

İTÜ
LİSANSÜSTÜ DERS KATALOG FORMU
(GRADUATE COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı		Course Name		
Nedensel Çıkarıma		Causal Inference		
Kodu (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Türü (Course Type)
BLG561E	I (Güz)	3	7.5	Seçmeli (Elective)
Bölüm / Program (Department/Program)	Bilgisayar Mühendisliği / Bilgisayar Mühendisliği (Computer Engineering / Computer Engineering)			
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)	Dersin Dili (Course Language)	İngilizce (English)	
Dersin İçeriği (Course Description)	Olasılık Teorisi Temel Kavramları, Olasılıksal Grafikselle Modeller, D-Ayrıştırma Kuralları, İstatistiksel ve Nedensel Modeller, Nedensel Çıkarımın Varsayımları, Neden-Sonuç Modelleri, Neden-Sonuç Modellerinin Öğrenimi, Do-cebiri, Saklı Değişkenler, Karşılığusal Analiz			
<i>30-60 kelime arası</i>	Introduction to Probability Theory, Probabilistic Graphical Models, D-Separation Rules, Statistical and Causal Models, Assumptions of Causal Inference, Cause-Effect Models, Learning Cause-Effect Models, Multivariate Causal Models, The do-calculus, Hidden Variables, Counterfactual Analysis			
Dersin Amacı (Course Objectives)	1. Nedensel çıkarıma alanındaki başlıca teknikleri tanımak 2. Nedensel çıkarımın olasılıksal temellerini anlamak 3. Modern yapay zeka problemlerinde nedensel çıkarıma yapabilmeyi öğrenmek 4. Mevcut yapay zeka teknolojileriyle nedensel çıkarıma çözümü gerçekleştirmeyi öğrenmek			
<i>Maddeler halinde 2-5 adet</i>	1. To introduce the main techniques in causal inference 2. To understand the probability theoretic principles of causal inference 3. To be able to perform causal inference in model artificial intelligence problems 4. To learn to implement causal inference solutions using the existing causal inference technologies			
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	Bu dersi başarıyla tamamlayan lisansüstü öğrencileri: 1. Nedensel çıkarıma alanındaki başlıca problemleri, kullanım alanlarını, teknikleri bilmek ve tartışabilmek 2. Nedensel çıkarıma alanında kullanılan temel matematik araçları (do-cebiri, karşılığusalılık vb) tanımlamak, oluşturmak ve kullanmak 3. Çeşitli tipte olasılıksal modelleri tasarlamak, bu modellere müdahale etmeyi ve bu modeller üzerinde karşılığusal hesaplama yapmayı do-cebiri kullanarak gerçekleştirebilmek 4. Ham veriden olasılıksal model çıkarıma yapabilmek 5. Nedensel çıkarıma uygulamalarını bilgisayar ortamında gerçekleştirmek			
<i>Maddeler halinde 4-9 adet</i>	Graduate students who successfully complete this course will be able to: 1. Know and discuss the main problems, application areas and the techniques of causal inference 2. Describe, construct and use necessary mathematical tools in causal inference such as do-calculus and counterfactuals 3. Design various types of probabilistic models, intervene into these models, and perform counterfactual analysis on these models using the do-calculus properly 4. Infer the structural causal model inference from raw data 5. Implement computer realizations of causal inference applications			

Ders Kitabı (Textbook)	Elements of Causal Inference, J. Peters, D. Janzing, B. Schölkopf, 2017, MIT Press
Diğer Kaynaklar (Other References)	1. Causality: Models, Reasoning, and Inference, J. Pearl, 2009, Cambridge University Press 2. Probabilistic Graphical Models, D. Koller, 2009, MIT Press
<i>Maddeler halinde en çok 5 adet</i>	

Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	1 ödev 1 homework		
Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)	-		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)			
Diğer Uygulamalar (Other Activities)			
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi* (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)		
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)	1	%30
	Projeler (Projects)	1	%70
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)		
	Laboratuar Uygulaması (Laboratory Work)		
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)		

*Yukarıda Belirtilen Sayılar Minimum Olup Yerine Getirilmesi Zorunludur.

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Nedenselliğin Biçimsel Tanımları	1
2	Olasılık Teorisi Özet	1,2
3	Olasılıksal Grafikselle Modeller: Temel Kavramlar	1,2
4	Olasılıksal Grafikselle Modeller: d-Ayrıştırma Kuralları	1,2,5
5	Yapısal Nedenselle Modeller	1,2
6	Simpson Paradoksu ve Karıştırıcı Değişkenler	1,2
7	Do-Cebiri: Temel Kavramlar	2,3
8	Do-Cebiri: Geçerli Düzeltim Kümeleri, Ön-Kapı ve Arka Kapı Kısıtları	2,3,5
9	Karşılığusallık Analizi I	2,3
10	Karşılığusallık Analizi II	2,3,5
11	Nedenselle Keşif: Temel Kavramlar	3,4
12	Nedenselle Keşif: Yapı Belirlenebilirliği	3,4,5
13	Nedenselle Çıkarıma Araştırmalarında Son Gelişmeler I	3,4,5
14	Nedenselle Çıkarıma Araştırmalarında Son Gelişmeler II	3,5

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Formal Definitions of Causality	1
2	Probability Theory Recap	1,2
3	Probabilistic Graphical Models: Fundamental Concepts	1,2
4	Probabilistic Graphical Models: The d-Separation Rules	1,2,5
5	Structural Causal Models	1,2
6	The Simpson's Paradox and The Confounders	1,2
7	The do-calculus: Fundamental Concepts	2,3
8	The do-calculus: Valid Adjustment Sets, Front-Door and Back-Door Criteria	2,3,5
9	Counterfactual Analysis I	2,3
10	Counterfactual Analysis II	2,3,5
11	Causal Discovery: Fundamental Concepts	3,4
12	Causal Discovery: Structure Identifiability	3,4,5
13	Recent Advances in Causal Inference Research I	3,4,5
14	Recent Advances in Causal Inference Research II	3,5

Dersin Bilgisayar Mühendisliği YL Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
i.	Lisans düzeyi yeterliliklerine dayalı olarak, ilgili program alanında bilgilerini uzmanlık düzeyinde geliştirebilme ve derinleştirebilme (yeterli bilgi birikimi) (bilgi).			x
ii.	Alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşimi kavrayabilme (bilgi).			
iii.	Alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kullanabilme (beceri).			x
iv.	Alanında edindiği bilgileri farklı disiplin alanlarından gelen bilgilerle bütünleştirerek yorumlayabilme ve yeni bilgiler oluşturabilme (beceri).			
v.	Alanını ile ilgili karşılaşılan sorunları araştırma yöntemlerini kullanarak çözümleyebilme (beceri).		x	
vi.	Alanını ile ilgili uzmanlık gerektiren bir çalışmayı bağımsız olarak yürütebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).		x	
vii.	Alanı ile ilgili uygulamalarda karşılaşılan ve öngörülemeyen karmaşık sorunların çözümü için yeni stratejik yaklaşımlar geliştirebilme ve sorumluluk alarak çözüm üretebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).		x	
viii.	Alanı ile ilgili sorunların çözümlenmesini gerektiren ortamlarda liderlik yapabilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
ix.	Alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki bilgi ve becerileri eleştirel bir yaklaşımla değerlendirebilme ve öğrenmesini yönlendirebilme (Öğrenme Yetkinliği).		x	
x.	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 (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).			x
xi.	Sosyal ilişkileri ve bu ilişkileri yönlendiren normları eleştirel bir bakış açısı ile inceleyebilme, geliştirebilme ve gerektiğinde değiştirmek üzere harekete geçebilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).			
xii.	Alanının gerektirdiği düzeyde bilgisayar yazılımı ile birlikte bilişim ve iletişim teknolojilerini ileri düzeyde kullanabilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).			x
xiii.	Alanı ile ilgili verilerin toplanması, yorumlanması, uygulanması ve duyurulması aşamalarında toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik değerleri gözeterek denetleyebilme ve bu değerleri öğretebilme (Alana Özgü Yetkinlik).	x		
xiv.	Alanı ile ilgili konularda strateji, politika ve uygulama planları geliştirebilme ve elde edilen sonuçları, kalite süreçleri çerçevesinde değerlendirebilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xv.	Alanında özümstedikleri bilgiyi, problem çözme ve/veya uygulama becerilerini, disiplinlerarası çalışmalarda kullanabilme (Alana Özgü Yetkinlik).		x	
xvi.	Tezli programlarda, kendi çalışmalarını, alanındaki uluslararası platformlarda, yazılı, sözlü ve/veya görsel olarak aktarabilme (Alana özgü yetkinlik).			

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

Relationship between the Course and the Computer Engineering Graduate (MS) Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
i.	Developing and intensifying knowledge in the related program's area, based upon the competency in the undergraduate level (sufficient knowledge) (knowledge).			x
ii.	Grasping the inter-disciplinary interaction related to one's area (knowledge).			
iii.	The ability to use the expert-level theoretical and practical knowledge acquired in the area(skill).			x
iv.	Interpreting and forming new types of knowledge by combining the knowledge from the area and the knowledge from various other disciplines (skill).			
v.	Solving the problems faced in the area by making use of the research methods (skill).		x	
vi.	The ability to carry out a specialistic study related to one's area independently. (Competence to work independently and take responsibility).		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 (Competence to work independently and take responsibility).		x	
viii.	Fulfilling the leader role in the environments where solutions are sought for the problems related to the area (Competence to work independently and take responsibility)			
ix.	Assessing the specialistic knowledge and skill gained through the study with a critical view and directing one's own learning process (Learning Competency).		x	
x.	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 (Communication and Social Competency).			x
xi.	Ability to see and develop social relationships and the norms directing these relationships with a critical look and the ability to take action to change these when necessary. (Communication and Social Competency).			
xii.	Using the computer software together with the information and communication technologies efficiently and according to the needs of the area (Communication and Social Competency).			x
xiii.	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 (Area Specific Competency).	x		
xiv.	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 (Area Specific Competency).			
xv.	Using the knowledge and the skills for problem solving and/or application (which are processed within the area) in inter-disciplinary studies (Area Specific Competency).		x	
xvi.	In the programs with thesis, the ability to present one's own work within the international environments orally, visually and in written forms (Area Specific Competency).			

1: Little, 2. Partial, 3. Full

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u> Melih Kandemir	<u>Tarih (Date)</u> 26 Eylül 2020	<u>İmza (Signature)</u>
---	--------------------------------------	-------------------------