

Toprak Hatası Nötrleştirici Pilot Uygulaması *Pilot Application of Ground Fault Neutralizer*

Atakan Akgün¹, Asena Nur Özkahraman², Duygu Tuğçe Altunbilek²

¹Başkent EDAŞ ARGE Müdürlüğü
atakan.akgun@baskentedas.com.tr,

²Başkent EDAŞ Şebeke Yönetim Müdürlüğü
asenatur.duygun@eedas.com.tr

Özet

Faz-toprak arızaları dağıtım şebekesinde yaşanan en yaygın arıza tipi olmakla birlikte bu arızaların büyük bir kısmı geçici arızalardan oluşmaktadır. Şu an kullanılan trafo topraklama ve koruma anlayışıyla elektrik dağıtım şirketi müşterileri geçici arızalardan kaynaklı enerji kesintileri yaşamakta ve bu müşterilerin tekrar enerjilendirilmesi belirli bir süre almaktadır. Toprak Hatası Nötrleştirici bir trafo topraklama ve faz-toprak arızalarında kullanılan bir yönetim sistemidir. Toroslar EDAŞ Afetevleri İndirici Merkezinde gerçekleştirilen pilot uygulamada GFN'in Türkiye şebekesine uygun olarak çalıştığı görülmüştür. Toprak Hatası Nötrleştirici sayesinde dağıtım şirketleri müşterileri faz-toprak arızalarında enerji kesintisi yaşamalarına gerek kalmaz ve dağıtım şirketi operasyonel giderlerinde azalma yaşanır.

Anahtar kelimeler: Toprak Hatası Nötrleştirici, Toprak Arızaları, Şebeke Güvenilirliği

Abstract

Earth faults are the most common type of faults in the distribution grid, but most of these faults are transient. Transformer grounding and protection methods that is applied at present, electricity distribution company customers are experiencing power cuts caused by transient faults and it takes a certain period of time to re-energize these customers. Ground Fault Neutralizer is a management system for transformer grounding and phase-to-earth faults. As the result of pilot application of GFN, it is been observed that GFN can work in accordance with Turkish electrical network. Thanks to the Ground Fault Neutralizer, distribution companies' customers will not need to have a power outage in phase-to-earth faults and there will be a reduction in operational expenses of distribution companies.

Keywords: Ground Fault Neutralizer, Earth Faults, Grid Reliability

1. Giriş

Türkiye'de coğrafi koşullar ve yerleşim bölgelerinin yapısından dolayı birçok dağıtım bölgesinde enerji tedarigi sağlayabilmek için havai hatlar kullanılmaktadır. Özellikle kırsal bölgelerde orta gerilim(OG) şebekede uzun havai hatlar kullanılmaktadır. Toroslar EDAŞ bölgesinde OG şebekenin %83,3'ünü havai hatlar oluşturmaktadır. Havai hatların yaygın şekilde kullanımı sonucu kuş çarpmaları ya da ağaç dallarının hat iletkenlerine değmesi gibi sebeplerle geçici arızalar meydana gelmektedir. Geçici arızaların sebepleri birkaç saniye içinde ortadan kalkmasına rağmen kesinti yaşanan bölgenin tekrar enerjilendirilmesi için belirli bir zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Şebekede yaşanan arıza istatistiklerine göre yaşanan arızaların %80'i geçici faz-toprak arızalarından oluşmaktadır. Kalıcı faz-toprak arızalarında ise hatta müdahale edilip arızanın nedeni ortadan kaldırılıncaya kadar enerji kesintisi yaşanmaktadır.

Faz-toprak arızalarının tespit edilip enerji kesintilerinin daha az bölgeyi etkilemesi(Selektivite) için Elektrik Dağıtım Şirketlerine ait indirici merkezlerde bulunan güç trafolarının nötr noktaları doğrudan topraklanmaktadır. Ancak bu topraklama yönteminde faz toprak arızaları oluştuğunda arıza akım seviyesi faz-faz arıza akımı seviyesine ulaşmakta olduğundan her arızada oluşan yüksek akımlar sebebiyle ekipman ömürleri kısalmaktadır. Ayrıca bu koruma anlayışında arızaların geçici ya da kalıcı arıza olması ayırt edilememekte her arızada uzun veya kısa süreli enerji kesintileri yaşanmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde dağıtım şirketlerinin özelleşmesiyle beraber müşteri odaklı stratejiler yaygınlaşmakta, enerji kesinti sayı ve süreleri mümkün

olduğunca azaltılıp şebeke güvenilirliği artırılmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda dağıtım şirketleri yatırım ve şebeke iyileştirme çalışmalarını sürdürürken ARGE projeleri ile de inovatif çözümleri sahalarında uygulama imkânı bulabilmektedirler.

Petersen Bobini uygulamasının geliştirilmesi ile tasarlanan Toprak Hatası Nötrleştirici(GFN)'in dünya üzerinde yaklaşık 200 adet uygulaması bulunmaktadır. Bugüne kadar Avrupa, İsrail, Brezilya, Malezya, Rusya, Yeni Zelanda, Avustralya gibi yerlerde GFN sistemi denenmiş ve uygulanmıştır. Bu uygulamaların %80'i dağıtım/iletim şirketleri, %20'i ise enerji tedarikinin sürekliliğini önemseyen büyük endüstri merkezlerinde yer almaktadır. Uygulamalar da öne çıkan sebepler incelendiğinde tedarik sürekliliği ve yüksek empedanslı arızalara karşı önlem almak olduğu görülmektedir. Malezya- Sibü, Sarawak'da yapılan GFN uygulaması sonucu müşterileri etkileyen kesintilerde bir önceki yıla göre %76 oranında azalma yaşanmıştır[1]. Brezilya'da 2011 yılında 29 kişi yüksek empedanslı arızalar sebebiyle koruma fonksiyonlarının çalışmamasından dolayı hayatını kaybetmiştir ve AES Sul firmasının GFN uygulamasında yüksek empedanslı arızaları tespit edebilme ve koruma sağlayabilme hedeflenmiştir. Ayrıca GFN sayesinde Eylül/2011-Ocak/2012 tarihleri arasında gerçekleşen faz-toprak arızaların %61'inde hiç enerji kesintisi yaşanmamıştır [2]. 2009 yılında Avustralya'da "Black Saturday" adı verilen ve havai hat iletkeni kaynaklı oluşan çalı yangını sonucu 173 kişi öldü 414 kişi yaralanmıştır. Bu nedenle arıza oluştuğunda en az ark enerjisi ortaya çıkaracak topraklama yöntemleri araştırılmış ve 2023'e kadar 22 adet GFN uygulaması yapma kararı alınmıştır[3].

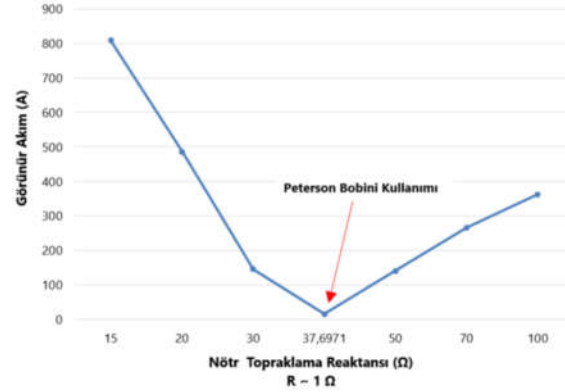
Toroslar EDAŞ EPDK ARGE fonundan desteklenen "Şebeke Kısa Devre Akımlarının Etkilerinin Azaltılması ve Arıza Akımı Sınırlandırıcı Çözümlerinin Araştırılması, Pilot Uygulama Çalışmaları" projesi kapsamında faz-toprak arızalarını limitleme ve tedarik sürekliliği sağlama amacıyla Afetevleri İndirici Merkezinde GFN uygulaması gerçekleştirilmiştir.

2. Ark Sönümleme(Petersen) Bobini

Dünyanın farklı bölgelerinde şebeke planlama tercihlerine göre çeşitli topraklama yöntemleri kullanılmaktadır. Topraklama yöntemlerinin seçiminde arıza akım seviyelerin, arıza temizleme süreleri, dokunma gerilimleri gibi tercihler belirleyici olmaktadır.

Ark Sönümleme Bobini(ASB) ilk olarak 1917 yılında W. Petersen tarafından önerilmiştir. Özellikle Avrupa'da 80 yıldan fazla süredir yaygın şekilde kullanılan yöntemlerden biri ark sönümleme bobini yöntemidir. Bu yöntem izole trafolarla oluşan kapasitif arıza akımlarını ortadan kaldırmak üzere geliştirilmiştir. Güç trafolarının nötr noktalarına şebekede oluşan kapasitif akımı sıfırlayacak reaktans değerine sahip bir reaktör uygulanması anlamına gelmektedir. ASB'lerin tasarım değerleri belirlenirken gerilim seviyesi, frekansı ve şebekenin oluşturduğu kapasitif akım miktarı dikkate alınmaktadır.[4]

Şekil 1'de YNyn0 154/34,5kV trafo topraklamasında kullanılan bir reaktörün endüktans değerinin değişmesiyle şebekede oluşan arıza akımlarının görünür değerindeki değişimi gösterilmektedir. Bu uygulama için reaktör 37,7 Ohm(120 mH) empedansa ulaştığında faz-toprak arıza akımları da minimum değere gelmektedir.



Şekil 1 Petersen Bobini Uygulaması

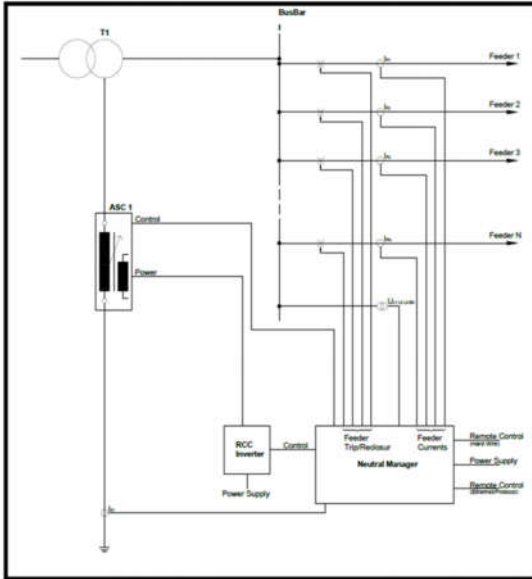
Ancak şebekelerin boyutları uygulama sırasında farklı anahtarlamalarla değişebilmekte ya da zamanla yapılan yeni yatırımlarla şebekeler genişleyebilmektedir. Kablo ve iletken uzunluklarına ve kesitlerinde yaşanan bu değişimler toprak arızaları esnasında oluşan kapasitif akım seviyelerini değiştirmekte ve ark sönümleme bobininin endüktans değerinin de ayarlanabilir olmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle tarihsel olarak öncelikle manuel olarak ayarlanabilen ark sönümleme kullanılmışken, şebeke ekipmanlarında otomasyon yöntemleri geliştikçe şebekedeki değişiklikleri fark edip kendi büyüklüğünü otomatik olarak ayarlayan ark sönümleme bobinleri kullanılmaya başlanmıştır.

Fakat kapasitif akım yok edilse dahi toprak arızalarında arıza akımının %3-10'u arasında rezistif akım da oluşmakta ve Petersen bobini bu akımı sönümleyememektedir. Buna rağmen koruma yöntemi olarak toprak arızalarında arızalı fider açtırılmaz, arızaya müdahale edene kadar tedarik sürekliliği devam eder ve faz-faz gerilimlerde herhangi bir çökme yaşanmaz[5]. Eğer şebekede yüksek kayıplar ya da harmonikler mevcutsa ASB kullanılmasına rağmen kaçak toprak akımı yok olmaz ve ark oluşumu devam edebilir. Bu sebeple arıza anında fider kesicisi açtırılmazsa can veya mal güvenliği riski oluşabilir[6].

3. Toprak Hatası Nötrleştirici(GFN)

İsveç menşeli Swedish Neutral firmasının geliştirdiği Toprak Hatası Nötrleştirici(GFN) cihazı Şekil 4'te görülen ark sönümleme bobini(ASB) ve Şekil 3'te görülen kontrol sistemi(Neutral Manager) ve artık akım kompanzatorü(RCC) bileşenlerinden oluşmaktadır. ASB faz-toprak arızalarında kapasitif akımları ortadan kaldırdığı gibi geriye kalan rezistif akımları da RCC ortadan kaldırarak arıza akımı oluşmasını engellemektedir. Resistif akımların ortadan kalkması için RCC adı verilen evirici sayesinde artık akıma 180°

faz farkıyla ASB üzerinden akım enjekte edilmektedir. Arıza esnasında arızalı faz gerilimi 0' a düşmekte ve arızalı olmayan fazların gerilimi $\sqrt{3}$ katına çıkmaktadır. Faz-faz arası gerilimler değişmediği için 3 faz beslenen yükler ya da alçak gerilimdeki müşteriler gerilim değişimlerinden etkilenmemektedir. GFN sisteminin tüm arıza akımını 60 ms. içinde 0'a yakın bir mertebeye indirilmesiyle birlikte arıza süresi boyunca akımı kompanze ederek arızalı fideri açtırmamakta ve enerji tedarikinin sürekliliği sağlanmaktadır. Böylece geçici arızalarda operasyon ekiplerinin müdahalesine gerek kalmazken kalıcı arızalarda ise arızaya müdahale edilene kadar müşteriler enerji kesintisi yaşamamaktadır. Arıza noktasında akım ve gerilim neredeyse 0 olduğu için can ve mal güvenliği sağlanmaktadır. Faz-toprak arızalarında arıza akımı oluşmadığından dolayı primer teçhizatın zarar görmesi önlenmektedir.[7]



Şekil 2 GFN Bileşenleri ve şebeke bağlantıları

GFN'in kontrol sistemi Şekil 2'de görüldüğü gibi her fiderden akım ve baradan gerilim ölçümleri almaktadır. Bu sayede sürekli alınan değerlerle arıza akımını 0'a indirecek şekilde ASB ve RCC birimleri otomatik olarak ayarlanmaktadır. İstenildiği senaryolarda ya da aynı anda birden fazla toprak arızası oluşması sonucunda fiderlerde bulunan kesiciler açtırılabilmektedir. Ayrıca hem kendi kontrol sistemi üzerinden hem de SCADA bağlantısı üzerinden uzaktan erişimle izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Kontrol sistemi üzerinde tutulan arıza kayıtları sayesinde geçmişe dönük arıza analizleri de yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra RCC yardımıyla faz-toprak arası gerilimler arıza olmadığı

durumda artırılarak kısmi deşarj kontrolü yapılabilmektedir[8].



Şekil 3 RCC ve Neutral Manager



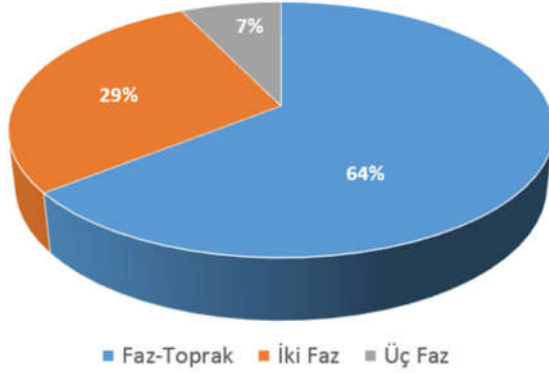
Şekil 4 Ark Sönümleme Bobini(ASB)

4. İndirici Merkez GFN Uygulaması

Pilot bölge uygulaması için uygun yer seçiminde tek trafoya sahip ve en yüksek sayıda arıza görülen indirici merkezler karşılaştırıldı. Uygulama için seçilen İndirici Merkezde 10 MVA gücünde 31,5 kV/15,8 kV güç trafosu bulunmaktadır. Trafonun sekonderinden tek bara aracılığıyla 3 fider beslenmektedir. Bu fiderlerde bulunan havai hat iletkeni ve yer altı kablo uzunlukları;

- Havai hat: 1,42 km 3/0, 3,48 km 1/0, 4,75 km SW
- Yeraltı kablo: 2,55 km - 3x1x95 mm²

Dyn5 vektör grubuna sahip bu güç trafosunun sekonderi GFN uygulaması gerçekleştirilmeden önce doğrudan topraklanmış olarak işletilmekteydi. Şekil 5'te görüldüğü gibi uygulama gerçekleştirilmeden önce röle arıza kayıtlarından alınan verilere göre oluşan arızaların %64'ü faz-toprak arızalarından oluşmaktaydı.



Şekil 5 Uygulama öncesi arıza tipleri dağılımı

GFN uygulaması gerçekleştirilmesinin ardından oluşan arızaların osilografik kayıtları incelenmiş ve gerçekleşen arızalar Tablo 1'deki gibi listelenmiştir.

Tablo 1 Uygulama sonrası GFN arıza kayıtları

Afetveleri İM 15,8 kV Fiderlerde Gerçekleşen Faz-Toprak Arızaları					
Fider adı	Gerçekleşme Tarihi	Gerçekleşme zamanı	Meydana gelen arıza akımı	GFN 'in arızayı sönümlenme süresi	Enerji Kesinti Süresi
Fider3	16.06.2018	15:32	6 A	130 ms	0 s
Fider3	17.06.2018	15:41	7,2 A	48 ms	0 s
Fider3	20.06.2018	09:04	8 A	117 ms	0 s
Fider6	20.06.2018	11:43	7 A	120 ms	0 s
Fider3	21.06.2018	07:54	8 A	180 ms	0 s
Fider6	23.06.2018	16:10	7 A	180 ms	0 s
Fider6	25.06.2018	08:41	6 A	77 ms	0 s
Fider6	28.06.2018	05:31	6 A	128 ms	0 s

16.06.2018 ve 05.07.2018 tarihleri arasında Fider3 ve Fider6 da gerçekleşen 8 ayrı arızada kesinti meydana gelmeden GFN arızaları sönümlenmiştir. Gerçekleşen bu arızaların 7 tanesi geçici arıza olup hiç kesinti olmaksızın enerji devamlılığı sağlanmış, 1 tanesi ise kalıcı arıza olup 7 saat sonunda müdahale edilmiş ve enerji devamlılığı sağlanmıştır. Geçici arızalarda hatta tekrar enerji verilme süresi 20dk, kalıcı arızalarda arızanın tespiti ve enerji verme süresi yaklaşık 2,5 saat sürmektedir. Bu durumda;

- Fider6 'dan enerjilenen 1.800 abonenin elektriği yaklaşık olarak 20 dk x 4 = 80 dk,
- Özel trafoların yoğunlukta olduğu, Fider3 'den enerjilenen 150 abonenin elektriği yaklaşık olarak 20 dk x 3 + 2,5 x 60 dk x 1 = 210 dk,

enerji kesintine uğramadan gerekli müdahaleler yapılarak, enerji devamlılığı ve müşteri memnuniyeti sağlanmıştır.

5. Sonuçlar

EPDK fonundan desteklenen "Şebeke Kısa Devre Akımlarının Etkilerinin Azaltılması ve Arıza Akımı Sınırlandırıcı Çözümlerinin Araştırılması, Pilot Uygulama Çalışmaları" ARGE projesi kapsamında Toroslar EDAŞ bölgesi ADANA ilinde bulunan Afetveleri İndirici Merkezi'nde 34,5 kV/15,8 kV trafodan enerjilenen 3 dağıtım fiderinde GFN(Toprak Hatası Nötrleştirici) uygulanmıştır. Türkiye'de ilk defa Toroslar EDAŞ tarafından hayata geçirilen bu uygulama sayesinde 3 dağıtım fiderinde meydana gelen geçici ve kalıcı arızalarda GFN sistemi arıza akımlarını kompanze ederek enerji kesintisi yaşanmadan tedarik sürekliliği sağlanmıştır. GFN uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte elektrik dağıtım şirketlerinin tedarik sürekliliği kalitesi parametrelerinde (SAIDI, SAIFI vb.) iyileşme görülecektir. Ayrıca arızalara müdahale zorunluluğu ortadan kalktığından operasyonel giderlerde azalma yaşanacaktır. Ancak dağıtım şebekesinin büyük kısmı TEİAŞ'a ait trafolardan beslendiği için dağıtım şirketlerinin mülkiyetinde bulunan indirici merkezlerde gerçekleştirilecek GFN uygulamaları sınırlı kalabilir.

6. Kaynaklar

- [1] OTHMAN, S., CHONG, J., CHEN, S, Winter, K, " The Pilot Project of Ground Fault Neutralizer in Sibü, Sarawak ", *Electricity Distribution Conference – South East Asia - 2014*
- [2] Silveira, M, Figueiredo, C, Mello, G, Machado, S, "Resonant Grounding Project – More Reliability and Safety in the Overhead MV systems", *LP70 - AES Congress on Innovation- Ocak 2013*
- [3] Bushfire Mitigation Contingent Project Application AusNet Electricity Services Pty Ltd- Mart 2017
- [4] Roberts, J, Altuve, H, Hou, D, "Review Of Ground Fault Protection Methods For Grounded, Ungrounded, And Compensated Distribution Systems" Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. 2001
- [5] Hunter, E., M., "Some Engineering Features of Petersen Coils and Their Application", *Electrical Engineering Transactions, Ocak 1938*
- [6] Winter, K, "The Rcc Ground Fault Neutralizer – A Novel Scheme For Fast Earth-Fault Protection" *CIREC 18th International Conference on Electricity Distribution, Haziran 2005*
- [7] Janssen, M, Kraemer, S, Schmidt, R, Winter, K, "Residual Current Compensation (RCC) for resonant grounded transmission systems using high performance voltage source inverter" *2003 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition, Eylül 2003*
- [8] Kristian WINTER, Klaus WINTER, "On-Line Partial Discharge Measurement And Control" , *CIREC 19th International Conference on Electricity Distribution, Mayıs 2007*