

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

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**LİSANS TEZİ**

**İnsan Bilgisayar Etkileşimi**

**Abdullah Yüce**

**KOCAELİ 2020**

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

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**ARAŞTIRMA PROBLEMLERİ**

**İnsanların Doğrudan Yaşamına Teknoloji Entegrasi**

**Abdullah Yüce**

**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: 01.01.2020**



## 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 – 2020

Abdullah Yüce

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: 190202009

Adı Soyadı: Abdullah Yüce

İmza:.....



# 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:** Bilgisayar Algoritmaları, teknoloji Hatları, MOV, PMU, Seri Kapasitör.

# **A NEW APPROACH FOR IMPEDANCE BASED FAULT LOCATION ON TRANSMISSION LINES**

## **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:** Fault Location Algorithms, Transmission Lines, MOV, PMU, Series Capacitor.



## GİRİŞ

Güç sisteminde bir arıza oluştuğunda, maddi kayıp ve can kaybı oluşmasını önlemek için, arızalı kısmın/bölgenin sistemden en kısa zamanda ayrılması sağlanmalıdır. Arıza giderildikten sonra, arızaya neden olan etkeni belirleyebilmek için arıza yeri bulunmalıdır. Arıza yeri tespiti için, yakın ya da uzak baradan ölçülen akım ve gerilim değerleri kullanılır. Temel arıza yeri tespiti için, yıllar içerisinde birçok çalışma geliştirilmiştir [1-3]. İlk çalışmalar ağırlıkla, yürüyen dalga algoritmalarını baz almıştır [4-7]. Yürüyen dalga algoritmaları arıza tipi, arıza dirençleri, arıza başlangıç açıları ve kaynak empedansları gibi değişkenlerden etkilenmeyecek şekilde geliştirilmiştir. Ancak yüksek örnekleme frekansı gereksinimi, örnekleme penceresi seçiminde karşılaşılan zorluklar, arıza yeri ve uzak baradan yansıyan dalgaların birbirlerinden ayırt edilmesinde yaşanan zorluklar, yeni algoritma çalışmalarına zemin oluşturmuştur [8].

Yürüyen dalga algoritmalarında yaşanan zorluklar, tek bara ve iki bara ölçümlerini kullanan empedansa dayalı algoritmaları ön plana çıkarmıştır [9, 10]. Empedansa dayalı algoritmalar, basit olarak hat empedansını gerçek ve hesaplanan değerlerin karşılaştırılmasında baz alarak arıza yerini tespit etmeyi amaçlar [11].

Tek bara ölçümlerini kullanan algoritmalar basit, az maliyetli, uzak baranın etkilerinin arıza yeri tespiti sonuçlarını değiştirmeyeceği algoritmalarlardır. Ancak arıza yeri bulma doğruluğu, iki bara ölçümlerini kullanan algoritmaların altındadır [12, 13].

İki bara ölçümlerini kullanan algoritmalar, daha düşük arıza yeri tespiti hata oranına sahiptir, özel uygulamalar için (seri kapasitör, FACTS, transpoze olmamış hatlar gibi) daha kolaylıkla adapte edilebilirler [14-19].

Elektrik enerjisi talebinde, süregelen artış ve iletim hattının termal limitlerine kadar enerji transferi gerekliliği, iletim sistemlerinde hızlı gelişmelere yol açmıştır [20]. Bu durum, iletim hatlarında güç transferi kabiliyetini, iletim kayıplarını, güç sistemi kararlılığını ve gerilim kontrolünü iyileştirme amacıyla, seri kapasitörler kullanımı gerekliliğini doğurmuştur [21]. Ancak iletim hatlarında kullanılan seri kapasitör, temel arıza yeri bulma algoritmalarının arıza yerini yüksek hata ile tespit etmesine yol açmaktadır. Bunun nedeni, seri kapasitör ve seri kapasitöre paralel bağlı, doğrusal olmayan MOV'dur [22].

MOV ve seri kapasitörün, arıza durumundaki davranışlarından dolayı, seri kapasitörlü iletim hatları için özel algoritmalar geliştirilmiştir. Seri kapasitörlü iletim hatları için fazörel [3, 8, 14, 23-27], yürüyen dalga teorisi [28, 29] ve zaman domenli hat modeline dayalı [30-33] algoritmalar bulunmaktadır. Bu algoritmalara ek olarak hibrit yapay zeka uygulamaları [34-42] da vardır.

Empedansa dayalı algoritmalara genel örnekler verilerek, bu algoritmaların güç sistemlerindeki çalışma karakteristiğini görmek ve buna bağlı olarak kaynak empedansları, hat empedansı, arıza direnci, arıza tipi, arıza uzaklığı gibi değişkenlerinden doğacak etkiler yorumlanmıştır. Yapılan uygulamalar ile algoritmaların bu değişkenler altında gösterdiği hata oranları hesaplanarak, hangi sistemlerde ve hangi şartlarda kullanılabileceği, algoritmaların bu test sistemlerindeki sonuçları baz alınarak anlaşılır. Bölüm 1'de, sayısal koruma ve arıza analizinin temel konuları ele alınmıştır.

Bölüm 2'de ise, yaygın olarak kullanılan temel bir ve iki bara ölçümlerini kullanan algoritmalar teorik olarak verilmiştir, Bölüm 3'te bu algoritmalar, farklı test sistemlerinde denenmiştir. Bölüm 4'te seri kapasitörlü iletim hatlarında, arıza yeri tespiti için kullanılan algoritmaların genel özellikleri verilmiştir. Bölüm 5'te ise, seri kapasitörlü iletim hatlarında kullanılmak üzere geliştirilen frekans domeninde çalışan performansa dayalı bir algoritma sunulmuştur. Ayrıca geliştirilen algoritma Bölüm 5.1'de, genel arıza yeri bulma algoritmaları ile bir test sisteminde denenerek, seri kapasitörlü iletim hatlarında kullanılmak üzere bir algoritma geliştirmenin gerekliliği ispat edilmiştir. Bölüm 5.2'de ise, seri kapasitörlü iletim hatları için geliştirilen