

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

<b>Dersin Adı</b>			<b>Course Name</b>	
Markov Sistemlerin Modelleme ve Analizi			Modeling and Analysis of Markovian Sytems	
<b>Kodu (Code)</b>	<b>Yarıyıl (Semester)</b>	<b>Kredisi (Local Credits)</b>	<b>AKTS Kredisi (ECTS Credits)</b>	<b>Ders Seviyesi (Course Level)</b>
BBL541 / BBL541E	Güz/Bahar (Fall/Spring)	3	7,5	Yüksek Lisans (M.Sc.)
<b>Lisansüstü Program (Graduate Program)</b>		Bilgisayar Bilimleri (Computer Science)		
<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, yenilenir süreçler, Poisson süreci, ayrık- ve sürekli-zamanlı Markov zincirleri, sınıflamaları, özellikleri, Chapman–Kolmogorov denklemleri, kararlı-zaman çözümleri, doğum-ölüm süreçleri, denge denklemleri, Little kanunu, M/M/1, M/M/k, M/M/k/k ve M/M/k/k/N sistemleri, Erlang formülleri, Markov varış süreci (MAP), faz-tipi servis zaman dağılımları, Aloha sistemleri, bazı özel konular Review of probability theory and random processes, memoryless property, Markov property, renewal processes, Poisson process, discrete- and continuous-time Markov chains, classification, properties, Chapman–Kolmogorov equations, steady-state solutions, birth-death processes, balance equations, Little's Law, M/M/1, M/M/k, M/M/k/k and M/M/k/k/N systems, Erlang formulas, Markovian arrival process (MAP) arrivals, phase-type service times, Aloha systems, other special topics		
<b>Dersin Amacı (Course Objectives)</b>		1) Hafızasızlık ve Markov özellikler üzerinden Markov modelleme yöntemlerinin temellerini göstermek 2) Markov zincirleri ile modelleme ve analiz yapmayı öğretmek 3) Çeşitli Markov kuyruk sistemlerinin ve daha genel durumların analiz edilmesi 4) IT dünyasından Markov analizinin uygulanabilir olduğu gerçek hayat örnekleri göstermek 1) To give the basics of Markov modeling through Memoryless and Markov properties 2) To teach modeling and analysis using Markov chains 3) To analyze various Markovian queueing systems and their generalizations 4) To show real life examples from the IT world that Markovian analysis is applicable		
<b>Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)</b>		Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; 1) Rasgele değişken ve süreçlerin hafızasızlık ve Markov özellikleri, 2) Markov zincirleri, 3) Markov kuyruk sistemlerinin analiz yöntemleri ve karakteristikleri, 4) Markov modelleme ve analiz yöntemlerinin gerçek senaryolarda kullanımı hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Students who pass the course will have knowledge about: 1) Memorylessness and Markov properties of random variables and processes, 2) Markov chains, 3) Analysis methods and characteristics of Markovian queueing systems, 4) The use of Markovian modeling and analysis methods in real life scenarios		

<b>Kaynaklar</b> (References)	[1] Fayez Gebali. Analysis of Computer and Communication Networks. Springer, 2008 [2] Hisashi Kobayashi, Brian L. Mark. System Modeling and Analysis: Foundations of System Performance Evaluation. Pearson/Prentice Hall, 2008 [3] Sheldon. M. Ross. Introduction to Probability Models. Academic Press, 11th edition, 2014 [4] Leonard Kleinrock, Queueing Systems: Volume I. Wiley-Interscience, 1975 [5] Mor Harchol-Balter. Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action. Cambridge University Press, 2013		
<b>Ödevler ve Projeler</b> (Homework & Projects)	4 Ödev		
	4 Homeworks		
<b>Laboratuar Uygulamaları</b> (Laboratory Work)	--		
	--		
<b>Bilgisayar Kullanımı</b> (Computer Use)	--		
	--		
<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, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	2	30
	Kısa Sınavlar (Quizzes)	-	-
	Ödevler (Homework)	4	30
	Projeler (Projects)	-	-
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	-	-
	Laboratuar Uygulaması (Laboratory Work)	-	-
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-	-
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Giriş, olasılık teorisi özeti, önemli dağılımlar, hafızasızlık özelliği	1
2	Rasgele süreçler özeti, Markov özelliği, yenilenir süreçler, bağımsız artışlı süreçler, Poisson süreci	1
3	Ayrık-zamanlı Markov zincirleri, sınıflamaları, özellikleri, Chapman–Kolmogorov denklemleri, kararlı-zaman çözümleri	2
4	Sürekli-zamanlı Markov zincirleri, sınıflamaları, özellikleri, sonsuz küçük üreteçler	2
5	Sürekli-zamanlı Markov zincirleri için Chapman–Kolmogorov denklemleri, kararlı-zaman çözümleri	2
6	Doğum-ölüm süreçleri, Genel ve Detaylı denge denklemleri, M/M/1 sistemi, Little kanunu	2, 3
7	M/M/k sistemi, M/M/k/k sistemi, Erlang formülleri	2, 3
8	M/M/k/k/N sistemi, Engset formülü	2, 3
9	Markov kiplmeli Poisson süreci (MMPP), Markov varış süreci (MAP), MAP/M/1 sistemi	2, 3, 4
10	Faz-tipi servis zaman dağılımları, hiper-üstel, hipo-üstel, Erlang dağılımlı service zamanları, M/PH/1 sistemi	2, 3, 4
11	Normal ve zaman-dilimli Aloha sistemleri	3, 4
12	Özel konular: IEEE 802.11 (Wi-Fi) DCF Bianchi modeli	4
13	Özel konular: Markov akışkan kuyruk modellerine giriş	4
14	Özel konular, devam	4

## 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	1
3	Discrete-time Markov chains, classification, properties, Chapman–Kolmogorov equations, steady-state solution	2
4	Continuous-time Markov chains, classification, properties, infinitesimal generators	2
5	Chapman–Kolmogorov equations for CTMCs, steady-state solution	2
6	Birth-death processes, global and detailed balance equations, M/M/1 system, Little's law	2, 3
7	M/M/k system, M/M/k/k system, Erlang formulas	2, 3
8	M/M/k/k/N system, Engset formula	2, 3
9	Markov modulated Poisson process (MMPP), Markovian arrival process (MAP) arrivals, MAP/M/1 system	2, 3, 4
10	Phase-type service times, hyper-exponential, hypo-exponential, Erlang distributed service times, M/PH/1 system	2, 3, 4
11	Aloha systems (ordinary and slotted)	3, 4
12	Special topics: IEEE 802.11 (Wi-Fi) DCF Bianchi model	4
13	Special topics: Introduction to Markov fluid queues	4
14	Special topics continued	4

## Dersin Bilgisayar Bilimleri 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, Bilgisayar Bilimleri alanında bilgilerini uzmanlık düzeyinde geliştirebilme ve derinleştirilme (yeterli bilgi birikimi) (bilgi).			X
ii.	Bilgisayar Bilimleri alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşimi kavrayabilme (bilgi).		X	
iii.	Bilgisayar Bilimleri alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kullanabilme (beceri).			X
iv.	Bilgisayar Bilimleri alanında edindiği bilgileri farklı disiplin alanlarından gelen bilgilerle bütünleştirerek yorumlayabilme ve yeni bilgiler oluşturabilme (beceri).			
v.	Bilgisayar Bilimleri alanı ile ilgili karşılaşılan sorunları araştırma yöntemlerini kullanarak çözümlenebilme (beceri).			
vi.	Bilgisayar Bilimleri alanı ile ilgili uzmanlık gerektiren bir çalışmayı bağımsız olarak yürütebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).	X		
vii.	Bilgisayar Bilimleri 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.	Bilgisayar Bilimleri alanı ile ilgili sorunların çözümlenmesini gerektiren ortamlarda liderlik yapabilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
ix.	Bilgisayar Bilimleri alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki bilgi ve becerileri eleştirel bir yaklaşımla değerlendirebilme ve öğrenmesini yönlendirebilme (Öğrenme Yetkinliği).			
x.	Bilgisayar Bilimleri 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.	Bilgisayar Bilimleri alanının gerektirdiği düzeyde bilgisayar yazılımı ile birlikte bilişim ve iletişim teknolojilerini ileri düzeyde kullanabilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).		X	
xiii.	Bilgisayar Bilimleri 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).			
xiv.	Bilgisayar Bilimleri alanı ile ilgili konularda strateji, politika ve uygulama planları geliştirebilme ve elde edilen sonuçları, kalite süreçleri çerçevesinde değerlendirebilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xv.	Bilgisayar Bilimleri alanında özümledikleri bilgiyi, problem çözme ve/veya uygulama becerilerini, disiplinler arası çalışmalarda kullanabilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xvi.	Kendi çalışmalarını, Bilgisayar Bilimleri alanındaki uluslararası platformlarda, yazılı, sözlü ve/veya görsel olarak aktarabilme (Alana özgü yetkinlik).			

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

## Relationship between the Course and Computer Science Graduate (MS) Curriculum

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

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

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