

İTÜ
LİSANSÜSTÜ DERS KATALOG FORMU
(GRADUATE COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı				Course Name
Veri Analizi ve Makine Öğrenmesinde Matematiksel Yöntemler				Computational Methods in Data Analysis and Machine Learning
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Seviyesi (Course Level)
HBM5XXE	Bahar (Spring)	3	7.5	YL (M.Sc.)
Lisansüstü Program (Graduate Program)		Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik (Computational Science and Engineering)		
Dersin Türü (Course Type)		Seçmeli (Elective)	Dersin Dili (Course Language)	İngilizce (English)
Dersin İçeriği (Course Description)		Matris uzayları, matrislerin çarpanlara ayrılışı, özdeğer ve özvektörler, tekil değer ayrıştırımı, Eckart-Young Teoremi, vektör ve matris normları, temel bileşen analizi, en küçük kareler yöntemi, lineer denklem sistemleri, üstel matrisler, matrislerin türevleri, eyer noktaları, minmax problemi, fonksiyon minimizasyonu, gradyan iniş yöntemi, stokastik gradyan inişi, yapay sinir ağları, geri yayılım algoritması, kısmi türevler, evrişimsel sinir ağları, öğrenme fonksiyonu, çizgelerde öbek tayini		
		Matrix spaces, matrix factorization, eigenvalues and eigenvectors, singular value decomposition, Eckart-Young Theorem, vector and matrix norms, principal component analysis, least squares method, linear equation systems, exponential matrices, derivatives of matrices, saddle points, minmax problem, function minimization, gradient descent method, stochastic gradient descent method, artificial neural networks, back-propagation algorithm, partial derivatives, convolutional neural networks, learning function, finding clusters in graphs		
Dersin Amacı (Course Objectives)		1. Veri analizi ve makine öğrenmesi yöntemlerinin matematiksel arka planlarının öğretilmesi. 2. Veri analizi ve makine öğrenmesi algoritmalarının hesaplamalı analizlerinin gerçekleştirilmesi. 3. Verilen problem için öğrenilen hesaplamalı yöntemlerin uygun biçimde seçilmesi ve bilgisayar ortamında etkin biçimde uygulanması. 4. Hesaplamalı yöntemler aracılığıyla elde edilmiş sonuçların irdelenmesi ve karşılaştırılması.		
		1. To teach mathematical backgrounds of data analysis and machine learning methods. 2. To perform computational analysis of data analysis and machine learning algorithms. 3. To select the appropriate method for the given problem and apply this computational method in computer environment efficiently. 4. To examine and compare the results elicited from the computational methods		
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)		Bu dersi başarıyla tamamlayan yüksek lisans öğrencileri aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar; 1. Veri analizi ve makine öğrenmesinde kullanılan güncel yöntemleri bilmesi 2. Vektörler, matrisler ve lineer denklem sistemleri ile ilgili bilgileri data analizi ve makine öğrenmesi algoritmalarında uygulayabilmesi 3. Veri analizi ve makine öğrenmesindeki optimizasyon tabanlı yöntemleri bilmesi 4. İlgili algoritmaların etkinlik, kararlılık ve gürbüzlük gibi hesaplamalı analizlerini gerçekleştirebilmesi 5. Verilen problem için uygun ve etkin yöntemi seçebilmesi ve uygulayabilmesi 6. Elde edilen sonuçları yorumlayabilmesi ve olası olumsuzlukların nedenlerini anlayabilmesi		
		M.Sc. students who successfully pass this course gain knowledge, skills and competency in the following subjects; 1. Be able to understand the current data analysis and machine learning methods 2. Be able to apply the knowledge on vectors, matrices and linear equation systems in data analysis and machine learning 3. Be able to understand the optimization-based methods in data analysis and machine learning 4. Be able to perform computational analyses for the algorithms such as efficiency, stability and robustness 5. Be able to select and apply the appropriate and efficient technique for a given problem 6. Be able to justify the obtained results and understand the reasons of possible unfavorable outcomes		

Kaynaklar (References) <u>En önemli 5 adedini belirtiniz</u>	1) Gilbert Strang , (2019) “Linear Algebra and Learning from Data”, Wellesley-Cambridge Press. 2) W. Martinez, A. Martinez, J. Sofka (2010) “Exploratory Data Analysis with MATLAB”, Chapman & Hall CRC Press. 3) Christopher M. Bishop (2006) “Pattern Recognition and Machine Learning”, Springer. 4) Slawomir Kuziel, Xin-She Yang (2011) “Computational Optimization, Methods and Algorithms”, Springer. 5) Wei Qi Yan , (2021) “Computational Methods for Learning”, Springer		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	-		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	-		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use) <u>Dersinizde kullandığınız yazılım ve simülasyon programları yazılabilir</u>	-		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi* (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	1	25
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)	6	24
	Projeler (Projects)	1	16
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)		
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)		
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)	1	35

*Yukarıda Belirtilen Sayılar Minimum Olup Yerine Getirilmesi Zorunludur.

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Matris uzayları, matrislerin çarpanlara ayrılışı, ortogonal matrisler	2
2	Özdeğer ve özvektörler, artı ve yarı-artı tanımlı matrisler, tekil değer ayrıştırımı (TDA)	2
3	Eckart-Young Teoremi, vektör ve matris normları, temel bileşen analizi (TBA)	2, 4
4	En küçük kareler yöntemi ve analizi	1, 2, 3, 6
5	$Ax=b$ lineer denklem sistemi ve çözüm yolları	2, 5, 6
6	Özdeğer ve tekil değerlerin bulunmasında hesaplamalı yöntemler	2, 4, 5
7	Üstel matrisler ve matrislerin türevleri, tekil değerlerin türevleri ve analizi	2, 6
8	TDA, LU, QR ayrıştırımları ve eğer noktalarının hesaplanması	1, 2, 4
9	Minmax problemi ve eğer noktalarıyla ilişkisi	1, 3
10	Fonksiyon minimizasyonu, gradyan iniş yöntemi ve hızlandırılması	1, 3, 5
11	Stokastik gradyan iniş yöntemi ve analizi	1, 3, 5, 6
12	Yapay sinir ağları ve geri yayılım algoritması, kısmi türevler	1, 3
13	Evrişimsel sinir ağları ve öğrenme fonksiyonu	1, 3
14	Çizgelerde öbek tayini	1, 2

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Matrix spaces, matrix factorizations, orthogonal matrices	2
2	Eigenvalues and eigenvectors, positive and positive semi definite matrices, singular value decomposition (SVD)	2
3	Eckart-Young Theorem, vector and matrix norms, principal component analysis (PCA)	2, 4
4	The least squares method and its analysis	1, 2, 3, 6
5	$Ax=b$ linear equation system and its solution methods	2, 5, 6
6	Computational methods for calculating eigenvalues and singular values	2, 4, 5
7	Exponential matrices, derivatives of matrices, derivatives of singular values and their analysis	2, 6
8	SVD, LU and QR factorizations and the calculation of saddle points	1, 2, 4
9	Minmax problem and its relation with saddle points	1, 3
10	Function minimization, gradient descent algorithm and its acceleration	1, 3, 5
11	Stochastic gradient descent algorithm and its analysis	1, 3, 5, 6
12	Artificial neural networks and the back-propagation algorithm, partial derivatives	1, 3
13	Convolutional neural networks and the learning function	1, 3
14	Finding clusters in graphs	1, 2

Dersin Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
i.	Lisans düzeyi yeterliliklerine dayalı olarak, Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik Programındaki bilgilerini uzmanlık düzeyinde geliştirebilme ve derinleştirebilme (yeterli bilgi birikimi) (<i>bilgi</i>).			X
ii.	Alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşimi kavrayabilme (<i>bilgi</i>).			X
iii.	Alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kullanabilme(<i>beceri</i>).			X
iv.	Alanında edindiği bilgileri farklı disiplin alanlarından gelen bilgilerle bütünleştirerek yorumlayabilme ve yeni bilgiler oluşturabilme (<i>beceri</i>).			X
v.	Alanını ile ilgili karşılaşılan sorunları araştırma yöntemlerini kullanarak çözümleyebilme (<i>beceri</i>).			X
vi.	Alanını ile ilgili uzmanlık gerektiren bir çalışmayı bağımsız olarak yürütebilme (<i>Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği</i>).	X		
vii.	Alanı ile ilgili uygulamalarda karşılaşılan ve öngörülemeyen karmaşık sorunların çözümü için yeni stratejik yaklaşımlar geliştirebilme ve sorumluluk alarak çözüm üretebilme (<i>Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği</i>).	X		
viii.	Alanındaki güncel gelişmeleri ve kendi çalışmalarını, nicel ve nitel veriler ile destekleyerek, alanındaki ve alan dışındaki gruplara, yazılı, sözlü ve görsel olarak sistemli biçimde aktarabilme (<i>İletişim ve Sosyal Yetkinlik</i>).		X	
ix.	Bir yabancı dili en az Avrupa Dil Portföyü B2 genel düzeyinde kullanarak sözlü ve yazılı iletişim kurabilmek (<i>İletişim ve Sosyal Yetkinlik</i>).		X	
x.	Alanının gerektirdiği düzeyde bilgisayar yazılımı ile birlikte bilişim ve iletişim teknolojilerini ileri düzeyde kullanabilme (<i>İletişim ve Sosyal Yetkinlik</i>).			X
xi.	Alanı ile ilgili verilerin toplanması, yorumlanması, uygulanması ve duyurulması aşamalarında toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik değerleri gözetenerek denetleyebilme ve bu değerleri öğretebilme (<i>Alana Özgü Yetkinlik</i>).			
xii.	Alanı ile ilgili konularda strateji, politika ve uygulama planları geliştirebilme ve elde edilen sonuçları, kalite süreçleri çerçevesinde değerlendirebilme (<i>Alana Özgü Yetkinlik</i>).			
xiii.	Alanında özümstedikleri bilgiyi, problem çözme ve/veya uygulama becerilerini, disiplinlerarası çalışmalarda kullanabilme (<i>Alana Özgü Yetkinlik</i>).		X	
xiv.	Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik Programında, kendi çalışmalarını, alanındaki uluslararası platformlarda, yazılı, sözlü ve/veya görsel olarak aktarabilme (<i>Alana özgü yetkinlik</i>).	X		

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

Relationship between the Course and the Computational Science and Engineering Program

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
i.	Developing and intensifying knowledge in the Computational Science and Engineering program's area, based upon the competency in the undergraduate level (sufficient knowledge) (<i>knowledge</i>).			X
ii.	Grasping the inter-disciplinary interaction related to one's area (<i>knowledge</i>).			X
iii.	The ability to use the expert-level theoretical and practical knowledge acquired in the area (<i>skill</i>).			X
iv.	Interpreting and forming new types of knowledge by combining the knowledge from the area and the knowledge from various other disciplines (<i>skill</i>).			X
v.	Solving the problems faced in the area by making use of the research methods (<i>skill</i>).			X
vi.	The ability to carry out a specialistic study related to one's area independently. (<i>Competence to work independently and take responsibility</i>).	X		
vii.	Developing new strategic approaches to solve the unforeseen and complex problems arising in the practical processes of one's area and coming up with solutions while taking responsibility (<i>Competence to work independently and take responsibility</i>).	X		
viii.	Systematically transferring the current developments in the area and one's own work to other groups in and out of the area; in written, oral and visual forms (<i>Communication and Social Competency</i>).		X	
ix.	Proficiency in a foreign language –at least European Language Portfolio B2 Level- and establishing written and oral communication with that language (<i>Communication and Social Competency</i>).		X	
x.	Using the computer software together with the information and communication technologies efficiently and according to the needs of the area (<i>Communication and Social Competency</i>).			X
xi.	Paying regard to social, scientific, cultural and ethical values during the collecting, interpreting, practicing and announcing processes of the area related data and the ability to teach these values to others (<i>Area Specific Competency</i>).			
xii.	Developing strategy, policy and application plans concerning the subjects related to the area and the ability to evaluate the end results of these plans within the frame of quality processes (<i>Area Specific Competency</i>).			
xiii.	Using the knowledge and the skills for problem solving and/or application (which are processed within the area) in inter-disciplinary studies (<i>Area Specific Competency</i>).		X	
xiv.	In the Computational Science and Engineering program, the ability to present one's own work within the international environments orally, visually and in written forms (<i>Area Specific Competency</i>).	X		

1: Little, 2: Partial, 3: Full

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u> 06.12.2021	<u>İmza (Signature)</u>
---------------------------------	-----------------------------------	-------------------------