

|  |                               |  |                           |                                    |                                     |                              |
|--|-------------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| <b>Dersin Adı</b>                          |                               |  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>FUNDAMENTALS OF PHYSICAL METALLURGY</b> |                               |  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Kodu</b>                                | <b>Yarıyılı</b>               | <b>Kredisi</b>   | <b>AKTS Kredisi</b>       | <b>Ders Uygulaması, Saat/Hafta</b> |                                     |                              |
|  |                               |  |                           | <b>Ders</b>                        | <b>Uygulama</b>                     | <b>Laboratuvar</b>           |
| MET315E                                    | 5                             | 2,5  | 4                         | 2                                  | 1                                   | -                            |
| <b>Department/Program</b>                  |                               | Metalurji ve Malzeme Mühendisliği  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Dersin Türü</b>                         |                               | Zorunlu  | <b>Dersin Dili</b>        |                                    | İngilizce                           |                              |
| <b>Dersin Önkoşulları</b>                  |                               | MET 213 veya MET 213E  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Dersin Mesleki Bileşene Katkısı, %</b>  | <b>Temel Bilim</b>            |  | <b>Temel Mühendisliği</b> |                                    | <b>Mühendislik Tasarım</b>          | <b>İnsan ve Toplum Bilim</b> |
|  |                               |  | 80%                       |                                    | 20%                                 |                              |
| <b>Dersin İçeriği</b>                      |                               | Bu dersin hedefi, yapının malzeme içerisindeki dönüşümler ve mikroyapı ve fiziksel özellikler arasındaki bağlantı hakkında öğrencilerin teoretik bilgileri öğrenmesidir. Bu nedenle ders metalurji ve malzeme mühendisliği bölümü için zorunludur.   |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Dersin Amacı</b>                        |                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fiziksel metalurjiye giriş, ilgili uygulamalar, plastik deformasyonun tanımı, dislokasyonlar ve dislokasyon etkileşimlerinin kayma mekanizmasına etkisini anlatmak</li> <li>2. Kristal malzemelerde boşluk oluşumunu anlatmak, difüzyon kavramı ve kristallerdeki farklı difüzyon mekanizmaları, arayüzey kavramının önemi ve sınıflandırılması, dihedral açı ve son mikroyapılar.</li> <li>3. Çekirdeklenme ve katılma mekanizmalarının Arrhenius denklemi ile açıklanması ve faz dönüşümlerinin termodinamik ve kinetik olarak detaylı olarak ispatlanması,</li> <li>4. Faz dönüşümleri sırasında ( çekirdeklenme, büyüme, katılma) oluşan morfolojilerin açıklanması, yeniden kristalleşme ve tane büyümesi mekanizmalarında deformasyonun öneminin açıklanması</li> <li>5. Fe-C denge diyagramının, çelikler için TTT diyagramının açıklanması, perlit, ostenit, beynit ve martenzit fazları, tavlama ve temperleme için uygun ısıl işlemlerin tasarlanması ve alaşım yaşlanmasının faz diyagramları üzerinden açıklanması</li> <li>6. Difüzyonsuz dönüşümlerin açıklanması, hafızalı alaşımlar, Ni-Ti ve diğer sistemler, martenzitik dönüşümlere örnekler. Malzeme biliminin fiziksel metalurji ile alakalı alanlarında bilgi sahibi olunması</li> </ol>   |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Dersin Öğrenme Çıktıları</b>            |                               | <p>Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fiziksel metalurjiyi anlamak, dislokasyonlar, dislokasyon etkileşimleri ve plastik deformasyonda kayma mekanizmasına etkileşimleri. Kritik kayma gerilmesinin hesaplanması, en olası kayma yönlerinin farklı latişler için belirlenmesi ve kritik kayma gerilmesi ve Schmid faktörünün öğrenilmesi</li> <li>2. Kristal malzemelerde boşluk oluşumunun, difüzyon kavramı ve kristallerdeki farklı difüzyon mekanizmaları, arayüzey kavramının önemi ve sınıflandırılması, dihedral açı ve son mikroyapıların öğrenilmesi</li> <li>3. Çekirdeklenme ve katılma mekanizmalarının Arrhenius denklemi ile açıklanması ve faz dönüşümlerinin termodinamik ve kinetik olarak detaylı olarak öğrenilmesi,</li> <li>4. Faz dönüşümleri sırasında ( çekirdeklenme, büyüme, katılma) oluşan morfolojilerin açıklanması, yeniden kristalleşme ve tane büyümesi mekanizmalarında deformasyonun öneminin öğrenilmesi</li> <li>5. Fe-C denge diyagramının, çelikler için TTT diyagramının açıklanması, perlit, ostenit, beynit ve martenzit fazları, tavlama ve temperleme için uygun ısıl işlemlerin tasarlanması ve alaşım yaşlanmasının faz diyagramları üzerinden öğrenilmesi</li> <li>6. Difüzyonsuz dönüşümlerin açıklanması, hafızalı alaşımlar, Ni-Ti ve diğer sistemler, martenzitik dönüşümlere örnekler. Malzeme biliminin fiziksel metalurji ile alakalı alanlarında bilgi sahibi olunması.</li> </ol> |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Ders Kitabı</b>                         |                               | <p>- John D. Verhoeven, "Fundamentals of Physical Metallurgy", John Wiley &amp; Sons, New York, 1974.<br/>- Robert E. Reed-Hill, "Physical Metallurgy Principles", Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, CA, 1973.</p>   |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Diğer Kaynaklar</b>                     |                               | -William F. Hosford, "Physical Metallurgy", Taylor & Francis, 2005   |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Ödevler ve Projeler</b>                 |                               |  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Laboratuvar Uygulamaları</b>            |                               |  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Bilgisayar Kullanımı</b>                |                               |  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Diğer Uygulamalar</b>                   |                               |  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Başarı Değerlendirme Sistemi</b>        | <b>Faaliyetler</b>            |  |                           | <b>Adedi</b>                       | <b>Değerlendirmedeki Katkısı, %</b> |                              |
|  | <b>Yıl İçi Sınavları</b>      |  |                           | MIN 1                              | 30                                  |                              |
|  | <b>Kısa Sınavlar</b>          |  |                           | MIN 2                              | 25                                  |                              |
|  | <b>Ödevler</b>                |  |                           |                                    |                                     |                              |
|  | <b>Projeler</b>               |  |                           |                                    |                                     |                              |
|  | <b>Dönem Ödevi/Projesi</b>    |  |                           |                                    |                                     |                              |
|  | <b>Laboratuvar Uygulaması</b> |  |                           |                                    |                                     |                              |
|  | <b>Diğer Uygulamalar</b>      |  |                           |                                    |                                     |                              |
| <b>Final Sınavı</b>                        |                               |  | 1                         | 45                                 |                                     |                              |

**DERS PLANI**

| Hafta | Konular  | Ders Çıktıları |
|-------|--|----------------|
| 1     | Fiziksel metalurji ve ilgili uygulamalara giriş  | I              |
| 2     | Metallerde plastik deformasyon 1, kayma sistemleri, CRSS, tek kristal ve çoklu kristallerde deformasyon  | I              |
| 3     | Metallerde plastik deformasyon 2, dislokasyonlar, köşe, kenar vida ve karma dislokasyonlar, dislokasyon enerjisi   | I              |
| 4     | Boşluklar, boşluk oluşumu ve ilgili kinetik ilişkiler arayüzey, yüzey enerjisi, sınırlar ve dihedral açılar  | II             |
| 5     | Difüzyon 1, fick 1 ve Fick 2 kanunları, atomistik ve kavramsal yaklaşım, difüzyon katsayısının zaman ve sıcaklığa bağlılığı, yer alan ve boşluk difüzyonu, Kirkendall etkisi, Matano arayüzeyi               | II             |
| 6     | Difüzyon 2, çeliğin karbürizasyonu ve dekarbürizasyonu, saf metallerde kendiliğinden difüzyon, fazlar arası difüzyon, iki faz bölgesinin difüzyon sırasındaki davranışı, yüzey, tane sınırı, gövde difüzyonu | II             |
| 7     | Çekirdeklenme kinetiği, homojen ve heterojen çekirdeklenme, büyüme kinetiği  | III            |
| 8     | Saf metaller ve alaşımlarda katılaşma, denge ve denge dışı donma denklemleri, ötektik ve peritektik katılaşma, dökme metaller, dendritik katılaşma, metalik camlar   | III            |
| 9     | Toparlanma ve kristalizasyon, deformasyon sırasında depolanan enerji, Toparlanma ve kristalizasyonun fiziksel özellikleri, tavlama sırasında toparlanma ve kristalizasyonun kinetiği-1                       | IV             |
| 10    | Toparlanma ve kristalizasyon, deformasyon sırasında depolanan enerji, Toparlanma & kristalizasyonun fiziksel özellikleri, tavlama sırasında toparlanma ve kristalizasyonun kinetiği-2                        | IV             |
| 11    | Fe-C ikili sistemleri. Ostenit-perlit dönüşümü. Perlit, ferrit ve sementit fazları. Sıcaklığın faz dönüşümlerine etkisi. TTT diyagramları. Beynit ve martenzit dönüşümleri 1.                                | V              |
| 12    | Fe-C ikili sistemleri. Ostenit-perlit dönüşümü. Perlit, ferrit ve sementit fazları. Sıcaklığın faz dönüşümlerine etkisi. TTT diyagramları. Beynit ve martenzit dönüşümleri 2.                                | V              |
| 13    | Tavlama, katı eriyiklerden çökeltme, katı eriyikte çekirdeklenme. Tercih edilen kristalografik yönler  | VI             |
| 14    | Difüzyonsuz dönüşümler. Hafızalı alaşımlar. Ni-Ti ve diğer örnek sistemler ve martenzitik dönüşümleri.   | VI             |

**Dersin Öğretim Çıktılarının Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Program Yeterlilikleri ile İlişkisi**

|   | Program Çıktıları  | Katkı Düzeyi |   |   |
|---|--|--------------|---|---|
|   |  | 1            | 2 | 3 |
| 1 | Metalurji ve Malzeme mühendisliğinde çıkan problemleri çözebilmek için matematik, fen ve mühendislik bilgilerini uygulama becerisi (ABET: a)   |              |   | X |
| 2 | İstenen spesifikasyonları, kalite, etik ve çevre kavramlarını dikkate alarak proses veya sistem tasarlama becerisi (ABET:b)  | X            |   |   |
| 3 | Bir sistemi, ürün bileşenini ve prosesi istenilen gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlama becerisi (ABET:c)  |              |   |   |
| 4 | Sözlü ve yazılı olarak iletişim becerisi ve mühendislik problemlerini çözmekte takımında lider olabilme becerisi (ABET:d, g)   |              |   |   |
| 5 | Geliştirme, üretim, işleme ve korumaya yönelik mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözme ve malzeme kullanma becerisi (ABET:e)  |              |   | X |
| 6 | Mesleki ve etik sorumlulukları kavramış olması (ABET:f)  |              |   |   |
| 7 | Güncel küresel ve toplumsal sorunları kavramış olmak mühendislik çözümlerinin kültürel, ulusal ve küresel boyutlarda etkisini kavranması (ABET:h, j)   | X            |   |   |
| 8 | Mühendislikteki ilerlemelerin yeni malzemelerin ve proseslerin geliştirilmesi ile çok yakından ilgili olduğunun kavranması. Yaşam boyu öğrenme gereğini algılamış ve bu yeteneği kazanmış olmaları. (ABET:i) |              | X |   |
| 9 | Modern mühendisliğin temel araç ve tekniklerini yeni ve varolan malzemelerin geliştirilmesi, üretimi, prosesi ve korunmasında kullanma becerisi (ABET:k)   |              |   | X |

1: Az, 2. Kısmen, 3. Tamamen

**Farklı Malzemeler ve Alanlardaki Temel Unsurların Ders Çıktıları ile İlişkisi**

|                                   |                            | Katkı Düzeyi |   |   |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------|---|---|
|                                   |                            | 1            | 2 | 3 |
| FARKLI ALANLARDAKİ TEMEL UNSURLAR | YAPI                       |              |   | X |
|                                   | ÖZELLİKLER                 |              |   | X |
|                                   | DENEY/ANALİZ VERİ TASARIMI | X            |   |   |
|                                   | PROSES                     |              | X |   |
|                                   | MALİYET/PERFORMANS         | X            |   |   |
|                                   | KALİTE/ÇEVRE               | X            |   |   |
| MALZEMELER                        | PROSES VEYA ÜRÜN TASARIMI  |              | X |   |
|                                   | METAL                      |              |   | X |
|                                   | SERAMİK                    |              |   |   |
|                                   | POLİMER                    |              |   |   |
|                                   | KOMPOZİT                   |              |   |   |

1: Az, 2. Kısmen, 3. Tamamen

|  |                           |             |
|--|---------------------------|-------------|
| <b>Düzenleyen</b><br>PROF.DR. M. LÜTFİ ÖVEÇOĞLU<br>YRD. DOÇ. DR. BURAK ÖZKAL | <b>Tarih</b><br>Mart 2013 | <b>İmza</b> |
|--|---------------------------|-------------|