

ÖZET

TEZ BAŞLIĞI: Tek Faz Geri Kapama Sistemlerinin Modellenmesi

YAZAR ADI: Medar YÜKSEK

Tek-faz geri kapama, enerji iletim sistemlerinin güvenilirliğini iyileştirmek için bir çok ülkede kullanılan bir koruma metodudur. Bu metot elektrik güç sistemlerinde ortaya çıkan arızaların çok büyük bir bölümünün geçici olmasından dolayı ayrılan tek faz kesicilerin belirli bir bekleme süresinden sonra tekrar kapanması ile gerçekleştirilir.

Bu tezde TEİAŞ'ın istatistiksel veri tabanına göre Türkiye güç sistem ağında 380 kV seviyesinde gözlemlenen son sekiz yıllık arızalar genel olarak geçici ve kalıcı arızalar olmak üzere iki parçada sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmadan geçici arızaların toplam arıza sayısının önemli bir kısmını kapsadığı ve kesicilerin tekrar kapamasının daha efektif olarak yapılmasının gerekliliği görülmüştür.

Bu sebeple tekrar kapama metotları üzerine literatür araştırılmıştır. Böylece literatürde önerilen bu metotlardan pratikte uygulanabilir bir tanesi Türkiye güç iletim ağının bir bölümünde ölçülen gerilim ve akım verileri kullanılarak test edilmiştir. Bununla birlikte Türkiye güç iletim ağının belirli bir parçası EMTP/ATP programı kullanılarak modellenmiş ve bu model yardımıyla sistemin çeşitli durumları için analizler yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlardan, incelenen tekrar kapama yönteminin Türkiye güç iletim ağında efektif olarak kullanılabileceği kararına varılmıştır.

SUMMARY

THESIS TITLE: Modeling of Single - Phase Reclosing Systems

AUTHOR'S NAME: Medar YÜKSEK

Single-phase reclosing is a protection method used to improve the reliability of energy transmission systems in many countries. Due to the fact that the large amount of the faults occurred in power systems are temporary, this method is employed with opening and reclosing single-phase breakers following certain time span.

In this thesis, according to the statistical data base of Turkish Transmission Authority, the faults observed in the 380kV level of the Turkish power transmission network for last seven years are generally classified into two categories, namely temporary and permanent faults. It is seen from the classification that the temporary fault, compromise the largest proportion of the total faults. Accordingly the reclosing breakers should much effectively be implemented.

Accordingly, the literature on the reclosing methods is investigated. Thus, A practical reclosing method, which is proposed in the literature, is investigated and tested by using actual voltage and current measurements, obtained from Turkish power transmission network. In addition to that, the part of the Turkish network is modelled using EMTP/ATP program and the results of the method are analysed for several system case by means of the model.

From the obtained results, it is concluded that the investigated reclosing method can effectively be applied in to Turkish power transmission network.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimime başladığımdan bu yana, yardımlarını ve değerli zamanını benden esirgemeyen, çalışmalarında beni yönlendiren hocam Doç.Dr. M. Hakan HOCAOĞLU'na

Verdikleri maddi ve manevi destekle bu tezin hazırlanmasında büyük emeği olan Arş. Görevlisi arkadaşlarım Özgür KARACASU ve Murat Erhan BALCI'ya , teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım süresince maddi manevi desteğini benden esirgemeyen sevgili eşime ve çocuklarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Medar YÜKSEK

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	2
1.2. Tezin İçeriği	3
2. ENERJİ İLETİM SİSTEMİNDE KARŞILAŞILAN ARIZALAR	4
2.1. Aşırı Gerilimler	4
2.2. Gerilim Yükselmesi	5
2.2.1. Generatörün Yükünün Kalkması	5
2.2.2. Boşta Çalışan Hattın Sonunda Gerilim Yükselmesi	6
2.2.3. Kapasitif Devrelerin Açılmasında Gerilim Yükselmesi	6
2.3. İç ve Dış Aşırı Gerilimler	7
2.3.1. İç Aşırı Gerilimler	7
2.3.2. Dış Aşırı Gerilimler	8
2.4. Kısa Devre Arızaları	9
2.4.1. Kısa Devre Olayı ve Nedenleri	9
2.4.2. Kısa Devre Olayının İletim Sistemine Etkileri	11
2.5. Başlıca Kısa Devre Arıza Şekilleri	12
2.5.1. Üç Fazlı Kısa Devre	12
2.5.2. İki Fazlı Kısa Devre	13
2.5.3. Çift Toprak Değmesi	14
2.5.4. Bir Fazlı Kısa Devre	15
2.5.5. Toprak Değmesi	17
3. ARIZA İSTATİSTİKLERİ VE YORUMU	18
3.1. Arıza İstatistikleri	18
3.1.1. 2000 yılı Arıza Verileri	18

3.1.2.2001 yılı Arıza Verileri	23
3.1.3.2002 yılı Arıza Verileri	27
3.1.4.2003 yılı Arıza Verileri	31
3.1.5.2004 - 2007 yılları 380 kV luk iletim hatlarının Tek Faz Toprak Arızası ve Tekrar Kapama Rölesi Yönünden incelenmesi	34
3.2.İstatistiki Bilgiler Işığında Arızaların Yorumu	35
3.3.Sonuç	37
4. TEKRAR KAPAMA TEKNİĞİ	38
4.1.Ülkemizde Tek Faz Toprak Kısa Devresindeki Müdahale Tekniği	38
4.2.YG Hatlarında Karşılaşılan Tek Faz Toprak Arızası Çözüm Yöntemleri	40
4.3. Arızanın Tipine ve Tekrar Kapamanın Zamanına Karar Veren Harmonik Analizi Temelli Bir Yöntem	42
4.3.1.Çalışma için Kullanılan Model	43
4.3 2.Önerilen Yöntemin Algoritması	44
4.3.3.HDI ve AETI nin Açılımı	47
4.4.Sonuç ve Tartışma	49
5. TKR KULLANILAN BİR HATIN GERÇEK VERİLERLE MODELLENMESİ	51
5.1.Tez Çalışmalarımızda Kullanılan Gaziantep Erzin Hattı Verileri	51
5.2.Önerilen Yöntemin Gerçek Hat Verileri ile Denenmesi	52
5.2.1. Birinci Gerçek Olay	53
5.2.2. İkinci Gerçek Olay	56
5.2.3. Üçüncü Gerçek Olay	59
5.2.4. Dördüncü Gerçek Olay	61
5.2.5 Beşinci Gerçek Olay	63
5.2.6 Altıncı Gerçek Olay	65
5.2.7 Gerçek Arıza Olaylarında Elde Edilen Çıktıların Yorumu	67
5.3.Gaziantep 2-Erzin Hattının EMTP ile Modellenerek Yöntemin Model Üstünde Denenmesi	68
5.3.1. Geçici Arıza Modeli	69
5.3.2. Kalıcı Arıza Modeli	70

5.3.3 Elde Edilen Çıktıların Yorumu	72
5.4.İki Farklı Yöntemle Elde Edilen verilerin Karşılaştırılması	72
6. SONUÇLAR VE GELECEĞE YÖNELİK ÇALIŞMALAR	74
KAYNAKLAR	76
ÖZGEÇMİŞ	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

HDI	(Harmonic Distortion Index) Harmonik Bozulma İndisi
AETI	(Arc Extinction Time) Ark Sönme Zamanı İndisi
P	Aktif güç
Q	Reaktif güç
S	Görünür güç
v	Gerilimin ani değeri
V	Gerilimin rms değeri
V_m	Voltajın maksimum değeri
V_{DC}	Arızalı fazın geriliminin DC bileşeni
$V_{2,3,4,5}$	Arızalı fazın geriliminin harmonik bileşenleri
AN	A fazı ve Toprak
BN	B fazı ve Toprak
CN	C fazı ve Toprak
ABC	A-B-C fazları
TKR	Tekrar Kapama Rölesi
YG	Yüksek Gerilim
EMTP	Electro Magnetic Transients Program
i	Akımın ani değeri.
i_a	Akımın aktif bileşeni ani değer.
I_a	Akımın aktif bileşeni rms değer.
i_b	Akımın reaktif bileşeni.
I	Akımın rms değeri
I_m	Akımın maksimum değeri.
I_k	Kısa Devre Akımı.
f	Frekans
t	Saniye olarak zaman
w	$(2\pi f)$ kısa gösterimi
W	Watt
rms	RMS değer.
VA	Volt Amper

kWh	Kilo Watt Saat
φ, θ	Akım ve gerilim arasındaki açı.
$\cos \varphi$	Akım ve gerilim arasındaki açının kosinüsü. (güç katsayısı)
AA	Alternatif Akım.
a.a.	Alternatif Akım.
D.C.	Doğru Akım.
d.c.	Doğru Akım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.4.1.(a) Generatöre Uzak Noktada Meydana Gelen Kısa Devre Akımı	10
2.4.1.(b) Generatöre Yakın Noktada Meydana Gelen Kısa Devre Akımı	10
2.5.1. Üç Fazlı Kısa Devre	13
2.5.2. İki Fazlı Kısa Devre	14
2.5.3. Çift Toprak Değmesi	15
2.5.4. Bir Fazlı Kısa Devre	16
2.5.5. Yıldız Noktası Bir Z Empedansı Üzerinden Topraklanmış Bir Şebekede Dirençli Tek Faz Toprak Kısa Devre Prensip Şeması	17
3.1.1. 2000 Yılı 380kV Hat Arızalarının Mevsimsel Dağılımı	20
3.1.2. 2000 Yılı 380kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı	20
3.1.3. 2000 Yılı 154kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı	21
3.1.4. 2001 Yılı 380kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı	25
3.1.5. 2002 Yılı 380kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı	28
3.1.6. 2003 Yılı 380kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı	32
4.1.1. Tekrar Kapama Rölesi Çalışma Prensip Şeması	40
4.3.1. Kullanılan Güç Sistem Modeli	44
4.3.2. Geçici Bir Arıza Simülasyonunda Oluşan Gerilim Dalga Formu	45
4.3.3. Arızalı Fazın Gerilim Dalga Formundan Elde Edilen Harmonik Bileşenler	46
4.3.4. Kalıcı Arıza Simülasyonunda Oluşan Gerilim Dalga Formu	46
4.3.5. Arızalı Fazın Gerilim Dalga Formundan Elde Edilen Harmonik Bileşenler (Kalıcı Arıza)	47
5.2.1. Birinci Olaya Ait Arıza Anı (3 fazlı Gerilim Grafiği)	54
5.2.2. Birinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği	54
5.2.3. Birinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formu Bileşenleri	55
5.2.4. Birinci Olay HDI Grafiği	55
5.2.5. Birinci Olay AETI Grafiği	56

5.2.6.	İkinci Olaya Ait Arıza Anı (3 fazlı Gerilin Grafiği)	57
5.2.7.	İkinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği	57
5.2.8.	İkinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri	58
5.2.9.	İkinci Olay HDI Grafiği	58
5.2.10.	İkinci Olay AETI Grafiği	58
5.2.11.	Üçüncü Olaya Ait Arıza Anı (3 fazlı Gerilim Grafiği)	59
5.2.12.	Üçüncü Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği	59
5.2.13.	Üçüncü Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri	60
5.2.14.	Üçüncü Olay HDI Grafiği	60
5.2.15.	Üçüncü Olay AETI Grafiği	60
5.2.16.	Dördüncü Olaya Ait Arıza Anı (3 fazlı Gerilim Grafiği)	61
5.2.17.	Dördüncü Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği	61
5.2.18.	Dördüncü Olay Arızalı Faza AİT Gerilim Dalga Formu Bileşenleri	62
5.2.19.	Dördüncü Olay HDI Grafiği	62
5.2.20.	Dördüncü Olay AETI Grafiği	62
5.2.21.	Beşinci Olay Ait Arıza Anı(3 fazlı Gerilim Grafiği)	63
5.2.22.	Beşinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği	63
5.2.23.	Beşinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formu Bileşenleri	64
5.2.24.	Beşinci Olay HDI Grafiği	64
5.2.25.	Beşinci Olay AETI Grafiği	64
5.2.26.	Altıncı Olaya Ait Arıza Anı (3 fazlı Gerilim Grafiği)	65
5.2.27.	Altıncı Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği	65
5.2.28.	Altıncı Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği	66
5.2.29.	Altıncı Olay HDI Grafiği	66
5.2.30.	Altıncı Olay AETI Grafiği	66
5.3.1.	Gaziantep2 Erzin Hattı EMTP Modeli	69
5.3.2.	Geçici Tek Faz Toprak Arızası EMTP	69
5.3.3.	Arızalı Fazın Bileşenleri EMTP	70
5.3.4.	HDI Grafiği EMTP	70

5.3.5.	Kalıcı Tek Faz Toprak Arızası EMTP	71
5.3.6.	Arızalı Fazın Bileşenleri ($V_{D0}, V_1, V_{H2}, \dots, V_{H5}$)	71
5.3.7.	HDI Grafiği	72

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo

3.1.1.	2000 Yılında En Çok Arıza Yapan Hatlar	19
3.1.2.	2000 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Fazlara Göre Tasnifi	21
3.1.3.	2000 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi	22
3.1.4.	2000 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Sebeplerine Göre Tasnifi	22
3.1.5.	2000 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Nedenlerine Göre Tasnifi	23
3.1.6.	2001 Yılında En Çok Arıza Yapan 380kV Hatlar	24
3.1.7.	2001 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Tasnifi	25
3.1.8.	2001 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi	26
3.1.9.	2001 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Sebeplerine Göre Tasnifi	26
3.1.10.	2001 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Durumlarına Göre Tasnifi	27
3.1.11.	2002 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Fazlarına Göre Tasnifi	29
3.1.12.	2002 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi	29
3.1.13.	2002 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Sebeplerine Göre Tasnifi	30
3.1.14.	2002 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Durumlarına Göre Tasnifi	30
3.1.15.	2003 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Tasnifi	33
3.1.16.	2003 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi	33
3.1.17.	2003 Yılı 380kV Hatlarının Arızalarının Durumlarına Göre Tasnifi	34
3.2.1.	Yıllara Göre İletim Hatlarında Bulunan T.K.R Durumu	36
4.3.1.	Arıza Simülasyonu İçin Seçilen Olaylar	43
5.2.1.	Gerçek Arıza Olayları	53

1. GİRİŞ

Yüksek gerilimli enerji iletim sistemlerinde sıkça karşılaşılan tek faz toprak arızasında, arızanın giderilmesi için başvuru en temel yöntem olan geri kapama tekniği diğer bir ifade ile tek faz tekrar kapama tekniğidir.

Ülkemizde tek fazlı tekrar kapama tekniğinin daha 380 kV luk hatların bir kısmında aktif olarak kullanıldığı bilinmektedir. Türkiye Elektrik İletim A.Ş (TEİAŞ) nin arıza istatistikleri, enerji sistemlerinde sürekliliğin ve kararlılığın sağlanmasında önemli avantajlar sağlayan bu tekniğin kendisi kadar tekrar kapamalarındaki başarı oranının da önemli olduğunu göstermektedir. Ülkemizde 380 kV luk hatların bir kısmında kullanılan tekrar kapama rölelerinin başarılı kapama oranı istatistiklere göre % 50 - % 60 arasında değişmektedir.

Bir güç sisteminde, geçici arızaların hızlı tekrar kapamayla temizlenmesinin sistem geçici rejim kararlılığını artırabileceği çok iyi bilinmektedir. Tekrar kapama uygulamasının amacı sistem kararlılığı ile sekronizasyonunu muhafaza etmektir [1].

Öte yandan kalıcı arıza üzerine yapılan tekrar kapamaların iletim sistemi içerisinde bulunan tüm teçhizata zarar verdiği ve sistemin içerisinde gerilim dalgalanmalarına ve salınımlarına yol açtığı da bilinmektedir.

Litetaretür de yüksek gerilim sistemlerinde karşılaşılan arızaların geçici veya kalıcı olduğunun belirlenmesi probleminin çözümünde ortaya konulan birçok teknik ve öneri bulunmaktadır [2,3,...,13].

Yapılan bu çalışmada çözüm yöntemlerine kısaca değinilmekte ve özellikle bir tanesine de daha geniş yer verilmektedir. Bu yöntemin çözüme yönelik önerileri, ülkemizde bu tip arızaların en sık karşılaşıldığı hatlardan biri olan 380 kV luk Gaziantep – Erzin hattının arıza kayıtları ve hat parametreleri kullanılarak iki ayrı yoldan test edilmektedir.

1.1 Tezin amacı

Tezin amacı; yüksek gerilim enerji iletim hatlarında kullanılan tek fazlı tekrar kapama tekniğinin analizi ve modellenmesidir.

Tekrar Kapama tekniğinin kullanıldığı hatlardaki başarılı kapama yüzdeleri kapamalardaki seçicilik faktörünü ön plana çıkarmaktadır. Ülkemizde kullanılan tek fazlı tekrar kapama rölelerinin çalışma mantığında seçicilik faktörü bulunmamaktadır. Zaten tekrar kapama röleleri 380 kV ve 154 kV' luk hatların bir kısmında kullanılmaktadır. Tek fazlı toprak arızası algılandığı zaman sistem arızalı fazı açmakta ve kısa bir süre sonra tekrar kapamaktadır. Eğer arıza kendiliğinden temizlenmişse sistem çalışmaya devam etmekte aksi takdirde hat korumalar devreye girerek nihai açmaya gidilmekte ve hat enerjisiz bırakılmaktadır. Meydana gelen arızanın kalıcı veya geçici bir arızamı olduğu konusunda bir seçicilik ve karar verme mekanizması mevcut değildir. Enerji iletim sistemlerinin kararlılığını ve enerji akışının sürekliliğini doğrudan etkileyen bu husus tezin amacı içerisinde dahil edilerek yapılan modellemede seçicilik faktörü ön plana çıkarılmıştır.

Tek fazlı tekrar kapama tekniğine seçicilik faktörünün eklenmesi tabiidir ki beraberinde tekrar kapamalardaki başarılı kapama oranının artışı getirecektir.

Yapılan bu çalışma bu konu üzerine bundan sonra yapılacak olan çalışmalara bir zemin teşkil edecek ve ülkemizdeki enerji iletiminin sürekliliğini doğrudan etkileyebilen bu hususa da dikkatleri çekecektir.

1.2 Tezin İçeriği

Bu tez oluşturulurken konular anlam bütünlüğü açısından genelden özele doğru sıralanmaya çalışılmış ve tezi incelemek isteyen herkesin anlayabileceğı bir dil kullanılmaya gayret edilmiştir.

Bölüm II’ de yüksek gerilimli enerji nakil hatlarında görülen arıza çeşitleri incelenmiştir.

Bölüm III’ te Türkiye Elektrik İletim A.ř ‘ın istatistiki verileri kullanılarak geriye doğru sekiz yıllık bir süreç içerisinde ülkemizdeki enerji nakil hatlarında oluşan arızaların çeşitliliğı ortaya konulmuş ve bu arızalar içerisinde tek faz toprak arızalarının oranına dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Bölüm IV’ de tek faz toprak kısa devre arızalarında kullanılan tekrar kapama tekniğinin çalışma mantığı ortaya konulmuştur. Ayrıca bu bölümde arızanın tipini tespit etmeye yönelik çalışmalara değinilerek önerilen çözüm yöntemlerinden birisi detaylı bir şekilde incelenmiştir [2].

Bölüm V’ te ise önce ülkemizdeki bu tip arızaların en sık rastlandığı hatlardan birisi olan 119 km lik ve 380 kV’ luk Gaziantep 2 - Erzin enerji nakil hattının parametreleri verilmiş ardından da bu hatta ait gerçek arıza verileri kullanılarak önerilen yöntemin tutarlılığı test edilmiştir. Bundan sonra ilgili hatta ait veriler kullanılarak sistem EMTP programında modellenmiştir. Modelleme sonucunda elde edilen çıktılar ile Bölüm IV’ te incelenen yöntemin ıktıları karşılaştırılmıştır.

Son olarak ulaşılan sonuçlar ve incelenen yöntemin ulaştığı sonuçlar mukayese edilerek bundan sonra bu konuda çalışacak olanlar için bir basamak oluşturulmaya çalışılmıştır.

2 ENERJİ İLETİM SİSTEMİNDE KARŞILAŞILAN ARIZALAR

Günümüzde hayatın her alanında vazgeçilemez bir ihtiyaç haline gelen elektrik enerjisinin üretiminden son kullanıcıya gelinceye kadar ki serüveni oldukça karmaşık sistemlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır.

En genel tarif ile bir enerji iletimi sistemi; generatörler, transformatör postaları, enerji iletim hatları, indirici merkezler, ayırıcılar ve kesicilerden oluşmaktadır. Enerjinin üretim merkezlerinden tüketim merkezlerine en az kayıpla taşınabilmesi için yüksek gerilim kademeleri seçilmektedir. Böylesine karmaşık sistem içerisinde yüksek gerilim ile enerji naklinde birçok güçlüklerle karşılaşilmektedir. Bu güçlükler sistemi oluşturan parçaların herhangi birinden kaynaklanabileceği gibi sistemin yükünün karakterinden veya atmosferik şartlardan da kaynaklanabilmektedir.

İletim sistemlerinin kurulumu aşamasında bu güçlükler göz önünde bulundurularak, sistem için hesaplanan çalışma değerleri oluşturulmaktadır. Hesaplanan bu değerlere göre de trafo postaları, hatlar ve diğer ekipmanlar tesis edilmektedir. Yapılan çalışmalara ve ön görümlere rağmen enerji iletim sistemlerinin çalışması sırasında bir çok arızalar meydana gelmektedir.

Güç sistemlerinin gelişimi, kullanıcıların sürekli kesintisiz ve kaliteli enerji talepleri, sistemlerin daha korumalı ve daha ekonomik işletilmesi zorunluluğunu beraberinde getirmiştir.

İletim sistemlerinde karşılaşılan arızaları en genel anlamda tasnife çalışırsak iki ana başlık ön plana çıkar. Bunlar **Aşırı gerilimler** ve **Kısa devrelerdir**.

2.1 Aşırı Gerilimler

Elektrik tesislerinde zaman zaman istenmeyen aşırı gerilimler baş gösterir. Bunların önlenmesi her zaman olası değildir. Bunlar elektrik tesislerinde işletme güvenliğini büyük ölçüde tehlikeye sokarlar. Bir aşırı gerilimin baş göstermesi

halinde, generatörler, transformatörler, hatlar ve anahtarlar gibi işletme araçlarında fazlar arasında veya bir faz ile toprak arasında yalıtım maddesinde atlamalar veya delinmeler sonucunda çeşitli hatalar oluşabilir. Örnek olarak çeşitli tip kısa devreler veya toprak teması verilebilir. Bu tür arızalarda hem alıcılar enerjisiz kalır hem de arızalanan tesis kısımlarında arızanın yol açtığı dinamik ve termik zorlanmalar sebebiyle maddi zararlar oluşur.

Aşırı gerilimler, kaynak ve belirme şekli bakımından üç ana gruba ayrılırlar. Bunlardan birincisi, elektrik tesislerinde çeşitli sebeplerle oluşan işletme frekanslı gerilim yükselmesidir. Gerçek aşırı gerilimler ise tesislerde izin verilen en yüksek gerilimlerin üstüne çıkan gerilimlerdir. Bunlar çoğu zaman daha yüksek frekanslı ve çok kısa süreli olup, işletme frekanslı gerilim yükselmeleri bu sınıfa girmezler. Gerçek aşırı gerilimler de iki ana gruba ayrılırlar; bunlar iç aşırı gerilimler ve dış aşırı gerilimlerdir.

2.2 Gerilim Yükselmesi

Bu, bir gerçek aşırı gerilim yükselmesi olmayıp çeşitli sebeplerle ve anormal işletme koşulları altında oluşur ve frekansı işletme frekansına eşittir. Elektrik tesisleri bu tür gerilim yükselmelerine karşı kolaylıkla korunduklarından yalıtım zorlanması bakımından pek büyük bir tehlike oluşturmazlar.

Gerilim yükselmesi de bir tür iç aşırı gerilimdir; fakat süre, frekans, yükseklik ve etki bakımından geçici iç aşırı gerilimlerden farklıdır. Aşağıda gerilim yükselmesine sebep olan olaylar belli bir sıra içerisinde verilecektir [14].

2.2.1 Generatör Yükünün Kalkması

Normal yüklü bir generatörün yükünün herhangi bir nedenle ani olarak kalkması halinde, örneğin bir kısa devre arızası sonunda anahtarın açması ile, generatörün iç gerilim düşümü sıfıra düşeceği gibi, yük akımının sebep olduğu endüvi reaksiyonu da ortadan kalkar. Bu durumda uyarma regülatörü devreye girerek

gerilimi ayarlasa da regülatör faaliyete geçinceye kadar ani bir gerilim yükselmesi baş gösterir [15].

Bundan başka ani yük kalkması halinde, dönme sayısı regülatörü devreye girinceye kadar, türbinin dönme sayısı da artabilir; bu da generatörün geriliminin yükselmesine neden olabilir.

Bir diğer gerilim yükselme sebebi ise devreden çıkan generatör kapasitif yüklenmesidir örneğin boшта çalışan uzun bir yüksek gerilim havai hattına bağlı kalırsa, bu durumda endüvi reaksiyonu uyarma alanını desteklediğinden gerilim bir miktar daha yükselebilir. Bu yoldan oluşan gerilim yükselmesi kapasitif yükün büyüklüğüne de bağlıdır [14].

2.2.2 Boшта Çalışan Hattın Sonunda Gerilim Yükselmesi (Ferranti Olayı)

Kısa ve orta uzunluktaki hava hatlarında boшта çalışma durumunda hat kapasitesinden dolayı, hattın sonundaki gerilim, hat başı gerilimine göre bir hayli yükselir. Ferranti olayı adı verilen bu olayda gerilim yükselmesinin sebebi, hat başından hat sonuna doğru hat boyunca geçen kapasitif akımdır. Bu akımın hattın endüktif reaktansı üzerinde oluşturduğu gerilim düşümü, hat başı gerilimi doğrultusunda olduğundan, bununla toplanır, bu da hat sonu gerilimini yükseltir.

2.2.3 Kapasitif Devrenin Açılmasında Gerilim Yükselmesi

Burada yıldız noktası topraklanmış veya yalıtılmış üç fazlı kondansatör batarya devresinin açılması söz konusudur.

Boшта çalışan hatlar da kondansatörler gibi etkirler. Eğer güç anahtarları, kondansatör batarya devrelerini veya boшта çalışan hatları, tekrar tutuşma olmadan keserlerse, geçici olay ve bağlama aşırı gerilimleri oluşmaz. Aksi halde büyük aşırı gerilimler oluşabilir.

Kapasitif devrelerin bu özelliği dikkate alınarak devre açıcılar seçilirken, açma olayı anında kontak aralıklarının hızla temizlenip yalıtılan ve arkın yeniden tutuşmasına olanak vermeyen tipte olmasına dikkat edilir [14].

2.3 İç ve Dış Aşırı Gerilimler

Yüksek gerilim tesislerinde aşırı gerilim diye sınıflandırılan gerilimlerin oluşmasında şebeke içi gelişen olaylar sebep olabileceği gibi bu olayların kaynağı atmosferik şartlar veya etkileşimde olabilir. Bazen birkaç faktör birden bu gerilimlerin oluşmasına sebep olabilir. Bir tasnif gerekirse en genel anlamda iç aşırı gerilimler ve dış aşırı gerilimler diye tasnif etmek mümkündür.

2.3.1 İç Aşırı Gerilimler

Çeşitli bağlama olayları ve toprak temaslı hatalar sonucunda oluşan, kısa süreli ve yüksek frekanslı aşırı gerilimler, tesislerde yalıtımın boyutlandırması bakımından önemlidir.

Hatlar, transformatörler, bobinler, kondansatörler ve motorlar gibi işletme araçlarının isteyerek devreye sokulup çıkarılmaları veya çeşitli kısa devreler, toprak teması, toprak kısa devresi ve hat kopması gibi istemeden oluşan arıza halleri, elektrik tesislerinde daima bir bağlantı değişikliğini gerektirirler. Bu anda oluşan aşırı gerilimler, sadece elektrik tesislerinden kaynaklandıklarından ve şebekelere bağlı olduklarından **iç aşırı gerilimler** adı verilmiştir [14].

İç aşırı gerilimler, şebekelerdeki bağlama ve enerji durumlarındaki değişiklikler yüzünden oluştuklarından, iki sürekli rejim arasında geçiş, yani dengeleme olayı olarak baş gösterirler. Onun için bunlar genellikle geçicidir. Bu geçici olaylar şebekenin yapılışına göre genellikle orta veya yüksek frekanslıdır. Eğer sürekli koşullar yerine gelirse, yani söz konusu değişiklik sebebi ile bir rezonans devresi olursa, yüksek frekanslı rezonans olayları da baş gösterebilir; işte bu sırada da büyük aşırı gerilimler beklenebilir. Eğer bu olay sadece bir defa oluşursa, bunun pek büyük bir önemi yoktur denilebilir, zira bu gibi olayları önceden hesaplamak ve ona göre önlem almak mümkündür. Örneğin transformatör

akımlarının kesilmesi veya kondansatör yüklerinin değişmesi bu gibi olaylara yol açar. Fakat açma olayları ve arızalar arklı olarak oluşurlarsa, bu durumda arkın her sönüşü ve yeniden tutuşması sırasında yeni bir dengeleme olayı ortaya çıkar ve bir çok defalar yinelenebilir. Ark lineer olmayan fiziksel bir olay olduğundan ve bu sönme tutuşma olaylarının matematiksel yoldan ifade edilemesinde çok büyük zorluklar bulunduğundan ne şekilde oluşacağını tam olarak kestirmek mümkün değildir. Ark güç anahtarlarının devreyi kesmesi sırasında anahtar kontakları arasında oluşabileceği gibi toprak temaslı arızalarda da görülebilir [29].

Dengeleme olaylarının frekansları yüksek olduğundan ve amortisman da oldukça büyük olduğundan olayın süresi bir hayli kısadır. Frekans değerine göre olay işletme frekansının bir yarım periyodundan kısa bir zaman içerisinde sona erebilir.

Bağlama olaylarının uygun bir şekilde yapılabilmesi bakımından güç anahtarlarının yapısının, çalışma prensibinin, kesme yeteneğinin ve ark söndürme durumunun büyük önemi vardır [30].

220 kV kadar olan şebekelerde yalıtım genellikle atmosferik aşırı gerilimlere göre boyutlandırıldıkları halde 380kV ve bunun üstündeki gerilimlerde yalıtımın boyutlandırılmasında iç aşırı gerilimler ön plana çıkar [28].

Geçici iç aşırı gerilimlerin oluşmasına sebep olan olaylar oldukça fazladır [16]. Konuyu çok fazla dağıtmamak için burada sadece birkaç tanesinin ismi verilmiştir. Örnek olarak kapasitif veya küçük endüktif akımların açılması sırasında oluşan aşırı gerilimler, rezonans olayları sonucu oluşan aşırı gerilimler sayılabilir.

2.3.2 Dış Aşırı Gerilimler

Yüksek gerilim hatlarında dış aşırı gerilimler ya doğrudan doğruya yıldırım düşmesi ile ya da tesirle elektriklenmeyle oluşurlar. Yıldırımın iletim hattına, direğe veya koruma hattına düşmesi halinde oluşan aşırı gerilimler direkt yıldırım düşmesiyle oluşan **dış aşırı** gerilimlerdir. Yıldırımın buluttaki elektrik yükü ile hatta tesirle elektriklenme suretiyle bir yük dalgası oluşturduktan sonra, yüksek gerilim hattının dışında herhangi bir yere düşmesiyle hatta serbest kalan yük dalgasının her

iki tarafa doğru hareketiyle oluşan aşırı gerilimler de tesirle elektriklenme suretiyle oluşan **dış aşırı** gerilimlerdir [14].

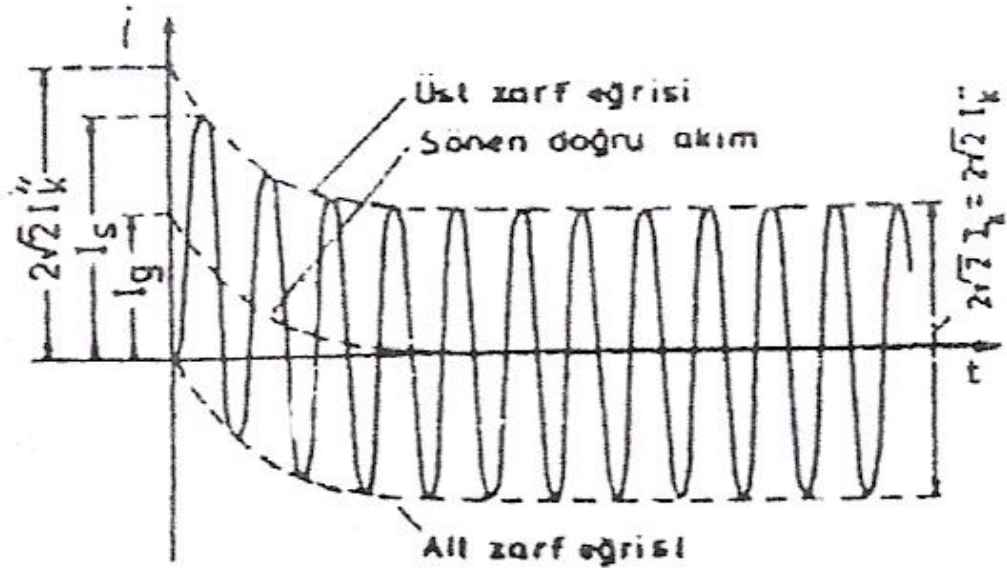
2.4 Kısa Devre Arızaları

Gerilim altında bulunan iletkenlerin, yalıtkanların da bir hata oluşması sonucunda bu iletkenler ya bir ark direnci üzerinden ya da doğrudan doğruya madeni kısımların toprağa veya diğer iletkenlere temasıyla oluşan arızaya kısa devre denir

2.4.1 Kısa Devre Olayı ve Nedenleri

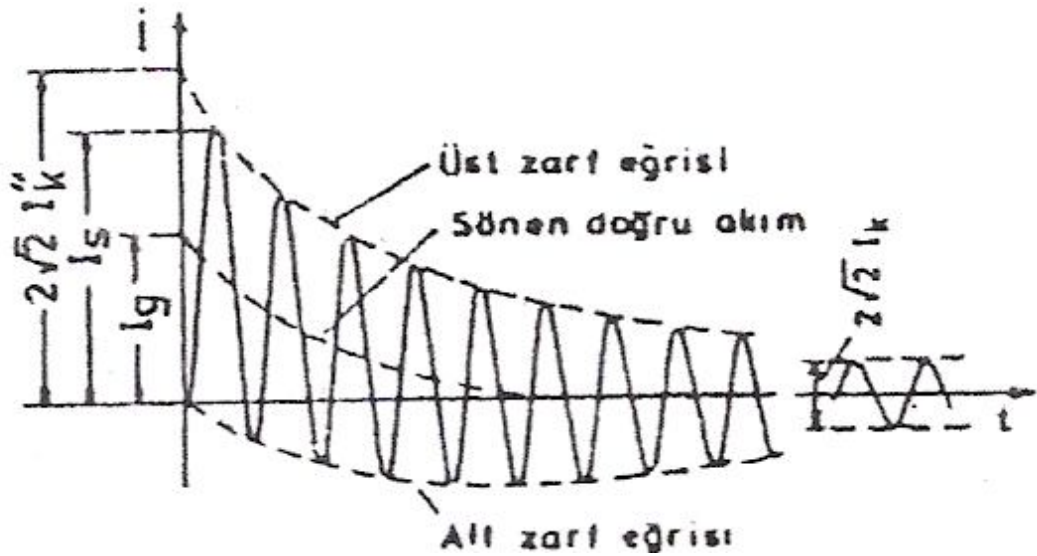
Kısa devre sonucu elektrik devresinde arızalı bir bölüm oluşur ve bu arızalı yerden aşağıda olan şebeke parçası devreden çıkar. Böylece enerji kaynağına olan devre mesafesi kısalır ve kaynak arıza yerini beslemeye devam eder. Bu esnada enerji kaynağı olan senkron generatörde normal işletme koşulları ile ilgisi olmayan ve zamana bağlı olarak değişen elektromagnetik bir olay oluşur. Bu olaya **Kısa Devre** olayı adı verilir.

Kısa devrenin oluşmasıyla akım önce yüksek bir tepe değerine çıkar, buna darbe kısa devre akımı (I_s) denir. Bu önce çabuk sonra daha az çabuk olarak kararlı bir son değere düşer, buna da devamlı kısa devre akımı (I_k) adı verilir. Kısa devre generatörden çok uzakta ise, bu takdirde kısa devre akımının kararlı son değeri başlangıç değerinden az fark eder [14]. Genaratöre uzak ve yakın mesafelerde meydana gelen kısa devrelerin oluşturduğu kısa devre akımının eğrileri Şekil 2.4.1 verilmiştir.



Şekil 2.4.1 (a) Generatöre Uzak Noktada Meydana Gelen Kısa devre Akımı[32]

Şekil 2.4.1(b) de görülebileceği gibi kısa devre akımı başlangıçta sıfır eksenine nazaran simetrik olmayan bir şekilde değişebilir ve bu kısımda kısa devre akımı, bir alternatif akım bileşeni, diğeri de doğru akım bileşeni olmak üzere iki bileşene ayrılabilir. Herhangi bir anda bu iki bileşene ait akımların toplamı kısa devre akımının o anki değerini verir. Doğru akım bileşeni sönümlü olup, kısa bir süre sonra söner. Bu andan itibaren kısa devre akımı kendi alternatif akım bileşeni ile çakışır.



Şekil 2.4.1(b) Generatöre Yakın Noktada Meydana Gelen Kısa devre Akımı

Kısa devre olayını çeşitli nedenlere bağlamak mümkündür, kabaca tasnif şu şekilde yapılabilir.

Kökeni bütünüyle sistem kaynaklı olanlar. Bu durum daha çok sistem ekipmanlarından herhangi birinin yalıtkan kısmının gerilime dayanma gücünü kaybetmesinden veya yanlış manevralardan kaynaklanır.

Kökeni mekanik olanlar. Bu tür kısa devrelere örnek olarak normal çalışma şartları altındaki hatta ağaç değmesi, yeraltı kablosuna kazma vurulması, iletken kısımlara yabancı bir cisim çarpması veya iletken ya da izolatörlerin kopması gibi olaylar gösterilebilir.

Kökeni atmosferik olanlar. Yıldırımlar ve tesirle elektriklenmeler veya sis, buz, fırtına gibi aşırı yoğun atmosferik şartlar bu tür kısa devrelere örnek olarak gösterilebilir [14].

2.4.2 Kısa Devre Olayının İletim Sistemine Etkileri

Kısa devre akımının bir arıza bölgesini etkileyen doğrudan etkisi bir de sistemin diğer parçalarını ve kararlılığını etkileyen dolaylı etkisi mevcuttur. Genel olarak bir kısa devrenin varlığı, bir şebeke üzerinde aşırı kuvvetler, gerilim düşümleri, üç fazlı hatlarda gerilim ve akımlarda dengesizlik doğurur.

Kısa devre akımının doğrudan doğruya olan etkisi ise ark etkisi, kuvvet etkisi ve ısı etkisi olarak sıralanabilir.

YG hatlarında bir kısa devre genellikle, ya iletken kısımların doğrudan doğruya teması veya arada bir ark atlaması ile oluşur. Birincisine metalik veya tam kısa devre, ikincisine arklı kısa devre denir. Tam kısa devrede yalıtımın köprülenmesi dirençsiz denilecek kadar iyidir. Küçük uzunluklu veya az gerilim düşümlü arklar üzerinden olan kısa devrelerde bu gruba dahildir. Kablolarda oluşan kısa devreler çoğunlukla bu şekildedir. Arıza yerindeki geçiş direnci, yani arkın direnci, kısa devre yolunun toplam direncine nazaran kayda değer bir büyüklükte ise

arklı bir kısa devre söz konusudur. Bundan dolayı arklı kısa devreler çoğunlukla yüksek gerilim cihazlarında yahut hatlarında oluşurlar.

Bir hava hattının iletkenleri arasında oluşan ark, kapalı yerdeki bir bağlama tesisatında oluşan arkdan daha az zarara sebebiyet verir. Bundan başka yüksek gerilim tesislerinde arklar, daha büyük olan kısa devre güçleri dolayısıyla, alçak gerilim tesislerindeki arklara nazaran daha tehlikelidirler. Arkta ısı ve ışığa dönüşen enerji kısa devrenin devam süresi ile orantılıdır.

Bir başka husus; üzerinden kısa devre akımı geçen bir iletkenin etrafında şiddetli bir magnetik alan oluşur. İçinden kısa devre akımı geçen ve etrafında magnetik alan oluşan iletken üzerinde bir kuvvet oluşur. Bu kuvvet iletkeni ve iletkenlerin tespit edildiği izolatörleri de mekanik bakımdan deformasyona zorlar.

Kısa devre akımlarının neden olduğu bir diğer hasar da devre kesicilerde ortaya çıkmaktadır. Kesilen akımın büyüklüğü ve kısa devrenin de süresine bağlı olarak kesici kontaklarında meydana gelen tahribatın miktarı artmakta ve kullanım süreleri kısalmaktadır.

Yine özel bir kısa devre olan tek faz toprak kısa devresi esnasında topraklama şebekesi etrafında istenmedik aşırı gerilimler oluşabilir. Bu insan hayatını tehlikeye sokabildiği gibi cihazların tahribine de yol açabilir [31].

2.5 Başlıca Kısa Devre Arıza Şekilleri

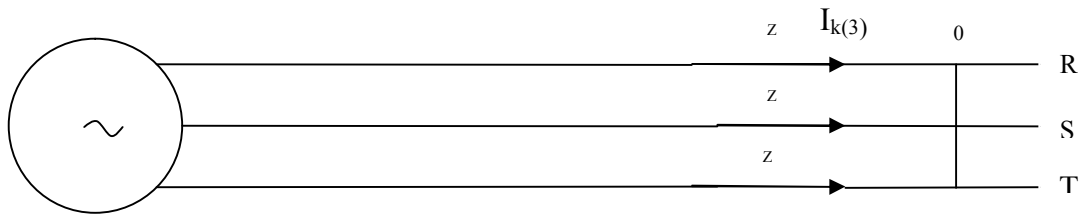
Kısa devrenin oluş şekli önemlidir çünkü bu şekle bağlı olarak oluşan kısa devre akım değerleri de farklılık arz etmektedir. Bu yüzden tez metni içerisinde kısa devre arıza şekillerinin özetine yer verilmiştir.

2.5.1 Üç Fazlı Kısa Devre

Burada üç faz arasında dirençsiz bir kısa devre söz konusudur. Bu simetrik bir kısa devredir ve bu durumda şebekenin yıldız noktasının toprağa bağlı olması veya olmaması ya da bir direnç veya reaktans üzerinden bağlı olması çok fark etmez.

Üç fazlı simetrik kısa devre pratikte nadir olarak ve çoğunlukla simetrik olmayan bir kısa devrenin büyümesi sonucu oluşur.

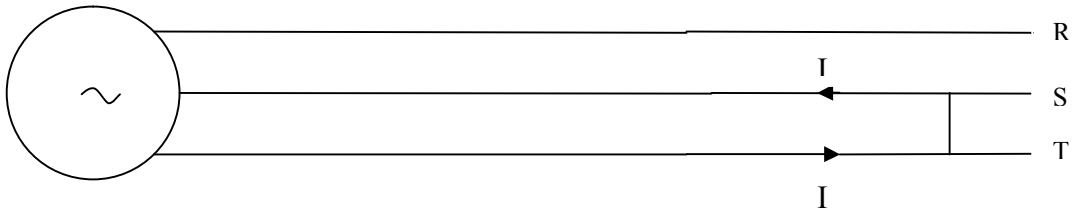
Fakat en ağır kısa devre halidir ve elektrik tesisleri kısa devreye dayanımları bakımından en büyük kısa devre akımlarına yani üç fazlı simetrik kısa devre akımlarına göre boyutlandırılmalıdırlar. Şekil 2.5.1 de üç fazlı kısa devrenin prensip şeması verilmiştir.



Şekil 2.5.1 Üç Fazlı Kısa Devre

2.5.2 İki Fazlı Kısa Devre

Sistemin herhangi bir noktasında iki fazın birbirine değmesi suretiyle iki fazlı bir kısa devre oluşur. Bu kısa devrede de, şebekenin yıldız noktasının toprağa bağlı olup olmaması veya bir direnç veya reaktansın üzerinden bağlı olması çok büyük önem teşkil etmez. Şekil 2.5.2 de iki fazlı kısa devreye ilişkin prensip şeması verilmektedir.

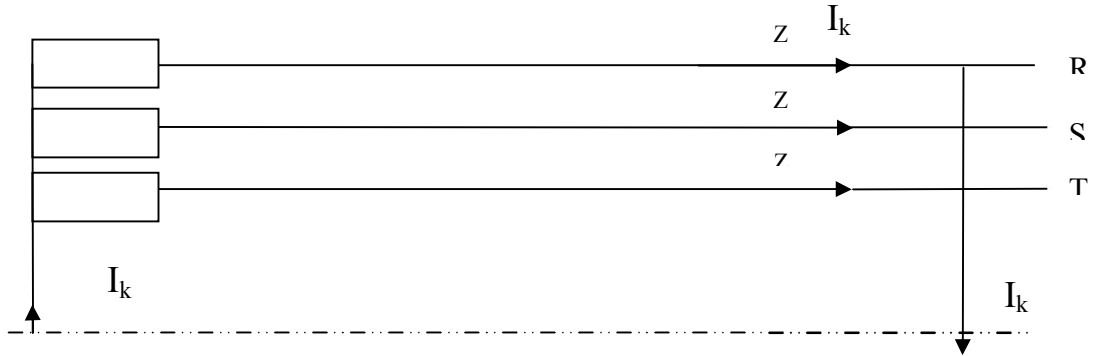


Şekil 2.5.2 İki Fazlı Kısa Devre

İki ve üç fazlı kısa devrelerde kısa devre kapalı devrelerinin empedansları $2/\sqrt{3}$ oranında olduğundan, her iki halde de aynı hat gerilimini kullanmak koşulu ile, iki fazlı kısa devre akımı üç fazlı kısa devre akımından yaklaşık olarak % 13.5 daha küçüktür.

2.5.3 Çift Toprak Değmesi

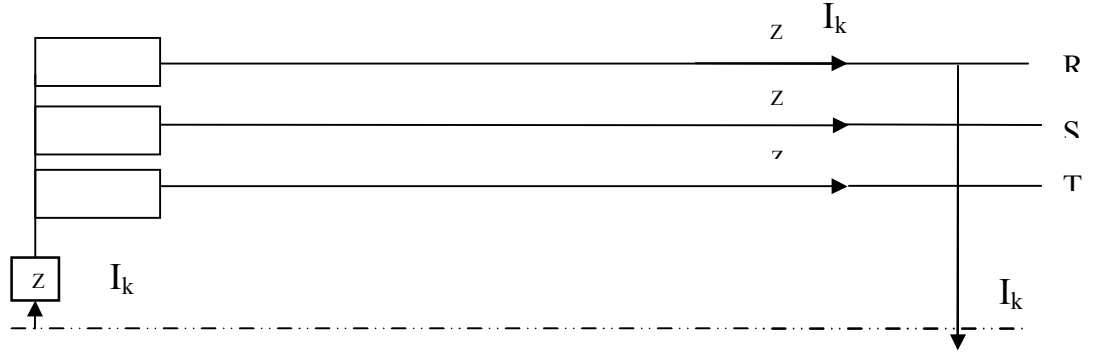
Çift toprak değmesi ile iki fazlı kısa devre esas itibariyle birbirine benzer. İki fazlı kısa devrede iki iletkenin sistemin aynı noktasında kısa devre olmalarına karşın, çift toprak değme arızasında ise iletkenler sistemin ayrı ayrı noktalarında toprağa değmek suretiyle kısa devre oluşturur. Şekil 2.5.3 te bu tür bir arızanın prensip şeması verilmiştir.



Şekil 2.5.4 Bir fazlı kısa devre

Biraz önce açıklanan arızada sistemin yıldız noktası ile toprak arasında bir direnç veya reaktans olmadığı ve keza arıza noktasında da geçiş direncinin sıfır olduğu kabul edilmiştir. Gerçekte bu dirençlerin her ikisi de sıfır olamaz, çünkü besleme sisteminin yıldız noktası ile toprak arasında hiçbir direnç olmasa dahi toprak elektrodunun toprağa geçiş direnci vardır. Arıza noktasında da kısa devrenin cinsine ve toprağın özelliğine göre bir geçiş direnci söz konusu olur. Hatta bu önemli değerler alabilir. Bu durumda arıza noktasında R fazının toprağa nazaran gerilimi küçülmekle beraber sıfır olmayıp, geçiş direncinin değerine göre belirli bir değer alır.

Yıldız noktası bir Z empedansı üzerinden topraklanmış bir şebekede, geçiş dirençli bir toprak kısa devresi prensip şeması şekil 2.5.5 te gösterilmiştir. Burada yıldız noktası ile toprak arasındaki empedansta kısa devre akımının oluşturduğu gerilim düşümü dolayısıyla yıldız noktasının toprağa nazaran gerilimi bir U_m değerine yükselmiş ve arıza noktasında R fazının toprağa nazaran gerilimi de küçülmekle beraber sıfır olmamıştır.



Şekil 2.5.5 Yıldız Noktası Bir Z Empedansı Üzerinden Topraklanmış Bir Şebekede Dirençli Tek Faz Toprak Kısa Devresi Prensi Şeması

2.5.5 Toprak Değmesi

Yıldız noktası etkili olarak topraklanmamış şebekelerde bir faz iletkeni ile toprak arasındaki bir değmeye Toprak Değmesi denir. Bu durumda sağlam fazların toprağa nazaran gerilimleri yükselir. Bunun etkisiyle de şebekede başka arızalar oluşabilir. Birçok hallerde arklı toprak değmesi izolatörlerde oluşur. Toprak değmesi arkının ısısı, arıza noktasında arızalı iletkenlerin erimesine ve kopmasına neden olabilir. Eğer izolatörler özel olarak korunmamışlarsa parçalanabilirler veya yükselen yahut da yana doğru sürüklenen ark sağlam fazlara ulaşarak daha farklı kısa devrelerin oluşmasına neden olabilir. Bu tür sistemlerde bu zararlı etkiyi azaltmak için Peterson Bobinleri veya ark söndürme bobinleri gibi düzeneklerle çeşitli çalışmalar yapılır.

3 ARIZA İSTATİSTİKLERİ VE YORUMU

3.1 Arıza İstatistikleri

Bölüm 3 hazırlanırken ortaya konulan istatistiki bilgiler kısa adı TEİAŞ olan Türkiye Elektrik İletim A.Ş. nin her yıl bir önceki yıla ait olarak hazırlayıp yayımladığı istatistiklerden alınmıştır. İstatistikler taranırken önce 380 kV ve 154 kV luk hatlarda görülen arızaların geneline yönelik bir araştırma yapılmıştır. 2000 – 2003 yıllarını kapsayan bu çalışmada yıllara ait hat uzunluğu, mevsimsel veriler, arıza sebebine yönelik tespitler ve tablolar yer almaktadır.

Bundan sonraki taramalar ise biraz daha özele yöneliktir. 2004 - 2007 arası istatistiki bilgiler incelenirken daha çok tek faz toprak arızası ve tekrar kapama rölesinin çalışmasına odaklanılmıştır. Bu sebeple 2003 yılına kadar veriler teferruatlı olarak verilirken 2004 – 2007 yılları topluca değerlendirilmiştir.

3.1.1 2000 Yılı Arıza Verileri

Ülkemizdeki elektrik sistemimizde 2000 yılında arıza sonucu meydana gelen iletim hattı ve güç trafoları açmaları ve teçhizat arızalarının istatistiksel değerlendirmeleri aşağıda verilmiştir.

380 kV iletim sistemimizde 2000 yılında oluşan toplam 750 adet arızanın 730 adedi (% 97.33) geçici, 4 adedi (% 0.53) hat kopması ve 16 adedi (% 2.13) ise diğer sebeplerden dolayı meydana gelen kalıcı arızalardır. Bu dönemde 380 kV hat arıza endeksi (bir yılda 100 km ye düşen arıza sayısı) 6.12 olarak gerçekleşmiştir.

380 kV hatlarda meydana gelen arızalar aylara göre incelendiğinde, büyük oranda (%10 – 13) arası Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında meydana gelmiş olup, arızaların yaz mevsimindeki payı ise (%33) tür. Geçmiş Yıllarda olduğu gibi 2000 yılında da hat arızaları yaz ve bahar aylarında diğer aylara göre artış göstermiştir.

2000 yılı içerisinde işletmede olan 380 kV luk 101 adet hattın 52 adedinde tekrar kapama röleleri devrededir. Tekrar kapama rölesi devrede olan 52 adet 380 kV' luk iletim hattında toplam 225 adet arıza meydana gelmiştir. Fiderin

transferde olması, teçhizat arızası, sekonder devre hatası, tespit edilemeyen sebepler vs. den dolayı, söz konusu 225 adet arızanın 68 adedinde tek taraflı, 100 adedinde iki taraflı tekrar kapama gerçekleşmemiştir. Toplam 17 adet arızanın ise faz –faz veya üç faz cinsinden arızalar olması nedeniyle tekrar kapama rölelerinin çalışmaması normaldir. Ayrıca 13 adet kalıcı arıza meydana gelmiş olup kalan 57 adet arızanın tamamında tekrar kapama başarılı olmuştur [20].

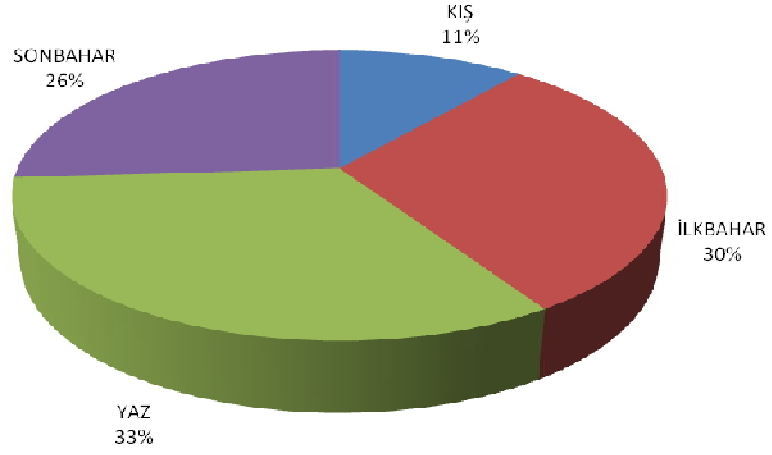
2000 yılı arıza sayıları ve endeksi açısından en olumsuz 10 adet 380 kV’ luk hat Tablo 3.1.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1.1 2000 Yılında En Çok Arıza Yapan Hatlar

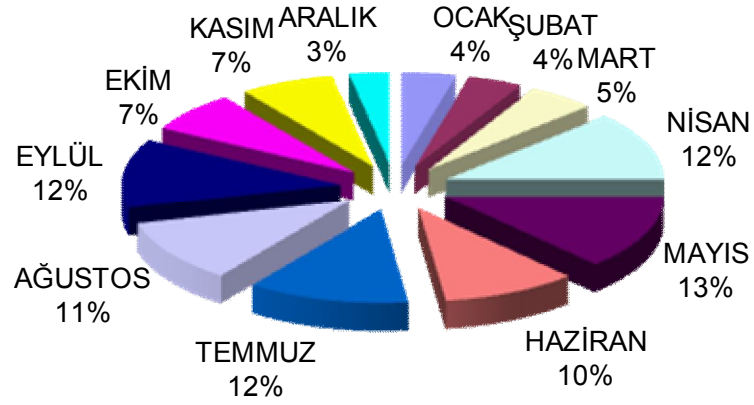
HABİBLER-İKİTELLİ	ALİBEYKÖY-İKİTELLİ
H.ABAT-UNİMAR	HABİPLER-PAŞAKÖY
ERZURUM 2- ÖZLÜCE	AMBARLI DG-İKİTELLİ
ELBİSTAN A-ELBİSTAN B	ADA – OSMANCA
ERZİN – GAZİANTEP	ANKARA 2 – TEMELLİ

Benzer değerlendirmeler 154 kV iletim sistemi için yapıldığında 2000 yılında oluşan 2249 adet arızanın % 91.33’ ü geçici, % 8.67’ sinin kalıcı nitelikli arıza olduğu görülmektedir. 380 kV’ luk ve 154 kV’ luk iletim sistemindeki arızaların günün saatlerine göre dağılımı incelendiğinde 00-03 ve 00 – 06 arasındaki arızaların diğer saat dilimlerine göre belirgin olarak daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu arızaların sis ve sabah rutubeti nedeni ile meydana geldiği söylenebilir.

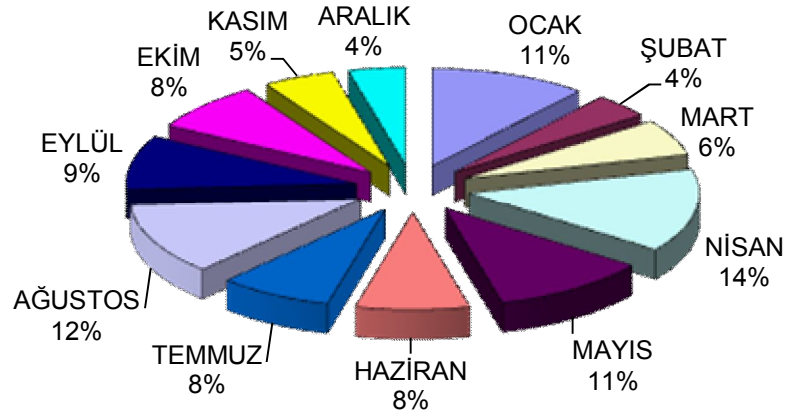
380kV iletim sistemimizde hat arızalarının % 92.53’ü faz – toprak, % 2.8’i faz-faz, % 2.8’i iki faz-toprak, % 1.87’si üç faz olarak gerçekleşmiştir. 154 kV sistemimizdeki hat arızalarının % 77,28’ i faz-toprak, % 7,65’ i faz-faz, % 6,58’i üç faz % 6,98’i ise iki faz-toprak, % 1,51’i ise üç faz-toprak ve arıza cinsi tespit edilemeyen arızalardır. Aşağıda sırasıyla Şekil 3.1.1. 2000 Yılı 380 kV’ luk arızaların mevsimsel dağılımı, Şekil 3.1.2. arızalarının aylara göre dağılımı, Şekil 3.1.3. ise 2000 yılı 154 kV’ luk hatlarda ortaya çıkan arızaların aylara göre dağılımı verilmiştir [20].



Şekil 3.1.1 2000 Yılı 380 kV Hat Arızalarının Mevsimsel Dağılımı



Şekil 3.1.2 2000 Yılı 380 kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı



Şekil 3.1.3 2000 Yılı 154 kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı

Tablo 3.1.2 de 2000 yılında 380 kV hatlarda meydana gelen arızalar, arızaların meydana geldiği fazlar cinsinden ifade edilmiştir. Bu tabloda en dikkat çeken unsur meydana gelen tek faz toprak arızalarının neredeyse eşit dağılımı ve toplam arıza içerisinde % 90' lık bir paya sahip olmasıdır.

Tablo 3.1.2 2000 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Fazlara Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN CİNSİ	ADET	%
AN	231	30,80
BN	223	29,73
CN	240	32,00
AB	7	0,93
AC	1	0,13
BC	13	1,73
ABN	7	0,93
ACN	5	0,67
BCN	9	1,20
ABC	6	0,80
ABCN	8	1,07
MEÇHUL	0	0,00
TOPLAM	750	100,00

Tablo 3.1.3 te 2000 yılı 380 kV luk hatlarda oluşan arızalar cinsine göre tasnifi verilmiştir. Tek faz toprak arızalarının genel toplamı içerisindeki payının % 92.53 olması dikkat çekicidir.

Tablo 3.1.3 2000 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi

380 kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN CİNSİ	ADET	%
FAZ – TOPRAK	694	92,53
FAZ – FAZ	21	2,80
FAZ-FAZ-TOPRAK	21	2,80
ÜÇ FAZ TOPRAK	14	1,87
MEÇHUL	0	0,00
TOPLAM	750	100,00

2000 yılında 380 kV luk hatlarda oluşan arızaların oluş sebepleri yönünden tasnifi Tablo 3.1.4 te verilmiştir. Bu tabloda sebebi meçhul arızaların % 80 lik bir paya sahip olması ise en dikkat çeken unsurdur.

Tablo 3.1.4 2000 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Sebeplerine Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN SEBEBİ		
FIRTINA	8	1,07
YILDIRIM	7	0,93
RÜZGAR	16	2,13
YAĞMUR	34	4,53
KAR	18	2,40
BUZ	0	0,00
SİS	26	3,47
SABAH RUTUBETİ	0	0,00
DEBREM	0	0,00
YANLIŞ MANEVRA	0	0,00
HATLARA VE TECHZ.GİREN YABANCI CİSİM	9	1,20
DİĞER SEBEBLER	23	3,07
SEBEBİ MEÇHUL	606	80,80
YER ALTI KABLO ARIZASI	0	0,00
YANGIN	3	0,40
TOPLAM	750	100,00

Tablo 3.1.5 te 2000 yılında 380 kV' luk hatlarda meydana gelen arızaların tasnifi geçici veya kalıcı olmasına göre yapılmıştır. Geçici arızaların genel toplam içerisindeki payının % 97 gibi çok büyük bir orana tekabül ettiği görülmektedir.

Tablo 3.1.5 2000 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Durumuna Göre Tasnifi

380 kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN DURUMU		
GEÇİCİ	730	97,33
DİREK YIKILMASINDAN DOLAYI KALICI	0	0,00
HAT KOPMASI SEBEBİYLE KALICI	4	0,53
DİĞER SEBEBLERDEN DOLAYI KALICI	16	2,13
TOPLAM	750	100,00

3.1.2 2001 Yılı Arıza Verileri

Ulusal elektrik sistemimizde 2001 yılında arıza sonucu meydana gelen iletim hattı ve güç trafosu açmaları ve teçhizat arızalarının matematiksel değerlendirmeleri aşağıda verilmiştir.

380 kV iletim sistemimizde 2001 yılında oluşan toplam 705 adet arızanın 682 adedi (% 96,74) geçici, 11 adedi (% 1,56) hat kopması ve 12 adedi (% 1,69) ise diğer sebeplerden dolayı meydana gelen kalıcı arızalardır. Bu dönemde hat arıza endeksi (bir yılda 100 km'ye düşen arıza sayısı) 5,70 olarak gerçekleşmiştir.

380 kV hattın arızalarının aylara göre dağılımı incelendiğinde, büyük oranda (% 10 -18) Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Aralık aylarında meydana gelmiş olup, arızaların yaz mevsimindeki payı ise % 30'dur.

2001 yılı içerisinde işletmede olan 380 kV 109 adet hattın 55 adedinde tekrar kapama röleleri devrededir. Tekrar kapama rölesi devrede olan 55 adet 380 kV' luk iletim hattında toplam 230 adet arıza meydana gelmiştir. İderin transferde olması, sekonder devre hatası, tespit edilemeyen nedenler vs. den dolayı, söz konusu 230 adet arızanın 59 adedinde tek taraflı, 57 adedinde iki taraflı tekrar kapama gerçekleşmemiştir. Toplam 37 adet arızanın ise iki faz veya üç faz cinsinden arızalar olması sebebiyle tekrar kapama rölelerinin çalışmaması normaldir. Ayrıca 12

adet kalıcı arıza meydana gelmiş olup kalan 65 adet arızanın tamamında tekrar kapama başarılı olmuştur.

2001 yılında arıza sayıları ve endeksi açısından en olumsuz 380 kV luk hatlardan 10 tanesi tablo 3.1.6 da verilmiştir.

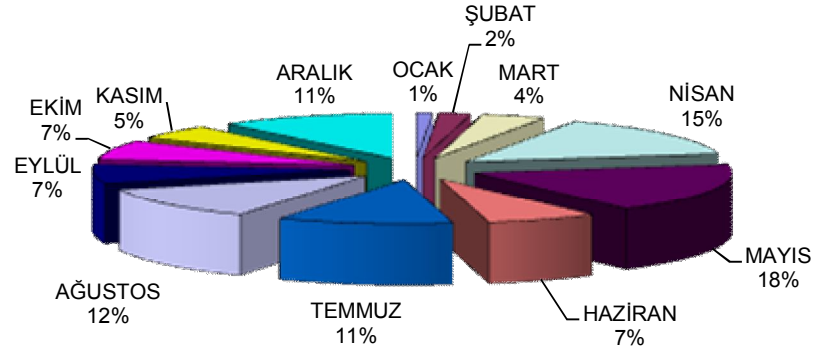
Benzer değerlendirmeler 154 kV iletim sistemi için yapıldığında 2001 yılında oluşan 2158 adet arızanın % 91,15 geçici , % 8.85' nin ise kalıcı nitelikli arızalar olduğu görülmektedir. Anılan dönemde 154 kV iletim hatlarına ilişkin arıza endeksi 7,33 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3.1.6 2001 Yılında En Çok Arıza Yapan 380 kV Hatlar

ABİBLER – İKİTELLİ	DEÇEKO _ KANGAL
ALİBEYKÖY – İKİTELLİ	ADANA ERZİN
HABİBLER – PAŞAKÖY	ERZİN – G.ANTEP 2
AMBARLI DG – İKİTELLİ	ERZURUM 2 – ÖZLÜCE
İKİTELLİ – UNİMAR	ANKAR 2 – TEMELLİ

380 kV iletim sistemimizde hat arızalarının % 76,27' si faz toprak, % 3,83'ü faz faz, % 4,4'dü iki faz toprak, % 2.27'si üç faz olarak gerçekleşmiştir. 2001 yılında güç trafosu ve/veya iletim hattı açmasına neden olan toplam 233 adet teçhizat arızası meydana gelmiştir. En çok hasar gören teçhizatlar, 94 adet (% 40,34) kesici, 31 adet (% 13,30) parafudr, 28 adet (% 12,02) akım trafosu olarak sıralanmaktadır. 154 kV iletim sistemimizde hat arızalarının % 76,27'si faz- toprak, % 6,63 'ü faz faz, % 7,55'i 3 faz, % 8,06'sı ise iki faz toprak, % 1,48' i ise üç faz toprak ve arıza cinsi tespit edilemeyen arızalardır [21]. 2001 yılı 380 kV hatlara ait arızaların aylara göre dağılımı Şekil 3.1.4 te verilmiştir.

2001 YILI 380 kV HAT ARIZALARI İSTATİSTİĞİ



Şekil 3.1.4 2001 Yılı 380kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı

2001 yılına ait 380 kV luk hatlarda meydana gelen arızaların fazlara göre tasnifinin yapıldığı tablo 3.1.7 de, cinsine göre tasnifin yapıldığı tablo 3.1.8 de verilmiştir. Dikkat edilirse 2001 yılında da 380 kV luk hatlarda meydana gelen tek faz toprak arızalarının fazlara dağılım oranı birbirine yakındır.

Geçici nitelikteki arızaların genel toplam içerisindeki payı 2001 yılında da % 96 gibi çok yüksek bir orandadır

Tablo 3.1.7 2001 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Fazlara Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN CİNSİ	ADET	%
AN	223	31,63
BN	199	28,23
CN	209	29,65
AB	6	0,85
AC	8	1,13
BC	13	1,84
ABN	19	2,70
ACN	6	0,85
BCN	6	0,85
ABC	6	0,85
ABCN	10	1,42
MEÇHUL	0	0,00
TOPLAM	705	100,00

Tablo 3.1.8 2001 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
FAZ – TOPRAK	631	89,50
FAZ – FAZ	27	3,83
FAZ-FAZ-TOPRAK	31	4,40
ÜÇ FAZ TOPRAK	16	2,27
MEÇHUL	0	0,00
TOPLAM	705	100,00

Tek faz toprak arızalarının genel toplam içerisindeki payı % 89,50’ olarak gerçekleşmiştir. 2000 yılında bu oran tablo 3.1.3 de görüldüğü gibi % 92,53 olarak gerçekleşmişti.

Tablo 3.1.9 da ise 2001 yılında 380 kV luk hatlarda meydana gelen arızaların sebeplerine göre tasnifi verilmektedir.

Tablo 3.1.9 2001 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Sebeplerine Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN SEBEBİ	ADET	%
FIRTINA	13	1,84
YILDIRIM	2	0,28
RÜZGAR	28	3,97
YAĞMUR	53	7,52
KAR	23	3,26
BUZ	0	0,00
SİS	28	3,97
SABAH RUTUBETİ	0	0,00
DEBREM	0	0,00
YANLIŞ MANEVRA	0	0,00
HATLARA VE TECHZ.GİREN YABANCI CİSİM	2	0,28
DİĞER SEBEBLER	4	0,57
SEBEBİ MEÇHUL	550	78,01
YER ALTI KABLO ARIZASI	0	0,00
YANGIN	2	0,28
TOPLAM	705	100,00

2001 yılında 380 kV luk hatlarda meydana gelen arızaların durumlarına göre tasnifi de Tablo 3.1.10 da verilmektedir.

Tablo 3.1.10 2001 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Durumuna Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN DURUMU	ADET	%
GEÇİCİ	682	96,74
DİREK YIKILMASINDAN DOLAYI KALICI	2	0,28
HAT KOPMASI SEBEBİYLE KALICI	11	1,56
DİĞER SEBEBLERDEN DOLAYI KALICI	10	1,42
TOPLAM	705	100,00

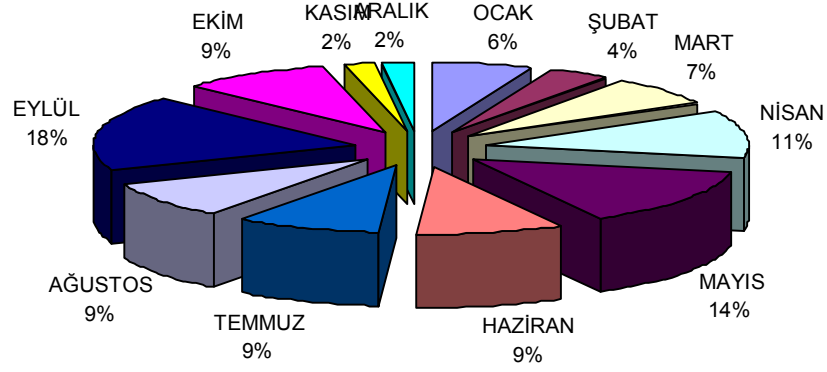
3.1.3 2002 Yılı Arıza İstatistiği

Ulusal elektrik sistemimizde 2002 yılında arıza sonucu meydana gelen iletim hattı ve güç trafosu açmaları ve teçhizat arızalarının istatistiksel değerlendirmeleri aşağıda verilmiştir.

380 kV iletim sistemimizde 2002 yılında oluşan toplam 634 arızanın 611 adedi (% 96,37) geçici, 8 adedi (% 1,26) izalatör arızası ve 7 adedi ise diğer sebeplerden dolayı meydana gelen kalıcı arızalardır. 2002 yılını 380 kV hattın arızalarının aylara göre dağılımı incelendiğinde, arızaların büyük oranda (% 9 – 17) Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül Ekim Aylarında meydana gelmiş olup, arızaların yaz mevsimindeki payı % 25 tir. Geçmiş yıllarda olduğu gibi bu yıl da hat arızaları yaz aylarında artış göstermiştir.

2002 yılı içerisinde işletmede olan 380 kV' luk 112 hattın 54 adedinde tekrar kapama röleleri devrededir. Tekrar kapama röleleri devrede olan 54 adet 380 kV' luk iletim hatlarında toplam 121 adet arıza meydana gelmiştir. Fiderin transferde olması, teçhizat arızası, segonder devre hatası, tespit edilemeyen nedenlerden dolayı, söz konusu 121 adet arızanın 18 adedinde tek taraflı, 27 adedinde iki taraflı tekrar kapama gerçekleşmemiştir.

Toplam 20 adet arızanın ise faz faz veya üç faz cinsinden arızalar olması nedeni ile tekrar kapama röleleri devreye girmemiştir. Ayrıca 15 adet kalıcı arıza meydana gelmiş olup kalan 42 adet arızanın tamamında tekrar kapama başarılı olmuştur.



Şekil 3.1.5 2002 Yılı 380 kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı

Benzer değerlendirmeler 154 kV iletim sistemi için yapıldığında 2002 yılında oluşan 2270 adet arızanın %92,25 geçici, %,75 ise kalıcı nitelikli arızalardır. 380 kV ve 154 kV iletim sistemindeki arızaların günün saatlerine göre dağılımı incelendiğinde 00 – 03 ve 00 – 06 arasındaki arızaların günün diğer saatlerine göre belirgin olarak daha fazla olduğu gözlenmektedir.

2002 yılında güç trafosu ve/ veya iletim hattı açmasına neden olan toplam 254 adet teçhizat arızası meydana gelmiştir. En çok hasar gören teçhizatlar, 96 adet (% 37,08) kesici, 52 adet (% 20,47) akım trafosu, 23 adet (% 9,06) parafudr ve 20 adet (% 7,87) mesnet izolatörü olarak sıralanmaktadır [22].

Tablo 3.1.11 de 2002 yılında 380 kV hatlarda meydana gelen arızaların fazlara göre tasnifi verilmiştir. 2002 yılında da 380 kV luk hatlarda meydana gelen tek faz toprak arızalarının fazlara göre dağılımı neredeyse homojendir ve genel arıza toplamı içerisindeki oranı % 93,06 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3.1.11 2002 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Fazlara Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN CİNSİ	ADET	%
AN	232	36,59
BN	170	26,31
CN	188	29,65
AB	6	0,95
AC	3	0,47
BC	7	1,10
ABN	6	0,95
ACN	4	0,63
BCN	4	0,63
ABC	8	1,26
ABCN	6	0,95
MEÇHUL	0	0,00
TOPLAM	634	100,00

2002 yılında da 380 kV luk hatlarda arızaların büyük bölümünü faz toprak cinsinden arızalar oluşturmaktadır. Tablo 3.1.12 de 2002 yılı arızaları cinslerine göre ayrıştırılarak verilmektedir.

Tablo 3.1.12 2002 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN CİNSİ	ADET	%
FAZ – TOPRAK	590	93,06
FAZ – FAZ	16	2,52
FAZ-FAZ-TOPRAK	14	2,21
ÜÇ FAZ TOPRAK	14	2,21
MEÇHUL	0	0
TOPLAM	634	100,00

2002 yılı 380 kV luk hatlarda meydana gelen arızalar oluş sebeplerine göre tasnifi de Tablo 3.1.13 de verilmektedir.

Tablo 3.1.13 2002 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Sebeplerine Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN SEBEBİ	ADET	%
FIRTINA	0	0,00
YILDIRIM	8	1,26
RÜZGAR	16	2,52
YAĞMUR	56	8,83
KAR	17	2,68
BUZ	0	0,00
SİS	10	1,28
SABAH RUTUBETİ	0	0,00
DEBREM	0	0,00
YANLIŞ MANEVRA	0	0,00
HATLARA VE TECHZ.GİREN YABANCI CİSİM	7	1,10
DİĞER SEBEBLER	10	1,58
SEBEBİ MEÇHUL	508	80,13
YER ALTI KABLO ARIZASI	0	0,00
YANGIN	2	0,32
TOPLAM	634	100,00

2002 yılında 380 kV luk hatlarda meydana gelen arızaların durumuna göre tasnifi de Tablo 3.1.14 de verilmektedir. Geçici arızalar genel toplam içerisinde % 96,37 lık bir paya sahiptir.

Tablo 3.1.14 2002 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Durumlarına Göre Tasnifi

380kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN DURUMU	ADET	%
GEÇİCİ	611	96,37
DİREK YIKILMASINDAN DOLAYI KALICI	0	0,00
HAT KOPMASI SEBEBİYLE KALICI	8	1,26
DİĞER SEBEBLERDEN DOLAYI KALICI	15	2,37
TOPLAM	634	100,00

3.1.4 2003 Yılı Arıza Verileri

Ulusal elektrik sistemimizde 2003 yılında meydana gelen iletim hattı arızaları ve güç trafosu arızaları ve açmaları ile teçhizat arızalarının istatistiksel değerlendirmeleri aşağıda verilmiştir.

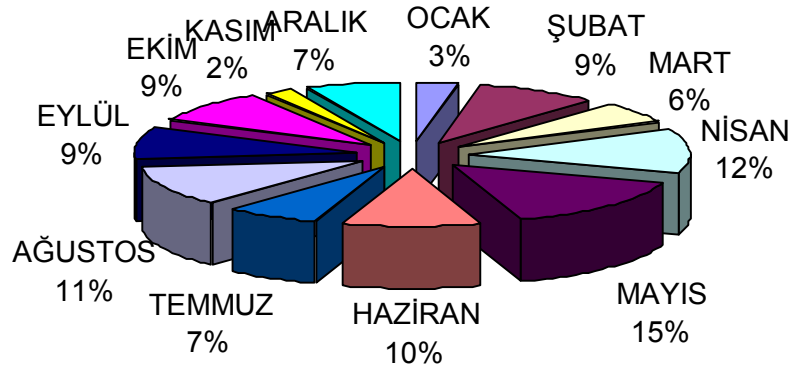
380 kV iletim sistemimizde 2003 yılında oluşan 736 adet arızanın 707 adedi (% 96,06) geçici , 6 adedi (% 0,82) direk yıkılması, 10 adedi (% 1,36) hat kopması ve 7 adedi (%0,95) izolatör arızası ve 66 adedi (% 0,82) ise diğer sebeplerden dolayı meydana gelen kalıcı arızalardır. 2002 yılında 380 kV hatlarımızda 23 adet kalıcı hat arıza sayısı 2003 yılında 29 adettir .2002 yılında 154 kV hatlarımızda 176 olan kalıcı hat arıza sayısı 2003 yılında 174 tür.

380 kV hattın arızalarının aylara göre dağılımı incelendiğinde, arızaların büyük kısmının (% 9 – 15) arası Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında meydana geldiği gözlenmiştir. Arızaların ilk bahar mevsimindeki payı % 35 tir. Geçmiş yıllarda olduğu gibi arızalar yaz ve bahar aylarında artış göstermiştir.

2003 yılında işletmede olan 380 kV 116 adet hattın 59 adedinde tekrar kapama röleleri devrededir. Tekrar kapama rölesi devrede olan 59 adet 380 kV iletim hattında toplam 201 adet arıza meydana gelmiştir. Fiderin transferde olması, teçhizat arızası, sekonder devre hatası, tespit edilemeyen nedenler vs den dolayı söz konusu 201 adet arızanın 26 adedinde tek taraflı ,33 adedinde iki taraflı tekrar kapama gerçekleştirilememiştir. Toplam 32 adet arızanın ise faz faz veya üç faz cinsinden arızalar olması nedeniyle tekrar kapama rölelerinin çalışmaması normaldir. Ayrıca 24 adet kalıcı arıza meydana gelmiş olup kalan 76 arızanın tamamında tekrar kapama başarılı olmuştur. 380 kV iletim sistemimizde yer alan havai hatlar, 2002 yılı ile arıza endeksi yönünden mukayese edildiğinde, 380 kV iletim sisteminin ortalama arıza endeksinin 2002 yılına göre belirgin şekilde yükselme göstermiştir. 2003 yılında arıza sayıları ve endeksi açısından en olumsuz 380 kV luk hatlardan beş tanesi aşağıya çıkarılmıştır [23].

2003 yılında güç trafosu ve / veya iletim hattı açmasına neden olan toplam 298 adet teçhizat arızası meydana gelmiştir. En çok hasar gören teçhizatlar, 82 adet (% 27,52) kesici, 70 adet (% 23,49) akım trafosu, 52 adet (% 17,45) parafudur ve 20 adet (% 6,71) mesnet izolatörü olarak sıralanmaktadır.

Şekil 3.1.6 da 2003 yılında 380 kV hatlarda meydana gelen arızaların aylara göre dağılımı verilmektedir.



Şekil 3.1.6 2003 Yılı 380 kV Hat Arızalarının Aylara Göre Dağılımı

Tablo 3.1.15 da 2003 yılında 380 kV luk hatlarda meydana gelen arızalar fazlara göre verilmektedir. Bu tabloda da diğer yıllara benzer sonuçlar göze çarpmakta ve arızaların tasnif şekillerine göre dağılımı büyük bir benzerlik göstermektedir.

Tablo 3.1.15 2003 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Tasnifi

380 kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN CİNSİ	ADET	%
AN	256	34,78
BN	213	28,94
CN	187	25,41
AB	13	1,77
AC	4	0,54
BC	10	1,36
ABN	13	1,77
ACN	7	0,95
BCN	9	1,22
ABC	14	1,90
ABCN	9	1,22
MEÇHUL	1	0,14
TOPLAM	736	100,00

2003 yılında 380 kV luk hatlarda meydana gelen arızalar, Tablo 3.1.16 da arızaların cinsi ve sebebi yönünden, Tablo 3.1.17 de ise arızaların durumu yönünden tablolastırılmıştır.

Tablo 3.1.16 2003 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Cinsine Göre Tasnifi

380 kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN CİNSİ	ADET	%
FAZ – TOPRAK	656	89,13
FAZ – FAZ	27	3,67
FAZ-FAZ-TOPRAK	29	3,94
ÜÇ FAZ TOPRAK	23	3,13
MEÇHUL	1	0,14
TOPLAM	736	100,00
ARIZANIN SEBEBİ		
FIRTINA	13	1,77
YILDIRIM	5	0,68
RÜZGAR	39	5,30
YAĞMUR	42	5,71
KAR	34	4,62
BUZ	1	0,14
SİS	34	4,62
SABAH RUTUBETİ	0	0
DEBREM	0	0
YANLIŞ MANEVRA	0	0
HATLARA VE TECHZ.GİREN YABANCI CİSİM	7	0,95
DİĞER SEBEBLER	3	0,41
SEBEBİ MEÇHUL	556	75,54
YER ALTI KABLO ARIZASI	0	0
YANGIN	2	0,27
TOPLAM	736	100,00

Tablo 3.1.16 da arızaların oluş sebepleri yönünden tasnif edildiği bölümde diğer yıllarda olduğu gibi 2003 yılında da sebebi meçhul arızalar en büyük dilimi teşkil ettiği görülmektedir.

Tablo 3.1.17 2003 Yılı 380 kV Hatların Arızalarının Durumlarına Göre Tasnifi

380 kV İLETİM HATTI ARIZALARI		
ARIZANIN DURUMU	ADET	%
GEÇİCİ	707	96,06
DİREK YIKILMASINDAN DOLAYI KALICI	6	0,82
HAT KOPMASI SEBEBİYLE KALICI	10	1,36
DİĞER SEBEBLERDEN DOLAYI KALICI	13	1,76
TOPLAM	736	100,00

Buraya kadar verilen istatistiki bilgiler göstermektedir ki enerji nakil hatlarında karşılaşılan arızaların büyük çoğunluğu geçici niteliktedir. Geçici arızaların içerisinde de en büyük pay tek faz toprak arızalarına aittir. Bu nedenle dikkatleri bu konu üzerine toplamak ve tekrar kapama rölelerinin bulunduğu hatlarda başarılı kapama oranlarına dikkat çekmek için 2004 – 2007 yıllarına ait istatistikler tek faz toprak arızası ve tekrar kapama rölesinin fonksiyonları yönünden incelenecektir

3.1.5 2004 - 2007 Yılları 380 kV luk iletim Hatlarının Tek Faz Toprak Arızası ve Tekrar Kapama Rölesi Yönünden incelenmesi.

2004 yılında 380 kV' luk iletim hatlarında toplam 783 adet tek faz toprak arızası meydana gelmiştir. Bu arızalar içerisinde tekrar kapama rölelerinin bulunduğu hatlarda meydana gelen tek faz toprak arızaların sayısı ise 283' tür. Bu arızalardan 21 tanesinde arızanın kalıcı nitelikte olmasından dolayı tek fazlı tekrar kapama rölesi devreye girmemiştir, 85 tanesinde ise teçhizat arızası, plc arızası ve kesicinin transferde olması sebebiyle tekrar kapama uygulanmamıştır, 9 arızada ise sekonder devre hatası nedeniyle tekrar kapama yaptırılmamıştır. Geriye kalan 168 arıza da tekrar kapama işlemi başarılı olmuştur. 2004 yılında 380kV' luk iletim hatlarında arıza endeksi 4,52 olarak gerçekleşmiştir. Toplam arızalar içerisinde tek faz toprak arızalarının payı ise %87,9' dur.

2005 yılında 380 kV' luk iletim hatlarında toplam 604 adet arıza meydana gelmiştir bu yıla ait arıza endeksi 4.64 olarak hesaplanmıştır. 2005 yılında da geçici karakterli arızaların toplam arıza içerisinde ki payı % 96 olarak gerçekleşmiştir.

2006 yılında ise 380 kV' luk iletim hatlarında meydana gelen arıza sayısında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2006 yılında kayda geçen arıza sayısı 928 dir ve bunun 912 adedi geçici karakterlidir. Geçici arızalar içerisinde tek faz toprak arızalarının sayısı ise 853 tür. 2006 yılı içerisinde 380 kV' luk hatlarda meydana gelen arızaların sebepleri arasında en büyük payı diğer yıllarda olduğu gibi 672 adetle sebebi meçhul arızalar oluşturmaktadır.

2007 yılında da ulusal elektrik sistemimiz içerisindeki 380 kV' luk hatlarda 1069 adet arıza kayıtlara geçmiştir. Bu arızalarında 1047 adedi (% 97.94) geçici karakterlidir. Bu dönemde 380 kV luk hatlardaki arıza endeksi ise 7.56 olarak gerçekleşmiştir.

2007 yılında 380 kV' luk hatların 71 adedinde tekrar kapama röleleri devrededir. Bu hatlarda oluşan 476 adet arızanın 64 adedinde tek taraflı, 164 adedinde iki taraflı tekrar kapama gerçekleşmemiştir. Toplam 31 adet arızanın ise faz- faz ve üç – faz olması nedeniyle tekrar kapama röleleri çalışmamıştır. Ayrıca 9 adet kalıcı arıza meydana gelmiştir. Kalan 208 adet arızanın tamamında tekrar kapama başarılı olmuştur [24,25,26,27].

3.2. İstatistikî Bilgiler Işığında Arızaların Yorumu

2000 – 2007 yıllarını kapsayan bu tarama işlemi sırasında daha çok tekrar kapama rölelerinin devrede olduğu 380 kV' luk hatlar üzerinde durulmuştur. 154 kV' luk hatlara ait verilere de yeri geldikçe kısaca değinilerek yapılacak mukayesenin daha sağlıklı olmasına çalışılmıştır.

Tablo 3.2.1 de yıllara göre 380 kV' luk hatlarda tekrar kapama rölesinin devrede olduğu hatlar ve bu hatlardaki rölelerin çalışma performansı verilmiştir.

Tablo 3.2.1 Yıllara Göre İletim Hatlarında Bulunan T.K.R durumu

YILLAR	İŞLETMEDE OLAN HAT SAYISI	HATLARIN TOPLAM UZUNLUĞU	TEK. KAP. SİS.DEV. OLAN HAT SAYISI	TEK KAP. HAT. MEYDANA GELEN ARIZA SAYISI	TASNİF DIŞI ARIZA SAYISI	T.K.R. BAŞARILI OLAN ARZ. SAYISI	BAŞARISIZ TEKRAR KAPAMA SAYISI
2000	101	12324,04	52	255	30	57	168
2001	109	12439,27	55	230	49	65	116
2002	112	12792,27	54	121	35	41	45
2003	116	13238,22	59	201	56	76	69
2004	121	13272,30	63	299	99	168	32
2005	126	13469,00	66	302	98	172	32
2006	133	14402,63	71	459	66	208	185
2007	135	14448,08	71	476	40	208	228

Yukarıda verilen tablo ve Bölüm 3.1 deki diğer tablo ve grafikler incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşmak mümkündür.

Yüksek gerilim hatlarındaki kayda giren arızaların sebeplerine yönelik olarak yapılan tasnifte en büyük bölümü sebebi meçhul arızalar teşkil etmektedir.

Ulusal iletim sistemimizde meydana gelen arızaların analizi ve tasnifi arızaların giderilmesinde en önemli basamağı teşkil etmektedir. Arızaların neredeyse %75 nın sebebi meçhul arıza diliminde gösterilmesi bu konuda daha fazla çalışılması gerektiği yönünde bir kanı oluşturmaktadır.

Özellikle 380 kV' luk iletim sistemimizde meydana gelen arızaların büyük çoğunluğu (% 90 - % 95 oranında) geçici karakterlidir.

Arıza verilirinde dikkati çeken bir başka önemli gösterge ise tek faz – toprak arızalarının, arızaların genel toplamı içindeki payının % 89,5 ile % 95 arasında seyretmesidir.

Tekrar kapama rölelerinin, 380 kV' luk iletim sistemimizin işletmede olan hatlarının ancak yarısında devrede olması dikkatleri çeken bir başka husustur. Ayrıca

tekrar kapama rölelerinin başarılı kapama oranı yıllara göre artış gösterse de başarısız tekrar kapama sayısı küçümsenmeyecek seviyededir.

3.3 Sonuç

Kalıcı arızanın üzerine yapılan tekrar kapamaların iletim sistemlerinin kararlılığına ve sistem ekipmanlarına verdiği zarar bilinmektedir. Yıllara göre hasar gören teçhizatın içerisindeki kesicilerin oranı da bunun bir göstergesidir. Bu yüzden iletim sistemlerinde arızaların geçicimi yoksa kalıcımı olduğuna ve daha sonra da tekrar kapamanın zamanlamasına karar verecek algoritmaların geliştirilmesi son derece önemlidir.

Bu bölümde verilen tablolarda ve grafiklerde dikkati çeken bir başka husus ise arızaların oranının bahar ve yaz aylarında belirgin bir artış göstermesidir.

4. TEKRAR KAPAMA TEKNİĞİ

Tekrar kapama en basit şekliyle; yüksek gerilimli enerji iletim hatlarında herhangi bir koruma devresi tarafından enerjisi kesilen hatta kısa bir süre sonra tekrar enerji verilmesidir diye tarif edilebilir. Enerji iletim hatlarında karşılaşılan geçici karakterli arızaların temizlenmesi için yapılan otomatik tekrar kapama tekniği üç fazlı ve tek fazlı olarak yapılabilmektedir.

Genelde yüksek gerilimli enerji iletim hatlarında bir koruma devresi tarafından yaptırılan üç fazlı açtırma işleminin ardından üç fazlı tekrar kapama işlemi yaptırılır ve eğer arıza devam ederse nihai açma yaptırılarak hattın enerjisi kesilir.

Tez konusu itibariyle burada üç fazlı tekrar kapama sisteminin çalışma mantığı üzerinde daha fazla durulmayacaktır. Tek fazlı tekrar kapama tekniğinin çalışma prensibi ise sırasıyla ülkemizdeki uygulamalar ve farklı tekrar kapama sistemlerine değinilerek etraflıca açıklanacaktır.

4.1 Ülkemizde Tek – Faz Toprak Kısa Devresindeki Müdahale Tekniği (TKR lerin Çalışma Mantığı)

Bölüm 3 de enerji iletim hatlarında meydana gelen arızaların büyük çoğunluğunun geçici karakterde olduğunu ortaya konulmuştu, bu bölümde ise geçici karaktere sahip olan bu arızaların giderilmesinde ülkemizde uygulanan yöntem ve tekrar kapama tekniğinin literatürdeki uygulamaları anlatılacaktır.

Enerji iletim hatlarında meydana gelen izolatör üzerinden ark atlaması gibi geçici arızalar kesicinin açılması ile derhal giderilir. Kesici kapandığında arıza tekrarlanmaz. Yarı sürekli arıza, dal parçası gibi bir cismin hat üzerine düşmesi ile oluşur. Kesicinin hemen açılması ile arızanın sebebi ortadan kaldırılamaz, geciktirilmiş açma sonucunda yanarak arıza giderilir. Tekrar kapama röleleri ile kesicinin kapatılmasındaki görülen avantaj, enerji kesilme süresinin çok kısaltılmış olmasıdır.

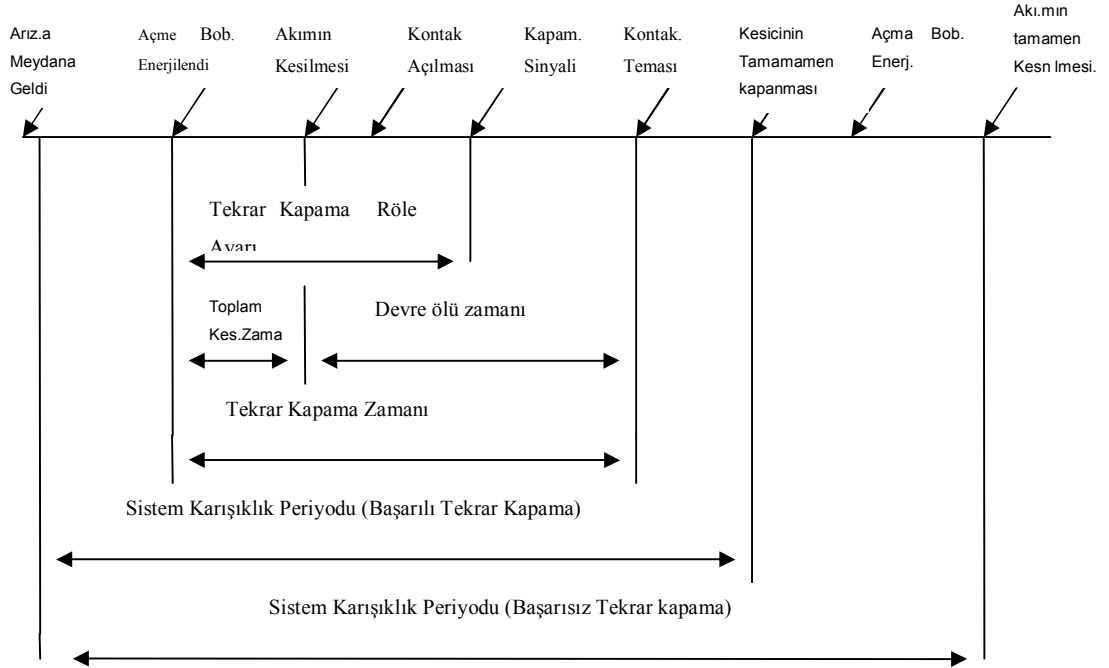
Ayrıca arızanın hemen giderilmesinin sistem stabilitesine etkisi herkes tarafından bilinmektedir. Güç sistemlerinin stabilitesinin korunması için yüksek süratli koruma röleleri kullanılır. Bu suretle arıza anı süratli tespit edildiği için ark süresi kısalmır. Havalı kesici ve yüksek süratli koruma rölesi kombinasyonunun açma sabiti 3 periyottan fazla değildir. İyi bir sonuç için hattın iki ucundaki kesicilerin aynı anda açması gereklidir.

Enerji nakil hatlarında meydana gelebilecek bir arıza sekronize güç akışını kesecektir. Yüklü hatların açması güç salınımlarına, diğer hatlara aşırı yük binmesine neden olur. Salınımlar da, faz açıları kritik değerlere yükselir. Stabilitate tekrar kapamalarla geri kazandırılır. Eğer tek fazlı açma ve tekrar kapama kullanılmış ise arıza esnasında bir kısım yük akışı diğer fazlardan devam edecektir. Çok yüksek gerilimli hatlarda iki uçtaki kesiciler açtırılır, hat enerjisiz bırakılır. Senkronize güç akışı kesildiğinde süreye bağlı olarak senkronizmin kaybolma riski bulunduğundan ölü zaman arkın (sönmesi) deiyonize olması için gerekli süre kadardır. Serbest havada kontrolsüz bir arkın deiyonizasyon zamanı önceden bilinmeyen bir çok faktöre bağlıdır. Bunların içerisinde en önemlisi sistemin gerilimidir.

Genel bir kaide olarak sistemin gerilimi arttığında arkın deiyonizasyon zamanı da artar. Arka tesir eden bu faktörleri aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir.

- 1)Arıza akımının genliği ve sürekliliği.
- 2)Sistem gerilimi ve hat uzunluğu.
- 3)Arızalı hat ile yanındaki arızasız hatlar arasındaki kapasitif kuplaj.
- 4)Rüzgar ve diğer atmosferik durumlar.

Tek - faz tekrar kapama kullanıldığı zaman, arızalı faz üç fazlı kapamaya göre daha uzun süre enerjisiz bırakılır. Arızalı faz ile arızasız faz arasındaki kapasitif kuplaj dolayısıyla ark süresi artar. Şekil 4.1.1 de Tek faz tekrar kapama sisteminin çalışmasına ait bir prensip şeması verilmiştir [13].



Şekil 4.1.1 Tekrar Kapama Rölesi Çalışma Prensi Şeması

4.2 YG Hatlarında Karşılaşılan Tek Faz – Toprak Arızası Çözüm Yöntemleri

Yüksek Gerilim hatlarında meydana gelen en yaygın arıza çeşidi geçici karakterli tek faz toprak arızasıdır [3]. Bu tip arızalarda enerji iletim sisteminin kararlılığının korunabilmesi ve enerji akışındaki sürekliliğin sağlanabilmesi için başvurulan yöntem otomatik tekrar kapama yöntemidir. Bununla birlikte geleneksel hale gelmiş bu yöntemde tekrar kapamanın ne zaman yapılacağına karar vermek hala tam olarak çözülemeyen temel problem olarak karşımızda durmaktadır. Bundan başka tekrar kapamanın kalıcı bir arızanın üzerine yapılması durumunda ise sistemde dalgalanmalar meydana gelmekte ve sisteme ait pahalı ekipmanlarda ciddi arızalar meydana gelebilmektedir. Geleneksel rölelerde oluşabilecek bu gibi arızalardan kaçınmak için arızanın geçicimi yoksa kalıcımı olduğuna karar verebilecek akıllı röleler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmaları yapanlar tekrar kapama

rölelerinin, kalıcı arızalarda tekrar kapama yapmasını önlemeye ve geçici arızalarda da meydana gelen ikincil arkın tamamen temizlenmesi için gereken  l  zamanı belirlemeye çalışmaktadırlar [4].

Tek Faz Torak arızasında arızanın geçicimi yoksa kalıcımı olduğunu araştıran birçok metot bulunmaktadır. Bu işlem için bazı metotlarda arızalı fazın gerilim dalga formunun harmonik analizinden faydalanılmaktadır [5].

Bir başka metot da ise arızalı fazın voltajına ait sinüs dalgasının harmonik bileşenlerini yapay sinir ağları yönteminde kullanılarak ikincil arkın sönüm zamanına karar vermek için kullanılmıştır. Buna ek olarak dalga analizi yöntemi ve yapay sinir ağları yöntemini birlikte kullanarak arızanın geçicimi yoksa kalıcımı olduğuna karar verilmektedir [6].

Bir diğer yöntem ise arıza anında oluşan yüksek frekanslı akımların analizine dayanmaktadır. Bu metotta da sağlam fazın akım sinyali yüksek geçiren bir filtreden geçirilerek güçlendirilir. Filtrelenen sinyalden faydalanılarak geçici ve kalıcı arızalarla ilgili bir mukayese yapılır. Bir eşik değer belirlenir. Elde edilen sinyalin bu eşik değeri geçmesi ikincil arkın sönüm zamanının işaret etmektedir. Bir eşik değerin tespit edilmesi ise bu metottaki en önemli problemdir. Çünkü bu değer arıza öncesi şartlara ve hat parametrelerine bağlıdır [7].

Tek Faz Toprak arızalarında arızanın geçici veya kalıcı olduğuna karar veren bir diğer algoritmada ise arızalı fazın gerilimi incelenerek arızanın geçici veya kalıcı olduğuna karar verilmektedir [6]. Bir başka metot benzer sorunlarda bulanık mantık yöntemi ile sonuca gitmeye çalışmaktadır [9].

Bazı  nerilen metotlarda ise arızalı fazın voltajının rms değeri incelenerek arızanın tipinin belirlenmesine ve geçici arızalara başarılı tekrar kapama için arkın sönüm zamanına karar vermeye çalışılmaktadır [10].

Burada kısaca özetlenen yöntemlere yeni yöntemlerin eklenmiş olması muhtemeldir. Çünkü konu üzerinde yapılan çalışmalara her gün bir yenisi

eklenmektedir. Bundan sonraki bölümde bu çalışmalardan bir tanesi detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

4.3 Arızanın Tipine ve Tekrar Kapamanın Zamanına Karar Veren Harmonik Analizi Temelli Bir Yöntem [2]

Bu bölümde referans [2] de verilen detaylı olarak incelenecektir. Yöntemde yüksek gerilim hatlarında sıkça karşılaşılan tek faz toprak arızasında kullanılan tek kutuplu otomatik tekrar kapama rölelerinin kullanılabileceği bir teknik önerilmektedir. Önerilen teknik ile arızalı fazın gerilimine veya sağlam fazların akımlarına ait sinüs dalga formlarının düşük frekanslı bileşenleri incelenerek ortaya konulacak HDI (Harmonic Distortion Index) nin davranışları ile arızanın geçicimi yoksa kalıcımı olduğuna karar verilmektedir. Bu tekniğin avantajı tekrar kapama için belirlenecek eşik değerin arıza öncesi şartlardan ve hat parametrelerinden bağımsız olarak belirlenebilmesidir.

Önerilen teknik arızanın geçici veya kalıcı olduğunu anlayabilmek için Harmonic Distortion Index (HDI) in değişiminden faydalanılmaktadır. Buna ek olarak yine HDI den faydalanılarak geçici arızalarda oluşan arkın sönüm zamanına da karar verilmektedir.

Yöntemin performansı 400 – 735 kV aralığında çalışan 10 farklı olay seçilerek simule edilmiştir. Seçilen olaylarda hatların arıza öncesi yük durumları, arıza noktasının uzaklığı, hattın çalışma gerilimi farklıdır. Ayrıca bir simülasyonda da şönt reaktör kullanılmıştır. Aşağıdaki tablo simulasyonlarda kullanılan hatlara ait parametreleri içermektedir

Tablo 4.3.1 Arıza Simulasyonu İçin Seçilen Olaylar

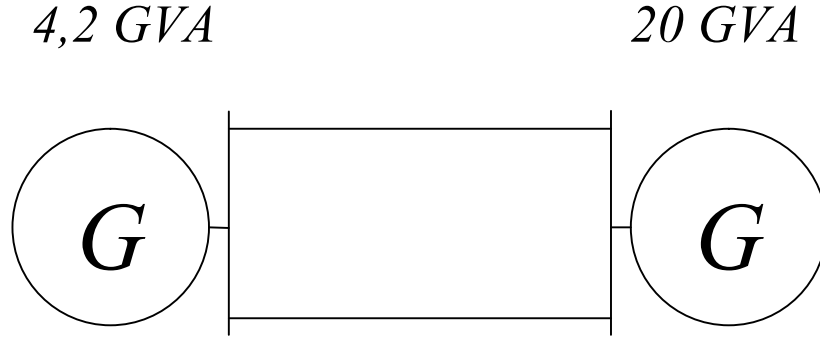
Olay No	Çalışma Gerilimi (kV)	Hat Boyu (kV)	Arıza Noktasının Uzaklığı (km)	Shunt Reactor	Arıza Öncesi Yük Durumu (%)
A	735	200	20	Hayır	100
B	735	200	20	Hayır	20
C	735	200	100	Hayır	100
D	735	200	100	Hayır	20
E	735	200	175	Hayır	100
F	735	300	100	Hayır	100
G	735	200	20	Hayır	100
H	400	200	20	Hayır	20
I	400	100	20	Hayır	100
J	400	200	20	Evet	100

4.3.1 Çalışma için Kullanılan Model

Önerilen yöntem simüle edilirken kullanılan güç sistemi aşağıdaki şekilde verilmiştir. Bu model üzerinden önerilen metodun tutarlılığı test edilmiştir. Öncelikle tek faz toprak arızalarının geçici bir arızamı yoksa kalıcı bir arızamı olduğunun tespit edilmesine ardından da geçici arızalar için kapama zamanını gösteren bir eşik değere ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bu simulasyonda farklı yük koşulları altında meydana gelen geçici tek faz toprak arızaları modellenmiştir. Örnek olarak iki ayrı voltaj kademesi kullanılmıştır (400 kV ve 735 kV). Bundan başka seçilen arızalarda, arıza noktası, hattın uzunluğu, ve arıza anındaki yük durumları da farklılık arz etmektedir.

Simulasyonlarda kullanılan enerji iletim sistemi için verilen model Şekil 4.3.1 de verilmektedir.



Şekil 4.3.1 Kullanılan Güç Sistem Modeli

4.3.2 Önerilen Yöntemin Algoritması

Bilindiği gibi tek faz toprak arızasında yalnızca arızalı fazın kesicisi açar. Diğer fazlara ait kesiciler ise bağlı kalmaya devam ederler. Arızalı fazın açmasından sonra sağlam fazlar ile arızalı fazlar arasında bulunan elektromagnetik ve kapasitif kuplaj nedeni ile arıza bölgesinde ikincil bir ark oluşur. Gerçeğe yakın bir simulasyon için kullanılan ark modeli önemlidir. Çünkü başarılı bir tekrar kapama için ikincil arkın sönüm zamanının hesaplanmasına ihtiyaç vardır. Bu simulasyonda geçici arızalar için lineer olmayan ark modeli kullanılmıştır [2].

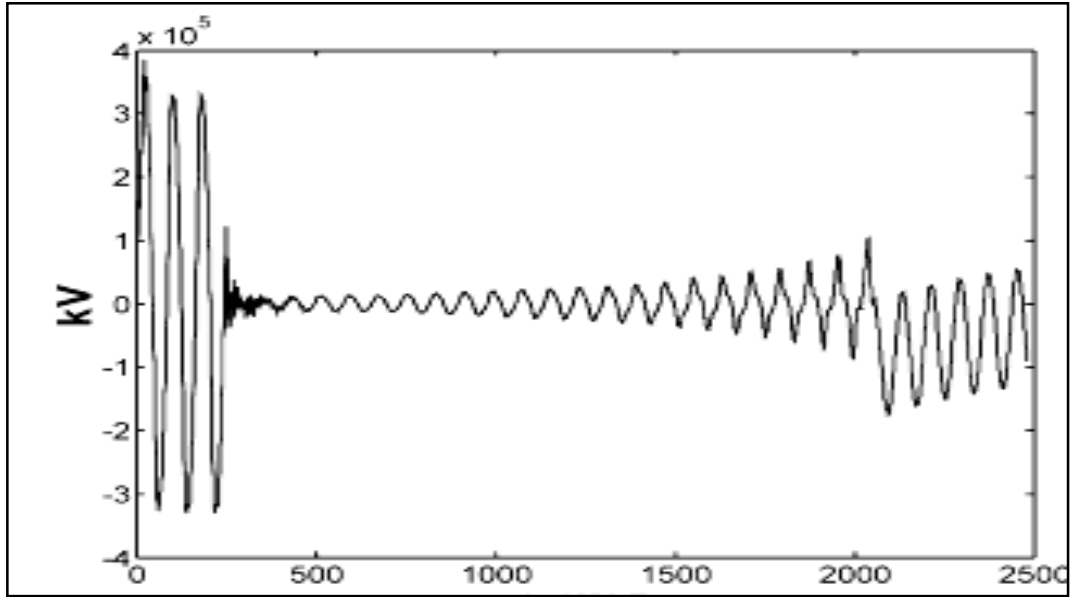
Şekil 4.3.2 ile verilen gerilim dalga formu, 200 kilometrelik bir hattın 20. kilometresinde meydana gelen tek faz toprak arızasının simulasyonuna aittir. Üç fazlı hattın gerilimleri arızanın başlangıcından itibaren izlendiğinde yaklaşık üç peryot sağlam fazların dalga formlarında da bozulmalar gözlenir. Bundan yaklaşık 20 peryot sonra arızalı fazda ikincil ark oluşur ve DC deşarj gözlemlenir. Arızalı fazın gerilimine ait olan bu şekilde ikincil ark periyodunda simetrik olmayan yarım saykılar ve DC deşarj bölümü rahatlıkla seçilebilmektedir.

Buna ilaveten ikincil arkın tutuşması sırasında birbirini izleyen yarım saykılarının sıfır geçiş noktalarındaki simetrinin bozulmasının sebebi de bu esnada

oluşan harmoniklerdir. Bu husus arızalı fazın voltaj dalga formuna ait tekli harmoniklerin büyüklüğünde de bir sıçrama olarak kendini göstermektedir.

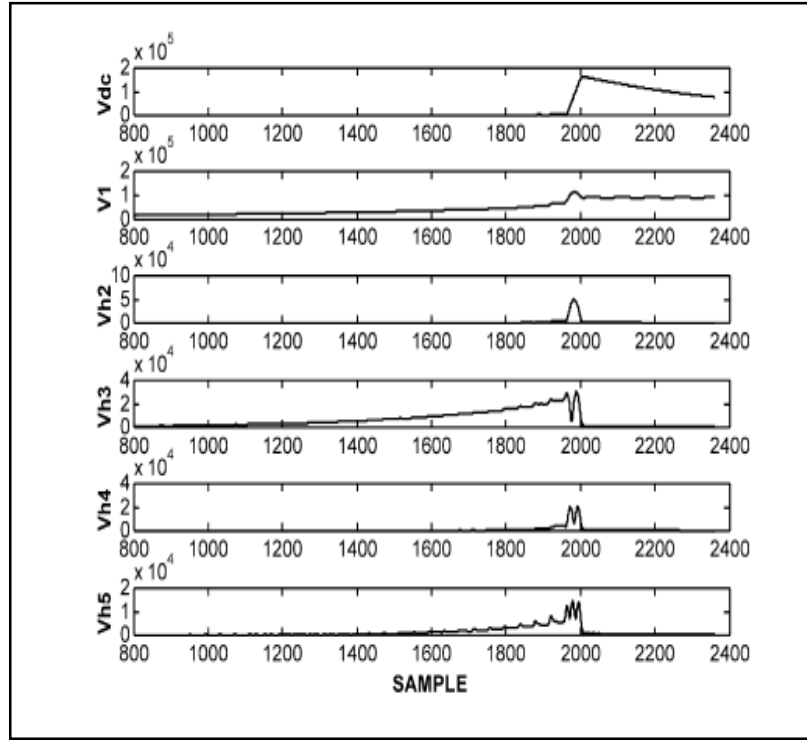
Şekil 4.3.3 olarak verilen ve arızalı faza ait gerilim dalga formundan Fourier transformasyonu ile elde edilen şekle bakılırsa tekli bileşenlerde ikincil arkın oluşum zamanına kadar düzgün bir yükselme gözlenirken DC bileşen ve çiftli harmoniklerde ikincil ark öncesi önemli bir yükseliş görülmezken ikincil ark zamanındaki sıçrama belirgin bir şekilde görülmektedir.

Bu şekillerin elde edilmesi sırasında kayar pencere yöntemi uygulanmış ve her pencerenin uzunluğu 20 ms dir. Her pencere 80 örnekten oluşmaktadır.



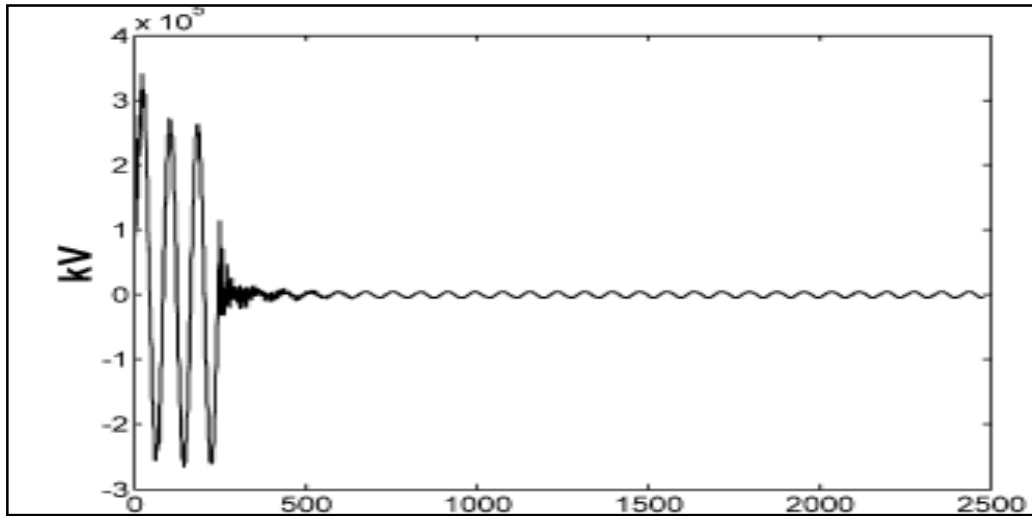
Şekil 4.3.2 Geçici Bir Arıza Simulasyonunda Oluşan Gerilim Dalga Formu

Yöntemde elde edilen bu harmoniklerinde arıza anında devre kesicinin devreyi açmasından hemen sonra tespit edildiği belirtilmektedir.



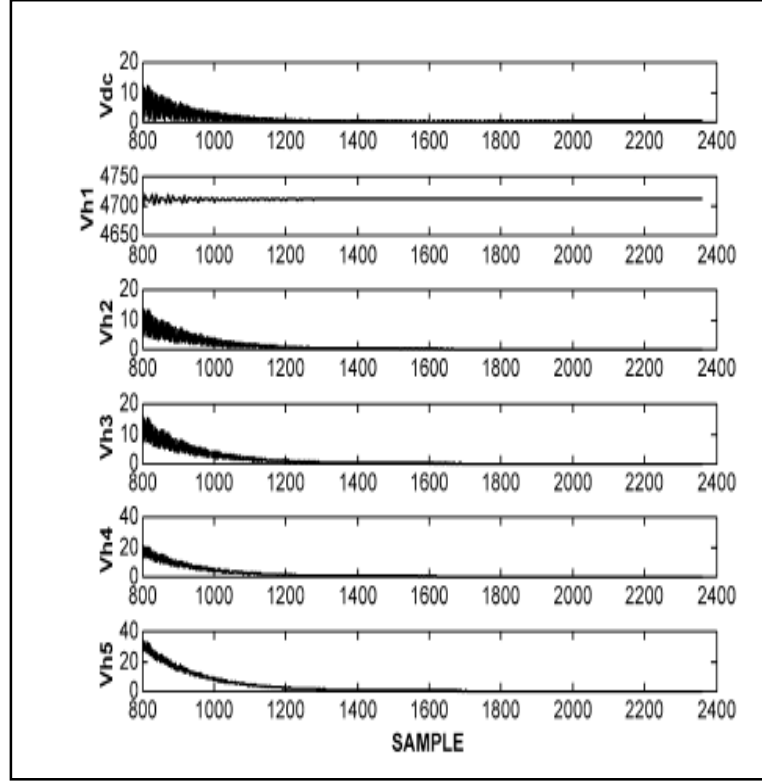
Şekil 4.3.3.Arızalı Fazın Gerilim Dalga Formundan Elde Edilen Harmonik Bileşenler

Önerilen metodun kalıcı arızalara verdiği cevabı araştırmak için bir de kalıcı arıza simülasyonu yapılmıştır. Şekil 4.3.4 ve Şekil 4.3.5 de verilen şekiller kalıcı arıza simülasyonuna aittir. İlkinden farklı olarak bu simülasyonda lineer bir ark modeli kullanılmıştır.



Şekil 4.3.4 Kalıcı Arıza Simülasyonunda Oluşan Gerilim Dalga Formu

Kalıcı arızaya ait harmonik bileşenler ile geçici arızaya ait harmonik bileşenleri mukayese edildiğinde aradaki fark belirgin bir şekilde görülmektedir. Kalıcı arızada kesicinin devreyi açmasından sonra ikincil ark oluşmadığı için harmonik bileşenlerde görülmemektedir.



Şekil 4.3.5.Arızalı Fazın Gerilim Dalga Formundan Elde Edilen Harmonik Bileşenler
(Kalıcı Arıza)

4.3.3 HDI ve AETİ Açılımı:

Yöntem buraya kadar enerji iletim hatlarında karşılaşılan tek faz -.toprak arızasında arızanın tipine karar vermek için arızalı fazın gerilim dalgasına ait düşük frekanslı harmonik bileşenlerin arıza anındaki davranış şekillerini inceleyerek bir hüküm geliştirmeye çalışmaktadır. Buradan sonra geliştirdiği karar verme mekanizmasının temelini dayandırdığı ve HDI (Harmonic Distortion Index) diye tanımladığı formül şu şekilde verilmektedir.

$$HDI = \frac{\sqrt{(V_{DC})^2 + (V_{H2})^2 + (V_{H3})^2 + (V_{H4})^2 + (V_{H5})^2}}{V_1} \quad (4.1)$$

Formülde arızalı fazın gerilim dalgasından elde edilen harmoniklerin DC bileşeni ile 2,3,4,5 nolu harmoniklerin kareleri alınarak kendi aralarında toplanmakta ve çıkan büyüklüğün kare kökü alınmakta ve temel bileşene bölünmektedir.

On farklı olay için verilen bu index incelenmiş ve tek bir olaydaki grafikte farklılık görülmüştür. Bu olayda kullanılan hatta şönt reaktör kullanıldığı görülmektedir.

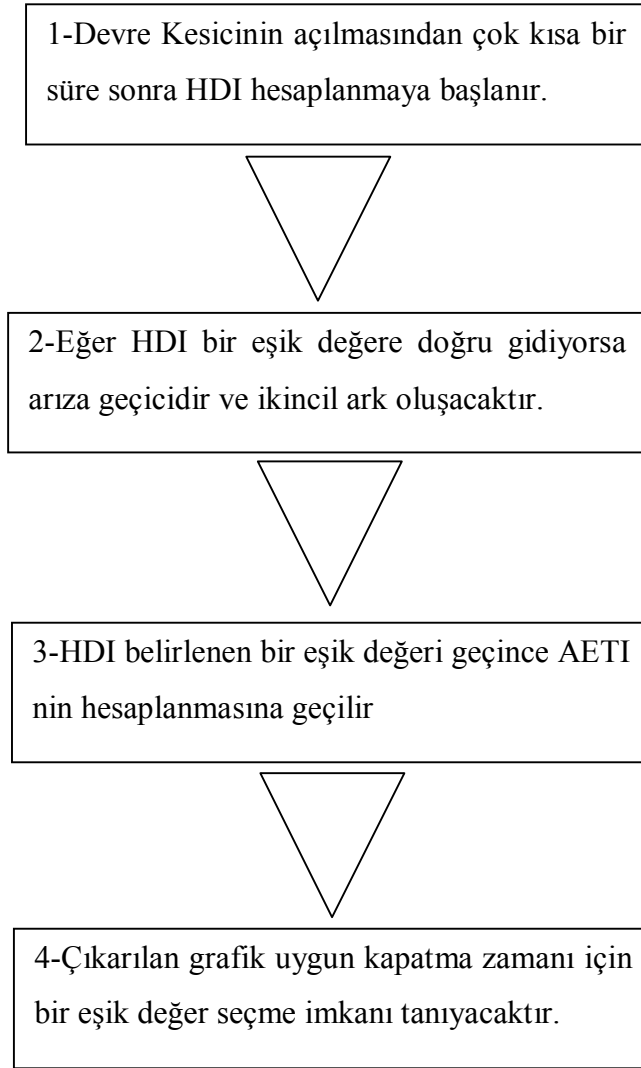
Önerilen teknik için önemli bir başka ayrıntı ise bazı farklı olaylarda HDI ile karar vermede tereddüde düşülen durumları ortadan kaldırmak için yeni bir seçici algoritma geliştirilmeye çalışılmıştır. Maksimum noktalarına bağlı olarak geliştirilen ve AETI (Ark Extinction Time) olarak verilen formül aşağıda görülmektedir.

$$AETI(i) = \frac{\max(i) - \max(i-1)}{\max(i)} \quad (4.2)$$

Buradaki (*i*) indeksi her yarım saykıl boyunca HDI nin grafiğinde oluşan ve birbiri ardı sıra gelen maksimum noktaları işaret etmektedir.

Yapılan analizde ikincil arkın sönüm zamanında bir sıçrama olduğu görülmüştür. Bu bize bir eşik değer seçme imkanı tanımaktadır. Burada dikkat çeken bir başka husus ise oluşan bu eşik değerın şönt reaktörün bulunduğu durumlarda da belirgin bir şekilde ortaya çıkmasıdır.

Teknik özetlenecek olursa aşağıdaki işlem basamakları sıralanabilir.



4.4 Sonuç ve Tartışma

Bazı popüler metotlar tek faz toprak arızasının kalıcı veya geçici bir arıza olduğunu tespit edebilmektedirler. Bu metotlardan bazılarının da arızalı fazın voltaj dalga formunun veya sağlam fazlara ait akım dalga formlarının harmonik bileşenleri kullanılmaktadır.

Kullanılan harmoniklerin de ya yüksek frekanslı bileşenleri kullanılmakta ya da düşük frekanslı bileşenler ve yüksek frekanslı bileşenlerin bir kombinasyonu kullanılmaktadır. Elde edilen veriler yapay sinir ağları yöntemiyle işlenmektedir. Bununla birlikte başvuru bu yöntemlerde arızalı hatla ilgili çok fazla detay bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu yöntemde ise tek faz toprak arızalarında, arızalı fazın gerilim dalga formunun veya sağlam fazlara ait akımların dalga formlarının düşük frekanslı bileşenleri analiz edilerek arızanın geçicimi yoksa kalıcımı olduğuna karar verilmektedir.

Buna ek olarak önerilen yöntem bize geçici arızalarda ikincil arkın sönüm zamanına ait bir eşik değeri belirlemektedir.

Yöntemin diğer yöntemlerden farkı ise harmoniklere ait sadece düşük frekanslı bileşenlerin kullanılarak ve yapay sinir ağlarına ihtiyaç duyulmadan bu sonuçlara ulaşılmasıdır.

Şekillere bakıldığında hemen hepsinde bir eşik değeri olduğu gözlenmektedir. Yöntem kendi içinde geliştirilerek tutarlı sonuçlara ulaşılmıştır. Ancak bu yöntemin gerçek verilerle test edilip edilmediği konusunda ilgili kaynakta bir açıklama bulunmamaktadır.

5.T.K.R. KULLANILAN BİR HATTIN GERÇEK VERİLERLE MODELLENMESİ

Bu bölümde ülkemizdeki enerji iletim hatları içerisinde, tek faz toprak arızasının en sık görüldüğü hatlardan birisi olan 380kV luk Gaziantep 2-Erzin hattı gerçek verilerle EMTP de modellenmiştir. Kurulan model üzerinde de Bölüm 4 te verilen yöntem denenerek sonuçları ilgili yöntemde verilen sonuçlarla mukayeseli bir şekilde verilmiştir.

Ayrıca önerilen yöntem hat üzerinde oluşan gerçek arıza verileri ile de denenerek çıktılar yine mukayeseli bir şekilde verilmiştir.

5.1 Tez Çalışmalarımızda Kullanılan Gaziantep – Erzin Hattının Verileri

Tez çalışmalarının veri toplama sürecinde Türkiye deki iletim hatlarının istatistiki verileri kısa bir incelemeye tabi tutulmuştur. Bölüm 2 de verilen istatistiki bilgilere ve aşağıda hat parametrelerini verilerek tanıtılan Gaziantep2 – Erzin iletim hattının verilerine de bu çalışmalar sırasında ulaşılmıştır.

Tekrar kapama röleleri ulusal elektrik sisteminde 380 kV ve 154 kV luk hatların bir bölümünde kullanılmaktadır. Bu hatlar içerisinde geçici karakterli arızaların en sık olarak karşılaşıldığı ilk on hat T.E.İ.A.Ş. tarafından her yıl belirlenmektedir. Gerçek verilerini kullanılan Gaziantep2 – Erzin hattını bu modellemede seçilmesinin bir sebebi de bu hattın yukarıda bahsedilen ilk on listesinde uzun yıllar yerini almasıdır.

İlgili hattın uzunluğu 119,204 km dir. Hat üzerinde 287 adet direk mevcuttur. Kullanılan direk tipi ve empedanslar EMTP programında gerçeğe uygun olarak modellenmiştir. Hat üzerinde meydana gelen arızalar % 90 nın üzerinde geçici karakterlidir ve tamamına yakını tek faz - toprak arızasıdır.

Hatta ait 2006 yılı TEİAŞ istatistikleri incelendiğinde hat üzerinde meydana gelen arızalar, geçici arıza, kalıcı arıza, tekrar kapama rölesinin çalışma mantığı ve çalışma sistematığı gibi konuları daha net görülebilmesine yardımcı olacaktır.

2006 yılı için kayıtlara geçmiş toplam 28 arıza bulunmaktadır. Bu arızalardan 6 tanesinde tekrar kapama rölesinin devreye girmemesi normaldir çünkü bu arızaların 1 tanesi kalıcı karakterli diğer 5 tanesi ise faz – faz ve 3 Faz türü arızalardır. 7 tanesinde ise tekrar kapama tek taraflı gerçekleşmiş, hattın karşı ucu, fiderin transferde olması, primer teçhizat arızası, segonder devre hatası v.s. den dolayı tekrar kapama yapılamamıştır. Diğer 1 tanesinde ise hattın her iki ucundaki tekrar kapama rölesi devreye girmemiştir. Geri kalan 14 arızada ise tekrar kapama röleleri devreye girmiş ve başarılı kapama yapmıştır. Toplam 28 arıza içerisinde 6 tanesi tasnif dışı tutulursa kalan 22 adet arızanın 14 tanesi başarılı 8 tanesi başarısızdır. Başarı kapama oranı % 64 tür.

Bir diğer bakış ile başarısız kapama oranı % 36 dır. Diğer yıllar ve diğer hatlar incelendiğinde başarısız kapama oranının % 40 lar civarında olduğu rahatlıkla söylenebilmektedir. Bu oran ulusal elektrik sistemindeki tekrar kapama rölelerinin seçiciliği konusunda net bir bakış açısı sağlamaktadır.

5.2 Önerilen Yöntemin Gerçek Hat verileri ile Denenmesi

Yöntem, Gaziantep2- Erzin hattında farklı tarihlerde meydana gelen tek faz-toprak arızaları içerisinde tekrar kapama rölesinin devreye girdiği toplam altı olay üzerinde denenmiştir. Arıza verileri Gaziantep trafo merkezi tarafında kaydedilen verilerdir.

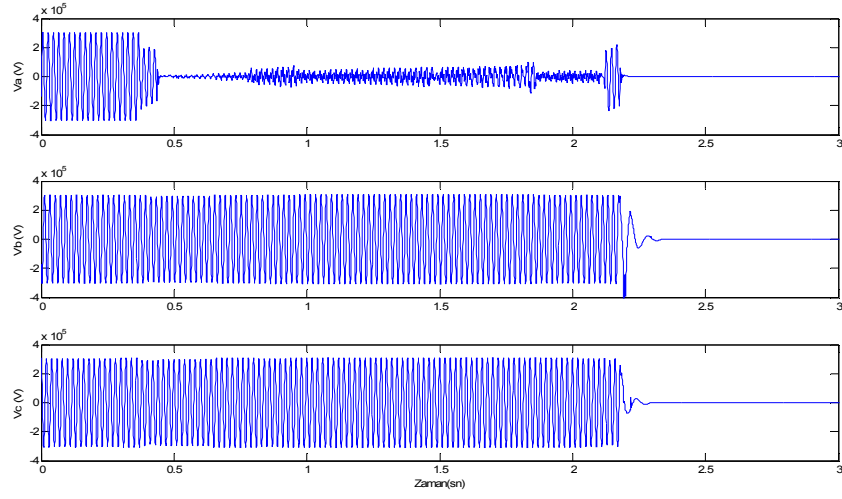
Seçilen olayların üç tanesi başarılı tekrar kapama olayıdır. Diğer üç olayda ise arıza tekrar kapama tekniği ile giderilememiş ve sistem nihai açmaya gitmiştir. Tablo 5.2.1 de incelenen olaylar tarih sırası ile verilmiştir.

Tablo 5.2.1 Gerçek Arıza Olayları

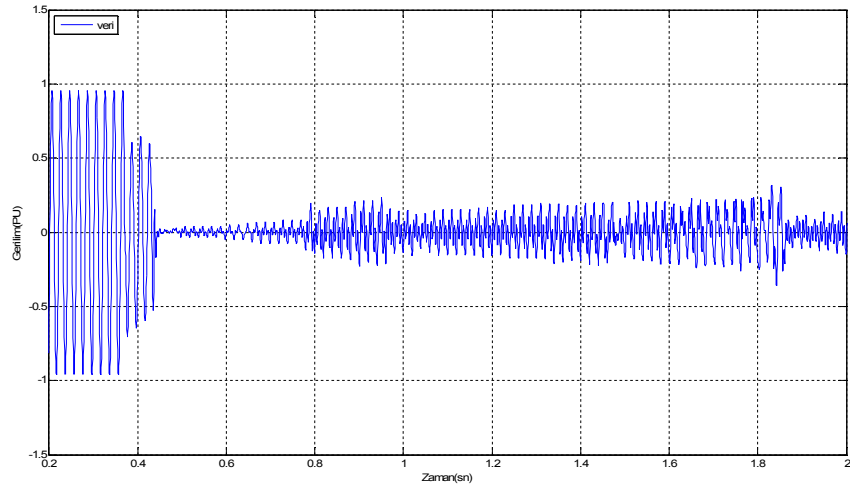
Sıra No	Arızanın Meydana Geldiği Tarih	Oluş Saati	Arızalı Faz	Arıza Yerin Mesafesi	Tekrar Kapama Rölesinin Fonksiyonu
1	05 / 07 / 2004	23:55	AN	113.9 km	Başarısız
2	06 / 08 / 2004	05:31	AN	80 km	Başarılı
3	08 /08./2004	05:06	CN	114.3 km	Başarılı
4	28 /08 /2004	04:22	BN	108.3 km	Başarılı
5	23 /03/2005	01:12	BN	110.5 km	Başarısız
6	18 /04 /2005	05:33	CN	114.3 km	Başarısız

5.2.1 Birinci Gerçek Olay

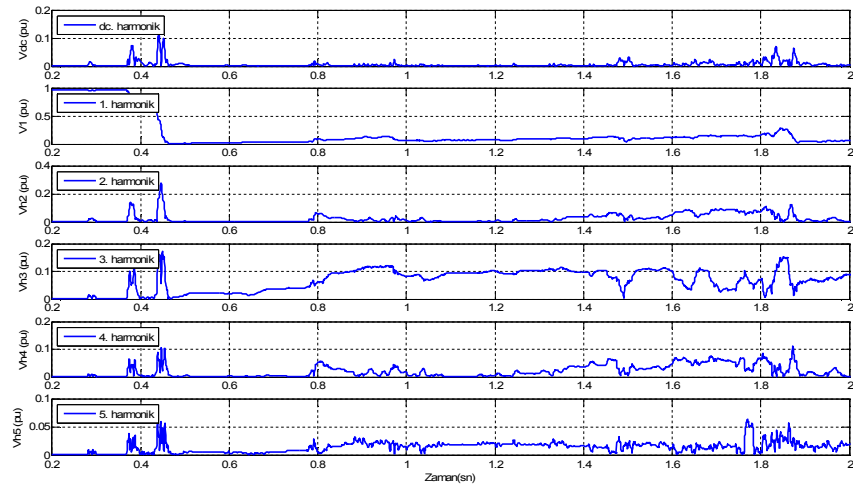
Birinci olaya ait grafikler aşağıda verilmiştir. Arızalı faz A fazıdır Şekil 5.2.1 de arıza anında hattın üç fazına ait gerilim dalga formları, Şekil 5.2.2 de ise sadece arızalı fazın gerilim dalga formu verilmiştir. Şekil 5.2.3 ise Arızalı fazın gerilimine ait Fourier transformuyla elde edilen bileşenlerin grafikleri verilmektedir. Şekil 5.2.4 ve Şekil 5.2.5 ise sırasıyla HDI ve AETI nin grafiklerine aittir. Şekillerde açıkça görüldüğü gibi kesici devreyi açtıktan kısa bir süre sonra ikincil ark başlamıştır HDI nin grafiğindeki birbiri ardı sıra gelen lokal maksimumlar ikincil arkın varlığının göstergeleridir Ancak ikincil arkın sönümlendiğini gösteren eğim burada yoktur. Bir başka ifade ile ark devam etmektedir ve görünen odur ki tekrar kapama ark tam sönümlenmeden yapılmıştır. Bu olayda tekrar kapama başarısız olur, arıza devam ettiği için sistem nihai açmaya giderek hattın enerjisini kesmiştir.



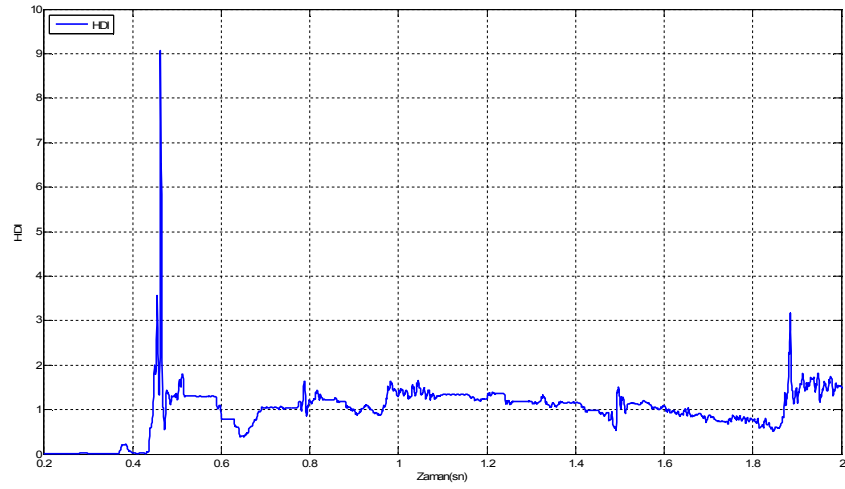
Şekil 5.2.1 Birinci Olaya Ait Arıza Anı(3 ~ Gerilim Grafiği)



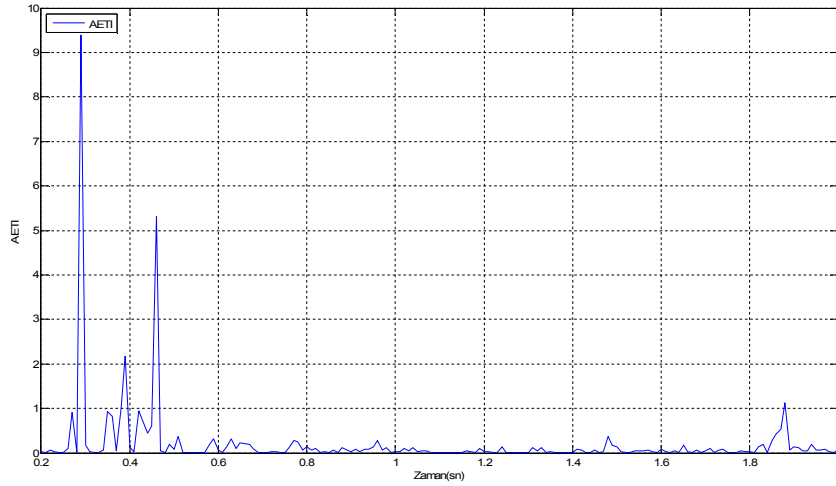
Şekil 5.2.2 Birinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği



Şekil 5.2.3 Birinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri



Şekil 5.2.4 Birinci olay HDI Grafiği



Şekil 5.2.5 Birinci Olay AETI Grafiği

Bu arızada grafikler dikkatle takip edilirse, ikincil bir arkın oluştuğu ve tekrar kapamanın ikincil ark sönmüdenmeden arkın üzerine yapıldığı izlenimini vermektedir.

5.2.2 İkinci Gerçek Olay

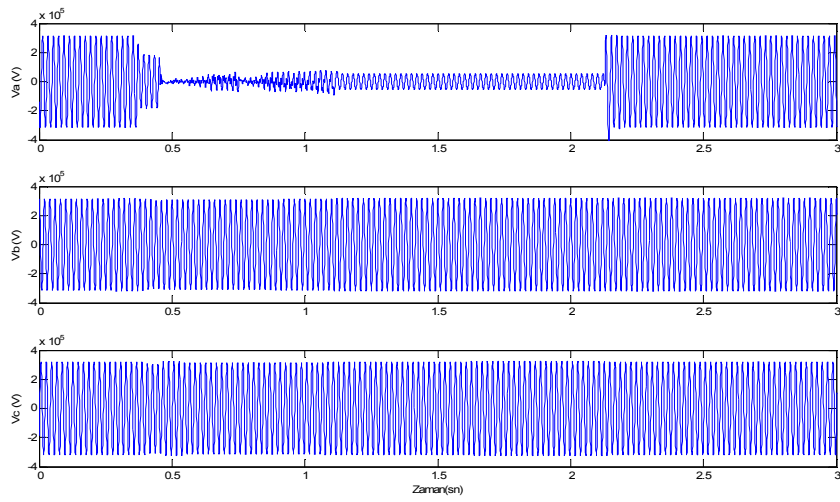
İkinci örnek arıza olayına ait grafikler aşağıda verilmiştir. Şekil 5.2.6 da arıza anında hattın üç fazına ait gerilim dalga formları, Şekil 5.2.7 de ise sadece arızalı fazın gerilim dalga formu verilmiştir.

Arızalı fazın gerilim dalga formunda ve HDI nin grafiğinde ikincil arkın devre kesicilerin devreyi açmasından hemen sonra başladığı ve kısa bir süre sonra sönmüldüğü görülmektedir. İkincil ark sönmüldükten sonra A fazında sağlam fazların kublaj etkisiyle oluşan gerilim dalga formunun düzgün sinüs dalgasına dönüşmesi de bunun bir başka göstergesidir.

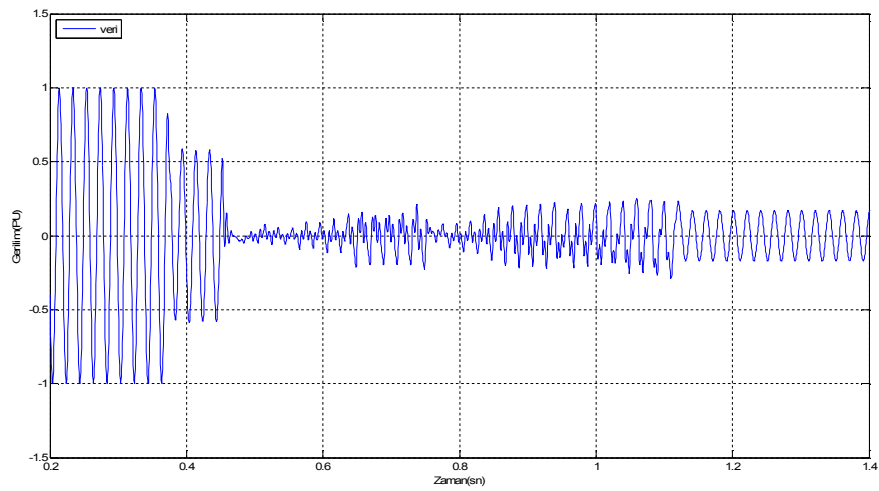
Bu olayda arkın varlığının ve sönmü zamanının göstergesi olan eşik değeri ve eğim, HDI nin ve AETI nin grafiğinde çok net görülmektedir.

Şekil 5.2.8 ise Arızalı fazın gerilimine ait Fourier transformuyla elde edilen bileşenlerin grafikleri verilmektedir. Şekil 5.2.9 ve Şekil 5.2.10 ise sırasıyla HDI ve AETI nin grafiklerine aittir.

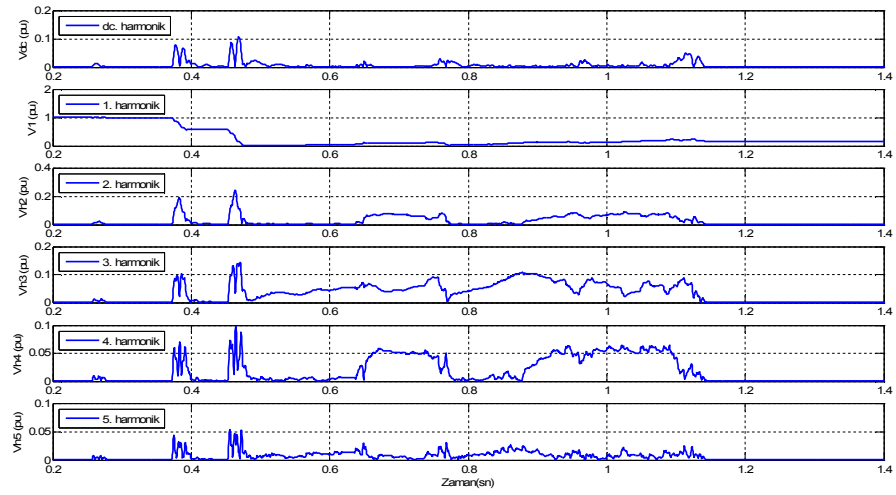
Arıza geçici karakterlidir. Bunu HDI nin ve Şekil 5.2.8 de verilen harmonik bileşenlere ait grafiklere bakarak söylemek mümkündür. Ayrıca ikincil arkın tam olarak sönümlenmesinden sonra yapılan tekrar kapama başarılı olmuştur. Bu olayda tekrar kapama tekniğiyle arıza temizlenerek sistem kararlı çalışmasına devam etmiştir.



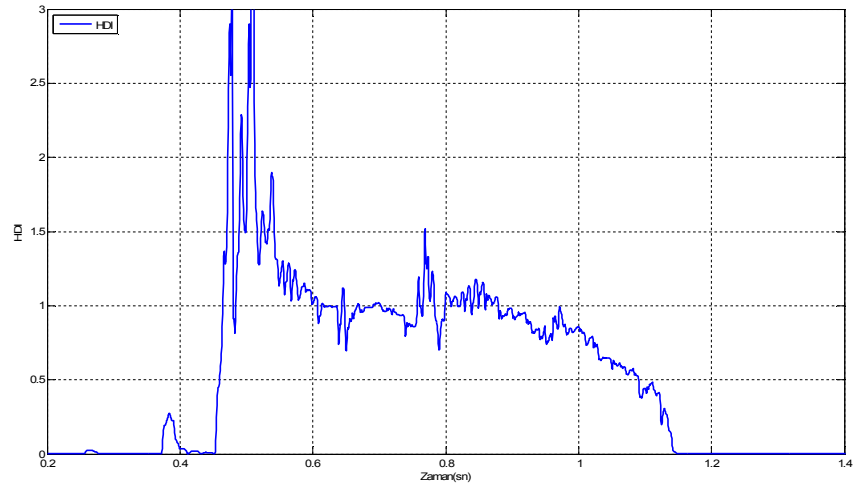
Şekil 5.2.6 İkinci Olaya Ait Arıza Anı (3 ~ Gerilim Grafiği)



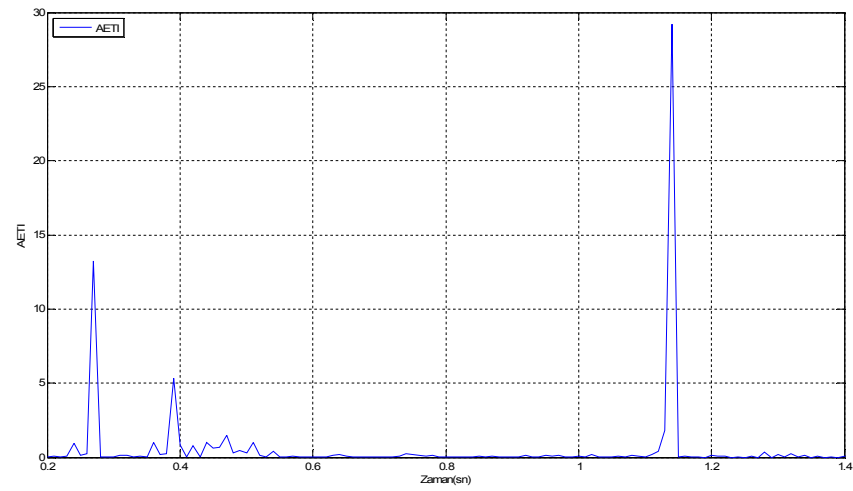
Şekil 5.2.7 İkinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği



Şekil 5.2.8 İkinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri



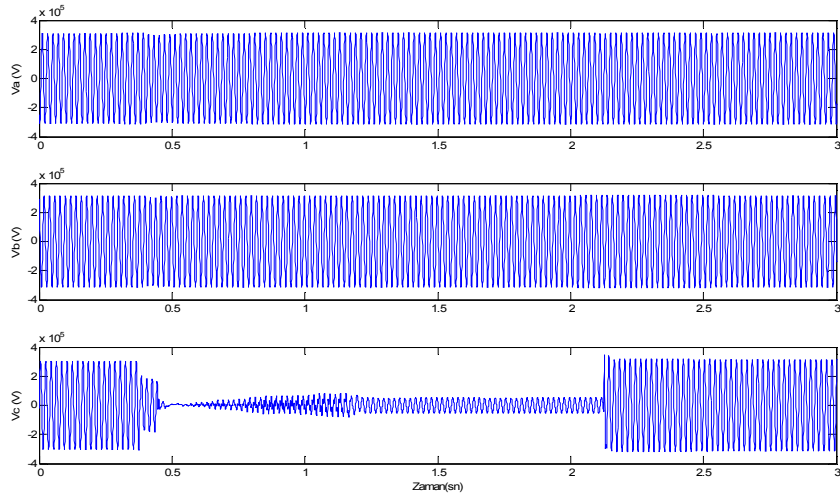
Şekil 5.2.9 İkinci Olay HDI Grafiği



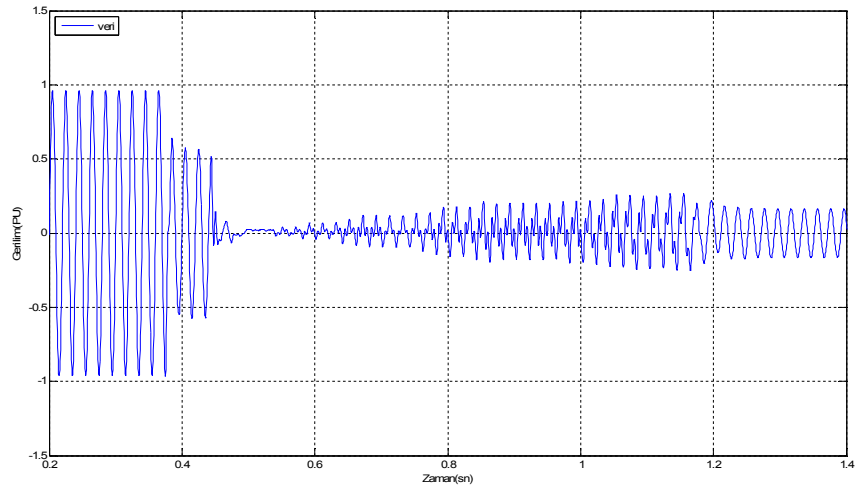
Şekil 5.2.10 İkinci Olay AETI Grafiği

5.2.3 Üçüncü Gerçek Olay

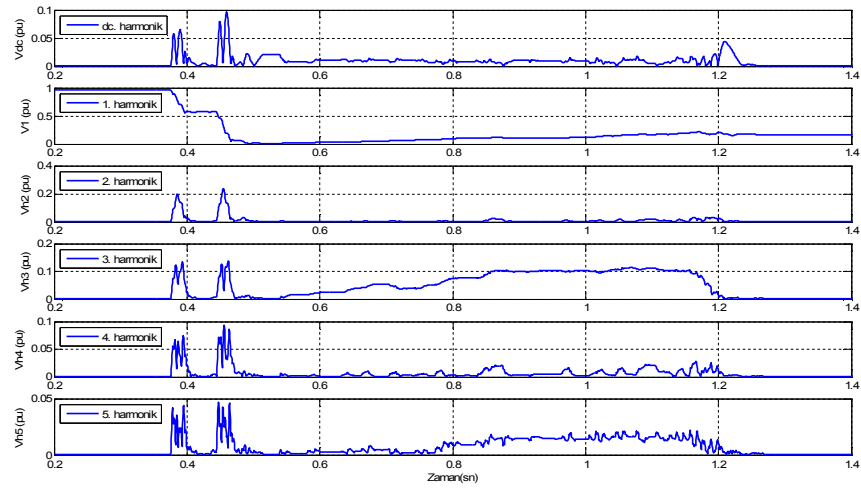
Üçüncü olaya ait grafikler aşağıda verilmiştir. Şekil 5.2.11de arıza anında hattın üç fazına ait gerilim dalga formları, Şekil 5.2.12 de ise sadece arızalı fazın gerilim dalga formu verilmiştir. Şekil 5.2.13 ise Arızalı fazın gerilimine ait Fourier transformuyla elde edilen bileşenlerin grafikleri verilmektedir. Şekil 5.2.14 ve Şekil 5.2.15 ise sırasıyla HDI ve AETI nin grafiklerine aittir. Bu olayda tekrar kapama başarılı olmuş ve arıza temizlenerek sistem kararlı çalışmasına devam etmiştir.



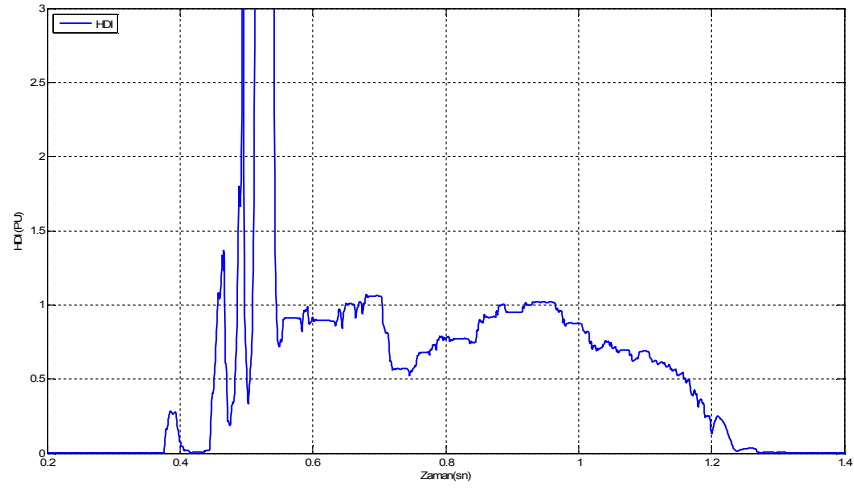
Şekil 5.2.11 Üçüncü Olaya Ait Arıza Anı (3 ~ Gerilim Grafiği)



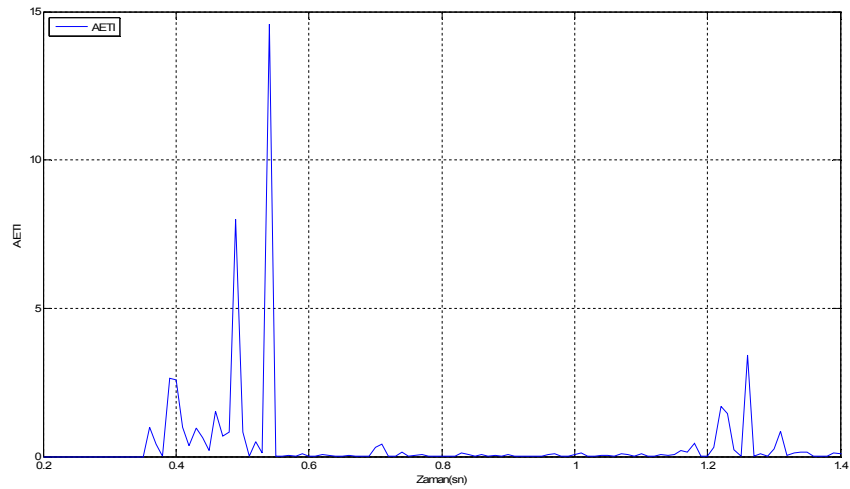
Şekil 5.2.12 Üçüncü Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği



Şekil 5.2.13 Üçüncü Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri



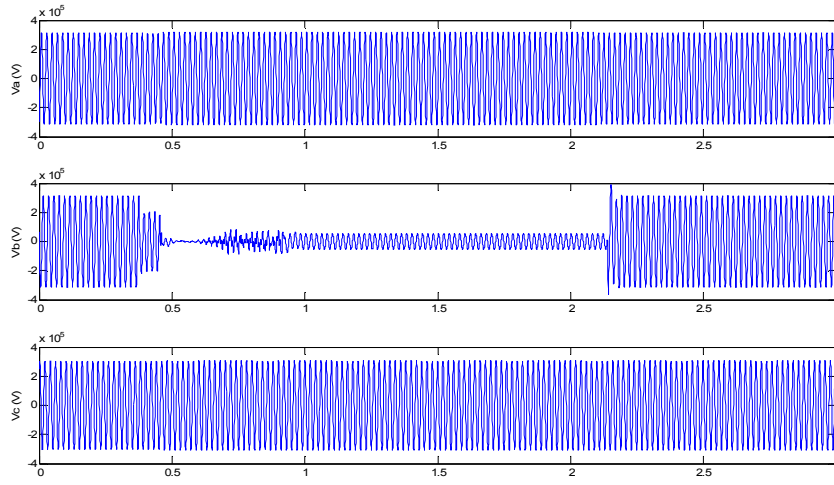
Şekil 5.2.14 Üçüncü Olay HDI Grafiği



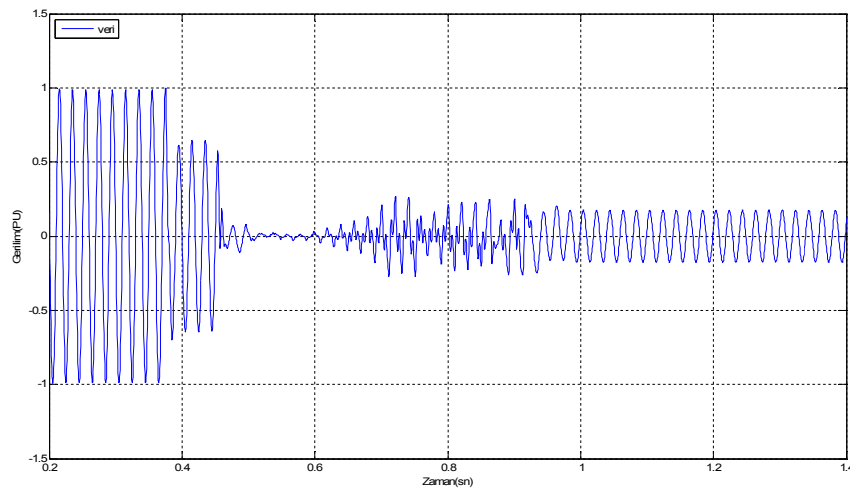
Şekil 5.2.15 Üçüncü Olay AETI Grafiği

5.2.4 Dördüncü Gerçek Olay

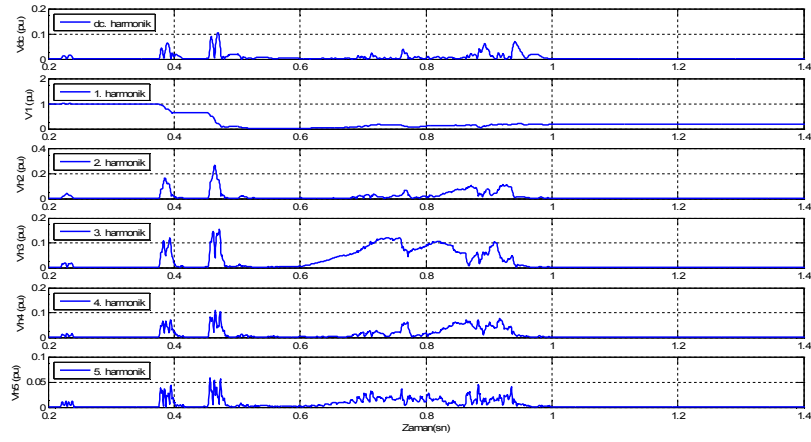
Tabloda verilen dördüncü olaya ait grafikler aşağıda verilmiştir. Şekil 5.2.16de arıza anında hattın üç fazına ait gerilim dalga formları, Şekil 5.2.17 de ise sadece arızalı fazın gerilim dalga formu verilmiştir. Şekil 5.2.18 ise Arızalı fazın gerilimine ait Fourier transformuyla elde edilen bileşenlerin grafikleri verilmektedir. Şekil 5.2.19 ve Şekil 5.2.20 ise sırasıyla HDI ve AETI nin grafiklerine aittir. Bu olayda tekrar kapama başarılı olmuş ve arıza temizlenerek sistem kararlı çalışmasına devam etmiştir.



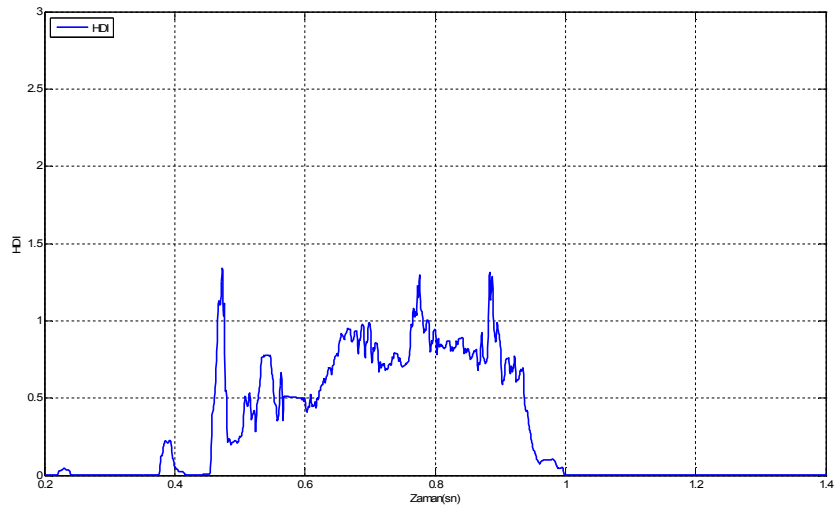
Şekil 5.2.16 Dördüncü Olaya Ait Arıza Anı (3 ~ Gerilim Grafiği)



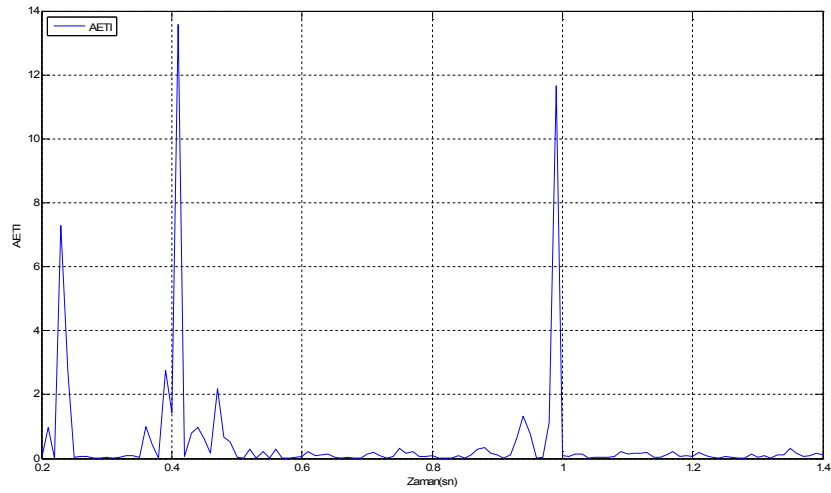
Şekil 5.2.17 dördüncü Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği



Şekil 5.2.18 Dördüncü Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri



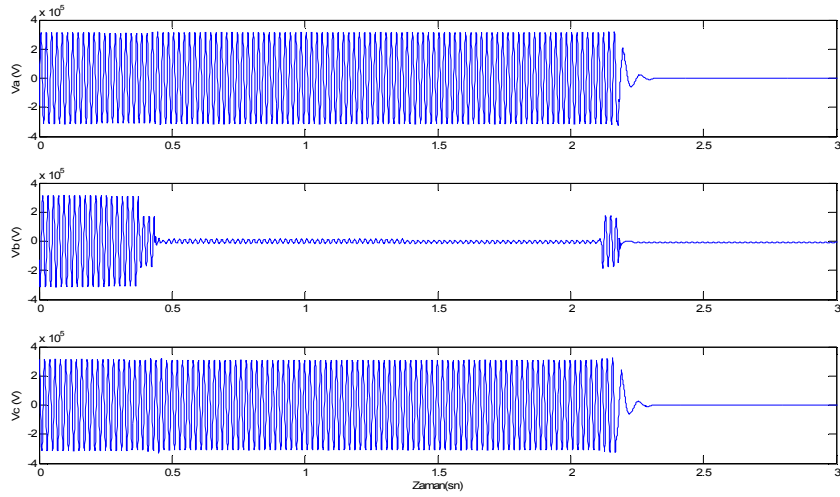
Şekil 5.2.19 Dördüncü Olay HDI Grafiği



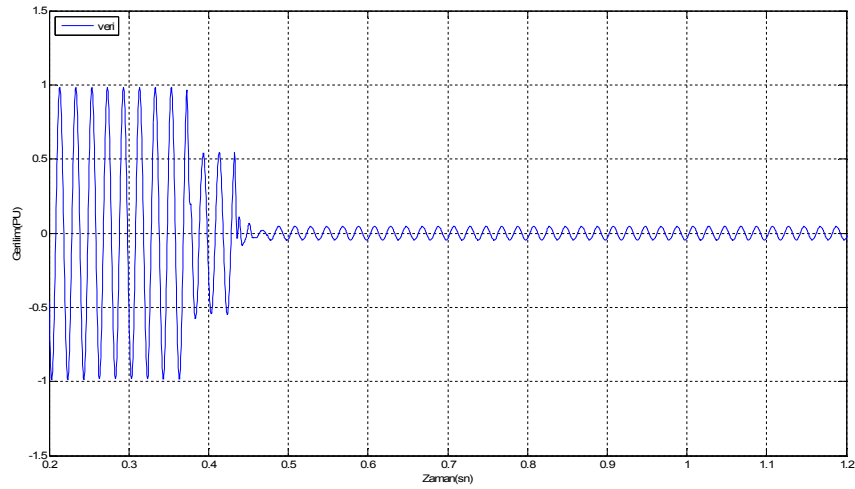
Şekil 5.2.20 Dördüncü Olay AETI Grafiği

5.2.5 Beşinci Gerçek Olay

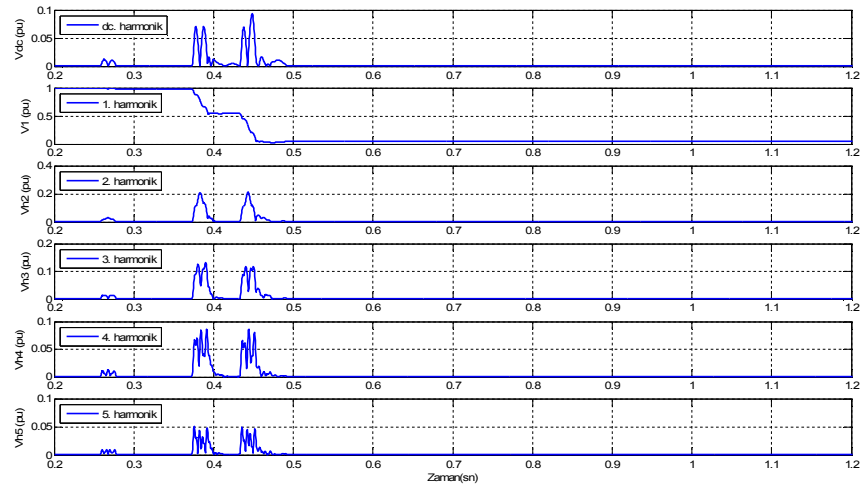
Beşinci olaya ait grafikler aşağıda verilmiştir. Şekil 5.2.21de arıza anında hattın üç fazına ait gerilim dalga formları, Şekil 5.2.22 de ise sadece arızalı fazın gerilim dalga formu verilmiştir. Şekil 5.2.23 ise Arızalı fazın gerilimine ait Fourier transformuyla elde edilen bileşenlerin grafikleri verilmektedir. Şekil 5.2.24 ve Şekil 5.2.25 ise sırasıyla HDI ve AETI nin grafiklerine aittir. Bu olayda tekrar kapama başarısız olur, arıza devam ettiği için sistem nihai açmaya giderek hattın enerjisini kesmiştir.



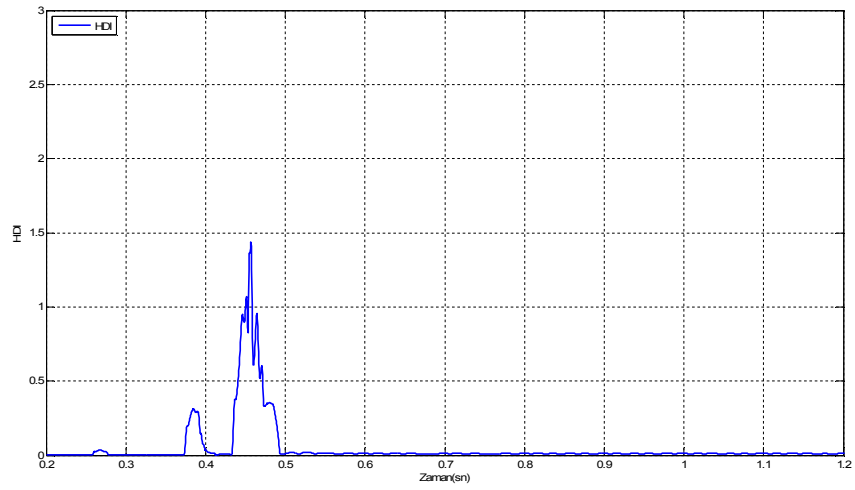
Şekil 5.2.21 Beşinci Olaya Ait Arıza Anı (3 ~ Gerilim Grafiği)



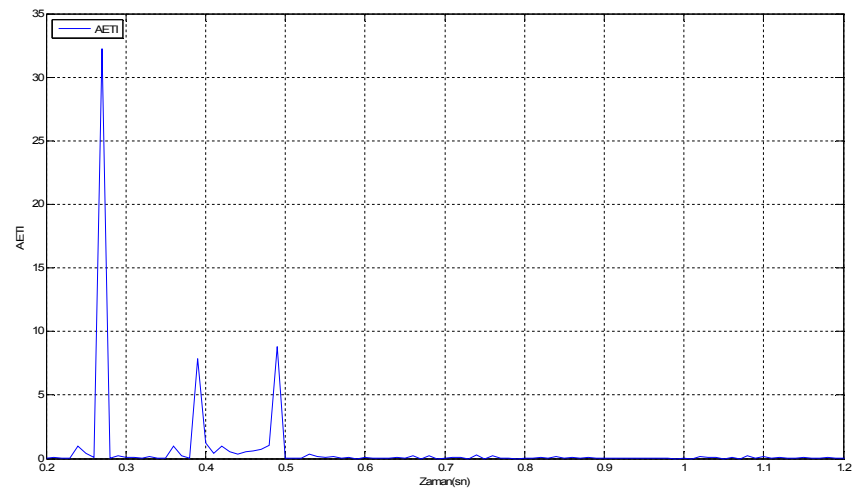
Şekil 5.2.22 Beşinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği



Şekil 5.2.23 Beşinci Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri



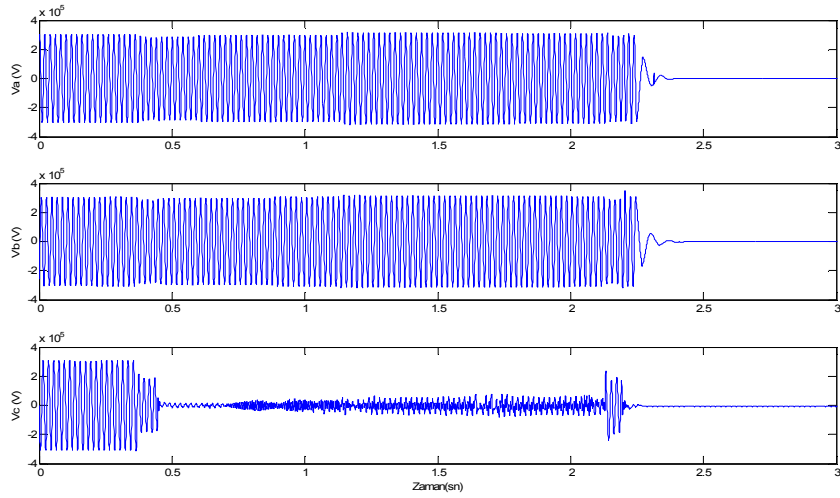
Şekil 5.2.24 Beşinci Olay HDI Grafiği



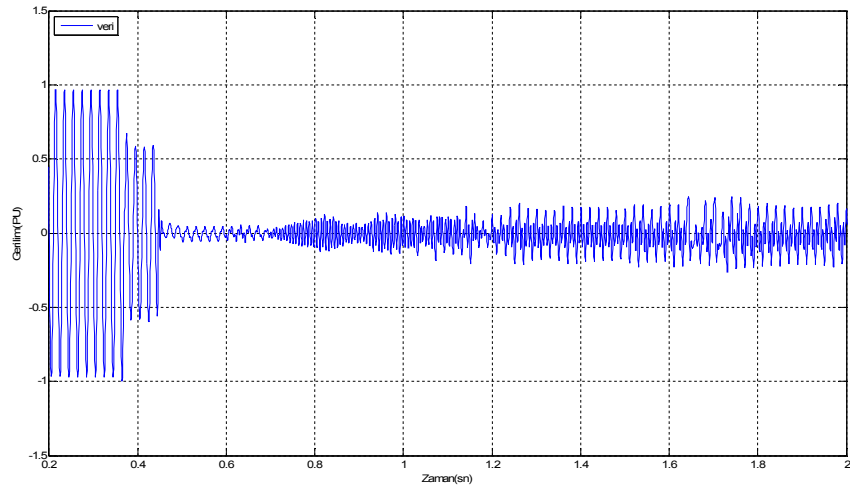
Şekil 5.2.25 Beşinci Olay AETI Grafiği

5.2.6 Altıncı Gerçek Olay

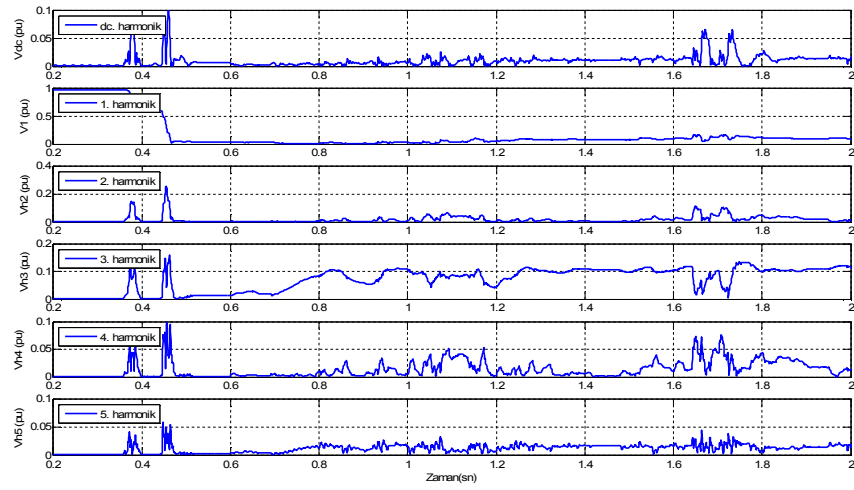
Tezde verilen son olay olan ve tabloda altıncı sırada bulunan arızaya ait grafikler aşağıda verilmiştir. Şekil 5.2.26de arıza anında hattın üç fazına ait gerilim dalga formları, Şekil 5.2.27 de ise sadece arızalı fazın gerilim dalga formu verilmiştir. Şekil 5.2.28 ise Arızalı fazın gerilimine ait Fourier transformuyla elde edilen bileşenlerin grafikleri verilmektedir. Şekil 5.2.29 ve Şekil 5.2.30 ise sırasıyla HDI ve AETI nin grafiklerine aittir. Bu olayda da tekrar kapama başarısız olur, arıza devam ettiği için sistem nihai açmaya giderek hattın enerjisini kesmiştir.



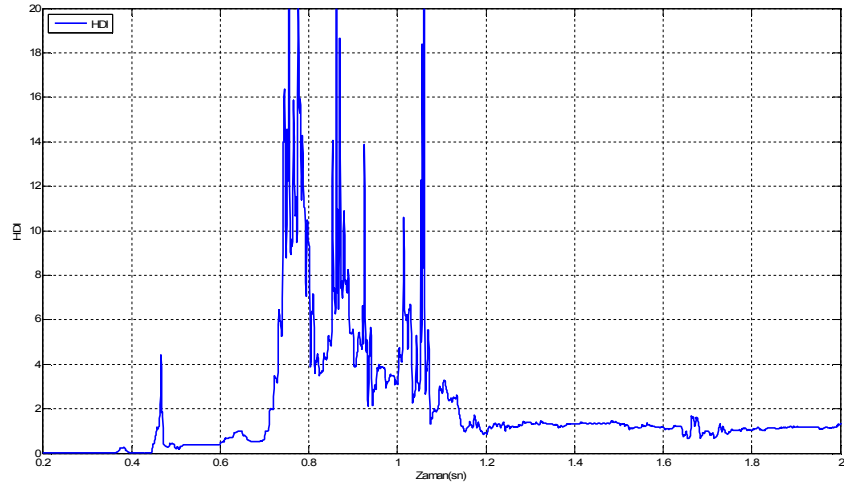
Şekil 5.2.26 Altıncı Olaya Ait Arıza Anı (3 ~ Gerilim Grafiği)



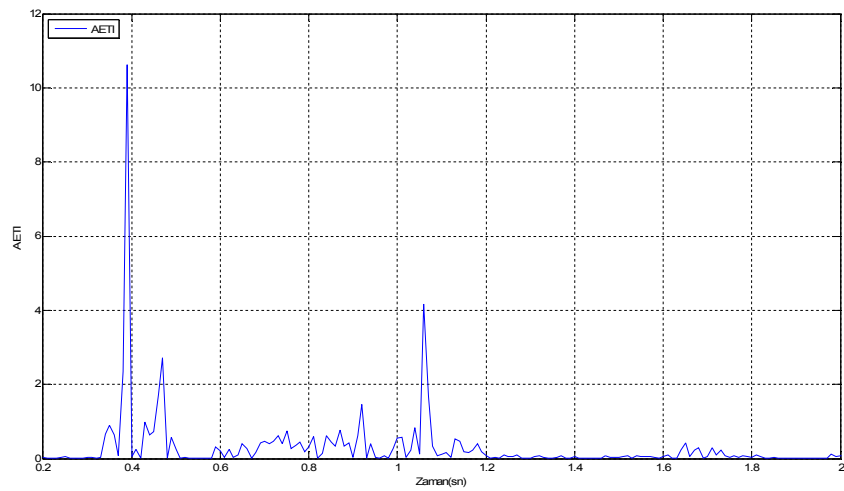
Şekil 5.2.27 Altıncı Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Grafiği



Şekil 5.2.28 Altıncı Olay Arızalı Faza Ait Gerilim Dalga Formunun Bileşenleri



Şekil 5.2.29 Altıncı Olay HDI Grafiği



Şekil 5.2.30 Altıncı Olay AETI Grafiği

5.2.7 Gerçek Arıza Olaylarında Elde Edilen Çıktıların Yorumu:

Birinci gerçek olayda arızalı faz A fazıdır. Şekil 5.2.2 de arızalı fazın gerilim dalga formu, şekil 5.2.3 te ise arızalı fazın gerilim dalga formunun harmonikleri verilmektedir. Her iki şekil birlikte değerlendirildiğinde arıza bölgesinde ikincil arkın oluştuğu ve tekrar kapamanın ark sönmülmenden yapıldığı izlenimi oluşmaktadır. Bu olayda tekrar kapama tekniği başarısız olmuş ve hat nihai açma ile enerjisiz bırakılmıştır.

İkinci gerçek olayda da arızalı faz A fazıdır. Bu olaya ait grafikler değerlendirildiğinde kesicilerin arızalı fazı açmasından sonra arıza bölgesinde ikincil arkın oluştuğu ve arkın sönmülmemesinden sonra yapılan tek fazlı tekrar kapamanın başarılı olduğu görülmektedir. Hesaplanan HDI nin grafiğinde lokal maksimumlar ve ikincil arkın sönmü zamanı oldukça belirgindir. AETI nin grafiğindeki sıçrama ise bölüm dördte verilen teknikte belirtildiği üzere tekrar kapama zamanını işaret etmektedir. Bu olayda tekrar kapama başarılı olmuş ve sistem kararlı çalışmasına devam etmiştir.

Üçüncü gerçek olay ikinci olay ile büyük bir benzerlik göstermektedir. Hesaplanan HDI ve AETI grafiklerinde ikincil arkın varlığı ve sönmü zamanı rahatlıkla görülebilmektedir. Bu olayda da arıza geçicidir ve tekrar kapama başarılı olmuştur.

Dördüncü gerçek olaya ait veriler incelendiğinde arıza bölgesinde oluşan ikincil arkın diğer olaylara göre daha çabuk sönmüldüğü görülmektedir. Ayrıca AETI nin grafiğinde oluşan ve tekrar kapamanın zamanına işaret eden sıçramadan sonra sistemin yaklaşık 1,2 sn lik bir gecikme ile tekrar kapamayı gerçekleştirdiği görülmektedir.

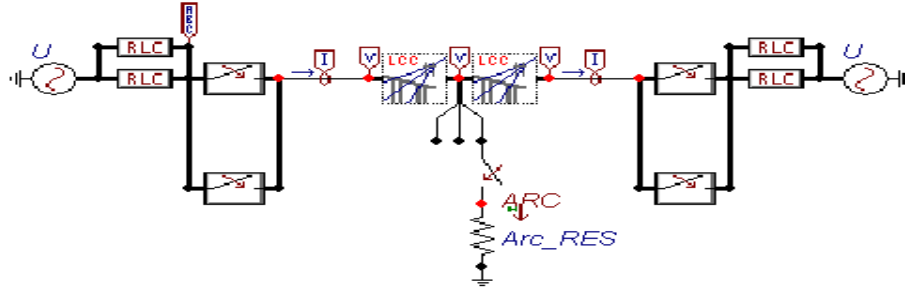
Beşinci gerçek olay kalıcı arıza için çok güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bu olay için verilen grafikler birlikte değerlendirildiğinde geçici arızalarda oluşan ikincil arkın bu olayda oluşmadığı rahatlıkla söylenebilmektedir. Arızalı fazın gerilim dalga formunun harmoniklerinin verildiği şekil 5.2.23 te bu çok net görülebilmektedir. HDI

ve AETI nin grafiklerinde ise sadece kesicilerin açılmasında bir hareket gözlemlenmektedir. Bu olayda tekrar kapamanın kalıcı arıza üzerine yapıldığı ve bu sebepten dolayı hattın nihai açmaya giderek enerjisiz bırakıldığı düşünülmektedir.

Altıncı gerçek olaya ait çıktılar incelendiğinde ilk olay ile büyük bir benzerlik gösterdiği izlenimi oluşmaktadır. Bu olayda da arıza bölgesinde ikincil arkın oluştuğu ve tekrar kapamanın ikincil arkın tam olarak sönümlenmeden yapıldığı düşünülmektedir.

5.3 Gaziantep 2-Erzin Hattının EMTP ile Modellenerek Yöntemin Model üstünde Denenmesi

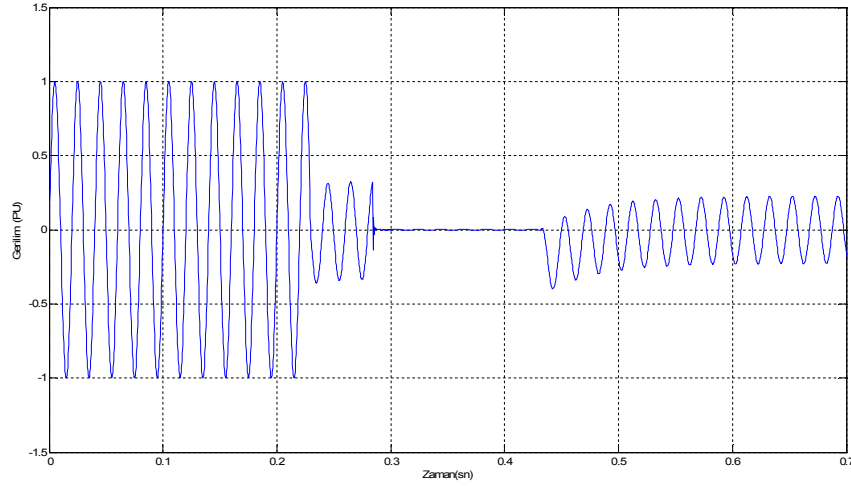
Şekil 5.3.1 de EMTP programı ile oluşturulan şebeke modeli verilmiştir. Bu model oluşturulurken belirlenen hat parametreleri yani hat uzunluğu, iletken tipi ve kesiti, direk tipi, hat empedansı gerçek hat verilerine uygun olarak seçilmiştir. Oluşturulan model üzerinde tek faz - toprak kısa devre arızasının simülasyonu içinse zaman ayarlı anahtarlar ve rezistans kullanılmıştır. Kısa devre arızası için hattın orta noktası seçilmiştir. Burada kullanılan 2 ohm luk rezistans ark direncini ifade etmektedir. Hat gerilimi 380 kV olarak gerçeğe uygun modellenmiştir. Yük akışının sağlanabilmesi için hattın iki tarafında seçilen açma değerleri arasında bir fark vardır.



Şekil 5.3.1 Gaziantep2 Erzin Hattı EMTP Modeli

5.3.1 Geçici Arıza Modeli

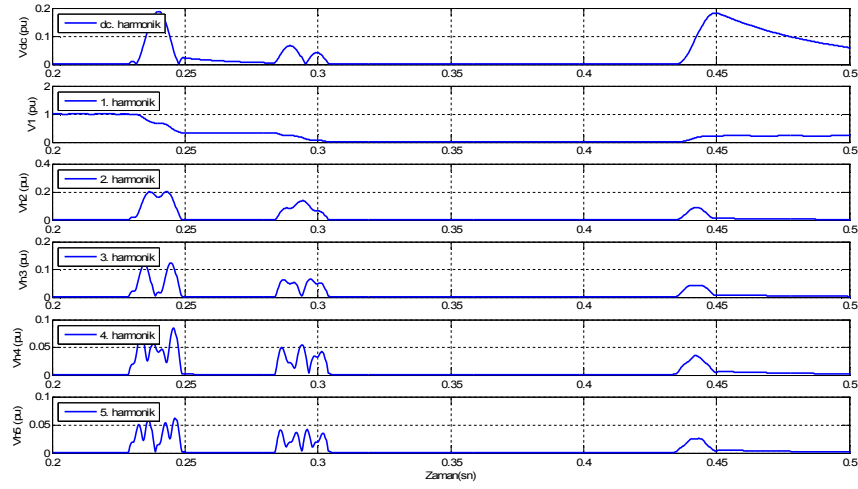
Arızalı faza ait olan tek faz toprak kısa devre arızasının grafiği Şekil 5.3.2 de verilmiştir.



Şekil 5.3.2 Geçici Tek Faz Toprak Arızası (EMTP)

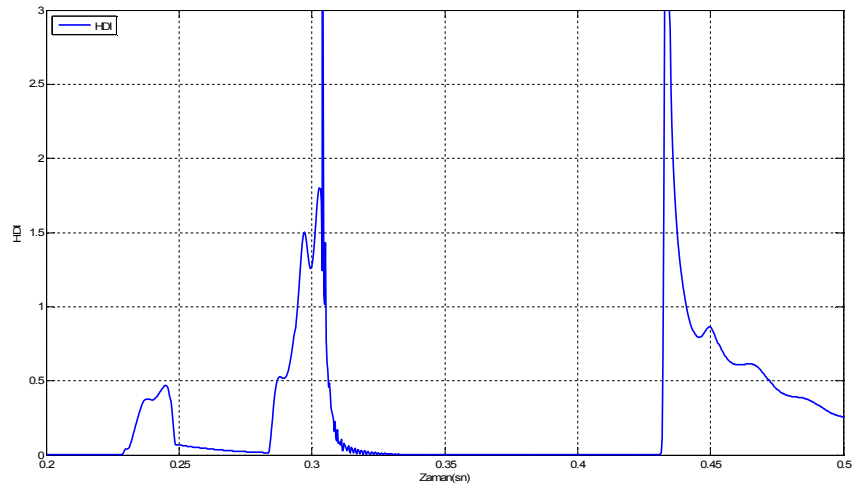
Bu simulasyondan elde edilen arızalı faza ait gerilim dalga formuna Bölüm 4.3 de açıklanan yöntem uygulanarak, arızalı fazın gerilim dalga formunun (V_{DC} , V_1 , V_{H2} , ..., V_{H5}) bileşenleri Fourier transformu ile Matlab programının da çizdirilmiştir.

Arızalı faza ait gerilim dalga formunun bileşenleri Şekil 5.3.3 te gösterilmiştir. Şekil 5.3.4 te ise verilen algoritma uygulanarak bulunan HDI nin grafiği verilmektedir.



Şekil 5.3.3 Arızalı Fazın Bileşenleri (V_{DC} , V_1 , V_{H2} , ..., V_{H5})

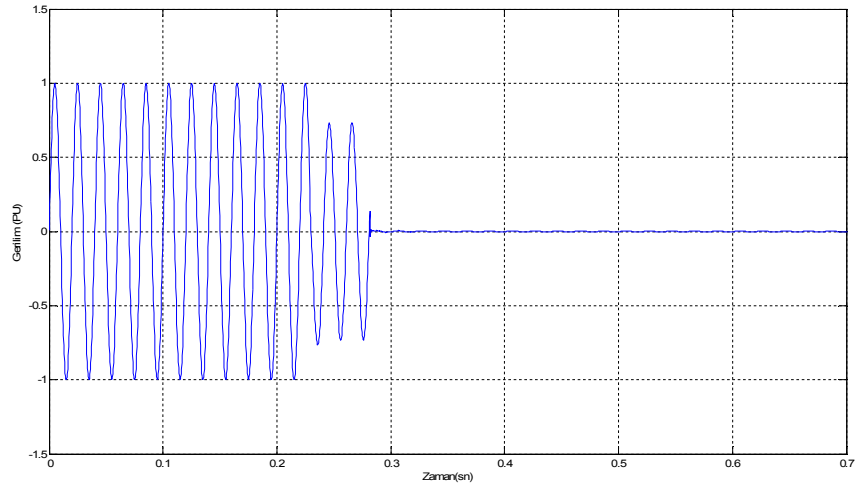
Bulunan bileşenlerden faydalanılarak çizilen HDI grafiği ise Şekil 5.3.4 te verilmiştir.



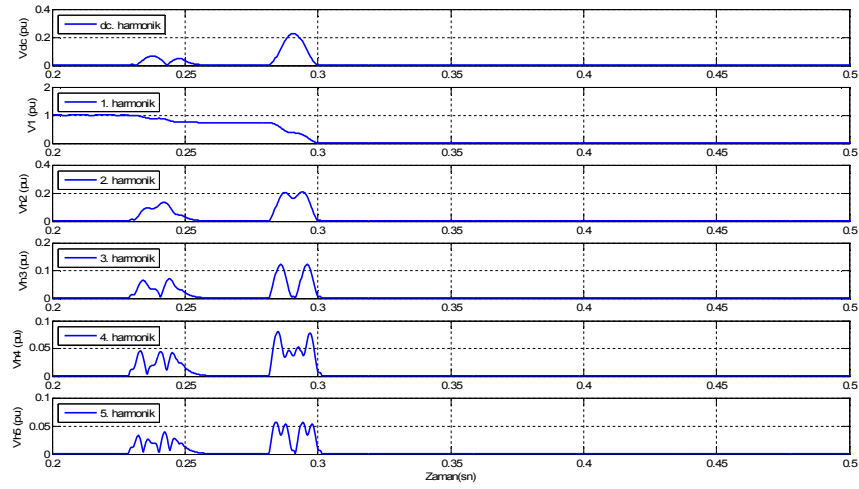
Şekil 5.3.4 HDI Grafiği (EMTP)

5.3.2 Kalıcı Arıza Modeli

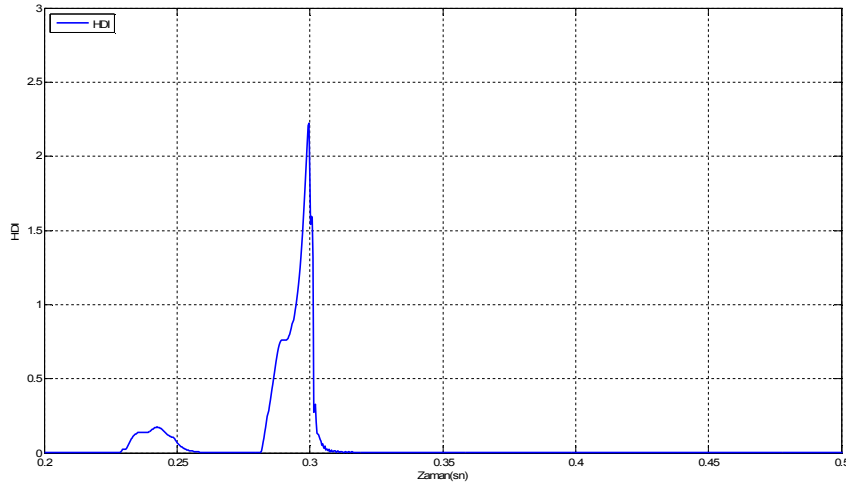
Şekil 5.3.1 deki model kalıcı nitelikte bir tek faz toprak kısa devre arıza simülasyonuna oluşturulmuştur. Elde edilen çıktılar bölüm 5.3.1 deki sırasıyla verilmiştir. Şekil 5.3.5 Arızalı faza ait gerilim dalga formu, Şekil 5.3.6 arızalı faza ait harmonikler, Şekil 5.3.7 de kalıcı arıza simülasyonunun HDI grafiği verilmiştir.



Şekil 5.3.5 Kalıcı Tek Faz Toprak Arızası (EMTP)



Şekil 5.3.6 Arızalı Fazın Bileşenleri (V_{DC} , V_1 , V_{H2} , ..., V_{H5})



Şekil 5.3.7 HDI Grafiği (EMTP)

5.3.3 Elde Edilen Çıktıların Yorumu:

Verilen grafikler ile incelenen yöntemin sunduğu grafikler arasında belirgin bir fark olduğu görülmektedir. Bu fark muhtemelen kullanılan ark modelinden kaynaklanmaktadır. Çünkü makalede tek faz toprak arızası için kullanılan ark modelinin nonlinear olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada ise lineer bir model kullanılmıştır. HDI nin grafiği incelendiğinde arıza anı ve arkın sönüm zamanında makalede ifade edildiği gibi ani bir yükseliş gözlenmektedir. Kullanılan ark modelinin lineer olmasına karşın denenen yöntemin kısmen de olsa istenilen sonuçları verdiği görülmektedir.

5.4 İki Farklı Yöntem ile Elde Edilen Verilerin Yorumu:

Bu bölümde tezin amacına uygun olarak Bölüm 4.3 te tanıtılan tekrar kapama tekniği iki farklı yoldan denenmiş ve ulaşılan sonuçlar grafikleriyle birlikte verilmiştir.

İlk önce seçilen gerçek hat EMTP programında modellenmiş ve ulaşılan sonuçlar grafikleri ile birlikte ortaya konulmuştur. Bilindiği gibi simülasyonlarda gerçeğe yakın modelleme yapabilmek için oldukça fazla detaya ihtiyaç vardır. Bu tezde oluşturulan tekrar kapamalı hat modelinin simülasyonu ile ulaşılan sonuçlar ile

tanıtılan yöntem tarafından ortaya konulan konulan sonuçlar genel hatları itibarıyla birbirine yakın olmasına rağmen şekillerin bire bir örtüşmediği de bir gerçektir.

Şekiller arasında oluşan farklar muhtemelen, simulasyonda kullanılan ark modeli, rüzgar faktörü, gürültü faktörü gibi detay bilgilerin tezde ki modele tam olarak yansıtılamamasından kaynaklanmaktadır.

Gerçek hat verileri ile yapılan çalışmada ise ilgili hattın Gaziantep trafo merkezi tarafından kaydedilen arıza anı verileri Matlab programına aktararak kullanılmıştır. Gerçek hat verileriyle ulaşılan sonuçlarda da genel hatlarıyla HDI ve AETI gerçekleşmektedir. Bir başka ifade ile önerilen tekrar kapama tekniğindeki seçicilik fonksiyonu gerçek verilerde de işlevselliğini sürdürmektedir.

Gerçek verilerle yapılan çalışmada elde edilen grafikler ile önerilen teknik tarafında ortaya konulan grafiklerin birebir örtüşmemesi de gayet tabiidir. Çünkü gerçek verilerde bir periyodluk sinüs dalgası 32 örnekle oluşturulmaktadır halbuki önerilen tekniğin kullandığı simulasyon programında bu sayı 80 örnektir. Bundan başka gerçek veriler kaydedilirken kullanılan ölçü transformatörlerinin hata faktörü, gerçek hatlarda bulunan gürültü faktörü gibi engellenemeyen unsurlarda elde edilen grafiklerin şeklinde belirleyici olmaktadır.

6 SONUÇ ve GELECEĞE YÖNELİK ÇALIŞMALAR.

Bu tezde önce ülkemizdeki yüksek gerilimli enerji nakil hatlarında meydana gelen arızalar nitelik ve nicelik yönünden istatistiki verilerle ortaya konulmuştur.

Bu tür arızaların giderilmesinde bilinen bir teknik olan tek faz tekrar kapama tekniğinin ülkemizdeki uygulama şekli ve bu teknik üzerine yapılan çalışmalara bir bütün olarak ilgili bölümde verilmiştir. Tek fazlı tekrar kapama sistemlerindeki seçicilik faktörüne de dikkat çekilen bu bölümden sonra gerçek veriler ile bir modelleme yapılarak seçicilik faktörünü ön plana çıkaran bir tekrar kapama yöntemi bu model üzerinde denenmiştir. Ayrıca denenen bu yöntemin algoritması gerçek arıza çıktılarına da uygulanarak yöntemin gerçek arıza verilerindeki tutarlılığı da test edilmiştir. Yapılan bu çalışmalardan sonra ulaşılan sonuçları şu şekilde özetlemek mümkündür.

Yüksek gerilim hatlarında karşılaşılan arızaların büyük çoğunluğu geçici karakterlidir. Geçici arızaların tamamına yakını da tek faz toprak arızasıdır.

Bu istatistiki verilerin ortaya koyduğu bir başka gerçek de yüksek gerilim hatlarında karşılaşılan arızaların içinde sebebi meçhul arızaların oldukça büyük bir dilim teşkil etmesidir. Diğer bir anlatım ile oluşan arızaların sebebinin belirlenmesinde güçlük çekilmektedir.

Ülkemizdeki tek fazlı tekrar kapama sistemlerinin çalışma mantığında arızanın tipine yönelik (geçici veya kalıcı olması) bir seçicilik bulunmamaktadır. Ayrıca kullanılan rölelerde tekrar kapama zamanıyla ilgili de (ark sönüm zamanı) bir algoritma bulunmamaktadır. İstatistiki verilerde ise başarılı tekrar kapamaların oranı %60 civarındadır yani başarısız kapamalar %40 gibi azımsanmayacak bir seviyededir.

Ulaşılan tüm bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde ülkemizde kullanılan tek faz geri kapama sistemlerinde seçiciliğinin geliştirilmesi yadsınamaz bir zorunluluk olarak karşımızda durmaktadır.

Bu tezde ortaya konulan sonuçlar bu problemin çözümünden ziyade bundan sonra bu konuda çözüme yönelik çalışma yapacaklar için bir basamak teşkil edecektir.

Konu üzerinde yapılan çalışmalara her gün bir yenisi eklenmektedir. Daha detaylı araştırmalarla ulaşılabacak sonuçların bir proje dahilinde enerji iletim sistemimize entegre edilmesiyle ciddi kayıplara sebep olan bu sorunun etkilerinin minimize edilmesi olası gözükmemektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ÖZDEMİR, M., TABLAMACIOĞLU, C.: ‘Tekrar Kapamanın Güç Sistemlerine Etkisi’ 11.Elek. Elektronik Bil. Müh. Ulusal Kong., Eylül 2005
- [2] GOLSHAN, H., GOLBON N.: ‘Detecting secondary arc extinction time by analyzing low frequency of faulted phase voltage or sound phase current waveforms’ Electrical Engineering, 2005, 88:141 – 148
- [3] GEC Measurement: ‘Protective relays: application guide, 3rd edn. GEC Measurement’, 1987, UK
- [4] JOHNS, AT, AGGARWAL, R.K., SONG, Y.H.: ‘Imporoved techniques for modeling fault arcs on faulted EHV transmission system’, IEE Proc-GenTrans Distrib, 1994, 141:148-154
- [5] AGGARWAL, R.K., JOHNS, A.T., DUNN, R.W., FITTON, D.S.: ‘Neural network based adaptive single-pole auto reclosure tecnique for EHV transmission system, IEEE Proc-Gen Trans Distrib, 1994, 141:155-160
- [6] YU, I.K., SONG, Y.H.: ‘Wavelet transform and neural approach to developing adaptive single-pole auto-reclosing schemes for EHV transmission system, IEEE Power Eng Re, 1994, 62-64
- [7] BO, Z.Q., AGGARWAL, R.K., JOHNS A.T.: ‘A novel technique to distinguish between transient and permanent fault based on detection of current transients’, Proceeding of the 4th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, Hong Kong, 1997, pp 217-220
- [8] YAOZHONG, G., FANGHAI, S., YUAN, X.: ‘Prediction method for preventing single-phase reclosing on permanent fault’, IEEE Trans Power Del, 1989, 4:114-121
- [9] LIN, X., LIU, P.: ‘Method of distinguishing between instant and permanent fault of transmission lines based on fuzzy decision’, Proceedings of Conference on Energy Management and Power Delivery, 1998, vol 2, pp 455-460
- [10] AHN, S., KIM, C., AGGARWAL, R.K., JOHNS, A.T.: ‘An alternative approach to adaptive single-pole auto-reclosing in high voltage transmission

- system based on variable dead time control, IEEE Trans Power Del, 2001, 16:676-686
- [11] ANDERSON, P.A.: 'Power system protection', IEEE-McGraw-Hill, New York, 1999
- [12] KIMBARK, E.W.: 'Suppression of ground-fault arcs on single-pole-switched EHV lines by shunt reactors', IEEE Trans Power Apparatus Syst, 1968, 83:285-290
- [13] TEK İ.Ş.İ.D.Bşk. Röle Elektronik ve Test Müdürlüğü Batı Röle Elektronik Başmühendisliği, GÜRSEL, G.: 'Tekrar Kapama Röleleri, Kullanılışı, Tekrar Kapama Sürelerine Tesir Eden Faktörler, ve Teçhizat, Stabiliteye Tesiri', (28.10.1974 tarihli 33.3 EGT 7/3-5979 sayılı yazı ektir).
- [14] ŞENTÜRK, Ayşe: 'Yüksek Gerilimli Enerji iletim Hatlarında Arızalar ve Devre Kesicilerin Etkinlikleri', Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1990
- [15] BAYRAM, M.: Elektroteknik Mecmuası, Ağustos 1982, İTÜ
- [16] BAYRAM, M.: Elektroteknik Mecmuası, Eylül 1982, İTÜ
- [17] ÖZKAYA, M.: 'Yüksek Gerilim Tekniği', Cilt 2, 1988, Sayı 1367, İTÜ
- [18] BAYRAM, M.: 'Şebeke Arızaları ve Kısa Devre Hesapları', 1987
- [19] ALPERÖZ, N.: Elektrik Enerjisi Dağıtımı, 1987
- [20] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: 'Yıllık Arıza İstatistiği', 2000
- [21] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: 'Yıllık Arıza İstatistiği', 2001
- [22] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: 'Yıllık Arıza İstatistiği', 2002
- [23] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: 'Yıllık Arıza İstatistiği', 2003

- [24] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: ‘Yıllık Arıza İstatistiği’, 2004
- [25] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: ‘Yıllık Arıza İstatistiği’, 2005
- [26] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: ‘Yıllık Arıza İstatistiği’, 2006
- [27] Türkiye Elektrik İletim İşletmeleri Anonim Şirketi İletim Şebekeleri İşletme Bakım Dairesi Başkanlığı Röle ve Ölçü Aletleri Müdürlüğü: ‘Yıllık Arıza İstatistiği’, 2007
- [28] Kimbark, E.W.; Legate A.C.: “Fault Surge versus Switching Surge: A Study of Transient Overvoltages Caused by Line to Ground Faults”, *IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS 87, No. 9, September 1968, pp. 1762-1769
- [29] WILLHEIM, R., WATERS, M.: ‘Neutral grounding in high voltage transmission’ (Elsevier Publishing Co., New York, 1956).”
- [30] Greenwood, A.: *Electrical Transients in Power Systems*, J. Wiley, 1991, New York, 2nd ed.
- [31] Hocaoglu, M. H.: “Power Systems Transients and Earthing”, PhD Thesis, University of Wales, Cardiff School Engineering, 1999
- [32] IEC909: ‘Short Circuit Calculation in Three Phase ac Systems’, IEC, International Electrotechnic Commission publication, 1988 First edition.

ÖZ GEÇMİŞ

1964 yılında Çankırı da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı ilde tamamladı. Daha sonra sırasıyla A.Ü Çankırı MYO Elk. Bölümünü, A.Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümünü ve YTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümünü bitirdi ve GYTE Enerji Sistemleri bölümünde yüksek lisans yaptı. MEB da Elektrik öğretmeni ve idareci olarak uzun yıllar çalıştı halen İstanbul İl Milli Eğt. Müdürlüğünde Elektrik Mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

