

**T.C.
MILLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ**

GES ÜRETİM TAHMİNİ

Ankara, 2015

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKAMALAR.....	iv
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. ÜRETİM TAHMİN VERİLERİ	2
1.1. Güneşlenme Saati	3
1.2. Hava Sıcaklığı	4
1.3. Hava Basıncı.....	4
1.4. Hava Nemi.....	5
UYGULAMA FAALİYETİ.....	6
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	7
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	8
2. ÜRETİM TAHMİN HESABI	8
2.1. Veri Değerlendirme Programı	8
2.2. Hesaplama Yöntemleri	9
UYGULAMA FAALİYETİ.....	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	11
MODÜL DEĞERLENDİRME	12
CEVAP ANAHTARLARI.....	13
KAYNAKÇA	14

AÇIKLAMALAR

ALAN	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
DAL/MESLEK	Güneş Enerji Sistemleri
MODÜLÜN ADI	GES Üretim Tahmini
MODÜLÜN TANIMI	Güneş enerji santralinde üretim tahmini yapma ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	GES üretim tahmini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Güneş enerjisi sistemleri atölyesi ortamı sağlandığında, enerji üretim tahminini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Hava tahmin sitelerinden güneşlenme saatini okuyabileceksiniz. 2. Günlük üretim tahmini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Ölçüm laboratuvarı Donanım: Piranometre, güneşlenme süresi ölçer (sunshine duration sensor), anemometre, rüzgar yön ölçer, termometre, bağıl nem ölçer, datalogger
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül ile yenilenebilir enerji teknolojileri alanında mesleğiniz ile ilgili konulardan biri olan güneş enerji santralinde üretim tahmininin nasıl yapıldığını öğreneceksiniz.

Bu modülü aldığınızda, üretim tahmin verilerinin neler olduğunu öğrenip üretim tahmin hesabını yapabileceksiniz.

İşletmelere staj için gittiğinizde, güneş enerji santrallerinde üretim tahmini yapmanın ne kadar önemli olduğunu ve size çok fayda sağlayacağını, mesleğiniz açısından önemini daha iyi göreceksiniz.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda mesleki yeterliliğinizi daha da artırarak sektörün istediği vasıflarda bir eleman olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam ve donanım sağlandığında öğrenci, güneş enerji santrali için üretim tahmin verilerinin neler olduğunu öğrenecektir.

ARAŞTIRMA

- Güneşlenme saati, hava sıcaklığı, hava basıncı ve hava nemi kavramlarını araştırıp inceleyiniz.
- İncelemelerinizin sonucunu sınıftınızda öğretmeninizle ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. ÜRETİM TAHMİN VERİLERİ

Gelişen ve özelleşen elektrik piyasasında, güneş santrallerinin verimliliğini artırma ve daha iyi şartlarda elektrik ticareti yapmak için arz talep dengesinin korunması ve üretilecek elektrik miktarının bilinmesi hayati öneme sahiptir. Bu amaçla güneş enerjisi santral işletmecilerine yönelik, toplam güç için saatlik, günlük değerler, üretim kapasitesi, yüzdesi ve diğer ilgili parametrelerin tahmin edilmesi gerekir. Günümüz koşullarında her santralin gün içinde ve gün sonunda ne kadar üreteceğini bilmesi ve ilgili kuruma gerçekleşecek üretim miktarını bildirmesi, elektrik ticaretinin kârlı olarak sürdürülebilirliği açısından hayati önem taşımaktadır. Tüm operatörlerin de bildiği gibi üretilmeyen veya fazla üretilen enerji miktarından dolayı santral işletmelerinin kâr/zarar miktarları belirli riskler taşımaktadır. Özellikle güneş gibi yenilenebilir kaynaklara dayanan üretim tesislerinde bu riskler üst seviyelerde seyretmekte, yapılan tahminlerin doğruluğu oranında bilançolarına kâr/zarar yazmaktadırlar.

Üretim tahmin verileri hesaplanırken; ölçüm sonuçlarına ait veriler güneş enerjisi sektörünün kabul ettiği uluslararası nitelikteki yazılımlar ile değerlendirmekte, aylık rapor, yıllık veri analizi, belirsizlik analizleri ve enerji üretim hesaplamaları yapılmaktadır.

İşletmedeki güneş santrallerinden meteorolojik veriler (güneşlenme saati, sıcaklık, basınç, nem vb.) güneş ölçüm istasyonları aracılığı ile güneş santral durumları ise scadalar aracılığı ile alınmaktadır. Ayrıca santrallerin transformatör merkezlerine tesis edilen monitörler ile güç, akım, gerilim vb. verileri anlık olarak Güneş Enerjisi İzleme ve Tahmin Merkezi'ne iletilmektedir. Bu verilerin senkron bir şekilde aktarılması GPS modülleri ile yapılmaktadır. Sözü edilen verilere ek olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan güneşlenme saati tahminleri merkeze belirlenen aralıklarla aktarılmakta, ayrıca merkezde

sayısal hava tahminleri oluşturulmaktadır. Aktarılan bütün veriler merkezde tesis edilen veri toplama sistemi ile alınmakta ve veri tabanı sunucusunda depolanmaktadır. Verilerin tümü kullanılarak güneş santrali için üretilecek elektriksel güç tahminleri oluşturulmaktadır. Üretim tahmini yapılırken aşağıdaki ölçümlere ait veriler kullanılmaktadır.

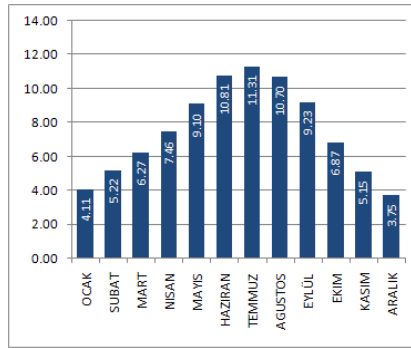
1.1. Güneşlenme Saati

Güneş ışınlarının süresini veya günün ne kadar kısmının güneşli geçtiğini kaydeden aletlere güneşlenme süresi ölçer denir (Resim 1.1). Güneşlenme süresi ölçer aleti, güneşten gelen direkt güneş ışınlarını bir diyagram üzerine kaydeder. Güneşlenme saati; direkt (doğrudan) güneş radyasyon miktarının gün içinde 120 W/m^2 ve daha fazla olduğu dakikaların toplamını ifade eder. Ölçüm aralığı dakikadır. Çözünürlük, 1 dakika, Doğruluk ise 0.1 saat (saatlik toplamda)'tir.



Resim 1.1: Güneşlenme süresi ölçer

Elektrik İşleri Enstitüsü Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü verilerine göre ülkemizin günlük güneşlenme süreleri (saat) aylara göre aşağıdaki gibidir (Tablo1.1).



Tablo 1.1: Türkiye'nin aylara göre günlük güneşlenme süresi (saat)

1.2. Hava Sıcaklığı

Sıcaklık ısının ölçüm tanımlamasını yapan bir birimdir, enerji değildir. Bir başka deyişle sıcaklık ortamdaki ortalama moleküler hareketin bir ölçüsüdür. Isı ve sıcaklık birbirine bağılı olarak değişen kavramlardır. Yani ısı fazla olan bir cismin sıcaklığı fazla, ısı az olan bir cismin sıcaklığı azdır. Isı, enerji olması sebebi ile bir büyüklüktür. Isı, bir enerji olduğu için birimi joule (j)'dur. Bir başka ısı birimi ise kalori (cal)'dir. 1 kalori = 4,18 joule'dür. Sıcaklık ise yalnızca bir semboldür ve termometre ile ölçülür.

Hava sıcaklığı sensörü uygun şekilde havalandırılan özel siperin içine kurulacaktır (Resim 1.2). Sıcaklık sensöründe kullanılan siper güneşlenmeden en az etkilenen bir maddeden yapılmış olmalıdır. Sıcaklık, direnç termometre (RTD) ile ölçülür.



Resim 1.2: Siper içerisinde hava sıcaklığı ölçer

1.3. Hava Basıncı

Havanın belirli bir yüzey üzerine yaptığı baskıya hava basıncı denir. Havanın bu baskısı barometre ile ölçülür (Resim 1.3). Atmosferdeki türlü akıntıların etkisi ile değişiklikler gösterir ve deniz yüzeyinden yükseldikçe azalır. Basıncın az olduğu yerlere alçak basınç alanı, çok olduğu yerlere yüksek basınç alanı denir. Basınç üzerinde, aynı zamanda günlük ve yıllık değişiklikler de olur. Günlük basınç değişimleri, toprakta, genel olarak sabahları ve öğleden sonraları alçak basınç; öğleden önce ve akşamın geç saatlerinde yüksek basınç şeklinde olur.



Resim 1.3: Barometre

1.4. Hava Nemi

Meteorolojik olarak havanın nispi (bağıl) nemi ölçülür. Herhangi bir sıcaklıktaki havanın taşıdığı su buharının aynı sıcaklıkta taşıyabileceği maksimum su buharı oranına nispi nem denir. Havadaki nemi ölçmek için Higrometre denilen bir araç kullanılır (Resim 1.4).



Resim 1.4: Hava nemi ölçer (Higrometre)

UYGULAMA FAALİYETİ

Üretim tahmin verilerinin kaydını aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Üretim tahmini yapacak cihazların özellik ve kapasitesine göre seçimini yapınız.	➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alıp işe başlamadan önce iş elbisesi, iş eldiveni ve iş ayakkabısı giyiniz.
➤ Seçilecek olan cihazlardan veriyi alıp kontrol merkezine iletme şekline göre datalogger çeşidi belirleyiniz.	➤ Wireless datalogger, GSM datalogger veya ölçüm istasyonuna gidip veriyi dataloggerdan alma yöntemlerinden birini seçiniz.
➤ Uygun datalogger yazılım programı seçimi yapınız.	➤ Grafik ve tablo formatlı görsellere sahip bir ara yüz programı seçimi yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş ile ilgili gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Üretim tahmini yapacak cihazların özellik ve kapasitesine göre seçim yaptınız mı?		
3. Kullanım amacına uygun datalogger seçimi yaptınız mı?		
4. Seçilmiş olan dataloggera uygun yazılım programı seçtiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Güneş ışınlarının süresini veya günün ne kadar kısmının güneşli geçtiğini kaydeden aletlere güneşlenme süresi ölçer denir.
2. () Güneşlenme süresi ölçerin ölçüm aralığı 24 saattir.
3. () Türkiye'nin aylara göre günlük güneşlenme süresi en yüksek olan ay temmuz ayıdır.
4. () Sıcaklık ısının ölçüm tanımlamasını yapan bir birimdir.
5. () Sıcaklık bir enerjidir.
6. () Havanın belirli bir yüzey üzerine yaptığı baskıya hava basıncı denir.
7. () Hava basıncı termometre ile ölçülür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam ve donanım sağlandığında, güneş enerji santralinin üretim tahmin hesabını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Üretim tahmini kavramını araştırınız.
- İncelemelerinizin sonucunu sınıfta öğretmeninizle ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. ÜRETİM TAHMİN HESABI

Güneş enerji santrali üretim tahmininde ileri istatistiksel algoritmalar, yüksek derecede özgünleştirilmiş sayısal hava tahmin modelleri, tahmin yapılacak santrale özgün modeller ve temin edilebilen hava tahminlerinden oluşan bir bileşim kullanılmaktadır.

Bu modelin ileri seviyedeki seçeneği olan İleri Güç Tahmini; temin edildiğinde, gerçek zamanlı ve sahaya ait ölçümleri de işleme katmakta ve aylık zaman ölçeğinde günlük değişkenlik ortalamalarını kullanarak proje sahasının klimatolojisini (atmosfer içerisinde meydana gelen hava olaylarını) ortaya çıkarmakta ve güven aralıkları sahaya özgü geçmiş hata karakteristiklerine dayanılarak hesaplanmaktadır.

2.1. Veri Değerlendirme Programı

Veri analizi, çeşitli yöntemlerle elde edilen verinin içeriğini sentez etmek olarak tanımlanabilir. Burada veri, deney nesnesinin değeri (değişken) olarak kabul edilir. Değişkenin özelliği miktar olarak açıklanabiliyorsa veri nicel değişken (nitel veri); değişkenin özelliği miktar olarak açıklanamıyor; ancak sınıflandırılabiliriyorsa veri nitel değişken (nitel veri) olarak tanımlanır. En geniş anlamıyla veri analizi nitel veya nicel verilerden uygun teknikler kullanılarak bilimsel geçerliği olan sonuçlar çıkarma süreci olarak tanımlanabilir.

Veri değerlendirme programı sayesinde herhangi bir bölgede kurulacak olan bir güneş enerji santralinin o bölgenin şartlarına göre maliyet analizinin çıkarılması sağlanmaktadır. Programla bölgenin ortalama güneşlenme saatine göre güneş panellerinin yıllık ne kadar

enerji üreteceği, veriminin ne olacağı ve santral yapım bedeli, yıllık net kâr, sistem ömrü boyunca yapılan yatırımın şimdiki değeri, üretilen enerjinin birim fiyatı gibi maliyet değerleri de hesaplanmaktadır. Böylece, fizibilitesi bilinen bir bölgeye kurulması planlanan güneş santrali maliyeti, verimi ve üretilecek birim enerji maliyeti gibi değerlerin hangi boyutlarda olacağı kolayca belirlenmektedir.

Piyasada kullanılan birçok veri değerlendirme programı bulunmaktadır. Her bir firma kendi analiz programını kullanmaktadır.

2.2. Hesaplama Yöntemleri

Veri analizi süreci, gözleme dayalı olarak uygun veri toplama araçları ile veya daha önceden elde edilmiş verilerden uygun istatistiksel yöntemlerle çıkarımlarda bulunma süreci olarak tanımlanabilir. Bu sürecin doğal bir aşaması olan uygun istatistiksel yöntem seçimi sağlıklı çıkarımlarda bulunmanın bir gereğidir.

Güneş santralleri için güç tahmini uygulamasında aşağıda belirtilen hizmetler verilmektedir:

- İnşaat aşaması karar alma
- Günlük operasyon ve bakım planlaması
- Enerji ticareti ve pazarlama
- Güneş enerjisi yönetimi ürün özellikleri
- Günlük güç tahmini
- Haftalık güç tahmini
- Tahmin verisi
- Hava sıcaklığı, hava nemi, hava basıncı, güneşlenme saati tespiti
- En az bir yıllık ölçüm verisi ile santralin güç tahmini, en iyi güç üretimi, dengesizlikten korunması, anlık ve günlük etkili enerji ticaretinin tespiti. Uzun dönem meteorolojik verilerin yanı sıra anlık güç veya güneşlenme saati verileri elde edilmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Güneş enerji santrali üretim tahmin hesabını aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Tahmin yapılacak santrale özgün modeller oluşturunuz.	➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.
➤ Tahmini yapılacak santrale özgün modeller ve temin edilebilen hava tahminlerinden oluşan bir bileşim kullanınız.	➤ Tahmini yapılacak santralin güneşlenme süresi, hava sıcaklığı, hava basıncı ve hava nemini tespit ediniz.
➤ Veri değerlendirme programı sayesinde güneş enerji santralinin üretim tahminini yapınız.	➤ Sağlıklı sonuçlar için uygun istatistiksel yöntem seçiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş ile ilgili gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Tahmin yapılacak santrale özgün modeller oluşturuldu mu?		
3. Üretim tahmin verilerini tespit ettiniz mi?		
4. Güneş enerji santralinin üretim tahminini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Veri analizi, çeşitli yöntemlerle elde edilen verinin içeriğini sentez etmek olarak tanımlanabilir.
2. () Veri değerlendirme programı sayesinde, fizibilitesi bilinen bir bölgeye kurulması planlanan güneş santrali maliyeti, verimi ve üretilecek birim enerji maliyeti gibi değerlerin hangi boyutlarda olacağı kolayca belirlenmektedir.
3. () Üretim tahmin hesabında uygun istatistiksel yöntem seçimi sağlıklı çıkarımlarda bulunmanın bir gereğidir.
4. () Güneş santralleri için güç tahmini uygulamasında günlük ve haftalık güç tahmini hizmetleri verilmemektedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Güneş ışınlarının süresini veya günün ne kadar kısmının güneşli geçtiğini kaydeden aletlere ölçer denir.
2. Türkiye'nin aylara göre günlük güneşlenme süresi enolan ay temmuz ayıdır.
3. Sıcaklık, ısının ölçüm tanımlamasını yapan birdir.
4. Havanın belirli bir yüzey üzerine yaptığı baskıya havadenir.
5. Hava sıcaklığı ile ölçülür.
6. Veri nitel veya nicel verilerden uygun teknikler kullanılarak bilimsel geçerliği olan sonuçlar çıkarma süreci olarak tanımlanabilir.
7. Havadaki nemi ölçmek için denilen bir araç kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuların faaliyetlerine geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	D
5	Y
6	D
7	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	Y

MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	güneşlenme süresi
2	yüksek
3	birimdir
4	basıncı
5	Termometre
6	analizi
7	Higrometre

KAYNAKÇA

- http://www.eie.gov.tr/projeler/ritm_projesi.aspx (21.04.2013 / 10:35)
- <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (23.04.2013 / 14:15)