

İTÜ DERS KATALOG FORMU

Dersin Adı			Course Name			
Mikro/Nano ölçekli sistemlerin dinamiği ve kontrolü			Dynamics and Controls of Micro/Nano Scale Systems			
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
MAK 4011E	7-8	2.5	5	2	1	-
Bölüm / Program (Department/Program)		Makina Mühendisliği Mechanical Engineering				
Dersin Türü (Course Type)		Seçime Bağlı (Option)		Dersin Dili (Course Language)		English (İngilizce)
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)		(MAK 331E veya MAK 333E) ve (MAL 201 veya MAL 201E) (MAK 331E or MAK 333E) and (MAL 201 or MAL 201E)				
Dersin mesleki bileşene katkısı, % (Course Category by Content, %)		Temel Bilim (Basic Sciences)	Temel Mühendislik (Engineering Science)	Mühendislik Tasarım (Engineering Design)	İnsan ve Toplum Bilim (General Education)	
			%75	%25		
Dersin İçeriği (Course Description)		<p>Bu ders mikro/nano sistemlerin dinamiği ve kontrolü, Makina, Elektrik, Mekatronik, Bilgisayar, BioMühendislik, Kimya Mühendisliği gibi konularda mikro/nano robotik sistemlerin kullanımı konularını örneklerle ele alacaktır. Ders kapsamında, mikro/nano hareket sistemleri, mikro/nano algılayıcılar ve eyleyiciler, atomik kuvvet mikroskop(AFM) ve AFM tipleri, modellenmesi ve kontrolü, mikro/nano konumlandırma, mikro/nano ölçekteki kuvvetler, mikro/nano yapılarda titreşim, titreşim sönümlenmesi, sönümleme teknikleri ve enerji aktarımı-geri kazanımı, piezo elektrik eyleyiciler, mikro/nano triboloji ve kontak mekaniği konuları üzerinde durulacaktır. MEMS, Nanoteknoloji, Biyoteknoloji, Robotik ve Tıp alanlarındaki güncel mikro/nano sistem uygulamaları literatür yakından takip edilerek örneklerle ele alınacaktır.</p> <p>Mikro/nano sistemlerin modellenmesi, hareket denklemlerinin çözümlenmesi ve benzetimi gerçekleştirilecektir. Dersde, İTÜ Mekatronik Laboratuvarındaki fiziksel imkanlar kullanılacaktır. Laboratuvarı imkanları dahilinde bazı temel deney ve uygulamalar öğrencilere gösterilecektir.</p> <p>This interdisciplinary course focuses on the design, construction, analysis, and control of the state-of-the-art micro/nano-robotic systems for the Mechanical, Electrical, Mechatronic, Computer Science, BioEngineering, Chemical Engineering, etc. students working on MEMS, nanotechnology, biotechnology, robotics, and medicine fields. It would cover the micro/nano-scale physics, sensors, actuators, manipulators, power sources, interfacing, robotic design, and control issues. Besides the basic background knowledge, it would include the current trends in the literature, detailed case studies, and guest lecturer talks.</p> <p>Course projects would involve hands-on rapid prototyping and testing experience using the facilities in Mechatronics Lab at ITU. Active student participation, interaction, and in-class discussions are the main objectives. Physical capability of İTÜ Mechatronics lab will be used for the experimental applications covered in the class.</p>				
Dersin Amacı (Course Objectives)		<p>Bu ders ile mühendislik öğrencilerine,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. mikro/nano düzeydeki fizik, 2. mikro/nano algılayıcılar, eyleyiciler, manipülatörler, güç kaynakları, arayüz, 3. mikro/nano robotbilimi, tasarım teknikleri, üretimi ve kontrolü 4. MEMS, nanoteknoloji, biyoteknoloji ürünlerinin robotikdeki kullanımları <p>konusunda öğrencilerin aktif olarak katılacakları, etkileşimli ve sınıf içi tartışmalarla bilgilendirilmesi amaçlanmaktadır.</p> <p>At the end of the course, the students will learn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. the design, construction, analysis, and control of the state-of-the-art micro/nano-robotic systems 2. the micro/nanoscale physics, sensors, actuators, manipulators, power sources, interfacing, robotic design and control issues. 3. the interdisciplinary research on microelectromechanical systems (MEMS), nanotechnology, biotechnology, and robotics fields. 4. Active student participation, interaction, and in-class discussions are the main objectives 				

Dersin Öğrenme Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; A. Mikro/nano sistemlerin temel prensipleri ve ölçek faktörü B. Mikro/nano sistemlerin nasıl modelleneceği C. Mikro/nano algılayıcı ve eyleyicilerin mekanik özellikleri D. Doğadan esinlenme E. AFM, AFM uçları ve modellemesi F. Atomik ölçekte enerji transferi G. Mikro/nano kontak mekaniği ve triboloji konularında bilgi sahibi olurlar.
(Course Learning Outcomes)	Students who have completed this course will learn about : A. Basic principles of micro/nano scale systems, scale factor B. How to model micro/nano scale systems C. Mechanical properties of micro/nano actuators and sensors H. Biomimetics D. AFM, AFM probes and modeling E. Energy transfer in atomic scale F. Micro/nano contact mechanics and tribology

(COURSE CATALOGUE FORM)

Ders Kitabı (Textbook)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Class notes : Handouts will be distributed. 2. S. Fatikow and U. Rembold, Microsystem Technology and Microrobotics, Springer, 1997. 3. Nano- and Micro-Electromechanical Systems: Fundamentals of Nano and Microengineering, Sergey E. Lyshevski, Second Edition (Nano- and Microscience, Engineering, Technology, and Medicine Series), 2005
Diğer Kaynaklar (Other References)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dynamics of Microelectromechanical Systems (Microsystems), Nicolae Lobontiu, Springer; 1st edition, October 3, 2007 2. Piezoelectric Transducers for Vibration Control and Damping (Advances in Industrial Control), S.O. Reza Moheimani, Andrew J. Fleming, 2006 3. Atomic Force Microscopy in Adhesion Studies, Jaroslaw Drelich , K. L. Mittal , Brill Academic Pub., 2005 4. Microsystem Design, Stephen D. Senturia, 2004 5. Noncontact Atomic Force Microscopy, S. Morita, R. Weisendanger, and E. Meyer, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2002. 6. Piezoelectric Sensorics, G. Gautschi, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2002. 7. Microsystem Technology and Microrobotics, S. Fatikow and U. Rembold, Springer, 2002. 8. MEMS and Microsystems Design and Manufacture, Tai-Ran Hsu, McGraw-Hill Inc., 2002. 9. CMOS Cantilever Sensor Systems, D. Lange, O. Brand, and H. Baltes, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2002. 10. Biological Micro- and Nano-tribology: Nature's Solutions, M. Scherge and S. Gorb, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2001. 11. Understanding Molecular Simulation "From Algorithms to Applications", Daan Frenkel, Berend Smit, 2001 12. Mechanical Microsensors, M. Elwenspoek and R. Wiegerink., Springer-Verlag Berlin, 2001. 13. Contact, Adhesion and Rupture of Elastic Solids, D. Maugis, Springer Verlag, Berlin, 2000.
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	<p>3 ödev ve 1 adet öğrenci projesi verilecektir.</p> <p>3 homework and 1 student projects will be given</p>
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	<p>Yok</p> <p>Not applicable</p>
Bilgisayar Kullanımı	<p>Ödevlerin ve projelerin hazırlanmasında bilgisayar kullanımı teşvik edilmektedir. Öğrencilerin programlama yapmaları, adi diferansiyel denklem ve sonlu elemanlar (FEM) yöntemini kullanmaları teşvik edilecektir.</p>

(Computer Use)	Will be encouraged for the homework and project especially on the use of FEM and ordinary differential solver related topics.		
Diğer Uygulamalar	Yok		
(Other Activities)	Not applicable		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	2	%25
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)	3	% 10
	Projeler (Projects)		
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	1	% 25
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)		
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)	1	% 40

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Mikro/Nano mühendisliğe giriş : örnekler, fiziksel parametrelerdeki ölçeklendirme etkisi	A,B
2	Mikro/Nano algılayıcılar : pozisyon,hız,ivme, kuvvet, basınç, moment,debi ölçerler, kimyasal algılayıcılar	A,B
3	Micro/Nano eyleyiciler : piezo eyleyiciler, elektrostatik,magnetik, şekil hafızalı alaşımlardan yapılan eyleyiciler, Karbon Nanotüp eyleyiciler, Biomoleküler motorlar	A,B
4	Güç kaynakları : ince film piller, güneş panlleri, mikri yakıt hücreleri, ATP, Biomoleküler motor temelli enerji kaynakları	B,C
5	Mikro/Nano robot tasarım stratejileri : Biomimetik (Doğadan öğrenme)	B,C,D
6	Mikro/Nano görüntüleme donanımı : Atomik Kuvvet Mikroskobu (temaslı ve temassız görüntüleme), AFM kalibrasyonu	B,C,D
7	Micro/Nano manipulatörler : probe ve tutucular, nano konumlama	B,C,D
8	Micro/Nano yapıların modellenmesi : Moleküler kuvvetler (Van der Waals, Capillary, Electrostatic, Double Layer, Hydration, etc. Forces)	B;D,E
9	Micro/Nano yapıların titreşimi : Atomik zincirlerin modellenmesi, yapıların titreşimi, kompleks sistemlerde enerji transferi	B,D,E,F
10	Mikro/Nano yapılarda enerji akış kontrolü : tersinir ve tersinir olmayan enerji transferleri, sönümleme	E,F,G
11	Enerji geri kazanım mekanizmaları : Piezo elektrik malzemelerle titreşim enerjisinin geri kazanımı	E,F,G
12	Mikro/Nano ölçekte kontak mekaniği : Hertz, DMT, JKR, ve MD kontak	B,D,E,G
13	Mikro/Nano triboloji	A,B,C,D,F,G
14	AFM tipin dinamik modellenmesi	A,B,C,D,E,F,G

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction to Micro/Nano Engineering and examples : Scaling effects in the physical parameters	A,B
2	Micro/Nano Sensors : position, velocity, acceleration,force, pressure,moment, flow sensor, chemical sensors	A,B
3	Micro/Nano Actuators : Piezo actuators (Bending type, stack type), electrostatic, Carbon Nanotube (CNT) Actuators, Biomolecular motors	A,B
4	Energy (Power) Sources : Lithium Thin Film Batteries, Solar Cells, Micro Fuel Cells, (Electro)Magnetic Energy, Molecular Energy (ATP), etc.	B,C
5	Micro/Nano-Robot Design Strategies : Biomimetics (Learning from Nature)	B,C,D
6	Micro/Nano-Imaging Device : AFM, Contact and Noncontact image scanning, Calibration	B,C,D
7	Micro/Nano-Manipulators : Probes and Grippers, Nanopositioning	B,C,D
8	Modelling and design of Micro/Nano Systems : Modeling atomic chains, Micro/Nanoforces, Harmonic Potential vs Van der Waals Potential,etc...	B;D,E
9	Vibrations of Micro-Nano Structures : Atomic structure, lattice Structure, energy transfer in complex structures	B,D,E,F
10	Energy thermalization in complex structures : Reversible and irreversible energy channeling in lattice structures	E,F,G
11	Energy harvesting mechanisms : Piezoelectric materials	E,F,G
12	Micro/Nano Scale Contact Mechanics : Hertz, DMT, JKR, and MD Contact, Mechanics Approaches	B,D,E,G
13	Micro/Nanotribology	A,B,C,D,F,G
14	Dynamic model for Atomic Force Microscope probes	A,B,C,D,E,F,G

Dersin Tüm Mühendislik Programlarıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a	Matematik, fen ve temel mühendislik bilgilerini makina mühendisliği uygulamalarında kullanabilme becerisi,			X
b	Deney tasarlayıp gerçekleştirebilme, sonuçlarını analiz edip yorumlama ve modern araç gereç ve donanımları kullanabilme becerisi,			
c	Bir makinayı, bileşenini, sistemi veya prosesi, beklenen performansı, imalat özelliklerini, ekonomikliği ve verimliliği sağlayacak şekilde seçme, geliştirme ve tasarlama becerisi,			
d	Çok disiplinli takımlarda çalışabilme ve liderlik yapabilme becerisi,			
e	Makina mühendisliği problemlerini belirleme, formüle etme, çözme ve sunma becerisi,			
f	Mesleki ve etik sorumluluk anlayışına sahip olma özelliği,		X	
g	Türkçe ve İngilizce sözlü ve yazılı iletişim kurabilme becerisi,			
h	Makina mühendisliğinin küresel ve ulusal boyutlardaki etkileri hakkında bilgi sahibi olma özelliği,			
i	Yaşam boyu (sürekli) öğrenimin önemini algılamış olma özelliği,		X	
j	Makina mühendisliğinin güncel ve çağdaş konularına ilişkin bilgi sahibi olma özelliği,			X
k	Mühendislik tasarım ve analizlerinde bilgisayar yazılımları gibi modern mühendislik yöntemlerini ve bilgiye ulaşmada çağdaş yöntemleri kullanabilme becerisi,		X	
l	Öğrencinin seçtiği makina mühendisliği uygulama alanlarından birinde daha ayrıntılı bilgi ve uygulama deneyimi			

1: Yok, 2. Kısmi, 3. Tam

Relationship between the Course and all Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	An ability to apply the knowledge of mathematics, science, and engineering to mechanical engineering problems,			X
b	An ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data and use modern tools and equipment,			
c	An ability to select, develop and/or design a system, component, or process to meet desired performance criteria, manufacturing capabilities and economic requirements,			
d	An ability to function and/or develop leadership in multi-disciplinary teams,			
e	An ability to identify, formulate, and solve mechanical engineering problems,			
f	An understanding of professional and ethical responsibility,		X	
g	An ability for effective written and oral communication in Turkish and English,			
h	An ability to understand and comment on the impact of engineering solutions in a national and global context,			
i	A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning,		X	
j	A knowledge of contemporary issues in mechanical engineering,			X
k	An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools, such as computer programs, necessary for engineering design and analysis, and to use modern information systems,		X	
l	A detailed knowledge of and experience on a specific application field of mechanical engineering			

1: Yok, 2. Partial, 3. Full

<u><i>Düzenleyen (Prepared by)</i></u>	<u><i>Tarih (Date)</i></u>	<u><i>İmza (Signature)</i></u>
Y.Doç. Dr. İlker Murat Koç	29 Mart 2011	