

DAĞITIK ENERJİ KAYNAKLARI ŞEBEKE BAĞLANTI TRAFOSU GRUBU TİPİNİN TOPRAK ARIZA AKIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Fatih GÜRDAL¹

E. Alptekin YAĞMUR²

Ersen AKDENİZ³

^{1,2,3}TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü

41470, Gebze, Kocaeli

¹e-posta: fatih.gurdal@tubitak.gov.tr

²e-posta: alptekin.yagmur@tubitak.gov.tr

³e-posta: ersen.akdeniz@tubitak.gov.tr

ÖZET

Ülkemizin her geçen yıl artmaya devam eden enerji tüketimi ile beraber tüketicilerin eskisinden çok daha kaliteli enerji talebi olmaktadır. Son yıllarda bu talebi bir nebze olsun karşılama düşüncesiyle kullanıcıların da kendi elektriğini üretip kullanmasına ve şebekeye vermesine olanak sağlayan devlet teşviklerini bilmekteyiz. Bunun neticesinde şebekeye bağlanan özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı yerel elektrik üretim santrallerinin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bunun sonucu olarak da yakın gelecekte ülkemizin elektrik üretimi açısından var olan merkezi yapısının şebekeye entegre olmuş çok fazla yerel üretim santrali ile beraber dağıtılmış bir yapıya dönüşeceğini söyleyebiliriz. Şebekenin yapısında meydana gelecek bu değişime mevcut işletme koşullarının adaptasyonu sürecinde şebekenin güvenilir bir şekilde işletilmesini bozacak etkilerle karşılaşılabilir. Bu etkilerin şebeke üzerinde oluşturabileceği kötü senaryoları bertaraf edebilmek için yerel santrallerin bağlantı projeleri çok titiz bir şekilde hazırlanmalıdır. Bu bildiri de “dağıtık enerji kaynakları” olarak adlandırdığımız yerel santrallerin şebekeye bağlantısında kullanılan trafo bağlantı grubu tipinin mevcut koruma ve işletme koşullarını nasıl etkilediği üzerinde durulmuştur.

Anahtar sözcükler: Dağıtık enerji kaynakları (DEK), trafo bağlantı grubu tipleri, başlangıç kısa devre akımı

1. GİRİŞ

Ekonomik, çevresel ve teknik nedenlerin sürüklemesiyle günümüzde büyük oranlarla artmaya devam eden elektrik enerji talebi çok daha fazla sayıda yaygınlaşacak olan Dağıtık Enerji Kaynakları (DEK) ile karşılanmaya çalışılacaktır [1]. Genel olarak DEK'lerin enerji talebi açısından yeni imkânlar getireceğinden söz etsek de planlama ve işletme noktasında aşılması gereken yeni problemler getireceği de bilinmelidir. Mevcut dağıtım şebekeleri enerjinin tek taraflı iletiği bir yapıya göre tasarlanmıştır. Dolayısı ile DEK'lerin şebekeye daha fazla bağlanmaya başlaması mevcut planlama ve işletme koşullarını geçersiz kılmaya başlayacaktır.

DEK'ler şebeke üzerinde koruma koordinasyonunun bozulması, sigortaların hassasiyetini yitirmesi, çift taraflı röle operasyonu ve aşırı gerilimlerin oluşması gibi bozucu etkilere sebebiyet verebilir. Bununla beraber bu etkilerin önemi DEK'lerin şebekedeki bağlantı yerleri, biçimi, kapasitesi ve teknolojisi ile birlikte değişiklik gösterir.

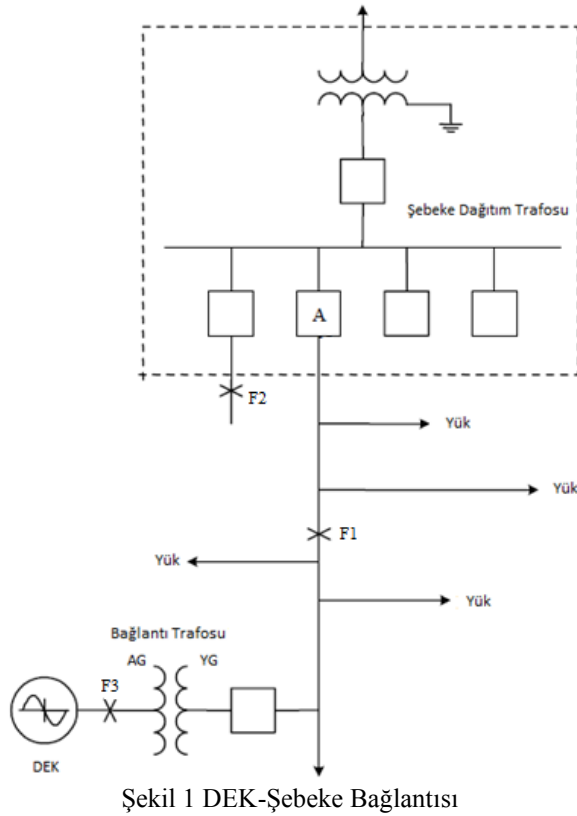
Güvenilir ve etkin bir şebeke işletmesinin sağlanması için DEK'in şebeke üzerinde oluşturabileceği riskler ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir. Daha sonra DEK ve şebeke tarafında gerekli düzenlemeler yapılarak bağlantı gerçekleştirilmelidir.

Bildirinin ikinci kısmında DEK'in şebeke bağlantısının yapıldığı trafo bağlantı grubu tipine göre şebeke işletmesi ve koruması üzerindeki etkileri karşılaştırılacaktır. Üçüncü bölümde ise kullanılacak bir analiz programı [2] yardımıyla gerçek bir sistem üzerinde DEK'in şebekeye bağlantısında kullanılacak trafo bağlantı grubuna göre sistemin çeşitli noktalarında oluşabilecek faz-toprak arızasına olan katkısı karşılaştırılacaktır.

2. DEK ŞEBEKE BAĞLANTI TRAFOSU BAĞLANTI GRUPLARI

DEK'lerin şebeke ile etkileşimini belirleyen önemli bir unsur da kullanılan trafo bağlantı grubunun tipidir. Trafo bağlantı grubu tipi ve topraklama direncinin seçimi faz-toprak kısa devre arızası sonucu fazlarda aşırı gerilimlerin oluşmasını ve trafonun ilettiği arıza akım miktarını doğrudan etkilemektedir.

Şekil 1'de tek hat diyagramı verilmiş örnek bir dağıtım şebekesi ve bu şebekeye bağlanmış bir DEK gösterilmektedir [3]. Tablo 1'de ise DEK'in şebeke ile bağlantısında kullanılacak trafo bağlantı grubu tipi ve bunların birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları karşılaştırılmıştır.



Şekil 1 DEK-Şebeke Bağlantısı

Tablo-1. DEK Bağlantı Trafosu Grubu Tipinin Şebeke İşletme ve Koruma Açısından Karşılaştırılması

AG / YG	Sorunlar	Avantajlar
	<ul style="list-style-type: none"> > A-kesicisi açılması durumunda DEK trafosu YG tarafı sağlam fazlarda gerilim yükselmesi olur. 	<ul style="list-style-type: none"> > F1/F2'deki toprak arızası DEK tarafından beslenmez. > F3'deki toprak arızası şebeke tarafından görülmez.
	<ul style="list-style-type: none"> > F1 ve F2'deki toprak arızası DEK tarafından beslenir. > F1 ve F2'deki toprak arızası neticesinde DEK trafosunda fazlar arası '0' sıra bileşen akımı doluşur. > Şebekede aşırı dengesizlik olma durumunda DEK trafosunun yüklenme kapasitesi olumsuz etkilenir. 	<ul style="list-style-type: none"> > F3'deki toprak arızası şebeke tarafından beslenmez. > YG tarafında faz-toprak arıza olması sonucu A-kesicisi açılması durumunda YG tarafında gerilim yükselmesi meydana gelmez.
	<ul style="list-style-type: none"> > F1, F2 ya da F3'de meydana gelen toprak arızası sonucu oluşan trafo toprak akımı hem şebeke hem de DEK tarafından beslenir. 	<ul style="list-style-type: none"> > A-kesicisi açılması durumunda YG tarafında gerilim yükselmesi meydana gelmez.

Tablo1'de bahsedilen durumların etkilerini daha da ayrıntılı inceleyebiliriz. Bağlantı trafosu alçak gerilim ve yüksek gerilim tarafları sırasıyla Δ/Δ , Y_{gnd}/Δ , Δ/Y olması durumlarında şebeke ya da DEK tarafında oluşacak toprak arızası şebekenin toprak koruma rölesi koordinasyonu üzerinde herhangi bir bozucu etki oluşturmaz. Fakat F1 noktasında oluşan toprak arızası sonucu A koruma elemanının açması neticesinde DEK bağlantı trafosu YG(Şebeke tarafı) tarafındaki arıza olamayan fazlardaki faz gerilimleri hat gerilimlerine yükselir (1,73 katına çıkar). Bunun neticesinde de bu fazlardan beslenen yüklerin çalışma koşulları olumsuz etkilenebilir.

DEK trafosu bağlantı grubunun Δ/Y_{gnd} olması durumunda F3'de oluşan toprak arızası şebeke tarafından beslenmediği için şebeke toprak koruma rölesi koordinasyonu üzerinde bozucu bir etki oluşturmaz. F1 noktasındaki toprak arızası neticesinde A koruma elemanının açması DEK bağlantı trafosu YG tarafında bulunan sağlam iki fazda aşırı gerilim oluşturmaz. Buna rağmen, şebeke tarafındaki toprak arızasının DEK tarafından beslenmesi sebebiyle şebeke toprak koruma rölesi koordinasyonunu bozabilir. Ayrıca DEK trafosunda dolaşan '0' sıra bileşeni akımı sebebiyle trafonun aşırı ısınmasına sebep olabilir. Hatta şebekenin aşırı dengesizlik koşullarında çalışması durumunda da şebeke toprak koruma rölesi koordinasyonu bozulabilir.

DEK trafosunun bağlantı grubunun Y_{gnd}/Y_{gnd} olması durumunda ise hem DEK hem de şebeke tarafındaki toprak arızaları şebekenin toprak koruma rölesi koordinasyonunu geçersiz kılabilir. F1 noktasındaki toprak arızası neticesinde A koruma elemanının açması DEK bağlantı trafosu YG tarafında bulunan sağlam iki fazda aşırı gerilim oluşmasına sebep olmaz.

3. ÖRNEK UYGULAMA

Şekil 2'de tek hat diyagramı verilen Türkiye'de bir dağıtım şirketi bölgesine ait 8 baralı bir sistem görülmektedir. Bu sistem üzerinde 8 numaralı baraya 500kVA gücünde bir DEK bağlantısı yapılacağını varsayılmıştır. Sistemde bulunan trafolarla ait bilgiler Tablo 2'de verilmiştir. Fider başı toprak koruma rölesi ayarının DEK'in şebeke bağlantısı olmadan önce hesap edilen kısa devre akımı büyüklüklerine göre yapıldığını varsayalım. Bu uygulamada DEK'in şebekeye entegrasyonunda kullanılacak trafo bağlantı gruplarının bara başlarındaki faz-toprak kısa devre akımını nasıl etkilediği incelenmiştir. Hesaplamalar DigSilent güç sistemi analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Buna göre bara-2,6 ve 8'e sırayla uygulanan faz-toprak kısa devre arızaları sonucu elde edilen arıza akımlarının kullanılan DEK bağlantı trafosu tipine göre değişimi Tablo 3'de gösterilmiştir.

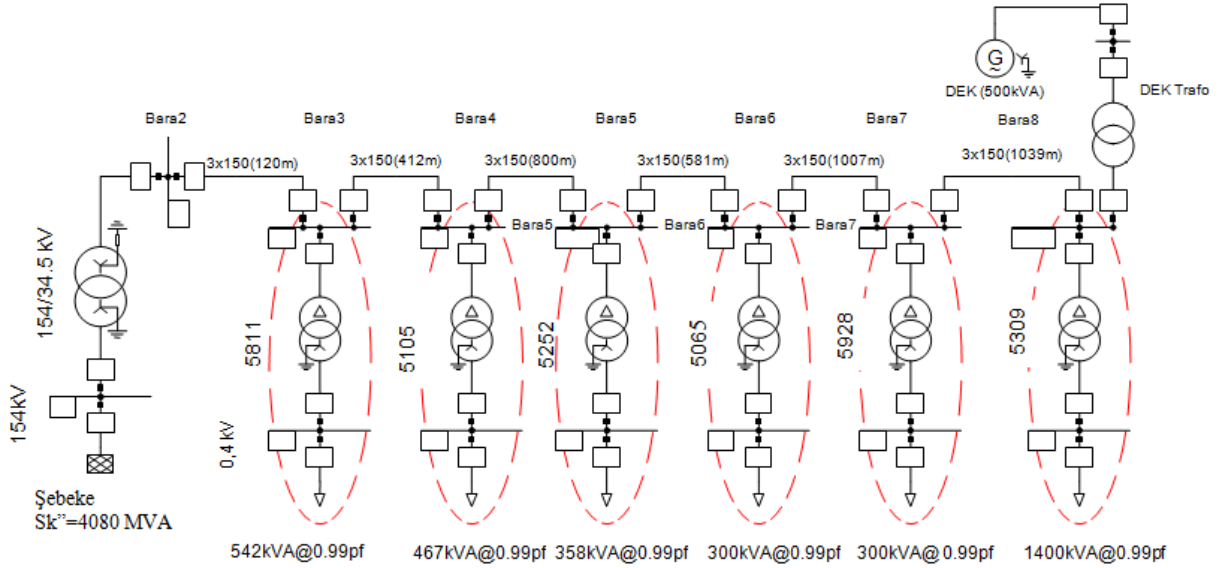
Tablo-2. Örnek Uygulama Trafo Bilgileri

Trafo	Bağlantı Grubu	Güç (MVA)	%Uk	%Ukr
Güç Trf.	YnYn0	100	12,35	0,2
5811	DYN11	0,63	4	3
5105	DYN11	1	6	3
5252	DYN11	0,63	4	3
5065	DYN11	1,6	6	3
5928	DYN11	1,6	6	3
5309	DYN11	1	5,5	3

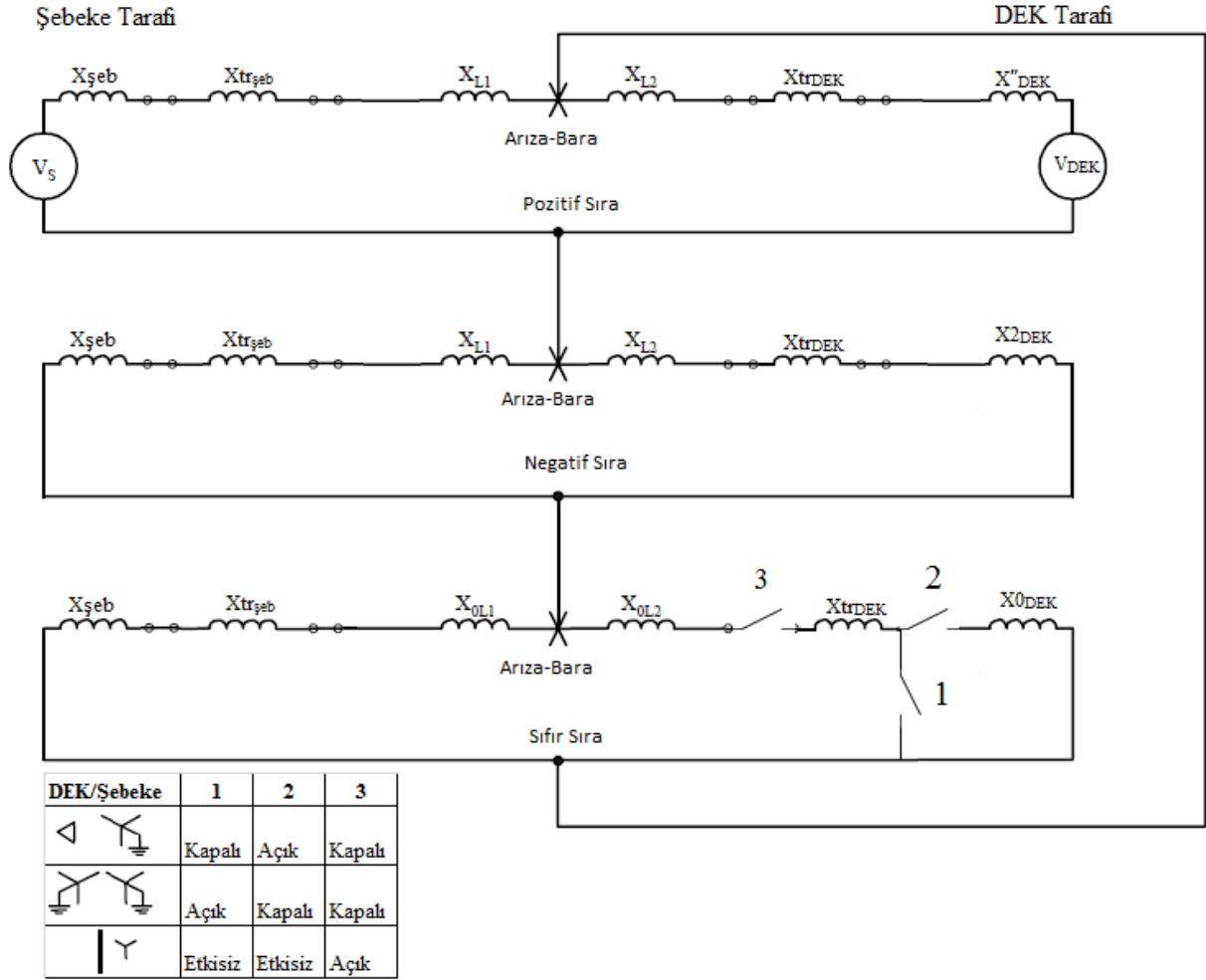
Tablo 3’de elde edilen kısa devre akım büyüklüklerindeki farklılığın sebebini anlamak için bu sistem simetrik bileşenleri şeklinde ayrılıp incelenebilir. Örnek olarak 2 numaralı barada meydana gelecek faz-toprak arızası sonucu oluşan arıza akımını bulmak için sistemin simetrik bileşenler cinsinden eşdeğeri Şekil 3’de gösterilmiştir. Bu şekil referans alınarak sistemin eşdeğer arıza empedansı bulunabilir. Buna göre DEK’in şebekeye entegrasyonunda Tablo 3’de gösterilen bağlantı grupları arıza akımına yaptıkları katkı bakımından çoktan aza doğru 4, 3 ve 2 şeklinde sıralanır. 2 numara ile gösterilen DEK bağlantı durumlarında eşdeğer arıza empedansı DEK’in pozitif ve negatif sıra bileşenlerinin etkisi ile 1 numaralı duruma göre az bir artış göstermesine rağmen her iki durumda da arıza akımlarının eşit olduğu görülmektedir. Bunun sebebi 500kVA gücündeki DEK’in arıza akımına etkisinin ihmal edilecek kadar küçük olmasıdır. Bununla beraber DEK kapasitesi arttıkça DEK’in arıza akımına etkisi gözlemleneceği bilinmelidir. 3 ve 4 numaralı bağlantı şekillerinde ise DEK’in sıfır sıra bileşen akımının etkisi görülmektedir. Özellikle 4 numaralı bağlantıda arıza empedansının sıfır sıra bileşeni daha da azaldığından arıza akımında fark edilir derecede artış görülmektedir.

Tablo-3.Örnek Uygulama Arıza Akımı Büyüklükleri

DEK Trafosu Bağlantı Grubu			Faz-Toprak Başlangıç Kısa Devre Akımı (A)		
Bağlantı No	DEK Tarafı (AG)	Şebeke Tarafı (YG)	Bara 2	Bara 6	Bara 8
1	DEK Yok		993	941	892
2			993	941	892
			993	941	892
			993	941	892
3			997	946	898
4			1350	1295	1242



Şekil-2. Örnek Uygulama Tek Hat Diyagramı



Şekil-3. Örnek Uygulama Simetrik Bileşenler Devresi

3. SONUÇ

Bu bildiriye her geçen gün artmaya devam eden ülkemiz elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için sisteme entegre olan DEK'lerin mevcut şebekenin koruma koordinasyonu üzerinde bozucu etkileri olabileceğinden bahsedilmiştir. Özellikle DEK'lerin şebekeye bağlandığı trafonun bağlantı grubunu tipiyle sistem üzerindeki toprak arızalarına etkisinin oldukça farklı olabileceği belirtilmiştir. Örnek bir uygulama ile de bu farklılıklar teyit edilmiştir. Bu yapılan çalışma ile DEK'lerin sisteme entegrasyonunda dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi üzerinde durulmuştur. Bunun yanında DEK için uygun bağlantı noktasının tayini, yine DEK'in şebeke koşullarını bozmadan çalışacağı uygun güç eğrisin saptanması, röle koordinasyonu gibi konularda referans niteliği taşıyacak çalışmalara hem şebeke işletmecileri hem de üreticiler ihtiyaç duymaktadır. Böylece bağlantı taleplerinin çok daha hızlı ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Abdel-Galil T. et al., Protection Coordination Planning with Distributed Generation, Technical Report# CETC-Varennes 2007-149 ,2007.
- [2] DigSilent Power Factory v.14.4
- [3] The IEEE Power Engineering Society-Working Group D3, "Impact of Distributed Resources on Distribution Relay Protection," 2004.