



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0128

ENGINEERING SCIENCES

Received: October 2010

Accepted: January 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Ömer Faruk Ertuğrul

M. Bahattin Kurt

Dicle University

omerfarukertugrul@gmail.com

Diyarbakir-Turkey

ENERJİ İLETİM HATLARINDA MODÜLER YSA VE ADD İLE HIZLI ARIZA TESPİTİ

ÖZET

Enerji iletim hatları arızalarında arızanın hızla izole edilmesi iletim sisteminin güvenliği açısından son derece büyük bir öneme sahiptir. Arızanın hızlı ve başarılı olarak tespiti amacıyla elektrik iletim sisteminden alınan gerçek arıza kayıtları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada alınan gerçek sinyaller öncelikle tasarlanan filtreden geçirilmiş olup daha sonra filtrelenmiş sinyallerin ayrık dalgacık enerjisi alınmıştır. Sinyallerin ayrık dalgacık enerjisi olasılıksal yapay sinir ağı modüllerinden oluşan yapı kullanılarak arıza analizi yapılmaktadır. Arıza tespitinde modüler yapıda 4 ayrı Olasılıksal YSA tanımlanmış ve arıza tespit hızını ve doğruluğunu artırmak amacıyla Sıralama Ünitesi ve Arıza İstatistik Ünitesi kullanılmıştır. Geliştirilen metodun sonuçları konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalarla kıyaslanmış ayrıca gerçek arıza sinyali ve tek periyotluk elektrik sinyali kullanıldığı halde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji İletim Hatları, Gerçek Arıza Kayıtları, Ayrık Dalgacık Dönüşümü, Modüler Olasılıksal Yapay Sinir Ağları,

FAST FAULT DETECT AT POWER TRANSMISSION LİNES WITH MODULAR NN AND DWT

ABSTRACT

Fastly isolating faulted power transmission lines has a big importance for transmission system security. Real fault datas is used for detecting fault fastly and accurately. At this work; first of all the real faulted datas filtered by designed filter than the wavelet energy of filtered data is used by modular probabilistic neural network for analyzing the fault. Four different probabilistic neural network module, Sorting Function and Statistic Function is used for fast accurate detecting fault and fault type. The results of developed method compared with prior studies is successful although just a single-period of real fault signal is used at.

Keywords: Power Transmission Lines, Real Fault Data, Discrete Wavelet, Modular Probabilistic Neural Network

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ülkemizde elektrik iletim sisteminde elektrik 154 kV ve 380 kV geriliminde 50 Hz frekansında iletilmektedir. Elektrik iletimi amacıyla günümüzde ülkemizin tamamı enterkonnekte olarak ring yapısıyla birbirine bağlıdır. İletim şebekesi trafo merkezleri ile sonlandırılmaktadır. Trafo merkezi iletimin bağlı olduğu elektrik enerjisi gerilimine ve bölgede dağıtım yapılacak olan güce göre belirlenen trafolar ve iletim sisteminin sağlıklı çalışmasını, arızalardan korunmasını sağlayacak koruma ve iletişim sistemleri ile donatılmıştır. Ülkemizde uç noktalarda bulunan birkaç trafo merkezi ve başka ülkeyle çalışan kapalı iletim sistemleri olan trafo merkezleri hariç diğer trafo merkezlerine birden fazla enerji iletim hattı bağlıdır. Bu sayede trafo merkezine giden enerji iletim hatlarından biri herhangi bir arıza nedeniyle elektrik iletimi hizmetini göremeyecek durumda olsa bile alternatif enerji iletim hattından elektrik iletimi gerçekleşmeye devam edecek, trafo merkezinden elektrik enerjisini karşılayanlar elektrik almaya devam edeceklerdir. Ancak arızalı olan enerji iletim hattının arızasının arıza anında hızlı tespiti ve giderilmesi önemlidir. Arızanın hızlı tespiti;

- Öncelikle, oluşabilecek iş kazaları nedeniyle insan hayatına,
- Kaliteli ve kesintisiz elektrik iletiminin sağlanamamasına,
- Daha sonra teçhizat üzerinde kalıcı hasarlanmalara ve/veya çalışma ömrünün kısılmasına,
- Hatlarda arıza anında arıza direnci düşeceğinden hattan daha fazla akım akacaktır. Akan akım arıza yerine bağlı olarak kısa devre akımı akabilecektir. Arıza akımı sistemde bulunan diğer teçhizatların da zarar görmesine,
- İletim sisteminde bulunan herhangi bir teçhizatın zarar görmesi durumunda zarar görmüş teçhizatın maliyeti yanında, zarar gören teçhizatın yenilenmesine kadar geçecek sürede bölgeye elektrik iletim hizmeti verememesi nedeniyle çok yüksek maliyetlere,
- Arızanın lokalize edilmesi, diğer EİH'ların bu arızadan etkilenmemesine neden olacaktır.

Gelişen teknolojiyle beraber elektriğin sürekli ve kaliteli olarak arzının önemi artmakta, elektrik hayatın her alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle EİHlarda arıza analizinin önemi artmış ve arıza, arıza tipi ve yerinin tespiti için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemler; devre analizi tabanlı yöntemler, yürüyen dalga yöntemi, akıllı sistemler olarak sıralanabilir.

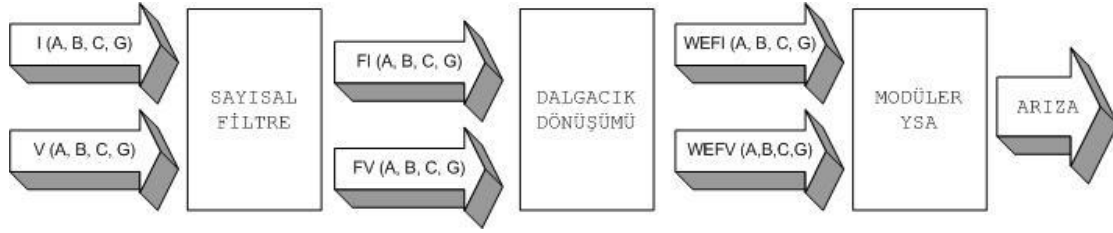
2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yapılan çalışmanın enerji iletim hatlarında arıza analizi ile ilgili yapılan çalışmalardan ayıran en önemli farkları aşağıda sıralanmıştır.

- Arıza sinyali olarak ATP/EMTP, MATLAB vb. yazılımlar kullanılarak oluşturulan simülasyon verisi değil gerçek arıza sinyali kullanılmıştır.
- Arıza tespit süresinin azaltmak amaçlanmıştır. Bunun nedeni yüksek gerilim teçhizatların kataloglarında belirtilen süreden fazla kısa devre arıza akımına maruz kalması durumunda teçhizat tekrar kullanılamaz hale gelir, kısa devre arıza akımına maruz kaldığı süre cihazın ömrü azalmaktadır.
- Belirli bir enerji iletim hattında genelde aynı faz ya da fazlar arası arıza oluşmaktadır. Yapılan çalışmada bu gerçekten istifade edilerek arıza tespit süresini azaltmak amacıyla yeni bir algoritma geliştirilmiştir ve test edilmiştir.

3. ARIZA TESPİTİ (FAULT DETECT)

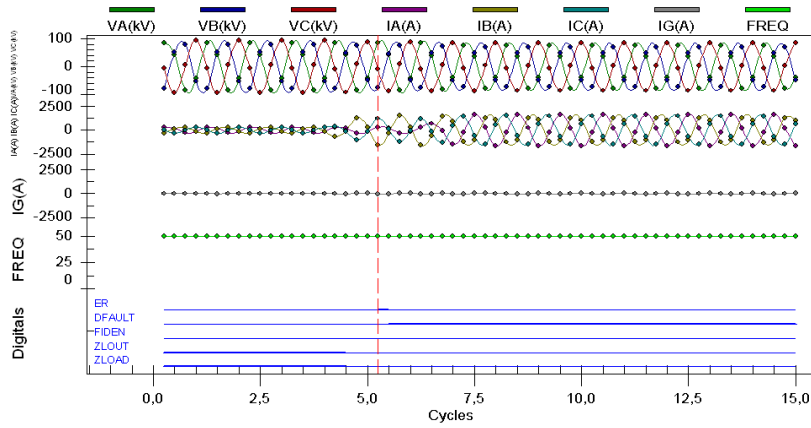
Sistemin genel çalışma yapısı Şekil 1'dedir.



Şekil 1. Sistemin blok diagramı
(Figure 1. Block diagram of the system)

3.1. Elektrik Sinyalleri (Electrical Signals)

İletim sisteminde bulunan olay kaydedici cihazlar veya mesafe koruma cihazlarından alınan elektrik arıza sinyallerinden biri şekil 2'dedir.



Şekil 2. Arıza kaydı
(Figure 2. Fault record)

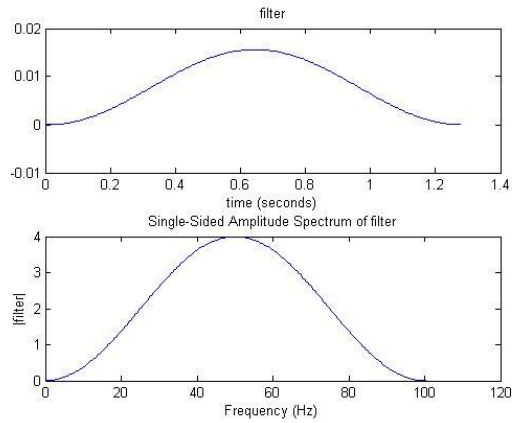
Kayıt cihazlarından kaydedilen elektrik sinyallerinin yanında kaydedilmesi istenen dijital elemanlarda kaydedilebilmektedir.

3.2. Sayısal Filtre (Digital Filtler)

Elektrik iletim sistemlerinde arıza tespiti için kullanılacak filtre;

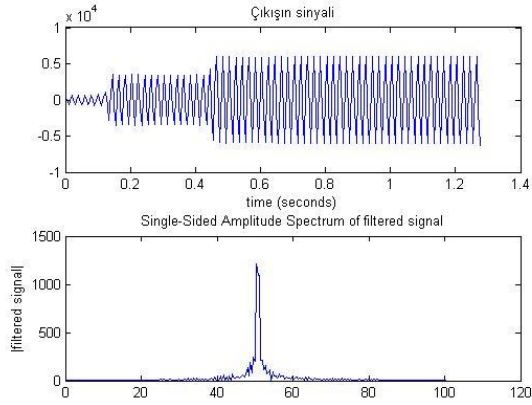
- Ülkemizde elektrik iletimi 50 Hz'de yapılmaktadır. Bu nedenle tasarlanan filtre sinyalin 50 Hz bileşenini kuvvetlendirerek geçirmelidir.
- Arıza anında elektrik şebekesinin frekansı ± 30 oranında değişmektedir. Bu nedenle tasarlanan filtre 35 - 65 Hz arasını daha az kuvvetlendirerek geçirebilmelidir.
- Elektrik iletiminde oluşan harmonikleri yok etmelidir. Bu nedenle 50 Hz.'nin katlarının geçirmemelidir.
- Bant geçiren yapısında olmalıdır.
- İşlem hızını azaltmaması için filtre kenarları çok dik olmamalıdır.

Bu özellikleri sağlayan tasarlanan filtrenin zaman ve frekans tabanlı grafikleri Şekil 3'tedir.

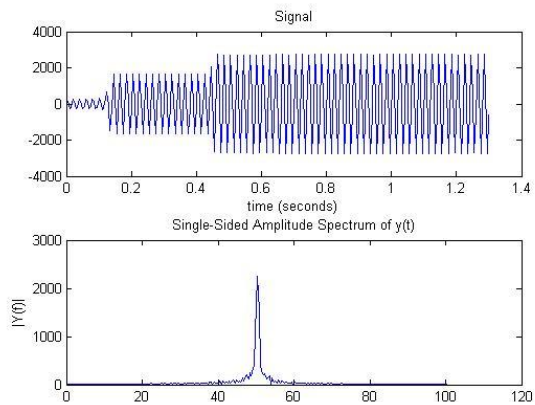


Şekil 3. Tasarlanan filtrenin zaman ve frekans düzlemi (Cosfiltre)
(Figure 3. Time and frequency domain of designed filter (Cosfilter))

A fazı akım ve gerilim sinyali ve filtre çıktıları Şekil 4 ve Şekil 5'tedir.



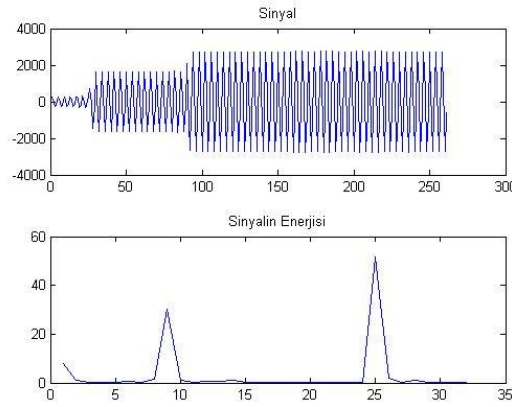
Şekil 4. A fazı akımı
(Figure 4. A phase current)



Şekil 5. Filtre çıkışı
(Figure 5. Filter output)

3.2. Dalgacık Dönüşümü (Wavelet Transform)

Yapılan çalışmada 5 seviye Daubechies-5 [1, 2, 3, 4 ve 5] fonksiyonlu ayrık dalgacık dönüşümü kullanılmıştır. Elektrik sinyallerinin 5 seviye dalgacık enerjileri, [6 ve 7] modüler yapay sinir ağının eğitim ve testinde kullanılmıştır. Ayrık dalgacık enerjisinin sisteme kazandırdığı en önemli özellik veri boyutunu azaltması ve bu sayede veri hacmini azaltarak işlem hızını artırmasıdır. 256X1 vektör boyutundaki 20 msn'lik elektrik sinyali 32x1 vektör boyutuna indirgenmiş ve %88lik bir veri azaltması sağlanmıştır. A fazı akımı ve dalgacık enerjisi Şekil 6'dadır.



Şekil 6. Dalgacık enerjisi
(Figure 6. Wavelet energy)

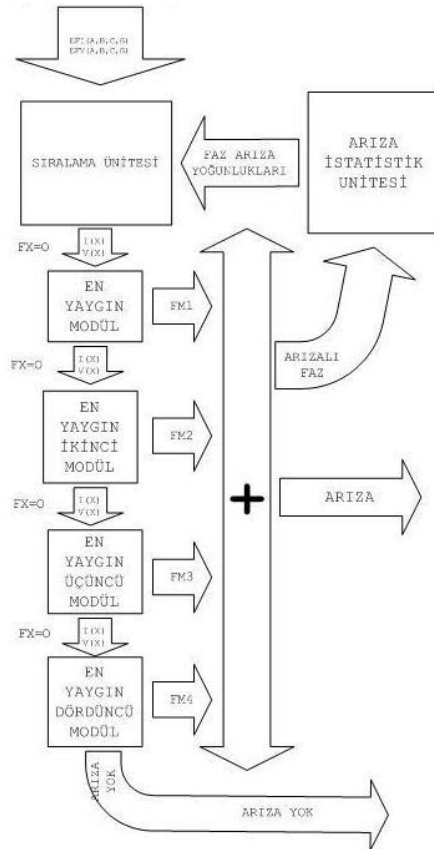
3.3. Modüler Yapay Sinir Ağları (Modular Neural Network)

Arıza tespit hızının artırılması amacıyla daha kompleks bir yapıda çalışması için tasarlanacak işlem hacmi yüksek, fazla katmandan oluşan bir model yerine arıza tespitini sağlamak amacıyla daha küçük modüllerden oluşan ve sadece bir fazda arıza olup olmadığını tespit etmek için geliştirilen modüler olasılıksal yapay sinir ağları yapısı [12] Şekil 7.'dedir.

Yapılan çalışmada modüllerde kullanılmak üzere olasılıksal yapay sinir ağının [4, 5, 7, 8, 9, 10 ve 11] seçilmesinin nedeni;

- Radyal tabanlı olması nedeniyle yerel minimumlara takılmaması,
 - Yeterli eğitim kümesi ile çok başarılı bir sınıflandırma algoritması olması,
 - YSA yapısı tüm eğitim kümesiyle tekrar eğitilmesine gerek kalmadan eğitim kümesinden bazı eğitim setleri çıkarılabilmesi veya eklenebilmesi,
 - Eğitim hızıdır.
- Modüler YSA kullanılmasının nedenleri;
- Kompleks problemlerde, problemi bölerek basitleştirme,
 - Daha hızlı ve etkin sonuç alma,
 - Eğitim kümesinin küçülmesi,
 - Daha kararlı yapıda olmasıdır.
- Arıza tespitinde modüler YSA seçilmesinin nedenleri;
- Arıza tespit hızının artması,
 - Arıza tespitinde başarı oranının artmasıdır.

Yapılan çalışmada 4 adet olasılıksal yapay sinir ağı kullanılmıştır. Oluşturulan MA, MB, MC ve MG modüllerinin üretmiş olduğu arıza bilgisi arıza tespit fonksiyonu tarafından değerlendirilerek arıza tipi tespit edilmektedir. Ayrıca MA, MB, MC ve MG modüllerinin üretmiş olduğu arıza bilgisi arıza istatistik fonksiyonu tarafından değerlendirilmekte ve söz konusu hatta ait arıza değerlendirilmesi sırasında daha hızlı arıza tespiti yapılması amacıyla tüm modüller ardı ardına çalıştırılmamakta, öncelikli olarak en yoğun karşılaşılan arızadan başlamaktadır. Sıralama ünitesinin çalışma algoritması aşağıdadır.



Şekil 7. Arıza tespit algoritması
(Figure 7. Fault detect algorithm)

- En yoğun arıza ile karşılaşılan modülde arıza varsa diğer modülleri denemeden "arıza var" bilgisi üretir.
- Eğer en yoğun modülde arıza yoksa ikinci en yoğun modül denenir, arıza tespit edilirse diğer modüller denenmeden "arıza var" bilgisi üretilir.
- Eğer ikinci en yoğun modülde arıza yoksa üçüncü en yoğun modül denenir, arıza tespit edilirse en az arıza tespit eden dördüncü modül denenmeden "arıza var" bilgisi üretilir.
- Eğer üçüncü en yoğun modülde de arıza yok ise en az arıza yoğunluğu olan modül denenir ve arıza tespit edilirse; "arıza var" bilgisi üretilir, eğer arıza yoksa "arıza yok" bilgisi üretilir.

4. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

(CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMENDATIONS)

Yapılan çalışmada 2.400 ve 12.800 Hz. örnekleme frekansına sahip iki ayrı arıza kayıt veri kümesi için MOYSA eğitilmiş ve test edilmiştir. 12.800 Hz örnekleme frekanslı veri testi özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Eğitim kümesi olarak gerçek arıza kayıtlarından alınan 198 adet veri seti kullanılmıştır. Eğitim kümesi tablo 1.'dedir.

Tablo 1. fs=12.800 Hz. Eğitim kümesi
(Table 1. fs=12.800 Hz. Education set)

Arızalı Faz	Arıza Adeti
A Fazı	48
B Fazı	48
C Fazı	18
Toprak	90
Normal	616

- Test verisi olarak toplam 90 test verisi seti kullanılmıştır.
- Her bir set 4 adet akım (IA, IB, IC ve IG) ve 4 adet gerilimden (VA, VB, VC ve VG) oluşmaktadır.
- Her değişken 256X1 vektör boyutunda, 20 msn zaman aralığını kapsamaktadır.
12.800 Hz örnekleme frekansına ait verilerin test sonuçları aşağıdaki gibidir.
- Arıza tespitinde %96 başarı göstermiştir. 4 adet test veri setinde arıza tespitinde yanlış sonuç alınmıştır. Bunlardan 2 adedi normal iken arızalı, 2 adedinde ise arızalı iken normal sonucu vermiştir.
- Arıza tipi tespitinde modüllerin başarı oranı %94'tür.
2.400 Hz örnekleme frekanslı veri testi özellikleri aşağıda verilmiştir.
- Eğitim kümesi olarak gerçek arıza kayıtlarından alınan 2.610 adet veri seti kullanılmıştır. Eğitim kümesi tablo 2.'dedir.
-

Tablo 2. fs=2.400 Hz. Eğitim kümesi
(Table 2. fs=2.400 Hz. Education set)

Arızalı Faz	Arıza Adeti
A Fazı	280
B Fazı	150
C Fazı	270
Toprak	495
Normal	1.415

- Test verisi olarak toplam 261 test verisi seti kullanılmıştır.
- Her bir set 4 adet akım (IA, IB, IC ve IG) ve 3 adet gerilimden (VA, VB ve VC) oluşmaktadır.
- Her değişken 48X1 vektör boyutunda, 20 msn zaman aralığını kapsamaktadır.
2.400 Hz örnekleme frekansına ait verilerin test sonuçları aşağıdaki gibidir.
- Arıza tespitinde %92 başarı göstermiştir. 20 adet test veri setinde arıza tespitinde yanlış sonuç alınmıştır. Bunlardan 4 adedi normal iken arızalı, 16 adedinde ise arızalı iken normal sonucu vermiştir.
- Arıza tipi tespitinde modüllerin başarı oranı %92'dir.
Test sonuçları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.
- fs=12.800 Hz.'de yapılan testte %96 oranında arıza tespitinde başarı göstermiştir. Arıza tespitinde 1 adet YSA yerine 4 farklı YSA modülü kullanılmıştır. Arıza tespitinde başarı oranı MYSA kullanıldığında artmıştır.
- fs=2.400 Hz.'de yapılan testte %92 oranında arıza tespitinde başarı göstermiş fs=12.800 Hz.'den daha düşük oranda başarı göstermesinin nedeni olarak VG verisinin eksik olmasıdır.
- Arıza tipi tespitinde modüllerin başarı oranı fs=12.800 Hz.'de %94, fs=2.400 Hz.'de %92'dir. Bunun nedenleri;

- o Gerçek sinyallerin kullanılması, (gerçek sinyallerin arıza anında salınım yapmaları nedeniyle çok farklı değerler alabilmekteler)
- o Alınan arıza sinyallerinin farklı hatlara ait olması,
- o Arıza sinyallerinin benzer katagoride olmaları,
- o Tek YSA kullanımı yerine 4 farklı YSA kullanılması,
- o Arıza tespitinde tek bir periyotluk elektrik verileri kullanılarak arızanın tespit edilmeye çalışılmasıdır.

Konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde başarı oranı %45-%100 arasında sonuçlar elde edilmiştir. [13, 8, 6, 7, 9, 14, 10 ve 11] Yapılan çalışmaya benzer olan çalışmaların sonuçları aşağıdadır. Ekici S. [13] yaptığı çalışmada 7 ayrı akıllı sistem kullanılmış olup radyal tabanlı YSA kullanıldığında %99 oranında başarı elde edilmiştir. Yaptığı çalışmada ATP / EMTP simülasyonu ile elde edilen 40 msn'lik veri kullanılmıştır.

Silva K.M. ve ark. [6] yaptığı çalışmada modüler MLP kullanılmış olup, ATP/EMTP simülasyonundan elde edilen verilerde %100, gerçek arıza sinyalleri kullanıldığında %97 oranında başarı elde edilmiştir. Yapılan çalışmada 55 msn'lik veri kullanılmıştır.

Ang Z.L., [7] yaptığı çalışmada 30 eğitim seti kullanıldığında %80, 60 eğitim seti kullanıldığında %90 başarı göstermiştir. Matlab kullanılarak üretilen sinyaller kullanılmıştır.

Ngaopitakkul ve ark. [9], Hagh M.T. ve ark. [14] yaptıkları çalışmada sırasıyla OYSA ve MYSYA kullanmış olup %97,5-%100 arasında ve %99 oranlarında başarı elde etmişlerdir. ATP / EMTP ve PSCAD / EMTDC kullanılarak elde edilen arıza sinyalleri kullanılmıştır.

Kashyap K.H. ve Shenoy U.J., [8], Upendar J. ve ark. [10], Mo F. ve Kinsner W. [11] yaptıkları çalışmalarda OYSA kullanılmış olup sırasıyla %100, %99 ve %90 oranlarında başarı elde etmişlerdir. Ancak kullanılan eğitim ve test kümesiyle ilgili detaylar belirtilmemiştir.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar (%96, %92) daha önce yapılan çalışmalarla (%90-100) kıyaslandığında başarı oranının kabul edilebilir aralıkta olduğu düşünülmektedir. Ancak başarı oranının aşağıdaki nedenler yüzünden düşük kalmıştır.

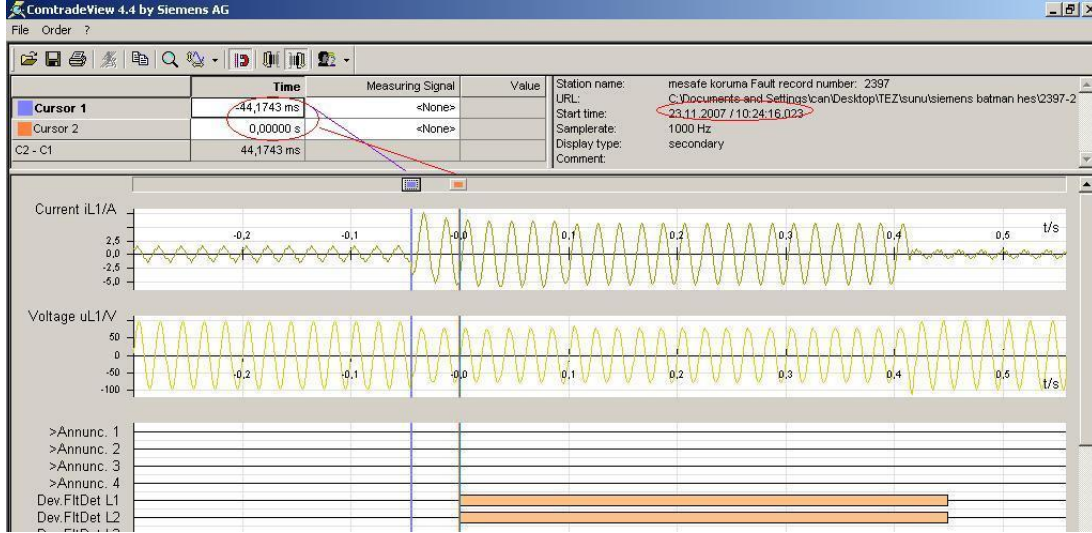
- Daha önce yapılmış çalışmalarda [6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 ve 14] simülasyonlarda üretilen arıza sinyalleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada ise gerçek veri kullanılmıştır. Gerçek sinyal ve EMTP kullanılarak elde edilen veriler kullanılarak yapılan çalışmada [6] ise gerçek sinyal kullanımında %97,5 simülasyon sonucu elde edilen sinyal kullanımında %100 olduğu gösterilmiştir.
- Daha önce yapılan çalışmalarda [13 ve 6] 40 msn ve 55 msn'lik veriler kullanılmıştır. Yapılan çalışmada ise 20 msn'lik veriler kullanılmıştır. Veri boyutunun düşmesi başarı oranını azaltan bir etkidir.

Ortalama arıza tespit süresi 1,65 msn ve 20 msn'lik elektrik sinyali kullanıldığından ortalama 21,65 msn'dir. Arıza tespit hızının artırılması amacıyla aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır.

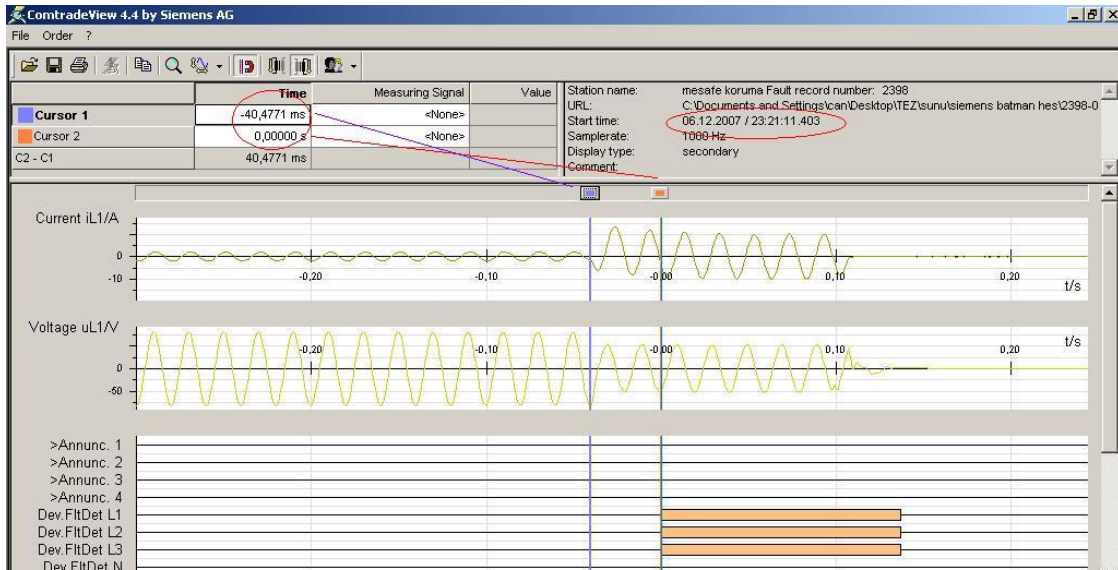
- o Şekil 8.'deki seçici ünite ve arıza istatistik fonksiyonu kullanılmıştır.
- o Sadece bir periyotluk veri kullanılarak arıza analiz edilmektedir. Arıza tespiti için 20 msn'lik veriler kullanılmaktadır. Yeterli donanım desteği ile arıza tespitinde bu süre kafi gelecektir. Mesafe Koruma Röleleri genelde 40 msn'nin sonunda arızayı tespit edebilmektedirler. Şekil 8.'de 23.11.2007 tarihinde saat 10:24'te oluşan ABG arızasının kayıtları, Şekil 9.'da aynı istasyonda bulunan farklı bir röle tarafından kaydedilmiş olan 06.12.2007 tarihinde saat 23.21'de oluşan ABCG arızasının kayıtları bulunmaktadır. Arızanın oluştuğu

an ile arızanın tespit edildiği an arasında 40 msn civarı zaman farkı mevcuttur.

- o Sayısal filtre olarak dik kenarlı olmayan bir filtre tasarlanmıştır.



Şekil 8. Arıza kaydı (ABG arızası)
(Figure 8. Fault record (ABG fault))



Şekil 9. Arıza kaydı (ABCG arızası)
(Figure 9. Fault record (ABCG fault))

NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 14-16 Ekim 2010 tarihinde Dicle Üniversitesinde tamamlanan Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumunda (BUMAT2010) sözlü sunumu yapılmış ve NWSA yazım esaslarına göre yeniden düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Daubechies, I., (1992) Ten Lectures on wavelets, Philadelphia, SIAM Publications
2. Xu, X. and Kezunovic, M., (2002). Automated Feature Extraction from Power System Transients Using Wavelet Transform, IEEE

3. Malathi, V. and Marimuthu, N.S., (2008). Multi-class Support Vector Machine Approach for Fault classification in Power Transmission Line, IEEE
4. Othman, M.F., Mahfouf, M., and Linkens, D.A., (2004). Transmission lines fault detection, classification and location using an intelligent Power System Stabiliser, IEEE
5. Othman, M.F. and Amari, H.A., (2008). Online Fault Detection for Power System using Wavelet and PNN, 2nd IEEE International Conference on Power and Energy (PECon 08)
6. Silva, K.M., Souza, B.A., and Brito, N.S.D., (2006). Fault Detection and Classification in Transmission Lines Based on Wavelet Transform and ANN, IEEE
7. Ang, Z.L., Implementation of Power Disturbance Classifier Using Wavelet-Based Neural Networks, IEEE PowerTech Conference
8. Kashyap, K.H. and Shenoy, U.J., (2003). Classification of Power System Faults using Wavelet Transforms and Probabilistic Neural Networks, IEEE
9. Ngaopitakkul, K.A. and Bunjongjit, S., (2004). Discrete Wavelet Transform and Probabilistic Neural Networks Algorithm for Identification of Fault Locations on Transmission Systems, IEEE
10. Upendar, J., Gupta, C.P., and Singh, G.K., (2008). Discrete Wavelet Transform and Probabilistic Neural Network based Algorithm for Classification of Fault on Transmission Systems, IEEE
11. Mo, F. ve Kinsner, W., (1998). Probabilistic Neural Networks for Power Line Fault Classification, IEEE
12. Schmidt, A. and Bandar, Z., Modular Neural Network Architecture with Additional Generalization Abilities for Large Input Vectors
13. Ekici, S., (2007). Elektrik Güç Sistemlerinde Akıllı Sistemler Yardımıyla Arıza Tipi ve Yerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi
14. Hagh, M.T., Razi, K., and Taghizadeh, H.H., (2007). Fault Classification and Location of Power Transmission Lines Using Artificial Neural Network, RPS