

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

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**LİSANS TEZİ**

**YAPAY ZEKA TEKNİKLERİNİN İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**PROBLEMLERİNDE KULLANIMI**

**ŞAHİN YURT**  
**TURGAY UYGUN**

**KOCAELİ 2011**

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

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**ARAŞTIRMA PROBLEMLERİ**

**YAPAY ZEKA TEKNİKLERİNİN İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**PROBLEMLERİNDE KULLANIMI**

**ŞAHİN YURT**  
**TURGAY UYGUN**

**Prof.Dr. Ahmet SAYAR**  
**Danışman, Kocaeli Üniv.**

.....

**Doç.Dr. Burcu KIR SAVAŞ**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Dr.Öğr.Üyesi Ali GÖK**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 07.05.2011**

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Bu tez çalışması lisans tezi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

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

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

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

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

Mayıs – 2011

Şahin YURT, Turgay UYGUN

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: 190201150

Adı Soyadı: Şahin Yurt

İmza: .....

Öğrenci No: 190201153

Adı Soyadı: Turgay Uygun

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 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 ALGORİTMALARININ FARKI.....	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 negatif sıfır bileşenler.....	7
Şekil 1.3.	Şebekenin 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

## TABLÖLER 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 hata oranları .....	29
Tablo 3.6. Homojen olmayan pi eşdeğer devreli test 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

$\alpha_{1,2,3}$	: Eğim için alınan açı, (°)
$\varphi$	: Aç, (°)
$\theta$	: Aç, (rad)
$d$	: Arıza noktasının referans baraya uzaklığı, (%)
$d_{capS}$	: Seri kapasitörün S barasına uzaklığı, (%)
$d_{capR}$	: 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)
$I_c$	: c fazı akımı, (A)
$I_{ca}$	: c fazı ve a fazı akımları farkı, (A)
$I_{cap}$	: Seri kapasitör üzerinden geçen akım, (A)
$I_F$	: Arıza noktasından geçen akım, (A)
$I_{FR}$	: Arıza noktasından geçen akımın R barasından gelen kısmı, (A)
$I_{FS}$	: Arıza noktasından geçen akımın S barasından gelen kısmı, (A)
$I_{önce}$	: Arıza öncesi akım, (A)
$I_R$	: R barasından çıkan akımı, (A)
$I_{ref}$	: Alınan referans akım, (A)
$I_S$	: S barasından çıkan akımı, (A)
$I_{süp}$	: Süperpozisyon akımı, (A)
$I_{süp}^*$	: Süperpozisyon akımının eşleniği, (A)
$R_F$	: Arıza noktası empedansı, ( $\Omega$ )
$X_L$	: Hat empedansının imajiner bileşeni, ( $\Omega$ )
$xd''$	: Senkron makinenin subtransientreaktansı, (pu)
$V^0$	: Sıfır bileşen gerilimi, (V)
$V^1$	: Pozitif bileşen gerilimi, (V)
$V^2$	: Negatif bileşen gerilimi, (V)
$V_a$	: a fazı gerilimi, (V)
$V_{ab}$	: a fazı ve b fazı gerilimleri farkı, (V)
$V_b$	: b fazı gerilimi, (V)
$V_{bc}$	: b fazı ve c fazı gerilimleri farkı, (V)
$V_c$	: c fazı gerilimi, (V)
$V_{ca}$	: c fazı ve a fazı gerilimleri farkı, (V)
$V_{cap}$	: Kapasitör öncesindeki bağlantı noktasının gerilimi, (V)
$V_R$	: R barası (uzak bara) gerilimi, (V)



## Kısaltmalar

AC	: AlternativeCurrent (Alternatif Akım)
ANN	: ArtificialNeural Networks (Yapay Sinir Ağları)
DDA	: DeterministicDifferentialApproach (Deterministik Diferansiyel Yaklaşım)
FACTS	: FlexibleAlternativeCurrentTransmissionSystem
IEEE	: Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
Im	: İmajiner
min	: Minimum
MOV	: Metal OxideVaristor (Metal Oksit Varistör)
PMU	: PhasorMeasurementUnit (Fazör Ölçüm Ünitesi)
R	: Receiving (Alan)
Re	: Reel
S	: Sending (Gönderen)
SC	: Series Capacitor (Seri Kapasitör)

# YAPAY ZEKA TEKNİKLERİNİN İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ PROBLEMLERİNDE KULLANIMI

## ÖZET

Yapay zeka teknikleri mühendislik çalışmalarında, daha çok optimizasyon için kullanılmakta ve diğer klasik yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmektedir. Bu çalışmada, inşaat mühendisliği sistemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan yapay zeka teknikleri, teknik yönleri ve temel prensipleri ile incelenmiştir. Son olarak yapay zeka tekniklerinin son beş yıl içerisinde inşaat mühendisliği alanındaki uygulamaları için literatür taraması yapılmış ve bu çalışmalar ve sonuçları hakkında bilgi sunulmuştur.

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 kısadevre analizleri yapılmış olup, bu sistemden alınan akım ve gerilim bilgileri MATLAB ortamında kodlanan algoritmalar için kullanılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yapay Zeka, İnşaat Mühendisliği, Optimizasyon, Akıllı Cihazlar.

## **AN EXAMPLE APPLICATION IN CLOUD COMPUTING AND EDUCATION**

### **ABSTRACT**

Purpose of this study is to examine impedance based algorithms on transmission lines for fault location and to develop a new algorithm for series compensated lines.

First of all, one and two end basic fault location algorithms are described. At a sample test system, results of the basic fault location algorithms are compared by changing system and fault related parameters. The system parameters consist of the line model and the cases of the system being homogeneous or nonhomogeneous while the fault related parameters are considered as fault type, fault location and fault resistance.

In the series compensated transmission lines, inadequacy of the basic impedance based fault location algorithms and necessity of a new particular fault location algorithm are shown by a simulation. The particular algorithms are analyzed and summarized. Then a new performance based algorithm is developed for the series compensated transmission lines in this thesis.

The developed algorithm iteratively estimates the fault location based on the calculated fault voltage and current using two end measurements and the line parameters, the algorithm can compare all the samples to attain a single outcome with minimal error. On the various test systems, the proposed algorithm is examined with two algorithm type, the basic algorithms and the particular algorithms designed for series compensated lines and the results are compared. The test systems are modeled and analyzed on DigSILENT and the gained current and voltage information is used in MATLAB for coded algorithms.

**Keywords:** Cloud Computing, Pipelines, Education, Sql, Azure, Database.

## GİRİŞ

Her geçen yıl bilgisayar alanında büyük değişimler meydana gelmektedir. Boyutları büyük, işlevleri sınırlı bilgisayarlar ile başlayan çağ, işlem gücü yüksek taşınabilir bilgisayarlara doğru uzanan bir çizgi izlemiştir.

1980’li yıllarda kişisel bilgisayarların piyasaya girişi, bilişim dünyasında büyük bir değişime öncülük etmiştir. Kişisel bilgisayarlar evlerde, ofislerde ve günlük hayatın her alanında; hem iş amacıyla hem de kişisel amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmış ve sayıları hızla artmıştır. Günümüzde kişisel bilgisayarların kullanılmadığı bir alan düşünmek neredeyse imkânsızdır. Kişisel bilgisayarların yetenekleri hızla artarken, boyutları da giderek küçülmüş; taşınabilir bilgisayarlar ve cep bilgisayarları kullanıma sunulmuştur.

İnternetin ortaya çıkışı ve yaygınlaşması haberleşme ve veri alışverişinde önemli gelişmeler meydana getirmiştir. Belli merkezlerde depolanan veriler internet ağı üzerinden geniş bir kullanıcı kitlesine sunulmaya başlanmış; veri merkezlerinde hapsolmuş veriler internet ile dış dünyaya açılmıştır. Ofis ve evlerde kullanılan bilgisayarlar ve ardından taşınabilir cihazlarda internet kullanımı hızla yaygınlaşmıştır. Kullanıcı tarafındaki hızlı tüketim doğrultusunda web standartları da yeniden şekil almaya başlamış, yeni web teknolojileri ve servisleri ortaya çıkmıştır. Web 1.0 ve Web 2.0 arasında SOAP ve Point-to-Point (P2P) gibi teknolojiler kullanıma sunulmuş; günümüze doğru gelindiğinde, Web 2.0 ve 3.0 arasında zengin internet uygulamaları gündeme gelerek, iş uygulamaları hazırlanmaya başlanmıştır (Atay, 2010).

Süreç içerisinde kullanıcı talepleri; uygulamaları, zaman, mekan ve platformdan bağımsız olarak kullanabilme yönünde gelişmiştir. Bu isteklere cevap verebilmek için, “bulut bilişim (cloud computing)” adı verilen yeni bir oluşum gündeme gelmiştir.

### 1. SAYISAL KORUMADA TEMEL KAVRAMLAR

İletim hatlarında, arıza yerini belirlemek için, temel olarak bir veya iki baradan alınan gerilim ve akım ölçümleri, iletim hattı bilgileri bilinmelidir. Buradan da anlaşılabileceği gibi arıza yerinin tespit edilebilmesi için ilk adım baradan okunan akım ve gerilim verilerini irdelemektir.

### **1.1. Ayırık İşaretlerin Fazörel Gösterimi**

Empedans tabanlı arıza yeri bulma algoritmaları, fazörel akım ve gerilim değerlerine ihtiyaç duyarlar. Baralardan okunan akım ve gerilim değerleri, zaman domenindedirler. Bu verilerin, empedans tabanlı algoritmalarda kullanılabilmesi için öncelikle frekans domenine dönüştürülmeleri gerekmektedir. Fazörel dönüşüm için, öncelikle örnekleme tanımının bilinmesi gerekir. Baradan alınan akım ve gerilim analog işaretlerinin, süreksiz özellikteki ayırık işaretlere dönüştürülmesi gerekmektedir, bu duruma örnekleme denilmektedir. Bu şekilde sinüzoidal dalga, örnekleme aralıklarıyla tanımlanarak işlem ve hafıza kullanımı azaltılır, böylece veriyi kullanan röle ve bilgisayar gibi işlemcilerin veri yükü azalır.

### **1.2. Arıza Tipinin Belirlenmesi**

Bütün arıza tiplerinde arıza yeri tespitinin sadece faz bileşenleri ile yapılması genel olarak mümkün değildir. Faz bileşenlerini kullanan arıza yeri algoritmaları, özellikle toprak arızalarında simetrik bileşenlerden de faydalanırlar. Bunun dışında, sadece simetrik bileşenleri kullanarak arıza analizi yapan algoritmalar da bulunmaktadır. Bu nedenle arıza yeri tespiti algoritmalarına giriş yapmadan önce simetrik bileşenlerin bilinmesi gerekir.

Simetrik bileşenler, dengeli olmayan faz değerlerinin üç farklı simetrik bileşen ile değiştirilmesi durumudur. Pozitif bileşen 1 indisi, negatif bileşen 2 indisi ve sıfır bileşen 0 indisi ile gösterilir. Pozitif ve negatif simetrik bileşenlerden farklı olarak, sıfır simetrik bileşenlerin arasında açı farkı yoktur ve bazı dengeli olmayan arıza tipleri incelendiğinde bu bileşenler ile karşılaşılır.

Bozulmuş verileri ayıkladıktan sonra yapılması gereken, arıza sonrası kısmın belirlenerek verilerin kullanılan algoritmaya uygun hale getirilmesidir. Arıza sonrası durumu tespit etmenin en temel yollarından biri, toplam hat empedansı ile baradan alınan gerilim ve akımdan elde edilen empedansın karşılaştırılması şeklindedir. Eğer bu hesaplanan empedans, toplam hat empedansından küçük değerde ise arızadan sonraki durum olduğu anlaşılır. Ancak bu empedans hesabı, iletim sistemleri üç fazlı olduğundan arıza tipi dikkate alınarak yapılır.

## **2. İLETİM HATLARINDA EMPEDANSA DAYALI ARIZA YERİ BULMA ALGORİTMALARI**

İletim hatlarında arıza yeri bulma algoritmaları, genel olarak iki kısma ayrılabilir. Bunlar tek bara ölçümlerini kullanan algoritmalar ve iki bara ölçümlerini kullanan algoritmalar.

Tek bara ölçümlerini kullanan algoritmalar, tek bir referans baradan alınan veriler yardımıyla ve dolayısıyla daha az veri ile arıza yerini belirlerler. Ancak kullandığı veri sınırlı olduğundan, iki bara ölçümlerini kullanan algoritmalarından daha fazla hata payları vardır. Buna rağmen, arıza yeri ve uzak bara arasındaki etkenlerden (seri kapasitör, admitans etkileri gibi), bu algoritmaların doğruluğunu etkilemez, bu yüzden referans alınan baraya yakın oluşan arızalarda arıza yeri bulma isabeti daha yüksektir. İki bara ölçümlerini kullanan algoritmaların doğruluğu yüksektir ve arıza yeri uzaklığından tek bara ölçümlerini kullanan algoritmalar kadar etkilenmezler, ancak her baradan senkronize ölçüm alması gerektiğinden maliyeti yüksektir.

### **2.1. Tek Bara Ölçümlerini Kullanan Arıza Yeri Bulma Algoritmaları**

#### **2.1.1. Basit reaktans algoritması**

Bu algoritmanın doğruluğu,  $I_F$  ve  $I_S$  akımlarının aynı açıda veya Rdeğerinin sıfır olmasına bağlıdır.

#### **2.1.2. Takagi algoritması**

Takagi metodu, güç akışı ve arıza direncinin etkilerini azaltarak basit reaktans algoritmasını geliştirmeyi amaçlar. Ancak algoritma, bu geliştirme için arıza öncesi akıma ihtiyaç. Bu varsayım homojen sistemler için geçerlidir, ancak bunun dışındaki sistemlerde bu iki akımın arasındaki açı arttıkça hata oranı da artacaktır.

### **2.1.3. Geliştirilmiş Takagi algoritması**

Toprak arızalarında, Takagi algoritmasındaki süperpozisyon akımı yerine sıfır bileşen akımını kullanarak, arıza öncesi akım ihtiyacının kaldırılması amaçlanmıştır. Hatta bu algorithmada, kaynak empedansları biliniyorsa açılı doğrulama işlemi de yapılabilir.

## **2.2. İki Bara Ölçümlerini Kullanan Arıza Yeri Bulma Algoritmaları**

### **2.1.1. Basit arıza gerilimi eşitliği algoritması**

Arıza yeri bulma algoritmalarında ölçülen akım ve gerilim değerleri, sadece fazörel olarak değil, fazörel değerleri simetrik bileşenlere ayırarak da kullanılabilirler. Simetrik bileşenler kullanılarak, arıza yeri tespitinde sıfır, pozitif ve negatif bileşenlerin sonuca etkisi dikkate alınmalıdır.

### **2.1.2. Asimetrik arıza yeri bulma algoritması**

Arıza yeri bulma algoritmalarında ölçülen akım ve gerilim değerleri, sadece fazörel olarak değil, fazörel değerleri simetrik bileşenlere ayırarak da kullanılabilirler. Simetrik bileşenler kullanılarak, arıza yeri tespitinde sıfır, pozitif ve negatif bileşenlerin sonuca etkisi dikkate alınmalıdır. Sıfır bileşen değerleri, genellikle kullanılmak istenmez bunun nedeni havai hatlarda sıfır bileşen değerlerinin belirsiz olarak düşünülmesidir. Ayrıca pozitif simetrik bileşenlerde, hattın şönt admitans etkisi daha fazla olduğundan negatif simetrik bileşenlerin kullanımı tercih edilir.

### **3. EMPEDANSA DAYALI ARIZA YERİ BULMA ALGORİTMALARININ FARKLI TEST SİSTEMLERİNDE UYGULANMASI**

Bölüm 2de ele alınan algoritmalar bu bölümde homojen, homojen olmayan ve orta uzun iletim hattı modeli kullanılmış sistemlerde farklı arıza uzaklığı, arıza direnci ve arıza tipleri ile test edilerek, algoritmanın farklı etkenler altındaki hata oranları belirlenecektir. Bu sayede farklı durumlarda ve sistemlerde, hangi arıza algoritmasının kullanılmasının daha uygun olacağının analizi yapılabilecektir.

#### **3.1. Homojen Test Sistemi**

Homojen sistem, kaynak empedanslarının açısının, hat empedansı açısına eşit olma durumu olarak açıklanabilir



## KAYNAKLAR

- [1] Takagi T., Yamakoshi Y., Yamaura M., Kadow R., Matsushima T., Development of A New Type Fault Locator Using The One-Terminal Voltage and Current Data, *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, 1982, **PAS-101**(8), 2892-2898.
- [2] Gale P. F., Crossley P. A., Bingyin X., Yaozhong G., Cory B. J., Barker J. R. G., Fault Location Based on Travelling Waves, *Fifth International Conference on Developments in Power System Protection*, York, United Kingdom, 30 March-01 April 1993.
- [3] Iżykowski J., *Fault Location on Power Transmission Lines*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2008.
- [4] Lewis L. J., Traveling Wave Relations Applicable to Power-System Fault Locators, *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 1951, **70**(2), 1671-1680.
- [5] Aurangzeb M., Crossley P. A., Gale P., Fault Location on a Transmission Line Using High Frequency Travelling Waves Measured at a Single Line End, *IEEE Power Engineering Society Winter Meeting*, 2000, **4**, 2437-2442.
- [6] Lopes F. V., Fernandes D., Neves W. L. A., Fault Location on Transmission Lines Based on Travelling Waves, *International Conference on Power Systems Transients (IPST2011)*, Delft, Netherlands, 14-17 June 2011.
- [7] Sioziny V., Urniezius R., Transmission Line Protection and Fault Location Based on Travelling Wave Measurement, *Elektronika ir Elektrotechnika*, 2013, **19**(9), 21-24.
- [8] Saha M. M., Izykowski J., Rosolowski E., *Fault Location on Power Networks*, Springer, London, 2010.
- [9] Zimmerman K., Costello D., Impedance-Based Fault Location Experience, *58th Annual Conference for Protective Relay Engineers*, College Station, Texas, USA, 5-7 April 2005.
- [10] Yin H., Fan L., PMU Data-Based Fault Location Techniques, *North American Power Symposium (NAPS)*, Arlington, Texas, USA, 26-28 September 2010.
- [11] Preston G., Radojevic Z. M., Kim C. H., Terzija V., New Settings-Free Fault Location Algorithm Based on Synchronised Sampling, *IET Generation, Transmission & Distribution*, 2011, **5**(3), 376-383.
- [12] Zhang Q., Zhang Y., Song W., Yu Y., Transmission Line Fault Location for Phase-to-Earth Fault Using One-Terminal Data, *IEE Proceedings-Generation, Transmission and Distribution*, 1999, **146**(2), 121-124.

- [13] Quingchao Z., Yao Z., Wennan S., Yixin Y., Zhigang W., Fault Location of Two-Parallel Transmission Line for Non-Earth Fault Using One-Terminal Data, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 1999, **14**(3), 863-867.
- [14] Saha M. M., Izykowski J., Rosolowski E., Balcerek P., Fulczyk M., Accurate Location of Faults on Series-Compensated Lines with Use of Two-End Unsynchronised Measurements, *IET 9th International Conference on Developments in Power System Protection*, Glasgow, Scotland, 17-20 March 2008.
- [15] Funabashi T., Otoguro H., Mizuma Y., Dube L., Ametani A., Digital Fault Location for Parallel Double-Circuit Multi-Terminal Transmission Lines, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2000, **15**(2), 531-537.
- [16] Izykowski J., Rosolowski E., Balcerek P., Fulczyk M., Saha M. M., Accurate Noniterative Fault-Location Algorithm Utilizing Two-End Unsynchronized Measurements, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2011, **26**(2), 547-555.
- [17] Pereira C. E. M., Zanetta L. C., Fault Location in Multitapped Transmission Lines Using Unsynchronized Data and Superposition Theorem, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2011, **26**(4), 2081-2089.
- [18] Liu C., Lin T., Yu C., Yang Z., A Fault Location Technique for Two-Terminal Multisection Compound Transmission Lines Using Synchronized Phasor Measurements, *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2012, **3**(1), 113-121.
- [19] Vieira D. A. G., Oliveira D. B., Lisboa A. C., A Closed-Form Solution for Untransposed Transmission-Lines Fault Location With Nonsynchronized Terminals, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2013, **28**(1), 524-525.
- [20] Vyas B., Maheshwari R. P., Das B., Protection of Series Compensated Transmission Line: Issues and State of Art, *Electric Power Systems Research*, DOI: 10.1016/j.epsr.2013.09.017.
- [21] Pašić J., Series Compensated Lines—Fast Detection of Energy Flow Direction, *18th International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 16-18 June 2011.
- [22] Gajbhiye R. K., Gopi B., Kulkarni P., Soman S. A., Computationally Efficient Methodology for Analysis of Faulted Power Systems With Series-Compensated Transmission Lines: A Phase Coordinate Approach, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2008, **23**(2), 873-880.
- [23] Yu C., Liu C., Yu S., Jiang J., A New PMU-Based Fault Location Algorithm for Series Compensated Lines, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2002, **17**(1), 33-46.
- [24] Saha M. M., Izykowski J., Rosolowski E., Kasztenny B., A New Accurate Fault Locating Algorithm for Series Compensated Lines, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 1999, **14**(3), 789-797.

## **KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER**

**Çapar A.**, Arsoy Basa A., A Performance Oriented Impedance Based Fault Location Algorithm for Series Compensated Transmission Lines, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, DOI: 10.1016/j.ijepes.2015.02.020.

**Çapar A.**, Arsoy Basa A., Evaluating Accuracy of Fault Location Algorithms Based on Terminal Current and Voltage Data, *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, DOI: 10.12720/ijeee.3.3.202-206.

## ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Kara 1988’de Balıkesir’de doğdu. Lise öğrenimini lisede tamamladı. 2007 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

