

DERS TANIMLAMA FORMU	
Dersin Kodu ve Adı	MEM 325 Fiziksel Metalürji (AKTS)
Dersin Yarıyılı	V
Dersin Katalog Tanımı (İçeriği)	Kütle transferi-katılarda atomik yayınma-difüzyon. Mikro yaklaşım: difüzyon mekanizmaları, arayer ve yeralan difüzyonu, tünel difüzyonu. Difüzyon itiş gücü. Atom hareketliliği (mobilité)-serbest enerji ilişkisi. Difüzyon katsayısının atomik hareketlilik ve kristal yapı özellikleriyle ilişkilendirilmesi. Sıcaklığın difüzyon hızı üzerine etkisi. İstatistiksel termodinamik yaklaşım. Aktivasyon enerjisi-serbest enerji ilişkilendirilmesi. Arrhenius bağıntısı. Makro yaklaşım: Fick birinci kanunu-kararlı hal difüzyonu. Fick ikinci kanunu-kararsız-hal difüzyonu. Arayüzeyler ve enerjileri. Kristal hataları, bir, iki ve üç boyutlu hatalar. Dislokasyonlar ve türleri. Dislokasyonlar arası girişimler ve dislokasyon enerjisi. İstif hataları, istif hata enerjisi, dislokasyon bölünmesi ve istif hatalarının deformasyonda yeri. Düşük açılı sınırlar-tanecik sınırları, poligonizasyon, tanecik sınır enerjileri. Yüksek açılı sınırlar, tane sınırı enerjisi. Yüzey gerilimi, arayüzey enerjileri ve tek fazlı ve çift fazlı yapılar için yüzey enerjisi denklemleri. Normal tane büyümesi, büyümeye sınır eğriliği ve empürite etkisi. Soğuk işlem ve toparlanma. Yeniden kristalleşme kinetiği-Avrami denklemi ve Johnson-Mehl denklemi. Eski tane boyunun, deformasyon türünün, empüritenin ve sıcaklığın yeniden-kristalleşme hızına etkileri. Malzemede parçacık takviyesi teorisi. Al-Cu sisteminde yaşlandırma. Yaşlandırma ve aşırı yaşlandırma safhaları-mekanizmalar-termodinamik yaklaşım. İkinci faz parçacıklarının-çöktürlerin dislokasyonlarla girişimleri. Kesme ve Orowan mekanizmaları-dayanıma etkileri. Parçacık-çöktür irileşmesi, Oswald olgunlaşması. Süper-alaşımlarda yapısal kararlılık, çöktür türleri ve sertliğe etkileri. Yüksek sıcaklık alaşımlarının sürünme dayanımı için gereken tipik mikro-yapı tasarımları.
Temel Ders Kitabı	Çeşitli kaynaklardan derlenen ders notları.
Yardımcı Ders Kitapları	Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering R.E. Smallman, R.J. Bishop.
Dersin Kredisi (AKTS)	3
Dersin Önkoşulları (Ders devam zorunlulukları, bu maddede belirtilmelidir.)	Malzeme I, Malzeme II ve Taşınım Olayları
Dersin Türü	Zorunlu
Dersin Öğretim Dili	Türkçe
Dersin Amacı ve Hedefi	Malzeme Bilgisi I ve II derslerinde verilen temel malzeme bilgilerinin bazılarının mekanizmalarını, termodinamik ve fiziksel yaklaşımlarını irdelleyerek sebep sonuç ilişkilerinin kapsamlı olarak incelenmesi.
Dersin Öğrenim Çıktıları	Temelini atomik yayınma konusunun oluşturduğu yaklaşımlarla, diğer farklı konularla pekiştirilmesi ve çeşitli problem çözümleriyle matematiksel analiz yapabilme yeteneklerinin geliştirilmesi. Kapsamlı olarak verilen diğer konularda, malzeme yapısındaki değişimlerin temel mekanizmalarını, sebep sonuç ilişkilerinin temelini kavrayarak, yeni malzemelerin tasarlanabilmesi ve davranışlarının öngörülebilmesi.
Dersin Veriliş Biçimi	Yüz Yüze.

Dersin Haftalık Dağılımı	1. Hafta: Genel bilgiler, kütle transferi-katılarda atomik yayınma-difüzyon. 2. Hafta: Difüzyon mekanizmaları, arayer ve yeralan difüzyonu, tünel difüzyonu. 3. Hafta: Fick birinci kanunu-kararlı hal difüzyonu. Sıcaklığın difüzyon hızı üzerine etkisi-Arrhenius bağıntısı. 4. Hafta: Problem çözümleri. 5. Hafta Fick ikinci kanunu-kararsız-hal difüzyonu. Problem çözümleri. 6. Hafta Arayüzeyler ve enerjileri. Kristal hataları, bir-iki ve üç boyutlu hatalar. Dislokasyon türleri ve enerjileri. İstif hataları, istif hata enerjisi, Dislokasyon bölünmesi, istif hatalarının deformasyonda yeri. 7. Hafta Ara sınav.
Dersin Haftalık Dağılımı	8. Hafta Düşük açılı sınırlar-tanecik sınırları, poligonizasyon, tanecik sınır enerjileri. Yüksek açılı sınırlar-tane sınırları, tane sınırı enerjisi. Yüzey gerilimi, arayüzey enerjileri ve tek fazlı ve çift fazlı yapılar için yüzey enerjisi denklemleri. 9. Hafta Normal tane büyümesi, irileşmeye eğrilik etkisi, empürite etkisi. 10. Hafta Soğuk işlem, toparlanma ve yeniden-kristalleşme. İtiş gücü ve mekanizmalar. Yenidenkristalleşme kinetiği. Avrami ve Johnson-Mehl bağıntıları. 11. Hafta Eski tane boyunun-empüritenin-sıcaklığın yeniden-kristalleşme hızına etkileri. İkinci yeniden kristalleşme. 12. Hafta Malzemede parçacık takviyesi teorisi. Al-Cu sisteminde yaşlandırma. Yaşlandırma ve aşırı yaşlandırma safhaları-mekanizmalar. İtiş gücü ve termodinamik yaklaşım. 13. Hafta İkinci faz parçacıklarının-çökeltilerin dislokasyonlarla girişimleri. Kesme ve Orowan mekanizmaları. Heterojen ve homojen deformasyon kavramı. Malzeme mekanik özelliklerine etkileri. 14. Hafta Parçacık-çökelti irileşmesi, Oswald olgunlaşması. Yüzey enerjisi ve hacim difüzyonu etkili irileşme kinetiği. Süper-alaşımelerde yapısal kararlılık, çökelti türleri ve sertliğe etkileri. Yüksek sıcaklık alaşımının sürünme dayanımı için gereken tipik mikro-yapı tasarımları.

Öğretim Faaliyetleri <i>(Burada belirtilen faaliyetler için harcanan zaman krediyi belirleyecektir. Dikkatli doldurulması gerekmektedir.)</i>	Haftalık teorik ders saati Okuma Faaliyetleri İnternette tarama, kütüphane çalışması Ara sınav ve ara sınava hazırlık Final sınavı ve final sınavına hazırlık			
Değerlendirme Ölçütleri		Sayısı	Toplam Katkısı (%)	
	Ara sınav	1	40	
	Ödev			
	Uygulama			
	Projeler			
	Pratik			
	Kısa Sınav			
	Dönem içi Çalışmaların Yıl İçi Başarıya Oranı (%)			
	Finalin Başarıya Oranı (%)		60	

Dersin İş Yüğü	Etkinlik		Toplam Hafta Sayısı	Süre (Haftalık Saat)		Dönem Sonu Toplam İş Yüğü	
	Haftalık teorik ders saati		14	3		42	
	Haftalık uygulamalı ders saati		14	0		0	
	Okuma Faaliyetleri		14	1		14	
	İnternette tarama, kütüphane çalışması		14	1		14	
	Materyal tasarlama, uygulama		14	0		0	
	Rapor hazırlama		14	0		0	
	Sunu hazırlama		14	0		0	
	Sunum		14	0		0	
	Ara sınav ve ara sınava hazırlık		14	0.5		7	
	Final sınavı ve final sınavına hazırlık		14	0.5		7	
	Diğer						
	Toplam iş yüğü					84	
	Toplam iş yüğü/ 25					3,36	
	Dersin AKTS Kredisi					3	
Ders Çıktıları ile Program Çıktıları Arasındaki Katkı Düzeyi	No	Program Çıktıları	1	2	3	4	5
	1	Matematik, fen bilimleri ve ilgili mühendislik disiplinine özgü konularda yeterli bilgi birikimi; bu alanlardaki kuramsal ve uygulamalı bilgileri, karmaşık mühendislik problemlerinde kullanabilme becerisi.	X				
	2	Karmaşık mühendislik problemlerini saptama, tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi; bu amaçla uygun analiz ve modelleme yöntemlerini seçme ve uygulama becerisi.	X				
	3	Karmaşık bir sistemi, süreci, cihazı veya ürünü gerçekçi kısıtlar ve koşullar altında, belirli gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlama becerisi; bu amaçla modern tasarım yöntemlerini uygulama becerisi.					
	4	Mühendislik uygulamalarında karşılaşılan karmaşık problemlerin analizi ve çözümü için gerekli olan modern teknik ve araçları geliştirme, seçme ve kullanma becerisi; bilişim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanma becerisi.					

Course Description Form	
Course Code and Name	MEM 325 Physical Metallurgy
Course Semester	V
Catalog Content	Mass transfer-Diffusion in solids. Diffusion mechanisms, Microscopic approach; interstitial diffusion, substitutional diffusion and pipe diffusion. Fick's first law-steady State diffusion. Effect of temperature on diffusion-Arrhenius equation. Thermodynamical basis of activation energy. Mobility versus free energy relations. Atomic aspect of diffusivity. Macroscopic approach; Fick's second law-non steady state diffusion. Defects in Crystals. One dimensional, two dimensional and three dimensional defects. Types of dislocations, interaction between dislocations, energy of dislocations. Stacking faults and energy of stacking faults. Extended dislocations and effect on deformation. Low angle boundaries, polygonization, energy of tilt boundaries. High angle boundaries-Grain boundaries, grain boundary energy. Surface tension-energy of interfaces, energy equations for single phase and dual phase structures. Normal grain growth, impurity poisoning, effect of curvature on boundary mobility. Cold working, recovery and recrystallization. Mechanisms and kinetics of recrystallization. Avrami and Johnson-mehl equations. Effects of prior grain size, type of deformation, impurity content and temperature on the rate of recrystallization. Theory of particle hardened alloys, effect of second phase particles on dislocations. Age-hardening of Al-Cu system. Sequences of ageing and over ageing-the thermodynamical aspect. Interactions in between precipitates and dislocations and consequential effect on the strength of alloy. Particle coarsening-Oswald's ripening. High temperature alloys and thermal stability, types and nature of precipitates and principles of hardening in some typical Super-alloys. Design of a high temperature alloy for creep resistance.
Textbook	Lecture notes compiled from several sources.
Supplementary Textbooks	Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering R.E. Smallman, R.J. Bishop.
Credit	3
Prerequisites of the Course (Attendance Requirements)	Materials Science I and II, Thermodynamics I and Transport Phenomena
Type of the Course	Theoretical
Instruction Language	Turkish
Course Objectives	As previously given in Materials I and II and Transport Phenomena some selected topics are chosen, to understand and evaluate the inter-mechanisms and some physical aspects and approaches in details.
Course Learning Outcomes	The aim is to attain further conceptual knowledge in the field of atomic diffusion and practice the ability of mathematically analyzing and solving problems. Further, by realizing aspects of the underlying facts and driving forces and energies in related mechanisms encountered and so the physical changes in the micro-structure of the metallic materials. Throughout the course students are expected to achieve the awareness of the facts and so the talent of designing new materials if necessary.
Instruction Methods	Lecturing face to face

Weekly Schedule	1. Week: Introduction to mass transfer-diffusion in solids. 2. Week: Diffusion mechanisms, interstitial diffusion, substitutional diffusion and pipe diffusion. 3. Week: Fick's first law-steady State diffusion. Effect of temperature on diffusion-Arrhenius equation. 4. Week: Problem solvings. 5. Week Fick's second law-non steady state diffusion-solving sample problems. 6. Week Defects in Crystals. One dimensional, two dimensional and three dimensional defects. Types of dislocations, energy of dislocations. interactions between dislocations, Stacking faults and energy of stacking faults and its effect on deformation. 7. Week Mid-term exam.
Weekly Schedule	8. Week Low angle boundaries, polgonization, energy of tilt boundaries. High angle boundaries-Grain boundaries, grain boundary energy. Surface tension-energy of interfaces, energy equtions for single phase and dual phase structures. 9. Week Normal grain growth, impurity poisoning, effect of curvature on boundary mobility. 10. Hafta Cold working, recovery and recrystallization. Driving force and Mechanisms. 11. Week Kinetics of recrystallization. Avrami and Johnson-Mehl equations. Effects of prior grain size, type of deformation, impurity content and temperature on the rate of recrystallization. 12. Week Theory of particle hardened alloys, effect of second phase particles on dislocatons. Age-hardening of Al-Cu system. Sequences of ageing and over ageing-driving force and thermodynamical aspect. 13. Week Interractions in between precipitates and acting dislocations. Shear (particle cutting) and Orowan mechanisms. Heterogenous and homogenous deformations and their consequential effects on the strength of materials. 14. Week Particle coarsening-Oswald's ripening. Surface reaction controlled and volume diffusion controlled growth mechanisms. High temperature alloys and the thermal stability, types and nature of precipitates and principles of hardening in some typical superalloys. Design of a high temperature alloy for creep endurance.

Teaching and Learning Methods	Haftalık teorik ders saati Ara sınav ve ara sınava hazırlık Final sınavı ve final sınavına hazırlık			
Assessment Criteria		Numbers	Total weighting (%)	
	Midterm Exams	1	40	
	Assignment			
	Application			
	Projects			
	Practice			
	Quiz			
	Percent of In-term Studies (%)			
	Percentage of Final Exam to Total Score (%)		60	

Workload	Activity		Toplam Hafta Sayısı	Süre (Haftalık Saat)			Dönem Sonu Toplam İş Yüğü	
	Weekly Theoretical Course Hours		14	3			42	
	Weekly Tutorial Hours		14	0			0	
	Reading Tasks		14	1			14	
	Studies		14	1			14	
	Material Design and Implementation		14	0			0	
	Report Preparing		14	0			0	
	Preparing a Presentation		14	0			0	
	Presentations		14	0			0	
	Midterm Exam and Preperation for Midterm		14	0.5			7	
	Final Exam and Preperation for Final Exam		14	0.5			7	
	Others							
	Total Workload						84	
	Total Workload / 25						3,36	
	Course Credit (ECTS)						3	

Contribution Level Between Course Learning Outcomes and Program Outcomes	No	Program Outcomes	1	2	3	4	5
	1	Sufficient knowledge in mathematics, science and related engineering disciplines; the theoretical and practical knowledge in these areas, the ability to use in complex engineering problems.	X				
	2	The ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems; selecting and applying appropriate analysis and modeling methods for this purpose.	X				
	3	The ability to design a complex system, process, device or product under realistic constraints and conditions to meet specific requirements; the ability to apply modern design methods for this purpose					
	4	Ability to develop, select and use modern techniques and tools necessary for analysis and solution of complex problems in engineering applications; ability to use information technologies effectively.					

	5	Ability to design experiments, conduct experiments, collect data, analyze and interpret results for examination of engineering problems or discipline-specific research topics.						
	6	The ability to work effectively in disciplinary teams.	X					
	7	The ability to work effectively in interdisciplinary teams.						
	8	Effective communication skills in Turkish oral and written communication; at least one foreign language knowledge.						
	9	Ability to write effective reports and understand written reports, to prepare design and production reports, to make effective presentations, to give clear and understandable instructions and to receive.						
	10	Awareness of the need for lifelong learning; access to knowledge, ability to follow developments in science and technology, and constant self-renewal.						
	11	Conformity to ethical principles, professional and ethical responsibility; Information on standards used in engineering applications.						
	12	Information on practices in business, such as project management, risk management and change management.						
	13	Entrepreneurship, awareness about innovation; information on sustainable development.						
	14	Information on the effects of engineering applications on health, environment and safety in universal and societal dimensions, and the problems that are reflected in the era of engineering.						
	15	Awareness of the legal consequences of engineering solutions.						
The Course's Lecturer(s) and Contact Informations		Prof. Dr. A. Tamer ÖZDEMİR, e-mail: tozdemir@gazi.edu.tr						