

**İTÜ**  
**LİSANSÜSTÜ DERS KATALOG FORMU**  
**(GRADUATE COURSE CATALOGUE FORM)**

Dersin Adı		Course Name		
İleri Markov Sistemlerin Modelleme ve Benzetimi		Advanced Modeling and Simulation of Markovian Systems		
Kodu (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Seviyesi (Course Level)
BLU 6** / BLU 6**E	Güz/Bahar (Fall/Spring)	3	7,5	Doktora (Ph.D.)
<b>Lisansüstü Program (Graduate Program)</b>	Bilişim Uygulamaları (Applied Informatics)			
<b>Dersin Türü (Course Type)</b>	Seçmeli (Elective)	<b>Dersin Dili (Course Language)</b>	Türkçe / İngilizce (Turkish / English)	
<b>Dersin İçeriği (Course Description)</b>	Olasılık teorisi ve rassal süreçler, hafızasızlık özelliği, Markov özelliği, Poisson süreci, Sözde-rasgele sayı üretimi, Poisson olay üretimi, Benzetim eniyileme, güvenilirlik aralıkları, M/M/1, M/M/k, M/D/1, M/M/k/k, M/M/k/k/N sistemlerinin benzetimleri ve başarımları, Erlang kayıp formülleri, Kuyruklama türleri, Sabırsızlık modelleri, Toplu varış sistemleri, Markov varış süreci (MAP), Faz-tipi servis dağılımları, Aloha sistemleri, İnternet trafiği, Yönlendirici/ağ anahtarı benzetimi Review of Probability Theory and Random Processes, Memoryless Property, Markov Property, Poisson Process, Pseudo-random Number Generation, Generation of Poisson Arrival Events, Simulation optimization, Confidence intervals, Simulation and performance measures of M/M/1, M/M/k, M/D/1, M/M/k/k, M/M/k/k/N systems, Erlang loss formulas, Queueing disciplines, Impatience Models, Batch Arrivals, Markovian Arrival Process (MAP), Phase-type service times, Aloha systems, Internet traffic, Router/switch simulation			
<b>Dersin Amacı (Course Objectives)</b>	1) Hafızasızlık ve Markov özellikleri üzerinden Markov modelleme anlayışı hakkında bilgi vermek 2) Sözde-rasgele sayı üretim yöntemlerini öğretmek 3) Çeşitli Markov kuyruk sistemlerinin anlaşılması ve benzetimlerinin yapılmasını öğretmek 4) Etkin ve verimli benzetim programı yazımını öğretmek 5) Bilişim sistemlerinde modelleme ve benzetim yöntemleri hakkında bilgi vermek 1) To give an idea of Markov modeling through Memoryless and Markov properties 2) To teach pseudo-random number generation techniques 3) To teach how to understand and simulate various Markovian queueing systems 4) To teach how to write an efficient simulator 5) To give an idea of modeling and simulation methods in IT systems			
<b>Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)</b>	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; 1) Rasgele değişken ve süreçlerin hafızasızlık ve Markov özellikleri, 2) Sözde-rasgele sayı üretim yöntemleri, 3) Çeşitli Markov kuyruk sistemlerinin karakteristikleri, 4) Markov sistemlerinin etkin ve verimli benzetimi, 5) Bilişim sistemlerinde bazı gerçek sistemlerin benzetimi hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Students who pass the course will have knowledge about: 1) Memorylessness and Markov properties of random variables and processes, 2) Pseudo-random number generation techniques, 3) Characteristics of various Markovian queueing systems, 4) Efficient simulation of Markovian systems 5) Simulation of some real systems encountered in IT systems			

<b>Kaynaklar</b> (References)	<p>[1] Sheldon. M. Ross. Simulation. Academic Press, 5th edition, December 2012</p> <p>[2] William J. Stewart. Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling. Princeton University Press, 2009</p> <p>[3] Steven M. Kay, Intuitive Probability and Random Processes using MATLAB. Kluwer Academic Publishing, 2006</p> <p>[4] Carl Graham, Denis Talay. Stochastic Simulation and Monte Carlo Methods: Mathematical Foundations of Stochastic Simulation. Springer-Verlag, 2013</p> <p>[5] Jerry Banks, John S. Carson II, Barry L. Nelson, David M. Nicol. Discrete-Event System Simulation. Pearson, 5th edition, July 2009</p>		
<b>Ödevler ve Projeler</b> (Homework & Projects)	5 Proje		
	5 Projects		
<b>Laboratuvar Uygulamaları</b> (Laboratory Work)	--		
	--		
<b>Bilgisayar Kullanımı</b> (Computer Use)	<p>Çok sayıda örnek program dersler sırasında kısmen yazılacak ve sonuçları gözlemlenecektir. Derste projektör kullanımı gerekli olacaktır. Ders dışında, projelerin gerçekleştirilmesi için MATLAB programının kullanımı öngörülmektedir.</p> <p>Several example programs will be partially written and executed in the lectures. A projector will be necessary. For the project assignments, students will be expected to use MATLAB software.</p>		
<b>Diğer Uygulamalar</b> (Other Activities)	--		
	--		
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi</b> (Assessment Criteria)	<b>Faaliyetler</b> (Activities)	<b>Adedi*</b> (Quantity)	<b>Değerlendirmedeki Katkısı, %</b> (Effects on Grading, %)
	<b>Yıl İçi Sınavları</b> (Midterm Exams)	-	-
	<b>Kısa Sınavlar</b> (Quizzes)	-	-
	<b>Ödevler</b> (Homework)	-	-
	<b>Projeler</b> (Projects)	5	60
	<b>Dönem Ödevi/Projesi</b> (Term Paper/Project)	-	-
	<b>Laboratuvar Uygulaması</b> (Laboratory Work)	-	-
	<b>Diğer Uygulamalar</b> (Other Activities)	-	-
	<b>Final Sınavı</b> (Final Exam)	1	40

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Giriş, olasılık teorisi özeti, önemli dağılımlar, hafızasızlık özelliği	1
2	Rassal süreçler özeti, Markov özelliği, yenilenir süreçler, bağımsız artışlı süreçler, Poisson süreci, Markov zincirleri	1
3	Sözde-rasgele sayı üretimi, tekdüze dağılımlı rasgele sayı üretimi, diğer dağılımların türetilmesi	2
4	Olay tabanlı ve zaman dilimi tabanlı Poisson olay üretimi, PASTA özelliği, zaman-türdeş olmayan Poisson olay üretimi	2, 3
5	Benzetim eniyileme, ısınma süreleri, güvenilirlik aralıkları	4
6	M/M/1, M/M/k, M/D/1 sistemleri, benzetim ve başarımlar ölçütleri (istatistikleri)	3, 4
7	M/M/k/k sistemi, Erlang-B ve C formülleri ve hesaplama yöntemleri	3, 4
8	M/M/k/k/N system, Engset formülü ve hesaplama yöntemleri	3, 4
9	Kuyruklu türleri: İlk gelen öncelikli, son gelen öncelikli, işlemci paylaşımı, sıra devretmeli ve devretmesiz öncelik kuyrukları	3, 4
10	Sabırsızlık modelleri, kuyruğa girmeme ve kuyruğu terkeden sabırsızlık modelleri, toplu varış sistemleri	3, 4
11	Markov kiplmeli Poisson süreci (MMPP), Markov varış süreci (MAP), MAP/M/1 sistemi	3, 4
12	Faz-tipi servis dağılımları, hiper-üstel, hipo-üstel ve Erlang dağılımlı servis zamanları, MAP/PH/1, MAP/Hk/1, MAP/Ek/1 sistemleri	3, 4
13	Normal ve zaman-dilimli Aloha sistemleri	4, 5
14	İnternet trafik karakterizasyonu, yönlendirici/ağ anahtarı benzetimi	4, 5

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction, review of probability theory, important distributions, memoryless property	1
2	Review of random processes, Markov property, renewal processes, independent increments, Poisson process, Markov chains	1
3	Pseudo-random number generation, uniform random variable generation, other distributions from uniform random variables	2
4	Event-based and time-slot based generation of Poisson arrival Events, PASTA property, non-homogeneous Poisson process	2, 3
5	Simulation optimization, warm-up periods, confidence intervals	4
6	M/M/1, M/M/k, M/D/1 systems, simulation and performance measures (statistics)	3, 4
7	M/M/k/k system, Erlang-B and C formulas, their computation	3, 4
8	M/M/k/k/N system, Engset formula and its computation	3, 4
9	Queueing disciplines: FCFS, LCFS, processor sharing (PS), priority queue with or without preemption	3, 4
10	Impatience models, queues with reneging and balking, systems with batch arrivals	3, 4
11	Markov modulated Poisson process (MMPP), Markovian arrival process (MAP), MAP/M/1 system	3, 4
12	Phase-type service times, hyper-exponential, hypo-exponential, Erlang distributed service times, MAP/PH/1, MAP/Hk/1, MAP/Ek/1 systems	3, 4
13	Aloha systems (ordinary and slotted)	4, 5
14	Internet traffic characterization, router/switch simulation	4, 5

## Dersin Bilişim Uygulamaları Yüksek Lisans 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).			X
ii.	Bilişim Uygulamaları alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşimi kavrayabilme (bilgi).			
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 çözümleyebilme (beceri).	X		
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 öngörülemeyen karmaşık sorunların çözümünü için yeni stratejik yaklaşımlar geliştirebilme ve sorumluluk alarak çözüm üretebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
viii.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili sorunların çözülmesini 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 gözetererek 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).			

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

**Relationship between the Course and Applied Informatics Graduate (MS) Curriculum**

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
i.	Developing and intensifying knowledge in Applied Informatics area, based upon the competency in the undergraduate level (sufficient knowledge) (knowledge).			X
ii.	Grasping the inter-disciplinary interaction related to Applied Informatics area (knowledge).			
iii.	The ability to use the expert-level theoretical and practical knowledge acquired in Applied Informatics area (skill).		X	
iv.	Interpreting and forming new types of knowledge by combining the knowledge from Applied Informatics area and the knowledge from various other disciplines (skill).			
v.	Solving the problems faced in Applied Informatics area by making use of the research methods (skill).	X		
vi.	The ability to carry out a specialist study related to Applied Informatics 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 Applied Informatics 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 Applied Informatics 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 Applied Informatics area and one's own work to other groups in and out of Applied Informatics 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 Applied Informatics area (Communication and Social Competency).			X
xiii.	Paying regard to social, scientific, cultural and ethical values while collecting, interpreting, practicing and announcing processes of Applied Informatics 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 Applied Informatics 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 Applied Informatics environments orally, visually and in written forms (Area Specific Competency).			

**1: Little, 2. Partial, 3. Full**

<u><i>Düzenleyen (Prepared by)</i></u>	<u><i>Tarih (Date)</i></u> 21.04.2016	<u><i>İmza (Signature)</i></u>
--	--	--------------------------------