DAĞITILMIŞ ENERJİ KAYNAKLARI İÇEREN ŞEBEKE TASARIM ÖNERİSİ

Belgin TÜRKAY
turkayb@itu.edu.tr

İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Büyük güçlü santrallarda verim yaklaşık olarak % 28 ila % 40 arasında değişmektedir ki bu da santrala gelen yakıtın ancak % 28 ila % 40 kadarının elektrik enerjisine çevrildiği anlamına gelmektedir. Yakıt hücreleri , gaz türbinleri veya kombine santrallar gibi dağıtılmış üretim kaynaklarında ise verim %40 ila % 55 arasında değişmektedir. Teknolojideki gelişmeye bağlı olarak daha güvenilir ve arızalara dayanıklı bir elektrik dağıtım şebekesinin yapılandırılmasına olan gereksinim artmıştır. Büyük güçlü santrallara gore verimi daha yüksek ve tüketiciye yakın tesis edilmesi mümkün olan dağıtılmış üretim kaynaklarının elektrik kesintilerini minimize edecek şekilde tesis edilmesi durumunda geleceğin şebeke modeli olarak görülen mikro şebeke yaklaşımı hakkında çalışmada bilgi verilmiştir.

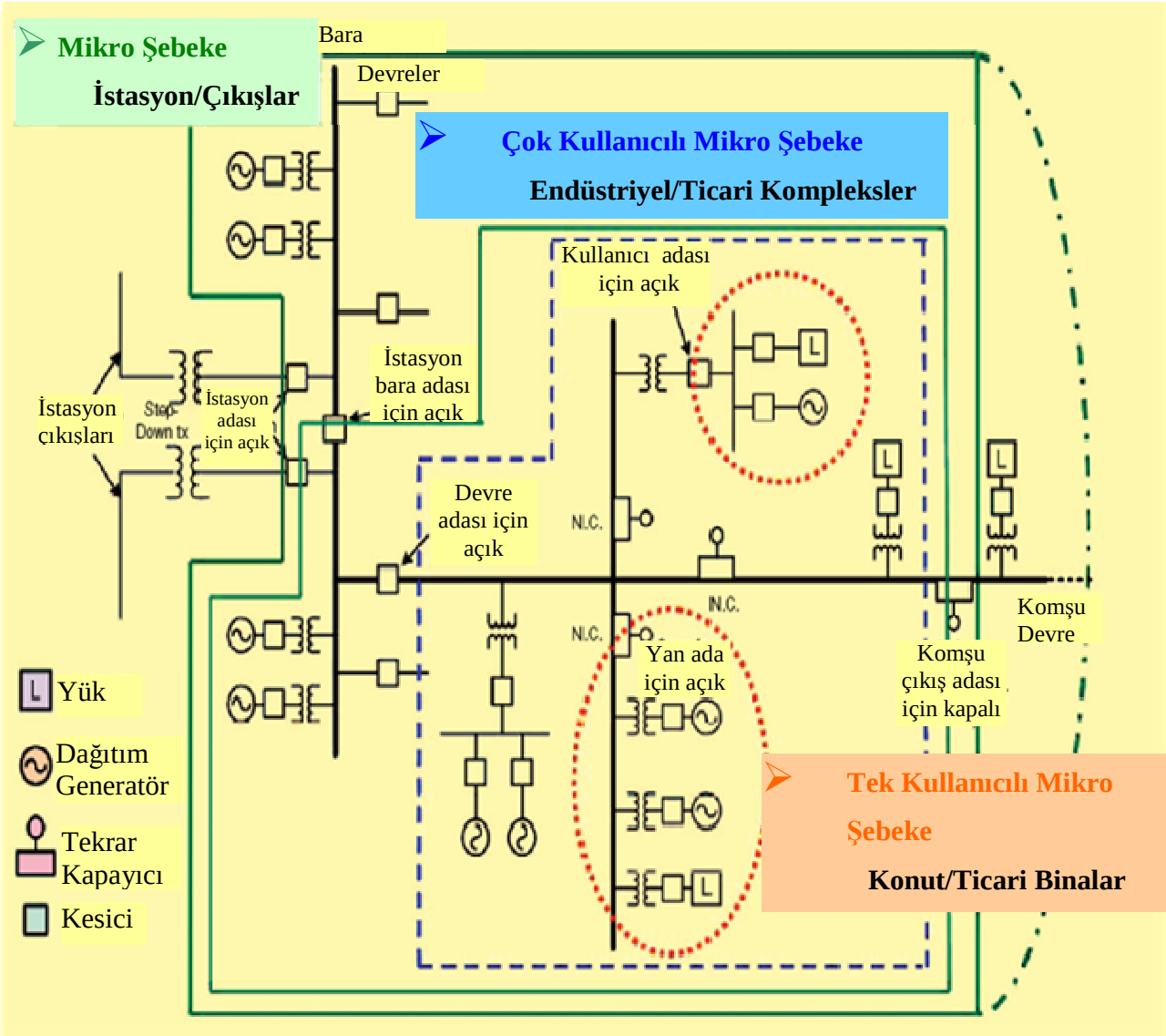
1. GİRİŞ

Dağıtılmış üretim, küçük güçlü üretim birimlerinin şebekeye tüketicilerin yük ihtiyaçlarını karşılamak üzere bağlanmasıdır. Küçük ölçekli hidro, diesel, kombine santrallar ve diğer dönen makinalar dağıtılmış üretim kaynaklarından bazılarıdır. Bunlara ilave olarak yakıt hücreleri, rüzgar, güneş enerjisi gibi elektrik enerjisi üretim kaynaklarıda dağıtılımış üretim birimleri olarak tanımlanır. Alternatif enerji üretim kaynakları boyutlarının küçük olması sebebi ile dağıtıma yakın noktalarda yerleştirilebilirler.

Günümüzdeki şebeke yapısında, yüksek gerilim şebekelerinde oluşan arızalarda hatların kesilmesi ve/veya büyük bir santralın devre dışına çıkması sonucunda yapılan zorunlu yük atımı nedeniyle uzun süreli elektrik kesintileri oluşmaktadır.

Sonuç olarak, elektrik enerji sistemlerindeki arızalar sebebi ile çok fazla sayıda elektrik enerji kesintisi yaşanmakta dolayısı ile büyük miktarda tüketici enerjisiz kalmaktadır. Günümüzde, tüketici taleplerin-deki değişimler, toplumda teknololijiye bağımlılığın gittikçe artmasının sonucu olarak daha güvenilir ve arızalara dayanıklı bir elektrik dağıtım şebekesinin yapılandırılmasına olan gereksinim artmıştır. Çok sayıda dağıtılmış enerji kaynağını (DEK) içeren yeniden yapılandırılmış bir elektrik dağıtım şebekesi ile sistem güvenirliği arttırılıp, hizmet kalitesi yükseltilebilir.

Tablo 1 de dağıtım sisteminin geleneksel yöntemler ile planlanmasıyla, merkezi olmayan enerji üretimine ve mikro



Şekil 1. Mikro şebeke topolojisi

şebeke yaklaşımına dayanan yeni yöntemler kullanılarak yapılan planlamanın karşılaştırması yapılmıştır.

Geleneksel planlama yöntemlerinde, büyük santralarda üretilen elektrik enerjisi dağıtım şebekeleri aracılığı ile son kullanıcılara ulaştırılmaktadır. Bu yapıda, bir trafo merkezinden beslenen tüketiciler hemen hemen aynı enerji kalitesi ile beslenmektedirler. Sistem koordinasyonunda ve kontrol ekipmanlarının çalışmalarında olumsuz etkilerin önüne geçebilmek için mevcut uygulamada, dağıtım şebekelerine az sayıda DEK'in küçük ölçekli entegrasyonu yapılmaktadır. Bu nedenle DEK'ler gerilim ayarı, reaktif güç kontrolu ve şebeke kararlılığı konusunda şebekeye destek verememektedirler. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının güç dalgalanması

problemi sebebi ile enerji kalitesi üzerinde sorun yaratmaları dağıtım şebekesine entegre edilen DEK sayısının kısıtlı kalmasına neden olmaktadır. DEK'ler gerilim / frekans ayarı açısından enterkonnekte şebekeye bağlı oldukları için ana şebeke kapatılırsa en gerekli oldukları anda güç üretemezler.

2. MİKRO ŞEBEKE YAPILARI

Mikro şebeke yaklaşımı,
i) DEK'lerin tüketicilere yakın yerleştirilebilmeleri nedeniyle oluşan oldukça etkili enerji dağıtım ve besleme sistemini,
ii) Tüketicilerin teknolojik tercihlerine ve güç kalitesi taleplerine dayanan emniyetli ve güvenilir bir besleme sisteminin oluşturulmasını,
iii) Kesintiler sırasında şebekeden bağımsız otonom bir şekilde işletebilmek için yeterli güç üretimine ve dengeleme kaynaklarına sahip bir şebeke yapısını gerektirmektedir.

Mikro şebeke, bir veya birden fazla DEK tarafından beslenen yük grubunu ve OG/AG dağıtım sisteminin bir kısmını bünyesinde bulundurabilir. Fiziksel olarak şebekeye bağlı olduğu halde, mikro şebekenin çalışma ve kontrol modu, mikro şebekenin ana sistem ile güç etkileşimine bağlı olarak, şebekeye bağımlı mod veya şebekeden bağımsız mod (otonom mod) arasında değişebilir. Şebekelerin mikro şebekeler olarak yeniden yapılandırılması sayesinde şebekeye büyük ölçekli DEK'lerin yerleştirilmesi mümkün olabilir.

Tablo.2'de olası mikro şebeke karakteristiklerinin uygulama alanları ve beslenen yük tiplerine sınıflandırılmaları verilmiştir. Tablo. 2'de mikro şebekeler hizmet (utility), endüstriyel ve uzak şebekeler olarak sınıflandırılmışlardır. Şekil1. de mikro şebekelerin endüstriyel yükleri ve/veya dağıtım trafosundan beslenen yüklerin bir kısmını besleme topolojileri verilmiştir.

Hizmet (Utility) Mikro Şebeke Topolojisi

Çok sayıda DEK'in yük merkezine yakın olarak yerleştirilmesiyle iletim hatlarındaki sıkışma önlenebilir. Yük'lere yakın yerleştirilen DEK'ler sayesinde, yerel tüketici bölgelerinde yük artışı sağlan-ması mümkün olabilir. Küçük ölçekli hidro, orta büyüklükte rüzgar / fotovoltaik (FV) üretim çiftlikleri, biyokütle ve biyogaz yakıtlı enerji üretim tesisleri alternatif enerji kaynaklarından bazılarıdır. Yüksek gerilim hatlarında ve trafo merkezlerinde yapılan planlı bakımlarda hizmet (utility) şebekesinin ana şebeke ile bağlantısı koordineli bir biçimde kesilebilir. Planlı oluşturulan mikro şebeke adaları saye-sinde kısa ya da uzun dönemli kesintilerin önüne geçmek mümkün olabilir. Hizmet (utility) şebekeleri, tüketicilerin reaktif güç ihtiyaçlarını karşılaya-bildikleri gibi kaliteli enerji ile tüketicileri beslerler. Kombine santralların da kullanılmasıyla, tüketicilerin hem elektrik hem de sıcak su (ya da buhar) ihtiyaçlarını karşılamak mümkündür. Mikro şebekelerde, kombine santralar, tesisin toplam verimini arttırdığı ve yakıt tüketimin azalttığı optimum noktalara yerleştirilmelidir.

i. Endüstriyel Mikro Şebekeler
Endüstriyel yüklerin yüksek kaliteli enerji ile beslenme gereksinimleri vardır. Bir mikro şebeke birden fazla endüstriyel tesisi (örneğin üniversite kampüsü, alışveriş merkezi, endüstri tesisi) beslemek üzere tasarlanabilir. Kontrol ve otomasyonun desteği ile mikro şebeke anlık güç kesintilerini önler ve ana şebekenin veya bitişik tüketicilerin etkisini azaltarak besleme kalitesini arttırır. Bunların yanı sıra bir mikro şebeke ile çok sayıda ev veya kentsel ve/veya kırsal bölgelerde küçük güçlü tüketicileri besleyebilir.

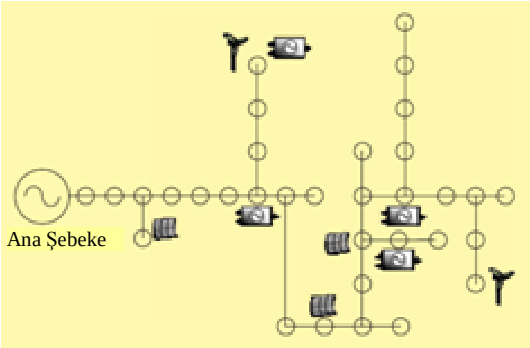
ii. Uzak Mikro Şebeke

Geçmişte dağıtılmış üretim kaynaklarının uzaktan elektrik enerjisi üretimi yapmaları ve kritik yükler için yedek üretim kaynakları olmaları düşünülmekteydi. Bu durumda bölgenin coğrafik koşullarına bağlı olarak küçük hidro , rüzgar türbini, güneş enerjisi ve düşük emisyonlu gaz türbinleri elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilmektedir. Bu yaklaşımda minimum ve maksimum yükler arasındaki büyük farklar sebebi ile teknik seçimi, boyutlandırmayı ve DEK'lerin yerleştirilmesini zor bir problem haline getirir. Mikro şebekelerde kaliteli bir besleme sağlanabilmesi için:

- DEK lerin arasında yük değişimlerini karşılayabilecek şekilde ileri düzeyde yük paylaşımı yapılması,
- Optimum boyutlu enerji depolama birimlerinin kullanılması,
- Yük beslemesinin öncelik sıralamasına göre yapılmasıdır.

3. MİKRO ŞEBEKE TASARIMI

DEK'lerin mikro şebekelerde uygun bir şekilde yerleştirilmesi ile enerji verimliliği ve enerji kalitesinde kazanım sağlamak mümkündür.



Şekil 2. Dağıtım şebekesinde DEK'lerin optimum yerleşimine ilişkin örnek

Tipik bir mikro şebeke tasarımında:

a) Öncelikle DEK'lerin özellikleri belirlenmelidir:

♦ En uygun dağıtılmış üretim biriminin belirlenmesi (rüzgar, FV, küçük ölçekli hidro vs),

♦ Ünitenin gücünün belirlenmesi,

♦ Şebekede DEK'lerin en uygun yerleştirilecekleri yerlerin belirlenmesidir.

b) Mikro şebeke şebekeye bağımlı ve şebekeden bağımsız işletme koşulları için irdelenmelidir

Şebekenin fiziksel yapısı sebebiyle sadece bir durumda dahi problemde çok sayıda amaç ve kısıtlar bulunur.

Problemdeki kısıtlar:

♦ Sistemdeki tüm kayıplar,

♦Gerilim kararlılığı,

♦Dengesiz işletme koşulları ve diğer enerji kalitesi parametreleridir.

Teknik kısıtlara ilave olarak göz önünde bulundurulması gereken ekonomik hedefler;

♦Yatırımlar,

♦Gelirler,

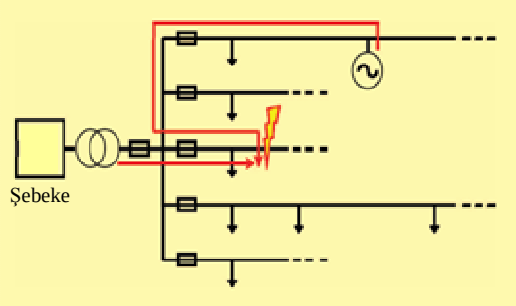
♦Yük kaybı olasılığı,

♦İşletme ve bakım maliyetleridir.

4. MİKRO ŞEBEKELERDE KORUMA

Dağıtım şebekesine yerel jeneratörlerin ve enerji depolama ünitelerinin dahil edilmesiyle besleme hattı gerilim profilinde ve dinamik davranışlarda değişimler gözlenir. Kaynak sayısının artması nedeniyle arıza noktası çift taraftan besleneceği için kısa devre akımı büyür. Güç kalitesini garanti etmek ve güvenirliği arttırmak için mikro şebeke güvenliğinin mevcut elektrik şebeke karakteristikleri ile aynı olması hatta üzerine çıkarılması önemlidir.

Bilindiği gibi, sistem koruması ancak arızaya en yakın koruma cihazının arızayı gidermek veya izole etmek için tetiklenmesi durumunda çalışır. Ana koruma çalışmaz veya harekete geçmesi çok uzun sürerse daha yüksek seviyedeki ikincil bir koruma (yedek koruma) devreye girer. Bu durumda sadece arızanın oluştuğu bölgeye müdahale etmek mümkün olmaz. Radyal şebekede DEK'lerin olmadığı durumda normal işletmede veya bir arıza olması durumunda güç akışı tek yönlüdür. Bu sayede aşırı akım rölelerine zaman kademeleri konularak seçilik kolay bir şekilde sağlanabilir.



Şekil 3. Çift yönlü kısa devre akımından kaynaklanan koruma problemi

Koruyucu cihazların tripping akımları minimum yük akımı ile maksimum kısa devre akımı arasında seçilmelidir. Şebekeye yerel enerji üretim kaynak-larının yerleştirilmesi durumunda koruma cihaz-larının hiyerarşik organizasyonu radyal şebekede dahi zorlaşacaktır.

5. SONUÇ

Elektrik enerji sisteminin geleceğinin mikro şebekeler ile yapılandırılacağı görüşü oldukça yaygınlaşmıştır. Mikro şebeke tasarımına ve planlanmasına destek olan araçlar çeşitlidir Tasarım aşamasında uygun statik ve dinamik simülasyonlar yapılmalı ve böylece mikro şebekelerin tek aşamalı üniteler ve DEK elektronik güç arayüzleri tarafından oluşturulan karışık hızlı ve yavaş dinamikler ve girdi kaynaklarının olasılıksal modellenmesi gibi özellikleri değerlen-dirilmelidir.

Mikro şebekeler açısından, dağıtım sisteminin bir parçasının ayrılmasıyla şebeke yapısı dinamik olarak değiştiğinde, topraklamanın yerinin seçimi bir problem haline gelebilir. Çoğunlukla, dağıtım transformatörlerinin nötr noktaları bu amaç için kullanılmasına karşın sert anahtarlanmış ayrılmalarda topraklamanın nerede yapılacağı açık olmayabilir. Bütün bu soru işaretlerinin mikro şebeke yapılan-dırılmasında göze alınması gerekir.

Mikro şebekelerin gelecekteki koruma sistemleri elektromekanik röle günlerinden esinlenen bir felsefede işleyen bugünkü tiplerden farklı olması gerektiği aşikardır. Mikro şebekeler ile yapılacak düzenlemede koruma organizasyonun ve tiplerinin yeniden yapılandırmasını gerektirmektedir.

Tablo 1. Dağıtım Sistemi Planlama Yaklaşımları

	Geçmiş	**Şimdiki Zaman**	**Gelecek**
Planlama	Geleneksel Yaklaşım	Merkezi Olmayan Enerji Sistemleri	Mikro Şebekeler
Üretim Entegrasyonu	Merkezi Yerinde Üretim, Yedekleme Üretimi	Merkezi olmayan düşük / orta nüfuzlu DEK	Merkezi olmayan orta / yüksek nüfuzlu DEK
Yükleme	Farklılıklar yok	Güç kalitesi gereklilikleri ve kontrollerine (örn. kritik / kritik olmayan, kontrol edilebilir / kontrol edilemez yük) dayanan yük sınıflandırmaları	
Dağıtım Şebekesi	Trafo merkezi / pasif şebeke tarafından tedarik edilir	Yarı aktif şebeke	Aktif şebeke / çift yönlü enerji iletimi

Tablo 2. Mikro Şebeke Yapısı

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Hizmet (utility) Mikro Şebekeleri</td><td colspan="2">Endüstriyel/Ticari Mikro Şebekeler</td><td>Uzak Mikro Şebekeler</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Şehir Şebekesi</td><td>Kırsal besleyici hatlar</td><td>Çoklu Tesis</td><td>Tek Tesis</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Temel Etmenler (main drivers)</td><td colspan="2">Kesinti yönetimi,
YEK entegrasyonu</td><td colspan="2">Enerji kalitesi iyileştirilmesi,
güvenilirlik ve enerji verimliliği</td><td>Uzak bölgelerin elektriklendirilmesi ve yakıt tüketiminin azaltılması</td></tr>
<tr><td colspan="2">Faydalar</td><td colspan="2">• Sera gazının azaltılması
• Tedarik karışımı
• Kısıt yönetimi
• Yükseltme gecikimi
• Bağlı hizmetler</td><td colspan="2">• Yüksek güç kalitesi
• Hizmet farklılaştırılması (güvenilirlik seviyeleri)
• Birleşik ısı ve güç entegrasyonu
• Talep karşılama yönetimi</td><td>• Tedarik mevcudiyeti
• YEK entegrasyonu
• Sera gazı azaltılması
• Talep karşılama yönetimi</td></tr>
<tr><td colspan="2">Çalışma yöntemleri: Şebekeye bağımlı (ŞB), Şebekeden bağımsız ve otonom işleyiş (ŞBS), izole şebeke (İŞ)</td><td colspan="2">ŞB, ŞBS, İŞ</td><td colspan="2">ŞB, ŞBS, İŞ</td><td>İŞ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ŞBS ve İŞ'ye dönüşüm</td><td>Raslantısal</td><td colspan="2">Arızalar (bitişik besleyici hatlarda veya trafo merkezlerinde)</td><td colspan="2">Ana şebeke arızası, güç kalitesi konuları</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Planlı</td><td colspan="2">Bakım</td><td colspan="2">Enerji ücreti (en yoğun saatlerde), hizmet bakımı (utility maintenance)</td><td>-</td></tr>
</table>

KAYNAKLAR

[1] Draft Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems, IEEE Standard P1547.4, 2008.

[2] G. Pepermans, J. Driesen, D. Haeseldonckx, R. Belmans, and W. D'Haeseleer, "Distributed generation: definition, benefits and issues," *Energy Policy*, vol. 33, no. 6, pp. 787–798, Apr. 2005.

[3] F. Katiraei and C. Abbey, "Diesel plant sizing and performance analysis of a remote wind-diesel microgrid," in *Proc. IEEE Power Engineering Society General Meeting*, Tampa, FL, pp. 1–8, June 2007.

[4] E. Haesen, J. Driesen, and R. Belmans, "Robust planning methodology for integration of stochastic generators in distribution grids," *IET J. Renew. Power Gen.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, Mar. 2007

.