

# GÜÇ SİSTEMLERİNDE DAĞITILMIŞ ENERJİ ÜRETİMİNE GENEL BİR BAKIŞ

Faruk UGRANLI, Engin KARATEPE

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ege Üniversitesi  
faruk.ugranli@ege.edu.tr, engin.karatepe@ege.edu.tr

## ÖZET

Son yıllarda güç sistemleri açısından önem kazanan olgulardan biri dağıtılmış enerji üretim sistemleridir. Her ne kadar yeni bir kavram olmasa da, gerek yenilenebilir enerji kaynaklarında gerekse düşük güçteki üretim birimlerinde gerçekleşen gelişmelerle birlikte günümüzde önemini oldukça artırmıştır. Bu sistemlerin avantajlarının oldukça fazla olmasından dolayı yüksek miktarlarda teşvikler sağlanabilmektedir. Ülkemizde de yürürlüğe konulan “Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine” ilişkin yönetmelik ile dağıtılmış enerji üretim sistemlerinin teşviki açısından büyük bir adım atılmıştır. Bununla birlikte güç sistemlerinin kalitesi ve güvenilirliği açısından bu sistemlerin etkilerinin tartışılmasının önemi artmıştır. Bu sistemlerin avantajlarına rağmen, dağıtılmış enerji üretim tesislerinin şebekeye optimum entegrasyonu konularında literatürde çalışmalar yapılmaktadır. Bu makalede, dağıtılmış enerji üretim tesisleri ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar ışığında bir tanım yapılarak, etkileri ve avantajları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, bu hususların Türkiye açısından ne durumda olduğu incelenerek, genel bir bakış açısı çizilmeye çalışılmıştır.

## GİRİŞ

Gelişen teknolojiyle birlikte insanoğlunun elektrik enerjisine olan bağımlılığı gün geçtikçe artmaktadır. Bir zamanlar lüks olarak kabul edilen klima vb. elektronik ürünler günümüzde her evde bulunması gereken bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla, elektrik enerjisine olan talep bu gelişmelere paralel olarak hızla artmaktadır. Özellikle fosil tabanlı yakıtların sınırlı olduğu ülkelerde elektrik enerjisinin temini büyük bir problem olabilmektedir. Diğer yandan, elektrik enerjisindeki kesintiler ve bu gibi sorunlar sanayi ve tüketiciler açısından önemli sosyal ve ekonomik sonuçlar doğurmaktadır. Kesintisiz ve güvenilir bir güç sağlanmasının da artan enerji talebini karşılamak kadar önemli bir husus olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Mevcut güç sistemlerinin gelecek yıllarda bu gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalabilecekleri gerçeğinden dolayı güç sistemlerinde yeni arayışlara gidilmekte ve farklı yaklaşımlar getirilmeye çalışılmaktadır.

Son zamanlarda bu konularda karşımıza çıkan en önemli kavramlardan biri de akıllı şebekelerdir. Bilgi teknolojilerinde ve haberleşmede gerçekleştirilen yenilikler, akıllı şebekelerin oluşturulması için uygun bir zemin oluşturmaktadır. Dolayısıyla, güç sistemlerine ait tüm elemanların birbiriyle haberleşebildiği akıllı şebekeler sayesinde güç sistemlerinin daha kontrollü ve verimli işletilebilmesi sağlanabilecektir. Gerek tüketiciler gerekse üreticiler açısından bir çok fayda sağlayacak olan bu sistemler sayesinde enerji tedariki tüketicilerin talepleri doğrultusunda gerçekleştirilecektir.

Günümüz güç sistemlerinin akıllı şebekelere geçiş aşamasında önemli basamaklardan biri ise dağıtılmış enerji üretim (DEÜ) sistemleridir. Günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminin geliştirilmesiyle birlikte DEÜ’ler alternatif enerji üretim metodları olarak oldukça önem kazanmıştır ve bu konu üzerine yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır [1], [2].

Bu makalede, DEÜ sistemleri ile ilgili literatürde yapılmış çalışmalar ışığında DEÜ sistemlerinin tanımları, avantajları gibi konularda bir tartışma ortaya konularak, bu hususlar Türkiye'deki gelişmeler açısından değerlendirilmiştir. Sırasıyla çalışmanın ikinci bölümünde DEÜ'nün tanımıyla ilgili hususlar irdelendikten sonra, üçüncü bölüm DEÜ konseptini tartışmak için ayrılmıştır. Dördüncü bölümde ise DEÜ'nün avantajları ortaya konulmaktadır. Daha sonra, sonuç bölümü ile çalışma bitirilmiştir.

## **DEÜ'NÜN TANIMI**

Dağıtılmış enerji üretim sistemlerinin İngilizce karşılığı olarak değişik ülke ve bölgelerde bir çok farklı terim türetilmiştir. Ülkemizde de bu konu da farklı söylemler bulunmasına rağmen dağıtılmış üretim sistemleri en uygun tabir olarak bu çalışmada kullanılmıştır [3].

Bu sistemlerin tanımının ise literatürde başlı başına bir çalışma olduğu karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bu tanımlar ise genel olarak DEÜ'nün gücünü belirlemek hedefli olarak ortaya atılmıştır. Hidroelektrik ve termik santraller gibi geleneksel enerji üretim tesislerine nazaran oldukça düşük güçlerdeki üretim tesisleri DEÜ kapsamında kabul edilmektedir. Her ne kadar henüz literatürde DEÜ'lerin tanımı için tam bir sınır çizilmemiş olsa da, "dağıtım şebekesine veya yükün yoğun olduğu bölgelere doğrudan bağlanabilen ve güçleri 50 MW'dan düşük üretim birimleri" tanımı genel olarak kabul edilmektedir [1]. Fakat DEÜ'nün kullanılacağı güç sisteminin toplam yükü, kullanım amacı vb. nedenlerle bu tanımın esnek olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. CIREN raporuna göre DEÜ tanımındaki bu belirsizlikler farklı çıkış noktalarından kaynaklanmaktadır ve 100 MW'dan düşük güce sahip üretim tesisleri DEÜ kapsamında sayılmaktadır [4].

Ülkemizde ise 2010 yılında çıkan lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik baz

alınırsa, 500 kW gücün altında kurulacak güç sistemlerinin bir nevi DEÜ olarak algılanacağı ön plana çıkmaktadır. Açıkçası, ege bölgesinde yoğun olarak kurulmuş rüzgar türbinlerinin de DEÜ kapsamına girip girmeyeceği bir tartışma konusudur. Bir çalışmada, DEÜ'lerin toplam gücünün, şebekenin toplam yükünün %5'i kadar olabileceği öne sürülmektedir [5]. Buna göre, her ne kadar güçleri yüksek seviyelerde olsa da, rüzgar türbinlerinin kurulu gücü Türkiye enterkonekte sisteminin toplam yüküne göre oldukça düşük kalmaktadır.

## **DEÜ KONSEPTİ**

Genel olarak DEÜ denilince her ne kadar bir üretim teknoloji şekli akla gelse de, aslında DEÜ elektrik şebekeleri açısından bir planlama ve çalışma konseptidir. Şekil 1'den anlaşılacağı üzere, geleneksel güç sistemlerinde yük akışı merkezi büyük üretim santrallerinden son kullanıcıya doğru olmaktadır DEÜ'lerin dahil edilmesiyle birlikte çift yönlü yük akışları ve dolayısıyla problemler ortaya çıkabilmektedir. DEÜ'nün entegrasyonu ile karmaşıklaşan ve bir labirenti andıran güç sistemlerinde gerilimlerde aşırı artışlar, yenilenebilir enerji kaynaklarından kaynaklanan gerilim salınımları ve hatlarda aşırı yüklenmeler bu problemlerden en önemlileridir. Sistem bazında düşünüldüğünde ise güç sistemleri pasif bir yapıdan aktif bir yapıya doğru bir geçiş yaşamaktadır. Bu problemler DEÜ'lerin optimum entegrasyonu ile avantaja dönüştürülebilmektedir [5].



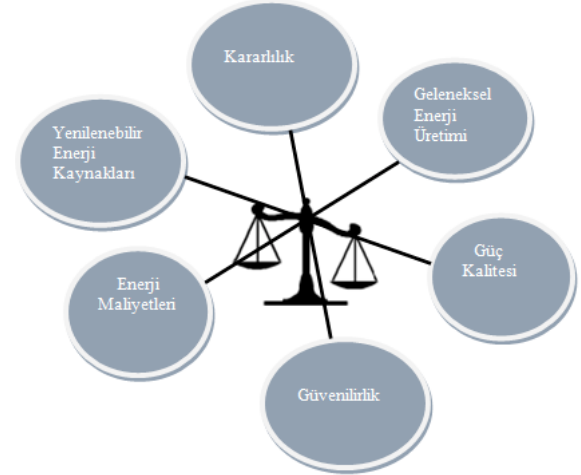
Şekil-1. DEÜ konsepti ve olası problemler

Güç sistemlerine DEÜ entegrasyonu ile birlikte şebeke planlama yaklaşımları da zaman içinde farklılıklar göstermeye başlamıştır. Çizelge 1’den de anlaşıldığı üzere geleneksel planlama metodunda elektrik enerjisi, merkezi santrallerde üretilerek pasif şebekeler vasıtasıyla son kullanıcıya ulaştırılabilmektedir. Yine DEÜ konseptinde geleneksel yaklaşımın tersine, yükler güç kalitesi gereksinimlerine göre kritik/kritik olmayan vb. şeklinde sınıflandırılarak, sistemden yük atılması gerektiğinde derecelendirme yapılarak önemli yüklerin olası problemlerden korunabilmesi sağlanabilmektedir. Özellikle akıllı şebekelerin daha aktif kullanılmasıyla birlikte daha yüksek miktarlarda DEÜ entegrasyonu sağlanabilecektir. Bununla birlikte, Şekil 2’de gösterilmiş olan sistemdeki bir çok parametrenin aynı anda dengesinin sağlanabilmesi amacıyla gelişmiş planlama, yönetim ve işletme metodlarının geliştirilmesi kaçınılmaz olacaktır. Sonuç olarak güç sistemlerinin geçirmekte olduğu

bu değişim ile birlikte daha kontrollü ve güvenilir çalışma koşulları sağlanabilecektir.

	Dün	Bugün	Yarın
<b>Planlama</b>	Geleneksel Yaklaşım	Dağıtılmış Enerji Sistemleri	Mikroşebekeler
<b>Üretim</b>	Merkezi	Dağıtılmış	Dağıtılmış
<b>DEÜ entegrasyonu</b>	Yedek Üretim	Az/Orta seviyede	Yüksek seviyede
<b>Yükler</b>	Farklılık Gözetilmez	Güç Kalitesi Gereksinimlerine Dayalı Yük Sınıflandırması	
<b>Dağıtım Şebekeleri</b>	Pasif	Yarı-aktif	Aktif

Çizelge 1. Elektrik şebekeleri planlama yaklaşımları [6]



Şekil-2. Güç sistemlerindeki denge

DEÜ’lerin uygulanmasında çok çeşitli enerji üretim teknolojilerine rastlanmaktadır. Bu teknolojileri genel olarak yenilenebilir ve geleneksel olmak üzere iki başlık altında toplayabilmek mümkündür. Fotovoltaik güneş pilleri, rüzgar santralleri, biokütle, yakıt hücreleri ve jeotermal enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarının (YEK) önemli örneklerindedir. Çevre dostu enerji kaynakları olmaları itibarıyla YEK’lerin, özellikle rüzgar türbinleri ve güneş pillerinin, kullanım oranları son yıllarda oldukça artmıştır. Yine de rüzgar

türbinlerinin ses, görüntü kirliliği yaratması ve doğal hayatı olumsuz etkileyen çalışmaları gibi bazı çevresel sebeplerden dolayı YEK'ler üzerinde de bazı tartışmalar yapılmaktadır [7]. Diğer yandan mikrotürbinler, kombine çevrim gaz türbinleri ve içten yanmalı motorlar gibi geleneksel üretim tesisleri de düşük kurulum maliyetleri ile güç sistemlerinde oldukça sık kullanılan üretim tesislerindedir. Fosil tabanlı yakıtlarla çalışan bu sistemlerin doğaya saldıkları sera gazları ve petrole bağımlı çalışmaları en büyük dezavantajları olarak göze çarpmaktadır. Daha önce de bahsedildiği üzere her bir hususun avantaj ve dezavantajının bu kadar fazla olduğu bir konuda ortak bir tanım yapılabilmesi oldukça güçtür. Diğer yandan DEÜ'ler, ölçeklenebilir ve modüler yapıya sahip düşük güçlü üretim elemanları olmalarından dolayı güç sistemlerine istenilen herhangi bir noktadan entegre edilebilmekte ve gerektiğinde güçleri kolaylıkla artırılabilir [8].

Ülkemizde 2006 yılında kabul edilmiş veriler ve 2025 yılındaki olası senaryolara göre tahmin edilen veriler ışığında DEÜ'lerin üretim teknolojilerine göre yüzdelik dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir. Günümüzde Jeotermal ve Bio-Gaz'dan enerji üretiminin ne kadar yaygın olduğu açık bir şekilde anlaşılmaktadır. Ayrıca önümüzdeki yıllarda ülkemizde yapılacak yatırımların önemli bir kısmının doğal gaz ve rüzgar santrallerine yapılacak olması da bu öngörüden çıkarılabilecek önemli sonuçlardan bir tanesidir. Burada, doğal gaz santralleri ısı ve elektrik enerjisini birlikte sağlayabilen üretim elemanları olarak karşımıza çıkmaktadır [9].

### DEÜ'NÜN AVANTAJLARI

DEÜ'lerin konvansiyonel sistemlere göre avantajlarını teknik, mali, ve çevresel olmak üzere üç grupta toplayabiliriz. Hatlardaki yüklenmeleri azaltarak şebeke kayıplarının

azaltılması ve artan gerilim profili ile güç kalitesinin artması DEÜ'lerin en önemli iki teknik avantajı olarak gözükmektedir. Mali olarak ise fosil tabanlı yakıtların kullanımının azaltılması, şebekede oluşan maksimum enerji talebi zamanlarında devreye girerek elektriğin birim maliyetinin azaltılması ve dağıtım ve iletim hatlarının yenilenmesinin ertelenmesi dolayısıyla yatırımın geciktirilmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına imkân sağlamasından dolayı karbondioksit ve sera gazlarının salınımını azaltmaktadır.

DEÜ	2006 (%)	2025, düşük (%)	2025, yüksek (%)
Doğal Gaz	11.1	20.0	30.0
Hidro	4.5	5.0	15.0
Rüzgar	47.4	50.0	100.0
İthal Kömür	13.3	20.0	20.0
Linyit	2.2	2.5	5.0
Linyit (Afşin Elbistan)	0.0	0.0	0.0
Dizel/Fuel-Oil	39.5	40.0	40.0
Nükleer	0.0	0.0	0.0
Taş Kömürü	0.0	0.0	0.0
Jeotermal/Bio-Gaz	100.0	100.0	100.0

Çizelge 2. Türkiyede DEÜ'lerin teknolojilere göre dağılımı [9]

Güç sistemleri yöneticileri ve mühendislerinin ortak amacı varolan sistemleri en verimli şekilde kullanarak bu sistemlerin kullanım ömürünü artırmaktır. Bunu bir çok farklı yolla gerçekleştirebilirken, DEÜ entegrasyonu en iyi çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Güç sistemlerinde DEÜ kullanımının bir çok

avantajı olduğu gibi, eğer doğru planlama ve kontrolü yapılmaz ise bu avantajlar dezavantaja dönüşebilmektedir. Bu avantajları şu şekilde sıralayabiliriz [10-11]:

- Şebeke kayıplarının azaltılması.
- Gerilim profilinin düzenlenmesi.
- İletim ve dağıtım hatlarındaki yüklenmelerin azaltılarak mevcut güç sistemlerinin iyileştirilmesinin ve yeni iletim / dağıtım hatlarının yapılmasının ertelenmesi.
- Modüler yapısı sayesinde kısa zamanda ve herhangi bir yere kolayca entegre edilmesi.
- Elektrik enerjisinin birim fiyatının azaltılması.
- Sistem elemanlarının ve trafoların kullanım ömürlerinin uzatılmasında yardımcı olması.
- Maksimum yük zamanlarında fazla yükü karşılayarak yük yönetimine yardımcı olması.
- Sera gazı salınımının önemli ölçüde azaltılmasından dolayı çevre dostu enerji sağlamasıdır.

## SONUÇLAR

Bu çalışmada DEÜ'ler ile ilgili bir literatür değerlendirilmesi yapılmıştır. Her ne kadar bir tanım geliştirilmeye çalışılsa da, aslında DEÜ'lerin tanımı, hedeflenen amaca ve güç sisteminin yapısına göre belirlemek daha makul bir çözüm olarak gözükmektedir. Bu açıdan bakıldığında rüzgar türbinleri açısından önemli yol katedilen ülkemizde, güneş panelleri ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırımların yapılması gerektiği aşikardır. Dahası entegre edilen bu DEÜ'lerin belli bir plan dahilinde entegrasyonu Türkiye enterkonnekte sistemini daha güvenilir ve güçlü kılacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Ackermann, T., Andersson, G., Söder, L., "Distributed generation: a definition", *Elect. Power Syst. Res.*, Vol: 57, 2001, pp. 195-204.
- [2] Pepermans, G., Driesen, J., Haeseldonckx, D., Belmans, R., D'haeseleer, W., "Distributed Generation: definition, benefits and issues", *Energy Policy*, Vol: 33, 2005, pp. 787-798.
- [3] [http://www.emo.org.tr/ekler/17746ad1530ae76\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/17746ad1530ae76_ek.pdf), (Erişim Tarihi: Eylül 2011).
- [4] CIRED, Dispersed Generation; Preliminary Report of CIRED, International Conference on Electricity Distribution, Brussels, Belgium, 1999.
- [5] Wang, C., Nehrir, M.H., "Analytical approaches for optimal placement of distributed generation sources in power systems", *IEEE Trans. Power Syst.*, Vol: 19, 2004, pp. 2068-2076.
- [6] Driesen, J., Katireai, F., "Design for Distributed Energy Resources", *IEEE Power and Energy Magazine*, Vol: 6, 2008, pp. 34-41.
- [7] Lopes, J.A.P., Hatziargyriou, N., Mutale, J., Djapic, P., Jenkins, N., "Integrating Distributed Generation into Electric Power Systems: A Review of Drivers, Challenges and Opportunities", *Elect. Power Syst. Res.*, Vol: 77, 2007, pp. 1189-1203.
- [8] Van Sambaek, E., "Distributed Generation in Competitive Electricity Markets", *Center for Energy and Environmental Policy, Working Paper No. 00-S4*, 2000, 24p.
- [9] Lise, W., "Towards a Higher Share of Distributed Generation in Turkey", *Energy Policy*, Vol: 37, 2009, pp. 4320-4328.
- [10] El-Khattam, W., Salama, M.M.A., "Distributed Generation Technologies, Definitions and Benefits", *Elect. Power Syst. Res.*, Vol: 71, 2004, pp. 119-128.
- [11] Ugranlı, F., Karatepe, E., "Convergence of rule-of-thumb sizing and allocating rules of distributed generation in meshed power networks", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, doi:10.1016/j.rser.2011.08.024.