

İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENERJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
EĞİTİM PLANI

Enerji Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Zorunlu Dersler

ENE 500	Yüksek Lisans Tezi	(0-1)Kredisiz	26
*ENE 599	Araştırma Semineri	(0-2)Kredisiz	11
ENE 503	İleri Mühendislik Matematiği	(3-0)3	8
ENE 8XX	Uzmanlık Alanı Çalışmaları	(8-0)Kredisiz	4

* Bütün Yüksek Lisans öğrencileri, Yüksek Lisans Semineri dersini ilk 4 yarıyıl içerisinde almak zorundadır.

Disiplinlerarası program öğrencileri, 8XX dersini danışmanlarının bağlı olduğu anabilim dalından alacaklardır.

Toplam kredi (en az) : 21
Kredili alınacak derslerin sayısı (en az) : 7

Seçmeli Dersler

ENE 502	İleri Mühendislik Termodinamiği	(3-0)3	8
ENE 504	İleri Mühendislik Optimizasyonu	(3-0)3	8
ENE 508	Gözenekli Ortamda Akış	(3-0)3	8
ENE 509	Sayısal Akışkanlar Mekaniği	(3-0)3	8
ENE 510	Rüzgar Enerji Sistemlerinin Temelleri	(3-0)3	8
ENE 511	Rüzgar Enerjileri Meteorolojisi	(3-0)3 Ö.K. ENE 510 veya ESE410	8
ENE 512	Rüzgar Türbinleri Aerodinamiği I	(3-2)4 Ö.K. ENE 510 veya ESE410	8
ENE 513	Rüzgar Türbinleri Aerodinamiği II	(3-2)4 Ö.K. (ENE 510 veya ESE410) ve ENE 512	8
ENE 520	Biyokütle Enerjisi ve Teknolojileri	(3-0)3	8
ENE 521	Biyokütlelerin Termokimyasal Dönüşümü	(3-0)3	8
ENE 522	Biyoenerji Proseslerinin Modelleme ve Simülasyonu	(3-0)3 Ö.K. ENE521	8
ENE 523	Elektrokimyasal Enerji Sistemleri	(3-0)3	8
ENE 524	Sürdürülebilir Enerji Dönüşümleri için Katalizör	(3-0)3	8
ENE 530	Fotovoltaik Sistemlerin Temelleri	(3-0)3	8
ENE 531	Güç Sistemleri Analizi	(3-0)3	8
ENE 532	Güç Sisteminin Kararlılığı ve Dinamiği	(3-0)3	8
ENE 540	Jeotermal Enerji ve Çevre	(3-0)3	8
ENE 541	Jeotermal Elektrik Santralleri	(3-0)3	8
ENE 542	Jeotermal Rezervuarların Modellemesi	(3-0)3	8
ENE 550	Bina Tasarımında Enerji Verimliliği	(3-0)3	8
ENE 556	Enerji Mühendisliği Çalışmaları	(1-4)3 Ö.K. Öğr. Üye. onayı	8
ENE 572	Enerji Ekonomisi ve İşletmeciliği	(3-0)3	8
ENE 580	Enerji Mühendisliğinde Özel Konular	(3-0)3	8
ENE 590	Teknik Rapor Yazımı	(0-2)Kredisiz	8

NOT:Seçmeli dersler listesi, program için nihai liste değildir. Öğrenciler Danışmanlarının tavsiyesi ile diğer bölümlerde açılan derslere kayıt yaptırabilirler.

**İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENERJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENERJİ MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMINA AİT EĞİTİM PLANI**

DERS İÇERİKLERİ

Enerji Mühendisliği

Zorunlu Dersler

ENE 500 Yüksek Lisans Tezi (0-1) Kredisiz AKTS: 26
Deneyssel ve/veya teorik araştırma konusuyla ilgili olabilir. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü yüksek lisans programınca istenen şartlar yerine getirilmelidir.

ENE 503 İleri Mühendislik Matematiği (3-0)3 AKTS: 8
Bu ders, mühendislikle ilgili fiziksel problemlerin analizinde gereken ilgili matematik araçlarını sağlayan gelişmiş Mühendislik Matematiği konularıyla ilgilenir. Ele alınan ana konu alanları, diferansiyel denklemler, Fourier serileri ve kısmi diferansiyel denklemlerdir ve problemleri çözmek için matematiksel modelleme tekniklerine vurgu yapılır. Bu dersle kazanılan matematik becerileri, programda karşılaşılan belirli uygulama problemlerini çözmeyi öğrencilere olanak tanıyacaktır.

ENE 599 Araştırma Semineri (0-2) Kredisiz AKTS: 11
Dersin ilk iki haftası öğrencilere bilimde etik ve etik dışı davranışlar ile bilimsel çalışmalarını sözlü/yazılı sunarken dikkat edilmesi gerekenler anlatılacaktır. Ayrıca, bilimsel intihal konusunda farkındalık yaratılması hedeflenmektedir. Ders kapsamında her öğrencinin çalışma alanı ile ilgili bir seminer vermesi gerekmektedir. Seminerin konusu öğrenci ve danışmanı tarafından belirlenebilir. Öğrenci, danışmanının gözetiminde çalışmak istediği konuya yönelik olarak literatür çalışması, veri toplama, analiz etme, sonuçları raporlama ve sunum yapma çalışmaları yapar.

ENE 8XX Uzmanlık Alanı Çalışmaları (8-0) Kredisiz AKTS: 4
Yüksek Lisans öğrencileri belli bir konu seçip genelinde kendi tez danışmanları olan bir öğretim üyesinin yönlendirmesi ile o konuyu inceler.

Seçmeli Dersler

Enerji Mühendisliği

ENE 502 İleri Mühendislik Termodinamiği (3-0)3 AKTS: 8
Termodinamiğin 1. yasası, termodinamiğin 2. yasası, ekserji kaybı, tek fazlı sistemler, genel ekserji, çok fazlı sistemler

ENE 504 İleri Mühendislik Optimizasyonu (3-0)3 AKTS: 8
Bu ders, ileri mühendislik optimizasyon tekniklerinin karmaşık mühendislik problemlerine uygulanmasına odaklıdır. Bu bağlamda ders kapsamında, öncelikle matematiksel optimizasyon tekniklerinin temelleri ileri düzeyde ele alınacak olup, bu temeller üzerine Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) ve Karma Tamsayılı Doğrusal Olmayan Programlama, sezgisel, meta-sezgisel metotlar ve çok amaç fonksiyonlu optimizasyon problemlerinin teorisi ve çözüm yöntemlerine vurgu yapılacaktır. Ayrıca ders kapsamında, mühendislik sistemlerinde belirsizliklerin ele alınmasına yönelik stokastik optimizasyonun temel kavramları ve senaryo tabanlı modelleme yaklaşımları da ele alınacaktır. Ders kapsamında ele alınan yöntemler enerji sistemleri planlaması, bakım planlaması ve mühendislik tasarım optimizasyonu gibi uygulamalar üzerinden örneklendirilecektir. Bu derste kazanılan analitik düşünce ve hesaplama becerileri sayesinde öğrenciler, bu yöntemleri gerçek mühendislik problemlerinde uygulama yetkinliği kazanacaktır.

- ENE 508 Gözenekli Ortamda Akış (3-0)3 AKTS: 8**
Gözenekli ortamların morfolojik ve topolojik karakterizasyonu. Gözenek ölçeğinde akış mekanizmalarının genel incelenmesi. Gözenekli ortamda tek ve iki fazlı akış için temel ilkeler ve denklemler. Birbirine karışmayan akışkanların kararlı akış şartları altında eşzamanlı ötelenmesi. Gözenekli ortamlarda kılcal basınç kontrollü akış için perkolasyon teorisi. Islanımlılığın kılcal basınç ve görelî geçirgenlik histerezisi üzerine etkileri. Gözenekli ortamdaki akış modelleri. Deneysel verileri yorumlamak için ölçek yükseltme yaklaşımı.
- ENE 509 Sayısal Akışkanlar Mekaniği (3-0)3 AKTS:8**
İç ve dış akımlar, lineer ve lineer olmayan denklemlerin çözümlenmesi, Navier Stokes denklemleri ve türbülans konusunda bilimsel programlama da kullanılan modelleri kavramak ve anlamak.
- ENE 510 Rüzgar Enerji Sistemlerinin Temelleri (3-0)3 AKTS:8**
Ders rüzgar enerjilerinin tarihçesi ve geleceği, Türkiye ve dünyada rüzgar enerjilerinin durumu, rüzgar türbinlerinin temel çalışma prensipleri, rüzgar enerjileri dalları (i) Meteoroloji (ii) Aerodinamik ve (iii) Kontrol dalları hakkında temel bilgiler içermektedir. Ayrıca, saha gezileri ile ders içeriği desteklenmektedir. Bu dersi alan öğrenciler kanat, rotor, dişli kutusu, jeneratör, frenler, gövde ve kule hakkında ve ayrıca şebeke bağlantısı, yatırım modelleme, çevre etkisi ve rüzgar ölçümleri konusunda bilgi sahibi olurlar.
- ENE 511 Rüzgar Enerjileri Meteorolojisi (3-0)3 AKTS: 8**
Kursun sonunda öğrencinin rüzgar veri analizi, atmosferik sınır tabakası, Monin-Obukhov uzunluğu, benzerlik ilkesi, kararlılık analizi, türbülans, uyanmalar ve rüzgar akışının modellenmesi konularında bilgi sahibi olması beklenmektedir. Ö.K. ENE 510 veya ESE410
- ENE 512 Rüzgar Türbinleri Aerodinamiği I (3-2)4 AKTS: 8**
Bu dersin içeriği akışkanlar mekaniği konusunda lisans dersleri almış bir öğrenciyi, rüzgar enerjileri aerodinamiğine taşıma amaçlı bir köprü niteliğindedir. Derste kullanılan Blade Element Momentum (BEM) teorisi ile rüzgar enerjileri meteorolojisi, kontrol mekanizmaları aerodinamik yapıyla bağlanır ve öğrenci ders sonunda bir rüzgar türbinini taslak tasarımı için yeterli teorik bilgiye sahip olur. Ayrıca, bazı önemli aerodinamik durumların (vortex, kanat ucu kaybı, rotor ve kule etkisi gibi) hesaplama ve tasarlama konusunda da özel alt başlıklarla bilgi verilmiştir. Ders tüm bunların üstüne doğal olarak rüzgar türbin aeroelastisite konusunda temel bilgiler de barındırmaktadır . Ö.K. ENE 510 veya ESE410
- ENE 513 Rüzgar Türbinleri Aerodinamiği II (3-2)4 AKTS: 8Ders**
kapsamında öğrenciler dinamik uyanma, dinamik durak ve kanat tasarım güncellemelerini malzeme kullanımlarını, girdap jeneratörlerini ve bunların hesaplanmasını öğrenirler. Bu yaw/tilt mekanizmalarına paralel olarak rüzgar simülasyon teknikleri ve yorulma analizi gerçekleştirilir. Ö.K. (ENE 510 veya ESE410) ve ENE 512
- ENE 520 Biyokütle Enerjisi ve Teknolojileri (3-0)3 AKTS: 8**
Biyokütle enerjisi ve biyokütle çeşitleri. Biyokütleden ısı ve güç üretimi. Katı, sıvı ve gaz formda biyoyakıt üretim metot ve teknolojileri. Organik evsel atıkların biyokütle dönüşüm teknolojileri kullanılarak değerlendirilmesi. Biyokütle dönüşümünde katalitik ve yüksek basınç uygulamaları. Biyorafineriler.
- ENE 521 Biyokütlenin Termokimyasal Dönüşümü (3-0)3 AKTS: 8**
Biyokütle kaynakları ve özellikleri, çevresel etki ve süreklilik açısından özel bir dikkatle incelenecektir. Biyolojik dönüşüm metotları bu dersin bir konusu olmasa da modern biyorafineri konseptlerinde biyolojik ve termokimyasal proses metotları sıklıkla birleştirildiği için bu ikisi arasındaki ilişkiler detaylı bir şekilde açıklanacaktır. Biyokütlenin yakılması, karbonlaştırılması, gazlaştırılması, pirolizi hidrotermal dönüşümü. Biyorafineriler ve biyoyakıtların entegrasyonu. Tekno-ekonomik analiz. Termokimyasal biyokütle dönüşümü ile ilgili mühendislik hesaplamaları.
- ENE 522 Biyoenerji Proseslerinin Modelleme ve Simülasyonu (3-0)3 AKTS: 8**
Biyokütlenin termokimyasal dönüşümü ve ilgili proses konfigürasyonları, katı hammadelerin modelleme prosesleri, proses birimlerinin modellenmesi, proses şemalandırması, kütle ve enerji denklemleri. Ö.K. ENE 521
- ENE 523 Elektrokimyasal Enerji Sistemleri (3-0)3 AKTS: 8**
Elektrokimyasal enerji dönüşüm ve depolama sistemlerine giriş, Elektrokimyasal hücrelerin ana prensipleri ve teorisi, Termoelektrokimyasal döngüler, Elektrokimyasal reformlama ve sentez, Yakıt pilleri, Elektrolizörler, Piller,

Elektrokimyasal enerji sistemlerinin enerji ve ekserji değerlendirilmeleri, Elektrokimyasal enerji sistemlerinin ekonomik ve çevresel değerlendirilmeleri.

ENE 524 Sürdürülebilir Enerji Dönüşümleri için Katalizör (3-0)3 AKTS:8

Yenilebilir kataliz teknolojilerine giriş, Yakıtların katalitik üretimi, Biyogazın yenilenebilir karbon olarak kullanımı: metanın kuru reformlaması, Termokimyasal biyokütle dönüşümleri için katalizör, Hidrojen üretimi için alkol reformlaması, Katalitik biyodizel üretimi, Yakıt pilleri için katalizör, Elektrolizör ve Kimyasal Üretimi için Elektrokatalizör, Katalizör Karakterizasyonu ve Katalitik Reaksiyon Sistemleri.

ENE 530 Fotovoltaik Sistemlerin Temelleri (3-0)3 AKTS:8

Yarı iletken malzemeler ve özellikleri, elektronik, optik, fiziksel ve kimyasal özelliklerin tespiti, elektron yapıları, 1. ve 2. nesil güneş pili teknolojileri, c-Si güneş pilleri tasarım ve üretim yöntemleri, CIGS, CdTe ve a-Si güneş pilleri ve üretim teknolojileri, c-Si güneş pili tasarımı ve modellenmesi, Güneş paneli tasarımı ve kurulumunun uygulamalı hesaplanması.

ENE 531 Güç Sistemleri Analizi (3-0)3 AKTS: 8

Güç sistemlerine giriş (Türkiye ve EU elektrik şebekeleri, şebeke yönetmelikleri, yenilenebilir enerji santrallerinin entegrasyonu), temel kavramlar, tek ve üç fazlı devrelerde güç denklemleri (İletim hatları, transformatörler, senkron makineler, rüzgar türbinleri, PV üniteleri), yük akışı analizi, simetrik üç fazlı kısa devre hesapları, rüzgar türbinlerinin üç fazlı arızalara katkısı, güç sistemleri kararlılığı, yük akışı ve simetrik üç faz kısa devre analizlerinin simülasyonu.

ENE 532 Güç Sisteminin Kararlılığı ve Dinamiği (3-0)3 AKTS: 8

Güç sistemi kararlılığı ve kontrolüne giriş, Kararlılık Analizi, Kararlı durum ve Geçici durum Kararlılığı, Güç Açısı denklemleri, Rotor dinamiği ve salınım denklemleri, senkronize güç katsayıları, Eşit alan kararlılığı kriteri, Sistem dinamik analizi, Güç sistemlerinde frekans kontrolü.

ENE 540 Jeotermal Enerji ve Çevre (3-0)3 AKTS: 8

Jeotermal enerji, dünya'da jeotermal sistemlerin dağılımı, jeotermal enerjinin kullanımı, jeotermal sistemlerinin tektonik özellikleri, jeotermal sistemlerde kavramsal modeller, jeotermal sistemlerin hidrojeokimyasal özellikleri, jeotermal sistemleri etkileyen kimyasal faktörler, çevresel problemler ve çevresel etki değerlendirme konuları içermektedir.

ENE 541 Jeotermal Elektrik Santralleri (3-0)3 AKTS: 8

Jeotermal enerjiye giriş. Çevrimler: jeotermal çevrimler, enerji ve ekserji analizleri. Akışkanlar mekaniği, borularda tek fazlı ve iki fazlı akış. Kütle transferi ve atık ısı: soğutma kuleleri, kondenserler. Gaz ayırma sistemleri. Saha gezisi. Dönem projesi.

ENE 542 Jeotermal Rezervuarların Modellemesi (3-0)3 AKTS: 8

Jeotermal kaynakların sınıflandırılması. Çatlaklı-gözenekli jeotermal rezervuarlarda akışkan ve ısı akış temelleri. Jeotermal rezervuar karakterizasyonu için kuyu testi analizi. Sayısal jeotermal rezervuar modellemesinde ilke ve metodlar. Kuyu yakınında ve jeotermal rezervuar koşullarında akış rejimlerini simüle etmek için modelleme yöntemlerinin uygulamaları. Rezervuar tarihsel çakıştırma ve gelecek performans tahmini.

ENE550 Bina Tasarımında Enerji Verimliliği (3-0)3 AKTS: 8

Bu ders, öğrencilere yeni bir bina tasarımı ya da mevcut bir binanın yenilenmesi üzerine odaklanan bireysel veya grup projeleri aracılığıyla disiplinlerarası bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Proje kapsamında mühendislik yöntemleri ve mimari prensipler bir araya getirilerek, öğrencilere bina yönelimi, form optimizasyonu, çatı tasarımı, açıklıkların stratejik yerleşimi, malzeme seçimi, doğal havalandırma, gün ışığı stratejileri, ısıtma ve soğutma sistemleri, yenilenebilir enerji entegrasyonu ve ekonomik fizibilite analizi gibi kritik konularda ileri düzey bilgi ve uygulamalı beceriler kazandırılır.

Öğrenciler, gerçek ölçümler, analitik hesaplamalar ve kapsamlı simülasyonları içeren uygulamalı çalışmalar gerçekleştirecektir. Ders, ayrıntılı yazılı rapor ve sözlü sunumla tamamlanmakta olup, öğrencilerin mühendislik ve mimarlık çözümlerini pratik ve ekonomik açıdan uygulanabilir bir çerçevede sentezleme becerilerini ortaya koymalarına olanak sağlar.

ENE 556 Enerji Mühendisliği Çalışmaları**(1-4) 3****AKTS: 8**

Bir grup veya bireysel tasarım projeleri. Tasarım çalışması öğrencinin mühendislik geçmişine bağlı birçok konuları kapsar ve tasarım kavramı, teknik analiz, ekonomik ve emniyet incelemeleri bunlara dahildir. Bir rapor ve sözlü savunma istenecektir.

Ö.K. öğretim üyesinin onayı.

ENE 572 Enerji Ekonomisi ve İşletmeciliği**(3-0)3****AKTS: 8**

Enerji ekonomisi ve işletmeciliğine giriş Ekonomi ve karar verme mekanizması. Yatırım ve karar verme mekanizması. Yatırım analizi ve kararı. Enerji ekonomisi ve işletmesinde kullanılan teknikler. Başa-baş analizi. Lineer programlama. Lineer programları içeren problemler. Fiyat analizi.

ENE 580 Enerji Mühendisliğinde Özel Konular**(3-0)3****AKTS: 8**

Enerji mühendisliğinde özel konular, yönlendirilmiş grup çalışması ile yürütülür.

ENE 590 Teknik Rapor Yazımı**(0-2) Kredisiz AKTS: 8**

Sürelî yayın makalelerinin, raporların, tezin hazırlanması ve yürütülmesi. Araştırma metodları. Taslak ve düzeltme yöntemleri. Tez tasarımı. Dergi makaleleri ve raporların yazımı.