

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**LİSANS TEZİ**

**PROJE ADI**

**ALİ EKEN**

**KOCAELİ 2018**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**ARAŞTIRMA PROBLEMLERİ**

**PROJE BAŞLIĞI**

**ALİ EKEN**

**Prof.Dr. Nevcihan Duru**  
**Danışman, Kocaeli Üniv.**

.....

**Doç.Dr. Sevinç İLHAN OMURCA**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Orhan AKBULUT**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 01.06.2018**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması,.....amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım ..... sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve destekleriyle katkıda bulunan hocam..... teşekkür ediyorum.

Tez çalışmamda gösterdiği anlayış ve destek için sayın..... teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana güç veren en büyük destekçilerim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs – 2018

Ali EKEN

Bu dokümandaki tüm bilgiler, etik ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilip sunulmuştur. Ayrıca yine bu kurallar çerçevesinde kendime ait olmayan ve kendimin üretmediği ve başka kaynaklardan elde edilen bilgiler ve materyaller (text, resim, şekil, tablo vb.) gerekli şekilde referans edilmiş ve dokümanda belirtilmiştir.

Öğrenci No: .....

Adı Soyadı: .....

İmza:.....

Öğrenci No: .....

Adı Soyadı: .....

İmza:.....

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
GİRİŞ .....	1
1. SAYISAL KORUMADA TEMEL KAVRAMLAR .....	3
1.1. Ayırık İşaretlerin Fazörel Gösterimi .....	3
1.2. Arıza Tipinin Belirlenmesi .....	6
2. İLETİM HATLARINDA EMPEDANSA DAYALI ARIZA YERİ BULMA ALGORİTMALARI.....	12
2.1. Tek Bara Ölçümlerini Kullanan Arıza Yeri Bulma Algoritmaları .....	13
2.1.1. Basit reaktans algoritması .....	13
2.1.2. Takagi algoritması.....	13
2.1.3. Geliştirilmiş Takagi algoritması.....	14
2.2. İki Bara Ölçümlerini Kullanan Arıza Yeri Bulma Algoritmaları .....	14
2.1.1. Basit arıza gerilimi eşitliği algoritması .....	14
2.1.2. Asimetrik arıza yeri bulma algoritması.....	15
2.1.3. Negatif bileşenler ile arıza yeri bulma algoritması .....	16
2.1.4. Simetrik arıza yeri bulma algoritması .....	17
3. EMPEDANSA DAYALI ARIZA YERİ BULMA ALGORİTMALARININ FARKLI TEST SİSTEMLERİNDE UYGULANMASI.....	20
3.1. Homojen Test Sistemi.....	20
3.2. Homojen Olmayan Test Sistemi .....	24
3.3. Homojen Olmayan Test Sistemi (Orta Uzun Hat Modeli - Pi Eşdeğer Devresi).....	28
4. SERİ KAPASİTÖRLÜ İLETİM HATLARINDA ARIZA YERİ TESPİTİ.....	33
5. SERİ KAPASİTÖRLÜ İLETİM HATLARI İÇİN PERFORMANSA DAYALI ARIZA YERİ BULMA ALGORİTMASI .....	37
5.1. Algoritmanın Temel Arıza Yeri Bulma Algoritmaları İle Karşılaştırması .....	41
5.2. Seri Kapasitörlü İletim Hatlarını Baz Alan Arıza Yeri Bulma Algoritmalarının Karşılaştırılması .....	45
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	48
KAYNAKLAR .....	53
EKLER.....	59
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER .....	68
ÖZGEÇMİŞ .....	69



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Yinelenen Fourier ifadesi .....	5
Şekil 1.2.	Simetrik bileşenlerin gösterimi a) pozitif bileşenler b) negatif bileşenler c) sıfır bileşenler .....	7
Şekil 1.3.	Şebekenin a) pozitif bileşen devresi b) negatif bileşen devresi c) sıfır bileşen devresi .....	8
Şekil 1.4.	Arıza öncesi, arıza anı ve arıza sonrası durum.....	9
Şekil 2.1.	İletim hattında arıza eşdeğer devresi .....	12
Şekil 3.1.	Homojen test sistemi .....	20
Şekil 3.2.	Homojen olmayan test sistemi .....	24
Şekil 3.3.	Homojen olmayan test sistemi(pi modeli) .....	28
Şekil 5.1.	Seri kapasitörlü iletim hattı .....	37
Şekil 5.2.	Arıza yerinin S barası ve seri kapasitör arasında olma durumu.....	38
Şekil 5.3.	Performansa dayalı alınan algoritmanın akış diyagramı .....	41
Şekil 5.4.	Seri kapasitörlü test sistemi.....	42
Şekil 5.5.	MOV ve seri kapasitörde ki akım değişimi.....	43

## TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Arıza tiplerine göre pozitif bileşen empedans eşitlikleri.....	10
Tablo 3.1. Homojen test sisteminde farklı uzaklıklardaki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları .....	21
Tablo 3.2. Homojen test sisteminde farklı arıza dirençlerindeki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları.....	23
Tablo 3.3. Homojen olmayan test sisteminde farklı uzaklıklardaki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları.....	25
Tablo 3.4. Homojen olmayan test sisteminde farklı arıza dirençlerindeki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları .....	26
Tablo 3.5. Homojen olmayan test sisteminde (orta uzun hat modeli - $\pi$ eşdeğer devresi) farklı uzaklıklardaki farklı arıza tipleri için yüzde hata oranları.....	29
Tablo 3.6. Homojen olmayan $\pi$ eşdeğer devreli test sisteminde farklı arıza dirençlerindeki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları .....	30
Tablo 4.1. Seri kompanzasyonun etkileri ve sonuçları.....	33
Tablo 4.2. Seri kompanze edilmiş iletim sistemleri için kullanılan bazı algoritmalar ve özellikleri .....	34
Tablo 5.1. Test sistemi parametreleri .....	42
Tablo 5.2. Test sisteminin simülasyon parametreleri .....	42
Tablo 5.3. Test sisteminin farklı uzaklıklardaki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları.....	44
Tablo 5.4. Test sisteminin farklı arıza dirençlerindeki faz-faz-toprak arıza tipi için yüzde hata oranları .....	45
Tablo 5.5. Seri kapasitörü dikkate alan algoritmaların karşılaştırılması .....	46
Tablo 5.6. Seri kapasitörü dikkate alan algoritmaların genel özellikleri.....	47



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$d_{capR}$	: Seri kapasitörün R barasına uzaklığı, (%)
$d_S$	: Arıza noktasının S barasına uzaklığı, (%)
$d_R$	: Arıza noktasının R barasına uzaklığı, (%)
$f_0$	: İşaretin frekansı, (Hz)
$f_S$	: Örnekleme frekansı, (Hz)
$I^0$	: Sıfır bileşen akımı, (A)
$I^1$	: Pozitif bileşen akımı, (A)
$I^2$	: Negatif bileşen akımı, (A)
$I_a$	: a fazı akımı, (A)
$I_{ab}$	: a fazı ve b fazı akımları farkı, (A)
$I_b$	: b fazı akımı, (A)
$I_{bc}$	: b fazı ve c fazı akımları farkı, (A)
$V_{ref}$	: Alınan referans gerilimi, (V)
$V_S$	: S barası (yakın/referans bara) gerilimi, (V)
$V_F$	: Arıza noktası gerilimi, (V)
$Z_{Cap-F}$	: Seri kapasitör ile arıza noktası arasındaki empedans, ( $\Omega$ )
$Z_L$	: Hat empedansı, ( $\Omega$ )
$Z_R$	: R barasından görülen thevenin empedansı, ( $\Omega$ )
$Z_S$	: S barasından görülen thevenin empedansı, ( $\Omega$ )

## Kısaltmalar

AC	: AlternativeCurrent (Alternatif Akım)
ANN	: ArtificialNeural Networks (Yapay Sinir Ağları)
DDA	: DeterministicDifferentialApproach (Deterministik Diferansiyel Yaklaşım)
FACTS	: FlexibleAlternativeCurrentTransmissionSystem (Esnek Alternatif Akım İletim Sistemi)
IEEE	: TheInstitute of ElectricalandElectronicsEngineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)

# İLETİM HATLARINDA EMPEDANS TABANLI ARIZA YERİ TESPİTİ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, iletim hatlarında arıza yeri tespiti için empedansa dayalı algoritmaları incelemek ve seri kompanze edilmiş hatlar için yeni bir algoritma geliştirmektir.

Öncelikle, tek yada iki baradan alınan ölçümleri kullanarak arıza yerini belirleyen temel algoritmalar tanımlanmıştır. Örnek test sistemleri üzerinde sistem ve arızaya ilişkin parametreler değiştirilerek, temel arıza yeri algoritmalarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sistem parametreleri hat modeli ve sistemin homojen olup olmama durumlarını kapsarken, arızaya ilişkin parametreler arıza tipi, konumu ve direnci olarak alınmıştır.

Seri kompanze edilmiş iletim hatlarında empedansa dayalı geliştirilmiş temel algoritmaların yeterli olmadığı, bu duruma özel algoritmaların gerekliliği bir uygulama ile gösterilmiştir. Bu özel algoritmalar incelenerek kısaca özetlenmiştir. Buradan hareketle, iletim hatlarında seri kompanzasyon durumunu dikkate alan performansa dayalı yeni bir arıza yeri tespiti algoritması bu tez kapsamında geliştirilmiştir.

Geliştirilen bu algoritma, hat bilgileri ve iki baradan alınan ölçümleri kullanarak iteratif olarak arıza yerini hesaplayan, bütün örneklerdeki sonuçları karşılaştırarak minimum hata ile bir sonuca ulaşan bir algoritmadır. Önerilen algoritma, hem temel algoritmalar hem de seri kompanze edilmiş iletim hatları için tasarlanmış, iki farklı algoritma türü ile çeşitli test sistemleri üzerinde denenmiş, alınan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Test sistemleri DigSILENT üzerinde modellenmiş ve kısıadevre analizleri yapılmış olup, bu sistemden alınan akım ve gerilim bilgileri MATLAB ortamında kodlanan algoritmalar için kullanılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Arıza Yeri Bulma Algoritmaları, İletim Hatları, MOV, PMU, Seri Kapasitör.