



**ELEKTRİK DAĞITIMI ŞEBEKESİNDE ARIZA
YERİNİN TESPİTİ**

**2023
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ**

Yavuz GÜNEŞ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK**

ELEKTRİK DAĞITIMI ŞEBEKESİNDE ARIZA YERİNİN TESPİTİ

Yavuz GÜNEŞ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK**

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Haziran 2023**

Yavuz GÜNEŞ tarafından hazırlanan “ELEKTRİK DAĞITIMI ŞEBEKESİNDE ARIZA YERİNİN TESPİTİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK

Tez Danışmanı, Anabilim Dalınız Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 21/06/2023

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Abdül Samet ZABAK (NEÜ)

Üye : Doç. Dr. Alper ERGÜN (KBÜ)

Üye : Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK (KBÜ)

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Müslüm KUZU

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Yavuz GÜNEŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELEKTRİK DAĞITIMI ŞEBEKESİNDE ARIZA YERİNİN TESPİTİ

Yavuz GÜNEŞ

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK

Haziran 2023, 38 sayfa

Bu çalışmada, yüksek gerilim havai hatlarda arıza noktasının metraj tahminlemesi yapılmıştır. Metraj tahminlemesi yapılırken yansıyan dalgalar teorimi kullanılmıştır. Advanced design system programı kullanılarak simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyon çalışmaları yapılırken zaman alanında ve arıza direncinde değişiklikler yapılarak sonuçlar gözlemlenmiştir. DIGSILENT PowerFactory programı kullanılarak iki farklı senaryo simüle edilmiştir. Yüksek gerilim hattında tek alıcı varken yapılan simülasyon ile birden fazla alıcı varken yapılan simülasyon sonucu karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda alıcılar üzerinden yansıyan dalgaların kaynağa dönmeden birbirlerini sönmüleyebileceği gözlemlenmiştir. İstanbul ve Karabük illerinde sahada deney çalışmaları yapılmıştır. Deney esnasında ROHDE&SCHWARZ RTB 2004 model ve GWINSTEK GDS-2074-A model osiloskop kullanılmıştır. İki osiloskoptan da alınan sinüzoidal dalga formunda olan gerilim grafikleri incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucu örnekleme frekansı yüksek olan ROHDE&SCHWARZ RTB 2004 model osiloskopun, arıza anındaki bozulmayı yakaladığı görülmüş ve proje içerisinde kullanılmasına karar verilmiştir. Tek alıcılı

hatlarda yapılan deney sonucunda, yansıyan dalganın zamanı ve iletkenin yayılım hızı kullanılarak yapılan metraj tahminlemesinin %1 hata payından düşük bir oran ile başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Yansıyan dalgalar, yayılım hızı, arıza direnci, gerilim çökmesi.

Bilim Kodu : 92808

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETECTION OF FAULT LOCATION IN THE ELECTRICITY DISTRBUTION SYSTEM

Yavuz GÜNEŞ

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Department of Energy Systems Engineering**

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK

June 2023, 38 pages

In this study, In this study, the distance estimation of the fault point in high voltage overhead lines has been made. While estimating the distance, the theory of reflected waves was used. A simulation study was carried out using the advanced design system program. During the simulation studies, the results were observed by making changes in the time zone and fault resistance. Two different scenarios were simulated using the DIgSILENT PowerFactory program. The simulation has been made when there is only one receiver on the high voltage line and the simulation result when there is more than one receiver are compared. As a result of the comparison, it has been observed that the waves reflected from the receivers can absorb each other without returning to the source. Experimental studies were made out in the field in Istanbul and Karabük. ROHDE&SCHWARZ RTB 2004 and GWINSTEK GDS-2074-A model oscilloscopes were used during the experiment. Voltage charts in sinusoidal wave form taken from both oscilloscopes were examined. As a result of the examination, it was seen that the ROHDE&SCHWARZ RTB 2004 model oscilloscope with a high

sampling frequency caught the distortion at the time of failure and it was decided to use it in the project. Correspondingly the experiment performed on single-receiver lines, it was seen that the estimation of the distance made by using the time of the reflected wave and the propagation rate of the conductor was successful with a margin of error of less than 1%.

Key Word : Reflected waves, propagation speed, fault resistance, voltage collapse.

Science Code : 92808

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Simülasyon ve saha deneylerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini aktarmaktan yorulmayan, meslektaşım Ertuęrul KOYUNCU 'ya teşekkür ederim.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımını esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	3
BÖLÜM 3	7
YÜKSEK GERİLİMDE ARIZA TESPİTİNİN YAPILMASI.....	7
3.1 KABLOLARDA ARIZA TESPİTİNİN YAPILMASI.....	7
3.1.1 XLPE Kabloalarda Arıza Tespitinin Yapılması	8
3.2 HAVAİ HAT İLETKENLERDE ARIZA TESPİTİNİN YAPILMASI.....	9
3.2.1 FAZ-TOPRAK KISA DEVRE ARIZASI.....	9
3.2.2 FAZ-FAZ KISA DEVRE ARIZASI	13
3.2.3 3 FAZ KISA DEVRE ARIZASI	14
BÖLÜM 4	16
DENEY VE UYGULAMALAR.....	16
4.1. SİMÜLASYON UYGULAMALARI	16
4.1.1. Advanced Design System.....	16
4.1.2. Advanced Design System Simülasyon Uygulamaları	16

4.1.3. DIgSILENT PowerFactory	23
4.1.4. DIgSILENT PowerFactory Simülasyon Uygulamaları	23
4.2 DENEY ÇALIŞMALARI	26
4.2.1 DENEY İSTANBUL	26
4.2.2 DENEY KARABÜK	32
BÖLÜM 5	35
SONUÇ VE ÖNERİLER	35
5.1. SİMÜLASYON VE DENEY SONUÇLARI	35
5.2 ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Çeşitli arıza görselleri.	7
Şekil 3.2. XLPE Kablo Arızası.	8
Şekil 3.3. Faz-toprak kısa devre arızası.	10
Şekil 3.4. Faz-toprak kısa devre arızası izolatör kırığı.....	11
Şekil 3.5. Faz-toprak kısa devre arızası sıkı bağ kopması.	12
Şekil 3.6. Faz-toprak kısa devre arızası izolatör çatlağı.....	12
Şekil 3.7. Faz-faz kısa devre arızası.....	13
Şekil 3.8. Üç faz kısa devre arızası.	14
Şekil 4.1.ADS Simülasyon test 1.	17
Şekil 4.2. ADS Simülasyon test 1 grafik sonucu.	17
Şekil 4.3. ADS Simülasyon test 2.	18
Şekil 4.4. ADS Simülasyon test 2 grafik sonucu.	18
Şekil 4.5. ADS Simülasyon test 3.	19
Şekil 4.6. ADS Simülasyon test 3 grafik sonucu.	19
Şekil 4.7. ADS Simülasyon test 4.	20
Şekil 4.8. ADS Simülasyon test 4 grafik sonucu.	20
Şekil 4.9. ADS Simülasyon test 5.	21
Şekil 4.10. ADS Simülasyon test 5 grafik sonucu.	21
Şekil 4.11. ADS Simülasyon test 6.	22
Şekil 4.12. ADS Simülasyon test 6 grafik sonucu.	22
Şekil 4.13. 1.Simülasyon şebeke modeli.....	23
Şekil 4.14. DIgSILENT PowerFactory 1.şebeke modeli.	23
Şekil 4.15. 1.Şebeke modeli EMT analiz sonucu.....	24
Şekil 4.16. 1.Şebeke modeli EMT analiz sonucu 36-46 ms arası yakınlaştırılmış. ...	24
Şekil 4.17. 2.Simülasyon şebeke modeli.....	25
Şekil 4.18. DIgSILENT PowerFactory 2.şebeke modeli.	25
Şekil 4.19. 2.Şebeke modeli EMT analiz sonucu.....	25
Şekil 4.20. 2.Şebeke modeli EMT analiz sonucu 36-46 ms arası yakınlaştırılmış. ...	26

Şekil 4.21. Dağıtım merkezi ve arıza noktası.	27
Şekil 4.22. Yapay arıza düzeneği.....	28
Şekil 4.23. Yapay arıza düzeneği ile faz-toprak arızası.	29
Şekil 4.24. Faz-toprak arızası osiloskop üzerinde grafik.	29
Şekil 4.25. Faz-toprak arızasının metraj tahminlemesi.....	30
Şekil 4.26. Yüksek gerilim havai hatlarda sehim.....	31
Şekil 4.27. Ağva fideri izolatör arızası.....	31
Şekil 4.28. Osiloskop bağlantısı.....	32
Şekil 4.29. İki farklı osiloskop incelemesi.	33
Şekil 4.30. Yapay arıza bilgileri.....	33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

- R : Direnç
V : Gerilim
Hz : Hertz
AG : Alçak Gerilim
YG : Yüksek Gerilim
DM : Dağıtım Merkezi
EMT : Elektro Manyetik Dalga
PVC : Polivinil Klorür
PE : Polietilen
RF : Radyo Frekans

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Elektrik dağıtım şirketlerinin en büyük sorunlarından bir tanesi; elektrik hatlarında meydana gelen arızalar sonucunda yaşanan elektrik kesintileridir. Bu elektrik kesintileri sonucunda dağıtım şirketleri tazminat ödemek zorunda kalabilirler. Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliğinde bu tazminatların detayları yer almaktadır. Bu tazminatların içerisinde uzun süreli elektrik kesintileri de yer almaktadır. Kırsal alanda 12 saat süren, Kent altı bölgelerinde 11 saat süren ve merkezi alanlarda 10 saat süren bildirimli kesintiler sonucunda elektrik aboneliğine sahip müşterilere, o bölgenin sorumlu elektrik dağıtım şirketi tazminat ödemek zorundadır [1]. Yine aynı yönetmelikte tedarik sürekliliği kalitesi başlığı altında, uzun süreli kesintilerden ve kesinti sıklığından kaynaklanan tazminatlar bulunmaktadır. İlgili bölgede meydana gelen uzun kesintiler için kesinti sınıflandırmasına göre ortalama kesinti sıklığı endeksleri alınarak hesaplama yapılır. Uzun süreli elektrik kesintilerinin yaşanmasının en büyük sebebi ise; elektrik hattında meydana gelen arızaların tespit edilmesinin uzun sürmesidir. Özellikle Türkiye'nin coğrafik yapısı düşünüldüğünde arıza tespitinin yapılabilmesi ciddi bir problemdir. Elektrik hatları buldukları yere göre ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; Havai hatlar ve yeraltı şebekeleridir. Yer altı şebekelerinde meydana gelen arızaların tespit edilebilmesi için birden farklı cihaz bulunmaktadır. Bu cihazlara kablo arıza tespit cihazı örnek verilebilir. Arızalı olan kablo çift taraflı bağlantıları sökülerek kablo arıza tespit cihazına bağlantısı yapılır. Kablo üzerinde farklı seviyelerde gerilim uygulanarak arıza noktasının tespiti yapılır. Havai hatlarda ise dağıtım şebekelerinde arıza noktasını tespit edebilen bir cihaz bulunmamaktadır. İletim hatlarında arıza tespiti için mesafe koruma röleleri kullanılmaktadır. Dağıtım şebekesindeki alıcıların çeşitliliği ve değişken empedanslardan dolayı mesafe koruma röleleri kullanılamamaktadır. Günümüzde, dağıtım şebekesinde yüksek gerilim havai hatlarda arıza tespiti fider taranarak yapılmaktadır. 15-20 kilometrelik hatlarda arıza noktasının tespitini hızlandırmak için birden farklı yöntem kullanılmaktadır. Fider üzerinde

ayırıcı bulunuyorsa açılarak hat ikiye bölünür ve fidere enerji verilir. Arıza, ayırıcı ile besleme noktası arasındaysa anahtarlama elemanı açar. Anahtarlama elemanı açmıyorsa arıza ayırıcının ilerisinde kaldı demektir. Bu şekilde arıza aranacak alan daraltılabilir. Diğer yöntemlerden bir tanesi ise elektrik hattı üzerinde drone uçurarak hattın hızlı bir şekilde taranmasıdır. İki yöntemde ciddi zaman almaktadır. Mevcut yöntemler ile elektrik kesintilerinin süreleri uzamaktadır. Bunun sonucunda; dağıtım şirketlerine tazminatlar doğmaktadır ve müşteri memnuniyetsizliği oluşmaktadır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Literatürde dağıtım şebekesinde ve iletim hatlarında arıza noktasının metraj tahminlemesi üzerine birçok çalışma mevcuttur. Mohammad Reza Mosavi ve Mohammad Khishe'nin küresel konumlama sistemi zamanlaması kullanarak dalga analizine dayalı güç sisteminde hareket eden dalga hatası konum tekniğinden faydalanarak çalışma yapmışlardır. Hareket eden dalgalar, üretilen yüksek frekanslı elektromanyetik darbelerin iletimine ve yansımaya dayanır. Bu dalgalar, arıza noktasıyla alakalı bilgiler taşımaktadır. Mohammad Reza Mosavi ve arkadaşı bu yöntemde, hattın tek bir ucunda veya birden fazla ucunda arıza anında yansıyan dalgaları incelemiştirler [2]. Dalganın varış hızının bilinmesinden faydalanmışlardır. İletim hattında bir arıza meydana geldiğinde arıza noktasındaki gerilim aniden düşer. Bu ani değişim, hareket eden dalgalar adı verilen yüksek frekanslı darbeler üretir. Bu elektromanyetik dalgalar ışık hızına yakın hızlarda kısa devre arızalarında her iki yönde de açık devre arızalarında ise kaynak yönünde arızadan uzağa yayılır. Bu yöntemde, her iki uçtaki hareket eden dalga sinyal tepelerinin varış zamanları karşılaştırılarak arıza noktası tahminlemesi yapmışlardır. Anahtarlama elamanı olan kesici kontaklarının direnci de incelenen dalga yapısında arıza olarak yorumlanabilmektedir. Elektrik hattında yer alan düşük empedans değişimleri metraj tahminlemesini yanıltabilmektedir. Bundan dolayı Mohammad Reza Mosavi ve arkadaşı bu çalışmalarında filtre kullanılması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Meydana gelen arızanın büyüklüğü gerilim çökmesi oluşturacağı için diğer düşük empedansların oluşturduğu yansıyan dalgaların etkisinin metraj tahminlemesini yanıltmayacağını ifade etmişlerdir. Mohammad Reza Mosavi ve Mohammad Khishe çalışmalarını simülasyon ortamında test etmişlerdir. Simülasyon sonucunda %0,35'lik hata payı ile arıza noktası metraj tahminlemesi yapmışlardır. Simülasyon ortamında iletim hatlarındaki empedanslar düşünülerek yapılmıştır. Dağıtım şebekesi üzerine çalışma yapılmamıştır.

Ozan Akdağ ve Celaleddin Yeroğlu 154 KV iletim hatlarında arıza tespiti için mesafe koruma rölesi tasarım çalışması yapmışlardır. Ozan Akdağ ve arkadaşı bu çalışmalarında iletim hatlarında meydana gelen arızaların yerinin belirlenip en kısa sürede güç sisteminden izole edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bunu da arıza noktasının metrajının doğru tahmin edilerek gerçekleştirilebileceğini çalışmalarında anlatmışlardır [3]. Çalışmalarını Malatya ilinin 154 KV şebekesini DigSilent güç sistemleri analizi programında simüle ederek gerçekleştirmişlerdir. Mesafe koruma rölelerinin temel çalışma prensibi empedans kıyası yapmaktadır. Mesafe koruma rölesi, arızanın olduğu noktada kısa devre akım ve gerilimini ölçerek, arıza noktasında empedans bulur. Arıza empedansı mevcut iletim hattının empedansı ile karşılaştırılır. Eğer arıza empedansı mevcut iletim hattının empedansından küçük ise iletim hattında bir arıza olduğu anlamına gelir ve mesafe rölesi bir açma sinyali üretir. Hattın tamamına ait empedans değerini hattın uzunluğuna oranlayarak bulduğu değeri arıza noktası empedans değeri ile çarpar ve arıza mesafesini bulur. Ozan Akdağ ve arkadaşı bu çalışmalarında daha çok koordinasyon üzerinde durmuşlardır ve bu konuda modellemeler geliştirmişlerdir.

Serkan Budak ve Bahadır Akbal iletim hatlarında arıza noktasını belirlemek için görüntü işleme ve yapay sinir ağları üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında arıza türünün detaylarına inmişlerdir. Üç fazlı simetrik kısa devre arızaları, iki faz-toprak kısa devre arızaları, faz-faz kısa devre arızaları ve faz-toprak kısa devre arızalarının iletim hatlarında meydana gelme sıklığını araştırmışlardır. İletim hatlarında oluşan farklı arıza türlerinin mesafe hesaplamasında yapay sinir ağı kullanmışlardır [4]. Yapay sinir ağının performansını test etmek için destek vektör makineleri ile karşılaştırma yapmışlardır. PSCAD gibi çeşitli benzetim programları kullanılarak yapay sinir ağı için veriler elde etmişlerdir. Farklı topraklama sistemlerinde incelenen kısa devre arızalarındaki mesafe koruma rölesinin R-X empedans diyagramının empedans değişiminin görüntülerini kayıt alarak veri seti haline getirmişlerdir. Serkan Budak ve arkadaşı görüntü işleme teknikleri ile yapay sinir ağı teknolojisi kullanarak iletim hatlarında arıza tespiti çalışması yapmışlardır.

Ali Rıza Kaleli ve arkadaşları orta gerilim yer altı elektrik şebekelerinde kablo arıza tespit cihazı tasarımı ve gerçek zamanlı uygulama çalışması yapmışlardır. Çalışmalarında yer altı şebekesinde meydana gelen arızaların tespiti için kablo arıza teşhis cihazı tasarlamışlardır. Darbe yansıma metodu kullanarak 40 kV'a kadar darbe jeneratörü ile arızanın yerini noktasal olarak tespit etmeyi amaçlamışlardır [5]. Öncelikle Ali Rıza Kaleli ve arkadaşları darbe jeneratörü tasarımı yapmışlardır. 0-8 kV, 0-16 kV ve 0-32 kV'luk aralıklarda, 2000 joule enerjiye sahip bir darbe jeneratörü tasarımı yapmışlardır. Tasarımını yapmış oldukları bu darbe jeneratörünü tasarlamış oldukları arıza tespit cihazı içerisinde kullanmışlardır. Çalışmalarında darbe yansıma metodu haricinde ark yansıma metodunu da kullanmışlardır. İki farklı metodun deneysel sonuçlarını incelemişlerdir.

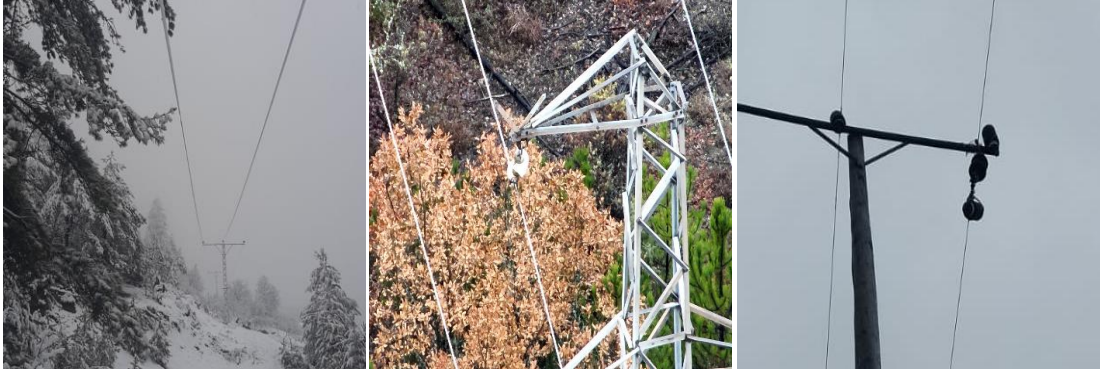
Ender Gençaydın enerji iletim hatlarında nümerik mesafe koruma rölesi üzerinde çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında elektromekanik, statik ve nümerik röleler arasındaki farklılıkları açıklamıştır. Nümerik mesafe ölçümü, nümerik yön ölçümü, arıza empedansının hesaplanması, dairesel karakteristikler, mesafe ölçümüne etki eden faktörler incelenmiştir. Çalışmada 7SA6 nümerik koruma rölesi incelenmiştir [6]. 7SA6 nümerik mesafe koruma rölesi için 154 kV bir havai hat modelinde ayar hesapları yapılmıştır. Bu ayar hesapları SINCAL şebeke planlama programına girilmiştir. Program üzerinde hat modellenmiş ve hattın farklı noktalarında arızalar oluşturularak koruma rölesinin davranışları incelenmiştir.

Yunus Emre Yağan yapmış olduğu çalışmada yapay sinir ağlar kullanarak arıza tespiti çalışması yapmıştır. Çalışmasında dijital arıza yeri bulma tekniğinden bahsetmiştir. Bir dijital arıza yeri bulma tekniği, dijital koruma rölelerinden aldığı verileri kullanan tek bir aygıt olarak kullanılabilceği gibi şebekeye kurulan bir dijital arıza kaydedicisinden aldığı verileri kullanan bir algoritma olarak da kullanılabilir. MATLAB/Simulink program üzerinde çeşitli benzetmeler yapılmıştır. Çalışma içerisinde Matlab nntool arayüzü kullanılarak yapay sinir ağı tasarımı ve uygulaması yapılmıştır [7].

Bu çalışmada yüksek gerilim havai hatlarda arıza anındaki grafik verileri incelenerek tahminleme yapılacaktır. Karabük ve İstanbul ilinde 31,5 kV'luk havai hatta yapılan deney sonuçları ve simülasyon programlarında yapılan uygulamalar kullanılacaktır. Deney sonuçları üzerinde hareket eden dalga teorimi uygulanacaktır.

BÖLÜM 3

YÜKSEK GERİLİMDE ARIZA TESPİTİNİN YAPILMASI



Şekil 3.1. Çeşitli arıza görselleri.

Yüksek gerilimde arıza noktasının tespiti yapılırken dağıtım hattının özellikleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Kablolarda test aracı ile tespit yapılırken, havai hat iletkenlerde test aracı ile arıza tespiti yapabilmek mümkün değildir. Arıza tespiti yapılırken arıza türünün bilinmesi büyük önem arz etmektedir.

3.1 KABLOLARDA ARIZA TESPİTİNİN YAPILMASI

Elektrik enerjisinin üretim noktasından son kullanıcıya kadar iletimi ve dağıtımında kullanılan kablolar farklılık göstermektedir. Tanım olarak enerji kablosu; elektrik enerjisini üretim tesisinden son alıcıya kadar çeşitli gerilim seviyelerinde iletken, yalıtkan izoleli veya izolesiz, tek damarlı veya çok damarlı iletken topluluğuna denir. Kablolarda kullanılan iletkenler, iletkenliği yüksek olan bakır veya alüminyum çıplak tellerin burkulmasıyla elde edilir. Enerji kabloları içerisinde yer alan iletkenlere göre tek damarlı ve çok damarlı olarak üretilmektedir. Kimyasal ve mekanik etkilere karşı

oldukça dayanıklıdır. Ayrıca suya karşı dayanıklı dış kısmını kaplayan yalıtkanı sayesinde, dış etkenlere karşı korumaya sahiptir.

Enerji kablolarında, içerisinde bulunan iletkenleri birbirinden ayırarak izole eden ve harici etkenlere karşı dayanıklılık sağlayan yalıtkan özellikte kimyasal malzemeler kullanılmaktadır. Bu maksatla sıklıkla kullanılan malzemeler PVC, PE ve XLPE gibi kimyasal özelliklerdeki yalıtkanlardır [8].

Kablolarda arıza tespiti yapılırken kablo test cihazları kullanılmaktadır. Test yapılacak kablo çift taraflı açık devre haline getirilmesi gerekmektedir. Aksi halde test cihazından uygulanan gerilim faz-toprak veya faz-faz kısa devre arızasına yol açacaktır. Öncelikle test yapılırken gerilim uygulanmaktadır. Uygulanan gerilim ile birlikte test yapılan kablonun metrajı belirlenmektedir. Metraj belirlenirken kablo sonunda açık devreden yansıyan dalgalar hesaba katılır. Sonrasında testler devam edilerek kabloda yer alan arızanın metrajı belirlenir.

3.1.1 XLPE Kablolarda Arıza Tespitinin Yapılması



Şekil 3.2. XLPE Kablo Arızası.

Şekil 3.2 de yüksek gerilim xlpe kablosunda tespit edilen bir arıza bulunmaktadır. Görselde görüldüğü üzere daha önce ek yapılmış olan kablonun ek noktasından patlayarak arızaya yol açmıştır. Kabloda yer alan arıza, test cihazı ile tespit edilmiştir.

Test aşamasının 1.maddesi arızalı olan kablonun test için hazırlıklarının yapılmasıdır. Arızalı kablo bağlantıları baradan ayrılarak çift taraflı açık devre haline getirilir. Başlık kısmı boşta olan kablonun bir ucuna araç bağlanır, diğer uç açık devre bırakılarak teste başlanır. İlk önce gerilim uygulanarak test yapılan kablonun metrajı belirlenir. Burada uygulanan gerilim miktarı kullanılan test cihazına göre değişiklik gösterebilmektedir. 8kV, 16kV, 32kV ve 80kV'a kadar gerilim uygulanabilmektedir. Metrajı belirlenen kabloya darbe gerilimi uygulanmaya başlanır. Test cihazının farklı bir bileşeni olan dinleme cihazı ile kablo üzerinde verilen darbe geriliminin sesi takip edilir. Arıza noktasına gelindiğinde ses artarak kısa devrenin olduğu yeri işaret eder. Xlpe kablolarda bu yöntem kullanılarak arıza noktası bulunur.

3.2 HAVAI HAT İLETKENLERDE ARIZA TESPİTİNİN YAPILMASI

Yüksek gerilim havai hatlarda arıza tespiti yapılırken geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin başında hat gezilerek arızanın tespit edilmesi vardır. Arızanın tespit edilme süresini hızlandırmak için fider üzerinde yer alan ayırıcılar açılarak elektrik hattına enerji alınır. Kesici devreye girip açarsa, arıza ayırıcısının gerisinde kalmış demektir. Kesici devreye girmez hatta enerji alınırsa, ayırıcı hattın ilerisinde kalmış demektir. Ancak elektrik dağıtım şebekelerinde, ana hat üzerinde ayırıcı olmayan birçok fider bulunmaktadır. Bu fiderlerde arızayı belirli alan içerisinde sıkıştırmak için jumper bağlantıları ayrılmaktadır. Bu işlem yaklaşık 1-2 saat sürmektedir. Havai hatlarda arıza tespiti yapılırken önemli bir etkende arızanın türünü bilmektir. Yüksek gerilimde faz-toprak, faz-faz ve 3 faz kısa devre arıza çeşidi bulunmaktadır.

3.2.1 FAZ-TOPRAK KISA DEVRE ARIZASI

Faz-toprak arızaları, tüm arızalar içerisinde %80'lik bir paya sahiptir. Faz-faz kısa devreler %15 ve üç faz kısa devreler %5'lik paya sahiptir.

Kısa devre arızaları fider üzerinden yüksek akım çekilmesine neden olur. Arıza olan fazda gerilim çökmesi yaşanırken, arıza olmayan fazlarda gerilim yükselir [9].

Bu yüzden kısa devre arızalarının mümkün olan en kısa sürede anahtarlama elamanı tarafından şebekeden silinmesi gerekmektedir. Bir şebekede, anahtarlama elamanının devreye girebilmesi için koruma röleleri gerekmektedir. Arıza akımı arızanın türüne göre çeşitlilik göstermektedir. Toprak kısa devre arızalarında, arıza akımının ölçüsü topraklama direncine veya reaktansına ve arıza direncine bağlıdır. Faz arızasındaki arıza direnci toprak arızasındakinden çok daha küçüktür. Üç faz kısa devre arızalarındaki arıza akımları genellikle en yüksektir. Bu yüzden normalde üç faz kısa devre hesapları kullanılır. Faz-faz kısa devre arızaları normalde üç faz arıza akımlarından düşüktür. Açık devre arızaları, aşırı akımlara veya yüksek aşırı gerilimlere neden olmaz. Açık devre arızaları; sistemden akacak “ters bileşen akımları” ndan dolayı, dönen makinalarda ısınmaya neden olur. Dolayısıyla, makineler ters bileşen akım koruma ile korunmaktadır. Kısa-devre arızalarının sonuçları, arızanın tipine ve süresine, tesisatta olduğu noktaya ve kısa-devre gücüne göre değişkenlik göstermektedir. Elektrik dağıtım şebekelerinde birden fazla şekilde faz-toprak kısa devre arızası oluşabilmektedir. Elektrik hattında iletkenin koparak toprağa düşmesi faz-toprak arızasına bir örnektir. İzolatörün kırılması sonucu iletkenin direğe düşmesi faz-toprak arızasına bir örnektir.



Şekil 3.3. Faz-toprak kısa devre arızası.

Şekil 3.3 de askı tertibat zincir tip porselen izolatör yer almaktadır. Yıldırım düşmesi sonucu izolatörün en altında yer alan bakla kırılmıştır. İzolatörün yer aldığı elektrik

hattının gerilim seviyesi 31,5kV'dur. İzolatörün baklasının kırılması ve şarjlı havanın etkisiyle birlikte hatta arızaya neden olmaktadır. Arıza sonucu aşırı akım koruma rölesinden bilgi alındığında faz-toprak kısa devre arızası olduğu görülmüştür.



Şekil 3.4. Faz-toprak kısa devre arızası izolatör kırığı.

Şekil 3.4 de yer alan izolatör Karabük Safranbolu trafo merkezinden eflani dağıtım merkezini besleyen elektrik hattında yer almaktadır. Arıza noktası 12 saat sonucunda tespit edilmiştir. Yıldırım düşmesi sonucu K2 tip askı tertibat porselen zincir izolatör çatlamış ve arızaya neden olmuştur. Akşam sularında gerçekleşen arıza hava karanlığından dolayı tespit edilemeyip sabaha kalmıştır. Sabah hat gezilerek arıza tespit edilmiştir.



Şekil 3.5. Faz-toprak kısa devre arızası sıkı bağ kopması.

Elektrik dağıtım hatlarında taşıyıcı direklerde iletkenler izolatöre sıkı bağ teli ile bağlanmaktadır. Sıkı bağ gevşek yapıldığı durumlarda, yaşanan olumsuz hava durumları sonucunda iletkenler sıkı bağdan kurtularak travers üzerine düşmektedir. İletken ile travers arası faz-toprak kısa devre arızası oluşturmaktadır. Elektrik dağıtım şebekelerinde sık görülen bir arıza çeşididir.



Şekil 3.6. Faz-toprak kısa devre arızası izolatör çatlağı.

Şekil 3.6’da VHD-35 izolatörünün çatlamış hali bulunmaktadır. Çatlak sebebi ile iletken den izolatör pimine kaçak bulunmaktadır. Bu kaçıktan dolayı elektrik hattında anahtarlama elamanı açarak, fider enerjisiz kalmıştır. Dağıtım şebekesinde rastlanan ve tespiti çok zor olan faz-toprak arızasına örnektir.

3.2.2 FAZ-FAZ KISA DEVRE ARIZASI

Yüksek gerilim elektrik hatlarında 2 fazın birbirleri ile doğrudan veya dolaylı yoldan temas etmesi sonucu 2 faz kısa devre arızası oluşur. İletkenlerin teması sonucunda yüksek akım çekilerek aşırı akım koruma rölesi devreye girer ve anahtarlama elamanı açar.

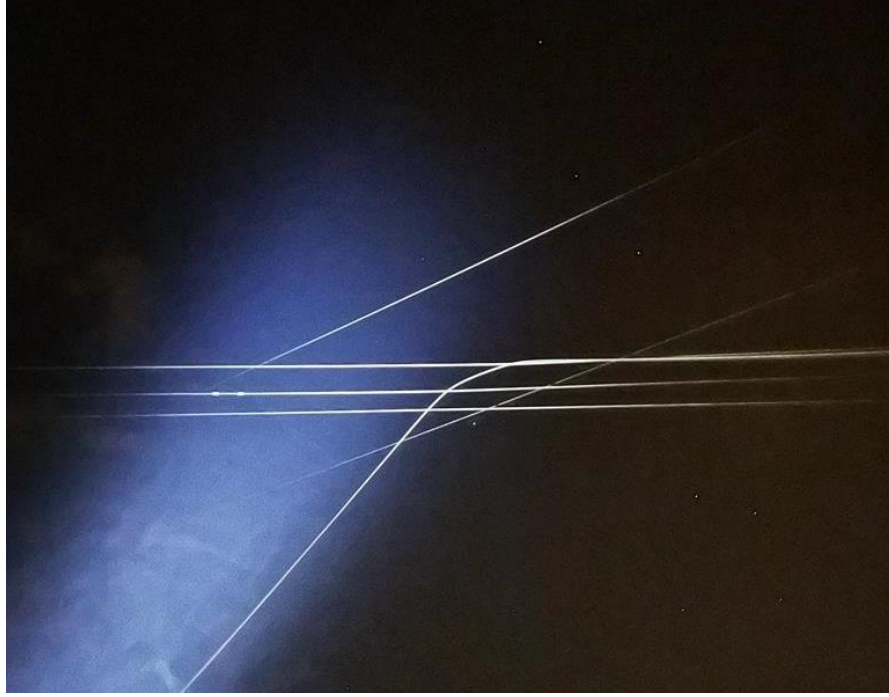


Şekil 3.7. Faz-faz kısa devre arızası.

Şekil 3.7 de elektrik dağıtım merkezi yer almaktadır. Yüksek gerilim hatlarının anahtarlama ve ölçümleri dağıtım merkezlerinde yapılmaktadır. Yüksek gerilim havai hatları dağıtım merkezi ile bağlantıları geçit izolatörleri vasıtasıyla yapılmaktadır. Şekil 3.7 de geçit izolatörüne dal düşmesi ve iletkenler ile temas etmesi sonucunda 2 faz kısa devre arızası oluşmuştur.

3.2.3 3 FAZ KISA DEVRE ARIZASI

Yüksek gerilim havai hatlarında 3 faz kısa devre arızalarına nadir rastlanmaktadır. 3 faz iletkenin doğrudan veya dolaylı yoldan birbirleri ile teması sonucunda 3 faz kısa devre arızası oluşmaktadır.



Şekil 3.8. Üç faz kısa devre arızası.

Şekil 3.8 de 2 ayrı fider yer almaktadır. Bu fiderlerin kesiştiği noktada üst kısımda yer alan fiderde iletken kopması sonucu faz-toprak kısa devre arızası olmuştur. Kopan iletken alt tarafta yer alan fiderin üstüne gelmesi sonucu 3 faz kısa devre arızası oluşmuştur. Arıza sonucunda 2 fiderinde anahtarlama elamanı eş zamanlı açmıştır.

Yukarıda yer alan arıza türleri ve çeşitleri incelendiğinde elektrik dağıtım şebekelerinde birden farklı arıza türleri oluşabileceği gözlemlenmiştir. Bu arıza türleri içerisinde tek tip şeklinde arıza oluşmadığı gibi oluşan her arıza esnasında empedans değerleri farklılık göstermektedir. Mesafe koruma rölelerinin temel çalışma prensibi kısa devre arıza akımlarının hesaplanmasıdır. Bu hesaplarda arıza anındaki empedans, sonucu doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple iletim şebekelerinde kullanılan mesafe

koruma röleleri dağıtım Şebekesinde uygulanabilirliği bulunmamaktadır. Dağıtım Şebekesinde arıza noktası tespiti için empedans farklılıkları büyük engel oluşturmaktadır. Bu engel iletkenin yayılım hızından faydalanılarak aŐılmaya çalıŐılmaktadır.

BÖLÜM 4

DENEY VE UYGULAMALAR

Simülasyon ortamında birçok uygulama yapılmıştır. Platform olarak advanced design system programı ve DIgSILENT PowerFactory programı EMT analizi kullanılmıştır. Simülasyon programları üzerinde birden farklı senaryo ile yüksek gerilim şebeke modellemesi yapılmıştır. Yapılan farklı senaryo sonuçlarından grafikler elde edilerek inceleme yapılmıştır. Simülasyon ortamında gerçekleştirilen testler sonrasında saha deneylerine geçilmiştir. Saha deneyleri Karabük ili Eflani ilçesinde ve İstanbul ili Şile ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Saha deneyleri iki farklı osiloskop ile yapılmıştır. Deneyler, şebeke geriliminin 31,5kV olduğu ortamlarda yapılmıştır.

4.1. SİMÜLASYON UYGULAMALARI

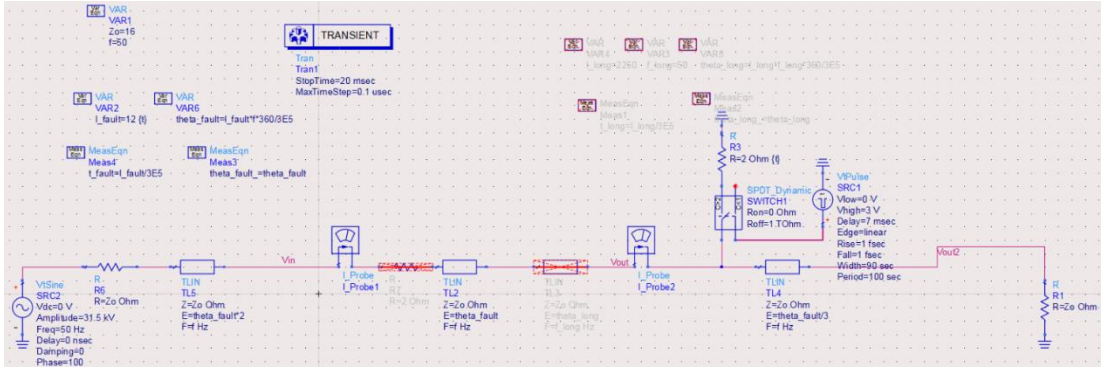
4.1.1. Advanced Design System

Advanced Design System (ADS)I, Keysight teknolojisinin bir parçası olan PathWave Design tarafından üretilen bir elektronik tasarım otomasyon sistemidir. Cep telefonları, çağrı cihazları, kablosuz ağlar, uydu iletişimi, radar sistemleri ve yüksek hızlı veri bağlantıları gibi RF elektronik ürünlerin tasarlanabilmesi için bütünleşmiş bir ortam sağlar.

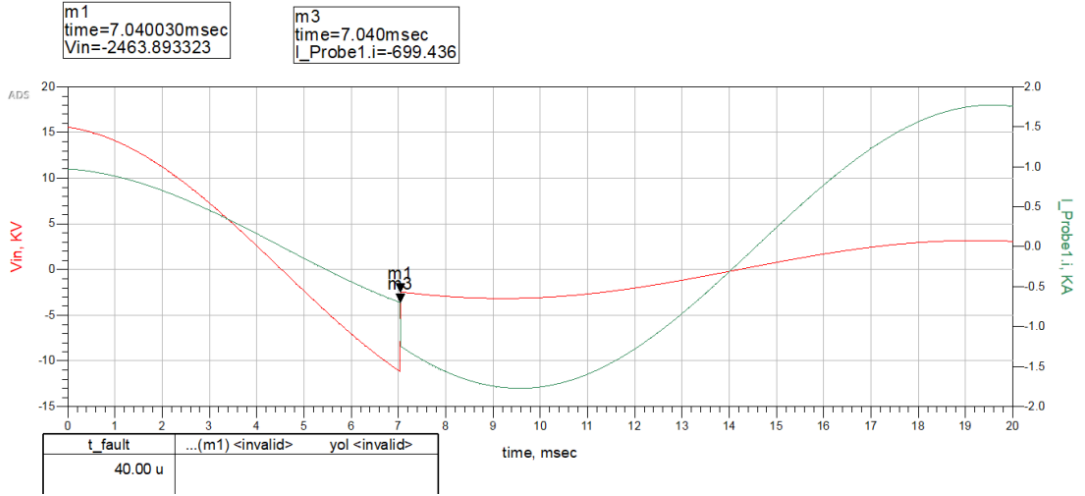
4.1.2. Advanced Design System Simülasyon Uygulamaları

Simülasyon ortamında, yüksek gerilimde arıza oluştuğu zaman gerilim grafiğinin tepkisi incelenmek istenmiştir. Arıza anında gerilim çökmesi yaşanmaktadır. Arıza notasının direnci çok düşük olduğundan dolayı kaynaktan yüksek akım çeker.

Yükselen akım ohm kanunu gereği gerilim çökmesine neden olur. Tek fazda yaşanan gerilim çökmesi sonucu diğer fazlarda gerilim yükselir. Bu çökme ve yükselme gerilim grafiğinde ortaya çıkmaktadır. Simülasyon ortamında arıza noktaları direnç ile modellenmiştir.



Şekil 4.1.ADS Simülasyon test 1.

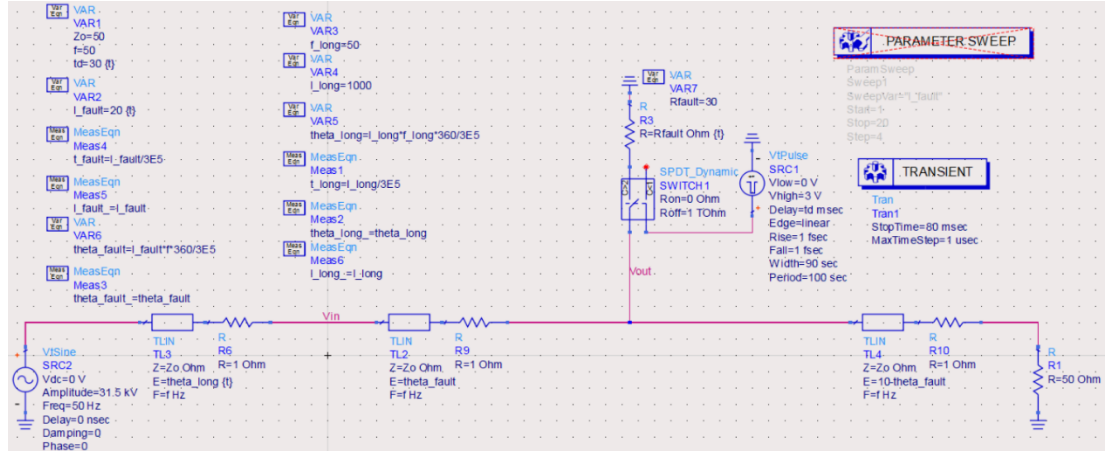


Şekil 4.2. ADS Simülasyon test 1 grafik sonucu.

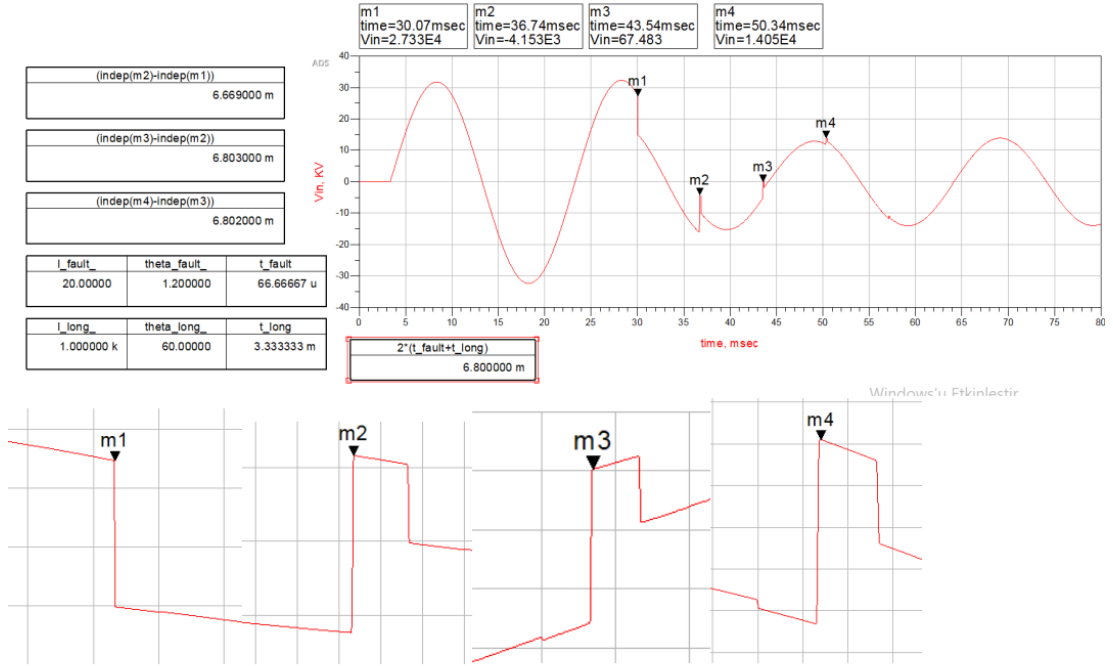
Şekil 4.1. de yer alan simülasyondaki değişkenler;

- Şebeke gerilimi 31.5kV'dur.
- Şebeke frekansı 50 hertz.
- Arıza direnci 3 ohm.

Yapılan simülasyon sonucunda, eş zamanlı olarak gerilim ve akım sinyallerinin arıza anında verdikleri tepki gözlemlenmiştir.

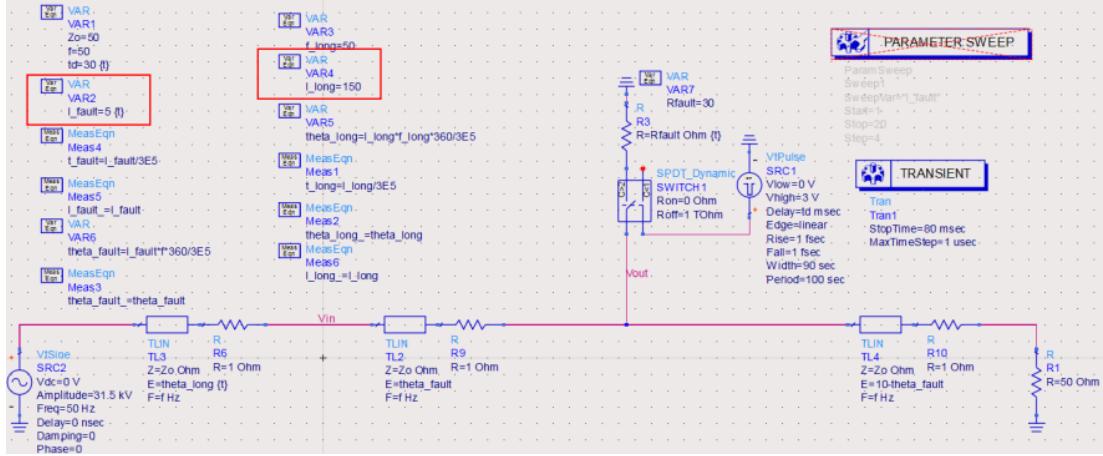


Şekil 4.3. ADS Simülasyon test 2.

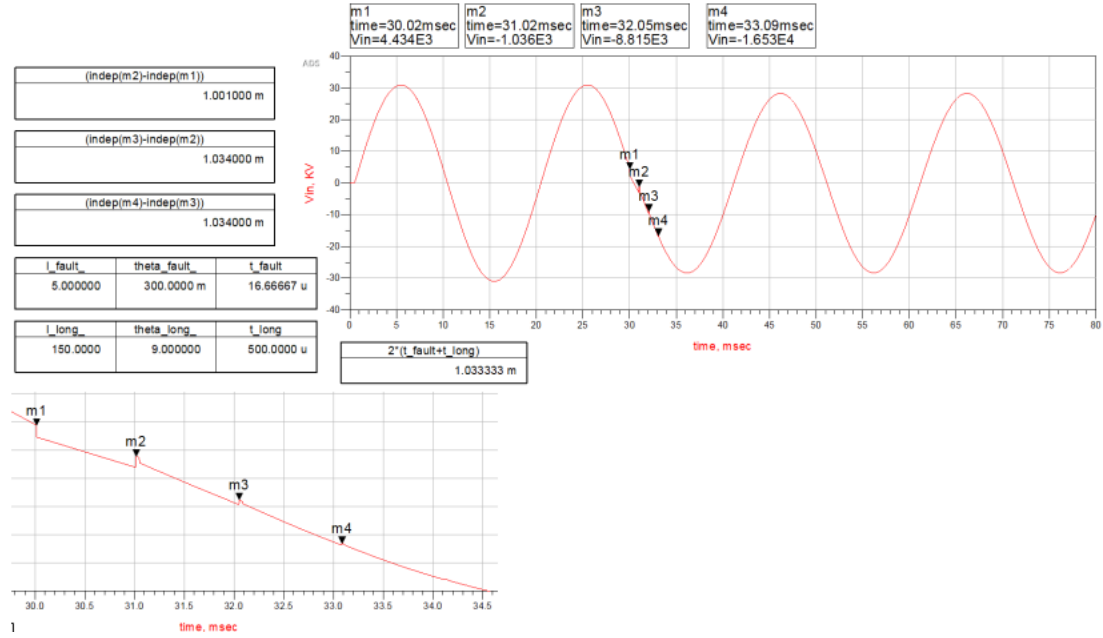


Şekil 4.4. ADS Simülasyon test 2 grafik sonucu.

ADS Simülasyon test 2 grafik sonucunda arıza anındaki gerilim çökmeleri incelenmiştir. Bu gerilim çökmesi sonucu oluşan sinüzoidal dalgadaki bozulmalar arasında bağlantım aranmıştır.

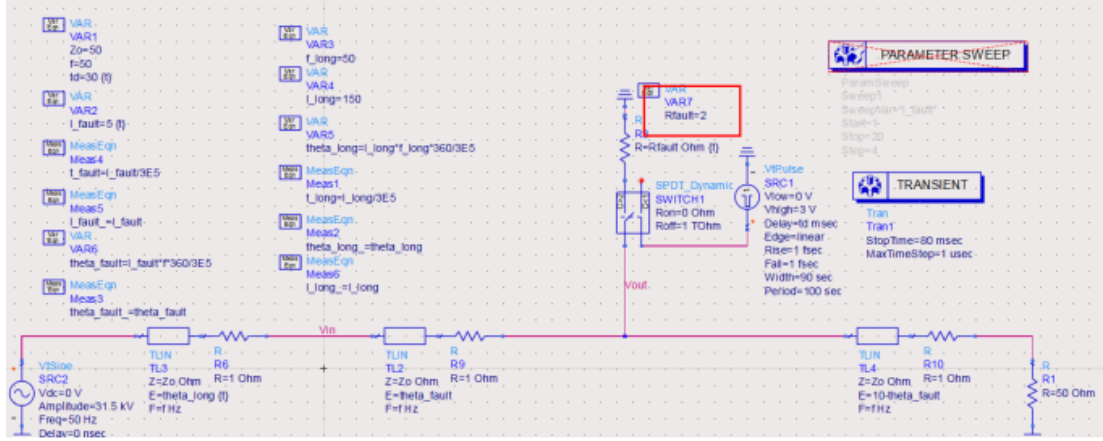


Şekil 4.5. ADS Simülasyon test 3.

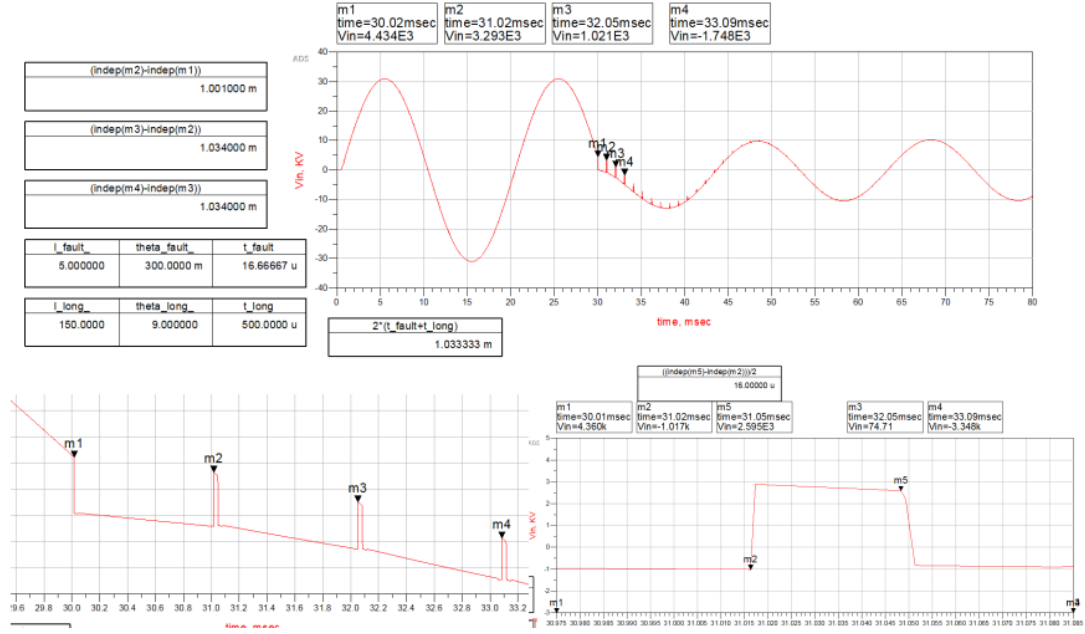


Şekil 4.6. ADS Simülasyon test 3 grafik sonucu.

ADS Simülasyon test 3' te zaman alanında I_{fault} değeri değiştirilerek grafik sonucu elde edilmiştir. Test 3 sonucunda zamansal farklılığın gerilim çökmesi üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir.

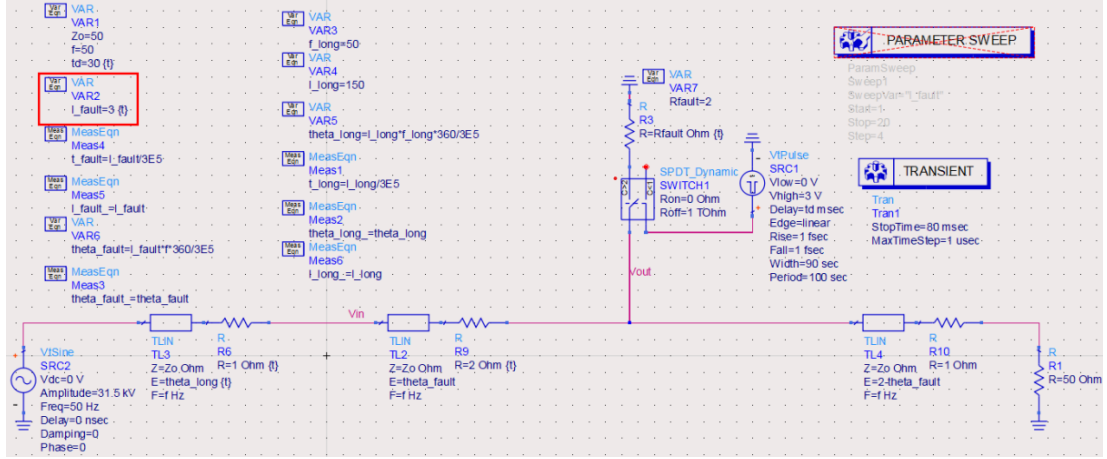


Şekil 4.7. ADS Simülasyon test 4.

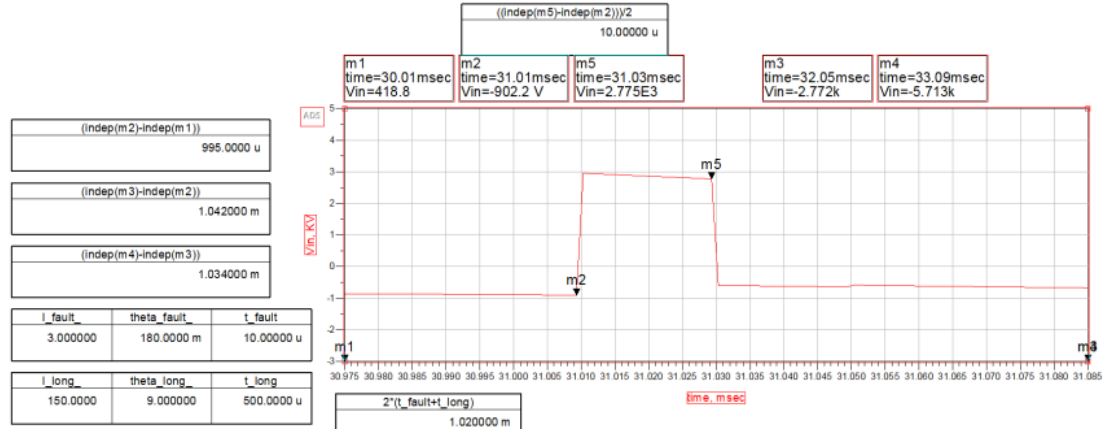


Şekil 4.8. ADS Simülasyon test 4 grafik sonucu.

Yüksek gerilim arızalarında, arıza direnci değişkenlik göstermektedir. Birden fazla arıza çeşidi olup, hepsinde arıza dirençleri farklıdır. Aynı arıza çeşitlerinde bile arıza direnci farklılık göstermektedir. Simülasyon test 4'te arıza direnci değiştirilmiştir. Arıza direncindeki farklılığın gerilim grafiğine nasıl yansıdığı incelenmiştir.

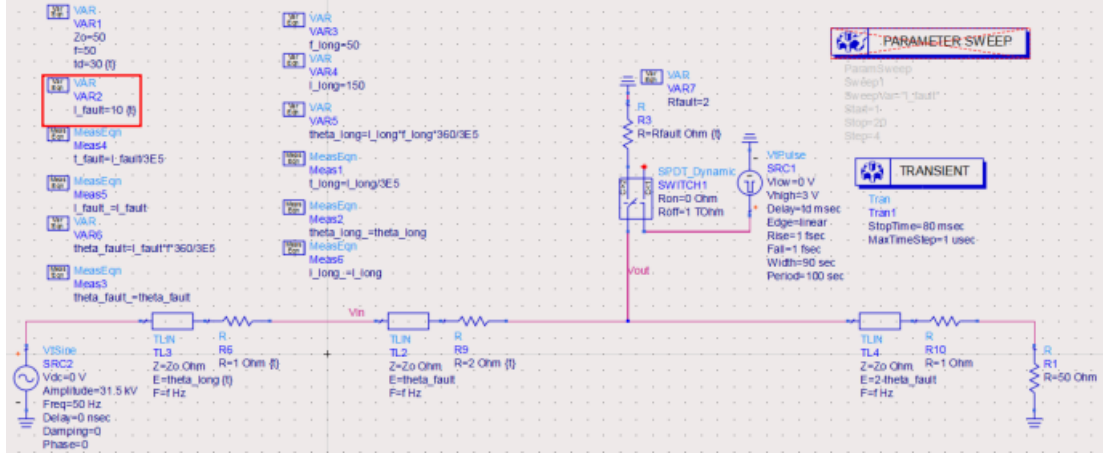


Şekil 4.9. ADS Simülasyon test 5.

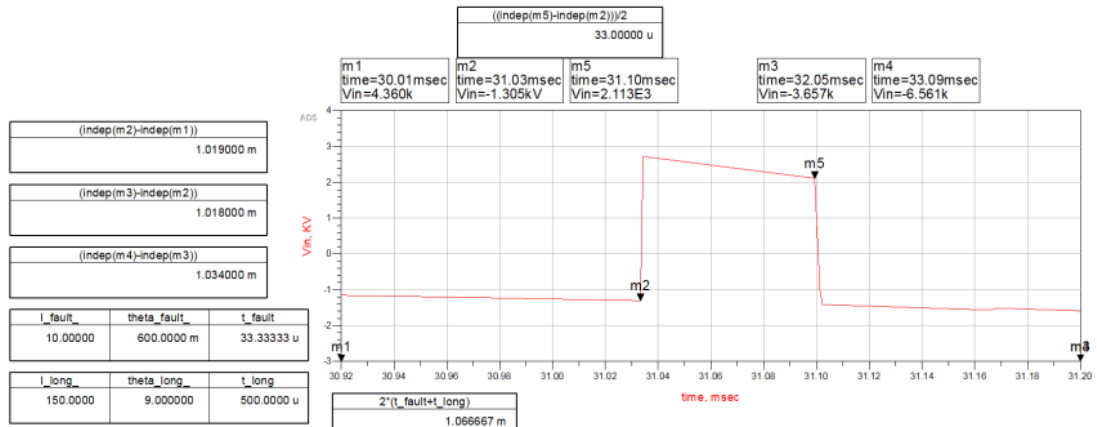


Şekil 4.10. ADS Simülasyon test 5 grafik sonucu.

ADS Simülasyon test 5'te zaman alanında değişiklik yapılmıştır. Zaman alanındaki farklılıkların gerilim çökmesi üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir.



Şekil 4.11. ADS Simülasyon test 6.



Şekil 4.12. ADS Simülasyon test 6 grafik sonucu.

ADS Simülasyon test 6'da test 5' te olduğu gibi zaman alanında değişiklik yapılarak gerilim çökmesinin sinüzoidal grafik üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Advanced design system programı üzerinde yapılan testlerde değişkenlerin grafik üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir.

4.1.3. DIgSILENT PowerFactory

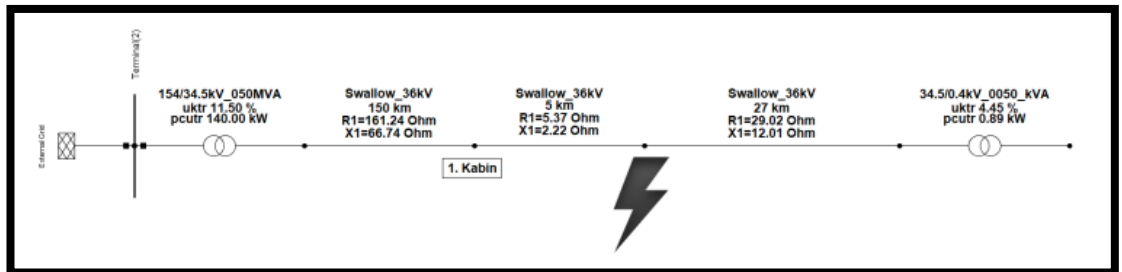
PowerFactory (PF), elektrik güç sistemlerinde analiz yapmak amacıyla DIgSILENT tarafından yazılmış bilgisayar destekli bir mühendislik aracıdır. Program, elektrik güç sistemlerinde planlama ve optimizasyon simülasyonlarını başarıyla gerçekleştirebilmek için gelişmiş yazılım paketleri ile donatılmıştır [10].

4.1.4. DIgSILENT PowerFactory Simülasyon Uygulamaları

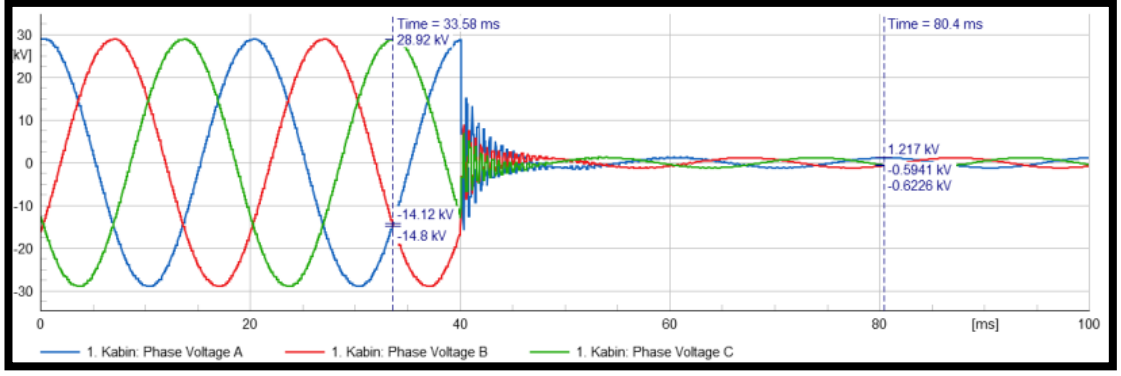
DIgSILENT PowerFactory programı üzerinde 2 farklı senaryo simüle edilmiştir. Bu farklı senaryolar sonucunda zaman alanında gerilim grafikleri incelenmiştir.



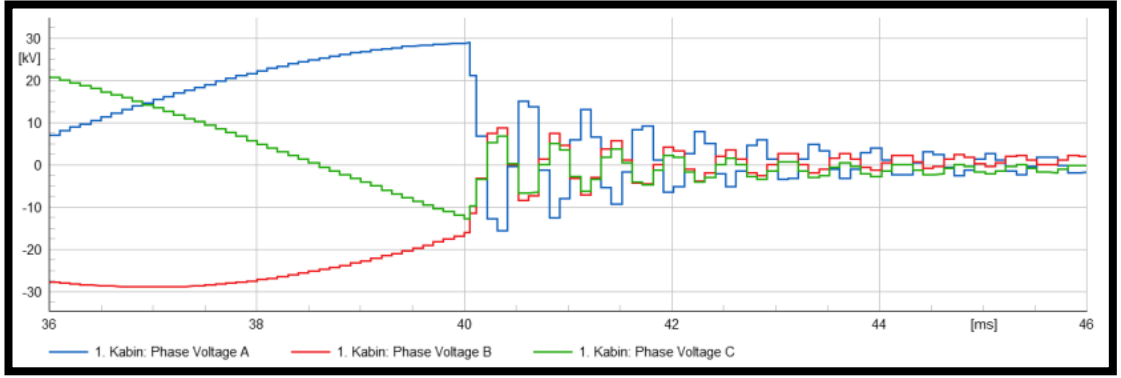
Şekil 4.13. 1.Simülasyon şebeke modeli.



Şekil 4.14. DIgSILENT PowerFactory 1.şebeke modeli.



Şekil 4.15. 1.Şebeke modeli EMT analiz sonucu.

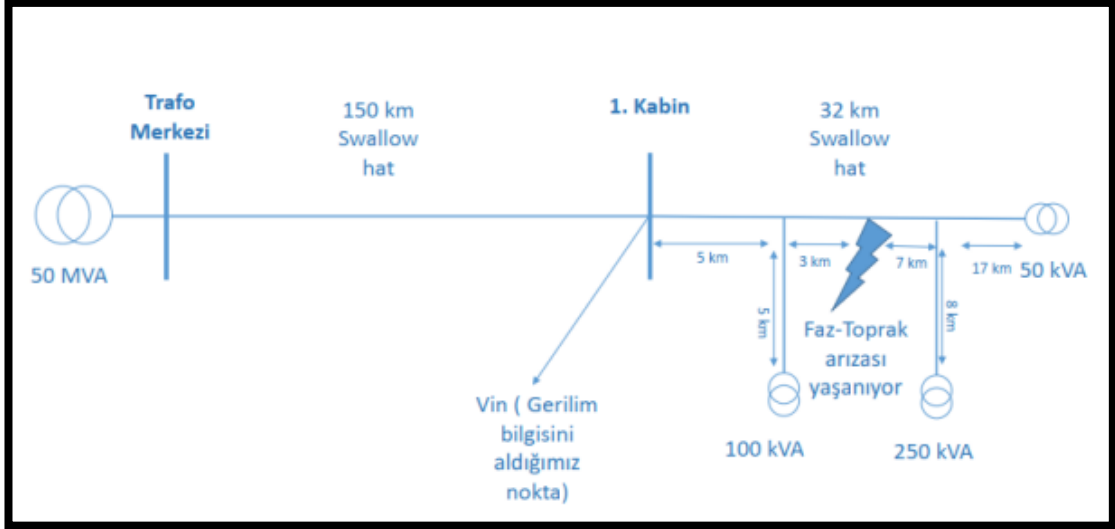


Şekil 4.16. 1.Şebeke modeli EMT analiz sonucu 36-46 ms arası yakınlaştırılmış.

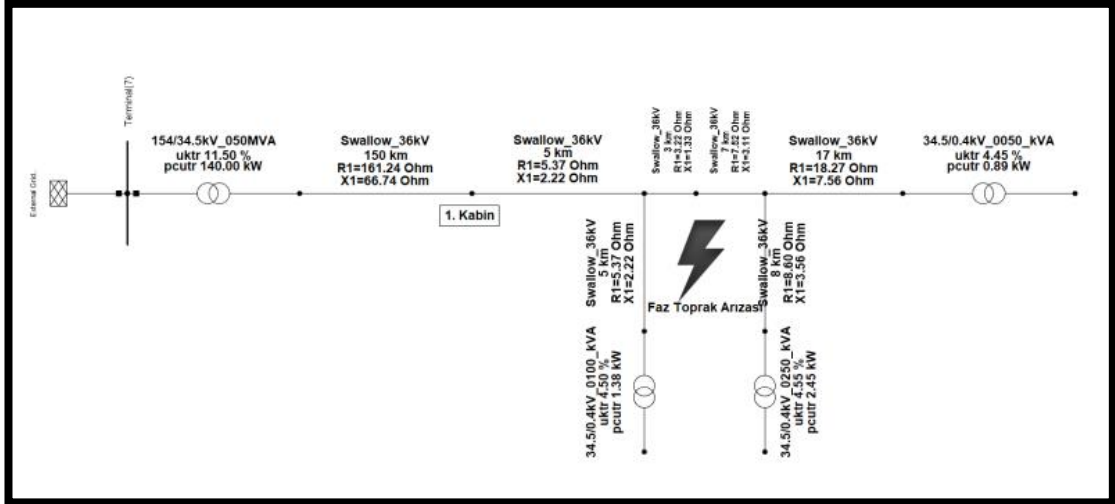
1.Simülasyon şebeke modelinde;

- Arıza empedansı 2 ohm alınmıştır.
- Arıza faz-toprak olarak 40. ms 'de gerçekleştirilmiştir.
- Toplam EMT analizi 100 ms penceresinden gözlemlenmiştir.

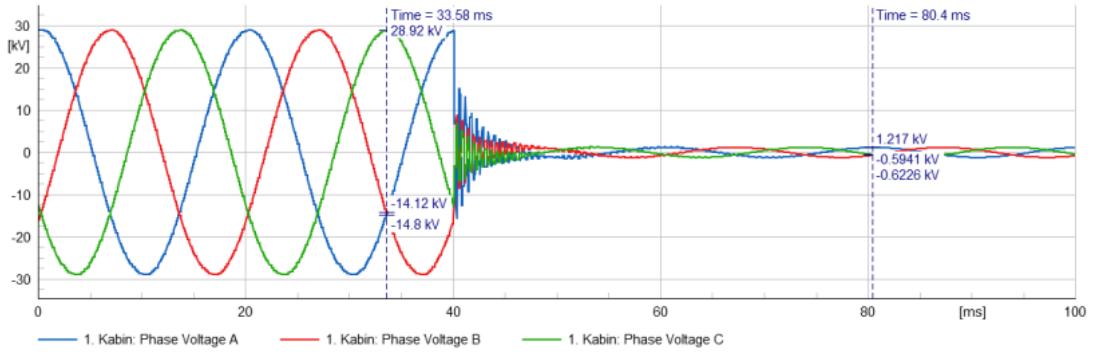
ADS programı simülasyonunda olduğu gibi DIGSILENT programı kullanılarak arıza anındaki grafikler incelenmiştir. Şekil 4.16 da 1 fazda çökme yaşanırken diğer fazların gerilim değerinin yükseldiği görülmüştür.



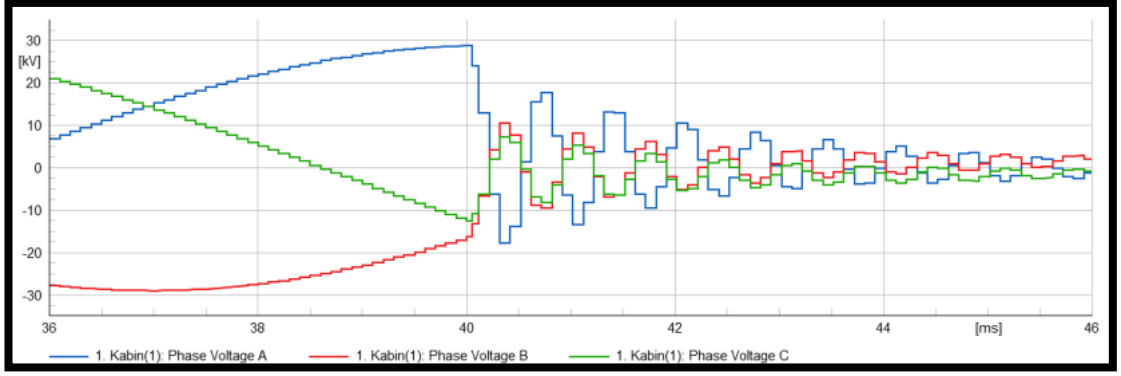
Şekil 4.17. 2.Simülasyon şebeke modeli.



Şekil 4.18. DIgSILENT PowerFactory 2.şebeke modeli.



Şekil 4.19. 2.Şebeke modeli EMT analiz sonucu.



Şekil 4.20. 2.Şebeke modeli EMT analiz sonucu 36-46 ms arası yakınlaştırılmış.

Dağıtım hatları yapılandırma bakımından dal budak şebekeye örnektir. Dal budak şebekede hat üzerinde birçok alıcı, yani trafo bulunmaktadır. Sinüzoidal yapıda olan gerilim grafiği arıza anında, elektrik hattında yer alan alıcılara göre farklılık göstermektedir. Arıza noktasından yansıyan dalga, alıcı tarafından yansıyan dalga ile sönümlenebilmektedir. DIGSILENT PowerFactory simülasyonunda bu durumun etkisi sınırlı kalmıştır. Ayrıca simülasyona dahil edilmeyen ancak elektrik hatlarında bulunan birden çok değişken bu dalga grafiğini etkileyecektir. Bu değişkenleri net bir şekilde görebilmek için saha deneyleri mutlaka yapılması gerekmektedir.

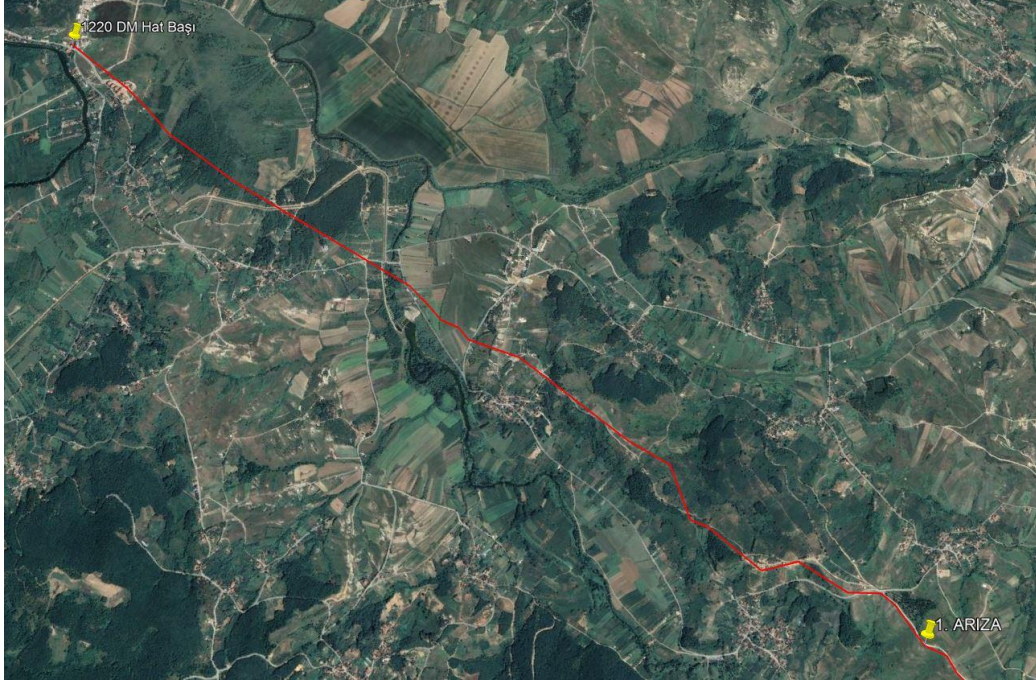
4.2 DENEY ÇALIŞMALARI

4.2.1 DENEY İSTANBUL

İlk deney çalışması İstanbul ili Şile ilçesinde gerçekleşmiştir. Şile ilçesine bağlı olan Ağva Dağıtım Merkezinde, Ağva fiderinin anahtarlama elamanına projede kullanılan Rohde&Schwarz RTB2004 model osiloskop bağlantısı yapılmıştır. Osiloskopa ait özellikler;

- 500 MHz'e kadar bant genişliği,
- 4 adet analog kanal,
- Örnekleme oranı: 5 Gsample/saniye,
- 1 Gsample hafıza,
- 10-bit'e kadar ADC ve 16-bit HD modu.

Bu özelliklere sahip osiloskopun seçilme nedeni örnekleme frekansıdır. Arıza anındaki gerilim grafiğinin milisaniye seviyelerindeki örnekleme sayısının fazla olması gerekmektedir. Aksi halde sinüzoidal yapıdan, bozulma anına geçişler grafik şeklinde elde edilememektedir.



Şekil 4.21. Dağıtım merkezi ve arıza noktası.

Şekil 4.21’ de osiloskopun bulunduğu dağıtım merkezi ve manuel olarak hazırlanan yapay arıza düzeneği noktaları yer almaktadır. Deneyi gün boyu gerçekleştirebilmek amacıyla Ağva fiderinde yapay arıza düzeneği hazırlandı.



Şekil 4.22. Yapay arıza düzeneği.

Yapay arıza düzeneği hazırlanırken kullanılan malzemeler;

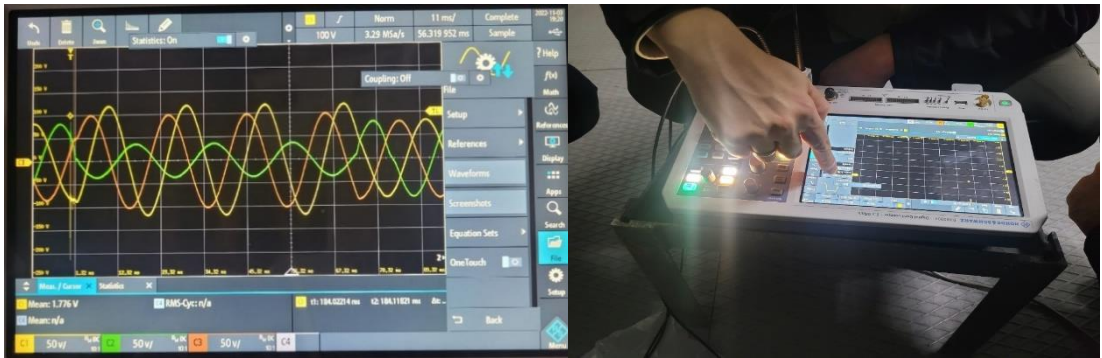
- 2 adet kompozit izolatör,
- Yüksek gerilim izole eldiven,
- İzole halı,
- Demir makara,
- İzole sehpa,
- 20 metre ip.

İzolatörler arasında geçişi sağlayan jumperler ayrılarak kompozit izolatör ile bağlantısı direk üzerinden yapılmıştır. İp ile kompozit izolatör bağlanarak, demir direğin üzerine sabitlenen demir makaran geçirilmiştir. İp ikiye bölünerek arasına 2.kompozit izolatör bağlantısı yapılmıştır. İzole sehpa üzerine izole halı koyulmuştur. İpi tutmak için YG izole eldiven kullanılmıştır. Sehpa üzerine çıkılarak ip çekildiğinde jumper direğe temas ederek faz-toprak arızası gerçekleşmiştir.



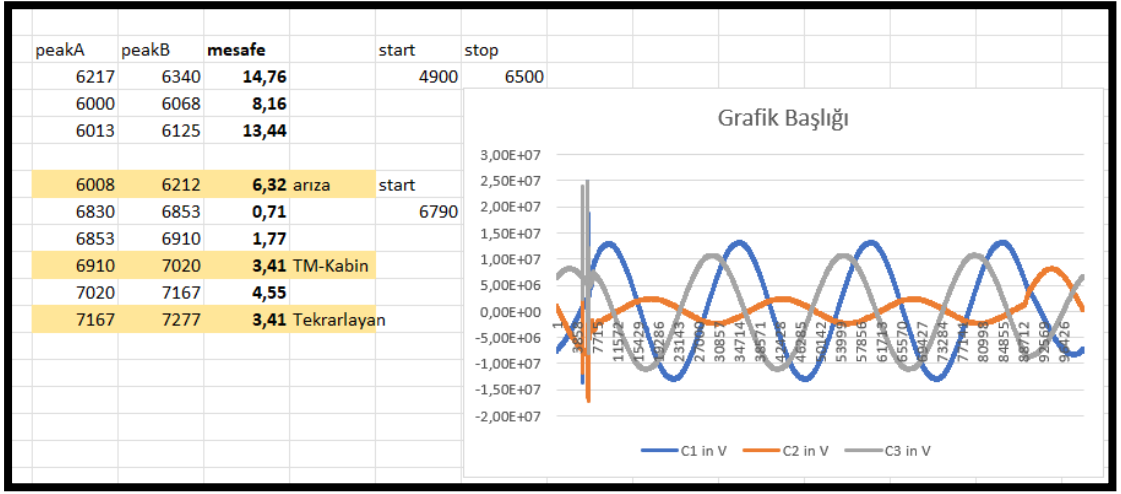
Şekil 4.23. Yapay arıza düzeneği ile faz-toprak arızası.

Gün boyu yapay arıza düzeneği kullanılarak veriler alınmıştır. Alınan veriler osiloskop üzerinden harici bellek ile alınarak incelemeye hazır hale getirilmiştir.



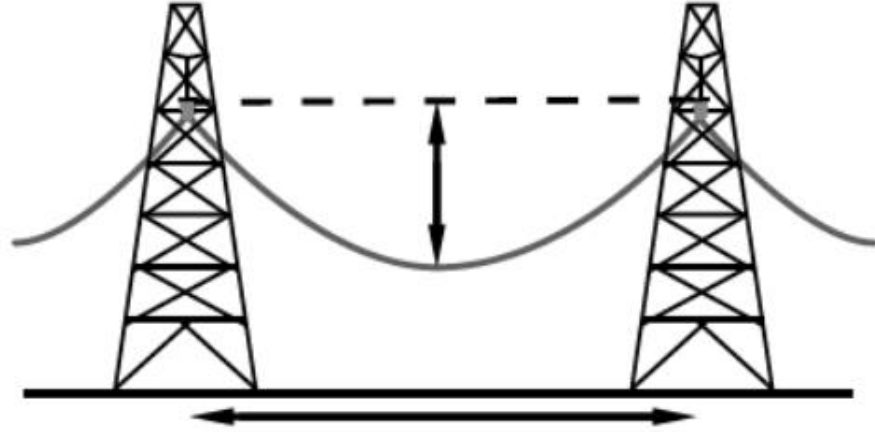
Şekil 4.24. Faz-toprak arızası osiloskop üzerinde grafik.

Şekil 4.24 de arıza anında osiloskop tarafından yakalanan sinüzoidal dalga grafiği yer almaktadır. Arıza anında anahtarlama elamanı olan kesici milisaniyeler seviyesinde devreye girerek elektrik hattının enerjisini kesmektedir. Bazı durumlarda osiloskop veriyi alamadan kesici devreye girmiştir. Bazı durumlarda ise kesici içerisindeki kontakların oluşturduğu arklar grafiğe yansımıştır. Bundan dolayı ilk önce grafik yorumlanmalı sonrasında detaylı inceleme için kayıt altına alınması gerekmektedir.



Şekil 4.25. Faz-toprak arızasının metraj tahminlemesi.

Şekil 4.25'te İstanbul Ağva'da oluşturulan yapay arızanın metraj tahminlemesi yapılmıştır. Tahminleme esnasında yansıyan dalgalar ve iletkenin yayılım hızından faydalanılmıştır. Ayedaş coğrafya bilgi sistemi üzerinden arıza noktasının mesafesi 6,14 km ölçülmüştür. Çalışmada metraj tahminlemesi 6,32 km olarak hesaplanmıştır. Coğrafya bilgi sistemi ile fiziki saha sehimi sebebiyle farklı çıkmaktadır. Sehim, yüksek gerilim havai hatlarda iki direk arasında gerili bulunan iletkenin, kendi ağırlığı, üzerinde biriken kar veya buz yükleri sebebiyle sarkmasına denir.



Şekil 4.26. Yüksek gerilim havai hatlarda sehim.

Şekil 4.26 da 2 direk arasındaki sehim gösterilmiştir. Sehim hesabı için birden farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler ile hesap yapıldıktan sonra arıza metrajı tahminlenmesinin çok düşük bir hata payı ile başarıya ulaştığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma sonrasında Ağva fiderine boşa enerji alındığında kesicinin devreye girdiği görülmüştür. Ağva ekibinin de bilmediği, şebekede yapay olmayan bir arıza olduğu anlaşılmıştır. Osiloskop bağlantıları sökülmeden fidere tekrar enerji olarak arızanın grafiği elde edilmiştir. Arıza tespiti yapılmadan grafik incelenerek metraj tahminlemesinde bulunulmuştur. Metraj tahminlemesi 9,72 km olarak yapılmıştır. Ekipler bu bilgi doğrultusunda 9 ile 10. Km arası elektrik hattını drone ile kontrol etmiştir. Kontrol sonucunda 9,12 km 'de arızayı tespit etmişlerdir. Deney haricinde 2.defa doğru metraj tahminlemesinde bulunulmuştur.



Şekil 4.27. Ağva fideri izolatör arızası.

4.2.2 DENEY KARABÜK

İstanbul'dan sonra Karabük ili Eflani ilçesinde sahada birçok deney yapılmıştır. Elektrik hattının özelliklerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan deneyler gerçekleştirilmiştir. Eflani DM açık şalt olup, modüler hücre bulunmamaktadır. Osiloskop bağlantıları kumanda panosu üzerinden gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.28. Osiloskop bağlantısı.

Eflani de gerçekleştirilen deney esnasında şirketin bünyesinde yer alan GWINSTEK GDS-2074-A model osiloskoptan da faydalanılmıştır.



Şekil 4.29. İki farklı osiloskop incelemesi.

İki osiloskoptan da alınan veriler incelendiğinde özellikleri gereği Rohde&Schwarz RTB2004 model osiloskopun projede kullanılmasına karar verilmiştir. Karabük'te yapay arıza düzeneği ekipler tarafından kurulmuştur. AG mahalli topraklamayı iletkende bir faz ile maşa bağlantısını yapıp kazık üzerinden topraklamıştır. Bu yapay arıza düzeneğinin yeri değiştirilerek fark metrajlarda arıza verisi elde edilmiştir.

	Hattın Uzunluğu	Arızanın Kabine Mesafesi	Kabinin TM ye Mesafesi	Eflani DM-Şişecam Kabin Arası	Excel Dosya İsmi	FAZ	Arıza
Deneme1	26425	1715	33400	10800	ds0001	c2	arızasız
Deneme1	26425	1715	33400	10800	ds0003	c3	arızasız
Deneme1	26425	1715	33400	10800	ds0002	c1	arızalı
Deneme2	26425	4575	33400	10800	ds0005	ch2	arızalı
Deneme2	26425	4575	33400	10800	ds0004	ch1	arızasız
Deneme2	26425	4575	33400	10800	ds0006	ch3	arızasız
Deneme3	26425	9715	33400	10800	ds0007	ch1	arızasız
Deneme3	26425	9715	33400	10800	ds0008	ch2	arızalı
Deneme3	26425	9715	33400	10800	ds0009	ch3	arızasız
Deneme4	26425	14015	33400	10800	ds0010	ch3	arızalı
Deneme4	26425	14015	33400	10800	ds0011	ch1	arızasız
Deneme4	26425	14015	33400	10800	ds0012	ch2	arızasız

Şekil 4.30. Yapay arıza bilgileri.

Karabük'te yapılan deneyler sonucu bütün veriler incelenmiştir. Arıza direncinin sürekli değişkenlik göstermesi, metraj tahminlemesini yanıltabilmektedir. İncelenen veriler toplanarak veri seti haline getirilecektir. Veri seti içerisinde matematiksel bir bağlantı aranacaktır. Yapılan deneyler saplamasız elektrik hatları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elektrik hattı üzerine diğer alıcılarda eklendiği zaman yansıyan dalgalar birbirleri üzerinden sönmünecek ve metraj tahminlemesi bir hayli zorlaşacaktır. Alıcının fazla olduğu fiderlerde deney yapılmamıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. SİMÜLASYON VE DENEY SONUÇLARI

Bu çalışmada iki farklı simülasyon programında, farklı senaryolar üzerinde hesaplamalar yapılmıştır. Sahada deneyler gerçekleştirilerek veri seti oluşturulmuştur. Advanced design system programı üzerinde 6 farklı senaryo gerçekleştirilmiştir. Bu simülasyon çalışmalarında arıza direncinin ve zaman alanında yapılan değişikliklerin sinüzoidal yapıda olan gerilim grafiğine etkileri gözlemlenmiştir. Diğer simülasyon programı olan DIGSILENT PowerFactory üzerinde 2 farklı senaryo simüle edilmiştir. Bu senaryolar sayesinde elektrik hattında yer alan alıcıların, arıza metrajı tahminlemesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Arıza anında, arızanın bulunduğu fazdaki gerilim çökmesi net bir şekilde görülmüştür. Arızalı fazda gerilim çökmesinin diğer fazlardaki etkileri gözlemlenmiştir. İki farklı simülasyon programında yapılan uygulamalar sonrasında deneylere geçilmiştir. İstanbul deneyinde bir yapay arıza için bir de şebekesel arıza için iki farklı metraj tahminlemesi yapılmıştır. Bu tahminler ile arıza noktası arasındaki farklılığa sehimin yol açabileceği görülmüştür. Sehim hesaplama yöntemleri kullanılarak daha başarılı bir metraj tahminlemesi yapılabileceği anlaşılmıştır. Kurulan yapay arıza düzeneği ile gün boyu denemeler yapılarak veri seti oluşturulmuştur. Karabük ilinde yapılan deneylerde iki farklı osiloskop kullanılmıştır. Bu sayede farklı özellikler karşılaştırılarak deneyler için ihtiyaç duyulan osiloskop seçimi yapılmıştır. Fider üzerinde arıza düzeneği taşınarak farklı metrajlardan veri alınmıştır. Arıza ile kaynak arasındaki mesafe değişiminin etkileri gözlemlenmiştir. Yapılan deneylerin hepsi sapsız hat üzerinde gerçekleştirilmiştir. Fider üzerinde alıcıların bulunma etkisi sadece simülasyon programı üzerinde gözlemlenmiştir.

5.2 ÖNERİLER

Elektrik, üretim santrallerinde üretildikten sonra iletim ve dağıtım hatları ile tüketicilere ulaştırılır. Dağıtım hatları bu yönü ile üretim ve iletimi tüketiciyle birleştiren güç teçhizatıdır. Dağıtım hatlarının durumu, enerjinin sürekliliğinin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Dağıtım hatlarında bir arıza oluştuğunda, arızanın türünün ve yerinin belirlenip en kısa sürede güç sisteminden izole edilmesi gerekmektedir. Dağıtım şebekesinde arıza tespiti, elektrik hattı ekipler tarafından gezilerek yapılmaktadır. Bu durum tespit süresini oldukça uzatmaktadır ve müşteri memnuniyetini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumun önüne geçebilmek, elektrik hattında yer alan arızanın metraj tahminlemesini yapabilmek büyük önem teşkil etmektedir. Bu çalışmada bu tahminlemenin nasıl yapılabileceği hakkında deneyler yapılmıştır. Deneyler üzerinden tahminleme yapılırken arıza anındaki gerilim grafikleri incelenmiştir. Bu gerilim grafikleri osiloskop yardımı ile elde edilmiştir. Grafiklerin yorumlanabilmesi için kullanılan osiloskopun örnekleme frekansının yüksek olması gerekmektedir. Aksi halde az örnekleme bir grafik elde edilirse arıza anındaki gerilim çökmesi tespit edilemeyebilir. Dağıtım şebekesinde gerçekleşen arızalar farklılık gösterdikleri için arıza direnci sürekli değişmektedir. Bu sebeple iletim hatlarında bulunan, temel çalışma prensibi empedans hesabı olan mesafe koruma röleleri dağıtım şebekesine entegre edilememektedir. Bundan dolayı grafik üzerinden gönderilen ve yansıyan dalgalar incelenerek tahminleme yapılmaktadır. Fider üzerinde birden çok alıcının mevcut olması yansıyan dalgaların birbirleri üzerinden sönmülenebilmesine yol açmaktadır. Bu sebeple öncelikli çalışma sapsız enerji nakil hatları üzerinden gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, “2020 Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği”, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-6740/elektrik-dagitimi-ve-perakende-satisina-iliskin-hizmet-kalitesi-yonetmeliği> (2020).
2. Mosavi, M. R. and Amir, T., “Traveling-wave fault location techniques in power system based on wavelet analysis and neural network using gps timing”, *Wireless Personal Communications.*, 86,835-850 (2016).
3. Akdağ, O. ve Yeroğlu, C., “154 kv iletim hatlarında arıza tespiti için mesafe koruma rölesi tasarımı ve koordinasyonu benzetimi”, *ÖHÜ Müh. Bilim. Derg.*, 8(2): 741-754 (2019).
4. Budak, S. ve Akbal, B., “Görüntü işleme ve yapay sinir ağları ile iletim hatlarında arıza yer belirleme”, *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi.*, 8(3): 678-692 (2020).
5. Kaleli, A.R., Kılıç, A., Muğan, M., Ak, M. A. ve Çam, E., “Orta gerilim yer altı elektrik şebekesi için kablo arıza tespit cihazı tasarımı ve gerçek zamanlı uygulaması”, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi.*, 14(2): 705-711 (2022).
6. Gençaydın, E., “Enerji iletim hatlarının nümerik mesafe röleleri ile korunması”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 20-30 (2006).
7. Yağan, Y. E., “Havai dağıtım hatlarında yapay sinir ağları kullanılarak arıza analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya 40-50 (2015).
8. Bilgiç, S., “Xlpe tipi orta gerilim kablolarında kapasitif etkinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 10-20 (2020).
9. Büyüksaraç, H. C., “Güç Sistemleri Analizi Ders Notları”, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü*, Ankara (1992).
10. Aydın, A., Şeker, M. ve Memmedov, A., “Bingöl orta gerilim şebekesinin teknik kayıpların analizi için DigSilent power factory yazılımı ile bilgisayar destekli şebeke modeli”, *Mesleki Bilimler Dergisi.*, 6(1): 10-15 (2017).

ÖZGEÇMİŞ

Yavuz GÜNEŞ ilk, orta ve lise öğrenimini Karabük'ün Merkez ilçesinde tamamladı. 2016 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik bölümünde Lisans eğitimini tamamladı. 2021 yılında Karabük Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. Şebeke Operasyonları mühendisi olarak göreve başladı. 2023 yılında Enerji Sistemleri Mühendisliğin 'de Yüksek Lisans eğitimini tamamladı.