

KOJENERASYON SİSTEMİ İÇEREN ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNDE DALGACIK YÖNTEMİ İLE ARIZA YERİ BELİRLEME

Özenc SÖZEN¹

Mustafa BAĞRIYANIK²

¹Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği

İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul

²Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü

İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul

¹e-posta: ozencsozen@yahoo.com

²e-posta: bagriy@elk.itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Kojenerasyon, Arıza yeri, Dalgacık yöntemi

ABSTRACT

This paper presents a fault location study using wavelet transform techniques on an electrical distribution system. On distribution systems, which include cogeneration units, fault location estimation is very important. The wavelet transform and travelling waves approaches can be used to estimate fault location. In estimation process the choice of appropriate wavelet function can effect estimated location of fault. In this study, it is proposed to determine appropriate mother wavelet to minimize the error in finding location of a fault on a electrical distribution system. Debuchies 4, Debuchies 8 and Haar are considered as wavelet function and the obtained results on an example system are given.

1. GİRİŞ

Günümüzde enerji sektöründe yaşanan hızlı gelişmeler ve artan enerji talebi dağıtım enerji üretim yöntemlerini önemli ölçüde arttırmıştır. Bununla beraber özellikle elektrik enerji dağıtım şebekelerinde yaşanan problemler bünyelerinde kojenerasyon (ısı güç) üniteleri barındıran tesisleri olumsuz etkilemektedir. Dağıtım sisteminde yaşanan elektriksel arızalar, dağıtım sistemini etkilemekte ve şebekenin tüm yükü kojenerasyon sistemine kalabilmektedir. Bu durum kojenerasyon sisteminin kararsız hale gelmesine ve tesisin devre dışı kalmasına neden olmaktadır.

Bu nedenle elektrik dağıtım sisteminde oluşan arızaların doğru şekilde algılanarak, mümkün olan en kısa sürede giderilmesi gerekmektedir. Bu açıdan dağıtım sistemi hatlarında meydana gelen arızanın yerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. En az hata ile belirlenecek olan arıza yeri hem zamandan tasarruf sağlayacak hem de maliyetleri önemli ölçüde azaltacaktır.

Günümüzde arıza yeri belirlemek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar üç ana gruba ayrılabilir. Bu metotlardan ilki, temel frekanstaki gerilim ve akım ile empedans ölçümüne dayanan yer belirleme, bir diğeri geçici yüksek frekanslı işaretlere dayalı yer belirleme ve sonuncu olarak yürüyen dalgalar ile mesafe tayinine dayanmaktadır [1-4].

Özellikle uzun iletim hatlarında empedans ölçümüne dayalı mesafe tayini oldukça verimli sonuçlar vermesine karşın, dağıtım sistemi gibi kısa ve karmaşık şebekelerde empedans ölçümü verimli sonuç verememektedir. Ayrıca dinamik yükler ve değişken empedanslı arızalar durumunda verim düşüktür [5].

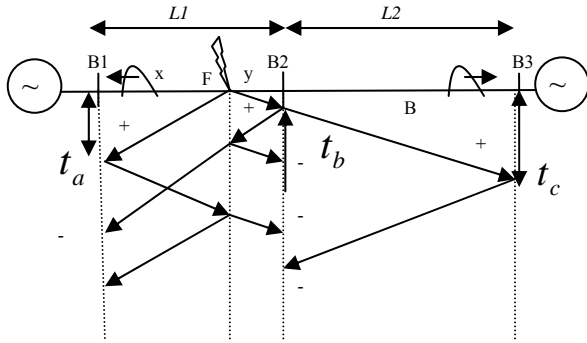
Bu bildiride elektrik dağıtım sisteminde arıza yerinin yürüyen dalgalar ve dalgacık (wavelet) yöntemlerine dayalı olarak belirlenmesi incelenmiştir. Arıza yeri belirlemede kullanılan dalgacık fonksiyonu etkilerini incelemek amacı ile üretim birimi (kojenerasyon tesisi) içeren bir örnek elektrik dağıtım sistemi göz önüne alınmıştır. Örnek dağıtım sistemi üzerinde arıza yerleri, farklı dalgacık fonksiyonları kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

2. UYGULANAN YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan yöntem, yürüyen dalgalar ile arıza mesafesi tayinine dayanmaktadır. Yürüyen dalgalar ile mesafe hesaplamaları, arıza anında meydana gelen darbe dalgalarının elektrik dağıtım sistemi üzerinde bulunan baralara (ölçüm noktalarına) ulaşması ve yansımaları arasında geçen sürenin ölçümüne dayanan bir yöntemdir. Parametreleri ve dalganın ilerleme hızının bilindiği bir hatta, farklı noktalara yansıyan dalgaların ulaşım süreleri kullanılarak arıza yeri hesaplanabilir. Bunun için öncelikle oluşan darbe dalgalarının ulaşım süreleri belirlenmeli ve eşzamanlı (senkron) edilmelidir. Bu amaçla küresel yer bulma sisteminden (GPS, Global Positioning System) yararlanılabilir [1-3]. Küresel yer

bulma sistemi sayesinde yeryüzündeki uydulardan faydalanarak nanosaniye mertebelerinde sinyaller eş zamanlı hale getirilebilmektedir [3].

Enerji sistemlerinde oluşan dalgalar, buldukları hat üzerinde, hattın karakteristik empedansına bağlı olarak ilerlemektedirler. Şekil-1 de verilen Bewley-Lattice diyagramında da görüleceği üzere hat üzerinde oluşan F arızasından kaynaklanan dalgaların B1, B2 ve B3 baralarına varış zamanları $t_a, t_b, ve t_c$ F arızasının baralara olan uzaklığı ile değişmektedir [1]. Bewley-Lattice diagramında verilen F arızasından kaynaklanan darbe dalgaları, B1 barasına t_a , sürede, B2 barasına t_b sürede ve B3 barasına ise t_c sürede varmaktadır. B2 barasının B1 barasına olan mesafesi $L1$, B2 barasının B3 barasına olan mesafesi ise $L2$ dir.



Şekil 1 Bewley-lattice diagramı

Buna göre $L1$ hattı üzerinde, F noktasında meydana gelen arızanın B1 barasına olan x uzaklığı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$x = \left(\frac{t_a - t_b}{2} \right) \cdot v + \frac{L1}{2} \quad (1)$$

Burada v , hat üzerindeki dalganın yayılma hızı, t_a ve t_b dalgaların baralara varış zamanları, $L1$ ise hat uzunluğudur.

Aynı şekilde F arızasının B2 barasına olan y mesafesi ise;

$$y = \left(\frac{t_b - t_a}{2} \right) \cdot v + \frac{L1}{2} \quad (2)$$

formülü ile hesaplanır [1].

Hesaplamalarda önemli olan noktalardan birisi de eşzamanlılıktır. Hat üzerinde bulunan ölçüm noktalarına ulaşan dalgaların eş zamanlı olarak

değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece zaman kaymaları daha net olarak anlaşılacak ve yapılan hata en aza indirgenecektir. Mümkün olan en az hata için ölçüm noktasının aldığı örnek miktarı oldukça önem taşımaktadır.

Yürüyen dalgalar yaklaşımı kullanılarak yapılan arıza yeri belirleme çalışmasında, akım ve gerilimdeki darbe işaretleri (arıza darbesi), dalgacık teorisinden yararlanılarak belirlenebilir. Dalgacık yöntemi kullanılarak yapılacak işaret analizinde kullanılacak dalgacık fonksiyonunun (anne dalgacık) seçimi önemlidir. Bu çalışmada dalgacık fonksiyonları olarak Debuchies ailesinden DB4 ve DB8 dalgacıkları ve Haar dalgacığı göz önüne alınmıştır.

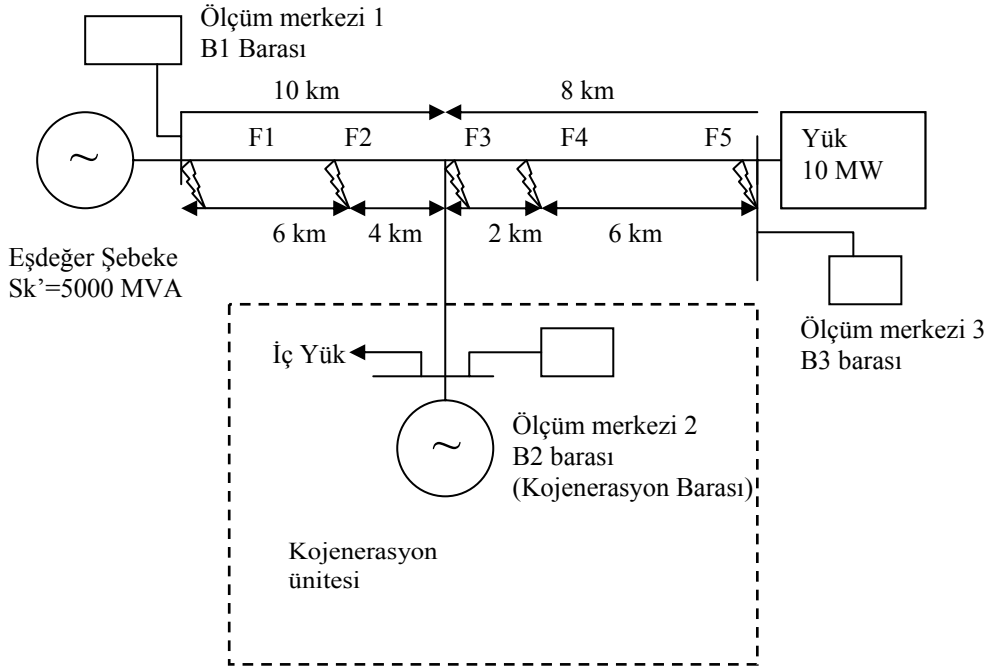
Bu çalışmada temel frekanstaki gerilim işaretine ayrık dalgacık yöntemi uygulaması sonucunda yaklaşım ve detay olmak üzere iki ayrı işaret elde edilir. Elde edilen bu detay işareti üzerinde, temel frekanstaki arıza anında oluşan ani gelişimler rahatlıkla görülebilmektedir. Detay üzerinde ortaya çıkan bu işaret, farklı ölçüm noktalarına farklı zamanlarda ulaşmaktadır. Böylece zaman farklılıklarından yararlanılarak hat üzerinde meydana gelen arıza yeri (1) ve (2) eşitlikleri ile hesaplanmaktadır.

3. KULLANILAN MODEL

İncelemeler için bünyesinde yük, kojenerasyon birimi ve eşdeğer sistem barası içeren bir örnek orta gerilim elektrik dağıtım sistemi oluşturulmuştur. Örnek sistem şeması şekil-2 de gösterilmiştir. Ülkemizde sıkça kullanılan gerilim seviyesi olan 34,5 kV seviyesinde tasarlanmış olan bu örnek sistem üzerinde simülasyonlar Matlab kullanılarak gerçekleştirilmiştir [6].

Test sistemi üzerinde gerçekleştirilen simülasyonlarda örnekleme zamanı olarak $1\mu s$ alınmıştır. Dalgacık fonksiyonu olarak Debuchies 4 (Db4), Debuchies 8 (DB8) ve Haar kullanılmıştır. Hesaplama yöntemi olarak (1) ve (2) formüllerinden yararlanılmıştır.

Şekil-2 de verilen model üzerinde F1, F2, F3, F4 ve F5 olmak üzere toplam 5 adet farklı arıza durumu göz önüne alınmıştır. Simülasyon süresi 0.1 s dir. (50 Hz için 5 periyot). Hat üzerinde iki faz toprak arızaları $t=0,031$ s de meydana getirilmiştir. Tüm arızalar 0.001Ω luk arıza direnci ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2 Kullanılan model sistem

4. SİMULASYON SONUÇLARI

Yapılan simülasyonlarda elde edilen sonuçlar ve hata değerleri tablolar ile verilmiştir. Tablo-1 ve 2 sistemin sırasıyla DB4 ve DB8 dalgacık fonksiyonu kullanılarak hesaplanan arıza mesafesi ve hata yüzdeleri göstermektedir. Aynı arızanın bu sefer Haar dalgacığı için yapılan hesaplama durumunda elde edilen sonuçlar tablo 3 de sunulmuştur.

Tablo-1 sistemin DB4 dalgacık fonksiyonu kullanılarak hesaplanan arıza mesafesi ve hata yüzdeleri.

Arıza No	Gerçek Mesafe [km]	Hesaplanan Mesafe [km]	Hata [%]
F1	10	9,93	0,7
F2	4	4,13	3,25
F3	0	0,07	0,7
F4	2	1,97	1,5
F5	8	8,06	0,75

Tablo-2 Sistemin Debuchies 8 (DB8) dalgacık fonksiyonu kullanılarak hesaplanan arıza yerleri ve yüzde hataları.

Arıza No	Gerçek Mesafe [km]	Hesaplanan Mesafe [km]	Hata [%]
F1	10	9,93	0,7
F2	4	4,13	3,25
F3	0	0,07	0,7
F4	2	1,97	1,5
F5	8	8,06	0,75

Tablo-3 Sistemin Haar dalgacık fonksiyonu kullanılarak hesaplanan arıza yerleri ve hata yüzdeleri.

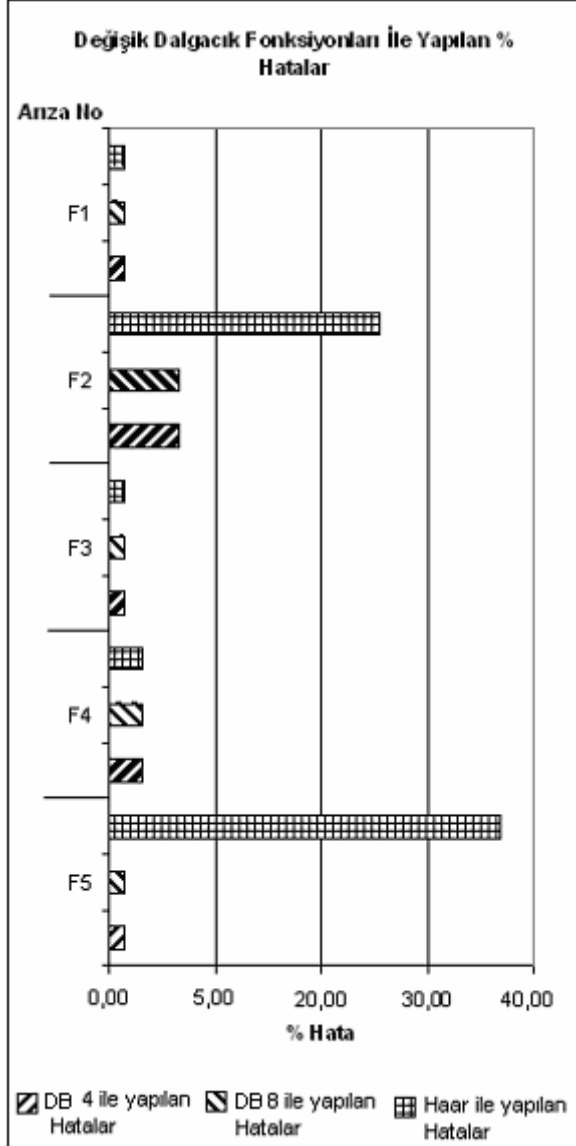
Arıza No	Gerçek Mesafe [km]	Hesaplanan Mesafe [km]	Hata [%]
F1	10	9,93	0,7
F2	4	5	25
F3	0	0,07	0,7
F4	2	1,97	1,5
F5	8	10,96	37

Her üç dalgacık uygulaması kullanılarak hesaplanan arıza yerleri karşılaştırıldığında en uygun sonuçların Debuchies için elde edildiği görülmektedir. Haar ise oldukça kötü sonuçlar vermektedir. Şekil-3'te Debuchies 4, 8 ve Haar dalgacık fonksiyonları kullanılarak hesaplanan arıza yerleri ve yapılan yüzde hatalar toplu olarak gösterilmiştir. DB4 fonksiyonuyla maksimumum 150-200 metre hata ile arıza yeri belirlenmesi umut vericidir. Yapılan hesaplamalara göre Debuchies dalgacık fonksiyonları daha iyi sonuçlar vermiştir. DB4 dalgacık fonksiyonu ile yapılan çalışmalar, DB8 ile yakın sonuçlar vermesine rağmen, arıza yeri belirleme çalışmalarında işaretin DB8'e göre daha kolay algılanması nedeniyle DB4 dalgacık fonksiyonunun daha ümit verici olduğu izlenmiştir.

5.SONUÇLAR

Bu çalışmada kojenerasyon tesisi içeren dağıtım sistemlerinde meydana gelen arızaların yerleri farklı dalgacık fonksiyonları ile hesaplanmış olup, yapılan hatalar incelenmiştir. Arıza yeri belirleme ile ilgili

sonuçlardan daha iyi neticelerin alınması, işaretler ve örnekleme zamanları üzerinde yapılan gelişmelere bağlı olarak ileriki çalışmalarda daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.



Şekil-3 Örnek sistemin Debuchies 4, 8 ve Haar dalgacık fonksiyonları kullanılarak arıza yeri hesaplamasında yapılan hata yüzdeleri.

KAYNAKLAR

- [1] Jiang F., Bo Z. Q., Weller G., Chin Philip S. M., Redfern M. A., A GPS Based Fault Location For Distribution Line Using Wavelet Transform Technique, International Conference On Power Systems Transients 20-24 June 1999
- [2] Zijad Galisevic, Ali Abur, Fault Area Estimation Via Intelligent Processing Of Fault-Induced Transients, IEEE Transactions On Power Systems Vol. 18, No. 4, November 2003
- [3] Kezunovic M., Perunicic B., Mrkic J., An Accurate Fault Location Algorithm Using Synchronized Sampling, Electric Power Research Journal, Vol: 29 no:3 pp:161-169, May 1994
- [4] Kezunovic M., Perunicic B., synchronized Sampling Improves Fault Location, IEEE, Vol:8 No:2 April 1995
- [5] Murari Mohan Saha, Ratan Das, Pekka Verho, Damir Novosel, Review Of Fault Location Techniques For Distribution System, Power Systems And Communication Infrastructures For the Future Beijing, September 2002
- [6] MATLAB, Release 13, The MathWorks Inc., Natick MA, USA, 2002.