

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİ İLETİM HATLARINDA MODÜLER YAPAY
SİNİR AĞLARI VE DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ İLE
ARIZA ANALİZİ**

Ömer Faruk ERTUĞRUL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DİYARBAKIR
HAZİRAN 2010**

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİ İLETİM HATLARINDA MODÜLER YAPAY
SİNİR AĞLARI VE DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ İLE
ARIZA ANALİZİ**

Ömer Faruk ERTUĞRUL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. M. Bahattin KURT

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DİYARBAKIR
HAZİRAN 2010**

T.C

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DIYARBAKIR

Ömer Faruk ERTUĞRUL tarafından yapılan bu çalışma, jürimiz tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Yrd. Doç. Dr. M. Bahattin KURT

Üye : Yrd. Doç. Dr. Bilal GÜMÜŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Z. Fuat TOPRAK

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

...../...../.....

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

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 ve tipinin 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 (OYSA) modüllerinden oluşan yapı kullanılarak arıza analizi yapılmaktadır.

Arıza tespitinde modüler yapıda 4 ayrı OYSA tanımlanmış ve arıza tespit hızını ve doğruluğunu artırmak amacıyla sıralama ünitesi ve arıza istatistik ünitesi kullanılmıştır.

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

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 and fault type.

Four different probabilistic neural network module, sorting function and statistic function is used for fast accurate detecting fault and fault type.

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

TEŞEKKÜR

Bu tez alısmasında, benden her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme özellikle hoşgörüsünden ve yardımlarından dolayı sevgili esim Elif ERTUĞRUL'a bilgi ve öğütlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Bahattin KURT'a, benden hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet AKIN'a, Batman Üniversitesiinden Sayın Necmettin SEZĐİN ve Faruk ERKEN'e, 16. İletim Tesis ve İşletme Grup Müdürü Sayın Süleyman İLHAN'a, TEİAŞ Röle Mühendislerinden Sayın Namettulah UYGUR, Sayın Nedim TÜZÜN, Sayın Süleyman ERİKÇİ, Sayın Mustafa KAT ve Sayın Mustafa KOCAMAN'a tesekkürü bir borç bilirim.

Ömer Faruk ERTUĞRUL

İÇİNDEKİLER

ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÇİZELGELER LİSTESİ	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yapılan Çalışmalar	3
1.2. Enerji İletim Hatlarında Arıza Tespiti için Kullanılan Yöntemler	7
2. ENERJİ İLETİM HATLARINDA ARIZA TESPİTİNDE KULLANILAN CİHAZLAR VE YÖNTEMLER	11
2.1. İletim Şebekesinde Arıza Tespiti için Kullanılan Cihazlar	11
2.2. TEİAŞ İletim Şebekesinde Kullanılan Mesafe Koruma Rölelerinin Genel Çalışma Prensibi	17
2.3. İletim Sisteminde Kullanılan Genel Koruma Röleleri	23
2.4. İletim Şebekesinde Meydana Gelen Arızaların Değerlendirilmesi	23
2.5. Arıza Tespitinde Kullanılan Yöntemler	25

3. ENERJİ İLETİM HATLARINDA ARIZA VE ARIZA TİPİNİN TESPİTİ.....	34
3.1. Verilerin Aktarımı	35
3.2. Sayısal Filtrenin Tasarlanması	39
3.3. Dalgacık Dönüşümü	45
3.4. Yapay Sinir Ağları	50
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	54
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	62
7. KAYNAKLAR	64
8. ÖZGEÇMİŞ	70
EKLER	71
EK-1. Kullanılan MATLAB Komutları	71

ÇİZELGELER LİSTESİ

Tablo 4.1	fs=12.800 Hz. Eğitim Kümesi	54
Tablo 4.2	fs=2.400 Hz. Eğitim Kümesi	55
Tablo 4.3	Siemens Rölesi Arıza tespiti	58

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1	LZ3 Mesafe Koruma Rölesi	13
Şekil 2.2.	L8a Mesafe Koruma Rölesi	14
Şekil 2.3.	THR Mesafe Koruma Rölesi	15
Şekil 2.4.	RAZFE Mesafe Koruma Rölesi	15
Şekil 2.5.	Siemens 7SA52 Mesafe Koruma Rölesi	16
Şekil 2.6.	SEL-421 Mesafe Koruma Rölesi	17
Şekil 2.7.	Mesafe Koruma Rölesi Genel Çalışma Prensibi	18
Şekil 2.8.	İletim Hattı Yapısı	19
Şekil 2.9.	Empedans Seçimi	19
Şekil 2.10.	Arıza Noktasının Tespiti	20
Şekil 2.11.	Mesafe Koruma Rölelerinde Kademe	22
Şekil 2.12.	$x[n]$ işaretinin filtrelerle bir düzeylik dönüşüm katsayılarının elde edilmesi	26
Şekil 2.13.	Daubechies -10	27
Şekil 2.14.	Meyer Dalgacık Fonksiyonu	27
Şekil 2.15.	Mexika Şapkası Dalgacık Fonksiyonu	27
Şekil 2.16.	Modül Yapay Sinir Ağları	32
Şekil 2.17.	Olasılıksal Yapay Sinir Ağları	33
Şekil 3.1.	Blok Diagram	34
Şekil 3.2.	Elektrik Sinyali	36
Şekil 3.3.	IA Akımı	37
Şekil 3.4.	VA Gerilimi	37
Şekil 3.5.	10191 nolu Olay Verisi	38

Şekil 3.6.	10191 nolu Olay Verisi	38
Şekil 3.7.	Sistem Blok Diagramı	39
Şekil 3.8.	IA Akımı (kA)	40
Şekil 3.9.	IA sinyalinin Raised Cosine filtre çıkışı	41
Şekil 3.10.	IA sinyalinin Lowpass filtre çıkışı	41
Şekil 3.11.	IA sinyalinin Bandstop filtre çıkışı	42
Şekil 3.12.	Tasarlanan Filtrenin zaman ve frekans düzlemi (Cosfiltre)	43
Şekil 3.13.	A fazı akımı Filtre çıktısı	44
Şekil 3.14.	A fazı gerilimi Filtre çıktısı	44
Şekil 3.15.	Sistemin Blok Diagramı	45
Şekil 3.16.	A fazı akımı	46
Şekil 3.17.	A fazı Akımı ve 5 seviye Db-3 fonksiyonu Enerjisi	46
Şekil 3.18.	A fazı akımı, 5 seviye Db-4 fonksiyonu Enerjisi	47
Şekil 3.19.	A fazı akımı, 5 seviye Db-8 fonksiyonu Enerjisi	47
Şekil 3.20.	Filtrelenmiş Sinyalin 5 seviye Db-3 fonksiyonu Enerjisi	48
Şekil 3.21.	Filtrelenmiş Sinyalin 5 seviye Db-3 fonksiyonu Enerjisi	49
Şekil 3.22.	Sistemin Blok Diagramı	50
Şekil 3.23.	Modüler Yapay Sinir Ağı Algoritması	52
Şekil 4.1.	Arıza kaydı (ABG Arızası)	59
Şekil 4.2.	Arıza Kaydı (ABCG arızası)	59
Şekil 4.3.	Arıza, arıza tipi ve arıza yeri tespit algoritması	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

I	: Akım
V	: Gerilim
A	: A fazı
B	: B fazı
C	: C fazı
G	: Nötr
Z	: Empedans
F	: Arıza
M	: Modül Yapay Sinir Ağı
ADD	: Ayrık Dalgacık Dönüşümü
Db	: Daubechies
YSA	: Yapay Sinir Ağları
OYSA	: Olasılıksal Yapay Sinir Ağları
MOYSA	: Modüler Olasılıksal Yapay Sinir Ağları
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirket
EİH	: Enerji İletim Hattı

1. GİRİŞ

Gelişen ve büyüyen elektrik iletim sistemi ülkemizi bir boydan diğerine bağlarken günümüzde gelişen “Enerji Arz Güvenliği” kavramıyla ülkeleri de birbirine bağlamaktadır. Çeşitli elektrik üretim metodları (hidroelektrik, termik, rüzgâr, nükleer santraller ve benzeri) ile üretilen elektrik konutlara, işyerlerine, fabrika ve benzeri noktalara iletilmektedir. Üretilen elektrik tüketim noktalarına ulaşmaya kadar ülkemizde üç ayrı yapıdan geçmektedir. Bunlar kısaca;

- Elektrik üretim sistemi
- Elektrik iletim sistemi
- Elektrik dağıtım sistemi

şeklinde ifade edilebilir. 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 merkezinde iletimin bağlı olduğu elektrik enerjisi gerilimine, 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 kapalı devre çalışan iletim sistemleri olan trafo merkezleri hariç diğer trafo merkezlerine birden fazla Enerji İletim Hattı (EİH) ile bağlıdır. Bu sayede trafo merkezine giden EİH’larından biri herhangi bir arıza nedeniyle elektrik iletimi hizmetini göremeyecek durumda olsa bile alternatif EİH’den elektrik iletimi gerçekleşmeye devam edecek trafo merkezine elektrik

iletimi hizmetine devam edecektir. Ancak arızalı olan EİH'ın 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.

Arızanın tipi;

- Arızanın tipinin doğrulukla tespiti arızanın nedeni ve tekrarlanmaması için gerekli çalışmanın temelini teşkil edecektir.
- Arıza giderme maliyeti düşürmekte ve zamanı azaltmaktadır.

Yapılan çalışmada EİH'tan alınmış gerçek üç faz akım, nötr akımı, üç faz ve nötr gerilim sinyalleri kullanılarak arızanın ve arıza tipinin tespiti yapılmıştır.

Tespit yapılması amacıyla iletim şebekesinde kullanılan arıza kayıt cihazları, mesafe koruma röleleri, olay kaydediciler ve benzeri cihazlardan alınan dijital veriler öncelikle dijital filtreden geçirilmiş, daha sonra ayrık dalgacık enerjileri alınmıştır. Alınan elektrik sinyallerinin dalgacık enerjileri modüler olasılıksal yapay sinir ağları kullanılarak analiz edilmiştir.

1.1. YAPILAN ÇALIŞMALAR:

EİH'larda arıza analizi konulu yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

EKİCİ S.[1] tarafından yapılan çalışmada iletim hattının per unit değerleri baz alınarak deney seti kullanılarak oluşturulan prototip model arıza verisi oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca aynı sistemin ATP / EMTP ile modellenmesi yapılmıştır. Deney setinden üretilen veriler yazılımı hazırlanan veri iletim kartı üzerinden bilgisayara aktarılmıştır. Bu aktarım sırasında analog veriler dijital ortama aktarılmıştır. Arıza sinyallerinin analizinin yapılması için ayrık dalgacık dönüşümü kullanılarak elektrik arıza sinyallerinin entropisi alınmış arıza, arıza yeri ve tipinin tespiti için destek vektör makineleri, çok katmanlı algılayıcı, radyal tabanlı fonksiyon ağları, elman ağları kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda 7 farklı akıllı sistem kullanılmış olup başarı oranı %45 - %99 arasında bulunmuştur.

KOÇ S. [2] tarafından yapılan çalışmada; güç sistemlerinin tek hat, reaktans diagramları ve per-ünit yöntemi tanıtılmıştır. Arıza tipleri simetri bileşenler yöntemi ışığında tanıtılmıştır. Matlab GUI tabanlı Kısa Devre Arıza Hesabı (KDAH) programı hazırlanmıştır.

HAÇEMANAYVALYAN S. [3] tarafından çalışmada; eşzamanlı fazörlerle arıza yeri belirleme amacıyla, empedans hesaplaması ve arıza yeri tespiti için algoritma

hazırlamıştır. Arızanın yeri, arızanın tipi, zamanı ve benzeri etkenler için arıza yeri tespit hata oranları çıkarılmıştır.

GÜLLÜDERELİ M. [4] tarafından yapılan çalışmada; bara empedans matrisi kullanılarak asimetrik arızaların analizi yapılarak, aşırı gerilimin toprak arızalarına etkileri ve TEİAŞ'ta kullanılan koruma sistemleri anlatılmıştır.

SEL [5] firması mesafe koruma rölelerinde dijital filtre olarak Raised Cosine filtresi kullanmaktadır. Elektrik sinyalleri devre analizi tabanlı yöntemler kullanılarak arıza arıza, arıza tipi ve arıza yeri tespiti yapılmaktadır.

Siemens [6] firması mesafe koruma rölelerinde dijital filtre olarak Lowpass FIR filtre kullanmaktadır. Elektrik sinyalleri devre analizi tabanlı yöntemler kullanılarak arıza, arıza tipi ve arıza yeri tespiti yapılmaktadır.

Zhen Ji ve ark. [8] yaptıkları çalışmada elektrik sinyallerinde Morfolojik filtre kullanmışlardır.

Chanda D. ve ark. [9,10] yaptıkları çalışmada 3. Seviye db8 kullanımının arıza tipi tespiti için yeterli olduğu belirtmişlerdir.

Xu X. ve Kezunovic M. [11] yaptıkları çalışmada tasarlanan sistemde tüm dalgacık fonksiyon tiplerini test etmiş ve en başarılı sonuçları db-5 ve db-6 tipi dalgacık fonksiyonlarında almıştır. Çalışmalarında arıza analizinde dalgacık entropisini kullanmışlardır.

Rajamani P. ve ark. [12] yaptıkları çalışmada trafolarda arıza tespiti için en iyi sonucu Gaussian tipi dalgacık fonksiyonu ile sağlandığını belirtmişlerdir.

Rodrigo H. S. ve ark. [13] yaptıkları çalışmada 3. seviye db-8 tipi dalgacık fonksiyonu kullanmışlardır. EMTP yazılımında yapılan modellemede elde edilen verilerle kıyaslandığında % 100 oranında başarı göstermiştir.

Sedighi A. R. ve ark. [14] yaptıkları çalışmada 2. seviye ReverseBior rbio3.1 tipi dalgacık fonksiyonu kullanmışlardır. EMTP kullanılarak oluşturulan modellemede elde edilen verilerle kıyaslandığında arıza tespitinde %89,1 ve %97,6 oranında başarı göstermiştir.

Saleh. A. S. ve ark. [15] yaptıkları çalışmada 2. seviyeli db4 tipi dalgacık fonksiyonu kullanmışlardır.

Chan D. ve ark. [16] yaptıkları çalışmada arıza tespitinde kullanılacak en etkin fonksiyonun Quadrature mirror filter tipi olduğu gösterilmiştir.

Schmitter E. D. [17] yaptığı çalışmada 9. seviye db-4 tipi dalgacık fonksiyonu ve radyal tabanlı YSA kullanmışlardır. Eğitim algoritması olarak Nelder-Mead-Simplex algoritması kullanılmıştır.

Kashyap K. H. ve Shenoy U. J. [18] yaptıkları çalışmada 4. seviye Meyer dalgacık fonksiyonu kullanmışlardır. Detaylı katsayılar yapay sinir ağlarına veri girişi olarak kullanılmıştır. Olasılıksal yapay sinir ağları (OYSA) kullanmışlardır. Yapılan çalışmada arıza tespitinde %100 oranında başarı göstermiştir.

Dag O., Ucak C. [19] yaptıkları çalışmada 5. seviye dyadic-orthonormal dalgacık fonksiyonu ve kendine organize ağı (SOM) kullanılmış olup, öğrenme algoritması olarak; kohonen öğrenme algoritması ve vektör kuantalamayı öğrenme algoritması kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada % 85 - % 92 oranında arıza tipi tespitinde başarı elde edilmiştir.

Silva K. M. ve ark. [20] yaptıkları çalışmada MLP YSA'ya veri girişi olarak dalgacık enerjisi kullanmışlardır. Yapılan çalışmada EMTP'den elde edilen verilere göre % 100 başarı sağlanmış ancak gerçek datalarda % 97 oranında başarı sağlanmıştır.

Ang Z. L. [21] yaptıkları çalışmada 6,7 ve 8. Seviye db-4 dalgacık fonksiyonu kullanmış olup OYSA'ya veri girişi olarak dalgacık enerjisi kullanmışlardır. Yapılan çalışmanın başarı oranı 30 eğitim seti kullanıldığında % 80, 60 eğitim seti kullanıldığında % 90 olmuştur.

Gaouda M. ve ark. [22] yaptıkları çalışmada 7. seviye db8 ve Coiflet-5 dalgacık fonksiyonları tavsiye edilmiştir.

Malathi V. ve Marimuthu N. S. [23] yaptıkları çalışmada db5 dalgacık fonksiyonu ve destek vektör makinaları kullanmışlardır. % 98,8 oranında başarı göstermiştir.

Ammar A. ve ark. [24] yaptıkları çalışmada 2 B-Spline dalgacık fonksiyonu kullanmışlardır. Yürüyen dalga yöntemi kullanılarak arıza, arıza tipi ve yeri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Othman M. F. ve ark. [25,26] yaptıkları çalışmada db-5 dalgacık fonksiyonu kullanmışlardır. GRNN, OYSA, ileri beslemeli YSA ve adaptif bulanık sinir ağları (ANFIS) kullanılmıştır. Yapılan çalışmada GRNN kullanıldığında % 67,5- % 100, İleri Beslemeli YSA kullanıldığında % 47,5, OYSA kullanıldığında % 85 - % 100, ANFIS kullanıldığında % 82,5 oranında başarı elde edilmiştir.

Reddy M. J. ve Mohanta D. K. [27] yaptıkları çalışmada arıza tipi ve yeri için 6. seviye db-4, güç salınımları için 11. seviye db-4 dalgacık fonksiyonu adaptif bulanık sinir ağları (ANFIS) kullanılmıştır.

Ngaopitakkul ve ark. [28] yaptıkları çalışmada db-4 dalgacık fonksiyonu ve OYSA kullanmışlardır. Arıza yeri tespitinde ATP / EMTP'den üretilen veriler kullanıldığında % 97,5 - % 100 arası sonuçlar elde edilmiştir.

Bhowmik P. S. ve ark. [29] yaptıkları çalışmada dalgacık dönüşümü ve geri beslemeli YSA kullanmışlardır. Kullanılan veriler ATP / EMTP yazılımından elde edilmiştir.

Bockarjova M. ve ark. [30] yaptıkları çalışmada istatistik metodlar kullanmışlardır.

Sanaye-Pasand M. ve Khorashadi-Zadeh H. [33] yaptıkları çalışmada çok katmanlı ileri beslemeli (MLFF) YSA kullanılmış olup eğitim algoritması olarak; geri yayılım (BP) ve Marquardt-Levenberg (ML) algoritması kullanmışlardır.

Schmidt A. ve Bandar Z. [34] modüler çok katmanlı perceptronlardan oluşan YSAlar incelenmiş olup düşük veri boyutlarında kullanımı gereksiz olduğu ifade edilmiştir.

Hagh M. T. ve ark. [35] yaptıkları çalışmada modüler YSA kullanmışlardır. Modüllerde çok katmanlı perceptronlar (MLP) kullanmışlardır. Modüllerin eğitiminde ise; geri yayımlı öğrenme algoritması ve Levenberg-Marquardt optimizasyon metodu kullanmışlardır. Başarı oranı % 99'dur.

Upendar J. ve ark. [36] yaptıkları çalışmada OYSA kullanmışlardır. Başarı oranı %99'dur.

Mo F. ve Kinsner W. [37] yaptıkları çalışmada OYSA kullanmışlardır. Yapılan çalışmanın başarı oranı % 90'dır.

1.2. ENERJİ İLETİM HATLARINDA ARIZA TESPİTİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Gelişen teknolojiyle beraber elektriğin sürekli ve kaliteli olarak arzının önemi artmakta, elektriğin 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 aşağıda gruplandırılmış olarak anlatılacaktır.

1.2.1. Devre Analizi Tabanlı Yöntemler

Temelde Arıza analizi için hat sonlarında okunan akım ve gerilim değerleri kullanılarak hattın empedansı hesaplanmaktadır. Empedanstaki değişimler hattaki arızayı göstermektedir.

Simetri bileşenler ve per-ünit değerler yöntemleri en sık kullanılan yöntemdir.

- Simetri bileşenler yöntemi: n fazdan meydana gelen dengesiz bir sistemin, dengeli fazlardan meydana gelen bir sistem içinde yeniden çözümüdür. Bu yöntemde fazlar arası faz farkı 120 derece olarak kabul edilmektedir.
- Per-ünit değerler yöntemi: İletim hattında bulunan büyüklükleri belirlenen bir oranda düşürerek kullanılmasıdır. Güç, gerilim, akım ve empedans değerlerinin yerine per-ünit değerleri alınır.

Geliştirilen yöntemlerin yanı sıra hattın uç noktalarına konan cihazlardan alınacak eşzamanlı (GPS saatleri kullanılarak elde edilir) çalışan algoritmalarla arıza tespitinde daha doğru sonuçlar verecek algoritmalar geliştirilmiştir.[5]

1.2.2. Yürüyen Dalga Yöntemi

Arıza yerinin ve tipinin tespiti amacıyla; arıza anında oluşan ve arıza yerinden yansıyan sinyalleri kaynağa dönüş süresi hesaplanarak arıza yerinin tespiti ve yansıyan sinyalin fazı tespit edilerek arızanın tipi tespit edilmektedir. Yürüyen dalga yöntemi; yüksek örnekleme oranı ve arıza noktasından yansıyan sinyallerle hat sonundan yansıyan sinyalleri birbirinden ayırmaktadır.

1.2.3. Akıllı Sistemler

Arıza yerinin ve tipinin tespiti için;

- Yapay sinir ağları (geri yayılımlı, radyal tabanlı, Olasılıksal, kendine organize, modüler Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri ve benzerleri)
 - Bulanık Mantık
 - Genetik algoritma
- kullanılmaktadır.

1.2.3.1. Yapay Sinir Ağları

İnsan beyninin bilgi işleme teknolojisinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgiişlem teknolojisidir. YSA ile basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli simüle edilir. Simüle edilen sinir hücreleri nöronlar içerirler ve bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle, YSA'lar, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. Bir insanın, düşünme ve gözlemeleme yeteneklerini gerektiren problemlere yönelik çözümler üretebilmesinin temel sebebi ise insan beyninin ve dolayısıyla insanın sahip olduğu yaşayarak veya deneyerek öğrenme yeteneğidir.

1.2.3.2. Bulanık Mantık

Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelere dayanır. Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir

varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, (0, 1) aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu $M(x)$ ile gösterilir.

1.2.3.3. Genetik Agoritma

Doğada gözlemlenen evrimsel sürece benzer bir şekilde çalışan arama ve eniyileme yöntemidir. Karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatta kalması ilkesine göre bütünsel en iyi çözümü arar.

Yapılan çalışmada EİHlarda arıza analizini yapmak amacıyla akıllı sistemlerden yapay sinir ağları kullanılmıştır. Yapay sinir ağları iyi bir sınıflandırıcı olması nedeniyle tercih edilmiştir.

2. ENERJİ İLETİM HATLARINDA ARIZA TESPİTİNDE KULLANILAN CİHAZLAR VE YÖNTEMLER

Türkiye’de elektrik iletimi Türkiye Elektrik İletim A. Ş. (TEİAŞ) kurumunca yapılmaktadır. İletim şebekesinin işletilmesi, güçlendirilmesi ve arızalara karşı korunması için TEİAŞ tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Kesintisiz ve kaliteli elektrik iletimi amacıyla arızalı kısmın iletim sistemin hızla izole edilmesi gerekmektedir.

2.1. İLETİM ŞEBEKESİNDE ARIZA TESPİTİ İÇİN KULLANILAN CİHAZLAR

Enerji üretim ve iletim sistemlerini oluşturan; generatör, havai hat, trafo, kablo, seri / şönt reaktans, kapasitörler, ve benzeri teçhizatlar şebekede meydana gelebilecek faz-faz veya faz-toprak arızalarında oluşan büyük değerdeki akımlar sonucunda termik ve dinamik etkilere maruz kalarak hasarlanabilirler. Bunun neticesinde, meydana gelecek enerji kesintileri ve arızı durumlar oluşabilecektir.

Bu olumsuzlukları en aza indirmek için, teçhizatın fiziki yapısına uygun olarak çeşitli koruma cihazları kullanmak gereklidir.

Genel, olarak “RÖLE” adı verilen bu cihazlar, arızanın meydana geldiği andan itibaren görevini yapmaya başlar. Röleler, koordinasyon hesaplamaları sonucunda bulunan ayar değerlerine göre (akım, gerilim v.b.) set edilirler. Set edildikleri değerleri aşan durumlarda (arızı veya aşırı yük), ani veya belirli bir zaman sonunda çalışıp, hasarın minimum seviyede kalmasını sağlayarak, insan hayatını ve teçhizatı korur.

Enterkonnekte bir şebekeyi oluşturan EİH’larında meydana gelen kısa devre arıza akımı, şebekenin birkaç kaynaktan beslenmesi nedeniyle oldukça büyük değerlere çıkabilmektedir. Bu nedenle arızalı kısmın belirlenerek anında servis dışı bırakılması

gerekir. Aksi halde transformatör ve genaratör gibi elemanların çok kısa zamanda arızalanması ve enterkonnekte sistemin tümünde enerjinin kesilmesi söz konusu olabilir.

Arızalı hat parçasının belirlenerek, anında servis dışı bırakılması amacına yönelik uygulanan koruma tertibine selektif yani seçici koruma denilmektedir. Enterkonnekte sistemde seçici koruma, mesafe koruma adı verilen ve birçok ünitenin birlikte çalışmasıyla oluşan bir koruma sistemiyle gerçekleştirilmektedir. Enerji iletim hatlarında arızayı, arızanın tipini ve yerini tespit etmek için kullanılan röleye “Mesafe Koruma Rölesi” denmektedir.

Elektrik İletim Sisteminde mesafe koruma röleleriyle birlikte aşırı akım röleleri de kullanılır. Kısa devre arızalarına karşı mesafe koruma, aşırı yüklenmeye karşı da aşırı akım korumadan faydalanılır. Ayrıca aşırı akım koruma, mesafe korumanın artçısı olarak da kullanılır.

2.1.1. Yapılarına Göre Mesafe Koruma Röleleri

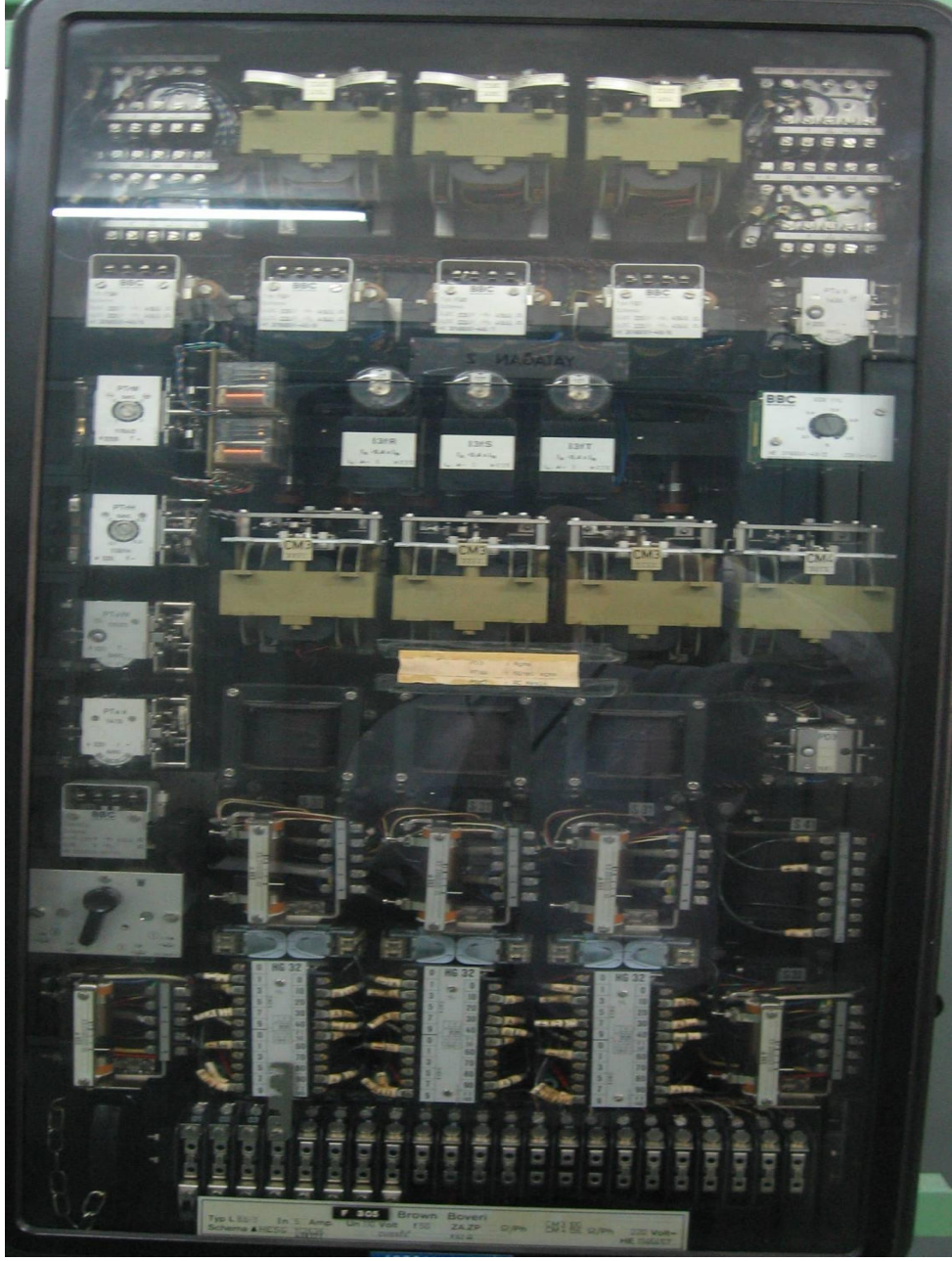
Yapılarına göre mesafe koruma röleleri üç ayrı katagoriye ayırmak mümkündür. Bunlar;

2.1.1.1. Elektromekanik Mesafe Koruma Röleleri

Bu röleler, elektromekanik çekme veya endüksiyon disk ilkesine göre çalışan rölelerdir. Türkiye Elektrik Kurumunun ilk yıllarından itibaren yaygın olarak kullanılan bu tip röleler, halen TEİAŞ iletim sisteminde tesis edilmiş ve çalışır durumda olmak üzere kullanılmaktadır. (ÖR: LZ3, L8a , CO-C3H) Şekil 2.1. ve 2.2.’de TEİAŞ’ta kullanılan elektromekanik mesafe koruma rölelerinin birkaçı mevcuttur.



Şekil 2.1. LZ3 Mesafe Koruma Rölesi



Şekil 2.2. L8a Mesafe Koruma Rölesi

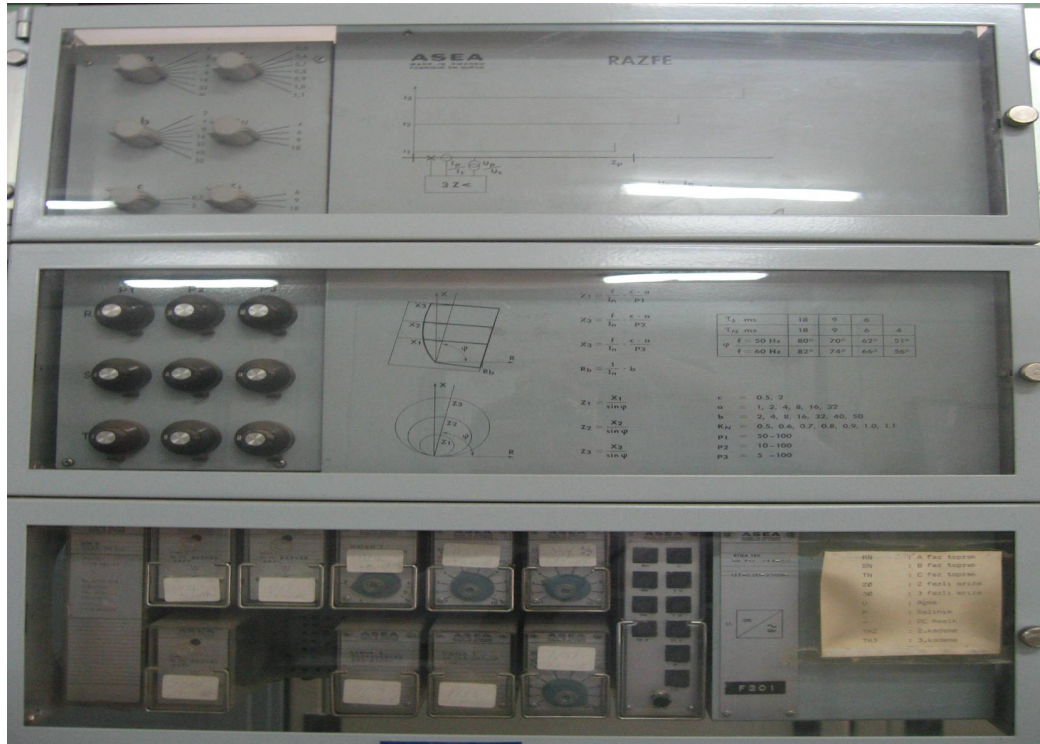
2.1.1.2. Elektronik Mesafe Koruma Röleleri

Elektriksel büyüklük, rölenin ayar değerini aşmışsa, tetik (triger) devresi ateşlenerek sinyal alınır. Şu an TEİAŞ iletim sistemindeki rölelerin büyük bir kısmını bu tip röleler oluşturmaktadır. (ÖR: THR, RAZFE, 7SJ5005) Şekil 2.3. ve

2.4.'te TEİAŞ'ta kullanılan elektronik mesafe koruma rölelerinden birkaçı mevcuttur.



Şekil 2.3. THR Mesafe Koruma Rölesi

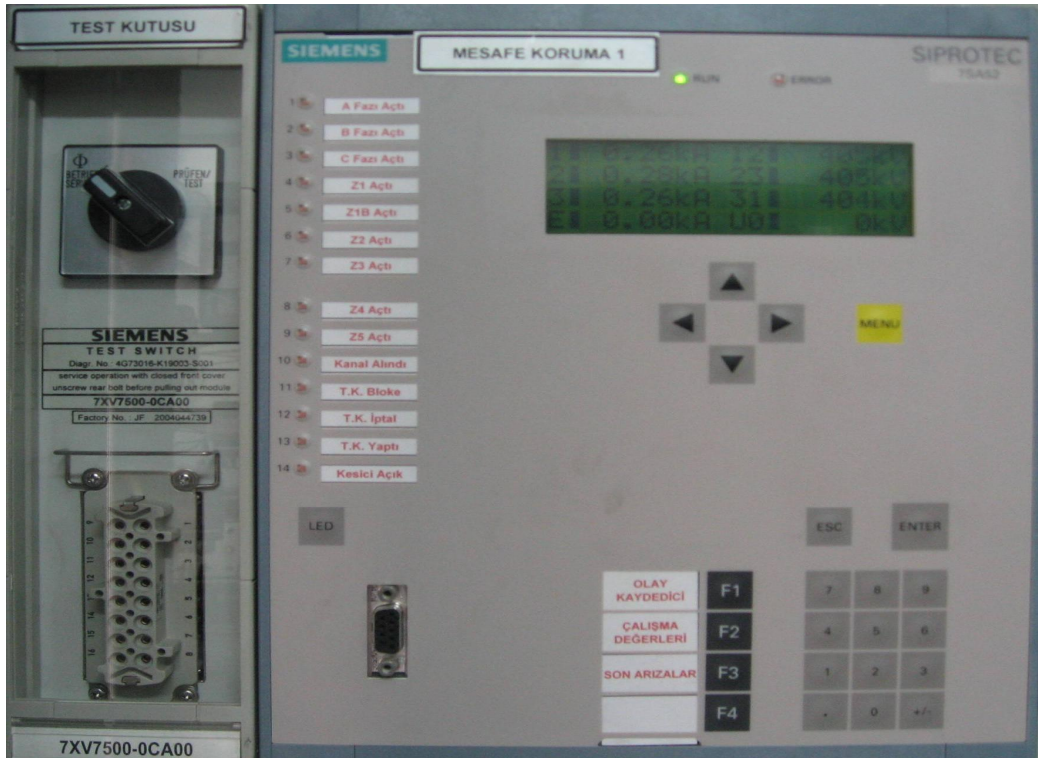


Şekil 2.4. RAZFE Mesafe Koruma Rölesi

2.1.1.3. Dijital (Sayısal) Mesafe Koruma Röleleri

Rölenin giriş devresinde yer alan analog elektriksel büyüklükler dijital değerlere (1 ve 0'lar) çevrilir ve mikroişlemciye iletilir. Mikroişlemcide röle ayar değerleri bir program (yazılım) olarak bulunur ve gelen değerler bu programdaki hesaplamalarda kullanılarak koruma işlemi gerçekleştirilir. (ÖR: MİCOM P121, 7SA52, 7SJ62)

Sayısal röleler, son 20 arızanın kaydını yapabilecek özelliktedirler. En son arıza kaydı ise röle ara yüz programı vasıtasıyla grafiksel (osilografik) kayıt olarak bilgisayar ortamına aktarılabilir. Ayrıca, grafik kayıtlarında arıza öncesi ve sonrasına ait gerilim ve akım dalga formları da görüntülenebilmektedir. Şekil 2.5. ve 2.6.'da TEİAŞ'ta kullanılan dijital mesafe korumalarından birkaçı mevcuttur.



Şekil 2.5. Siemens 7SA52 Mesafe Koruma Rölesi



Şekil 2.6. SEL-421 Mesafe Koruma Rölesi

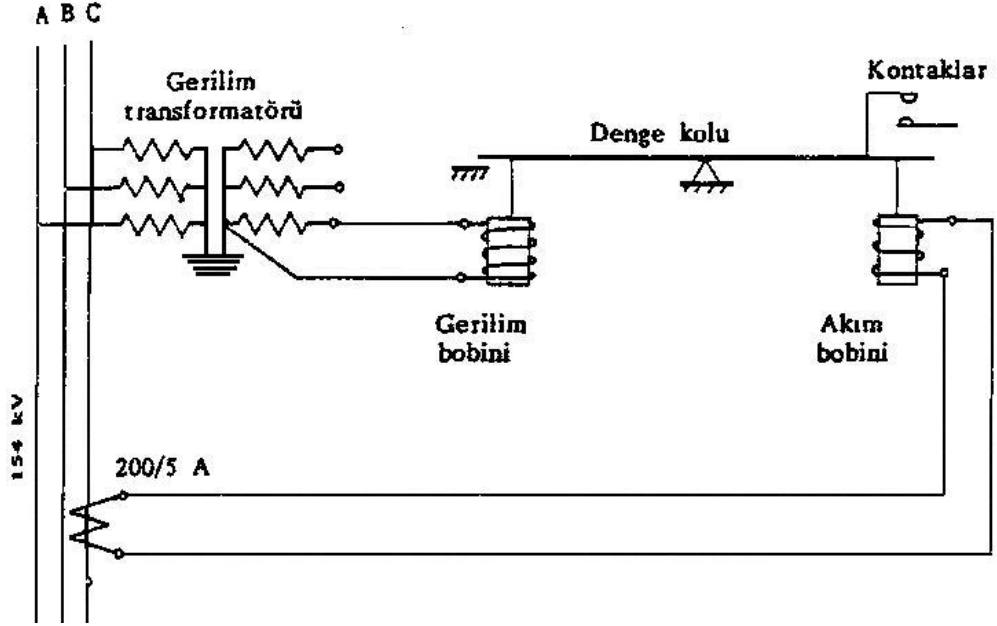
2.2. TEİAŞ İLETİM ŞEBEKESİNDE KULLANILAN MESAFE KORUMA RÖLELERİNİN GENEL ÇALIŞMA PRENSİBİ

Mesafe koruma röleleri yapısal olarak elektromekanik, statik veya dijital olabilir. Her iki uygulamanın da çalışma prensibi, bir noktadaki akım ve gerilim değerlerinin karşılaştırılması esasına dayanır. Bu karşılaştırma, gerilim değerinin akım değerine oranı olarak belirtilir. Gerilimin akıma oranı da empedansı verir. Yani röle, $Z_s = U / I$ değerine göre hattın empedansını ölçmektedir.

Kısa devre arızasında gerilim değeri azalır, akım değeri artar. Dolayısıyla kısa devre empedansı, normal işletme koşullarında ki yük empedansından daha küçüktür. Rölenin ölçtüğü empedans değeri, arıza noktası ile röle arasındaki mesafeye bağlıdır. Yani arızadaki empedans değeri, hattın uzunluğu ile orantılıdır. Dolayısıyla mesafe koruma adı, bu özellikten kaynaklanmaktadır.

Mesafe koruma rölesinin ölçtüğü empedans, rölenin ayarlandığı değerinin altında ise, röle başlatma alır. Röle, başlatma zincirinin çalışması ile işlev yapması arasındaki aşamada; arıza akımının yönüne, uzaklığa göre açma kumandası verip vermeyeceğine, açma kumandası verecekse hangi süre sonunda vereceğine, bazı

ölçmeler sonunda karar verir. Mesafe Koruma Rölelerinin çalışma prensibini en iyi şekilde Şekil 2.7.'de gösterilebilir.



Şekil 2.7. Mesafe Koruma Rölesi Genel Çalışma Prensibi

Mesafe koruma rölesinde selektif korumanın sağlanabilmesi, aşağıda belirtilen ünitelerin zincirleme çalışması sonunda gerçekleşir. Bu üniteler;

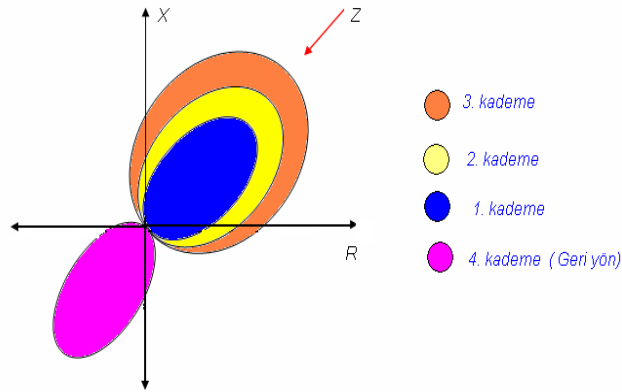
- 1 - Başlatma Ünitesi
- 2 - Yön Ünitesi
- 3 - Ölçme Ünitesidir.



Şekil 2.8. İletim Hattı Yapısı

Şekil 2.8.'de gösterilen iletim hattı yapısında; söz konusu yön elemanları, 1-2-3-4-5-6 gibi sayılarla belirtilmekte ve her yön elemanı kontağının kapanması gereken akım akış yönü de okla gösterilmiştir. Örneğin hat akım akış yönü A trafo merkezinden B trafo merkezine doğru ise, 1 nolu yön elemanının kontağı kapanmaktadır.

Şekil 2.9.'da mesafe koruma rölemizin hattın herhangi bir noktasında meydana gelebilecek bir arızada ölçtüğü empedansa ait grafik gösterilmektedir. Görüldüğü gibi arızanın meydana geldiği nokta röleye yaklaştıkça, rölenin ölçtüğü empedans değeri azalmakta dolayısıyla rölemizin çalışacağı kademe değeri de değişmektedir.

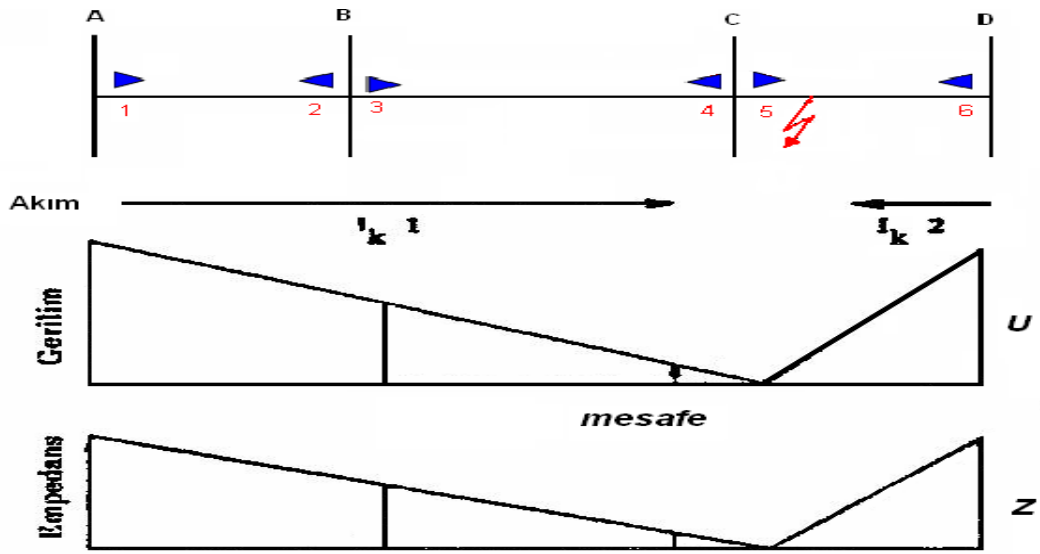


Şekil 2.9. Empedans Seçimi

3. kademenin çalışma empedansı, 1. ve 2. kademenin çalışma empedansından daha büyüktür. Yani 3. kademe ölçme elemanı, 1. ve 2. kademe ölçme elemanına göre daha uzak mesafedeki arızayı belirleyebilmektedir. Aynı şekilde 2. kademe ölçme elemanı, 1. kademe ölçme elemanına göre daha uzak mesafedeki arızayı koruma bölgesi içine alır. Durum böyle olunca, 1. kademenin çalışacağı her arızada 2. ve 3. kademe elemanı da çalışır. Ancak 1. kademe ani çalışmalı, 2. ve 3. kademeler sabit zamanlıdır.

Kademe elemanlarının çalışma zamanı,

1. Kademe - Ani
2. Kademe - 0,4 sn
3. Kademe - 0,8 sn
4. Kademe -(Geri Yön) 1,5 sn olarak ayarlanmaktadır.
5. Kademe - 1,2 sn

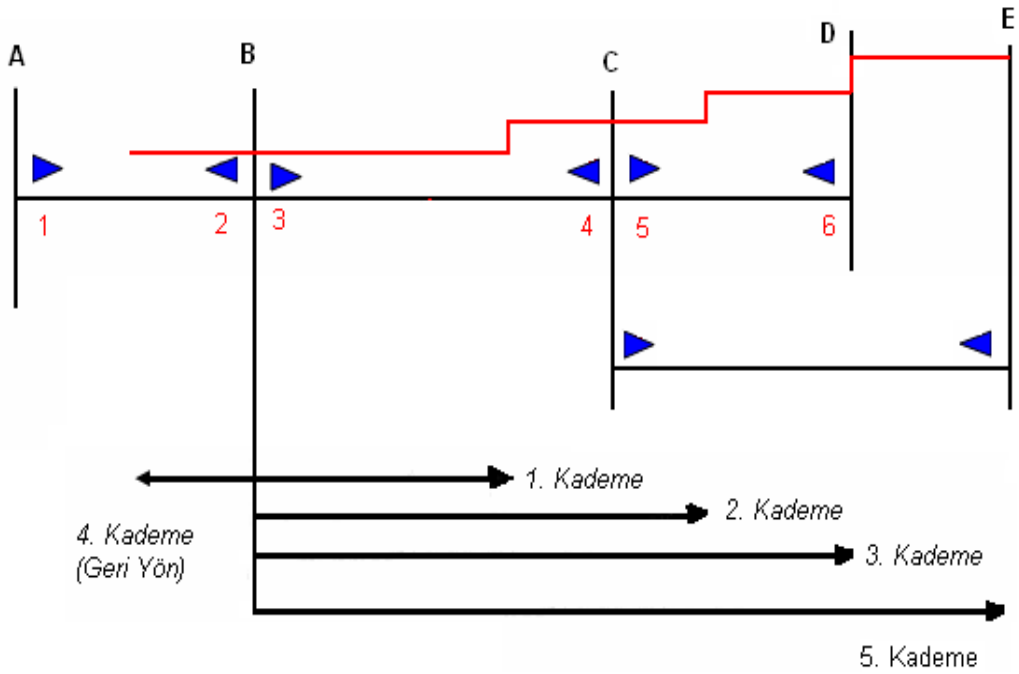


Şekil 2.10. Arıza Noktasının Tespiti

Şekilde 2.10.'da görülen devrede oluşan arızada, arıza noktasına göre her transformatör merkezindeki akım akış yönü ile gerilim ve empedans grafiği çizilmiştir. Gerilim ve empedans grafiğinde görüldüğü gibi arıza noktasında gerilim ve empedans sıfır, arıza noktasından uzaklaştıkça gerilim ve empedans değeri büyümektedir. Buna göre her trafo merkezindeki mesafe koruma rölelerinde farklı empedans değerleri oluşmaktadır.

Sistemimizde mesafe koruma röleleri, genellikle kendisinden sonraki ikinci trafo merkezine kadar olan hattı koruma bölgesi içine alırlar. Şekil 2.11.'de örnek alınan B trafo merkezindeki ölçme ünitesine ait kademe elemanlarının koruma bölgesi ele alınmaktadır.

1. kademe :B ve C trafo merkezleri arasındaki hattın % 85' ini,
2. kademe :B ve C trafo merkezleri arasındaki hattın tamamı ve C trafo merkezi ile D trafo merkezi arasındaki hattın % 50 sini,
3. kademe :B trafo merkezi ile D trafo merkezi arasındaki hattın tamamını,
4. kademe :B trafo merkezi ile A trafo merkezi arasındaki hattın % 50 sini koruma bölgesi içine alır.
5. kademe :Koruma alanı olarak ta korunan hatta komşu en uzun hattın tamamı seçilir



Şekil 2.11. Mesafe Koruma Rölelerinde Kademe

Mesafe koruma rölelerinin kademe ayarları, daha çok yukarıda belirtilen esaslar dikkate alınarak belirlenir. 2. ve 3. kademe uygulaması, güvenli bir selektif korumanın sağlanabilmesi için, 1. kademe elemanının artçısı olarak kullanılır.

2.2.1. Tekrar Kapama

Sistemde meydana gelebilecek geçici arızalarda devre dışı kalan hattın en kısa süre zarfında devreye alınması ve kesintinin en aza indirilmesi için otomatik tekrar kapama röleleri kullanılmaktadır.

Sistemde meydana gelen arızaların çoğu arkla ilgilidir. Bu esnada sistem gerilimi, 0,2 ile 0,5 saniye ($t_p =$ ölü zaman) kesilirse ark yolundaki iyonizasyon azalır ve t_p süresi sonunda gerilim tekrar tatbik edildiğinde ark tekrar başlamaz.

Otomatik tekrar kapama ile en az düzeyde inkıta ve optimum sistem kararlılığı temin edilir. İlk açmadan sonra bir iptal zamanı (kilitleme süresi) tayin edilir (3-5 saniye). Bu süre içerisinde kesiciyi açtıracak her türlü arızalarda, ne olursa olsun kesici 3 faz olarak açar ve tekrar kapama kilitlemeye gider. Kilitleme süresince yeni arıza meydana gelmediği takdirde tekrar kapama sistemi normale döner.

Tekrar kapama rölelerinde iki ayrı zaman vardır:

1- Tekrar kapama zaman ayarı: Yüksek gerilimli hatlarda en fazla 0,5 sn dir. Sistem kararlılığı yönünden sadece arızalı fazın açılıp kapanmasını öngörür.

2-Blokaj zaman ayarı: Genelde 3-5 sn olarak ayarlanır. Oluşacak arızada koruma röleleri çalışarak kesiciye açma kumandası göndermekle birlikte tekrar kapama rölesini de kurar. Açmayı izleyen tekrar kapama kumandası ayarlı 20 msn sonunda kesiciyi kapatır. Şayet arıza devamlı ise tekrar açar ve ayarlı olan blokaj zamanı içerisinde yeniden kapamaya gitmez.

2.3. İLETİM SİSTEMİNDE KULLANILAN GENEL KORUMA RÖLELERİ

İletim sisteminin sağlıklı olarak işlemesi arızalı teçhizatın sistemden izole edilmesi ve iletim sisteminin geri kalan kısmının etkilenmemesini sağlamak amacıyla sistemi korumak için tasarlanmış cihazlardır. Röleleri genel olarak kategorize edilirse;

- Aşırı Akım Röleleri: Faz-faz arası, faz toprak arızalarında veya aşırı yüklenme durumlarında çalışırlar.
- Toprak Rölesi: Korunan teçhizatın fazlardan en az birinin toprakla temasıyla çalışır.
- Diferansiyel Akım Rölesi: Trafo veya kablo giriş ve çıkış akım trafosu arasındaki bölgeyi koruyan rölelerdir.
- Mesafe Koruma Rölesi: 380 ve 154 kV fider arızalarında oluşan empedansa göre ani veya sabit zamanlı çalışan rölelerdir.
- Öz (Zati) Korumalar: Trafoların kendi iç arızalarına karşı koruma sağlayan tertiplerdir. Buholz, kademe buholz, gaz basınç, tank koruma, termik koruma (yağ ve sargı), yağ seviye.
- Diğer Korumalar: Sistemde kullanılan diğer röleler; genel açma rölesi, düşük frekans rölesi, faz uyumsuzluğu rölesi gibi

2.4. İLETİM ŞEBEKESİNDE MEYDANA GELEN ARIZALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elektrik şebekelerinde enerjinin devamlılığı esastır. Değişik nedenlerle, akım ve gerilim değerlerindeki normal olmayan değişiklikler, teçhizata zarar verecek boyutlara ulaşırsa, enerjinin devamlılığı kesintiye uğrar. Bu olaylar arıza olarak tanımlanabilir. Arızaların oluşum nedenlerine göre 3 ayrı sınıfa ayrılabilir. Bunlar aşağıda listelenmiştir.

1. Elektriksel Nedenler

- Statik aşırı gerilimler
- Geçici aşırı gerilimler
- Gerilim değişimleri
- Yıldırım, atmosferik deşarjlar
- Aşırı yük ve ısınma etkileri
- Sistem frekansının değişimi

2. Mekanik Nedenler

- Çarpma, sarsıntı, eğilme, bükülme, kopma
- Hatalı devre bağlantıları
- Hatalı röle koordinasyonları
- Yabancı cisimler
- Salınım, titreşim.

3. Çevresel Faktörler

- İklim şartları (yağış, sis, kar, fırtına, buz)
- Depremler
- Nem, sıcaklık
- Kirlilik (toz, yağ, eksoz)
- Kimyasal faktörlerdir.

Arızalar tiplerine göre ayrıştırıldığında 3 farklı şekilde sınıflandırılabilir.

Şebekede oluşan belli başlı temel arızalar şöyle sınıflanabilir:

1. Üç Fazlı Arızalar: Üç fazın birbiriyle olan kısa devreleri neticesinde oluşur. Her üç fazdan da eşit arıza akımları akar. (ABC, ABCG)

2. İki Fazlı Arızalar: Herhangi iki faz arasındaki kısa devre neticesinde oluşur. Arızalı faz akımları birbirine göre ters yöndedir. Sağlam olan üçüncü fazdaki yük akımı göz önüne alınmaz. Sıfır kabul edilir. (AB, AC, BC, ABG, ACG, BCG)

3 Faz — Toprak Arızaları: Bir faz ile toprak arasında oluşur. Doğrudan veya bir empedans üzerinden olabilir. Sağlam diğer iki fazdaki yük akımları göz önüne alınmaz. (AG, BG, CG)

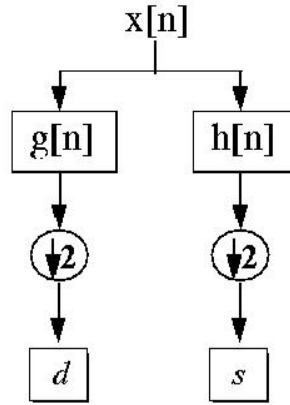
2.5. ARIZA TESPİTİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Çalışma sırasında kullanılan yöntemler Dalgacık Dönüşümü ve Yapay Sinir Ağlarıdır. Bu yöntemleri kısaca tanıtılacaktır.

2.5.1. Dalgacık Dönüşümü

Dalgacık dönüşümü Fourier dönüşümünün yetersiz kaldığı yerlerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Fourier analizi daha çok durağan olan işaretlerin incelenmesinde kullanılırken dalgacık analizi, durağan olmayan işaretlerin incelenmesi için çok elverişlidir. Fourier analizi yalnızca frekans domeninde işaret hakkında bilgi içerirken, dalgacık analizinde hem zaman hem de frekans domeni bilgilerini aynı anda inceleyebilmek mümkündür.

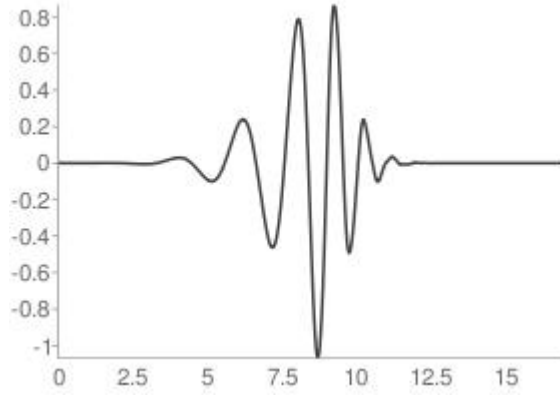
Dalgacık dönüşümü için filtrelerin kullanılmasını ilk olarak 1988'de Mallat[41] gerçekleştirmiştir. Eldeki bir $x[n]$ veri vektörüne dalgacık dönüşüm matrisini uygulayıp, sonuç vektörü yaklaşım ve detay bilgilerine ayırmak, $x[n]$ işaretini Şekil 2.12.'de gösterilen filtre sistemine sokmaya eşdeğerdir.



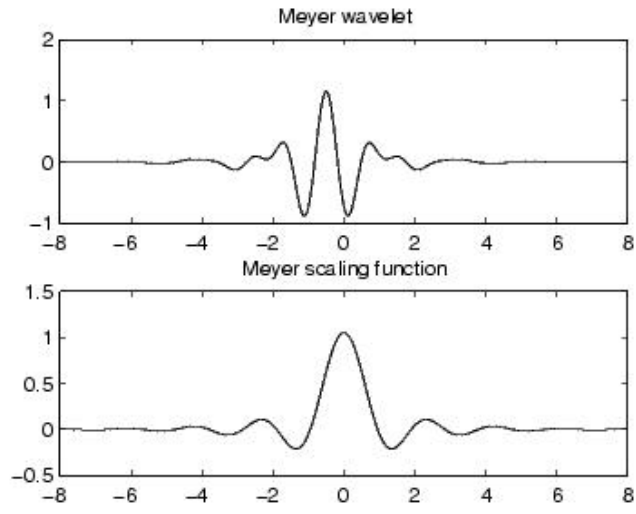
Şekil 2.12. $x[n]$ işaretinin filtrelerle bir düzeylik dönüşüm katsayılarının elde edilmesi

$x[n]$ gibi bir ayrık veri vektörünü Şekil 2.12.'de d ile gösterilen detay bilgilerine ve s ile gösterilen yaklaşım (approximation) bilgilerine ayırmak için veri vektörüne şekilde $g[n]$ ile gösterilen yüksek geçiren filtreyi ve $h[n]$ ile gösterilen alçak geçiren filtreyi uygular ve daha sonra filtre çıkışlarına $\downarrow 2$ ile gösterilen aşağı örnekleme (downsampling) uygulanır. Aşağı örnekleme, süzgeçten geçirilmiş işaretin tek yada çift örneklerini atmak şeklinde yapılır. Burada d ile gösterilen 1. düzey dalgacık katsayılarıdır. Ayrık dalgacık dönüşümünü tamamlamak için sistemin, Şekil 2.12'de gösterildiği gibi ardışıl olarak sistemin alçak geçiren çıkışına uygulanması gerekir. Bu uygulama teorik olarak, sonuçta alçak geçiren çıkışında bir veri kalana kadar sürer.

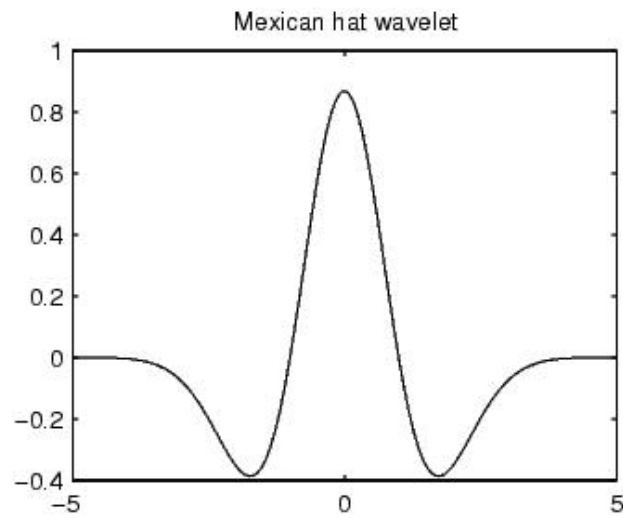
Pekçok dalgacık fonksiyonu mevcuttur. Bunlardan bazıları Şekil 2.13., 2.14. ve 2.15.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Daubechies -10



Şekil 2.14. Meyer Dalgacık Fonksiyonu



Şekil 2.15. Mexika Şapkası Dalgacık Fonksiyonu

Dalgacık Dönüşümü iki ayrı kategoriye ayırmak mümkündür.

2.5.1.1. Sürekli Dalgacık Dönüşümü

Sürekli sinyallerde kullanılmaktadır.

$$\Psi(t) = 2 \sin c(2t) - \text{Sinc}(t) = \left(\frac{\text{Sin}(2\pi t) - \text{Sin}(\pi t)}{\pi t} \right) \quad (2.1)$$

Sürekli Dalgacık Dönüşümü denklemleri;

$$\Psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (2.2)$$

$$SDD(a,b) = \int x(t) \Psi_{a,b}(t) dt \quad (2.3)$$

Denklem 2.2. ve 2.3.'da bulunan a ve b, ölçekleme ve öteleme değişkenleridir. $a^{-1/2}$ çarpanı değişik ölçeklerdeki dalgacıkları ana dalgacık ile aynı enerji düzeyine getirmek için ilave edilen enerji düzgeleme (normalization) katsayısıdır. a ve b' nin sürekli olması durumunda bu dönüşüm Sürekli Dalgacık Dönüşümü(SDD) adını almaktadır.

2.5.1.2. Ayrık Dalgacık Dönüşümü

Ayrık zamanlı fonksiyonlarda kullanılır.

$$\Psi_{s,k}(t) = 2^{s/2} \Psi(2^s t - k) \quad (2.4)$$

$$ADD(2^{-s}, k 2^{-s}) = 2^{s/2} \sum_n x(n) \Psi(2^s n - k) \quad (2.5)$$

Denkelem 2.4. ve 2.5.'ta bulunan s ve k tam sayılardır ve s endeksi dalgacığın genişliğini, k ise pozisyonunu belirler. Daha sonra sürekli dalgacık dönüşümü ayrık dalgacıklarla yapılır. bir işaretin ADD'sini almak için, işaretin tüm zaman

eksenindeki değerlerini bilmemize gerek kalmaz, yalnızca dalgacıkların sıfır olmadıkları yerlerdeki değerlerinin bilinmesi yeterli olur.

2.5.2 Yapay Sinir Ağları:

Yapay sinir ağları günümüzde otomotiv sanayinden askeri teknolojiye kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Uygulama fonksiyonlarından birkaçı; hedef takibi, kanser analizi, yönlendirme sistemleri, otomatik pilot sistemleridir.

2.5.2.1. Yapay sinir ağlarının yaygın olarak kullanılmasının nedenleri;

- Problemlerin doğrusal olma zorunluluğunun olmaması nedeniyle karmaşık problemleri de uygulanabilmesi,
- Problemin yapısını ağın öğrenebilmesi nedeniyle hemen hemen her tür probleme uygulanabilir olması,
- Genelleme yapabilmesi nedeniyle öğrendiklerini genelleyip kullanabilmesi,
- Uyarlanabilir olması nedeniyle problemdeki değişikliklere uyum gösterebilmesi,
- Hata toleransının geleneksel yöntemlere göre tolere etme yeteneklerinin daha yüksek olması,
- Analiz ve tasarım kolaylığının olmasıdır.

2.5.2.3. YSA Modelleri;

- Ağın yapısına
- Kullanım amacına
- İleri beslemeli (feed forward) oluşuna,
- Geri beslemeli (feed back) oluşuna,

- Ağırlık matrislerinin simetrik veya asimetrik oluşuna,
- Ağırlık matrisi değerlerinin sabit veya değişken oluşuna,
- Ağda yer alan düğümlerin özelliklerine,
- Kullanılan eşik fonksiyonunun deterministik veya stokastik oluşuna,
- Düğüme sadece analog / ikil veya sürekli değerlerin uygulanabilmesine,
- Eğitim veya öğrenme kurallarına

göre ayrıştırılmaktadır.

2.5.2.3. Kullanım amaçlarına göre Yapay Sinir Ağları

1. Fonksiyon oluşturma (uydurma) (Fitting a Function)
2. Örüntü tanıma (Recognizing Pattern)
3. Veri gruplama (Clustering data)

2.5.2.4. Ağırlıklarına göre YSA türleri:

1. Statik Hücre Modeli; Ağırlıkların sabit olduğu ağ yapılarıdır.
2. Dinamik Hücre Modelleri; Ağırlıkları veya girişi dinamik olan ağ yapılarıdır.
Dinamik hücre yapısı karmaşık problemin çözümünde daha verimli olmaktadır.

2.5.2.5. Yapılarına göre Yapay Sinir Ağları:

A. Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları: Tek katmanlı yapay sinir ağları sadece girdi ve çıktı katmanlarından oluşur. En basit tek katmanlı sinir ağı modeli perseptron'dur.

B. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları: Çok katmanlı sinir ağları bir ya da daha fazla gizli katmanı olan ileri beslemeli sinir ağlarıdır. Genelde bu ağ bir girdi katmanı, en az bir gizli katman ve bir de çıkış katmanından oluşur. Gizli katmanlara

ihtiyaç duyulmasının sebebi girdi katmanlarından gelen genellikle işlenmemiş sinyallerin özelliklerini belirlemek, ağırlıklandırmak ve sonuçları çıktı katmanına yönlendirmektir. çok katmanlı YSAlardan bazıları:

1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları (İBYSA)
2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları (GBYSA)
3. Bellek Hücreli YSA Yapıları (BHYSA)
4. Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağları
5. Fonksiyonel Link Ağları (FLA)
6. Çağrışımlı Bellek Ağları (ÇBA)
7. Modül Yapay Sinir Ağları (MYSA)
8. Elman ve Jordan Ağları
9. Hopfield Ağları
10. Kohonen Ağı
11. Olasılıksal Yapay Sinir Ağları
12. Kendi Kendini Düzenleyen Haritalar (Self Organizing Map -SOM)

2.5.2.6. Yapılan Çalışmada Kullanılan YSA Türleri

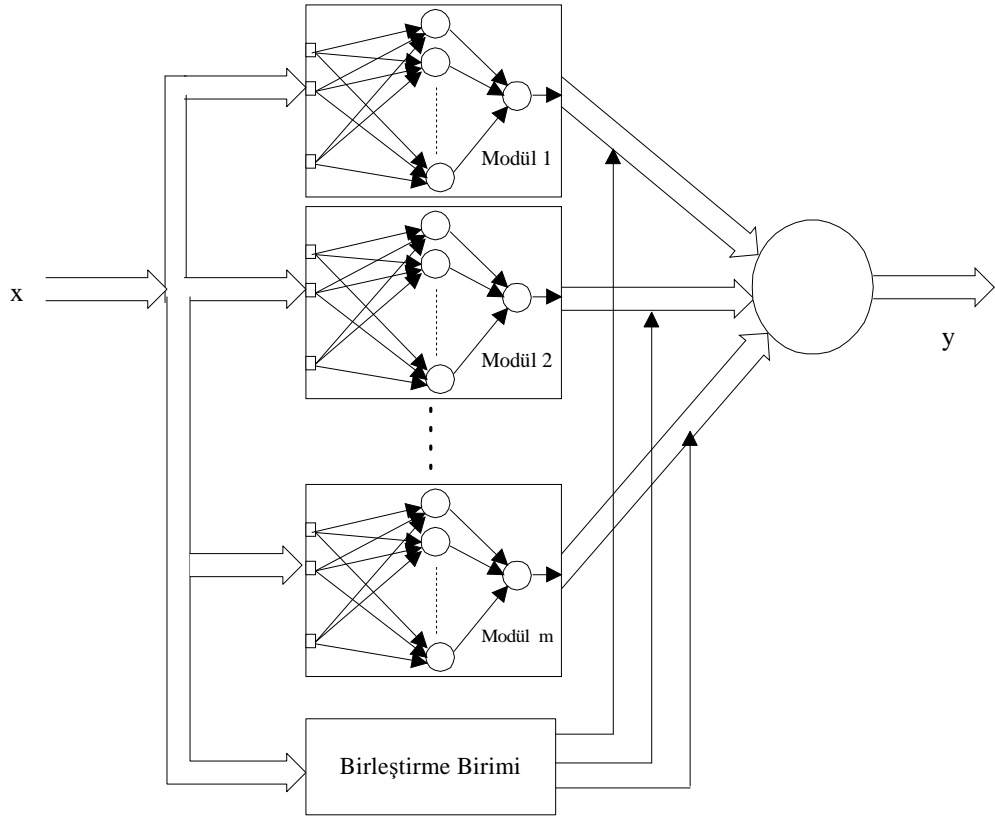
1. Modül Yapay Sinir Ağları (MYSA): çok sayıda YSA yapısının birleşiminden oluşur. Eğer, bir ağın yapması gereken işlemler birbirleriyle de haberleşmeksizin iki yada daha fazla modüle (alt yapıya) ayrılabilirse bu ağlar modül YSA' ları olarak söylenir.

Modüllerin çıkışları, modüllerden bilgi geri beslenmemek üzere bir birleştirme birimi ile birleştirilir ve birleştirme birimi;

a-) Modül YSA çıkışını elde etmek için modül çıkışlarının nasıl birleştirilmesi gerektiğini,

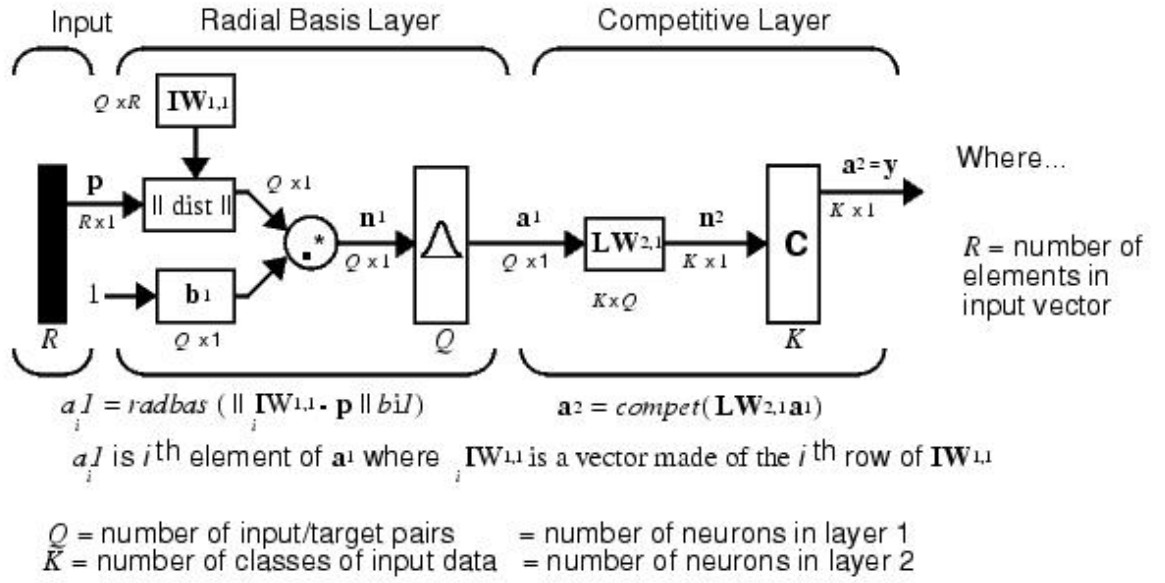
b-) Hangi eğitim örneklerini hangi modülün öğreneceğini kararlaştırmalıdır.

Bu nedenle modül YSA' nın, böl ve yönet esasına göre çalıştığı söylenebilir ve böylece karmaşık problemler daha basit alt bileşenlerine ayrılarak çözülebilir ve sonuçta çözümler birleştirilebilir. Modül YSA' larının eğitiminde genellikle hem eğitici hem de eğitici olmayan öğrenme algoritmalarını birlikte kullanmak gerekir. Şekil 2.16. MYSA yapısı bulunmaktadır.



Şekil 2.16. Modül Yapay Sinir Ağları

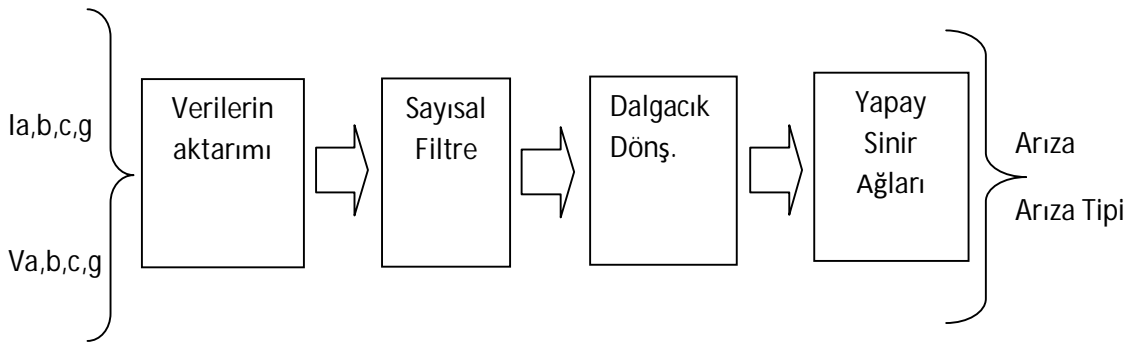
2. Olasılıksal Yapay Sinir Ağları: Olasılıksal sinir ağları sınıflandırma problemleri için kullanılır. Şekil 2.17. OYSA yapısı bulunmaktadır.[7]



Şekil 2.16. Olasılıksal Yapay Sinir Ağları

3. ENERJİ İLETİM HATLARINDA ARIZA VE ARIZA TİPİNİN TESPİTİ

EİH'larda arıza analizi temelde üç farklı işlemi gerçekleştirmek amacıyla yapılmaktadır. Bunlar arıza, arıza tipi ve yeri bilgisidir. Arızanın tespiti iletim sistemini korumak açısından son derece büyük öneme sahiptir. Arıza tipi bilgisi arızanın yerinin belirlenmeden arıza hakkında fikir sahibi olmak açısından önemlidir. Ayrıca EİH'larda meydana gelen arızaların büyük bir kısmının geçici arıza olması ve hat açtıktan sonra tekrar kapandığında hattın tuttuğu görülmekte olup tekrar kapama sisteminin sağlıklı çalışması için arıza tipi önemlidir. Arıza yeri verisi ise arızanın giderilme hızını artıracak en önemli etkidir. Ülkemizde ortalama 50 km civarında olan hatların güzergahları göz önüne alındığında arıza yeri tespitinin önemi daha da ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmada gerçek arıza sinyalleri kullanılarak arıza analizi yapılmıştır. Ancak arıza kayıtlarının büyük bir kısmında arıza yeri bilgisi olmaması nedeniyle arıza yeri tespiti ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Alınan arıza kayıtlarının incelenerek arıza kayıtlarının bulunmasında şekil 3.1.'de belirtilen işlem sırası takip edilmiştir.



Şekil 3.1. Blok Diagram

3.1. VERİLERİN AKTARIMI

TEİAŞ iletim sisteminde bulunan dijital arıza kayıt cihazları, röleler ve benzeri cihazlar arıza kayıtlarını ara yazılımlar vasıtasıyla bilgisayarlara aktarılmasına olanak vermektedir. Her rölenin farklı bir yazılımı mevcuttur. Örneğin ; SEL firmasının röleleri AcSELeRator QuickSet yazılımını, Siemens röleler DIGSI yazılımını kullanmaktadır.

Arıza kayıtları ; **.cfg, .dat, .hdr, .dg4, .rio, .spa** formatlarında bilgisayara alınabilmektedir.

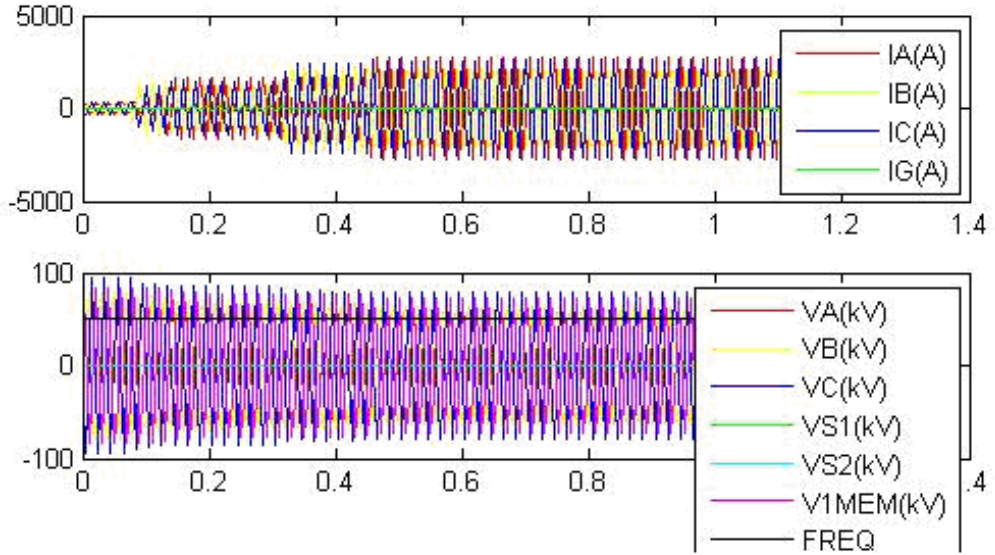
Bilgisayara indirilen arıza kayıtlarının incelenmesinde Siemens tarafından hazırlanan freeware yazılım olan **comtradeview (cfg uzantılı veriler)** programı, ücretli olan SIGRA yazılımı, Vamp firmasınınca hazırlanan freeware olan **Vampset** yazılımı, SEL firmasınınca hazırlanan kayıt olduktan sonra ücretsiz indirilip kullanılabilen **AcSELeRator QuickSet (.cev uzantılı veriler)** yazılımı kullanılabilen yazılımlara örnektir. Ayrıca Matlab yazılımı da arıza verisini import edip incelemek için kullanılabilir.

Verilerin Matlaba aktarılması için kullanılan yöntemler;

1. IEEE C37.111-1999 ile standartları belirtilen comtrade formatındaki verileri Matlaba aktarmak amacıyla; “<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/15619-comtrade-reader>”⁴⁸ adresinde bulunan kullanımı lisans gerektirmeyen read_comtrade.m fonksiyonu kullanılmıştır.

Kullanılan fonksiyonunun Ankara Gölbaşı TM’de bulunan Yıldız Fiderinde 02.11.2007 tarihinde saat 00:38:17’584’’ de başlayan 10191 nolu arızanın kayıtlarının read_comtrade.m adlı Matlab fonksiyonu ile kullanılarak aktarıldığında öncelikle

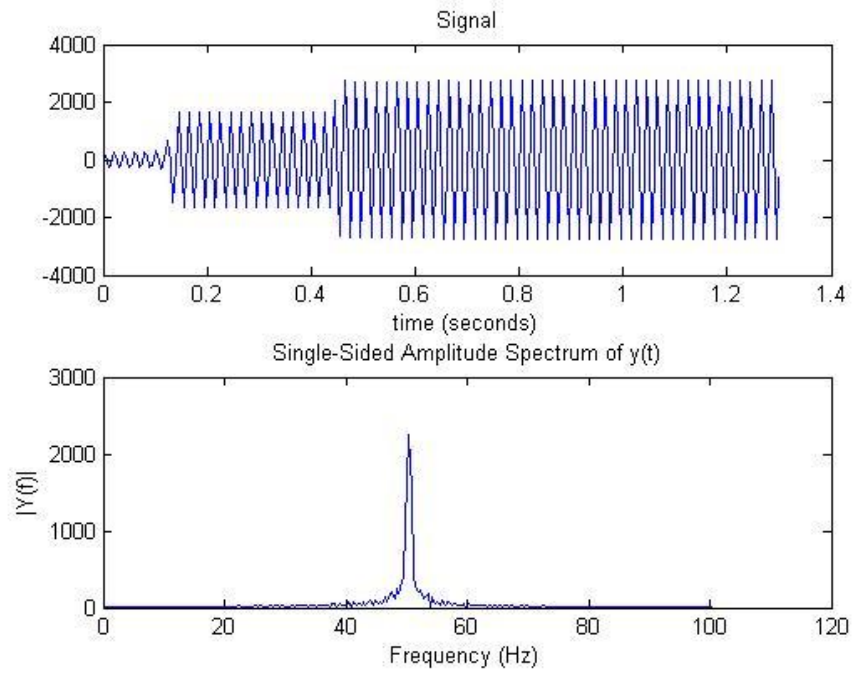
arıza sinyalinin .cfg uzantılı sinyalin yeri sorulmakta sinyalin seçilmesine müteakip sinyale ait hangi veri kanallarının çizilmesi istendiği sorulmak, istenilenler kanallar çizdirilmektedir. 10191 nolu olaya ait analog kanalların çizdirilmesi sonucu Şekil 3.2.'dedir.



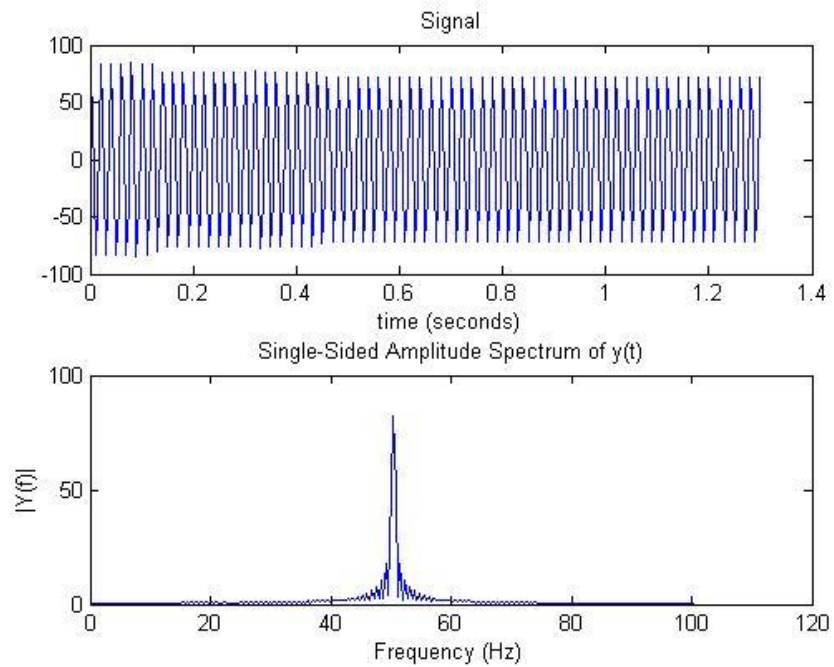
Şekil 3.2. Elektrik Sinyali

Söz konusu işlemden sonra Matlab Workspace'te oluşan arızayla alakalı değişkenler aşağıdadır. Arızayla alakalı hangi değişkenlerin kaydedileceği kullanıcı tarafından arıza öncesinde ayarlanmalıdır. Arıza kaydında kayıt cihazının devreye alınmasında yada daha sonra kullanıcılar tarafından önceden belirlenen değişkenler kaydedilmektedir. Bu değişkenler akım, gerilim gibi İletim Sistemi değişkenleri olabileceği gibi cihaza dışarıdan bağlanan farklı cihazlardan alınan veriler (Kesici konum bilgisi, vb..) ve cihazın iç parametreleri olabilir.

Bu verilerden akım ve gerilim değerleri geri kalan yazılımda kullanılmaya devam edecektir. Şekil 3.3.'te IA_A_ A fazı akımını göstermekte olup Amper cinsindedir. Şekil 4.4. VA_kV_ A fazı gerilimini göstermekte olup kV cinsindedir;

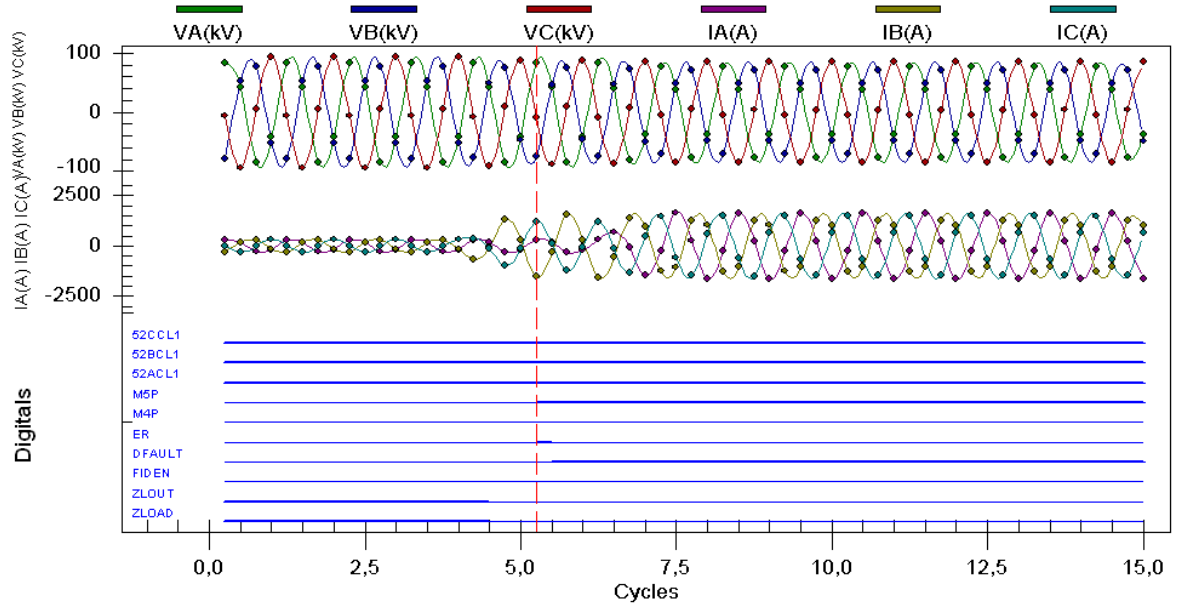


Şekil 3.3. IA Akımı

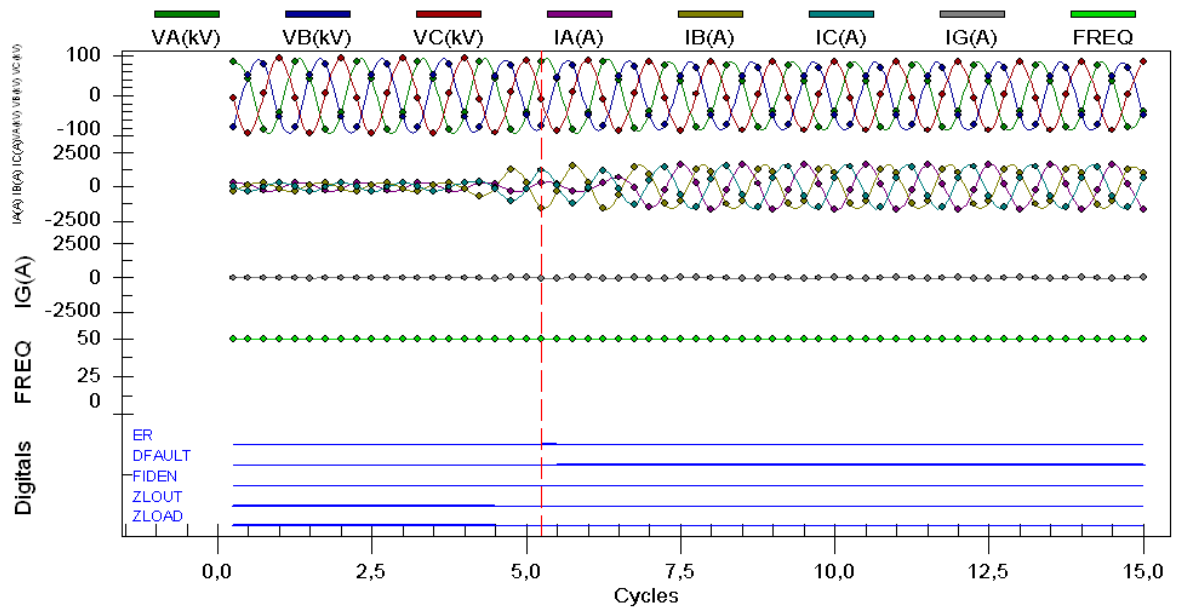


Şekil 3.4. VA Gerilimi

2. AcSELeRator QuickSet adlı yazılım kullanılarak arıza verileri (.cev uzantılı veriler) incelenebilir. Bu inceleme yazılımının Tools – Events – View Event Files adlı menüden arıza kaydı incelenebilir. 10191 nolu olaya Şekil 3.5. ve Şekil 3.6.’da görülmektedir. Yazılımda çeşitli arızaya ait akım, gerilim, dijital sinyaller gibi birçok değişkeninden istenenler seçilebilir⁴⁹.



Şekil 3.5. 10191 nolu Olay Verisi



Şekil 3.6. 10191 nolu Olay Verisi

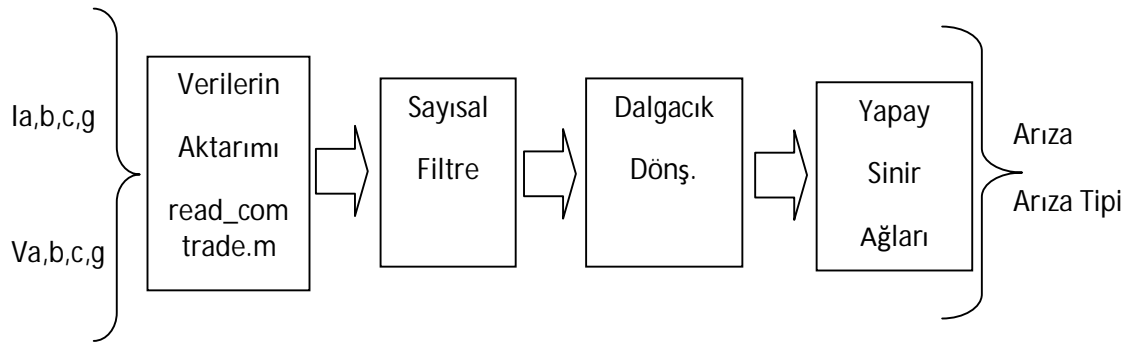
Yazılımda seçili sinyalin Graph Preference menüsü kullanılarak sadece IA, IB, IC, IG, VA, VB, VC, f tek tek seçilip grafiğin üzerinde sağ tıklanıp oradan Export Dialog – Test/Data Only menüsü kullanılarak verinin istenilen kısmı istenilen yere .txt olarak aktarılabilir. Veriler Matlaba aktarılmadan önce virgüller (,) nokta(.) ile değiştirilmelidir. Matlaba seçilen veriler import edilerek aktarılabilir.

3. Arızaya ait .dat uzantılı arıza kaydı Matlaba direkt olarak aktarılabilir. Matlabın import özelliği ile aktarılabilir. Ancak aktarılan veri matrisinden istenilenler seçilebilir. Yapılan aktarım sonucunda 10191 nolu arıza için 261 X 397 veri oluşmaktadır. Toplam 397 ayrı veri için 261 adet data kaydedilmiştir.

Yapılan çalışmada daha pratik olması nedeniyle read_comtrade.m fonksiyonu kullanılacaktır.

3.2. SAYISAL FİLTRENİN TASARLANMASI

Yapılan çalışmada verilerin aktarımı amacıyla read_comtrade.m fonksiyonu kullanılmıştır. Arıza sinyalleri comtradeview yazılımı kullanılarak gözlemlenmiştir. Veri aktarımından sonra uygulanacak işlemler Şekil 3.7.'dedir.

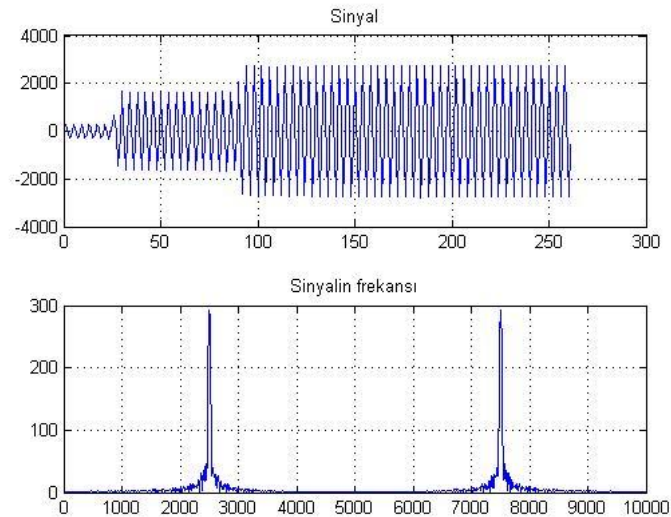


Şekil 3.7. Sistem Blok Diagramı

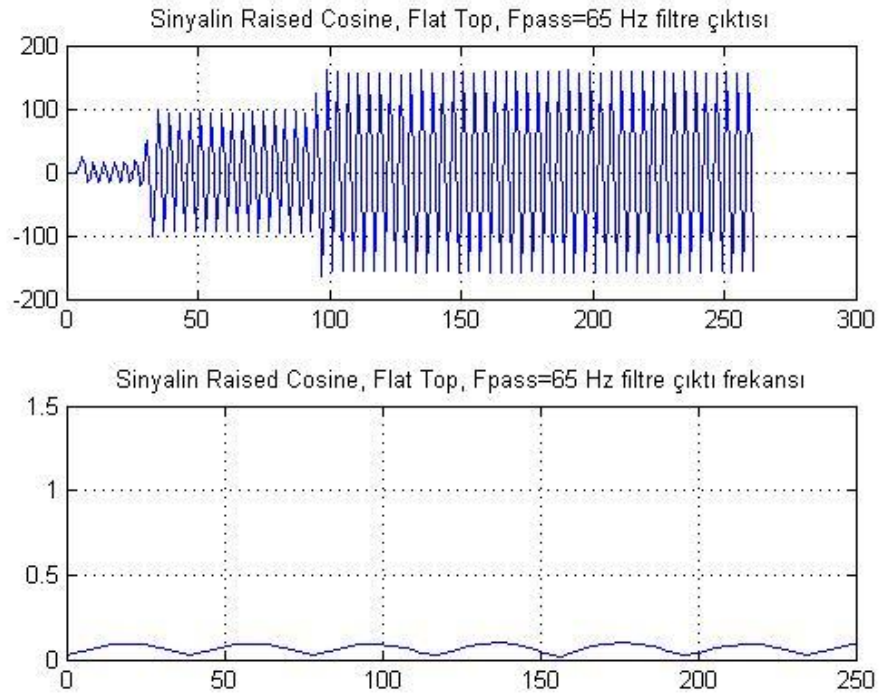
Arıza kayıtları İletim Sisteminde bulunan çeşitli kayıtediciler tarafından kaydedilmektedir. Bu kaydedicilerden bir kısmı verileri sayısal filtreden geçirerek kaydederken bir kısmı ise verileri filtreden geçirilmeden kaydetmektedir. Filtreye ihtiyaç duyulma nedeni geliştirilen sistemin herhangi bir kaydediciden alınmasına müteakip etkin olarak çalışabilmesinin sağlanmasıdır.

Arıza Kaydı alınan bir güç devresinden alınan akım sinyalinin Matlabda oluşturulan çeşitli filtrelerden geçirilmiştir. Filtreler Matlabda bulunan “**fdatool**” kullanılarak oluşturulmuştur.[7]

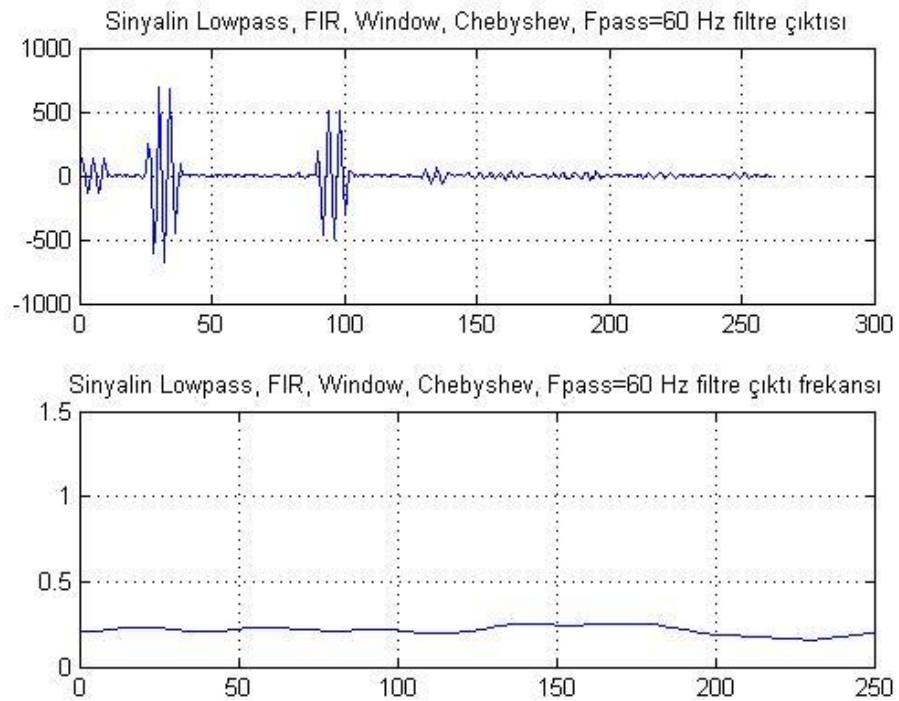
Yapılan analizde Elektrik sistemlerinde kullanılacak en iyi filtrenin Sel firmasınınca [5] da kullanılan Raised Cosine filtresi olduğu görülmektedir. Siemens firmasınınca [6] kullanılan Lowpass filtre ve Bandstop filtre çıktıları da denenmiştir. Şekil 3.8. A fazı akımı (kA) ve frekans tabanlı karşılığı, şekil 3.9. Raised Cosine filtre, 3.10. Lowpass filtre, 3.11.Bandstop filtre çıktılarının zaman ve frekans tabanlı sonuçları bulunmaktadır.



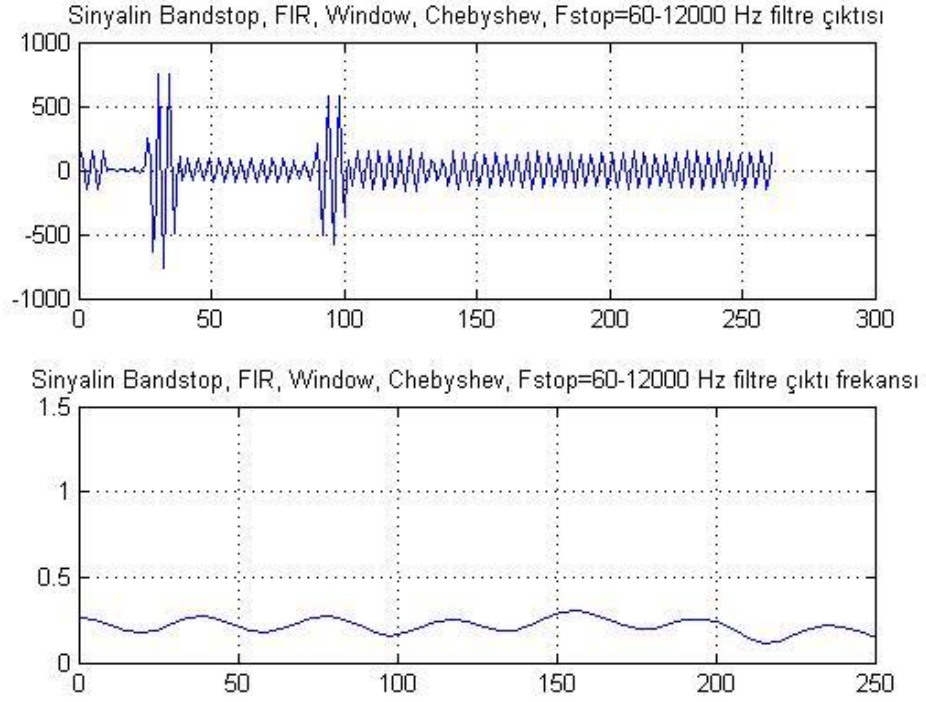
Şekil 3.8. IA akımı (kA)



Şekil 3.9. IA sinyalinin Raised Cosine Filtre çıktısı



Şekil 3.10. IA sinyalinin Lowpass filtre çıktısı



Şekil 3.11. IA sinyalinin Bandstop filtre çıktısı

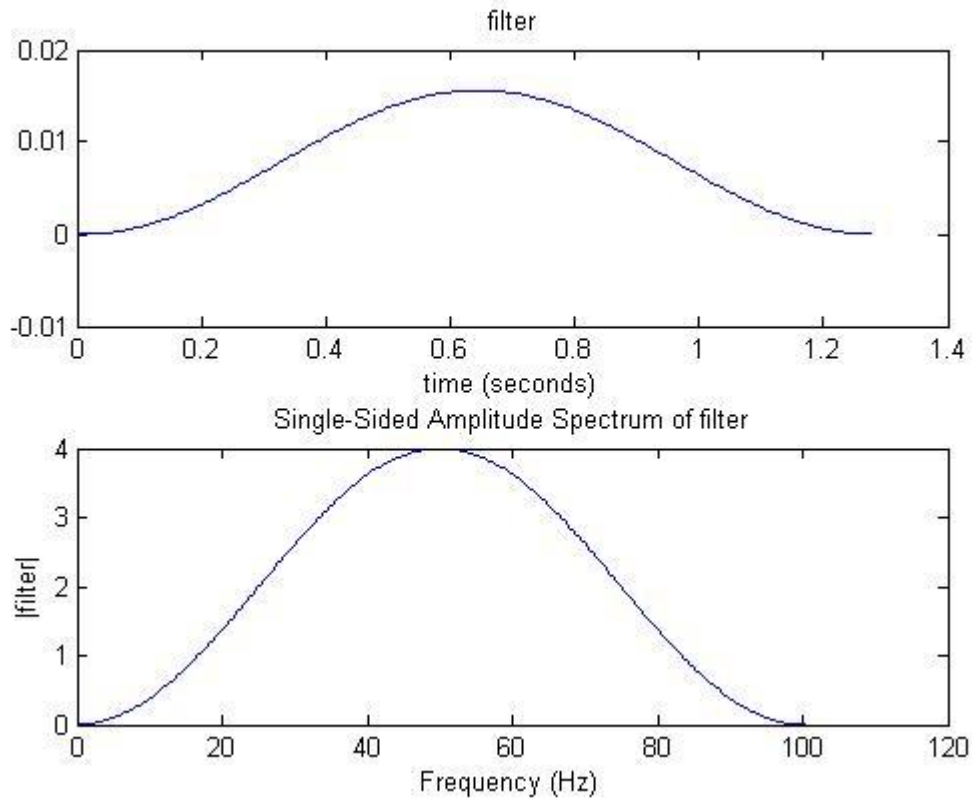
İşlem hızını artırmak ve filtrelemeyi daha etkin olarak yapabilmek amacıyla ihtiyaca uygun özel bir filtrenin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Tasarlanan filtrenin özellikleri:

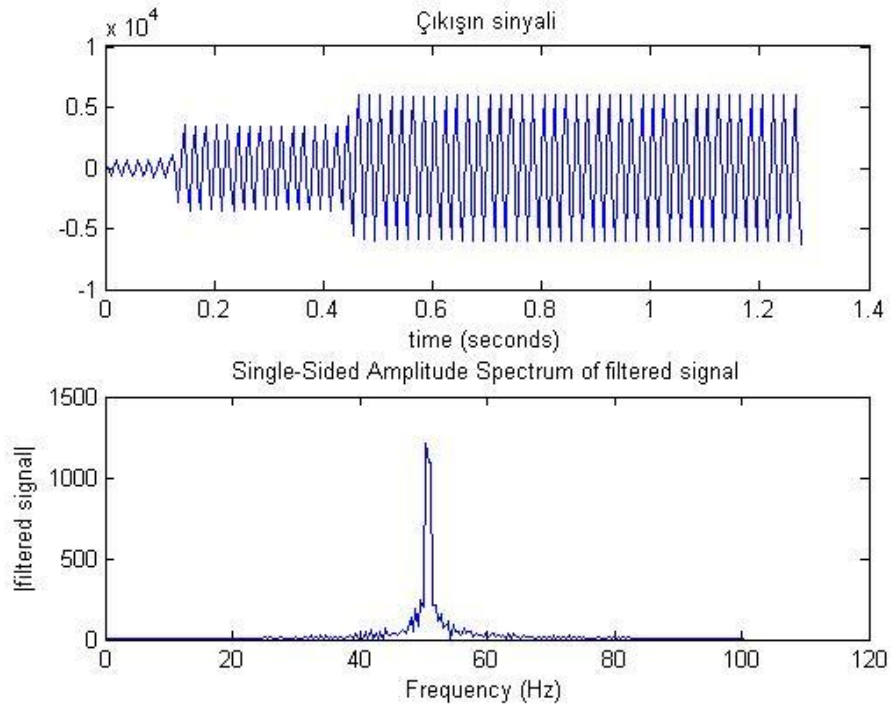
- DC Bileşenleri yok etmelidir. ($F=0$ Hz. Bileşenlerini geçirmemelidir.)
- Ülkemizde elektrik iletimi 50 Hz'de yapılmaktadır. Bu nedenle tasarlanan filtre sinyalin 50 Hz bileşenini kuvvetlendirerek geçirmelidir.
- Arıza anında elektrik şebekesinin frekansı $\pm\%30$ oranında değişmektedir. Bu nedenle tasarlanan filtre 35 – 65 Hz arasını daha az kuvvetlendirerek geçirebilmelidir.
- Elektrik iletiminde oluşan harmonikleri yok etmelidir. Bu nedenle 50 Hz.'nin katlarının geçirmemelidir.

- Bandpass yapısında olmalıdır.
- İşlem hızını azaltmaması için filtre kenarları çok dik olmamalıdır.

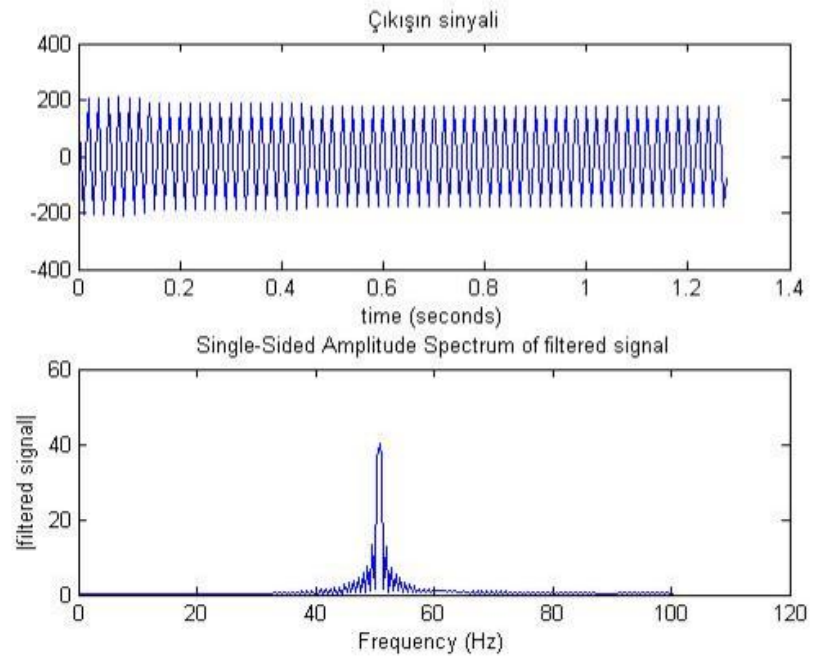
Bu kriterler göz önüne alınarak Matlabda hazırlanan ve Cosfiltre olarak adlandırılan filtre kullanılacaktır. Tasarlanan filtre şekil 3.12.'de, filtrenin IA akımına uygulama sonucu şekil 3.13.'da ve VA gerilime uygulama sonucu şekil 3.14.'dadır.



Şekil 3.12. Tasarlanan Filtrenin zaman ve frekans düzlemi (Cosfiltre)



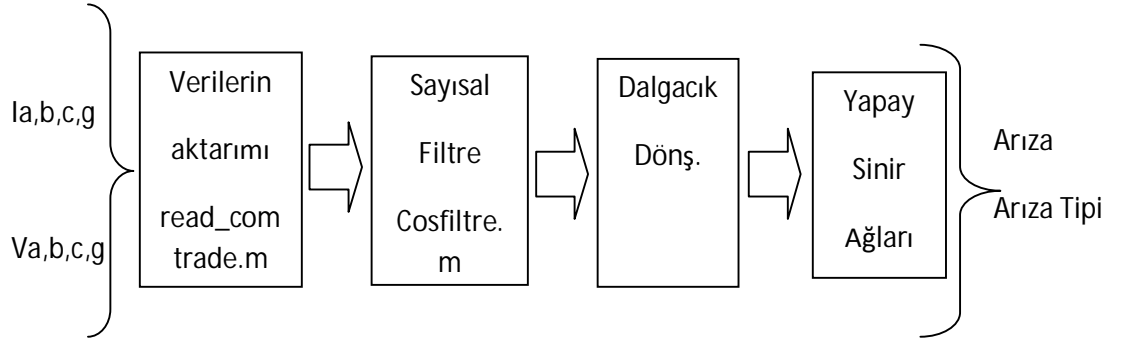
Şekil 3.13. A fazı akımı Filtre çıktısı



Şekil 3.14. A fazı gerilimi Filtre çıktısı

3.3. DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ

Read_comtrade.m fonksiyonu kullanılarak Matlaba aktarılan arıza kayıtları, Matlab'ta tasarlanan Cosfiltre.m adı verilen filtre kullanılarak istenmeyen frekanslar yok edilmekte yada zayıflatılmakta, istenen frekanslı veriler güçlendirilerek analizde kullanılmıştır. Filtrelenen arıza kayıtları ile ilgili yapılacak işlemler şekil 3.15.'tedir.



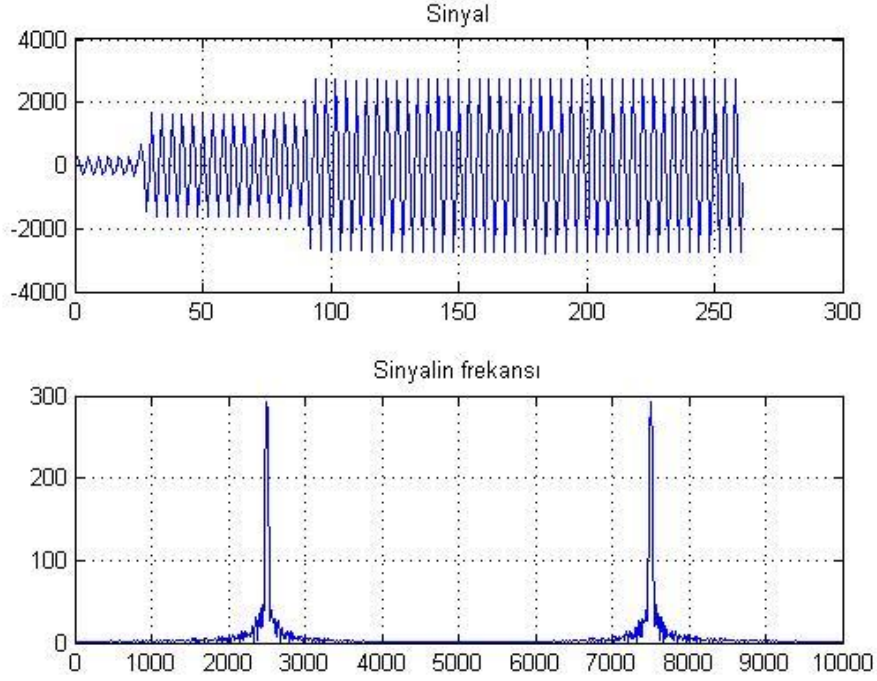
Şekil 3.15. Sistemin Blok Diagramı

Dijital filtreden geçen sinyallerin YSA ile analizinin yapılması planlanmaktadır. Ayrık dalgacık dönüşümünün kullanılmasının nedenleri;

- Arıza anına ait oluşan geçici durumlara ait akım ve gerilim verilerinin doğrudan doğruya anlamlı veriler olmaması,
- Fazla ve işlenmemiş verilerle sınıflandırma işlemlerinin zor yapılması,
- YSA'nın işlem hızını artırılması,
- Sinyalin yapısını daha az veriyle ifade edebilmesidir.

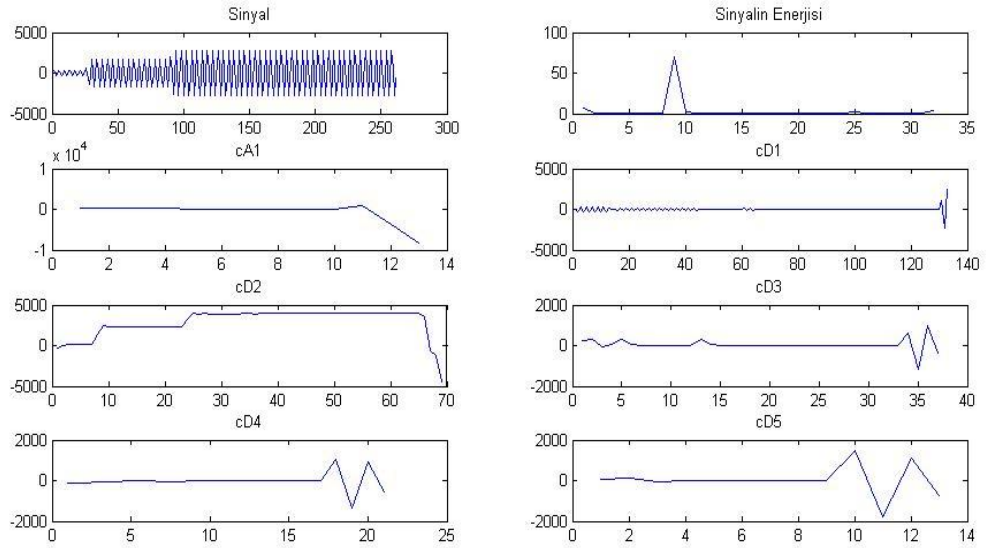
Dalgacık dönüşümünde 5 seviye seçilmiş olup, tür olarak ta 'Daubechies-3' (db3) kullanılmıştır.[45] Şekil 3.16.'de IA Akımı, şekil 3.17.'te A fazı akımı ve 5 seviye Db-3 fonksiyonu enerjisi, şekil 3.18.'te, A fazı akımı ve 5 seviye Db-4

fonksiyonu enerjisi, Şekil 3.19.'te A fazı akımı ve 5 seviye Db-8 fonksiyonu enerjisi bulunmaktadır.

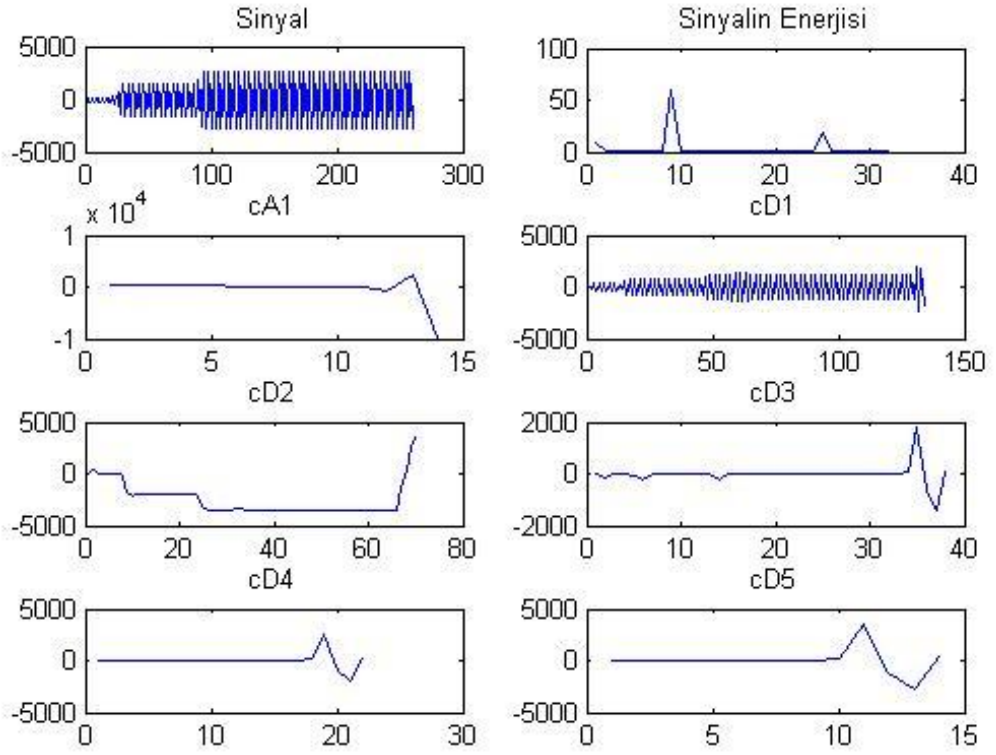


Şekil

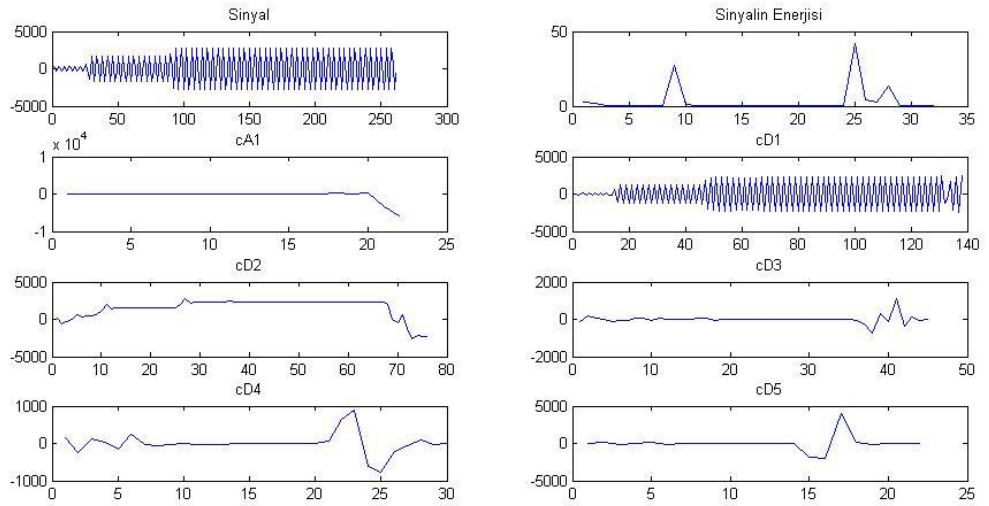
3.16. IA (A Fazı akımı, Amper)



Şekil 3.17. A fazı akımının 5 seviye Db-3 fonksiyonu Enerjisi



Şekil 3.18. A fazı akımı, 5 seviye Db-4 fonksiyonu Enerjisi

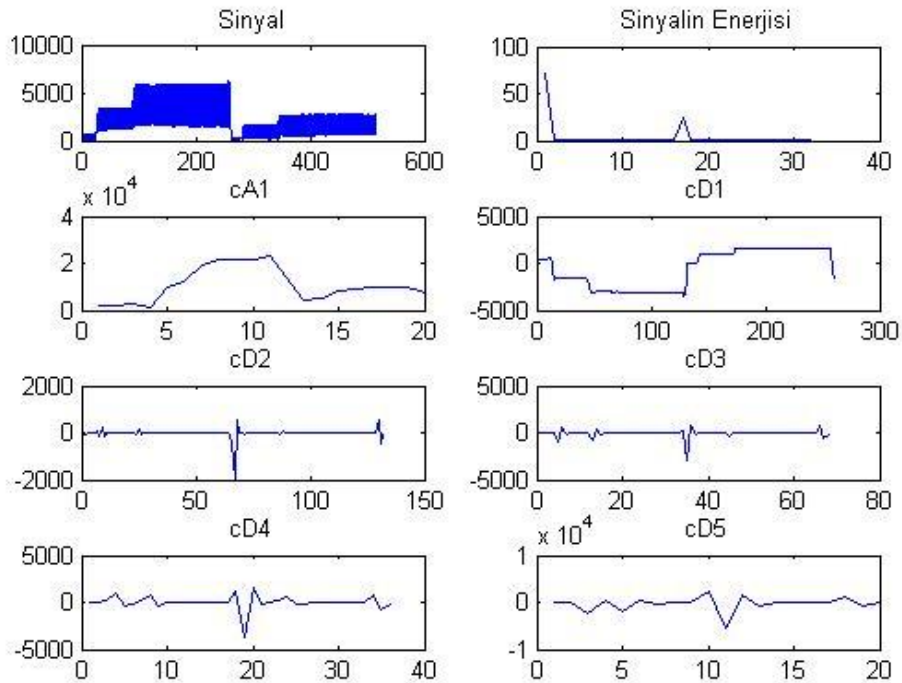


Şekil 3.19. A fazı akımı, 5 seviye Db-8 fonksiyonu Enerjisi

Yapılan analizde elektrik sistemlerinde kullanılacak dalgacık tipinin tespitine çalışılmıştır. Ancak dalgacığın çıktısında sinyalin enerjisi kullanılacağından db-3, db-4 ve db-8 tipleri arasında bir fark enerji açısından filtreden geçirilmeden incelendiğinde grafiklerden de görüldüğü gibi db-3 daha iyi bir tiptir.

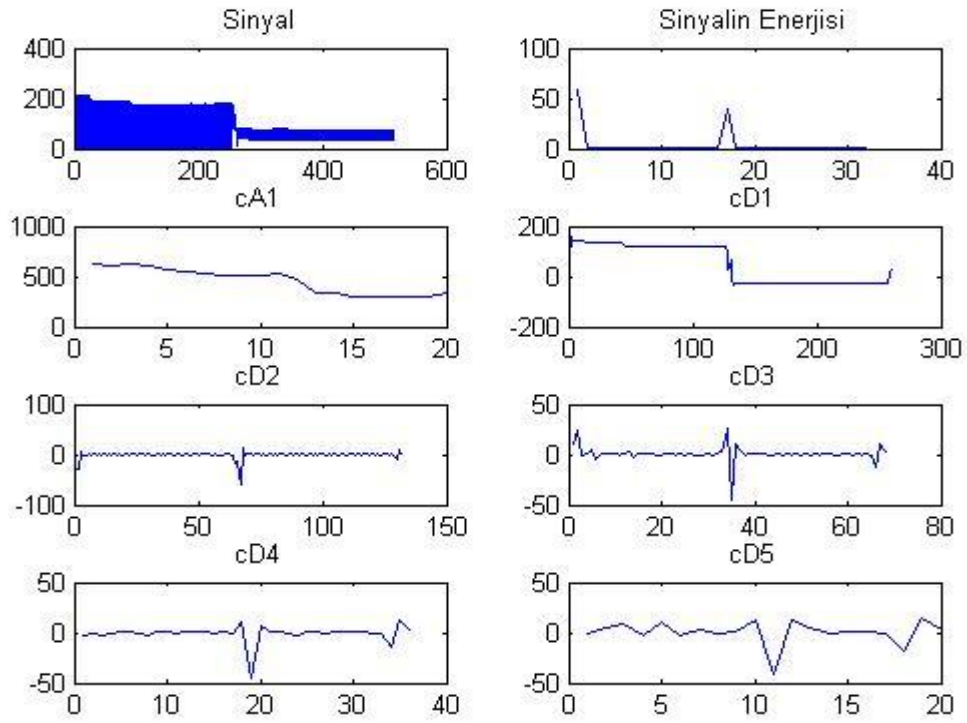
Dalgacık dönüşümü sonucunda 261X1 vektör boyutlu IA_A_ vektörü 32X1 vektör boyutlu bir vektöre dönüştürülmüştür. Bu sayede YSA tarafından sadece 1 arıza için işlenecek 3 faz 1 toprak akım, 3 faz gerilim verileri göz önüne alındığında azalan veri miktarı daha belirgin olmaktadır. %88 oranında işlenecek veri miktarı azalmaktadır.

Yapılması planlanan çalışmada IA_A_ akımı Cosfiltre adı verilen filtreden geçirilecek ve filtrelenmiş veri dalgacığa sokulacaktır. IA_A_ akımı dijital filtreden geçirilmiş ve filtrenin çıkışına ADD uygulanma sonucu Şekil 3.20.'dadır.



Şekil 3.20. Filtrelenmiş Sinyalin 5 seviye Db-3 fonksiyonu Enerjisi

VA_kV_ gerilimi Cosfiltre adı verilen filtreden geçirilecek ve filtrelenmiş veri ADDsi alınacaktır.. VA_kV_ gerilimi filtreden geçirilmiş ve Filtrenin çıkışı ADD uygulama sonucu Şekil 3.21.'dedir.



Şekil 3.21 Filtrelenmiş Sinyalin 5 seviye Db-3 fonksiyonu Enerjisi

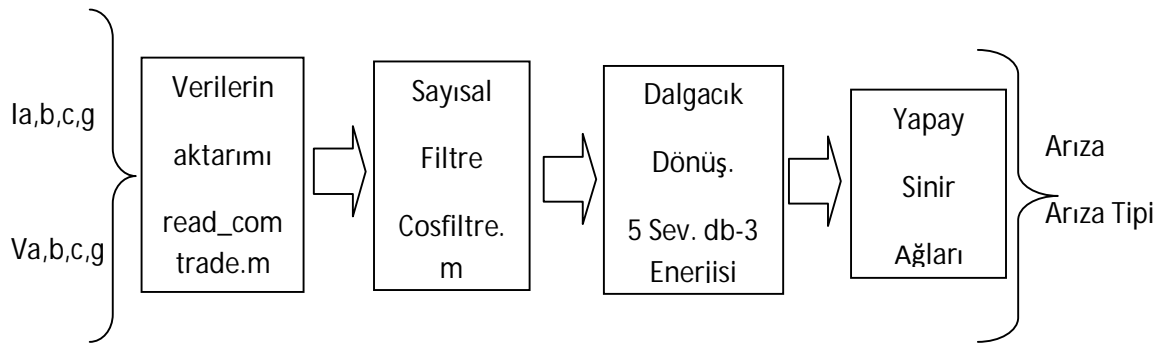
IA_A_ ve VA_kV_ sinyallerinin filtreden geçirilmiş ve dalgacık enerjisi incelendiğinde yukarıda görüldüğü 32 veridir. Bu durumda 261X1 vektör boyutundaki sinyal 32X1 vektör boyutunda bir sinyal ile ifade edilmiş olacaktır. Kullanılacak veri miktarı %12'e indirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda sinyallerin filtreden geçirilmeleri nedeniyle dalgacık tipinin veri sayısını etkilemediği, veri sayısını asıl etkileyen faktör seviyedir. Farklı seviyelerde ve dalgacık fonksiyonu enerjisi alınma sonuçları aşağıdadır.

- EIA(2 seviye, db3)= 4 veri
- EIA(2 seviye, db-8) = 4 veri
- EIA(3 seviye, db-3)= 8 veri
- EIA(3 seviye, db-5)= 8 veri

3.4. YAPAY SİNİR AĞLARI

Dalgacık dönüşümü alınan sinyaller daha Şekil 3.22.'de görüleceği gibi YSA ile akıllı sistemler kullanılarak yorumlanmaktadır.



Şekil 3.22. Sistemin Blok Diagramı

Yapay Sinir Ağı olarak modüler yapılı OYSA kullanılmıştır. OYSA'nın modüllerde kullanılmak üzere seçilmesinin nedenleri aşağıdadır.

- 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.

MYSA kullanılmasının nedenleri;

- Kompleks problemlerde, problemi bölerek basitleştirme,
- Daha hızlı ve etkin sonuç alma,
- Eğitim kümesinin küçülmesi,
- Daha kararlı yapıda olmasıdır.

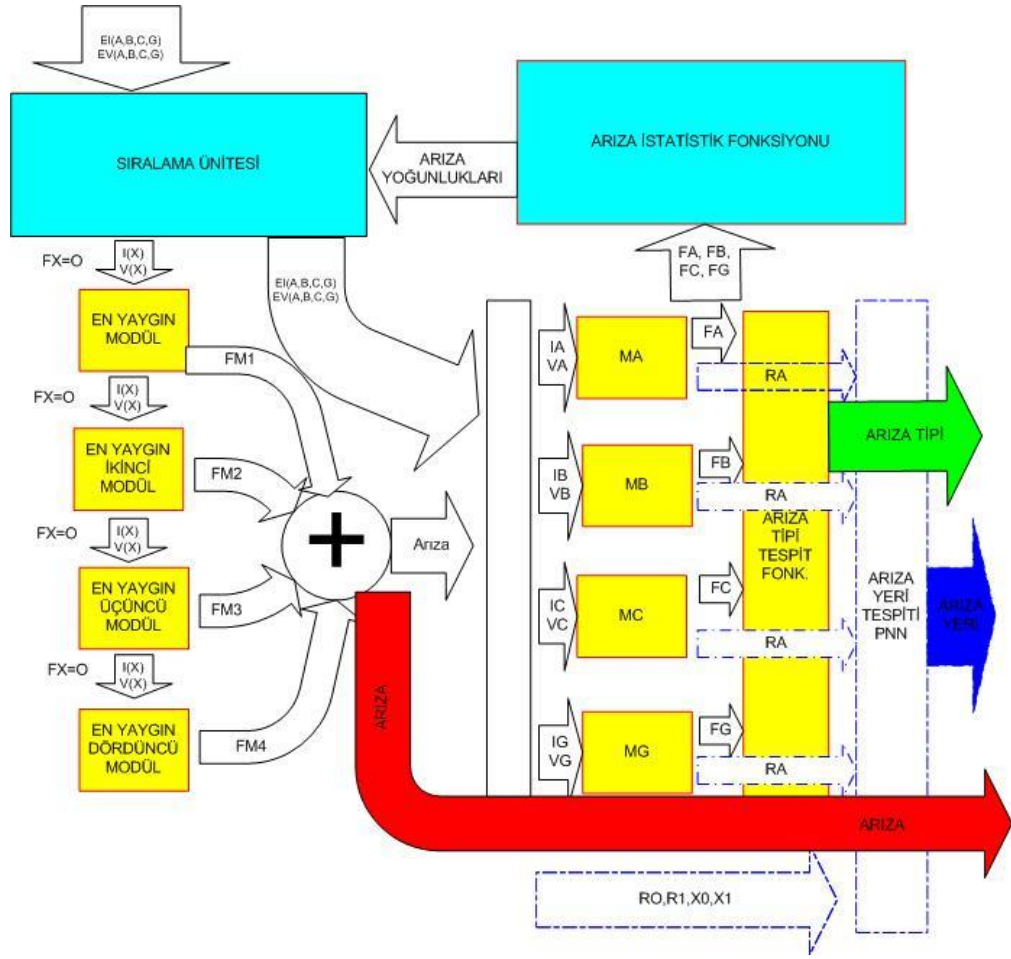
Arıza tespitinde MYSA seçilmesinin nedenleri;

- Arıza tespit hızının artması,
- Arıza tespitinde başarı oranının artmasıdır.

Modüller;

- Her faz ve nötr için farklı modüller, eğitim kümesi kullanılmıştır.
- OYSA kullanılarak modüller oluşturulmuş ve eğitilmiştir.
- A, B, C fazları 2 girişlidir. (Faz akımı ve aynı fazın gerilimi) nötr ise 12.800 Hz örnekleme frekanslı veriler için 2 girişli, 2.400 Hz örnekleme frekanslı veriler için 1 girişlidir. (sadece IG) Bunun nedeni sözkonusu veri kümesinde VG verisinin kaydedilmemiş olmasıdır.
- Bir çıkışlıdır. (fazda arıza var ise 1, yok ise 0 bilgisi) Eğer arıza yeri verisi de istenirse modüller iki çıkışlı olacaktır. İkinci çıkışı arıza direncidir.

Şekil 3.23.'da arıza, arıza tipi tespitinde kullanılacak MOYSA yapısı bulunmaktadır.



Şekil 3.23. Modüler Yapay Sinir Ağı Algoritması

Yapılan çalışmada 4 adet OYSA 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 olarak;

1. En yoğun arıza ile karşılaşılan modülde arıza varsa diğer modülleri denemeden “arıza var” bilgisi üretir,
2. Eğer en yoğun modülde arıza yoksa ikinci en yoğun modül denir, arıza tespit edilirse diğer modüller denenmeden “arıza var” bilgisi üretilir,
3. Eğer ikinci en yoğun modülde arıza yoksa üçüncü en yoğun modül denir, arıza tespit edilirse en az arıza tespit eden dördüncü modül denenmeden “arıza var” bilgisi üretilir,
4. Eğer üçüncü en yoğun modülde de arıza yok ise en az arıza yoğunluğu olan modül denir ve arıza tespit edilirse; arıza bilgisi üretilir, eğer arıza yoksa “arıza yok” olduğu bilgisi üretilir.

Arızalı hat verileri TEİAŞ sisteminde arıza kayıtları yapan cihazlardan alınmış olup gerçek veridir. Ancak alınan verilerde arıza yeri bilgisi olmadığından ötürü blok diagramda nokta nokta çizgili olarak bulunan modülün eğitimi ve testi yapılamamaktadır. Ancak mevcut çalışmaya ilave edilmesi son derece basit olacaktır. Hattın karakteristik özelliklerinin ve arıza modüllerinin üreteceği arıza direnci verileri ile arıza yeri tespiti yapılabilecektir.

Kullanılan MATLAB komutları EK-1’dedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

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 4.1.'dedir.

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

Tablo 4.1. $f_s=12.800$ Hz. Eğitim Kümesi

- 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 256×1 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 4.2.'dedir.

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

Tablo 4.2. fs=2.400 Hz. Eğitim Kümesi

- 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.

- $f_s=12.800$ 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.
- $f_s=2.400$ Hz.'de yapılan testte %92 oranında arıza tespitinde başarı göstermiş $f_s=12.800$ Hz.'den daha düşük oranda başarı göstermesinin nedeni olarak VG verisinin eksik olmasıdır.
- Arıza tipi tespitinde modüllerin başarı oranı $f_s=12.800$ Hz.'de %94, $f_s=2.400$ Hz.'de %92'dir. Bunun nedenleri;
 - a- Gerçek sinyallerin kullanılması, (gerçek sinyallerin arıza anında salınım yapımları nedeniyle çok farklı değerler alabilmekteler)
 - b- Alınan arıza sinyallerinin farklı hatlara ait olması,
 - c- Arıza sinyallerinin benzer katagoride olmaları,
 - d- Tek YSA kullanımını yerine 4 farklı YSA kullanılması,
 - e- 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. [1, 14, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 35, 36, 37]
Yapılan çalışmaya benzer olan çalışmaların sonuçları aşağıdadır.

Ekici S. [1] 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. [20] 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. [21] yaptığı çalışmada 30 eğitim seti kullanıldığında %80, 60 eğitim seti kullanıldığında %90 başarı göstermiştir. Matlab kullanılarak üretilen sinyaller kullanılmıştır.

Ngaopitakkul ve ark. [28], Hagh M. T. ve ark. [35] yaptıkları çalışmada sırasıyla OYSA ve MYSA 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. [18], Upendar J. ve ark. [36], Mo F. ve Kinsner W. [37] 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 [1, 18, 21, 28, 35, 36, 37] simülasyonlarda üretilen arıza sinyalleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada ise gerçek veri kullanılmıştır. Gerçek sinyal ve EMTP kullanılarak elde edilen veriler

kullanılarak yapılan çalışmada [20] ise gerçek sinyal kullanımında % 97,5 simülasyon sonucu elde edilen sinyal kullanımında %100 olduğu gösterilmiştir.

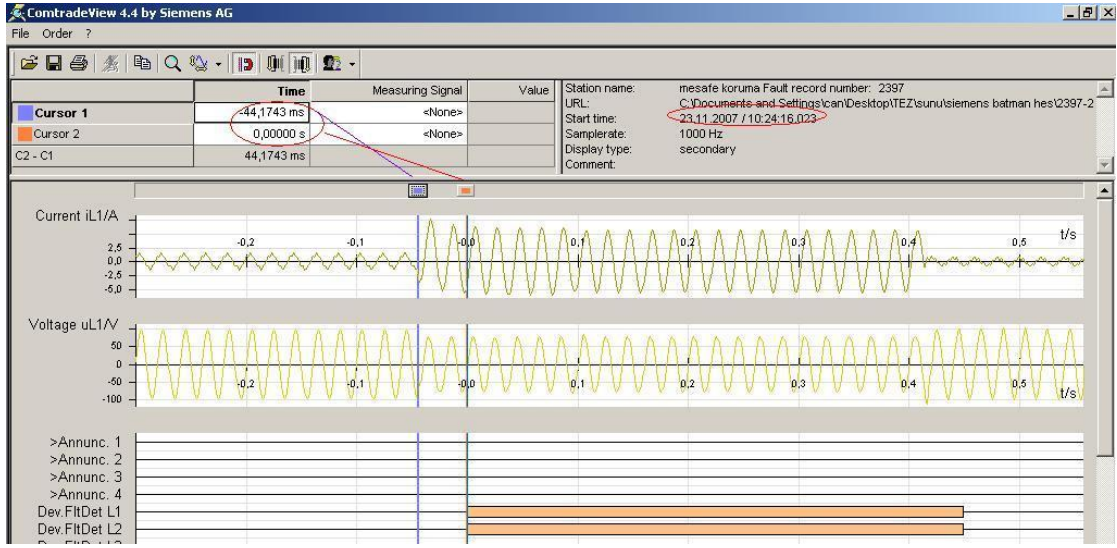
- Daha önce yapılan çalışmalarda [1, 20] 40 msn ve 55 msn'lik veriler kullanılmıştır. Yapılan çalışmada ise 20 msn'lik veriler kullanılmıştır. Veri boyutunun düşmesi başarı oranını azaltan bir etkendir.

Arıza tespit hızının artırılması amacıyla aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır.

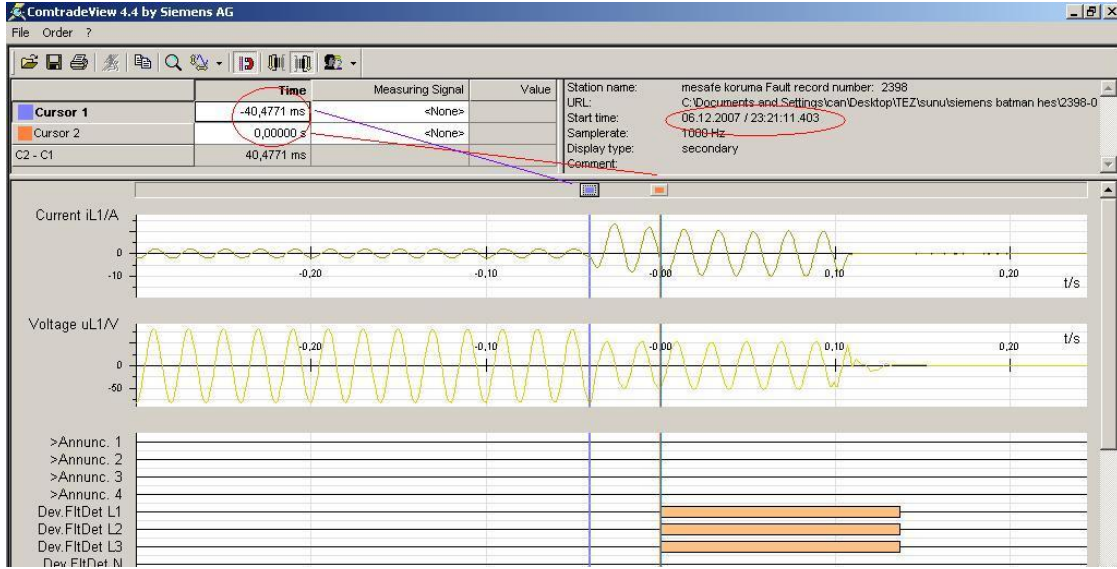
a- Şekil 3.23.'deki seçici ünite ve arıza istatistik fonksiyonu kullanılmıştır.

b- 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. TEİAŞ sisteminde kullanılan Mesafe Koruma Rölelerinin 40 msn'nin sonunda arızayı tespit edebilmektedirler. Şekil 4.1.'de 23.11.2007 tarihinde saat 10:24'te oluşan ABG arızasının kayıtları, Şekil 4.2.'de 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.

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

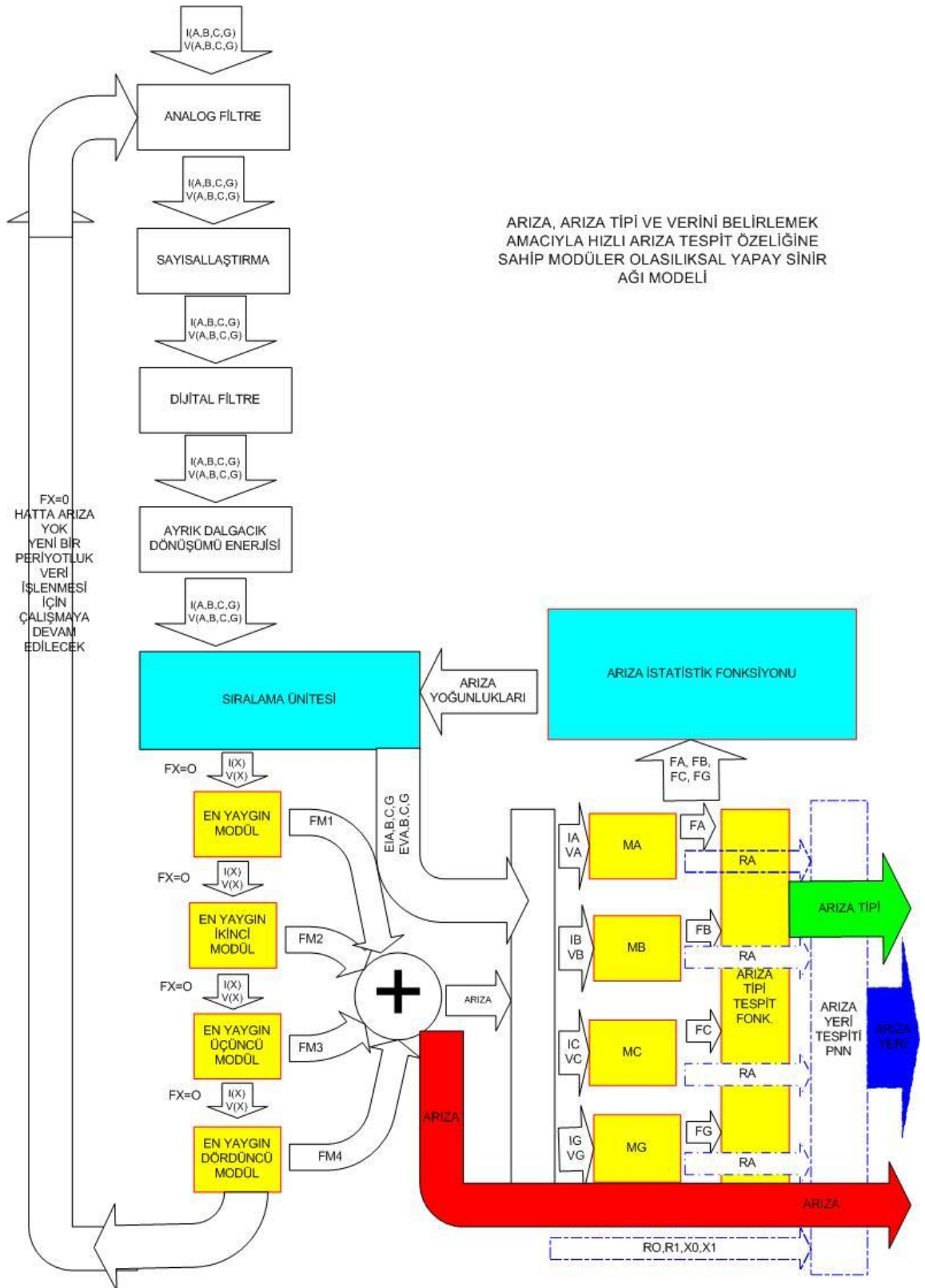


Şekil 4.1. Arıza kaydı (ABG Arızası)



Şekil 4.2. Arıza Kaydı (ABCG arızası)

Şekil 4.3.'de bulunan tasarlanan algoritma enerji iletim hatlarında arıza tespiti için uygulanabilir niteliktedir. İletim şebekesinde bulunan hatlarında; tek bir hat için genelde karşılaşılan arıza tipi aynıdır, bu nedenle sistemde 11 ayrı arıza tipi için her periyotta tek tek sıralama yapılarak kontrol edilmesi gereksiz yere zaman kaybı olacaktır.



Şekil 4.1. Arıza, arıza tipi ve arıza yeri tespit algoritması

SEL firmasının geliştirilen mesafe koruma rölesi ise yarım periyot filtreleme ve donanımsal olarak hızı artırılmış 14 ayrı eleman kullanarak arıza tespit hızını artırmaya çalışmaktadır.[5] Siemens firmasının arıza tespitinde kullanılan algoritmada 11 ayrı arıza tipi için tek tek hesap yapmamakta bunun yerine 11 ayrı arıza tespiti analizi için 6 farklı çevirim ile yapılmakta olup Tablo 4.3.'dedir.[6]

Arıza Tipi	Kullanılan Çevrim
A-G	A-G
B-G	B-G
C-G	C-G
A-B	A-B
B-C	B-C
C-A	C-A
A-B-G	B-G
B-C-G	B-G
C-A-G	A-G
A-B-C	C-A
A-B-C-G	A-G

Tablo 4.3. Siemens Rölesi Arıza tespiti

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada TEİAŞ İletim Sisteminde kullanılan kayıt cihazlarından alınan gerçek arıza sinyalleri (kullanılan cihazların örnekleme frekanslarından bazıları; 200 Hz. (4 veri), 240 Hz. (5 veri), 400 Hz. (8 veri), 480 Hz. (10 veri), 800 Hz. (16 veri), 1000 Hz. (20 veri), 2000 Hz. (40 veri), 2400 Hz. (48 veri), 12800 Hz. (256 veri) şeklindedir) kullanılmıştır. Arıza tespit hızının artırılması için arızanın 1 periyotta sinyal kullanılarak arıza analizi yapılmıştır. Arıza sinyalleri önce filtrelenmiş daha sonra dalgalık enerjileri alınarak MOYSA ile analiz edilmiştir.

Yapılan çalışmada EİHlarında arıza tespiti için daha hızlı ve daha yüksek başarı oranına sahip gerçek sinyaller kullanan Şekil 4.3.'de gösterilen algoritma kullanılmıştır. Arıza tespitinde %92-96 oranında başarı sağlanmıştır. Arıza tipinde ise %92-94 oranında başarı sağlanmıştır. Şekil 4.3.'te noktalarla çerçeve içine alınmış modül tanımlanırsa ve arıza modülleri iki çıkışlı olursa, bu algoritma arıza yeri tespiti edebilir duruma gelecektir. Ancak veri eksikliği nedeniyle bu özellik test edilememiştir.

Bu çalışmanın devamı olarak aşağıda belirtilen çalışmalar yapılabilir.

TEİAŞ İletim Sisteminde kullanılan kayıt cihazlarının örnekleme frekanslarından bazıları; 200 Hz. (4 veri), 240 Hz. (5 veri), 400 Hz. (8 veri), 480 Hz. (10 veri), 800 Hz. (16 veri), 1000 Hz. (20 veri), 2000 Hz. (40 veri), 2400 Hz. (48 veri), 12800 Hz. (256 veri) şeklindedir. Arıza tespit hızının artırılması için arızanın 1 periyotta analizi yapılmıştır. Seçilen örnek sinyallerin örnekleme frekansı 12800 Hz'dir. YSA Modüllerine giriş sadece 1 periyot arızalı veri üzerinden yapılmıştır. Bir periyottaki veri sayısı 256 adettir.

Geliştirilen Algoritmanın farklı örnekleme frekanslarında çalışan cihazlarda başarı oranı test edilerek en iyi örnekleme frekansı tespit edilebilir.

Bir periyotluk veri yerine alınabilecek en az veri miktarı tespit edilerek işlem hızı ve veri yükü azaltılabilir.

Arıza sinyallerinin tespitinde kullanılacak en optimum ADD seviyesi ve Dalgacık Fonksiyonu tespit edilebilir. Bu çalışmanın verileri kullanılarak ileride bu ya da benzeri algoritmalarla çalışan Mesafe Koruma Röleleri geliştirilebilir.

Arıza yeri tespiti için gerekli gerçek arıza verilerine ulaşılabilirse, bu çalışmada hazırlanan yapı ile test edilirse ve arıza yeri tespiti de yapılması mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ekici S., *Elektrik Güç Sistemlerinde Akıllı Sistemler Yardımıyla Arıza Tipi ve yerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, 2007*
2. Koç S., *Enerji İletim Hatları için MATLAB/GUI Tabanlı Bir Arıza Programı Geliştirme, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, 2008*
3. Haçemanayvalyan S., *Enerji İletim Hatlarında Arıza Yerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007*
4. Güllüdereli M., *Enerji İletim Sistemlerinde Arıza Analizinin Otomasyonel Çözümleri, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2007*
5. SEL 421 Mesafe Koruma Rölesi Kullanma Talimatı
6. 7SA511 Siemens Sayısal Mesafe Koruma Rölesi Kullanım Kılavuzu
7. MATLAB Helpdesk
8. Ji Z.; Zeng Q.; Liao J., Wu Q. H., *A Novel Mathematical Morphology Filter For the Accurate Fault Location in Power Transmission Lines, IEEE, 2009*
9. Chanda D.; Kishore N. K.; Sinha A. K., *Application of Wavelet Multiresolution Analysis for Classification of Faults on Transmission Lines, IEEE TENCON-2003, 2003*
10. Chanda D.; Kishore N. K.; Sinha A. K., *Application of wavelet multiresolution analysis for identification and classification of faults on transmission lines, Science Direct, 2005*

11. Xu X.; Kezunovic M., *Automated Feature Extraction from Power System Transients Using Wavelet Transform, IEEE, 2002*
12. Rajamani P.; Dey D.; Chatterjee B.; Chakravorti S., *Classification of Impulse Fault Patterns in Transformers Using Wavelet Network, IEEE, 2008*
13. Salim R. H.; de Oliveira K. R. C.; Bretas A. S., *Fault Detection in Primary Distribution Systems using Wavelets, IPST'07, 2007*
14. Sedighi A. R.; Haghifam M. R.; Malik O. P.; Ghassemian M. H., *High Impedance Fault Detection Based on Wavelet Transform and Statistical Pattern Recognition, IEEE, 2005*
15. Saleh S. A.; Rahman M. A.; Fellow, *Modeling and Protection of a Three-Phase Power Modeling and Protection of a Three-Phase Power Transformer Using Wavelet Packet Transform, IEEE, 2005*
16. David Chan D.; Wai T.; Yibh X., *A Novel Technique for High Impedance Fault Identification, 1998*
17. Schmitter E. D., *Characterisation and Classification of Natural Transients, Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, 2006*
18. Kashyap K. H.; Shenoy U. J., *Classification of Power System Faults using Wavelet Transforms and Probabilistic Neural Networks, IEEE, 2003*
19. Dag O.; Ucak C., *Fault Classification for Power Distribution Systems via a Combined Wavelet-Neural Approach, POWERCON, 2004*

20. Silva K. M.; Souza B. A.; Brito N. S. D., *Fault Detection and Classification in Transmission Lines Based on Wavelet Transform and ANN, IEEE, 2006*
21. Ang Z. L., *Implementation of Power Disturbance Classifier Using Wavelet-Based Neural Networks, IEEE PowerTech Conference*
22. Gaouda M.; Kanoun S. H.; Salama M. M. A.; Chikhani A. Y., *Pattern Recognition Applications for Power System Disturbance Classification, IEEE, 2002*
23. Malathi V.; Marimuthu N. S., *Multi-class Support Vector Machine Approach for Fault classification in Power Transmission Line, IEEE, 2008*
24. Ammar A.; Hajjar I.; Mohamed M.; Mansour; Hosam A., *Talaat, High-Phase Order Power Transmission Lines Relaying Approach Based On the Wavelet Analyse of the Fault Generated Traveling Waves*
25. Othman M. F.; Mahfouf M.; Linkens D. A., *Transmission lines fault detection, classification and location using an intelligent Power System Stabiliser, IEEE, 2004*
26. Othman M. F.; Amari H. A., *Online Fault Detection for Power System using Wavelet and PNN, 2nd IEEE International Conference on Power and Energy (PECon 08), 2008*
27. Reddy M. J.; Mohanta D. K., *Adaptive-neuro-fuzzy inference system approach for transmission line fault classification and location incorporating effects of power swings, IET, 2008*

28. Ngaopitakkul; Kunakorn A.; Bunjongjit S., *Discrete Wavelet Transform and Probabilistic Neural Networks Algorithm for Identification of Fault Locations on Transmission Systems, IEEE, 2004*
29. Bhowmik P.S.; Purkait P.; Bhattacharya K., *A novel wavelet transform aided neural network based transmission line fault analysis method, ELSEVIER, 2009*
30. Bockarjova M.; Sauhats A.; Andersson G., *Statistical Algorithms for Fault Location on Power Transmission Lines*
31. Ji Z.; Li H. H.; Li Q.; Wu Q. H., *Fault location in power transmission lines using adaptive lifting scheme, Electronics Letters*
32. Razi K.; Hagh M. T.; Ahrabian Gh., *High Accurate Fault Classification of Power Transmission Lines Using Fuzzy Logic, RPS, 2007*
33. Sanaye-Pasand M.; Khorashadi-Zadeh H., *Transmission Line Fault Detection & Phase Selection using ANN, International Conference on Power Systems Transients – IPST, 2003*
34. Schmidt A.; Bandar Z., *Modular Neural Network Architecture with Additional Generalization Abilities for Large Input Vectors*
35. Hagh M. T.; Razi K.; Taghizadeh HH., *Fault Classification and Location of Power Transmission Lines Using Artificial Neural Network, RPS 2007, 2007*
36. Upendar J.; Gupta C. P.; Singh G. K., *Discrete Wavelet Transform and Probabilistic Neural Network based Algorithm for Classification of Fault on Transmission Systems, IEEE, 2008*

37. Mo F.; Kinsner W., *Probabilistic Neural Networks for Power Line Fault Classification, IEEE, 1998*
38. Pradhan A. K.; Mohanty S. R.; Routray A., *Neural Fault Classifier for Transmission Line Protection - A Modular Approach, IEEE, 2006*
39. Istefanopulos Y., *Biyomedikal sinyal işleme teknikleri: Spektral analiz, sayısal filtreleme, dalgacık dönüşümü, Tübitak Beyin Dinamiği Multidisipliner Çalışma Gurubu Ders Notları, 1999*
40. Sheng Y., *Wavelet Transforms in the transforms and applications handbook* Ed. by Povlarikas, A.D., *CRC Press, 1996*
41. Mallat S. G., *A theory for multiresolution signal decomposition : The wavelet representation, IEEE Trans.on Pattern Analysis on Machine Intelligence, 1989*
42. Wagner R. L.; CHEW W. C., *A study of wavelets for the solution of electromagnetic integral equations, IEEE Trans. on Antennas and Propagation, 1995*
43. Guan N.; Yashiro K.; Ohkawa S., *Wavelet transform approach for electromagnetic scattering from an array of metal strips, IEICE Trans. on Electron, 1999*
44. Sarkar T. K.; Su C., *A Tutorial on Wavelets from an Electrical Engineering Perspective, Part I: Discrete Wavelet Techniques, IEEE Trans.on Antennas and Propagation Mag., 1998*
45. Daubechies I., *Ten Lectures on wavelets, Philadelphia, SIAM Publications, 1992.*

46. M. Gökbulut, *Yapay sinir ağlarına giriş, Yapay sinir ağlarında öğrenme*, F.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, **2000**
47. Oppenheim A. V.; Shhafer R. W., *Discrete Time Signal Processing*, Prentice Hall
48. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange>
49. <http://www.selinc.com/>
50. Ömer Faruk ERTUĞRUL, *Yapay Sinir Ağları ile Şifreleme*, Dicle Üniversitesi, **2005**

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ömer Faruk ERTUĞRUL

Doğum Yeri : Batman

Doğum Tarihi : 18.03.1978

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : TED Batman Kolejli

Lisans : Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi

Yüksek Lisans : Matematik Anabilim dalı, Dicle Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Türk Telekom

TEİAŞ

Yayınları (SCI ve diğer) :

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Maliyet Analizi ve Sürdürülebilir YEK Uygulamaları, V.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (YEKSEM'09), 2009

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bulunan Yenilenebilir Enerji Kaynakları, V. Yenilenebilir

Enerji Kaynakları Sempozyumu (YEKSEM'09), 2009

Batman Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli, 1. Batman Kent Sempozyumu

EK-1

KULLANILAN MATLAB KOMUTLARI

SAYISAL FİLTRE TASARIMI VE UYGULAMASI

Filtre tasarımı : fdatool

Filtrenin uygulanması : fitler(filtre, sinyal)

Sinyalin Fourier dönüşümü alınması : fft(sinyal)

Sinyalin ters Fourier dönüşümünün alınması : ifft(sinyal)

AYRIK DALGACIK ENERJİSİNİN ALINMASI

T=wpdec(sinyal,seviye,'dalgacık fonksiyonu');

E=wenergy(T);

E : Sinyalin ayrik dalgacık enerjisi

MODÜLER OLASILIKSAL YAPAY SİNİR AĞLARININ UYGULANMASI

ttx= ind2vec(tx);

MX=newpnn(px,ttx,dk)

Faultx=sim(MX,Ftestx)

px	:YSA modülüne girişi
tx	:YSA modülünün çıkışı
MX	:X fazına ait MOYSA
Faultx	:X fazı arıza bilgisi
Ftestx	:X fazına ait test verisi
dk	: Düzeltme katsayısı