

Yüksek Gerilim Güç Şebekesinde Oluşan İç ve Dış Kaynaklı Arızaların Analizi

Yiğit Esen^{1*}, Serhat Berat Efe²

^{1*}Fen Bilimleri Enstitüsü, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye, yigit.esen@uedas.com.tr
ORCID: 0000-0002-9329-6570

²Elektrik Mühendisliği Bölümü Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye, sefe@bandirma.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6076-4166

Günümüzde hayatın her alanında elektrik enerjisine olan ihtiyaç günden güne artmakta ve teknolojik gelişmeler sayesinde neredeyse elektrik enerjisi olmadan hiçbir cihaz kullanılmamaktadır. Bilimsel araştırmalar yapılırken dahi elektrik enerjisinin kullanılması şarttır. Elektrik enerjisine olan ihtiyacın artması, beraberinde daha verimli sistemlerin kullanımı gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Özellikle enerji iletim ve dağıtım sistemlerinde mevcut yapıların daha verimli ve yüksek kapasiteli donanımlar ile değişimi, günümüzün en önemli çalışma konuları arasında bulunmaktadır. Elektrik dağıtım şirketlerinin, müşteriye vermiş oldukları hizmet ve kalite standartlarını yükseltmeleri için bilgi teknolojilerine dayalı modern yönetim sistemlerinin ışığında elektrik şebekesi alt yapı sistemlerini güncellemeleri gerekmektedir. Bu çalışmada, arıza akım seviyeleri ve oluşma sebepleri; elektriksel sebepler, mekanik sebepler, doğal sebepler, hatalı manevralar, aşırı ısınmalar, delinmeler, ayırıcı ve kesici arızaları, bara bağlantı noktalarındaki kuvvetler, şebekelerdeki tahribatlar, trafo arızaları gibi yaygın olarak karşılaşılan arızalar, kaynakları ve yapıları açısından analiz edilmiş, çözüm yöntemleri sunulmuştur. Bunlara ek olarak, bahsedilen durumlar, iç aşırı gerilimler, dış aşırı gerilimler ve gerilim düşümü kaynaklı arızalar bakımından da incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Enerjisi, Enerji İletim ve Dağıtım, Dağıtım Sistemi

Analysis of Internal and External Faults Occur in the High Voltage Power Grid

Yiğit Esen^{1,*}, Serhat Berat Efe²

^{1*} Graduate School of Natural and App. Sci., Bandırma Onyedi Eylül University, Bandırma, Turkey, yigit.esen@uedas.com.tr
ORCID: 0000-0002-9329-6570

² Department of Electrical Engineering, Bandırma Onyedi Eylül University, Bandırma, Turkey, sefe@bandirma.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6076-4166

Electrical energy is among the most important needs of individual and corporate life with its widespread use. In today's conditions, where economic competition is intensified, both for consumers and for the generation, transmission and distribution units that make up the power system, even a short-term interruption in electrical energy brings along many problems. Therefore, considering the energy transmission lines, which are one of the basic operating structures of the power system, a fault should be eliminated as soon as possible. In this study, fault current levels and their causes; Common faults such as electrical causes, mechanical causes, natural causes, faulty maneuvers, overheating, punctures, disconnecter and breaker failures, forces at busbar connection points, damages in networks, transformer failures are analyzed in terms of their sources and structures, and solution methods are proposed. In addition, the mentioned cases are also examined in terms of internal over-voltages, external over-voltages and voltage drop-induced faults.

Keywords: Electrical Energy, Energy Transmission and Distribution, Distribution System

© 2022 Published by AIntelia

1. Giriş

Üretim ve tüketim miktarlarının sürekli artışı ve buna karşılık iletim kapasitesinin yetersizliği enerji dağıtım hatlarında, arıza akım seviyeleri ve oluşma sebepleri; elektriksel, mekanik, doğal sebepler, hatalı manevralar, aşırı ısınmalar, delinmeler, teçhizat arızaları bunlara ek olarak arıza gerilim seviyeleri; iç aşırı gerilimler, dış aşırı gerilimler ve gerilim düşümü kaynaklı arızalar enerji iletim / dağıtım hatlarının yeniden düzenlenmesi çalışmaları gerektirmektedir.

Bu çalışmalardan birinde, He ve ekibi, koruma bilgilerini göz önünde bulundurarak, geçici kararlılık marjı için analitik bir algoritma önermiştir. Çalışma sonunda, önerilen algoritmanın geçici kararlılık analizini daha hızlı ve daha doğru yaptığı sonucuna ulaşılmıştır [1].

Başka bir çalışmada, güç sistemi arızalarını sınıflandırmak için üç boyutlu (3B) bir derin öğrenme algoritması (DLA) önerilmiştir. Önerilen ağ güç sistemi arızalarını çok yüksek doğrulukla tanımlamak için daha az veri gerektirir. Elde edilen sonuçlardan, önerilen modelin güç sistemi arızalarının tipini %93.75 ve %100 doğrulukla sınıflandırabildiği tespit edilmiştir[2] .

Yapılan başka bir çalışmada ise Sunita Choudhary Apex ve arkadaşları arıza konusunda arızaların analizleri ve arıza kaynaklarının tespiti açısından rölelerin önemini araştırmıştır [3].

Mingkai WDQJ, Zhi Qu ve çalışma arkadaşları yaptıkları araştırmada Güç Şebekesi İzleme ve uygulaması için Gerçek Zamanlı Arıza İzleme ve Teşhis Yöntemi incelemiştir.[4]

Bu çalışmalardan başka biri incelendiğinde ise Xun Yu ve ekibi tarafından Arızalara Hızlı Müdahale edilmesi için teknolojiyen faydalanması konusunda araştırmalar yapılmış ve çok faydalı sonuçlar elde edilerek gerçekçi değerlere ulaşılmıştır [5].

Başka bir çalışma incelendiğinde ise Aleksander ve arkadaşları Güç Şebekesinin Arıza Modu Similiasyonu' nu inceleyerek faz toprak arızalarının yüksek akım harmonikleri seviyesine göre tanımlamanın mümkün olduğunu belirtmiştir [6].

Yapılan çalışmalardan başka birisinde ise Abdul Barik ve arkadaşları Merkezi olmayan bir arıza tespit Tekniği Faz – Toprak Arızalarını Tespit Etme Rezonans Topraklamalı Dağıtım Sistemlerini inceleyerek, bu tekniğin yalnızca karşılık gelen gerilim trafolarında meydana gelen gerilim ve akım sinyallerinde meydana gelen arızaları fideri belirlemek için aynı veya farklı fiderlerdeki koruma cihazları arasında iletişim olması sonucuna varılmıştır [7].

İncelenen çalışmalardan birisinde ise Ming WANG ve ekibi Güç Şebekesi Güvenlik Açığı Değerlendirme Modeli Arıza Zincirine Dayalı Basamaklı Arızalar ve Dinamik Hata Ağacı konulu araştırmada ise arıza zincirlerini kapsamlı şekilde tahmin etme yöntemini güvenlik açığı değerlendirme yöntemine dayalı olarak önerilmiştir. Kritik noktaları belirlemek için hata zinciri ve dinamik hata ağacı teorileri basamaklama üzerinde etkileri IEEE 39-bus sistemine göre test edilmiştir [8].

Junping Cao ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada ise incelenen yöntem ile arıza bulma süresini etkili bir şekilde azaltılacağı ve güç kaynağının hızlı bir şekilde geri kazanılması için büyük önem taşıdığı saptanmıştır [9].

Mediha Mehmet – Hamza tarafından yürütülen çalışmada ise simülasyon modelleri bir OG şebekesi yapılarak tek fazlı toprak arızalarının analizi ve kompanzasyon asimetrisi incelenerek kompanzasyondan bağımsız olarak toprak arızalarının 2,2 s ve 0,03 s gibi bozunmalar yarattığı saptanmıştır [10].

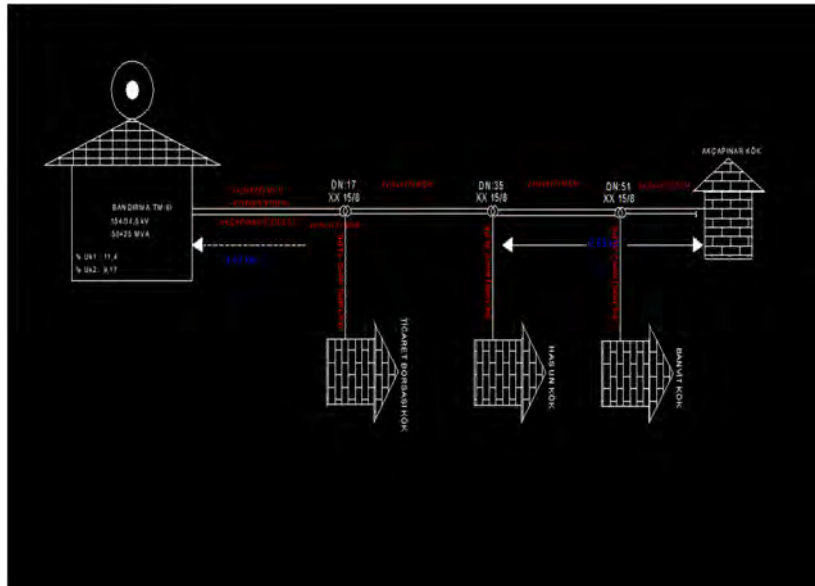
Başka bir çalışmada ise Yifan ve ekibi arıza ark bastırma etkisini elde etmek ve sistemin nominal çalışmasını geri yüklemek ve çalışmasına devam etmek için yaptığı araştırmada etkin topraklama sisteminin daha hızlı ark bastırma anlık arıza bastırma sağladığı sonucuna varmıştır [11].

Xiang Zhang ve ekibinin yaptığı çalışmada ise 3 fazlı arıza arkının akımlar, arıza bölgesindeki elektrotların düzenine bağlı olduğu belirlenmiştir. 3 Fazlı arıza arkının kullanılan yöntem şalt cihazları yerine matematiksel olarak belirtilmiştir [12].

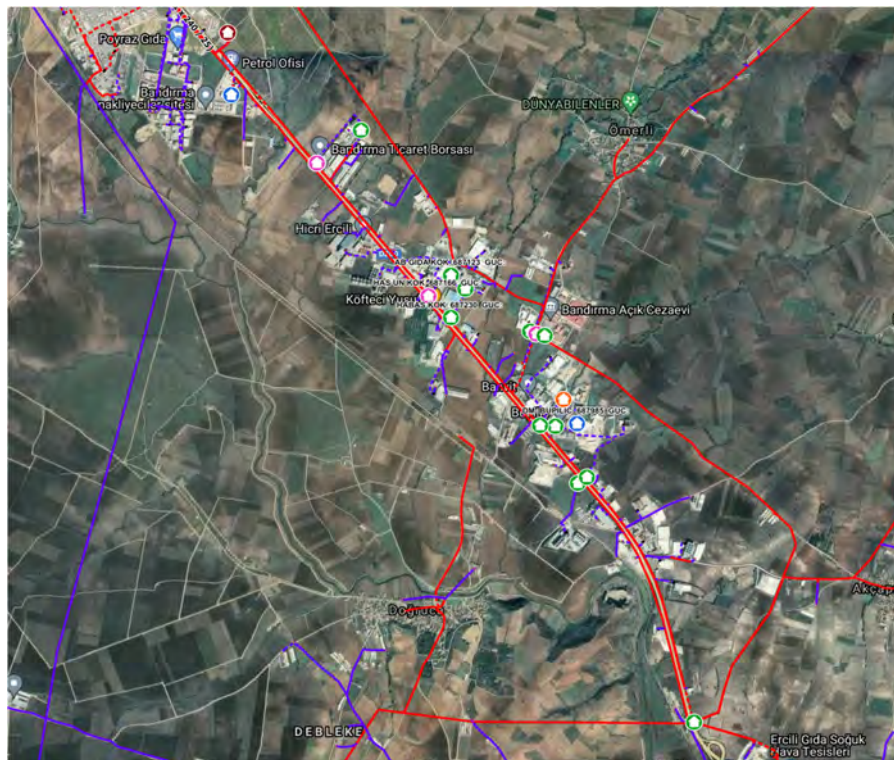
2. 34.5 kV ŞEBEKEDKİ ARIZA VE KESİNTİLER

Gelişen teknoloji ve artan sanayileşme enerjiye olan bağımlılığı hiç olmadığı kadar arttırmıştır. Kesintisiz enerji, gündelik yaşamın temel unsuru haline gelmiş ve meydana gelen arızaların elektriksel enstrümanlara, iletim ve dağıtım şebekelerine, enerji üretim tesislerine hatta enterkonnekte sisteme zarar vermeden izole edilip çözülmesi en önemli önceliklerden biri halini almıştır. Günümüzde enerjinin sürekliliği ve enerji kalitesi gibi

kavramlar elektrik dağıtım şirketleri açısından çok önem arz etmektedir. Her geçen gün artan enerji taleplerinin karşılanması için yatırım planları yapılmakta olup enerji ihtiyaçları ilgili yönetmeliklerdeki şartlar ile sağlanmaktadır. Dağıtım şirketi performanslarının belirlenmesinde kesintiler ve kesinti süreleri oldukça önemlidir.

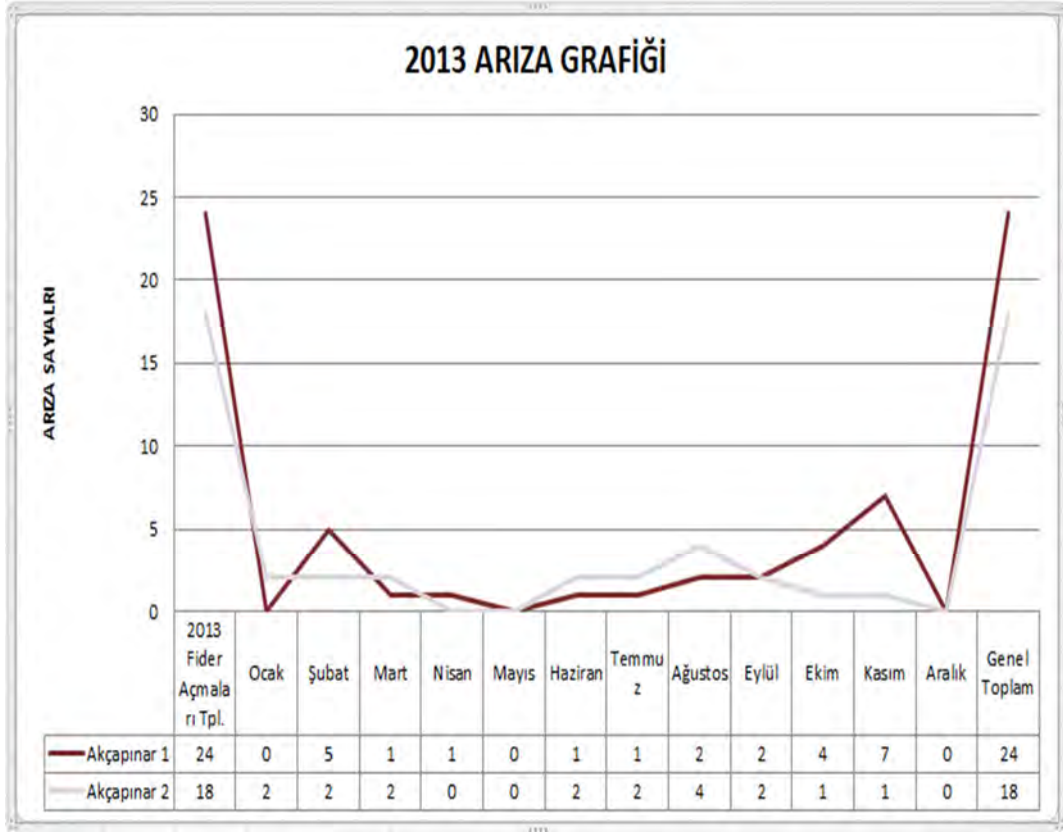


Şekil 1. UEDAS Bandırma Bölgesi Akçapınar-1 ve Akçapınar-2 Fiderleri Tek Hat Şeması



Şekil 2. UEDAS Bandırma Bölgesi Akçapınar-1 ve Akçapınar-2 Fiderleri Uydu Görüntüsü

2013 yılı Bandırma TM-3 verileri göz önüne alındığında Akçapınar-1 Fideri üzerinde 24 adet ve Akçapınar-2 Fideri üzerinde 18 adet olmak üzere toplamda 42 adet arıza meydana gelmiştir [13-14]. Arıza açma sebepleri göz önünde bulundurulduğunda büyük çoğunluğunun anlık arızalardan kaynaklı olduğu görülmektedir. Anlık arızalar genellikle geçici arızalar olup iç kaynaklı yani hat üzerindeki özel müşterilerden gelmektedir. Arıza süreleri de ele alındığında uzun süreli arızalar genellikle dış kaynaklı olup kesinti süreleri ve onarım çalışmaları uzun sürmektedir.

Tablo-1: UEDAS Bandırma Bölgesi Akçapınar-1 ve Akçapınar-2 Fiderleri Arıza Sayıları

3. Arıza Çeşitleri

Bir elektrik dağıtım sisteminde kullanılan vazgeçilmez elektriksel ekipmanlarda birisi de hat başı sigortalı topraklı ayırıcıdır (HSTA). HSTA' lar branşman noktalarındaki hat başlarında ve trafo direkleri üzerinde trafo koruma amacıyla kullanılmaktadır. Koruma işlemlerini ayıcı üzerine montaj edilen sigortalar sağlamaktadır. Ayırıcıların zamanla oksitlenmesi, bakımsızlık nedeniyle hareketli aksamalarının çalışmaması, toprak bağlantılarının kopması, oksitlenme, ekonomik ömrünü tamamlama, ayırıcı kolunun arızalanması gibi durumlarda şebeke arızalarına sebebiyet vermektedir. Şekil 3' te bakımları yapılmış bir HSTA görünmektedir.



Şekil 3. UEDAS Bandırma Bölgesi Doğruca Hattında Bakımı Yapılan HSTA ve Atlamalar

Özellikle bölgemizde (Bandırma-Manyas-Gönen) göçmen kuşların göç güzergâhlarında yer almaktadır. Göçmen kuşlar dışında yırtıcı kuşların da yaşam alanında bulunmaktadır. İletkenlere veya direklere konan

kuşlar şebekede faz-faz veya faz toprak kısa devreleri yaratarak arızalara sebep olabilmektedir. Bunlarla ilgili özellikle bölgemizde çok fazla arızalar oluşmaktadır. Bu sebeplerle bölgesel olarak kuş konmaz uygulamaları, bağlantı eklerinin atlamaların izolasyon malzemeleri ile kaplanması ve pim yükseltme çalışmaları yapılmaktadır.



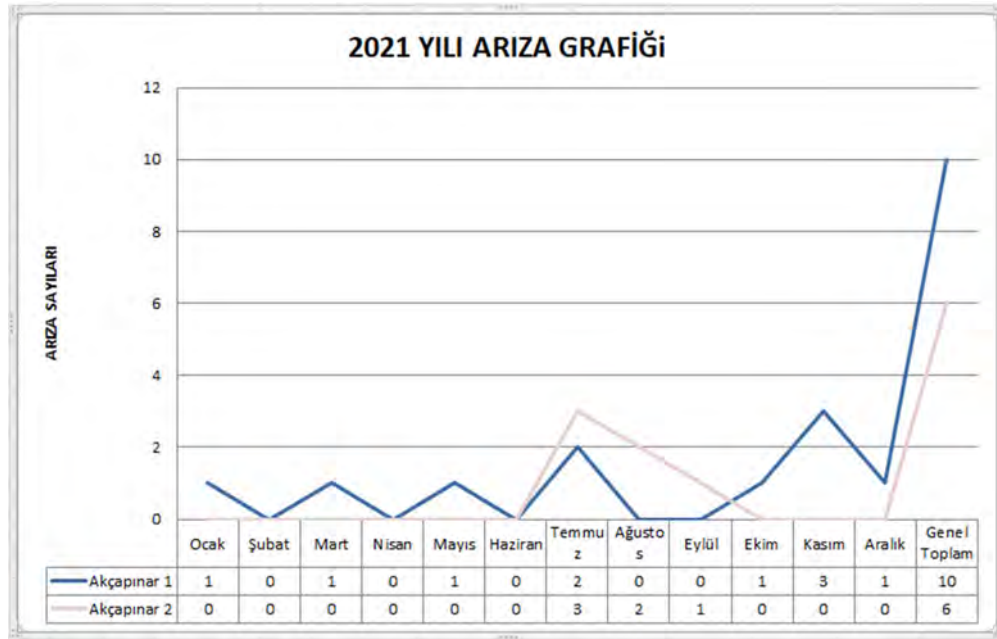
Şekil 4. UEDAS Bandırma Bölgesi Kuşcenneti Sıkı Bağ, Giydirme ve Kuşkonmaz Çalışması

Bir enerji nakil hattı iletkeni özellikle yaz ve kış aylarındaki genleşmeler nedeniyle veya iletkenin kendi ağırlığı sebebiyle zamanla sehim yaratabilmektedir. Özellikle kış aylarında rüzgarında etkisiyle sehim oluşan iletkenlerde çarpılmalar sebebiyle faz-faz kısa devreleri oluşmakta ve arıza kaynağı yaratmaktadır. Benzer şekilde çarpılma etkisiyle iletkende kopma veya deforme sebebiyle yanma, kıvılcım atma vb. olaylar meydana gelebilir. Yine aynı şekilde sehim sebebiyle iletkenler ağaçlara yaklaşabilmekte ve yağmurunda etkisi ile faz- toprak boşalmaları oluşabilmektedir. Bu sebeple düzenli olarak sehim alımı yapılması gerekmektedir. Sehim alırken iletken fazla gerilmemelidir. Kış aylarındaki büzüşme sebebiyle direkleri fazla çekerek kurulma veya burulmaya neden olabilir.



Şekil 4. UEDAS Bandırma Bölgesi Sehim Alma Çalışması

Tablo-2: UEDAS Bandırma Bölgesi Akçapınar-1 ve Akçapınar-2 Fiderleri Arıza Sayıları



2021 yılında Bandırma Akçapınar-1 ve Akçapınar-2 Fiderleri üzerinden Bandırma TM-3' e Akçapınar-1 üzerinden 10 ve Akçapınar-2 üzerinden 6 adet toplamda 16 adet kesinti meydana gelmiştir. Arıza sayıları değerlendirildiğinde yıllar içerisinde farklılıklar her ne kadar farklılık gösterse de yapılan çalışmaların olum sonuçları gözlenmektedir. Ayılar üzerinden yola çıkıldığında yıllık 42 adet TM' ye vuran arıza sayılarından yıllık 10-20 sayılara kadar düşürülmüş ve bazı yıllarda 5 adet geçmemiş ve bazı yıllarda ise TM de hiç kesinti yaşanmamıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu bildiride, Bandırma bölgesindeki Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. sorumluluğunda bulunan Enerji Nakil Hatlarında yaşanan arıza sebepleri örnekler üzerinden değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, sahadaki çözüm yöntemleri ve ileriye

dönük çözüm planlamalarından örnekler verilmiş, çözüm yöntemleri hakkında öneriler sunulmuştur. Bu çalışma ile elektrik arıza sebepleri, çözüm yöntemleri, sürekli ve kaliteli enerji sağlanması açısından süreçlere katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda elde edilecek analiz sonuçlarından çözüm önerileri geliştirilebilecek, kaliteli ve kesintisiz enerji akışı için gerekli önlemler alınabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] N. He, W. Kang, P. Ding, and W. Sha, "Research on power system transient stability based on asymmetric fault model," in *Proceedings - 2020 International Conference on Urban Engineering and Management Science, ICUEMS 2020*, 2020, pp. 225–230, doi: 10.1109/ICUEMS50872.2020.00057.
- [2] P. Srikanth and C. Koley, "A novel three-dimensional deep learning algorithm for classification of power system faults," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 91, no. July 2020, p. 107100, 2021, doi: 10.1016/j.compeleceng.2021.107100.
- [3] S. Choudhary and S. R. Ola, "Detection of Transmission Line Faults in the Presence of Thyristor Controlled Reactor Using Discrete Wavelet Transform."
- [4] M. W. Dqj *et al.*, "Real Time Fault Monitoring and Diagnosis Method."
- [5] Z. Vljqdov, F. D. Q. Eh, F. Dqg, D. Hg, and B. K. D. Mining, "5HVHDFK RQ , QWHOOLJHQB \$ QDO \ VLV DQG) DXOW ' LDJQRVLV RI (OHFWULF 3RZHU & RQWURO % DVHG RQ : DUQLQJ 6LJQDO," pp. 2020–2023, 2020, doi: 10.1109/ICCSMT51754.2020.00007.
- [6] A. Fedotov, "Simulation of Fault Mode in Power Grid," pp. 383–387, 2019.
- [7] M. A. Barik, A. Gargoom, M. A. Mahmud, M. E. Haque, H. Al-Khalidi, and A. M. Than Oo, "A decentralized fault detection technique for detecting single phase to ground faults in power distribution systems with resonant grounding," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 33, no. 5, pp. 2462–2473, Oct. 2018, doi: 10.1109/TPWRD.2018.2799181.
- [8] M. Wang, W. Lu, S. Wu, and C. Zhao, "Vulnerability Assessment Model of Power Grid Cascading Failures Based on Fault Chain and Dynamic Fault Tree," pp. 1279–1284, 2017.
- [9] J. Cao, H. Jiang, L. Zhou, S. Wang, X. Zhou, and T. Li, "Accurate Fault Location Method and Verification Test Analysis of High-Voltage Cable Hybrid Lines," *2018 IEEE 3rd Int. Conf. Integr. Circuits Microsystems, ICICM 2018*, pp. 104–108, 2018, doi: 10.1109/ICAM.2018.8596594.
- [10] M. Mehmed-Hamza and P. Stanchev, "Analysis of the Single Phase Earth Faults and the Asymmetry in Compensated Medium Voltage Power Electric Networks," *2019 11th Electr. Eng. Fac. Conf. Bulef 2019*, 2019, doi: 10.1109/Bulef48056.2019.9030700.
- [11] Y. Xiong, K. Yu, X. Zeng, Q. Yang, and Z. Wang, "Arc-Suppression Method of Grounding Fault for Distribution Network Based on Controlled Voltage Source Access," *2019 3rd IEEE Conf. Energy Internet Energy Syst. Integr. Ubiquitous Energy Netw. Connect. Everything, EI2 2019*, pp. 2493–2497, 2019, doi: 10.1109/EI247390.2019.9062186.
- [12] X. Zhang, J. Zhang, and G. Pietsch, "Calculation of the three-phase internal fault currents in medium-voltage electrical installations," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 23, no. 3, pp. 1685–1686, 2008, doi: 10.1109/TPWRD.2008.923109.
- [13] "TEİAŞ FİDER AÇMALARI 2013." UEDAS.
- [14] "TEİAŞ FİDER AÇMALARI_2021." UEDAS.