

GAZİ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ AKTS FORMU

Dersin Kodu ve Adı	MEM-5211337 Yönlü Katılma	
Dersin Kredisi	3	
AKTS Kredisi	7,5	
Ders Sorumlusu ve e-postası	Yrd. Doç. Dr. Kamil Kunt TÜZÜNALP (e-mail: tuzunalp@gazi.edu.tr) (ktuzunalp@gmail.com)	
ABD/Program	METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ	
Dersin Türü	Seçmeli	
Dersin Dili	Türkçe	
Ders Dönemi	Güz/Bahar	
Dersin Önkoşulu	Gerekli hallerde öğrencinin lisans düzeyindeki katılma dersine katılımı istenebilir.	
Dersin Amacı	Bu dersin amacı, mühendislik öğrencilerine yönlü katılma konusundaki temel bilgilerin kazandırılmasıdır.	
Dersin İçeriği	Dersin içeriği, temel katılma teorilerinden başlar, sıvı-katı ara yüzeyinin tanıtımı, yönlü katılma kullanılan araç ve gereçler için seçilmesi gereken malzemeler, metalürjik özelliklerin yöne bağımlılığı, katılma hızının etkileri, Bridgman yöntemi, Czochralski yöntemi, daldırılmış ısıtıcı yöntemi, sıcaklık analizi ve haritaları, tek kristal üretim teknikleri, güneş hücresi üretimi ile laboratuvar uygulaması ile devam eder.	
Dersin Öğrenme Çıktıları	Bu dersi alan öğrenciler, yönlü katılma operasyonları konusunda başlangıç oluşturabilecek bir altyapıya sahip olacaklardır.	
Ders Kaynakları	Kitap	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tüzüenalp, K.K., “Alüminyum Alaşımlarının Yönlü Katılma ve Süreç Parametrelerinin İrdelenmesi”, Doktora Tezi, <i>Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü</i>, Ankara, 5-90 (2002). 2. Ünalın İ., “Yönlü Katılma Alüminyumun Döküm Mikro ve Makro Yapılarının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, <i>Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü</i>, Ankara, (2006). 3. Kurz, W., Fisher, D.J., “Fundamentals of Solidification”, <i>Trans Tech Publications</i>, Switzerland, 2-44 (1992). 4. McLean, M., “Directionally Solidified Materials for High Temperature Service”, <i>The Metals Society</i>, London, 3-22 (1983). 5. “Crystal Growth of Semiconductor Bulk Crystals”, Kakimoto, K., China, 2010. http://www.isscg14.org.cn/attachments/lecture/Kakimoto-ISSCG-14.pdf 6. Odtü, Metalürji Mühendisliği Bölümü, METE 441 ders notları (temel katılma teorisi, katılma serbest enerji ve ilgili denklemler). 7. Berkeley Üniversitesi: “Czochralski Crystal Growth” http://www-inst.eecs.berkeley.edu/~ee143/sp06/lectures/Lec_02.pdf
(Kaynakların güncel olmasına dikkat edilmelidir)	Sürelı Yayın, Makale, Bildiri, Sempozyum	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gandin, Ch.A., “Experimental Study of the Transition from Constrained to Unconstrained Growth During Directional Solidification” <i>Laboratoire de Science et Génie des Matériaux Métalliques</i>, France, 40 (10): 971-978 (2000). Tüzüenalp, K.K., Ünalın İ., Öksüz, Y.T., Kocatepe, K., “Ticari Saf Alüminyumun Yönlü Katılma İçin Düzenek Geliştirilmesi”, <i>Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.</i>, Cilt 25 (No 2): 321-329 (2010). 2. Tüzüenalp, K.K., Ünalın İ., Öksüz, Y.T., Kocatepe, K., “Ticari Saf Alüminyumun Yönlü Katılma İçin Düzenek Geliştirilmesi”, <i>Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.</i>, Cilt 25 (No 2): 321-329 (2010). 3. Khan, S., “Directional Solidification of Aluminium-Silicon

		Eutectic Alloys, Ph.D. Thesis”, Doktora Tezi, <i>University of Manchester Materials Science Center</i> , England 5-78 (1990). 4.						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

Dersin Eğitim-Öğretim Yöntemi	Teorik	Uygulama	Lab.	Proje	Ödev	Diğer	Toplam	AKTS
	42			40	56	50	188	7,5

Dersin Değerlendirme Ölçütleri	Adet (“X” ile işaretleyiniz)			Oran (%)	
Ara Sınav	X			40	
Kısa Sınav					
Ödev	X			10	
Proje					
Laboratuvar					
Uygulama					
Diğer					
Dönem Sonu Sınavı	X			50	

HAFTALIK DERS PLANI

Hafta	İçerik ve Konular
1. Hafta	Katılma teorisine giriş. Sıvı-katı ara yüzeyi, ara yüzeyde atom transferi, façatalı ve façatasız büyüme, kararlı ve kararsız ara yüzeyler.
2. Hafta	Sıvı-katı ara yüzeyinde zorlanmamış ve zorlanmış tane büyüme koşulları arasındaki farklar ve yönlü katılma kavramına giriş.
3. Hafta	Yönlü katılma kullanabilecek malzemeler, sistemler, koruyucu gazlar ve bunların zorlu üretim veya deney koşullarına dayanabilecek biçimde hazırlanmalarının koşulları.
4. Hafta	Yönlü katılma elde edilen metalürjik özelliklerin yöne bağımlılığı. Geleneksel döküm yöntemlerine oranla; makro yapı farkları, mikro yapı farkları ve mekanik özellik farkları.
5. Hafta	Yönlü katılma, katılma hızı değiştirilerek elde edilen mikro yapıların aralarındaki karşılaştırmalar ve elde edilen özellikler.
6. Hafta	Bridgman yöntemi, katılma koşulları ve elde edilebilecek ürünler.
7. Hafta	Czochralski yöntemi, katılma koşulları ve elde edilebilecek ürünler.
8. Hafta	Vize Sınavı
9. Hafta	Ostrogorsky patentli daldırılmış ısıtıcı yöntemi, katılma koşulları ve elde edilebilecek ürünler.
10. Hafta	Yönlü katılmanın ısı çiftleri yardımıyla termal analiz teknikleri ve sıvı-katı ara yüzey hızlarının belirlenmesi. Soğuma eğrilerinin analizi.
11. Hafta	Yönlü katılma analizinde kullanılan sıcaklık dağılımları ve haritaları.
12. Hafta	Tek kristal üretim metotları, çekirdeklendirici kullanılmamanın veya kullanmanın etkileri, üretim koşulları ve sıcaklık dağılımları.
13. Hafta	Güneş hücreleri için dinamik katılma yöntemi ve uzay deneyleri için tasarlanan otomatik yönlü katılma sistemlerinin tanıtımı.
14. Hafta	Örnek yönlü katılma laboratuvar uygulaması.
15. Hafta	Final Sınavı.

GAZİ UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE ECTS FORM								
Course Code and Title	MEM-5211337 Directional Solidification							
Credits	3							
ECTS	7,5							
Name of Lecturer And e-mail address	Assist. Prof. Dr. Kamil Kunt TUZUNALP (e-mail: tuzunalp@gazi.edu.tr) (e-mail ktuzunalp@gmail.com)							
Department/Program	DEPT. OF METALLURGICAL AND MATERIALS ENG.							
Course Type	Elective							
Course Language	Turkish							
Course Semester	Autumn/Spring							
Prerequisites	Where necessary students will be directed to attend solidification lectures at the undergraduate level							
Course Objectives	The purpose of this course is to provide basic skills on the directional solidification phenomena to the engineering field students.							
Course Contents	The course content starts with introduction to basic solidification theories, introduction to liquid-solid interface, materials selection for tools and equipment meeting high standards of directional solidification, anisotropy of metallurgical properties, effects of solidification rate, Bridgman method, Czochralski method, submerged heater method, thermal analysis and maps, single crystal production techniques, production of solar cells and ends with a laboratory application.							
Course Learning Outcomes	Students taking this course, will have a background that can provide a basis for directional solidification operations.							
References (References must be up to date)	Books	6. Tüzunalp, K.K., “Alüminyum Alaşımlarının Yönlü Katılaşması ve Süreç Parametrelerinin İrdelenmesi”, <i>Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü</i> , Ankara, 5-90 (2002). 7. Ünalın İ, “Yönlü Katılaştırılmış Alüminyumun Döküm Mikro ve Makro Yapılarının İncelenmesi”, <i>Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü</i> , Ankara, (2006). 8. Kurz, W., Fisher, D.J., “Fundamentals of Solidification”, <i>Trans Tech Publications</i> , Switzerland, 2-44 (1992). 9. McLean, M., “Directionally Solidified Materials for High Temperature Service”, <i>The Metals Society</i> , London, 3-22 (1983). 10. “Crystal Growth of Semiconductor Bulk Crystals”, Kakimoto, K., China, 2010. http://www.isscg14.org.cn/attachments/lecture/Kakimoto-ISSCG-14.pdf 6. Odtü, Metalürji Mühendisliği Bölümü, METE 441 ders notları (temel katılaşma teorisi, katılaşmada serbest enerji ve ilgili denklemler). 7. Berkeley University: “Czochralski Crystal Growth” http://www-inst.eecs.berkeley.edu/~ee143/sp06/lectures/Lec_02.pdf						
	Journals, Articles, Papers, Symposiums							
Planned learning activities and teaching methods	Theoric	Practice	Lab.	Projects	Assign.	Other	Total	ECTS
	42			40	56	50	188	7,5
Assessment Methods and Criteria	Quantity (mark with “X”)					Percentage (%)		
Midterm Exam	X					15		

Quiz		
Assignment	X	15
Projects		
Laboratory		
Practice	X	15
Other	X	5
Final Exam	X	50

WEEKLY COURSE PLAN

Week	Contents and topics
1. Week	Introduction to solidification theory. Liquid-solid interface, atom transfer at the interface, non-faceted and faceted growth, stable and unstable interfaces.
2. Week	On the surface of the liquid-solid interface differences between non-constrained and constrained growth conditions and the introduction to directional solidification.
3. Week	Using of materials, systems, protective gases and prepare them to withstand tough production and experimental conditions.
4. Week	Anisotropic dependence of metallurgical properties on the directional solidification direction, macro structure differences, differences in microstructure and mechanical property differences compared to conventional casting methods.
5. Week	Effect of the solidification rate on the microstructures, comparisons of obtained microstructures, and properties during the directional solidification operation.
6. Week	Bridgman method, solidification conditions, and products that can be obtained.
7. Week	Chzochralski method, solidification conditions, and products that can be obtained.
8. Week	Mid term examination
9. Week	Ostrogorsky patented Submerged Heater method, solidification conditions, and products that can be obtained.
10. Week	Analysis of directional solidification by the aid of thermal analysis techniques, and determining liquid-solid interface velocities.
11. Week	Temperature distributions and maps in directional solidification analysis.
12. Week	Methods of single crystal production, comparison of adding or not adding Nucleating agents , production conditions and temperature distributions.
13. Week	Dynamic solidification process for producing solar cells, fully automated directional solidification systems for space research.
14. Week	Example laboratory application of directional solidification.
15. Week	Final Examination.