

Dağılmış Enerji Üretim Sistemleri ve Yardımcı Hizmetler

Engin Özdemir

Elektrik Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, 41380, Kocaeli

e-posta: eozdemir@kou.edu.tr

Özet

Günümüzde oldukça merkezi olarak üretilen ve dağıtılan elektrik enerjisinin yakın bir gelecekte dağılmış (merkezi olmayan) biçimde üretilmesi beklenmektedir. Bu çalışmada Dağılmış Enerji Üretim Sistemleri (DEÜS) ile enerji üretiminin yanında sunulan ilave yardımcı hizmetler açıklanmaktadır.

1. Giriş

20. yüz yılın ekonomik ve endüstriyel gelişimi elektrik enerjisinin merkezi olarak üretilmesini ve uzak mesafelere iletim ve dağıtımını mümkün kılmıştır [1]. Son yılların yaygın yönelimi ise elektrik enerjisinin merkezi olmak yerine dağılmış olarak üretimidir. Doğal gaz sisteminin binalara ulaşması, gaz türbin teknolojisindeki ilerlemeler; yakıt pili, güneş pilleri ve rüzgar türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarındaki umut verici gelişmeler bu yönelimi güçlendirmektedir [2].

21. yüzyılda elektrik güç üretimi ve dağıtımının, gerek fiziksel altyapısının ve denetiminin, gerekse bilişim alt yapısının büyük bir değişim yaşaması kaçınılmazdır. Geleceğin elektrik dağıtım sistemlerinin, cep telefonlarındaki gelişmeye benzer biçimde, elektrik enerji endüstrisinden daha hızlı bir gelişmeye sahne olması beklenmektedir. Elektrik enerjisinin, sadece oldukça büyük ve merkezi güç üretim istasyonlarında üretilmesi ve yüksek gerilim hatları üzerinden iletimi yerine, yakın bir gelecekte ilave olarak oldukça dağılmış ve farklı üretim altyapılarının kullanılması beklenmektedir. Günümüzdeki elektrik dağıtım sistemlerinde, yük veya talep değişikliklerine karşı çok az denetim imkanı bulunmaktadır. Elektrik dağıtım sistemlerindeki koruma ekipmanları, oluşan hatalara veya kısa devrelere karşı normal olmayan hata akımını sezerek ve hatayı izole etmek üzere devre kesiciyi açarak cevap vermektedir. Bazı yeni otomasyon sistemlerinde ise, hatalı bölge tespit edilmekte ve hatadan sonra alternatif bir güç akış yolu sağlamak üzere diğer bir devre kesici kapatılarak güç alamayan tüketici sayısı azaltılabilmektedir.

Günümüzde çok da akıllı olmayan elektrik dağıtım sistemlerinde, dağılmış enerji üretim sistemlerinin gerilim regülasyonu için bile kullanılmasından özellikle kaçınılmaktadır. Elektrik dağıtım sistemlerinin hataları yerel olarak sezip cevap verebilecek ve böylece olağan dışı yüklenme, iletim sıkışıklığı ve kesinti gibi durumlara baş etmek üzere yerel bir zeka veya otomasyona sahip olacak şekilde geliştirilmesi için çalışmalar ise artmaktadır. Gelecekteki elektrik dağıtım sisteminden beklentiler aşağıda sıralanmaktadır [3].

1. Elektrik şebekesindeki görevli teknik personelin güvenliğini artırmak,
2. Hatalar nedeniyle ortaya çıkan hasarların en aza indirilmesi ve elektriksel kayıpların azaltılması,
3. Önleyici kestirimci bakım hizmetlerinin iyileştirilmesi,
4. Sistemin otomasyonu ve otonomisi,
5. İşletme ve bakım maliyetlerinin azaltılması,
6. İletişim teknolojilerinin kullanımı,
7. Ada moduna hızla geçebilme,
8. Arızalarla baş etme esnekliği,
9. Enerji depolama ve güç elektroniği sistemlerinin kullanımı,
10. DEÜS entegrasyonu,

2. Dağılmış Enerji Üretim Sistemleri ve Şebeke Etkileşimi

DEÜS'leri, 10 KW ile 10 MW arasındaki jeneratörlerin güç sistemi boyunca dağılmış bir şekilde şebeke ile bağlı veya tek başına uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Dünyada toplam güç üretiminde piyasa payını artırması beklenen bazı DEÜS'leri, güneş pilleri, rüzgar türbinleri, küçük hidrolik jeneratörler, jeotermal enerji ve yakıt pilleri olarak sayılabilir. Yakıt pilleri ticarileşme noktasına en yakın teknoloji olarak görülmektedir. Yüksek güçlü güç elektroniği modüllerinin gelişimi, yakıt pilleri ve güneş pillerinin şebeke ile bağlantısına olanak sağlamaktadır.

Rüzgar türbinleri, güneş enerjisi ve yakıt pilleri gibi alternatif ve dağılmış enerji kaynaklarına olan ilgi, yüksek enerji maliyetleri ve geleneksel enerji kaynaklarının çevreye olan olumsuz etkilerinin halk tarafından daha fazla algılanması nedeniyle giderek artmaktadır. Bu nedenle, bu tip enerji kaynaklarına talep artmakta, güvenilirlik ve maliyet etkileri daha ön plana çıkmaktadır [4].

Dağılmış enerji kaynakları, kısa tesis süresi, piyasa beklentilerine cevabındaki esneklik, farklı yakıt seçeneği, gelişmiş güç kalitesi, daha az iletim kaybı, elektrik güç sistemi güvenilirliğinde artış ve gelişmiş şebeke güvenliği gibi çok sayıda avantaja sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının DEÜS olarak kullanımı yönündeki çevresel talepler daha da artmaktadır. Ayrıca, küçük jeneratörler, güç elektroniği ve enerji depolama elemanlarındaki teknolojik gelişmeler dağılmış enerji üretim sistemlerinin mevcut elektrik dağıtım sistemine bağlantısında yeni fırsatlar sağlayacaktır. Bunun yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yönündeki birçok yasal düzenlemeler güç dağıtımının merkezi olmayan yönde gelişmesini desteklemektedir.

Nüfus yoğunluğu yüksek olan bölgelerde elektrik dağıtımında genellikle ağ tipi dağıtım sistemleri kullanılmaktadır. Bu tür sistemlerde şehrin caddelerine ve yolların altına bir dizi iletken yerleştirilir. Bu dağıtım ağı, 5 ile 15 dağıtım fideri devresi üzerinden beslenir. Arıza durumunda tüm şebeke ağı kapatılmak zorunda kalmadan önce bu devrelerden iki veya daha fazlası kesilebilir. Bu yedekli durum ile şebeke ağ güvenilirliği oldukça yüksektir. Bununla birlikte, gerekli olduğu hallerde bu ağ içindeki büyük binalarda güç kalitesini sağlamak üzere ve binaları ada modunda işletmek üzere DEÜS'leri kullanılabilir. DEÜS'lerinden, şebeke yükünün güç faktörünü iyileştirmek ve şebeke güvenilirliğini artırmak için de yararlanılabilmektedir.

Kırsal kesimlerde ve uzak bölgelerde, DEÜS'leri uzun iletim hatlarının kayıplarını azaltarak ve gerilim regülasyonu sağlayarak önemli bir görev yaparlar. Bu tür sistemler ile yük sağlanan reaktif güç, alt istasyonlarda tesis edilen kondansatör bankalarından daha fazla etkiye sahiptir. Ayrıca, kondansatörlerden sağlanan reaktif gücün etkisi gerilimin karesi ile azalmakta, fakat gerçek bir jeneratörden sağlanan reaktif güç ise gerilim düştüğünde daha etkin hale gelmektedir.

Güç elektroniği ve kontrol teorisindeki gelişmeler, elektrik şebekesine çok sayıda DEÜS'nin bağlanmasını sağlayacak ve bu eğilim güvenilirlikte artışa, verimin yükselmesine ve böylece şebeke maliyetlerinin azalmasına yol açacaktır. Güç elektroniği dönüşüm sistemleri, DEÜS'lerinin büyük ve yüksek ataletli türbin jeneratörlerine benzer şekilde şebekede yer almasına ve büyük jeneratörlerin tüm fonksiyonlarını yerine getirmesini sağlayacaktır. Ultra kondansatörler veya süper iletken magnetik enerji depolama (SMES: Superconducting Magnetic Energy Storage) sistemleri gibi enerji depolama elemanı içeren güç elektroniği dönüşüm sistemleri şebeke ve kullanıcıya, gerilim çökme desteği ve diğer bazı enerji kalitesi güvenliği hizmetlerini sunabilecektir. Güç elektroniğinin gelişimi ile birlikte, bir kısa devre anında şebekeye daha az arıza akımı verilecek ve böylece daha ucuz devre kesiciler ve diğer koruma donanımlarının kullanılması mümkün hale gelecektir.

Günümüzdeki şebekeler ve elektrik dağıtım sistemi, elektrik enerjisinin büyük jeneratörlerden alınarak iletim şebekesi yoluyla dağıtım sistemine yük akışını sağlamak ve böylece tüketiciye ulaştırmak üzere tasarlanmıştır. Güç elektroniği düzenleyicileriyle birlikte, dağılmış enerji üretim denetim sistemlerinin gelişimi, güç akışının yerel bölgelerde veya endüstriyel alanlarda yapılabilmesini ve böylece DEÜS'lerinden şebekenin herhangi bir yerinde bulunan tüketiciye ulaşmasını sağlayacaktır. Diğer bir ifade ile güç hatlarının, tek yönlü bir iletken olmak yerine iki yönlü iletken olarak daha fazla kullanımına olanak verilecektir. Elektrik şebekesinin güvenilirliği, yeterlilik (yeterli üretim) ve güvenlik (ani bozucu etkiye cevap) olarak iki bileşenden meydana gelmektedir. Şebekenin yeterliliği, ilave kaynak ve enerji piyasa gücüne ek üretim kapasitesi ilave ederek geliştirilebilir. Şebekenin güvenliği ise dağıtılmış denetim sisteminin anormallikleri tespit edip, gerekli düzeltme işlemlerini yapmasıyla geliştirilebilmektedir.

Enerji depolama sistemleri elektrik şebekelerini düzenlemek; şebeke güvenilirliğini artırarak alınan elektrik enerjisinin kalitesini iyileştirmek için dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır. Enerji depolama teknolojileri, rüzgar ve güneş gibi sürekli olarak yararlanma imkanı olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarından, bu kaynakların mevcut olduğu zamanlarda üretilen enerjinin depolanarak (örneğin hidrojen enerjisi), kaynakların kesintiye uğradığı zamanlarda kullanılmasına olanak sağlayarak; böylece yenilenebilir enerjinin güvenilirliğini artırarak, kullanımını cazip hale getirmektedir. Ayrıca enerji depolama sistemlerinin, iletim ve dağıtım şebekelerinde güç sistemleri denetim teknolojileriyle birlikte kullanımı, şebeke güvenilirliğini artırarak şebekeden alınan elektrik enerjisinin kalitesini iyileştirmektedir. Dünyada mevcut ve/veya gelişmekte olan elektrik enerjisi depolama sistemleri arasında özgül enerjisi yüksek Li-iyon pilleri ve NiMH pil teknolojileri, süper kondansatörler (elektrik enerjisini elektronik yolla depolar) ve süper iletkenli manyetik enerji depolama sistemleri (SMES) ülkemizin de yetkinlik kazanması gereken teknoloji alanlarıdır.

Birçok farklı dağılmış enerji kaynağından üretilen elektrik enerjisi şebeke ağına doğrudan güç sağlamaya uygun değildir. Dağılmış enerji kaynaklarından, yakıt pilleri, güneş pilleri ve bataryalar doğru akım; rüzgar türbinleri ve jeneratörler ise değişken frekanslı alternatif akım üretmektedir. Bu kaynakların elektrik şebekesine güç sağlaması için bir güç dönüştürücüsüne gerek duyulmaktadır.

Gelecek beş on yıl içinde, DEÜS'lerinin ulusların yeni üretim kapasitelerinin %20'sini veya daha fazlasını oluşturması beklenmektedir. Düşük düzeylerde bile günümüzde büyük türbinler tarafından sağlanan dönen rezerv, reaktif güç kaynağı ve gerilim regülasyonu gibi yardımcı hizmetler, gelecekte DEÜS'leri tarafından sağlanabilecektir. DEÜS'leri üretimin küçük bir kısmını oluşturduğunda bile, herhangi bir bozucu etki oluştuğunda, şebekeden ayrılması istenmeyecektir. Bunun yerine DEÜS'leri şebekeye bağlı kalmaya devam ederek, sistemi kararlı hale getirmeye yardım edecektir.

3. Dağılmış Enerji Üretim Sistemi Türleri

Geleneksel içten yanmalı motorlu teknolojiler yanında yenilenebilir enerji teknolojileri de dağılmış enerji üretimi amacıyla kullanılabilir. Son yıllarda geliştirilmekte olan bazı DEÜS türleri aşağıda sıralanmaktadır.

1. Mikro türbin jeneratörler,
2. İçten yanmalı motorlu jeneratörler,
3. Gaz veya dizel türbin jeneratörleri
4. Yakıt pilleri,
5. Güneş pilleri,
6. Rüzgar türbinleri,

Dağılmış enerji sistemlerinin bazı özellikleri Tablo 1'de detaylı olarak verilmektedir [5].

Tablo 1. DEÜS özellikleri.

Teknoloji	Avantajları	Dezavantajları	Yakıt tipi	Boyutları
Yakıt pili Verim %45-55 Tesis maliyeti düşük ısıda 2000-3000 \$/KW	Hidrojen elektrik dönüşüm verimi yüksek, Evsel uygulamalara uygun, Isı geri kazanımı ile yüksek verim, Düşük zararlı gaz emisyonu.	Çok az sayıda ticari cihaz Araştırmalar otomotivde yoğun İlk başlatma süresi uzun	Hidrojen, doğal gaz, propan, metanol	MCFC 250-2850 KW PAFC 200 KW PEMFC 3 – 250 KW SOFC 225-2240 KW
Güneş Pili Tesis maliyeti oldukça değişken yaklaşık 4000 \$/KW	Yakıt maliyeti yok, Hareketli parçası yok, Emisyon ve gürültü yok, Tepe yük azaltımı için uygun Güvenilir teknoloji	Geniş alan gerekli, Yüksek tesis maliyeti Temel yüklere uygun değil, Depolamasız yedek güç kullanımına uygun değil Değişken güç çıkışı	Doğrudan güneş ışığı	Alan ile sınırlı
Rüzgar Türbini Tesis maliyeti oldukça değişken yaklaşık 1100 \$/KW	Yakıt maliyeti yok, Sıfır emisyon, Gelişmiş teknoloji, Çok sayıda üreticisi var	Üretim rüzgara bağımlı Geniş araziye ihtiyaç var Şebekeye bağımlı yedek veya tek başına uygulamalara uygun değil	12 mph veya daha yüksek rüzgar hızı	1 – 1000 KW
İçten Yanmalı Jeneratör Verim %27-38 Tesis maliyeti 400-600\$/KW	Gelişmiş teknoloji Şebeke ile paralel veya tek başına çalışabilme, Isı geri kazanımı ile verim artışı mümkün	Emisyonlar ve gürültülü, Yerinde yakıt depolama gerekli	Dizel, doğal gaz, propan vb.	1 – 6000 KW
Gaz Türbin Jeneratör Verim %25-%40 Tesis maliyeti 650\$/KW	Isıl geri kazanım ile yüksek verim Ticari olarak hazır teknoloji Temel güç, yedek güç ve tepe yük için uygun Çok sayıda üretici Oldukça düşük tesis maliyeti	Emisyonlar ve gürültülü, Yerinde yakıt depolama gerekli	Doğal gaz, metan	3 – 15000 KW
Mikro türbin jeneratör Verimi %28-33 Tesis maliyeti 750\$/KW-900\$/KW	Isıl geri kazanım ile yüksek verim Evsel ve küçük endüstriyel uygulamalar için ısı çıkışı Temel güç veya yedek güç kullanımına uygun Belirli güçlerde ticari ürün	Endüstriyel uygulamalar için yetersiz sıcaklık	Doğal gaz, propan, dizel	15 – 250 KW

Birçok yardımcı hizmetin sağlanabilmesi için sadece ek yazılım kod desteği yereli olurken eğer ilave bir enerji depolama olanağı varsa, güç dönüştürücü motor ilk kalkınma anındaki kısa süreli ani akım gibi kısa süreli yardımcı hizmetlerin yanında yük takibi ve frekans regülasyonu gibi diğer önemli yardımcı hizmetleri de yerine getirebilmektedir. Ayrıca DEÜS ile şebeke bağlantılı elektrik üretimi veya tek başına (şebeke bağlantısız) elektrik üretimi ve bunlar arasında hızlı geçiş imkanı bulunmaktadır.

DEÜS'lerinden sağlanan yardımcı hizmetlerin dikkate alınacak ölçüde ekonomik katma değeri de bulunmaktadır. Yardımcı hizmetleri sağlayan güç dönüşüm sistemi, güç devresi, sürücü katı, denetim sistemi ve tüm sistem denetimi olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır. Güç devresi yarı iletken anahtarlama elemanları, soğutma ve koruma devrelerinden meydana gelmektedir. Sürücü katı denetim sisteminden gelen sinyalleri uygun anahtarlara iletme görevini yapmaktadır. Tüm sistem denetimi ise iç ve dış kontrol elemanlarından gelen sinyaller ile tüm denetim işlevlerini yerine getirmektedir. Güç dönüşüm sistemi maliyeti yaklaşık olarak 150 \$/KW ile 500 \$/KW arasında değişebilmektedir.

5. Tartışma

TÜBİTAK, Enerji Ve Çevre Teknolojileri Strateji Grubu "Enerji Ve Çevre Teknolojileri Stratejisi" raporunda yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde kullanımının öneminden bahsedilmekte ve dağılmış enerji üretim sistemlerinin yakın gelecekte oldukça önem kazanacağı vurgulanmaktadır. Yine aynı raporda 2020 yılında 10. hedef olarak dağılmış enerji üretim sistemleri ve yenilenebilir enerji üretimi teknolojilerinin kazanılması öngörülmektedir.

Avrupa Birliğine katılmaya hazırlanan ülkemizde, yakın bir gelecekte dağılmış enerji kaynağı olarak farklı üniversitelerde ve çeşitli kuruluşlarda araştırma konusu olan enerji kaynaklarının ülkemiz elektrik dağıtım sistemindeki yerini alması kaçınılmazdır. Ülkemizde özellikle güneş pilleri, rüzgar türbinleri ve yakıt pillerinin kullanımı oldukça uygundur. Konu edilen enerji kaynaklarının dağıtım sistemine entegrasyonu için geliştirilecek güç elektroniği arabirimi ile enerji üretimi yanında elde edilecek yardımcı hizmetler, ülkemizin stratejik ihtiyaçları açısından oldukça önemlidir.

6. Sonuçlar

DEÜS'leri enerji üretiminin yanında sunduğu yardımcı hizmetler ile özellikle güç kalitesi alanında yaşanan problemlere çözüm olarak görülmektedir. Aktif güç üretiminin yanında sunduğu yardımcı hizmetler nedeniyle DEÜS'lerinin tesis edilmesi hızlanacaktır. Birçok yardımcı hizmetin sunulması için sadece yazılımda küçük değişiklikler yeterli olurken bunun yanında dışarıdan bağlanacak olan gelişmiş enerji depolama sistemleri DEÜS'lerinin kabiliyetlerini daha da geliştirecektir.

7. Teşekkür

Bu çalışmada Engin Özdemir, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çalışmalarını için TÜBİTAK R2219 yurt dışı doktora sonrası araştırma burs programı kapsamında desteklenmiştir.

8. Kaynakça

- [1] F. A. Farret, M. G. Simoes, "Integration of Alternative Sources of Energy" John Willey and Sons Inc. 2006.
- [2] N., Tuncay, "Enerji ve Çevre Teknolojileri Stratejisi" Vizyon 2003 TÜBİTAK Raporu, 2003.
- [3] J. B. Campbell, T. J. King, B. Ozpineci, L. M. Tolbert, X. Yu, Y. Xu, "Ancillary Services Provided from DER," Oak Ridge National Laboratory Report, ORNL/TM-2005/263, 2005.
- [4] J., Kueck, B. J. Kirby, "The Distribution System of the Future" The Electricity Journal, p. 78-87 2003.
- [5] US Department of Energy web site http://www.eere.energy.gov/de/de_characteristics.html.
- [6] X. Yu, L. M. Tolbert, "Ancillary Services Provided from DER with Power Electronics Interface," *IEEE Power Engineering Society General Meeting*, June 18-22, Montreal, Canada, 2006.