halkaları, İzomorfizim Teoremleri, Polinomlar Halkası, Kesirler Cismi, Temel İdeal Bölgeleri- Noetherian Halkaları, Çarpım Cebiri-Halka Elkisi, Mbdüller, Modül etkisi, Direkt Toplam, Tam Diziler, Serbest Modüller, Projektif-İnjektif Mbdüller.					
MAT5072	Lineer Pozitif Operatörlerin Yaklaşım Özellikleri I		3 + 0	7,5	S
Temel Fonksiyon Uzayları, Lineer Pozitif Operatörler, Normlu Uzaylarda Yaklaşım, Weierstrass Teoremi, Bernstein Polinomları ve Yakınsaklığı, Korovkin Teoremi, Stone-Weierstrass Teoremi, Yaklaşım Derecesi ve Süreklilik Mbdülü, Düzgünleştirme Mbdülü, K-Fonksiyonelleri, Periyodik Fonksiyonlar için Korovkin Teoremi, Toplanabilir Teorisi Yardımıyla Korovkin Teorisine Giriş					
MAT5073	Lineer Pozitif Operatörlerin Yaklaşım Özellikleri II		3 + 0	7,5	S
q-analizin Kısa Bir Tarihiçesi, q-fark Operatörleri, q-binom Teoremi, q-integral, Temel q-Fonksiyonlar, q-analize ilişkin Bazı Yararlı Eşitlikler, q-Stancu Chlodowsky Polinomları ve Yaklaşım Özellikleri, Weierstrass'ın İkinci Teoremi, Analitik Fonksiyonlar ve Yaklaşımı, Lineer K-pozitif Operatörler ve Ağırlıklı Uzayda Yaklaşımı					

Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5074	Dizi Uzayları ve Toplanabilme I		3 + 0	7,5	S
Konservatif ve Regüler Matrisler, Conull ve Coregüler Matrisler, Toplanabilme Teorem Türleri, Mercerian ve Tauber Teoremler, İnversler, Üçgen Matrislerin Toplanabilirlik Alanı ve Mükemmel Kısımları, FK Uzayları, İçerme Teoremleri, Coregüler ve Conull FK Uzayları, Yer Değiştirilebilirlik, Tutarlılık, Mutlak Toplanabilme Alanları, Mutlak Yer Değiştirilebilirlik.					
MAT5075	Dizi Uzayları ve Toplanabilme II		3 + 0	7,5	S
Büyükük Teoremleri, Salınımlı Uzaylar ve İki Norm Yakınsaklık, Dizi Uzayları ve Monoton Normlar, Dizi Uzaylarının Dualleri, Kararlı Kümeler, FK-uzayları Arasındaki İlişkiler ve Dönüşümler, Fonksiyonel Dual, Yan Konservatif Uzaylar ve Matris Alanları, FK-uzaylarının Seçkin Altuzayları, Toplanabilme Alanlarının Seçkin Altuzayları.					
MAT5900	Seminer		3 + 0	7,5	S
Araştırma sorusunu geliştirme, kaynak tarama, araştırma yöntemi ve kuramsal çerçeve belirleme ve uygulama yapma. Akademik araştırma yapmaya ve tez yazma sürecine hazırlık					
MAT7000	Uzmanlık Alan		6 + 0	10,0	Z

### 1. YARIYIL

Kodu	Ders Adı	Yarıyıl	T+U Saat	AKTS	Z/S
MAT5076	Fourier Dönüşümleri	1	3 + 0	7,5	S
Lebesgue uzayları, Schwarz uzayı, Fourier dönüşümleri, ters Fourier dönüşümleri, Genelleştirilmiş fonksiyonlar, Genelleştirilmiş fonksiyonların Fourier Dönüşümleri, Riemann-Lebesgue teoremleri					
MAT5077	İleri Reel Analiz	1	3 + 0	7,5	S
Temel kavramlar, nokta kümeleri üzerinde bazı önemli tanım ve teoremler, Ölçü teorisi: ölçü ve dış ölçü, Lebesgue ve Riemann integralleri, Riemann-Stieltjes ve Lebesgue-Stieltjes integrali, Hölder ve Mnkowski eşitsizlikleri, Lusin, Egoroff ve Lebesgue teoremleri.					
MAT5078	Singüler İntegral Teori	1	3 + 0	7,5	S
Konvölüsyon, Fourier dönüşümleri, Hilbert dönüşümü, Hardy-Littlewood maksimal operatör, Calderon-Zygmund ayrışımı, Marcinkiewicz interpolasyon teoremi, Calderon-Zygmund singular integral operators, Homojen çekirdekli singüler integral operatörler, Kaba çekirdekli singüler integral operatörler, Singüler integral operatörlerin komütatörleri					
MAT5079	Sayıların Geometrisi	1	3 + 0	7,5	S
Genelleştirilmiş kompleks sayılar, Afin Cayley-Klein düzlemi, Çok-bileşenli sayı sistemleri					
MAT5080	Singülerite Teorinin Diferansiyel Geometriye Uygulamaları	1	3 + 0	7,5	S