

ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ MİKRO ŞEBEKELERDE ENERJİ YÖNETİMİNİN ROLÜ

Behçet KOCAMAN

Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bölümü

bkocaman1@gmail.com

ÖZET

İnsan yaşamında hayat kalitesini arttıran, sanayi üretimi için temel gereksinimlerden biri olan, ekonomik ve sosyal ilerlemeyi sağlayan en önemli unsurlardan biri elektrik enerjisidir. Kullanılan ve gelişen teknoloji ile birlikte elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç artarken, bunun aksine enerji kaynakları azalmaktadır. Bu nedenle birincil ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi elde etmek, en etkin çözüm olarak görülmektedir. Enerji elde etmek ne kadar önemli ise enerjinin verimli kullanılması, var olan enerji kaynaklarının çevreye zarar vermeden yaygınlaştırılması ve mevcut sistemle tümleşik olması da o kadar önemli hale gelmiştir. Rüzgar, fotovoltaiik (FV), mikro hidroelektrik, hidrojen ve yakıt hücresi gibi enerji üretim sistemleri; umut verici en önemli yenilenebilir enerji teknolojileridir. Yenilenebilir enerji kaynaklardan oluşmuş mikro şebekelerde enerji yönetimi stratejileri geliştirilerek enerjinin daha verimli kullanılması sağlanmaktadır. Bu çalışmada, enerji dağıtım şebekelerinden uzak yerleşim birimlerinin elektrik enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla şebekeden bağımsız mikro şebekenin enerji yönetimi, Microsoft C Sharp(C#) program dilinde geliştirilen bilgisayar programıyla sağlanmıştır. Bir aylık elde edilen sonuçlar grafiklerle analiz edilerek, enerji yönetiminin rolü açıklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Enerji yönetimi, Mikro şebeke, Yenilenebilir enerji kaynakları

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi; iletimi, kullanımı ve kontrolü kolay, diğer enerji türlerine kolay dönüşebilen ve hayatımızda varlığı olmadan hiçbir şeyin anlam kazanmadığı temiz bir enerji türüdür. Bu enerji; insan yaşamında hayat kalitesini iyileştiren, sanayi üretimi için temel gereksinimlerden biri olan, ekonomik ve sosyal ilerlemeyi sağlayan en önemli faktördür. Artan enerji fiyatları, küresel ısınma ve iklim değişikliği, gerek dünyada gerekse ülkemizdeki nüfus artışı ve yaşam standartlarının yükselmesi, sanayi ve teknolojiye gelişmeler

paralel olarak enerji talebindeki artış, hızla tükenmekte olan fosil yakıtlara bağımlılığın yakın gelecekte devam edecek olması, diğer dünya ülkelerine bağımlılıktan kurtulmak, arz güvenliği sağlamak ve yeni enerji teknolojileri alanındaki gelişmeler ülkeleri yeni arayışlara götürmektedir. Bu da elektrik enerjisi üretimi için yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek oranda kullanılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Çok çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları (biyokütle, jeotermal, güneş ısı enerjisi, dalga, çöp gazı gibi) olmasına rağmen bu çalışma; rüzgar türbini, FV panel ve mikro hidroelektrik üretim birimlerinden oluşmuş hibrit yenilenebilir enerji sistemleri ile sınırlandırılmıştır.

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği ve potansiyeli bakımından oldukça şanslı bir coğrafyada bulunmaktadır. Bu enerji kaynaklarının maliyetleri oldukça azdır, yenilenebilir olduklarından tükenmezler ve konvansiyonel yakıtların aksine çevre ve insan sağlığı için önemli bir tehdit oluşturmazlar. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kesikli ve doğal olarak tahmin edilememeleri yaygın olarak kullanımlarını engellemektedir. Bu problem, enerji üretim ve yük gereksinimleri arasındaki zaman uyumsuzluğunu gideren depolama sistemi ve uygun yönetim stratejisi ile giderilebilir.

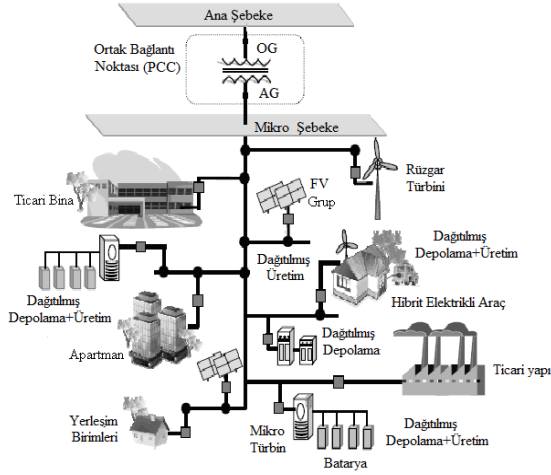
Geleneksel olarak yerleşim yerlerinin uzağında bulunan kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi, kayıpları azaltmak amacıyla yüksek gerilimlere yükseltilmekte, alternatif gerilim şeklinde iletilmekte ve dağıtım noktasında alçak gerilime indirilerek dağıtılmaktadır [1]. Önceleri, elektrik enerjisi merkezi olarak üretilip, uzak mesafelere iletim ve dağıtımı yapılırken, son yıllarda ise artan tüketim ve geleneksel enerji üretiminin neden olduğu çevresel sorunlardan dolayı elektrik enerjisi üretiminde merkezi olmak yerine dağıtılmış üretim sistemlerine ve mikro şebekelere ilgi artmıştır.

2. MİKRO ŞEBEKE

Mikro şebeke; geçen yüzyılın sonunda ortaya çıkan yeni bir enerji kaynağı ve şebeke yönetim teknolojisi olup bağımsız olarak kontrol edilen, dağıtılmış üretimle birlikte güç sağlayan elektrik şebekeleridir. Bunlar, yenilenebilir ve temiz

kaynakların şebekeye dahil olmalarına ve var olan enerjinin maksimum kullanımına izin verebilir. Temel şebekenin bir parçası ve endüstriyel/ticari tüketici uygulamalarından oluşan bir mikro şebeke sistem, şebekeden bağımsız veya şebeke bağlantılı mod olarak çalışabilir. Dağıtılmış enerji kaynakları, mikro şebeke içinde hem dağıtılmış üretim hem de dağıtılmış depolama enerji olabilir.

Şekil 1’de tipik mikro şebeke yapısı ve bu yapıda bulunan rüzgar türbinleri, mikro türbinler, yakıt hücreleri ve FV modüller gibi kaynaklar görülmektedir.



Şekil 1. Tipik mikro şebeke yapısı [2]

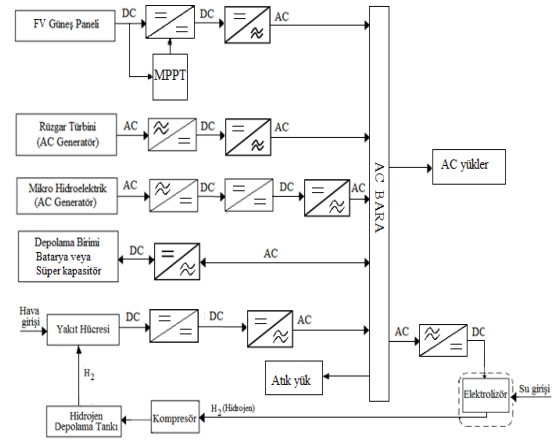
Dağıtılmış üretim teknolojileri; içten yanmalı motorlar, gaz türbinleri, kombine çevrim gaz türbinleri, mikro türbinler, yakıt hücreleri, rüzgar türbinleri, FV güneş panelleri, güneş ısı, küçük hidroelektrik, jeotermal enerjisi, biyokütle, gel-git enerjisi ve dalga enerjisi gibi üretim birimleridir. Bu üretim birimlerinden, rüzgar türbinleri, FV, küçük hidrolik generatörler, jeotermal enerji ve yakıt pilleri dünyada toplam güç üretiminde piyasa payını artırması beklenmektedir[3]. Enerji depolama birimleri ise; Volanlar/Uçan tekerlekler (Flywheels), Süper kapasitörler (Ultra kapasitörler), süper iletken manyetik enerji depolama (SMES, Superconduction Magnetic Energy Storage) ve elektrokimyasal pillerdir[4]. Bu çalışmada, mikro şebeke olarak rüzgar türbini, FV panel ve mikro hidroelektrik santral gibi yenilenebilir enerji kaynaklardan oluşmuş hibrit bir şebeke kullanılmıştır.

3. MİKRO ŞEBEKEDKİ ENERJİ YÖNETİMİ

Enerji yönetimi; ürün kalitesinden, güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakarlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışmadır. Enerji yönetimin amacı; enerji arz güvenliğinin ve verimliliğinin sağlanması, enerji kaynaklarında

çeşitliliğin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı ve kullanımında kayıpların azaltılması, ekonomik, sosyal kalkınma, rekabet gücü ve ulusal güvenlikte önemli bir yer tutan enerji alanında, yenilik faaliyetlerini gerçekleştirmektir.

Bu çalışmada, şehir şebekesinden uzak bulunan küçük bir yerleşim yeri seçilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklı mikro şebekede yapılan enerji yönetimi ile üretim kaynaklarının hibrit bağlanarak üretilmiş oldukları elektrik enerjisini yüke aktarmak veya yükün ihtiyacından fazla olan kısmı depolama biriminde (batarya veya süper kapasitör) ihtiyaç olduğunda kullanılması için depolanması sağlanacaktır. Bataryanın dolu olduğu durumlarda, üretilen enerji ya direkt olarak yüke aktarılacak ya da daha sonra yakıt hücresinde kullanılmak üzere hidrojen üretimi için elektrolizör’e yönlendirilecektir. Bataryanın aşırı şarj veya aşırı deşarj olmaması için şarj regülatörü kullanılmaktadır. Bataryanın minimum şarjı %40 ve maksimum şarjı %80 seçilmiştir. Ayrıca güç üretimindeki kaynakların enerji üretimi yapmadığı ve bataryanın boş olduğu durumlarda yükün ihtiyacı olan enerjinin bir kısmı yakıt hücresinden karşılanması, enerji yönetimi ile yapılacaktır. Böylece enerji üretim birimleri ile yük arasında sürekli bir enerji akışı olması hedeflenmektedir. Program için oluşturulan mikro şebekeli sistemin blok diyagramı Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Mikro şebekeli sistemin blok diyagramı

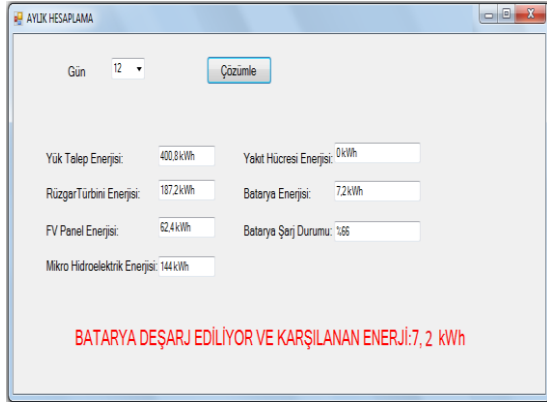
Şekil 2’de verilen blok diyagramından görüldüğü gibi rüzgar türbini, güneş paneli, mikro hidroelektrik santral, yakıt hücresi ve elektroliz ünitesinden oluşan sistem, AC bağlantılı bara ile entegre edilmiştir. Kullanılan üretim birimlerinden istenilen besleme gerilimi (400 V) ve frekans (50 Hz) değerlerine sahip AC gerilim, gerekli dönüştürücüler kullanılarak elde edilmiştir.

Geliştirilen enerji yönetimi stratejisi, fazla enerjinin nasıl kullanılacağını optimize eder. Yani yükler

Yenilenebilir enerji kaynaklı üretim birimlerinin ürettiği güç, talep edilen güçten daha fazla olması durumunda, fazla güç ya bataryayı şarj etmek ya da elektrolizörde hidrojen (H_2) üretmek için kullanılabilir. Bu işlem şarj olarak adlandırılır. Bunun aksine yenilenebilir enerji kaynakları tüm enerji talebini karşılayamıyorsa, ihtiyaç duyulan enerji ya bataryalardan ya da depolanan hidrojeninden faydalanılarak alternatif enerji kaynağı olarak kullanılabilen 4 kWp değerindeki bir PEM yakıt hücresi tarafından karşılanmaktadır. Bu işlem deşarj olarak adlandırılır. Deşarj işlemi sırasında gerekli enerji batarya ve yakıt hücresi tarafından değerlendirilmelidir. Yakıt hücresinin çalışması sırasında üretilen su, elektrolizörde kullanılması

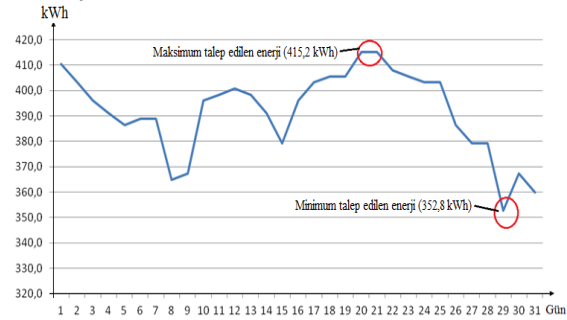
için su depolama tankına kapalı bir döngü içinde geri kazandırılır. Elektrolizör ve yakıt hücresi aynı anda çalışmamaktadır. Ayrıca kısa süreli üretilen enerji dalgalanmaları ve sistemin düzgün çalışması için kurşun asit batarya kullanılmıştır.

Geliştirilen bilgisayar programı çalıştırıldığında, ekrandan istenilen gün (örneğin 12. gün) seçilip çözümler kutucuğu tıklatıldığında ekrana Şekil 4'teki o günün enerji durumu gelir.

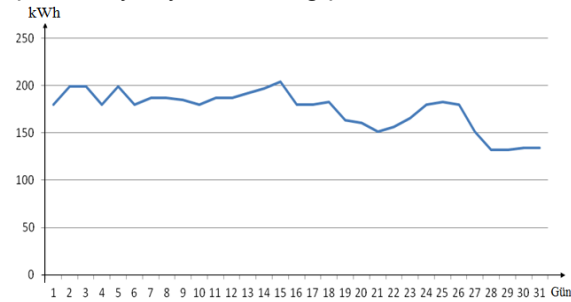


Şekil 4. Ay'ın 12. günü için enerji durumu

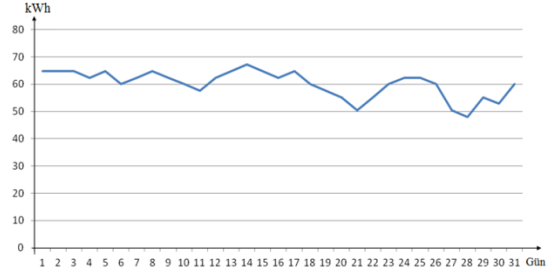
Şekil 4'te görüldüğü gibi ayın 12. gününde rüzgar türbininden 187,2 kWh, FV panelden 62,4 kWh ve mikro hidroelektrik santralden 144 kWh enerji üretilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji yükün talebi olan 400,8 kWh enerjinin tamamını karşılamadığından, ihtiyaç duyulan 7,2 kWh'lık enerji batarya tarafından karşılanmaktadır. Aynı programla ayın her günü için program ayrı ayrı çalıştırılıp 31 günlük elde edilen değerlerle, Şekil 5-11'deki grafikler elde edilmiştir.



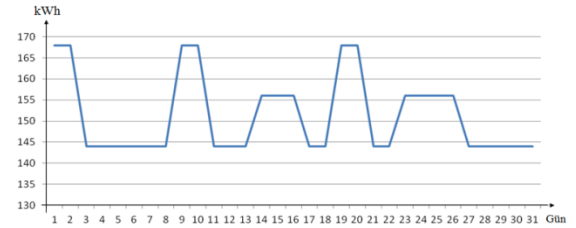
Şekil 5. Aylık yük talebi değişimi



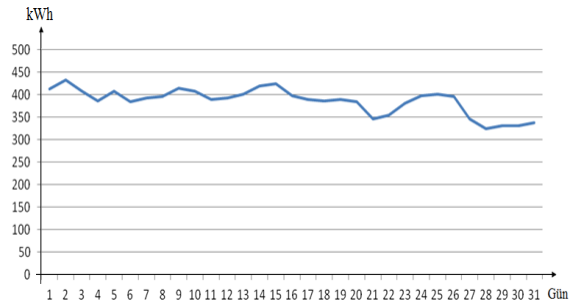
Şekil 6. Rüzgâr türbininden üretilen aylık enerji değişimi



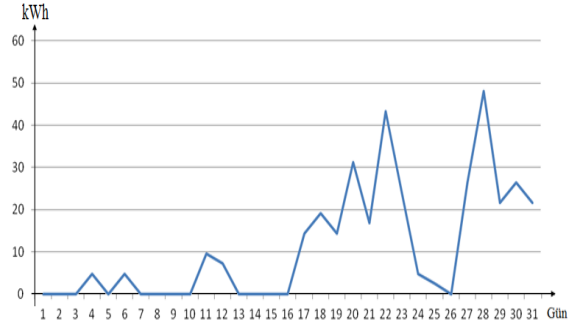
Şekil 7. FV panelden aylık enerji üretimi değişimi



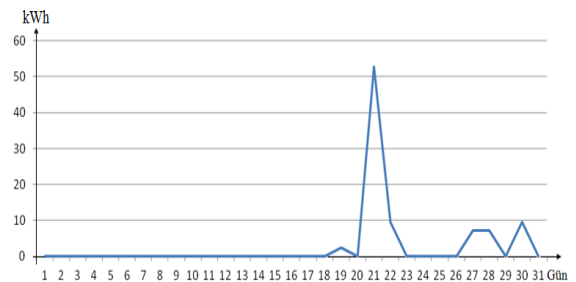
Şekil 8. Mikro hidroelektrik santralden aylık enerji üretimi değişimi



Şekil 9. Yenilenebilir enerji kaynaklarından aylık enerji üretimi değişimi

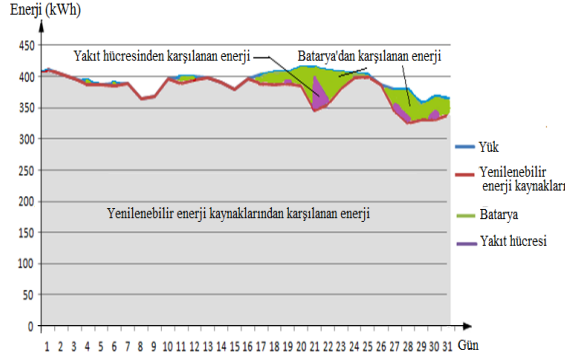


Şekil 10. Batarya tarafından karşılanan aylık enerji miktarı değişimi



Şekil 11. Yakıt hücresi'nin yüke aktardığı aylık enerji miktarı değişimi

Şekil 5-11’de görülen grafiklerde bir aylık yük talebi, yenilenebilir enerji kaynaklarından (rüzgar, FV panel ve hidrolik) elde edilen enerji durumu ile batarya ve yakıt hücresinden karşılanan enerji durumları ayrı ayrı verilmiştir. Bu değerlere göre, bir aylık yük talebinin günler bazında hangi enerji kaynağından sağlandığı Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Aylık talep edilen enerjinin, üretim birimlerinden karşılanması

Şekil 12’de görüldüğü gibi, talep edilen yükün çoğu yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmıştır. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin yeterli olmadığı günlerde, yükün enerji ihtiyacı yenilenebilir enerji kaynaklı üretim birimleri ile birlikte batarya ve/veya yakıt hücresi tarafından karşılanmıştır. Böylece yükün enerji ihtiyacı ay boyunca karşılanmıştır. Bir ayda tüm üretim kaynaklarından üretilen enerjinin, mikro şebekede bulunan kaynaklara göre dağılımları ve yüzdeleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Bir aylık üretilen elektrik enerjisinin kaynakları ve yüzdeleri

Kaynak	Enerji (kWh)	Üretim (%)
FV Panel	1864,8	15,04
Rüzgâr türbini	5409,6	43,64
Mikro hidroelektrik	4692	37,85
Batarya	340,8	2,75
Yakıt hücresi	88,8	0,72

Tablo 2’de görüldüğü gibi, ay boyunca üretilen enerjinin %43,64’ü (en büyük pay) rüzgar türbininden ve % 0,72 (en küçük pay) ile yakıt hücresinden karşılanmıştır. Ay boyunca yükün tükettiği enerjiden fazla kalan enerjinin bir miktarı, elektrolizör’de daha sonra yakıt hücresinde kullanılmak üzere hidrojen üretiminde, geriye kalan kısmı ise batarya şarjında kullanılmıştır. Bataryaların maksimum şarj olması durumunda elektrolizörün maksimum enerjisinden fazla kalan enerji, atık yüke aktararak boşaltılmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elektrik enerjisine olan talebin gün geçtikçe artmasından dolayı, diğer dünya ülkelerine bağımlılıktan kurtulmak, arz güvenliği sağlamak ve elektrik enerjisi üretimi için yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek oranda kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından dağıtılmış üretimin yaygınlaşmasıyla fosil yakıt kullanımının azalmasının yanında, iletim ve dağıtım kaynaklarında azalma olması da beklenmektedir. Enerji yönetimi, kuruluşların enerji politikalarını belirlemesi, amaç ve hedefleri doğrultusunda oluşturduğu enerji yönetim programları çerçevesinde enerji tüketimini yönetmesi ve enerji yönetim sisteminin performansını değerlendirerek iyileştirmelerin sağlanmasına dayanmaktadır. Bu çalışmayla enerji dağıtım şebekelerinden veya yerleşim yerlerinden uzak tatil köyü gibi küçük yerleşim birimlerinin elektrik enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklı hibrit bir mikro şebekede enerji yönetimi yapılarak yükün enerji ihtiyacı sürekli karşılanması sağlanmıştır. Elektrolizör ve yakıt hücresinin sık sık çalıştırılıp durdurulması sonucunda performansını azaltır ve sonrasında ömrünü kısaltır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının kısa süreli değişkenliğinde depolama birimi önemli bir bileşen olmaktadır. Enerji yönetimi, üretim kaynaklarının değişik şartlardaki üretiminin yük talebinin karşılanmasını sağlamak ve işletme bakım maliyetlerinin mantıklı bir seviyede tutması açısından önemlidir. Bir aylık veriler kullanılarak yapılan enerji yönetimi ile güneşten veya rüzgardan yeteri miktarda enerji üretilmediği zamanlarda yükün talep ettiği enerji, batarya ve yakıt hücresi gibi üretim birimlerinden karşılanmıştır. Daha büyük yük taleplerinin olduğu yerler için de enerji yönetiminin yapılması yük taleplerinin karşılanması açısından büyük önem taşımaktadır. Böylece yenilenebilir enerji kaynaklı mikro şebekede yük talebini karşılamada enerji yönetiminin rolünün önemli olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Sevgi L., “EMC, Güç Kalitesi ve Harmonik Analizi”, Endüstri & Otomasyon Dergisi, 2005.
- [2] Shah J.K., “Dynamic power flow control for a smart micro - grid by a power electronic transformer”, Doktora Tezi, University of Minnesota, 2011.
- [3] Özdemir E., “Dağılım Enerji Üretim Sistemleri ve Yardımcı Hizmetler”, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 12. Ulusal Kongresi ve Fuarı, 2007.
- [4] Kocaman B., “Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Mikro Şebekelerde Enerji Yönetimi”, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2015.