

İTÜ
LİSANSÜSTÜ DERS KATALOG FORMU
(GRADUATE COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı		Course Name		
Veri Merkezlerinin Çok Ölçekli Isıl Modellemesi		Multi-Scale Thermal Modeling of Data Centers		
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Seviyesi (Course Level)
BLU6** / BLU6**E	Güz/Bahar (Fall/Spring)	3	7,5	Doktora (PhD)
Lisansüstü Program (Graduate Program)	Bilgi ve Haberleşme Mühendisliği (Information and Communications Engineering)			
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)	Dersin Dili (Course Language)	Türkçe/İngilizce (Turkish/English)	
Dersin İçeriği (Course Description)	Veri Merkezleri (VM) Isıl ve Enerji Sistemleri Modellemesi, Isıl Direnç ve Kapasite, Farklı Ölçeklerde Isıl Devreler, Fan ve Pompa Teorisi, Veri Merkezlerinin Akış Karakteristikleri, Akış Ağı Modelleme, Veri Merkezi Soğutma ve İklimlendirme Sistemlerinin Termodinamiği, Termodinamik Modelleme, Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği (HAM) Temelleri, Veri Merkezlerinin HAM Modellemesi Thermal and Energy Systems Modeling of Data Centers, Thermal Resistance and Capacitance, Thermal Circuits at Various Scales, Fan and Pump Theory, Flow Characteristics of Data Centers, Flow Network Modeling, Thermodynamics of Data Center Cooling and Air Conditioning Systems, Thermodynamic Modeling, Fundamentals of Computational Fluid Dynamics (CFD), CFD Modeling of Datacenters			
Dersin Amacı (Course Objectives)	1. Isıl direnç ve kapasite modellerinin temellerinin öğretilmesi 2. Akış ağı modellerinin temellerinin öğretilmesi 3. Veri merkezlerinde termodinamik modellere giriş 4. Veri merkezleri için HAM benzetimlerinin tanıtılması 1. To teach fundamentals of thermal resistance and capacitance models 2. To teach fundamentals of flow network models 3. To introduce thermodynamic models for data centers. 4. To introduce CFD simulations for data center			
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler 1. ısı direnç ve kapasite 2. akış ağları 3. termodinamik modeller 4. hesaplamalı akışkanlar mekaniği 5. ve yukarıdaki modellerin veri merkezlerinde farklı ölçeklerde yapılan uygulamaları hakkında bilgi kazanır. Students who pass the course will learn: 1. thermal resistance and capacitance 2. flow networks 3. thermodynamic models 4. computational fluid dynamics 5. and applications of above-mentioned models in data centers at various scales.			

Kaynaklar (References)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Y. Joshi and P. Kumar, "Energy Efficient Thermal Management of Data Centers", New York, Springer-Verlag, 2012. 2. V. K. Arghode, Y. Joshi, "Air Flow Management in Raised Floor Data Centers", Switzerland, Springer, 2016. 3. ASHRAE Datacom Series: "Thermal Guidelines for Data Processing Environments, 4th Edition", 2015. 4. ASHRAE Datacom Series: "IT Equipment Power Trends, 3rd Edition", 2018. 5. ASHRAE Datacom Series: "Design Considerations for Datacom Equipment Centers, 2nd Edition", 2009. 6. H. Geng: "Data Center Handbook" J. Wiley & Sons, 2015. 		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	1 Ödev		
	1 Homework		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	--		
	--		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	--		
	--		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	1 Dönem Ödevi		
	1 Term Project		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi* (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	1	20
	Kısa Sınavlar (Quizzes)	-	-
	Ödevler (Homework)	1	15
	Projeler (Projects)	-	-
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	1	15
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)	-	-
	Derse Katılım (Class Participation)	1	10
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Isı geçişinin temelleri	5
2	Isıl devreler	1
3	Sunucu seviyesindeki ısı devreler, ısı üretimi, ısı alıcıları, ısı arayüz malzemeleri	1
4	Oda seviyesinde birleşik kapasite sistem modellemesi	1
5	Fan ve pompa teorisi	2
6	Veri merkezlerinin akış karakteristikleri	2
7	Akış ağı modelleme yazılımı	2
8	Veri merkezi soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin termodinamiği	3
9	Yıllık enerji simülasyonu yazılımına giriş	3
10	Veri merkezi enerji simülasyonlarındaki ilerlemeler	3
11	HAM modellemenin temelleri	4
12	HAM yazılımı	4
13	Veri merkezlerinin HAM modellemesinde ilerlemeler	4
14	Dönem ödevi sunumları	1-5

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Fundamentals of heat transfer	5
2	Thermal circuits	1
3	Server level thermal circuits and heat generation, heat sinks, thermal interface materials	1
4	Room level lumped capacitance systems modeling	1
5	Fan and pump theory	2
6	Flow characteristics of data centers	2
7	Flow network modeling software	2
8	Thermodynamics of data center cooling and air conditioning systems	3
9	Introduction to annual energy simulation software	3
10	Advances in energy simulations for data centers	3
11	CFD modeling basics	4
12	CFD software	4
13	Advances in CFD modeling of data centers	4
14	Term project presentations	1-5

Dersin Bilişim Uygulamaları Doktora Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
i.	Lisans düzeyi yeterliliklerine dayalı olarak, Bilişim Uygulamaları alanında bilgilerini uzmanlık düzeyinde geliştirebilme ve derinleştirebilme (yeterli bilgi birikimi) (bilgi).			
ii.	Bilişim Uygulamaları alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşimi kavrayabilme (bilgi).		X	
iii.	Bilişim Uygulamaları alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kullanabilme (beceri).	X		
iv.	Bilişim Uygulamaları alanında edindiği bilgileri farklı disiplin alanlarından gelen bilgilerle bütünleştirerek yorumlayabilme ve yeni bilgiler oluşturabilme (beceri).			
v.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili karşılaşılan sorunları araştırma yöntemlerini kullanarak çözümlenebilir (beceri).			
vi.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili uzmanlık gerektiren bir çalışmayı bağımsız olarak yürütebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			X
vii.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili uygulamalarda karşılaşılan ve öngörülemez karmaşık sorunların çözümü için yeni stratejik yaklaşımlar geliştirebilme ve sorumluluk alarak çözüm üretebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
viii.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili sorunların çözümlenmesini gerektiren ortamlarda liderlik yapabilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
ix.	Bilişim Uygulamaları alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki bilgi ve becerileri eleştirel bir yaklaşımla değerlendirebilme ve öğrenmesini yönlendirebilme (Öğrenme Yetkinliği).			
x.	Bilişim Uygulamaları alanındaki güncel gelişmeleri ve kendi çalışmalarını, nicel ve nitel veriler ile destekleyerek, alanındaki ve alan dışındaki gruplara, yazılı, sözlü ve görsel olarak sistemli biçimde Türkçe ve/veya İngilizce olarak 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.	Bilişim Uygulamaları alanının gerektirdiği düzeyde bilgisayar yazılımı ile birlikte bilişim ve iletişim teknolojilerini ileri düzeyde kullanabilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).		X	
xiii.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili verilerin toplanması, yorumlanması, uygulanması ve duyurulması aşamalarında toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik değerleri gözetenek denetleyebilme ve bu değerleri öğretebilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xiv.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili konularda strateji, politika ve uygulama planları geliştirebilme ve elde edilen sonuçları, kalite süreçleri çerçevesinde değerlendirebilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xv.	Bilişim Uygulamaları alanında özümstedikleri bilgiyi, problem çözme ve/veya uygulama becerilerini, disiplinler arası çalışmalarda kullanabilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xvi.	Kendi çalışmalarını, Bilişim Uygulamaları alanındaki uluslararası platformlarda, yazılı, sözlü ve/veya görsel olarak aktarabilme (Alana özgü yetkinlik).	X		

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

Relationship between the Course and Applied Informatics Graduate (PhD) Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
i.	Developing and intensifying knowledge in Informatics Applications area, based upon the competency in the undergraduate level (sufficient knowledge) (knowledge).			
ii.	Grasping the inter-disciplinary interaction related to Informatics Applications area (knowledge).		X	
iii.	The ability to use the expert-level theoretical and practical knowledge acquired in Informatics Applications area (skill).	X		
iv.	Interpreting and forming new types of knowledge by combining the knowledge from Informatics Applications area and the knowledge from various other disciplines (skill).			
v.	Solving the problems faced in Informatics Applications area by making use of the research methods (skill).			
vi.	The ability to carry out a specialist study related to Informatics Applications 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 Informatics Applications area and coming up with solutions while taking responsibility (Competence to work independently and take responsibility).			
viii.	Fulfilling the leader role in the environments where solutions are sought for the problems related to Informatics Applications area (Competence to work independently and take responsibility)			
ix.	Assessing the specialist knowledge and skill gained through the study with a critical view and directing one's own learning process (Learning Competence).			
x.	Systematically transferring the current developments in Informatics Applications area and one's own work to other groups in and out of Informatics Applications area; in written, oral and visual forms in Turkish and/or English (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 Informatics Applications area (Communication and Social Competency).		X	
xiii.	Paying regard to social, scientific, cultural and ethical values while collecting, interpreting, practicing and announcing processes of Informatics Applications area related data and the ability to teach these values to others (Area Specific Competency).			
xiv.	Developing strategy, policy and application plans concerning the subjects related to Informatics Applications 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).			
xvi.	The ability to present one's own work within the international Informatics Applications environments orally, visually and in written forms (Area Specific Competency).	X		

1: Little, 2. Partial, 3. Full

<u><i>Düzenleyen (Prepared by)</i></u>	<u><i>Tarih (Date)</i></u> 17.05.2019	<u><i>İmza (Signature)</i></u>
--	--	--------------------------------