Content

Course Code	Course Name	Semester	Theory	Practice	Lab	Credit	ECTS
VM 511	Linear Algebra Algorithms	1	4	0	0	3	8

Prerequisites	
Admission Requirements	

Language of Instruction	English
Course Type	Compulsory
Course Level	Masters Degree
Objective	Dersin amacı veri bilimi ya da makine öğrenmesi ile ilgili problemlere doğrusal cebir teknikleri ve algoritmaları kullanarak yaklaşma ve çözüme kavuşturma becerisi kazandırmaktır.
Content	Vektörler, matrisler, matris çarpımları, öz değerler, matris ayrışımları, olasılık, esperans, varyans, makine öğrenmesine uygulamalar(Principal Component Analysis, Google PageRank Algorithm)
References	MATHEMATICS FOR MACHINE LEARNING; Marc Peter Deisenroth, A. Aldo Faisal, Cheng Soon Ong; Cambridge University Press.2020

Theory Topics

Week	Weekly Contents

Content

Course Code	Course Name	Semester	Theory	Practice	Lab	Credit	ECTS
VM 512	Probability	1	4	0	0	3	8

Prerequisites	
Admission Requirements	

Language of Instruction	English
Course Type	Compulsory
Course Level	Masters Degree
Objective	Bu dersin amacı, olasılık teorisinin temel kavramlarını ve veri bilimi ile uygulamalı matematikte kullanılan temel istatistiksel yöntemleri tanıtmaktır. Öğrencilerin belirsizlik kavramını modelleyebilmesi, rastgele olayları analiz edebilmesi ve olasılıksal modelleri yorumlayabilmesi hedeflenmektedir. Ders ayrıca istatistik, makine öğrenmesi ve stokastik modelleme için gerekli teorik altyapıyı sağlamayı amaçlamaktadır.
Content	Bu ders kapsamında olasılığın temel kavramları, koşullu olasılık ve bağımsızlık konuları ele alınacaktır. Rastgele değişkenler ve olasılık dağılımları hem ayrık hem de sürekli modeller üzerinden incelenecektir. Bernoulli, Binom ve Poisson dağılımları gibi ayrık dağılımlar ile Uniform, Normal ve Üstel dağılımlar gibi sürekli dağılımlar işlenecektir. Ayrıca ortak dağılımlar ve ilgili kavramlar ele alınacaktır. Ders kapsamında beklenen değer, varyans ve kovaryans kavramları tanıtılacak; Merkezi Limit Teoremi gibi temel teorik sonuçlar incelenecektir.
References	Sheldon Ross, An initiation to Probability Sheldon Ross, Introduction to Probability Models

Theory Topics

Week	Weekly Contents
1	Introduction to Probability and Sample Spaces
2	Conditional Probability and Independence
3	Random Variables
4	Discrete Probability Distributions: Bernoulli and Binomial

Week	Weekly Contents
5	Poisson Distribution and Applications
6	Continuous Probability Distributions: Uniform Distribution
7	Normal and Exponential Distributions
8	Midterm
9	Joint Distributions and Marginal Distributions
10	Expectation, Variance, and Covariance
11	Central Limit Theorem and Applications

Content

Course Code	Course Name	Semester	Theory	Practice	Lab	Credit	ECTS
VM 521	Optimisation	1	4	0	0	3	8

Prerequisites	
Admission Requirements	

Language of Instruction	English
Course Type	Compulsory
Course Level	Masters Degree
Objective	Bu dersteki amacımız öncelikle kısıtlar altında, veya kısıt verilmemiş (kısıtsız) optimizasyon problemlerinin matematik inşası ve çözüm yöntemlerini öğrenmektir. İkinci olarak, Veri Biliminde karşılaşılan optimizasyon problemlerini uygulama olarak ele almaktır.
Content	Matematiksel Tanım ve Kavramlarla Giriş Dışbükeylik (convexity) Türev Taylor polinomları Kısıtsız Optimizasyon Lokal vs global problem Birincil ve ikincil koşullar Algoritmalar, iki temel strateji: Doğru arama (line search)ve güven bölgesi (trust region) Küçük kareler Problemleri-Regresyon Uygulama Kısıtlar Altında Optimizasyon Olurlu bölge Eşitlikli kısıt-Eşitliksizli kısıt ve Lagrange metodu Geometrik Bakış Doğrusal programlama-Kuadratik Programlama Simpleks metodu, dual problem İç noktalar metodu Uygulama: Yapay Öğrenme Problemleri Kümeleme-İkili sınıflandırma-Ses işleme-Tavsiye Sistemleri-Lojistik bağlanım-Derin öğrenme-Yapay sinir ağları..vb.

References	Numerical Optimization, J. Nocedal& S. J. Wright, Springer, 1999. ve 2. basım: 2006. Introduction to Global Optimization, R. Horst , P. M.Pardolas&N. V. Thoai, Kluwer Academic Publishers, 1995. The Princeton Companion to Applied Mathematics, Edited by Nicholas J. Higham, Princeton University Press, 2015 https://nhigham.com/2016/03/29/the-top-10-algorithms-in-applied-mathematics/ Linear Programming and Network Flows, Mokhtar S. Bazaraa, John J. Jarvis, Hanif D. Sherali. John Wiley, 2004. Third edition A gentle introduction to optimization / B. Guenin , J. Könemann , L. Tunçel Cambridge University Press http://www.veridefteri.com/: en güncel kaynaklar, ders notları, haber, bilimsel programlama

Theory Topics

Week	Weekly Contents
1	Introduction to the course syllabus and the relationship between Data Science and Optimization
2	Introduction to Mathematical Definitions and Concepts, Convexity. Derivative. Taylor polynomials.
3	Unrestricted Optimization. Local vs global problem. Primary and secondary conditions. Problem Application.
4	Numerical Methods and Algorithms. Least Squares Problems-Regression Application.
5	Optimization Under Constraints, Feasible region, Equality-Inequality constraints. Lagrange multiplier method.
6	Geometric View and Applications
7	Midterm
8	Linear programming. Simplex method, dual problem
9	Quadratic Programming. Problems.
10	Application: Artificial Learning Problems Clustering-Binary classification-Audio processing-Recommendation Systems-Logistic correlation-Deep learning-Artificial neural networks..etc
11	Application: Artificial Learning Problems Clustering-Binary classification-Audio processing-Recommendation Systems-Logistic correlation-Deep learning-Artificial neural networks..etc

Content

Course Code	Course Name	Semester	Theory	Practice	Lab	Credit	ECTS
VM 513	Python	1	4	0	0	3	8

Prerequisites	
Admission Requirements	

Language of Instruction	English
Course Type	Compulsory
Course Level	Masters Degree
Objective	Bu ders Python programlama dilini kullanarak programlama deneyimi sınırlı yada hiç olmayan öğrencileri programlama araç ve yöntemleri ile tanıştırmayı, ve Python dilinin temel sintaktik/ semantik yapısını öğretmeyi amaçlamaktadır. Ek olarak algoritmaların incelenmesini ve tasarımını öğretmeyi, ve literatürde kabul görmüş veri işleme ve görselleştirme paketlerini tanıtmayı amaçlamaktadır.
Content	Python veri tipleri. Python programlama dilinin sintaktik ve semantik yapısı. Veri ve kod akışı yönetimi. Kod analizi ve tasarımı. Nesneye yönelik programlama. Veri işleme ve görselleştirme paketleri
References	Python - How to Program - Deitel Algorithms, R. Sedgewick and K. Wayne Data Structures and Algorithms Using Python - Rance D. Necaise

Theory Topics

Week	Weekly Contents
1	Python data types I : integer, float, complex numbers, strings
2	Python data types II : tuple, list, set, dictionary
3	Basic programming I : code block, code flow, conditional statements
4	Basic programming II : loops, intertwined loops
5	Functions an recursion
6	Writing and using Python modules
7	Object oriented programming I : theoretical foundations and examples
8	Object oriented programming II : classes, inheritance and hierarchy
9	Object oriented programming III : designing user interfaces
10	Data manipulation and visualization with Python I : pandas, numpy ve matplotlib
11	Data manipulation and visualization with Python II : pandas, numpy ve matplotlib

Content

Course Code	Course Name	Semester	Theory	Practice	Lab	Credit	ECTS
VM 536	Applications of Data Science	3	0	4	0	3	8

Prerequisites	
Admission Requirements	

Language of Instruction	English
Course Type	Compulsory
Course Level	Masters Degree
Objective	Dersin amacı, makine öğrenmesi modellerinin geliştirilmesinden üretim ortamına alınmasına kadar uzanan yaşam döngüsünü mühendislik disipliniyle yönetebilmeyi öğretmek ve büyük dil modellerine dayalı sistemlerin kurulumunu tanıtmaktır.
Content	Ders, veri bilimi ve makine öğrenmesi modellerini üretim ortamına taşımak için gereken mühendislik uygulamalarını işler: sürüm kontrolü, kod ve veri testleri, özellik mühendisliği ve seçimi, MLOps prensipleri ve deney yönetimi, sürekli entegrasyon ile pipeline otomasyonu, API ve konteynerlerle model dağıtımı, üretimde model izleme ve sürekli teslimat. Dersin son bölümü büyük dil modellerine ayrılmıştır: temeller, prompt mühendisliği, ileri teknikler ve LLM tabanlı sistem mimarileri (LLMOps ve agent'lar).
References	Ders sayfası: https://gitlab.com/onayg/vm536 Foundations of Data Science: Avrim Blum, John Hopcroft, and Ravindran Kannan

Theory Topics

Week	Weekly Contents
1	Git tooling and version control
2	Testing strategies for code and data
3	Feature engineering and selection
4	MLOps principles and experiment management
5	Pipeline automation with continuous integration (CI)
6	Model deployment strategies: APIs and containers
7	Midterm exam
8	Model monitoring in production and continuous delivery (CD)

Week	Weekly Contents
9	Foundations of large language models (LLM) and prompt engineering
10	Advanced techniques for LLMs
11	LLM-based system architectures: LLMOps and agents

Content

Course Code	Course Name	Semester	Theory	Practice	Lab	Credit	ECTS
VM 524	Graph Theory	3	4	0	0	3	8

Prerequisites	
Admission Requirements	

Language of Instruction	English
Course Type	Compulsory
Course Level	Masters Degree
Objective	-Bu dersin amacı, çizge teorisinin temel kavramlarını ve modern ağ analiz yöntemlerini tanıtmak; öğrencilerin gerçek yaşamdan elde edilen karmaşık ağ verilerini analiz edebilmesini sağlamaktır. Ders kapsamında sosyal ağlar, bilgi ağları ve coğrafi ağlar gibi örnekler üzerinden ağ yapılarının modellenmesi, görselleştirilmesi ve yorumlanması ele alınacaktır. Ayrıca öğrenciler, ağ verileri üzerinde temel makine öğrenmesi yöntemlerinden biri olan Graph Neural Networks (GNNs) hakkında giriş seviyesinde bilgi edinecektir.
Content	-Bu ders kapsamında çizge teorisinin temel kavramları ve temel çizge algoritmaları ele alınacaktır. Öğrenciler, Python tabanlı ağ analizi kütüphanelerinden biri olan NetworkX kullanarak çizgeler üzerinde uygulamalar yapacaktır. Ağların görselleştirilmesi için Gephi aracı tanıtılacak ve farklı veri kümeleri üzerinde görselleştirme çalışmaları gerçekleştirilecektir. Ders boyunca Wikipedia ağları ve OpenStreetMap ağları gibi karmaşık ağ örnekleri incelenecektir. Ayrıca merkeziyet ölçüleri, link prediction yöntemleri ve community detection yaklaşımları işlenecek; son bölümde ise Graph Neural Networks (GNNs) konusuna giriş yapılarak çizge tabanlı makine öğrenmesi yöntemleri tanıtılacaktır.
References	Coscia, M. (2025). The Atlas for the Aspiring Network Scientist (2nd ed.).

Theory Topics

Week	Weekly Contents
1	Introduction to Graph Theory and Basic Concepts
2	Graph Representations and Basic Graph Algorithms
3	Introduction to Network Analysis and Real-World Networks
4	Network Analysis with Python: Fundamentals of NetworkX
5	Network Visualization with Gephi
6	Complex Networks: Wikipedia and OpenStreetMap Examples
7	Centrality Measures and Importance Analysis in Networks
8	Midterm
9	Link Prediction Methods
10	Community Detection in Networks
11	Introduction to Graph Neural Networks (GNNs)

Content

Course Code	Course Name	Semester	Theory	Practice	Lab	Credit	ECTS
VM 531	Data Preprocessing and Clustering	3	4	0	0	3	8

Prerequisites	
Admission Requirements	

Language of Instruction	English
Course Type	Compulsory
Course Level	Masters Degree
Objective	Bu ders, öğrencilere veri ön işleme ve kümeleme sürecini tanıtmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda veri hazırlama ve ön işleme, çeşitli veri madenciliği algoritmaları ve bunların sonuçlarını değerlendirmek için kullanılan araçlar ele alınır. Ders; veri ön işleme ve gözetimsiz sınıflandırma (kümeleme) konularında standart yaklaşımlara odaklanır. Madencilik algoritmalarını ve kalite değerlendirme araçlarını anlayabilmek için temel istatistik bilgisi gereklidir.
Content	Giriş, genel bakış Veri ön işleme 1 (Temizlik, kayıp veri, gürültülü veri işleme vb) Veri ön işleme 2 (Boyut indirgeme, modelleme ile veri ön işleme vb) Kod uygulaması 1 Kümeleme 1 (genel tanımlar, uzaklık tanımları, kümeleme algoritma kategorileri) Kümeleme 2 (parçalama ve hiyerarşik algoritmalar) Kümeleme 3 (yoğunluk temelli algoritmalar ve kümeleme performans ölçümü) Kod uygulaması 2
References	• Data Mining - Practical Machine Learning Tools, 2nd edition, Ian H. Witten & Eibe Frank, Morgan Kaufmann, 2005. • Neural Networks - A Comprehensive Foundation, 2nd edition, Simon Haykin, Pearson/Prentice Hall,1999. • Data Mining: Concepts and Techniques, Jiawei Han & Micheline Kamber, Morgan Kaufmann, 2000. • Applied Statistics and Probabilities for Engineers, 4th edition, D.C. Montgomery & G.C. Runger, John Willey & sons, 2006. • The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, T. Hastie, R. Tibshirani & J. Friedman, Springer, 2009.

Theory Topics

Week	Weekly Contents