

ENERJİ İLETİM HATTI ARIZALARINDA ELMAN YSA KULLANILARAK ÇOK HIZLI ARIZA TETİKLEME ALGORİTMASI

Ö. Faruk ERTUĞRUL^{1*}, Yılmaz KAYA², Emrullah ACAR¹

¹ Batman Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, 72100,
Batman

² Siirt Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Müh. Bölümü, 56100, Siirt
*omerfaruk.ertugrul@batman.edu.tr

Özet: Arızanın hızlı tespit edilememesi ve kısa devre akımı altında çalışması teçhizatın ömrünün azalmasına, arızalanmasına, tamamen kullanılamaz duruma gelmesine ayrıca can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Arızanın hızla tespit edilip, arızalı hattın izole edilememesi durumunda trafo merkezinin işlevini göremez hale gelmesine ya da yakın bölgede geniş çaplı elektrik kesintisine neden olabilmektedir. Öte yandan arıza olma ihtimaline karşı gereksiz yere enerji iletim hattının kesilmesi elektrik kalitesini etkilemektedir. Arıza tespiti için mevcut algoritmalarla beraber çalışacak mesafe koruma rölelerinde "triger" diye adlandırılan bir tetikleme sinyalini çok hızlı bir şekilde oluşturacak yeni bir yöntem ihtiyacı vardır. Bu çalışmada, mesafe koruma röleleri arıza tespit algoritmasında Elman yapay sinir ağları kullanılarak tetikleme sinyali üreten yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Yapılan çalışmanın daha önce yapılan çalışmalardan farkları; gerçek arıza sinyalleri kullanılması, çok hızlı sonuç alınmasıdır. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ve mesafe koruma rölelerinin sonuçları ile kıyaslanmıştır. Sonuç olarak Elman yapay sinir ağlarının çok hızlı arıza tespitinde tetikleme amacıyla kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji İletim Hatları, Elman Yapay Sinir Ağları, Yüksek Hızlı Röle, Arıza Tespiti, Tetikleme Sinyali

A Very Fast Fault Triggering Algorithm Algorithm by Using Elman ANN at Power Transmission Lines' Faults

Abstract: The rapid detection of the fault is important because faults may cause damage, completely harm or reducing life of the equipment, failure of substation or large-scale power outages in the region and also may harm human life. On the other hand, the electricity can't be cut off for a possibility of fault because for not having a low electricity quality. In this study a new fault detection algorithm, which could be working with fault detection methods, as if triggering signal at distance protection relay, was developed by using Elman artificial neural network. The difference between this study with previous studies were real fault signals were used and the developed method was very fast method. Obtained results are compared with the previous works' and distance protection relay's results. As a result it was seen that Elman artificial neural networks could be used in very fast fault detection.

Key Words: Power Transmission Lines, Elman Neural Network, High Speed Relaying, Fault Detection, Trigger Signal

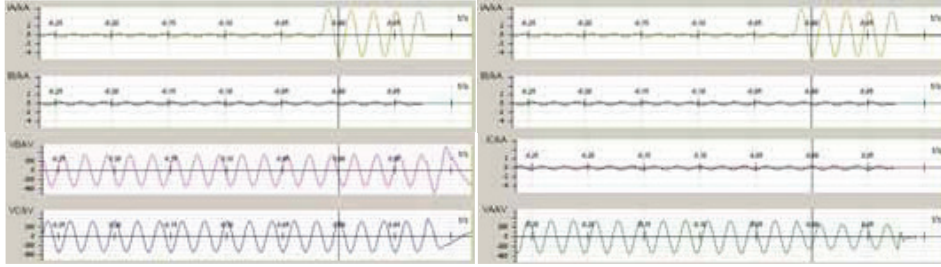
1. GİRİŞ

Enerji iletim hatları arıza durumlarında (faz - toprak arızaları) enerji iletim hattı ve hatta bağlı teçhizatlardan kısa devre akımı kadar akım geçebilmektedir. Arızanın hızlı tespit edilememesi ve bu nedenle arızalı hattın izole edilememesi durumunda; kısa devre akımı altında çalışması teçhizatın ömrünün azalmasına, arızalanmasına, tamamen kullanılamaz duruma gelmesine ayrıca can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Arızalı hattın izole edilmemesi durumunda da trafo merkezinin işlevini göremez hale gelmesine ya da yakın bölgede geniş çaplı elektrik kesintisine neden olabilmektedir. Öte yandan arıza olma ihtimaline karşı gereksiz yere enerji iletim hattının kesilmesi elektrik kalitesini etkilemektedir. Üretim, iletim ve dağıtım firmaları olduğu kadar tüketici için de sıkıntılara neden olmaktadır. Bu değerlendirilmeler ışığında arızanın hızlı ama doğru tespitinin önemi ortaya daha net çıkmaktadır. İşte bu nedenle arıza tespiti için mevcut algoritmalarla beraber çalışacak mesafe koruma rölelerinde "triger" diye adlandırılan bir tetikleme sinyalini çok hızlı bir şekilde oluşturacak yeni bir yöntem ihtiyacı vardır. Dalstein ve Kulicke'in yaptıkları çalışmada enerji iletim hatlarında arıza, arıza tipi ve arıza yerinin çok hızlı röle sistemlerinde 10 msn'e kadar tespit edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir [1].Malik yaptığı çalışmada ise YSAnın yeni nesil yüksek hızlı röle sistemlerinde güvenle kullanılabileceği göstermiştir[2].Sanaye-Pasand ve Malik'in çalışmasında bir DSP kart programlanarak fiziksel bir benzetim yapılmış ve Elman yapay sinir ağlarının (YSA) arıza tespitinde kullanılabilecek bir algoritma olduğu gösterilmiştir [3].Ekici, Yıldırım ve Poyraz'ın yaptığı çalışmada Elman YSA ve ayırık dalgacık dönüşümü kullanmıştır. Çalışmada arızanın yerinin tespitinde Elman YSA'nın kullanılabilir olduğu gösterilmiştir [4].Yaptığımız çalışmada Elman YSA ile tasarlanan sistem gerçek arıza sinyalleri ile eğiterek test edilmiş ve çok hızlı ve doğru bir şekilde arıza tespitinin yapıldığı gözlemlenmiştir. Geliştirilen algoritmanın, arıza anında arıza tetikleme sinyali üretiminde kullanılabilir olduğu gösterilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Enerji İletim Hattı Arıza Sinyalleri

69 adet 2400 Hz. örnekleme frekansına sahip gerçek arıza sinyalinden 13800 adet test verisi oluşturulmuştur. Verilerin 6900 âdeti arıza anı diğer 6900'ü ise normal anın verilerinden oluşturulmuştur. A fazı toprak arızasına ait arıza kaydı (Siemens ComtradeView programı çıktısı) şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Arıza Kaydı

İletim sistemi teçhizatlarında herhangi bir sorun yada arıza yok ise nötr'den akım akmaz. Bu nedenle arıza oluşma anı nötr akımı kullanılarak daha hızlı tespit edilebilmektedir. Bu nedenle sadece nötr akımının kullanılması durumunda işlem yapılan veri miktarının azalmakta olup işlem hızının arttığı gözlemlenmiştir.

2.2. Elman YSA

Elman YSA geri dönüşümlü YSA yapılarından biridir. Geri dönüşümlü olması ağın alacağı değerlerin ağın kendisinden önce alınan değeri bağlı olarak değerlendirilmesindedir. Elman YSA'nın yapısı aşağıdaki durum uzay denklemleri ile ifade edilmektedir[12].

$$\bar{x}(t) = C\bar{s}(t) + \bar{\varepsilon}(t)$$

$\bar{x}(t)$ giriş fonksiyonu, $\bar{s}(t)$ durum denklemi, dönüşüm matrisi, $\bar{\varepsilon}(t)$ ise gürültüyü göstermektedir. Yukarıdaki denklem ARMA modeline göre aşağıdaki gibi modellenir.

$$\bar{s}(t) = A\bar{s}(t-1) + B\eta(t)$$

A ve B katsayı matrisleri $\eta(t)$ ve ise gürültüdür. Değişkenlerin geçmiş değerlerine bağlı olduğu düşünüldüğünde durum uzay denklemi;

$$\bar{s}(t) = A\bar{s}(t-1) + D\bar{x}(t-1)$$

Elman YSA yapısında çıkışta bulunan aktivasyon bulunduğundan durum uzay denkleminin son hali aşağıdadır.

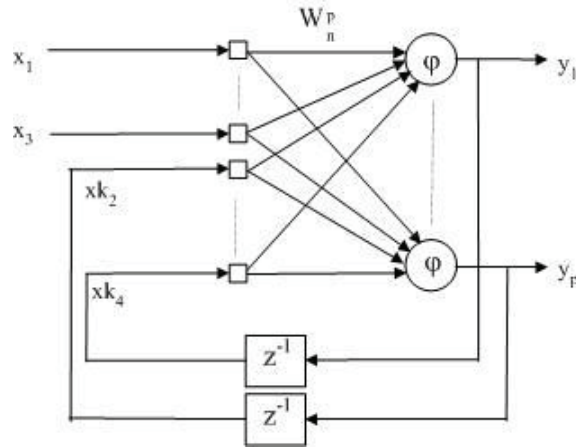
$$\bar{s}(t) = \sigma(A\bar{s}(t-1) + D\bar{x}(t-1))$$

Yaptığımız çalışmada Elman YSA'nın kullanılma nedenleri aşağıdaki gibidir.

1. Geri dönüşümlü (zaman gecikmeli) ağ yapısına sahiptir.

2. Zamana bağlı olayları işleyebilme ve önceki zamanlarda elde edilen sonuçları bir sonraki zamanlara taşıyabilme yeteneğine sahiptir.
3. Olayların bugünkü gidişatlarına bakarak, gelecekte nasıl olacaklarının tahmin etme yeteneğine sahiptir.

Şekil 2’de Elman YSA yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2. Elman YSA Yapısı

Yapılan çalışmada kullanılan Elman YSA yapısı 2 girişli 4 gizli katmanı (katmanlarda sırasıyla 10, 50, 50, 10 adet nöron bulunmaktadır) ve bir adet çıkış katmanından oluşmaktadır.

Ayrıca giriş vektörleri $x_1, x_{k_2}, x_3, x_{k_4}$ ’tür. Kullanılan algorithmada bu veriler:

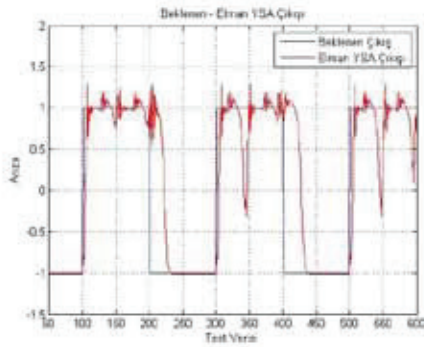
- x_1 = nötr akımının n. verisi,
- x_{k_2} = n-1. nötr akımı ve n-2. nötr akımının ve Elman YSAda işlenmesi sonucu oluşan n-1. çıkış verisi,
- x_3 = nötr akımının n-2. verisi
- x_{k_4} = n-3. nötr akımı ve n-4. nötr akımının Elman YSAda işlenmesi sonucu oluşan n-3. çıkış verisidir.

Şekil 2’de bulunan Elman YSA yapısı incelendiğinde x_1 verisi geri dönen y_{i-1} verisi ile değerlendirilmektedir. Yapı itibariyle y_i verisi x_1 verisi arasında benzerlik bulunmaktadır. Diğer bir deyişle x_{k_2} ve x_{k_4} değerleri ile x_2 ve x_4 verileri arasında bir ilişki (korelasyon) mevcuttur. Bu nedenle Elman YSAda verinin n. verisi aynı elektrik sinyalinin n-1, n-2 ve n-3. verileri beraber değerlendirildiği düşünülebilir.

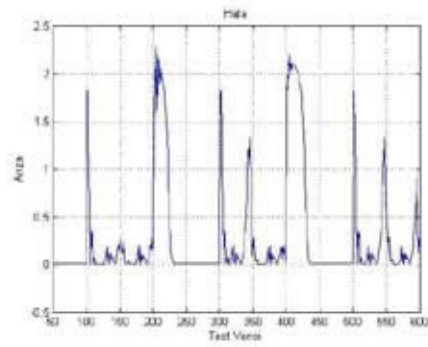
3. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada test verilerinden %82,4 oranında başarılı sonuç alınmıştır. 13800 adet test verisinden 11371 adedi arıza tespitinde başarılı olmuştur.

Beklenen çıkış ve Elman YSA'nın çıkış şekli 3'te, hata grafiği şekil 4'tedir.

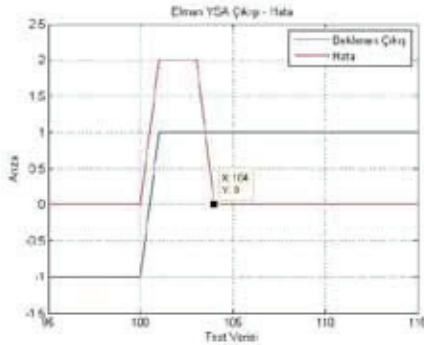


Şekil 3. Beklenen - Elman YSA Çıkışı

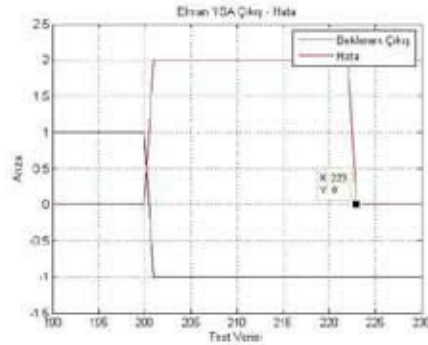


Şekil 4. Hata

Şekil 4'te bulunan hata grafiği incelendiğinde hataların daha ziyade arızanın oluşma anında ve bitiş anında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu arızanın başlangıç ve bitiş anları şekil 5 ve 6'dadır.



Şekil 5. Elman YSA Çıkışı - Hata



Şekil 6. Elman YSA Çıkışı - Hata

Arıza tespiti için 1 adet veri kullanılmıştır. Yani bir periyotta 48 adet veri ve bir saniyede 2.400 adet olan veriden sadece ilk veride arızanın tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Bunun için gerekli verinin zaman düzlemindeki boyutu ise 0,42 msn yani 1/48 periyottur.

3.1. Daha Önce Yapılan Çalışmaların Sonuçlarıyla Kıyaslanması

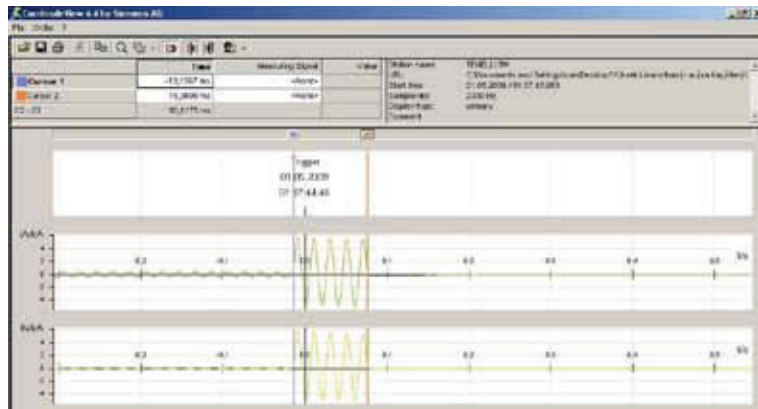
Yapılan çalışmanın verileri incelendiğinde arızanın olduğu anda arızanın tespitinde başarı gösterdiği görülmektedir. Arıza tetikleme sinyali oluşması için kullanılan verinin boyutu 0,42 msn, 1/48 periyottur.

Daha önce yapılan çalışmalarda 100 periyot [4], 20 periyot [1], 1 periyot [5, 6] ve 2 periyot [7, 8, 9] boyutunda veri kullanılmıştır. Eğitim ve testlerde kullanılan elektrik sinyallerinin örnekleme frekansı 2400 Hz'dir. Daha yüksek örnekleme frekansına sahip elektrik sinyallerinde verinin boyutu daha az olacaktır.

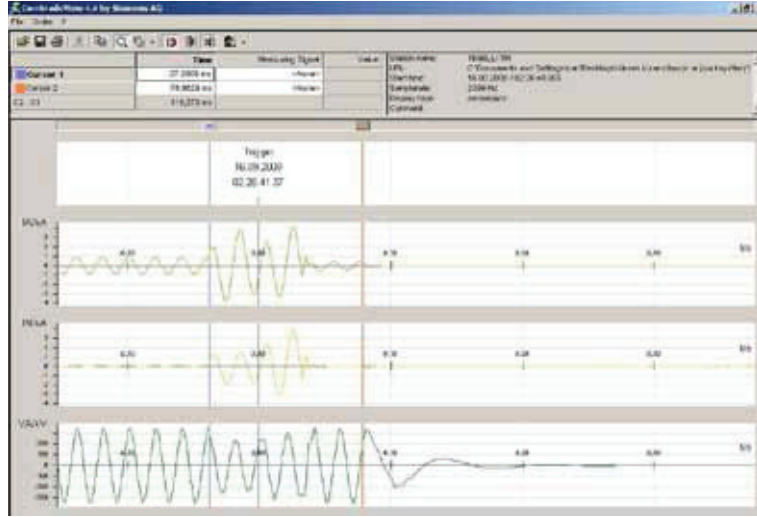
3.2. Yapılan Çalışmanın Hız Açısından Analizi

İşlem süresi 2,03 msn (Intel Core 2 Duo CPU, P8400 @ 2.66 GHz, 2 GB RAM, bu değer veri işlemenin yapılacağı cihaza göre değişecektir) olarak bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda arıza tespit süresi 5 - 7 msn. [1], 10 msn [6, 10], 1.65 msn. [6, 7] ve 4-5 msn [11] olmuştur.

Dijital mesafe koruma rölelerinde arızanın olduğu tespit edilmesine müteakip tetikleme (triger) sinyali oluşturulur. Teknik elemanlarca ayarlanan arıza koşulları oluştuğunda (arızanın devam etmesi, karşı uçtan açma oluşmaması ve benzeri) açma sinyali üretilir. Şekil 7 ve 8'de iki adet A fazı toprak arızasına ait arıza kaydı bulunmaktadır. Arızanın olduğu an ile tetikleme sinyalinin olduğu an arasında şekil 7'de bulunan arıza kaydında 13,15567 msn, şekil 8'de bulunan arıza kaydında ise 37.3868 msn zaman farkı bulunmaktadır.



Şekil 7. Arıza Kaydı



Şekil 8. Arıza Kaydı

Toplam arıza oluştuğu andan tetikleme sinyalinin oluşmasına kadar geçen zaman 2,45 msn. (veri süresi 0,42 msn, işlem süresi 2,03 msn) olmuştur. Şekil 7 ve şekil 8’de bulunan arıza kayıtları incelendiğinde bu sürenin iyi bir sonuç olduğu görülmektedir. Ancak arıza tespitinin genelde arızanın oluştuğu andan sonra 4. veride olduğu görülmektedir. Bu durumda arıza tespit süresi 3,71 msn (veri süresi 1,68 msn, işlem süresi 2,03 msn) olmaktadır. Çok yüksek hızlı röle sistemlerinin 10 msn içerisinde arızayı tespit etmeleri hedeflenmektedir.[1]’de yapılan çalışmada ise arıza tetikleme sinyali oluşma süresi 3,71 msn ile çok hızlı röle sistemlerinde kullanılabilir olduğu gösterilmiştir.

4. TARTIŞMA

Yapılan testlerde arıza tespitinde genel başarı oranı %82,4 olarak bulunmuştur. Arızalı anlarda arıza tespit oranı %96 olarak bulunmuştur. Geliştirilen algoritmanın arıza tetikleme algoritması olarak çok başarılı ve kullanılabilir olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada geliştirilen algoritmanın çok hızlı arıza tetikleme sinyali oluşturabildiği görülmüş ve daha önce yapılan çalışmalar ve mesafe koruma rölesi sonuçları ile kıyaslandığında başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Arıza tespit süresi göz önüne alındığında geliştirilen algoritmanın çok hızlı röle sistemlerinde kullanılabilir olduğu görülmüştür. Arıza tespitinde gösterdiği başarı oranı göz önüne alındığında aynı algoritmanın arıza tespiti algoritması olarak ta kullanılabileceğini görülmüştür.

5. KAYNAKLAR

- [1] Dalstein T. ve Kulicke B., 1995, Neural Network Approach to Fault Classification for High Speed Protective Relaying, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 10, No. 2
- [2] Malik O. P., 2007, Application of Neural Networks in Transmission Line Protection, IEEE
- [3] Sanaye-Pasand M. ve Malik O. P., 1999, Implementation & Laboratory Test Results of an Elman Network-based Transmission Line Directional Relay, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, No. 3
- [4] Ekici S., Yıldırım S. ve Poyraz M., 2008, A transmission line fault locator based on Elman recurrent Networks, Applied Soft Computing
- [5] Youssef O. A. S., 2004, Combined Fuzzy-Logic Wavelet-Based Fault Classification Technique for Power System Relaying, IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. 19, No. 2
- [6] Ertuğrul Ö. F. ve Kurt M. B., 2010, Enerji İletim Hatlarında Modüler Yapay Sinir Ağı ve Ayırık Dalgacık Dönüşümü ile Hızlı Arıza Tespiti, Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu, BMYS-2010,
- [7] Ertuğrul Ö. F., 2010, Enerji İletim Hatlarında Modüler Yapay Sinir Ağları ve Dalgacık Dönüşümü İle Arıza Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi
- [8] Ekici S., 2007, Elektrik Güç Sistemlerinde Akıllı Sistemler Yardımıyla Arıza Tipi ve Yerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi
- [9] Ertuğrul Ö. F. ve Kurt M. B., 2010, Enerji İletim Hatlarında Modüler YSA ve ADD ile Hızlı Arıza Tespiti, e-Journal of New World Sciences Academy
- [10] Wang H. ve Keerthipala W. W. L., 1998, Fuzzy-Neuro Approach to Fault Classification for Transmission Line Protection, IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 13, No. 4
- [11] Oleskovicz M., Coury D. V. ve Aggarwal R. K., 2001, A Complete Scheme For Fault Detection, Classification And Location In Transmission Lines Using Neural Networks, Developments in Power System Protection, Conference Publication No. 479, IEEE
- [12] Ao S. I. ve Paladea V., 2011, Ensemble of Elman neural networks and support vector machines for reverse engineering of gene regulatory networks, Applied Soft Computing