T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAIJI- BATI BAĞDAT ENERJİ NAKİL HATTI ARIZA TESPİTİ İÇİN ANFIS TABANLI MESAFE RÖLESİ TASARIMI VE SİMÜLASYONU

Rian AL-RAHHAWİ

Danışman
Doç. Dr. Hakan ÇALIŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016

©2016 [Rian AL-RAHHAWI]

TEZ ONAYI

Rian AL-RAHHAWI tarafından hazırlanan **" Baiji- Batı Bağdat Enerji Nakil Hattı Arıza Tespiti İçin Anfis Tabanlı Mesafe Rölesi Tasarımı Ve Simülasyonu"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**' nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	**Doç. Dr. Hakan ÇALIŞ** Süleyman Demirel Üniversitesi	
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Hasan ÇİMEN** Afyon Kocatepe Üniversitesi	
Jüri Üyesi	**Yrd. Doç. Dr. İsmail Serkan ÜNCÜ** Süleyman Demirel Üniversitesi	

Enstitü Müdürü **Doç.Dr.Yasin TUNCER** .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Rian AL- RAHHAWI



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER I
ÖZET III
ABSTRACT IV
TEŞEKKÜR V
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
TABLOLAR DİZİNİ IX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ X
1.GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 3
3. MATERYAL VE METOT 5
3.1.Enerji Nakil Hattindaki Yaygin Arizalar 5
3.1.1. Arızaların Elektrik Ağlarındaki Etkileri 5
3.1.2. Koruma Gereksinimleri 6
3.1.3. Rölelerin Çalışma İlkeleri 7
3.1.4. Rölelerin Türü 7
3.1.5. Mesafe Koruma Röleleri - MKR: 11
3.1.5.1. Mesafe Rölesi Çalışma Prensibi 11
3.1.5.2. Mesafe Rölelerin Çalışma Özellikleri 12
3.1.5.3. Mesafe Rölesinin Koruma Alanları 13
3.1.6. Bozukluklar 15
3.1.7. Röle Özelliğini Ayarlamak 16
3.2 Enerji Nakil Hatlranda Kullanılan Ariza Tesbit Algoritmaları 16
3.2.1. Bulanık Mantık Denetleyici 17
3.2.1.1. Dil Tanımları 17
3.2.1.2. Bulanık Mantık Kontrol Yapısı 18
3.2. 2. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarını (YSA) Bağlama Yöntemi 22
3.2.2.1. Bulanık Sinir Ağları (BSA) 22
3.2.2.2. USBS 22
3.2.2.3. USBS yapısı 23
3.3. Taşıma Hatlarındaki Arızaları Saptayan Bulanık Sinir Ağı Devresi Tasarımı 25
3.3.1. USBS çalışma mekanizması 25
3.3.2. USBS eğitmek 28
3.4. Ariza Tespit Algoritmasi ve Ariza Senaryolarinin Matlab/Simulink ile Benzetimi 29
3.4.1. Sistemin Çalışma Mekanizması 29
3.4.2 Sistem aşağıdaki bölümlerden oluşur: 33
4.ARAŞTIRMA BULGULARİVE VE TARTŞMA 37
4.1. Giriş 37
4.2. Güç Sistemi 37
4.3. USBS Tekniği İle Tasarlanan Mesafe Rölesi Algoritması 37
4.4. USBS Tabanli Mesafe Rölenin Test Sonuculari 39
4.4.1. Bozukluk Durumunda Röle Testi. 39
4.4.1.1 Hat Sonuna Asiri Yük Eklenmesi 39
4.4.1.1.1. Normal rölenin test sonucu 40

4.4. 1.1.2. USBS Tekniği İle Tasarlanan Röle Test Sonucu 41
4.4.1.2. Ara İstasyon Yük Eklenmesi 42
4.4.1.2.1. Normal rölenin test sonucu 42
4.4.1.2.2. USBS tekniği ile tasarlanan röle test sonucu 43
4.4.2. Arıza Durumunda Röle Denetimi 44
5.SONUÇ VE ÖNERİLER 70
KAYNAKLAR 72
EKLER 75
EK-A 75
Ek-B 76
Ek-C 77
ÖZGEÇMİŞ 83

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAIJI- BATI BAĞDAT ENERJİ NAKİL HATTI ARIZA TESPİTİ İÇİN ANFIS TABANLI MESAFE RÖLESİ TASARIMI VE SİMÜLASYONU

Rian AL-RAHHAWI

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan ÇALIŞ

Bu tez çalışmasında, USBS ile enerji iletim hatlarını korumak için üç fazlı mesafe rölesi tasarımı gerçekleştirilmiştir. İletim hatları açık havada kurulduğundan arızalara maruz kalmaktadır. Arıza nedeni ile elektrik akımı çok yüksek değerlere çıkmakta ve bu nedenle de güç sistemindeki ekipmanlarda bozulmalar oluşmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan yöntemin arıza ile hat bozukluluklarını ayırt etme yeteneğine sahip olduğunu kanıtlamak için iletim hatlarının orta ve sonlarına yük eklenmiştir. Sonuçta USBS ile tasarlanan mesafe rölesi diğer normal mesafe rölelerine göre arıza ile bozukluluğu ayırt edebilmiştir.
Çalışma iki aşamada gerçekleşmiş, birinci aşamada her bir fazın akım-gerilim ve hattın empedans değerleri ölçülerek arıza türü ve yer tespiti yapılmış, mesafe rölesini öncesinde tespit edilen arızalarda ani kesme işareti üretilmiş ancak mesafe rölesi sonrası yapılan tespitlerde kesme işareti gecikmeli olarak üretilmiştir. İkinci aşamada ise, arıza yeri ve türünü tespit etmek için USBS yöntemi her bir fazın en yüksek akım değerlerini hesaplanmaktadır. Benzetim sonuçlarına göre USBS ile tasarlanan mesafe rölesi, koruma bölgesini, arıza oluşumunu, bozukluklardan farkını, arıza yeri ve türünü başarılı bir şekilde belirlemiştir.

Anahtar Kelimeler: İletim Hattı, Arıza Yeri, Arıza Sınıflandırma, Mesafe Rölesi, USBS

2016, 83 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SİMULATİON AND DESİNG OF THE DİSTANCE RELAY BY USİNG ANFIS TO DETECT FAULTS İN (BAİJİ-WEST BAGHDAD) TRANSMİSSİON LİNE

Rian AL-RAHHAWI

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Electrical- Electronics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hakan ÇALIŞ

In this research, a three-phase distance relay was designed by using an adaptive neuro-fuzzy inference system algorithm ANFIS to protect the overhead transmission lines where these lines are exposed to the faults continuously being built in outdoor and accompanied with the fault a high electrical current to large values lead to the destruction of electrical equipment in the power system.
The research had the study of adding a load to the end of the line as (Over Load) and also adding a load in the center of the transmission line (Adding an intermediate station as load) where the designated distance relay with an adaptive neuro fuzzy network algorithm ANFIS was successful in distinguishing between these cases and cases of real faults in the transmission line on at variance of the classical distance relay that cannot distinguish between disturbance cases and faults cases.

The adaptive neuro-fuzzy inference system ANFIS was designed into two parts:
The first part: works to detect the faults in the transmission line by measuring the voltage and current signals for each phase and calculate the value of line impedance and through it, the fault will be detected and its location within the first zone or the second zone so that if the fault occurred within the first zone, the distance relay will issue instantaneous trip signal to circuit breaker (C.B) to separate the fault from the transmission line, or if the fault occurred within the second zone , the distance relay will delay trip signal to circuit breaker.
The second part: works to detect the location and type of the fault in the transmission line by measuring maximum peak value of currents of the three phases in order to determine the fault location as well as the type of the fault.

Through the presented results in the research the designated distance relay with algorithm ANFIS to detect the occurrence of faults and distinguish it from the cases of the disturbance as well as determine the protection zones in the event of the occurrence of faults and also the location and type of faults in the transmission line successfully.

Keywords: Transmission Line, Fault Location, Fault Classification, Distance Relay, ANFIS.

2016, 83 pages

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlarken, tüm bilgi birikimini, tecrübesini ve güler yüzünü esirgemeyen, fikirleriyle yol gösteren, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hakan ÇALIŞ'a ve tüm öğrenim hayatım boyunca benden gerek manevi gerekse maddi hiçbir desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.

Rian AL-RAHHAWI
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Aar çalışma özelliğini göstermektedir 8
Şekil 3.2. Bazaar türü özelliği 8
Şekil 3.3. Röle ile korunması gereken alan dışında arıza olduğunda diferansiyel aşama durumunu göstermektedir 9
Şekil 3.4. Röle ile korunması gereken eleman dışında arıza durumu 10
Şekil 3.5'te Röle ile korunması gereken alan içinde arıza durumu 10
Şekil 3.6. Mesafe rölesinin çalışma prensibini açıklamaktadır 12
Şekil 3.7. Arıza oluşumunda sistem durumunu göstermektedir 12
Şekil 3.8. Mesafe Rölesinde işin farklı özelliğini açıklaması 13
Şekil 3.9. Mesafe rölelerinin koruması için zaman- uzaklık çizelgesini açıklamaktadır 14
Şekil 3.10 Her üç uzay rölelerinin özelliğini göstermektedir 14
Şekil 3.11. Bulanık mantık kontrölünün ana gövdesi 18
Şekil 3.12. Mamdani sisteminde sonuçlandırma işlemi 20
Şekil 3.13 Sugeno modelinde sonuç kısmı 21
Şekil 3.14. USBS Yapısı 23
Şekil 3.15. İletim hatlarında arıza tespit eden bulanık sinir ağı 26
Şekil 31.6. İletim hattında arıza tespiti gerçekleştiren BSA yapısı 27
Şekil 3.17. İletim hatlarında arıza tespiti yapan BSA yapısı 27
Şekil 3.18. Matlab ta USBS eğitimi ekranı 28
Şekil 3.19. Mesafeye bağlı arıza yeri tespit yöntemi 35
Şekil 3.20. Matlab/Simulink elektrik güç sistemi 36
Şekil 3.21. Mesafe rölesinin arıza oluşumu, türü ve yerini tespit eden sistem çizelgesi 30
Şekil 3.22. İletim hattında arıza yeri ve koruma alanı belirleyen mesafe rölesinin matematiksel modeli 31
Şekil 3.23. İletim hatlarında hat direncini ölçen ve arıza oluşumunu belirleyen matematiksel model 31
Şekil 3.24. İletim hattında arıza oluşumunda koruma alanını belirleyen Matematiksel model 32
Şekil 3.25. Üç fazın en yüksek değerine dayanarak arıza yeri ve türü belirleyen sinir ağı 33
Şekil 4.1. Matlab/Simulink programı ile güç sistemi temsili 37
Şekil 4.2. Mesafe rölesi işleyişinin akış diyagramı 38
Şekil 4.3. İletim hattında arıza veya bozukluk olmadığında üç fazın akım ve gerilim sinyalleri 39
Şekil 4.4. Toplam yükleyicinin %25'i kadar akım ve gerilim sinyalleri 40
Şekil 4.5. Toplam değerin %100'ü kadar yükleyici eklendiğinde Akım ve gerilim 41

Şekil 4.6. Toplam yükleyicinin %25'i kadar akım ve gerilim sinyalleri..... 40
Şekil 4.7. Toplam değerin %100'ü kadar yükleyici eklendiğinde Akım ve gerilim 41
Şekil 4.8. Hat uzunluğunun %73'ünde A-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri 46
Şekil 4.9. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesmesinyali 46
Şekil 4.10. İletim hattında arıza yeri ve türü 47
Şekil 4.11. Hat uzunluğunun %80'ninde A-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri..... 47
Şekil 4.12.Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali 48
Şekil 4.13.İletim hattında arıza yeri ve türü 48
Şekil 4.14. Hat uzunluğunun %73'ünde B-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri..... 49
Şekil 4.15. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali..... 50
Şekil 4.16. İletim hattında arıza yeri ve türü 50
Şekil 4.17. Hat uzunluğunun %80'ninde B-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri 51
Şekil 4.18. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali 51
Şekil 4.19. İletim hattında arıza yeri ve türü 52
Şekil 4.20. Hat uzunluğunun %73'ünde C-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri..... 53
Şekil 4.21. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali 53
Şekil 4.22. İletim hattında arıza yeri ve türü 54
Şekil 4.23. Hat uzunluğunun %80'ninde C-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri 54
Şekil 4.24. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyalı..... 55
Şekil 4.25. İletim hattında arıza yeri ve türü 55
Şekil 4.26. Hat uzunluğunun %73'ünde AB-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri 56
Şekil 4.27. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali 57
Şekil 4.28. İletim hattında arıza yeri ve türü 57
Şekil 4.29. Hat uzunluğunun %80'ninde AB-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri..... 58
Şekil 4.30. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali..... 58

Şekil 4.31. İletim hattında arıza yeri ve türü 59
Şekil 4.32. Hat uzunluğunun %73'ünde BC-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri 60
Şekil 4.33. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali 60
Şekil 4.34. İletim hattında arıza yeri ve türü 61
Şekil 4.35. Hat uzunluğunun %80'ninde BC-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri 61
Şekil 4.36. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyalı 62
Şekil 4.37. İletim hattında arıza yeri ve türü 62
Şekil 4.38. Hat uzunluğunun %73'ünde AB arızasının akım ve gerilim sinyalleri 63
Şekil 4.39. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali 63
Şekil 4.40. İletim hattında arıza yeri ve türü 64
Şekil 4.41. Hat uzunluğunun %80'ünde AB arızasının akım ve gerilim sinyalleri 64
Şekil 4.42. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali 65
Şekil 4.43. İletim hattında arıza yeri ve türü 65
Şekil 4.44. Hat uzunluğunun %73'ünde BC arızasının akım ve gerilim sinyalleri 66
Şekil 4.45. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali 66
Şekil 4.46. İletim hattında arıza yeri ve türü 67
Şekil 4.47. Hat uzunluğunun %80'ünde BC arızasının akım ve gerilim sinyalleri 67
Şekil 4.48. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali 68
Şekil 4.49. İletim hattında arıza yeri ve türü 68

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1.İletim hatlarındaki arıza olasılıklari..... 5
Tablo 3.2. İstasyonun üretim kapasitesi..... 34
Tablo 3.3. Biji istasyonu için kısa devre testi 34
Tablo 3.4. Biji-Batı Bağdat taşıma hattı direnç değeri..... 34
Tablo 3.5. Batı Bağdat Röleleri 35
Tablo 4.1. Normal rölede üç fazli yük eklendiğinde akımın en yüksek değerleri 40
Tablo 4.2. USBS ile tasarlanan rölenin üç faz akım değerlerini göstermekte 41
Tablo 4.3. Normal rölede üç fazli yük eklendiğinde akımın en yüksek değerleri 42
Tablo 4.4. USBS ile tasarlanan rölenin üç faz akım değerlerin göstermekte..... 43
Tablo 4.5. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında A-G arıza test değerleri..... 45
Tablo 4.6. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında B-G arıza test değerleri..... 49
Tablo 4.7. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında C-G arıza test değerleri..... 52
Tablo 4.8. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında AB-G arıza test değerleri..... 56
Tablo 4.9. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında BC-G arıza test değerleri 59
Tablo 4.10. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında AB arıza test değerleri..... 62
Tablo 4.11. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında BC arıza test değerleri..... 65

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A-G	A fazında toprakla temas arızası
AB-G	A ve B fazlar arasinda toprakla temas arızası
AB-K.D	A ve B fazlarının kısa devre arızası
AT	Akım Trafosu
BC-G	B ve C fazlar arasinda toprakla temas arızası
BC-K. D	B ve C fazlar arasinda kısa devre arızası
B-G	B fazında toprakla temas arızası
BSA	Bulanık Sinir Ağları
C-G	C fazında toprakla temas arızası
DK	Devre Kesicisi
G.T	Gerilim Trafosu
Ia_{max}	A Fazının maksimum akim değeri
Ib_{max}	B Fazının maksimum akim değeri
Ic_{max}	C Fazının maksimum akim değeri
USBS	USBS
ÜF	Üyelik fonksiyonu

1.GİRİŞ

İletim hatları, güç sisteminin ana parçalarından birini temsil etmektedir. Hâlbuki güç iletim hatları çevre etkenlerinden etkilenmekte, Bu hatlarda arıza olma olasılığı diğer güç sistemi parçalarına kıyaslayarak daha yüksektir. Elektrik iletim hattı üzerinde arıza meydana geldiğinde, arıza türünü belirlemek ve yerini tespit etmek hatayı gidermek ve güç sistemini tekrar devreye sokmak için önemlidir. Çünkü iletim hattı boyuca arızayı tespit etmek için harcanan zaman dilimi güç dağılımı kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Arıza yerini hızlı tespit etmek sistemin iletim hattında yapılan bakım ve onarım işlemlerine harcanan zamanı azaltacak ve böylece elektrik iletimi ve dağıtımı zaman kazanacaktır (Ram ve Vishwakrma, 2007). Güç sisteminde meydana gelen bozuklukları tespit etmek tüketicilere elektrik enerjisi dağıtımında kesilme olmamasını onaylamak için gereklidir. Güç sistemlerinin boyut ve karmaşıklık açısından gelişmesi nedeni ile sistemin istikrarını ve temel parçaların korunması için koruma rölelerinin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. İletim hatlarının korumak için kullanılan birçok yöntem vardır bunların en önemlilerinden biri de mesafe röleleridir. Mesafe röleleri, 400kV veya daha yüksek voltaj olan iletim hatlarında kullanılan gurup koruma ve başlangıç koruma sağlanmasına ve desteğine avantaj katmaktadır. Bu koruma hat empedansini sürekli ölçerek bu empedansin gereken empedanstan farklılık gösterdiği zaman hatlarda arıza olduğuna duyarlıdır ve bununla ilgili sinyal yayacaktır (Idris vd, 2013).
(Bulanık Yapay Sinir Ağları sistemleri) son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Bulanık Mantığının (BM) tek başına kullanımda kaynaklanan dezavantajları gidermek ve avantajlarını bir arada toplamak için bu oluşum ortaya çıkmıştır.

Yapay Sinir Ağları öğrenmeyi sağlarken Bulanım Mantık üyelik fonksiyonları ve kural tabanına dayanmaktadır.

Bulanık Mantıkta üyelik fonksiyonlarının sayısı, kapsamı ve girişimlerinin iyi tanımlanması daha iyi sonuç verilmesine yol açmaktadır. Tasarımcıların en çok

kullandıkları yöntemlerden biri doğru ve yanlış tanımlarını kullanarak Kabul edilebilir değerlerin bululmasını sağlarlar. Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantığın veri işleme ve varsayımda bulunmak gibi bazı ortak özellikleri mevcuttur (Aik, vd, 2008).

USBS algoritması ile üç fazlı aşama tasarımı gerçekleştirmek. Matlab programı kullanarak aşamanın testini gerçekleştirmek ve elektrik taşıma ve iletim hatlarında düzgün çalışmasını garantilemek.

Mesafe rölesi, güç sisteminin yetenekleri (açma kapama veya yük ekleme gibi) bozuklukları ile arıza olma ihtimalini ayırt etme duyarlılığını test etmek

Mesafe rölesi, arıza türünü tek faz arızası veya iki faz arızası sınıflandırma yeteneğine sahip olup olmadığını test etmek ve ayriyeten koruma alanını belirlemek (1. veya 2. bölge). Çalışmada Irak Elektrik ağından bir parça aşamasını test etmek için voltaj sinyali ve akım gücü verileri kullanılarak benzetim sonucu Matlab / Simulink ile temsil edilecektir.

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, konu ile ilgili yapılan çalışmalara göz atılacaktır.

İkinci bölümde ise, tezdeki kulanilan Kaynak özetleri, Çalışma ilkelerini açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde ise, tez enerji nakil hattindaki yaygin arizalari konusuyoruz.

Dördüncü bölümde ise, çalışmada yapilan tum araştirmalar, bulgular ve tartşmalar.

Beşinci ve son bölümünde ise, sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Azriyenni vd, (2015), USBS kullanarak mesafe rölesi tasarlamışlardır. Bu çalışmadaki amaç iletim hatlarında ve tüm koruma sistemlerinde meydana gelecek arızalarını tespit etmektir. USBS eğitimi için voltaj sinyali ve akım değerleri kullanılmıştır, gerilim sistemi 150 kv, hat uzunluğu 117 kM.

Huan, vd, (2014), çalışmalarında USBS kullanarak başka bir mesafe rölesi tasarlamışlardır. Bu çalışmada güç sistemindeki arıza tespiti için kullanılmıştır. USBS yapısı ve eğitimi için voltaj sinyali ile ani güç baz alınmıştır. Çalışma yukarıda belirtilen iletim hattındaki arıza yerinin tespiti, arızanın sınıflandırılması ve varsayılan değerleri atayarak arızanın ilerdeki etkileri incelenmiş, tüm bunların da USBS ile tasarlanan mesafe rölesine etkisi belirlenmiştir, hat uzunluğu 58Km, Gerilim sistemi 110 kv, hata 4.78% .

Zareen, vd, (2014), çalışmalarında USBS kullanarak başka bir mesafe rölesi tasarlamışlardır. Çalışmadaki amaç iletim hatlarında arızanın meydana geldiğini tespit etmektir. Bu çalışma USBS eğitimi için voltaj sinyali ve akım değerleri kullanılmış ve arıza yeri ile arıza cinsi tespit edilmemektedir, hat uzunluğu 117 Km.'dir.

Mrehel, vd, (2013), çalışmalarında tüm koruma bölgeleri için iletim hatlarında oluşan arızaları tespit etmek için bir mesafe rölesi tasarlamışlardır. Bu çalışma USBS kullanarak gerçekleştirilmiştir, hat uzunluğu 100 Km.

Syahputra (2013), yılında arıza oluşumunu ve arıza yeri tespiti ayrıca yer tespitinde arıza direncinin mesafe rölesindeki etkisini belirleyen USBS ile mesafe rölesi yapısı benzetimi gerçekleştirilmiştir, hat uzunluğu 150 Km.'dir.

Ghani, vd, (2012), çalışmalarında güç sistemlerinin iletim hatlarını korumak için bir mesafe rölesi yapım yöntemi önermişlerdir. Önerilen çalışma iletim hattındaki arızayı tespit edip yerini ve türünü bildirmektedir. Mesafe rölesi eğitimi için üç fazlı güç kullanılmıştır.

Sanaye, vd, (2011), çalışmalarında USBS kullanarak başka bir mesafe rölesi tasarlamışlardır. Çalışma, iletim hatlarında oluşan arızaların yerini ve türünü

tespit etmektedir. USBS eğitimi için üç fazlı güç kullanılmıştır, hat uzunluğu 150 Km, Gerilim sistemi 400 kv'dir.

Morshedy, vd, (2009), çalışmalarında USBS kullanarak iletim hatlarını arızadan koruyabilen ve eğer oluşursa yerini tespit eden ve güç sisteminden izole eden bir mesafe rölesi tasarlamışlardır, hat uzunluğu 80 Km, Gerilim sistemi 66 kv, hata 8%.

Sadinezhad, vd, (2008), USBS kullanarak mesafe rölesi tasarlamışlardır. Çalışma iletim hatlarında oluşan arızayı güç sisteminden izole edebilmektedir. USBSeğitimi için voltaj sinyali ve akım değerleri kullanılmıştır, hat uzunluğu 160 Km, Gerilim sistemi 400 kV.

Reddy, M. ve Mohanta, D.(2008), yılında bulanık mantık, sinir ağları ve USBS kullanarak arıza tespiti ve iletim hatlarını korumak için mesafe rölesi yapısı gerçekleştirmişlerdir. Mesafe belirlemekte en az hata bazı kullanılarak belirlenen yöntemler arası karşılaştırma yapılmış, sonuca göre en iyi performansı USBS göstermiştir, hat uzunluğu 300 Km.

Khorashadi, vd, (2007), çalışmalarında USBS kullanarak mesafe rölesi tasarlamışlardır. Pozitif bileşen serisini USBS ağını eğitmek için kullanılmıştır. Çalışma arızayı tespit ederken arıza yeri ve arıza türü bilgisi vermemektedir, hat uzunluğu 100 Km.'dir.

Keerthipala, vd, (2000), çalışmalarında USBS kullanarak mesafe rölesi modeli tasarımı gerçekleştirmişlerdir. İletim hatları arızasını tespit etmek ve türünü belirlemek için ağ eğitiminde üç fazlı güç kullanılmıştır.

Yukarıdaki çalışmaların hiç biri iletim hatlarında oluşan aşırı yük veya yük istasyonlari eklenmesini hesaba katmamıştır. Ayrıca yukarıda bahsi geçen faktörlerin USBS nin normal davranışı aşamasına ve tasarım aşamasına etkisini araştırmayı göz ardı etmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1.Enerji Nakil Hattındaki Yaygın Arızalar

Arızalar iki kısma ayrılmaktadır:

Simetrik Arızalar: Üç faz arasında kısa devre oluşumundan kaynaklanan arıza türüdür. Bu arızalar sisteme etkisi çok büyük olmasına karşın en az olan arıza türüdür.

Asimetrik Arızalar: Genellikle birkaç türden oluşmakta bunlar (L-L) faz yetmezliği, faz ve toprak (L-L-G) ile arıza fazı ve toprak (L-G) ile arıza fazı olarak genelde bu fazların toprağa en yaygın, özellikle arıza Çizgi vardır.

Tablo 3.1 İletim hatlarındaki arıza olasılıklari (Ram ve Vishwakrma, 2007)

Arıza Türü	**Arıza Sembolü**	**Toplam arızalardan yüzdesi %**
1faz-toprak	L – G	85
2 faz arasi Kısa devre	L – L	8
2 faz - toprak	2 L – G	5
2 faz - toprak	3 – L	2

3.1.1. Arızaların elektrik ağlarındaki etkileri

Özellikle üç faz hatalarından kaynaklı olanlar arızalar, elektrik ağları üzerindeki etkileri çok büyük ve çok yüksek akıma yol açmaktadır. Arızaların etkileri aşağıdaki gibi özetlenebilir

- Yüksek Sıcaklık ve mekanik güç nedeni ile elektrik sisteminde faaliyet gösteren ekipman ve aletlerin parçalanmasına yol açmaktadır.

- Elektrik kıvılcımı yangına neden olabilmekte, bu yangın da elektrik sistemine yayılmasına yol açmakta ve tüm sistemi imha edebilmektedir.

- Kısa devreler oluşumu gerilim inişine ve yuku etkiliyor genelde frekans düşüşüne ve tüm sistemin etkilenmesine yol açmaktadır.

- Asimetrik arızalar ve elektrik negatif dizi bileşeni oluşumu yüzünden elektrik alet ve ekipmanlarında sıcaklığın yükselmesi (Ravindranath ve Ehander, 2005)

3.1.2. Koruma gereksinimleri

- Koruma cihazları, iş akışı algısı işlevini elektrik güç sisteminde sürekli yapmaktadır. Sistem işleyişinde arıza yüzünden normal durumdan anormal duruma geçiş yaşandığında koruma cihazları bu iki durum arasındaki değişimi fark edebilmektedir
- Akım değişimi, gerilim, frekans, güç açısı, aktif güçle sanal gücün yönü ve diğer değişimleri koruma cihazları tarafından fark edilip arızalı bölümü ayırmak için devre kesicisine açma sinyali "Trip Signal" göndermektedir.
- Çoğu röleler enerjiyi akım trafoları (A.T), gerilim trafoları (G.T) veya ikisi tarafından birlikte sağlamaktadır.
- Koruma ekipmanlarının temel gereksinimleri aşağıda sıralanmıştır:
- Güvenilirlik: Koruma ekipmanlarının sonuna kadar ve tam güvenilir şekilde çalışma duyarlığını garantilemektir.
- Hassasiyet: Koruma ekipmanlarının nominal akımda oluşan en az arızaya karşı duyarlılığı.
- Ayırt etme: Koruma ekipmanlarının çalışmasını belirlenen elektrik ağı içinde çalışmasını kısıtlayarak sadece ağ içindeki arızaları gidermeye çalışmaktır. Ağ dışında oluşan arızalarla ilgilenmeyerek iç ve dış hatalara ayırma yeteneğidir.
- Seçicilik: Arıza oluştuğunda, arıza mevkisine en yakın devre kesicinin seçimi demektir.
- Performans Hızı: Hata oluşumunda sistem çalışmasını engelleyen nedenlerin gidermesi ve zararın azalması için hızlı müdahalede bulunmaktır (Ravindranath ve Ehander, 2005).

3.1.3. Rölelerin çalışma ilkeleri

Koruma röleleri, elektrik veya elektronik ekipmanı olarak tanımlanır. Koruması ile yükümlü olduğu elektrik ağında çalışma devamını garantilemek için sürekli algılama yapmaktadır. Aynı zamanda arıza oluşumunda arızalı bölüme enerjinin kesilmesi ve bu ağı çalışan sistemden ayırması için ilgili devre kesicisine kesme sinyali göndermektedir.

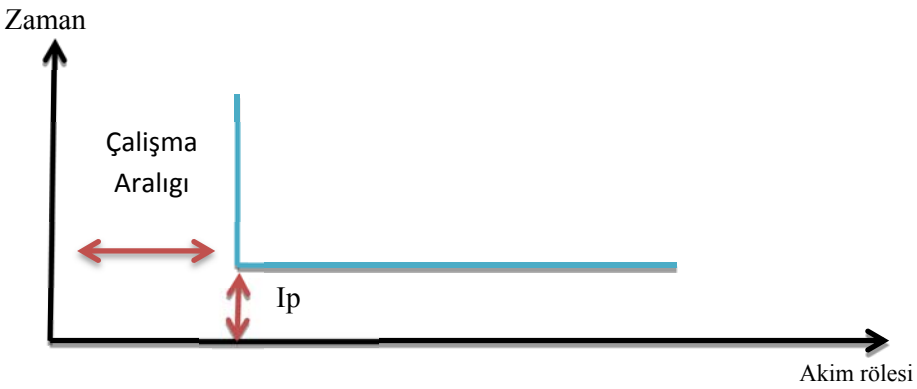
Koruma röleleri tarafından gerçekleşen algılama işlevi alınan koruma ağındaki devam eden işlerin bilgileri doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Genelde de bu bilgiler rölelerden elde edilen gerilim veya faz açıları gibi ağ değişiminin küçük bir şemasını yansıtmaktadır.

Elektrik sisteminde arıza oluşumu akımın yükselmesine ve voltaj değerinin azalmasına yol açmakta, bu değişimlere ek olarak voltajın faz açısı, akım, aktif enerji, frekans ve farklı başka değişimlerde oluşabilmektedir.

3.1.4. Rölelerin türü

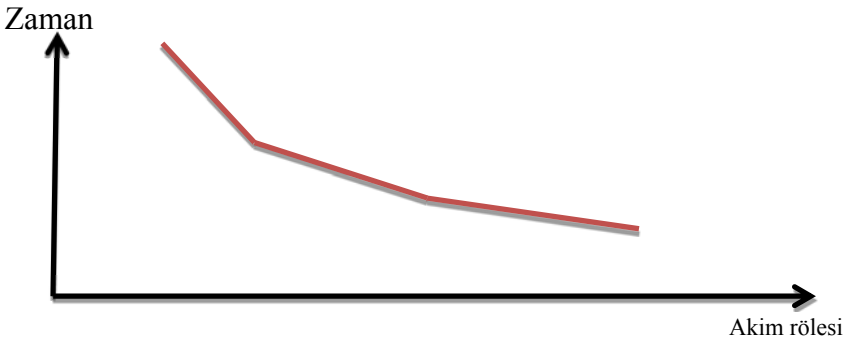
Aşırı Akım Rölesi -AAR- Aşırı akım röleleri arıza oluşumunda akımın yükselmesine dayanmakta, bu şekliyle Sigorta gibi çalışma fakat arıza giderilmesi durumunda röle çalışmasına geri döner ancak sigorta kısa devre oluşumunda tek bir sefer çalışmaktadır. AAR akımı ölçmek için diğer akım röleleri vasıtası ile sisteme bağlanmaktadır.

Belli Süreli Aşırı Akım Rölesi -BSAAR-: Belli süreli aşırı akım rölesi hat akımı girişi ile tek girişli röledir. Röle çıkışta ölçülenen akımın düzenleme akımına göre daha yüksek olması halinde devre kesicilerine kesme sinyali gönderir. Şekil 3.1. rölenin çalışma özelliğini göstermektedir



Şekil 3.1. AAR çalışma özelliğini göstermektedir (Phadke ve Horowitz, 2008).

Belirtilen En Az Ters Zamanlı Aşırı Akım Röleleri -BAZAAR- Kısa mesafeli taşıma hatlarında BSAAR yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak hatlar uzun olursa bu tür röleler çok ağır çalışmaktadır. Hatta kaynağa yakın mevkilerde arızanın akım değeri en yüksek değerde olmakta, oysa AAR türünde arıza yeri nerede olursa olsun zaman sabittir. Şekil 3.2. BAZAAR türü özelliğini göstermektedir.
Bu sorunu çözmek için adı geçen En Az Ters Zamanlı Aşırı Akım Röleleri – BAZAAR kullanılmaktadır. Şekil 3.2.'de de görüldüğü gibi arıza akımı yükseldikçe kesme sinyali daha hızlı üretilmektedir.

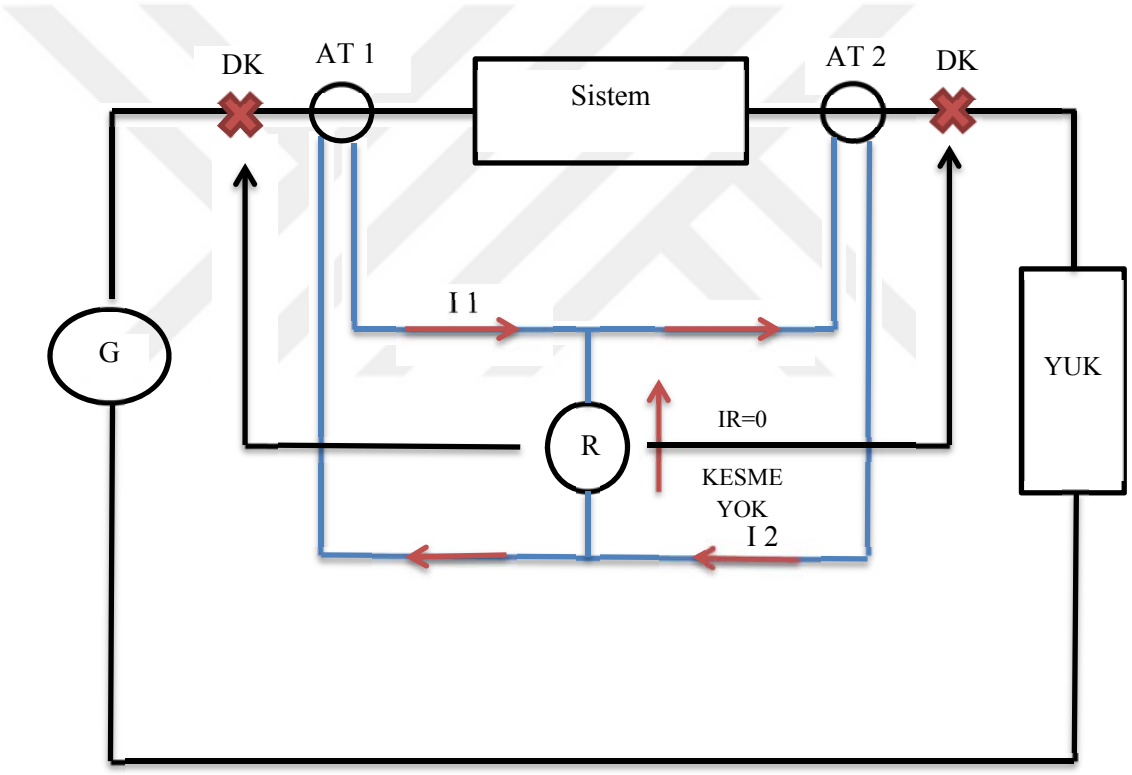


Şekil 3.2. BAZAAR türü özelliği (Phadke ve Horowitz, 2008).

Diferansiyel Röle -DR-: Bu rölenin çalışma prensibi güç sistemi elemanlarının her hangi birinin giriş ve çıkış akımı farkının ölçümüne dayanmaktadır. Bu test sonucu ya akımın genlikleri ya da faz açısı veya her ikisi de ölçülmektedir.

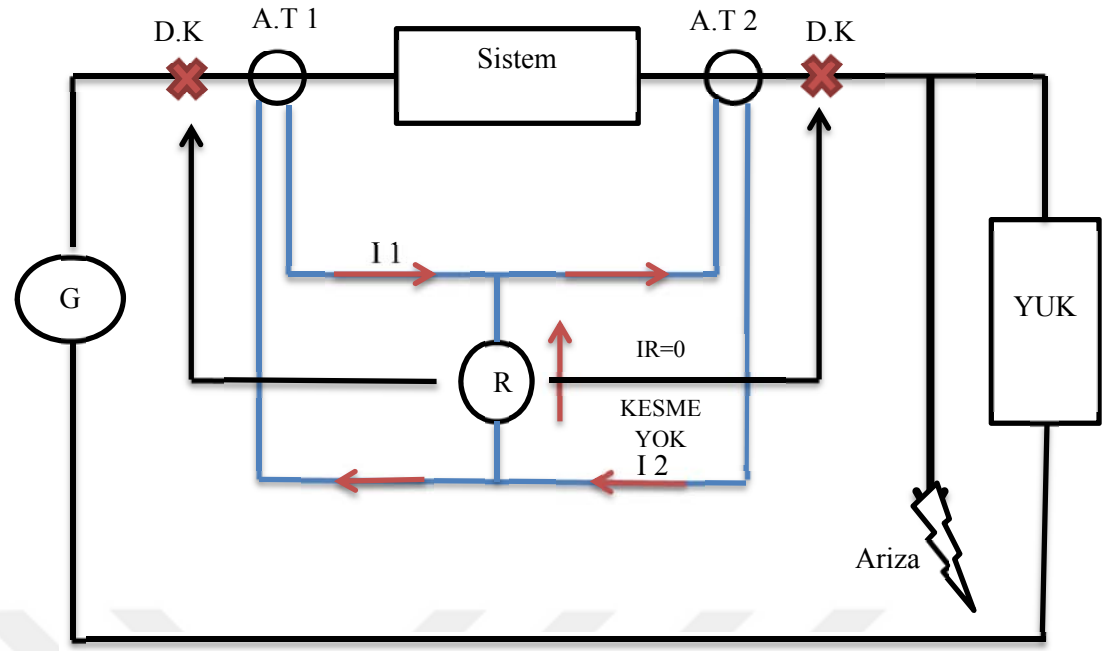
Buradaki amaç ise test altında olan elemanın düzgün çalışma durumunda olup olmadığını denetlemektir. Farklılık kaydedildiğinde bu elemanın belirli bir arızaya maruz kaldığını ve sorumlunun devre kesiciyi devreye sokarak bu arızalı bölümü diğer düzgün çalışan sistemden ayırması gerekmektedir (Ziegler, 2012).

Şekil 3.3. Röle ile korunması gereken elemanda arıza olmadığında diferansiyel korumanın durumunu gösterir. Burada giriş akımı ile çıkış akımı eşit olduğunda röleye giren akım (Ip = 0) o yüzden devre kesiciye kesme sinyali gönderilmemektedir.



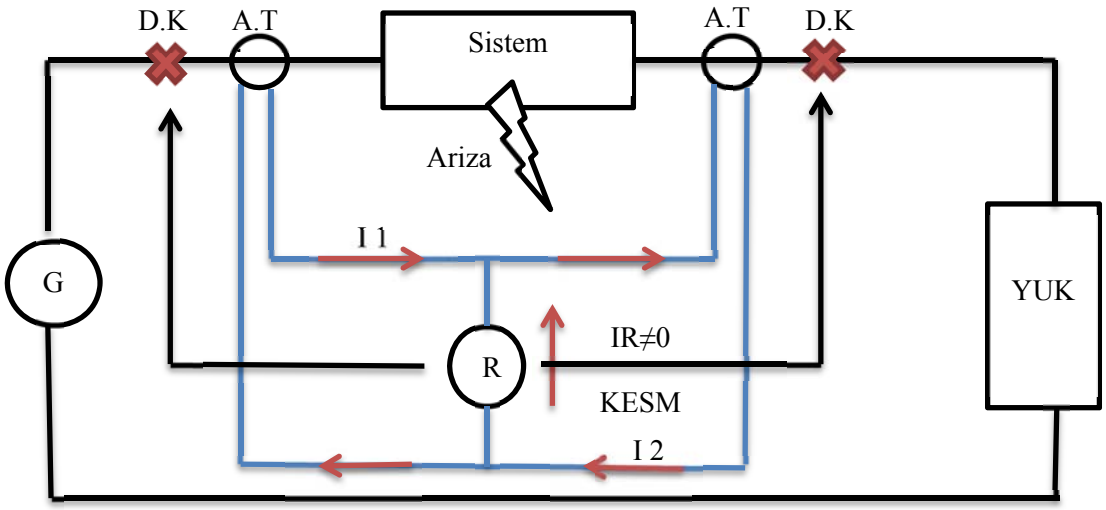
Şekil 3.3. Röle ile korunması gereken alan dışında arıza olduğunda diferansiyel aşama durumunu göstermektedir (Ziegler, 2012)

Bu durumda arıza olmasına rağmen ancak bu arızanın alan dışında olduğundan giriş akımları çıkış akımlara eşitler (Ip = 0) ve devre kesiciye kesme işareti gönderilmez.



Şekil 3.4. Röle ile korunması gereken eleman dışında arıza durumu (Ziegler, 2012)

Şekil 3.5'te Röle ile korunması gereken alan içinde arıza olduğunda diferansiyel aşama durumunu göstermekte. Bu durumda arızanın alan içinde olduğundan giriş akımları ile çıkış akımları arası farklı olduğu için röle devre kesiciye kesme işareti gönderir.



Şekil 3.5.'te Röle ile korunması gereken alan içinde arıza durumu(Ziegler, 2012)

3.1.5. Mesafe koruma röleleri - MKR:

Mesafe rölesi bir koruma sistemi temsilidir. Korunması istenen taşıma hattı uçlarının birindeki bilgiler kullanılmaktadır. Mesafe rölesinin ana hedefi taşıma hatlarını korumaktır. Bu şekilde de güç sisteminde taşıma hatları, jeneratörler ve transformatörler ekipmanların güvenliği garantilenmekte ve devamlı ekonomik elektriğin tedarikinin önemli olan sistem entegrasyonunu sürdürmektedir. Mesafe rölesinin çalışma prensibi arıza yeri ile röle arasındaki mesafeye bağlı olduğundan bu adla tanımlanmıştır (Zhang, 2006).

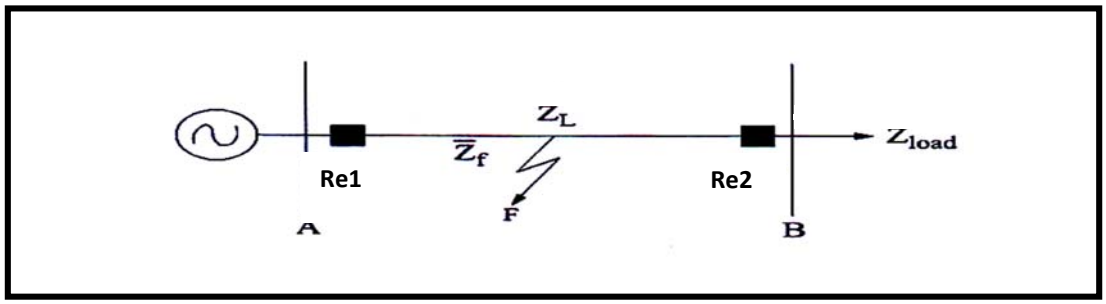
Yukarıda bahsi geçen iki röle türünün ilkinde korunması gereken elemanın akım ölçümü baz alınmakta, bu da voltaj ve akım ölçümü yapan mesafe rölesine kıyaslayarak röle tarafından doğru tanı yapılmaması göstergesidir. Akımı etkileyen çok sayıda bozukluluğun bulunmasından dolayı da mesafe rölesi arızayı bozukluluktan ayıran daha doğru tanı yapmaktadır. Buna ek olarak da üretim noktalarına yakın olmasından dolayı hızlı taşıma hatlarında daha iyi performans sağlamaktadır. Arızayı belirlemek için gereken giriş ve çıkış akım sinyallerini uzun mesafelere taşımak ve karşılaştırmayı gerçekleştirmek zor olduğu için diferansiyel aşama uzun mesafeli taşıma hatlarını korumaya uygun değildir.

3.1.5.1. Mesafe rölesi çalışma prensibi

Mesafe rölesi yüksek voltajlı gerilim hatlarının korumasında büyük öneme ve geniş kullanıma taşımaktadır. Bu tür röleler kolaylığı, güvenirliği, seçiciliği ve uzak uçtaki taşma hattına destek koruma, sağlaması özellikleri ile avantaj sağlanmaktadır (Perez, 2006).

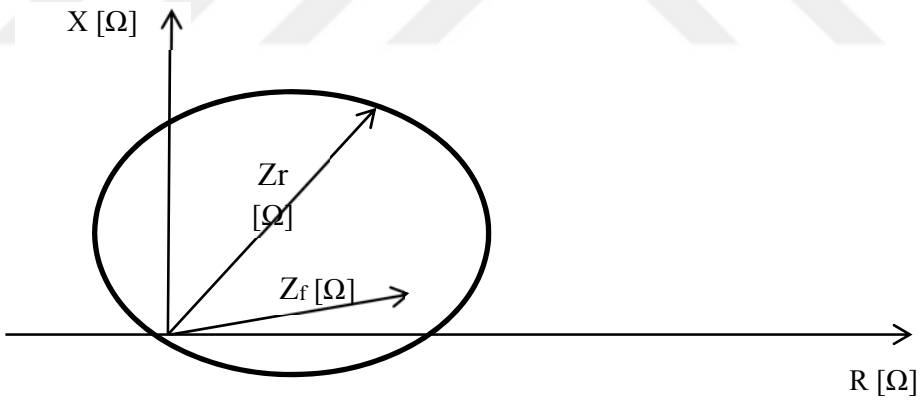
Mesafe röleleri yükümlü olduğu hattın akım sinyali ve voltaj sinyalini ölçerek empedans değerini (baz frekansta olan empedans) hesaplamaktadır. Bu empedans daha önce hesaplanan ayar empedans ile kıyaslanır. Normal çalışma durumunda (Arızasız durumda) hattin empedans degeri (ZL) referanse empedansi (Zr) göre daha büyük veya eşit olmalıdır. Aksi halde röle mevkisi ile

ariza noktası arasında arıza oluştuğu soylenebilir. Budurumda röle arızalı hattı güç sisteminden ayrmak için kesici devrelere kesme sinyali gönderecektir



Şekil 3.6. Mesafe rölesinin çalışma prensibini açıklamaktadır (Jonsson, 2001).

Sistemde hata olmasına rağmen mesafe rölesinin performansını (X-R) ekseninde empedans eğrisi çizgisi ile belirlenebilinmektedir. Şekil 3.7. arıza oluşumunda sistem durumunu göstermektedir



Şekil 3.7. Arıza oluşumunda sistem durumunu göstermektedir (Jonsson, 2001).

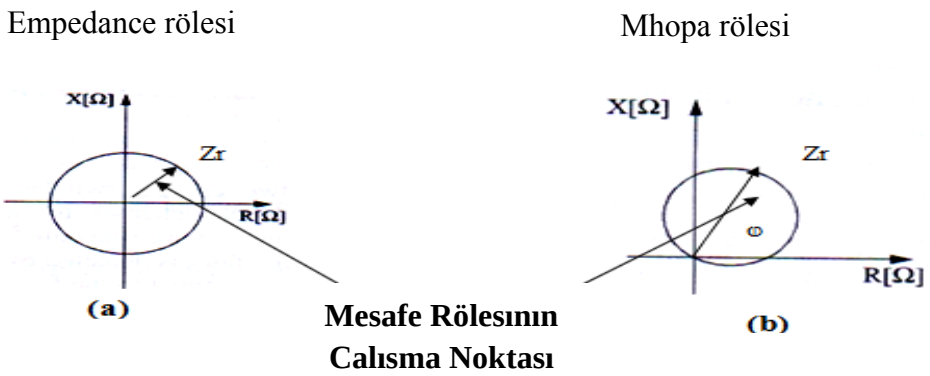
3.1.5.2. Mesafe rölelerinin çalışma özellikleri

Mesafe rölelerinin çalışma alanları yıllar içinde gelişmeler yaşanmıştır. Başlangıçta merkez noktalı çember ve yarıçapı ayar empedans i (Zr). Şekil 3.8.

'de gösterildiği gibi empedance aşaması olarak adlandırılmıştır. Bu özellikleri kullanan rölelerin üç dezavantajı bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Yönsüz bir röle olduğu için arızanın rölenin ön kısmı veya arkasında meydana geldiğinde müdahalede bulunur. Arka kısımlarda oluşan hatalara düzgün müdahale edebilmesi için ek bir yön elemanına ihtiyaç duymaktadır.
2. Arıza empedansi için dengesiz girişim ve dar alanı bulunmaktadır.
3. Empedans çemberinin büyük alan kapsaması nedeni ile röleler değişikliğine yüksek duyarlığı mevcuttur.

Bu dezavantajları önlemek için, bahsi geçen özellik empedans çemberlerini daraltarak ve merkez noktayı (X-R) koordinesinde ilk çeyreğe kaydırarak güncellenmiştir. Sonuçta güç sarsıntılarına daha az duyarlı yön rölesidir. Bu rölenin çapı aralık noktasındaki rölenin ayar empedansini temsil etmekte ve φ açısı da (aşama özelliği açısı olarak da bilinir) çapın R ekseninden mesafesini temsil etmektedir



Şekil 3.8. Mesafe Rölesinde işin farklı özelliğini açıklaması (Ziegler, 2011).

3.1.5.3. Mesafe rölesinin koruma alanları

Ölçüm hassasiyeti yetmezliği, ölçüm transformatörleri dönüşüm hataları, yük ve guc kaynak arası değişikler ve toprak direnci gibi farklı arıza koşulları yüzünden

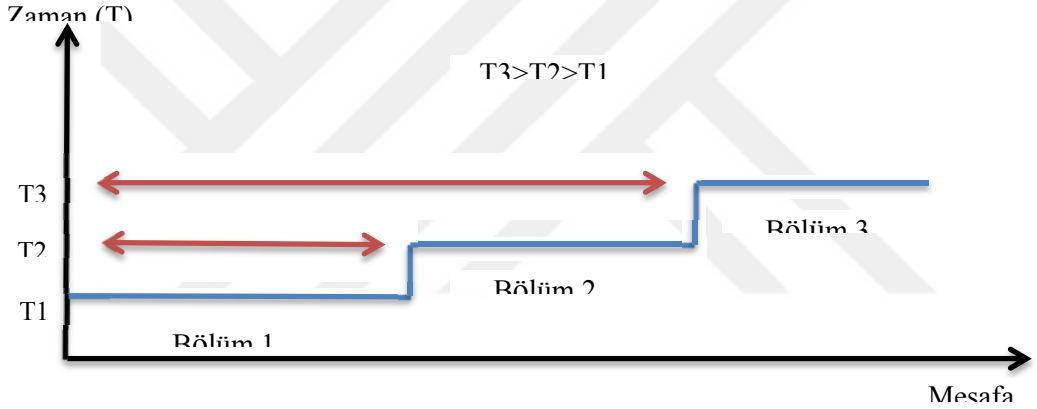
mesafe röleleri tek yönlü güvenliği tüm hatta sağlamamaktadır. Bu yüzden mesafe rölelerinin güvenlik alanlarını şekil 3.9' daki gibi koordine edilir. Bu da ilk koruma uzayı, ikinci koruma uzayı ve üçüncü koruma uzayı kullanımıyla gerçekleşir. Her uzayın mesafe ve kullanım süresi açısından birbirini ardışık olarak aşağıda sıralandığı gibi takip eder (Ziegler, 2011).

1-İlk bölgenin uzunluğunun yaklaşık % 80'ini kaplamaktadır.

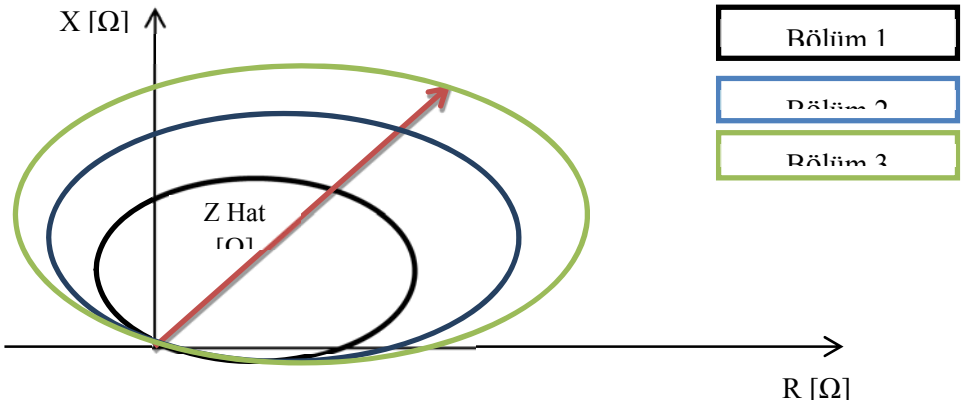
2-İkinci bölgenin uzunluğunun yaklaşık % 120'ini kaplamaktadır

3-Üçüncü bölgenin uzunluğunun yaklaşık % 200'ini kaplamaktadır

Arızanın ilk bölgede gerçekleştiği zaman ani veya hızlı bir şekilde kesici devrelere kesme sinyali gönderilir. Fakat arızanın ikinci veya üçüncü uzayla oluştuğunda yanlış arıza tespitini önlemek için röleler biraz geciktirir.



Şekil. 3.9. Mesafe rölelerinin korunması için zaman- uzaklık grafiği açıklanmaktadır (Zhang, 2006).



Şekil. 3.10 iletim hatlarındaki koruma bölgeleri (Ziegler, 2011).

3.1.6. Bozukluklar

Bozukluklar gerilim sinyalinde veya kararlı durum güç sinyalinde dış etkenler yüzünden oluşan çok kısa süreli ve tekrarlanmayan ani değişimlerdir. Güç sistemi bileşenleri ve unsurlarının enerji depolama doğasından kaynaklanan birçok bozukluk vardır. Bunlar kompleks özellikli, kısa süreli, hızla solan ve periyodik olmayan frekans bozuklukları yaratabilir. Bu gibi bozukluklar güç akışında ve güç sistemi istikrarında kritik etkilere neden olmaktadır. Bu bozuklukların örneği ise devam etmeyen ani voltaj düşüşü, harmonik deformasyon ve gerilimin düşüş ve yükselişidir

Bozuklukların oluşumu arkasında çok sayıda ve çeşitli kaynaklar bulunmaktadır. Bunlar açılış ve kapanış veya güç sistemine yükleyici eklenmesi veya çıkması sonucu oluşur, ek olarak güç sistemi arızasından kaynaklanan nedenler de olabilmektedir. Bu bozukluklar güç sisteminde kullanılan ekipmanlara ve bunlar içinde güç sistemi korunmasında önemli unsur olan koruma rölelerin de etkilemektedir. Güç sistemi kararlı durumda ve normal çalışma zarfında olduğunda koruma röleleri er hangi bir rol üstelenmemektedir. Röleler sadece sistemde bir hata oluştuğunda devreye girer. Bozukluk esnasında normal çalışma durumu olmadığından ve empedans değeri değişiminden dolayı röleler çalışmaya başlar. Koruma aşaması koruyucu ekipmanlar için güvenirlik, seçicilik ve hızlı müdahale gibi temel gereksinimler duymaktadır (Saleh ve Rahman, 2004).

Koruyucu rölelerin performansı sonuçlarıyla değerlendirilmeli, arıza esnasında çalışmayan röle veya bozukluk etkisiyle arıza dışı nedenlerle çalışan röle kötü performans sergilemiş olmaktadır. Çünkü bunun zararı ve kaybı çok yüksektir. Kötü röle performansı ya iç ya da dış etkenlerden kaynaklı olabilir. İç etkenler rölenin kendi bileşenlerinin başarısızlığı ve dış etkenler ise yanlış algoritma yüzünden alınan yanlış karardır.

Bu bozuklukların koruma rölelerindeki etkileri iki türde sınıflandırılır:

Arıza esnasında çalışmamak: Bu durum nadir oluşan ancak çok kayba uğratandır. Yedek destek korumanın devreye geç girilse de birçok sağlam parça sistemden kullanım dışı olacaktır.
İstenmeyen kesme türü: Bu da arıza olmadığı durumda rölenin düşük voltaj veya yüksek akımı algılaması. Buna rağmen devre kesicilere kesme emri vererek sistemin sağlam parçalarını ayırmaktadır. Bu nedenle koruma röleleri arıza dışı her hangi bir bozukluğa yanıt vermemelidir (Wang, 2003).

3.1.7. Röle özelliğini ayarlamak

Röle özelliğini ayarlamakta kastedilen işlem, güç sistemini korumakla yükümlü olan rölelerin ayarlarını sistemin zarfına uygunluğunu sağlamaktır. Koruma özelliğinin esnekliği tanımlı özelliklere yeni kurallar eklemeyi veya mevcut durum düzeltilmesini sağlamaktadır. Böylece güç sistemi değişikliklerinde röle performansı çok yükselir (Yadav ve Dash, 2014). Koruma sistemlerinin gerektirdiği özellikler duyarlılık, seçicilik ve çalışma hızıdır. Bu özellikleri güç sistemi ayarlarını iyileştirerek gerçekleşir. Bu da esnek ve değişimlere açık olan doğru algoritmadan yola çıkmaktadır. Bu özelliği gerçekleştirmek için yaygın olarak kullanılan teknik ise Bulanık Yapay Sinir Ağlarıdır. Bu işte kullanılan bu teknik farklı etkenlerin göstergelerdeki yarattığı farklılık etkisini azaltmak için kullanılmaktadır (Wilks, 2012).

3.2 Enerji nakil hatlarında kullanılan arıza tespit algoritmaları

Zeki Optimizasyon Teknikleri kompleksi sorunları çözmeye yönelik ve sistemlere daha iyi performans kattığı için günümüzde birçok uygulamada kullanılmaya başlamıştır. Aşağıda açıklandığı gibi yapay zekâ uygulamalarından biri olan USBS'tir.

3.2.1. Bulanık mantık denetleyici

Bulanık Mantığı ilk öneren 1595 yılında bilim adamı Lotfi Zadeh olmuştur. Bulanık Mantık da ikili mantığın aksine 0 ile 1 arasındaki tüm olasılıkları ele almaktadır.

Bulanık Mantığın çalışma prensibi kanunu altında çalışan mantıksal kurallara dayanmaktadır. Tasarımcı girişler ile çıkışlar arası ilişkiyi tanıtmak için matematiksel model yerine bir takım değişken ve dil verileri kullanılmakta, başka bir değişle kontrol etmesi istenen sistemin giriş ve çıkışlarını şartlı cümlelerle ilişkilendirmek (Burns, 2001).

3.2.1.1. Dil tanımları

Bulanık Kontrol kavramını daha iyi anlayabilmek için aşağıda sınıflandırılan bazı dil tanımları daha iyi kavranmalıdır:

- Dilsel Değerler: Cebir değişkenleri sayısal değer aldığı gibi dilsel değişkenler de cümle veya harfleri değer olarak alabilmektedir. Dil değişkenlerinin adlandırma şekilleri sadece kullanıcı için daha kolay anlaşılabilir olması içindir. Bulanık kontrolün işleyişini etkilememektedir.

- Dilsel Değişkenler: dilsel değişkenlerin aldığı değerlerdir. Bunlar kelime veya dilsel ifade olabilmekte, değişkenin gerçek değeridir (Sayısal dil değeri) veya kontrol işleyişini etkilemeden değişkenin sayısal değerini alabilmektedir

- Üyelik Fonksiyonu**:** Bulanık kümedeki her öğenin üyeliği tanıtan matematiksel fonksiyondur. Bu fonksiyon 0 ve 1 Aralığındaki değerleri alabilmekte, İnsanın bilgisi doğrultusunda üyelilikler doğrusal ve doğrusal olmayan olarak tanıtılmaktadır (Burns, 2001).

3.2.1.2. Bulanık mantık kontrol yapısı

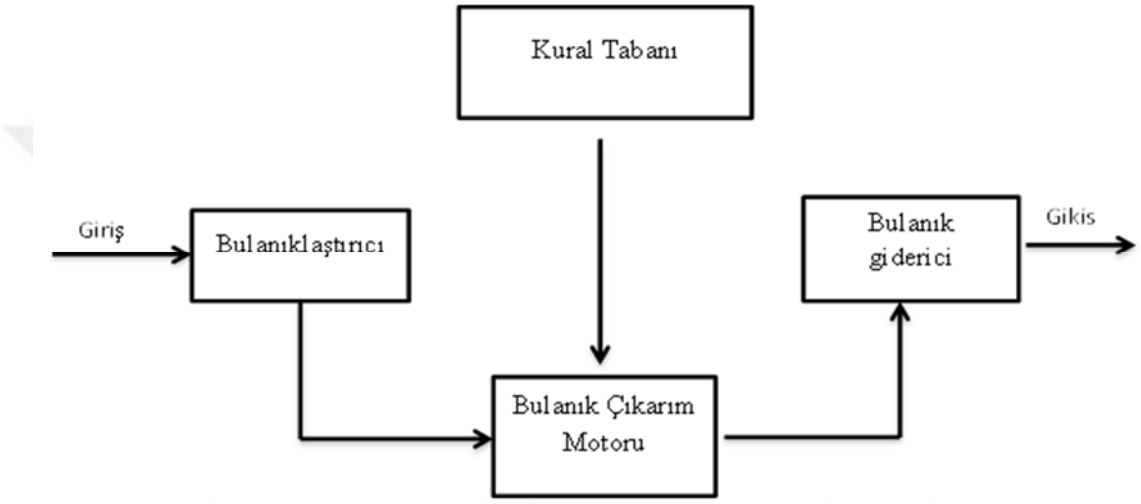
Bulanık kontrol sistemi Şekil 3.11'de de açıklandığı gibi dört bölümden oluşmaktadır:

1.Bulanıklaştırıcı

2.Kural Tabanı

3.Bulanık Çıkarım Motoru

4.Bulanık giderici



Şekil. 3.11. Bulanık mantık kontrolünün ana gövdesi (Burns, 2001).

1.Bulanıklaştırıcı: Her öğenin üyelik derecesini belirterek kesin girdileri bulanık değerlere çevirme işlemidir (Burns, 2001).

2.Kural Tabanı: kontrolün girdileri ile çıktılılarını birbirine ilişkilendiren kurallar kümesidir

If (Öncül) Then (Sonuç) (3.1)

Kurala örnek olarak aşağıdaki gibidir:

Kanun: If X is A Then Y is B (3.2)

Burada A ve B bulanık aralıklar X ve Y' de tanımlanan bulanık değerlerdir. A, X kısmı öncül veya şart kısmı, B, Y kısmı ise sonuç olarak belirlenmektedir.

3. Bulanık Çıkarım Motoru: Bulanık çıkarıcı, bulanık kanununda giriş bilgilerinden sonucu çıkarmak için kullanılır. Şart kısmına belli bir bilgi girdiğinde bulanık çıkarıcı sonuç kısmında çıkış değişkenleri için sonucu hesaplamaktadır.

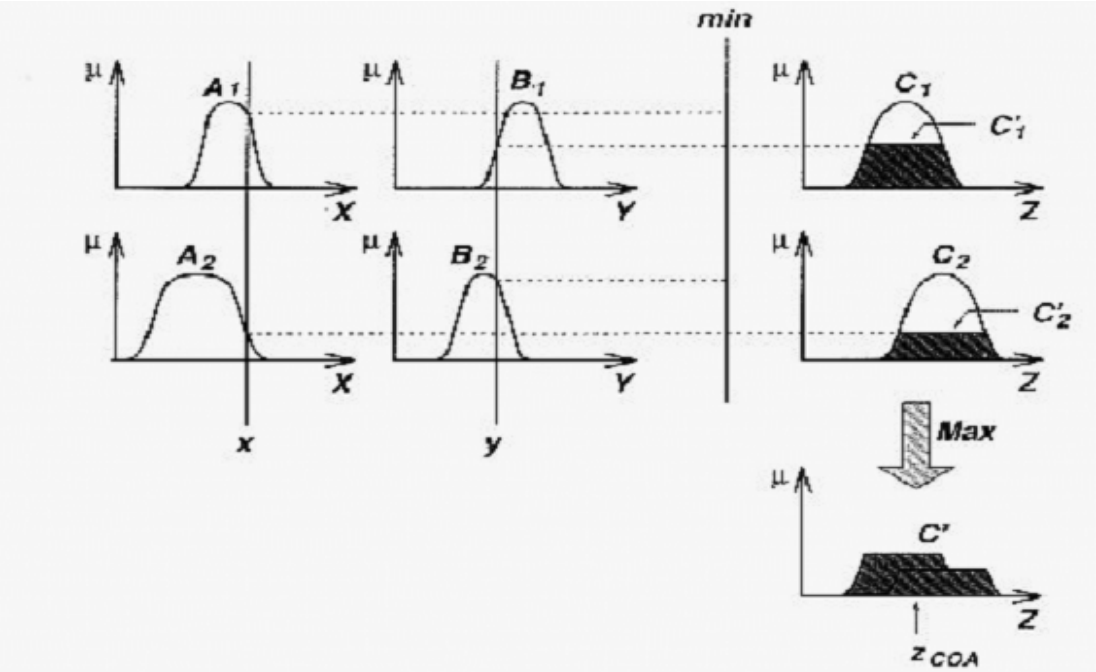
Bulanık sistemde kural hesaplamalarına çıkarım mekanizması adı verilir. En yaygın bulanık sistem örneği 1974 yılında Mamdani bilim adamı tarafından icat edilen sistemidir. Sonra Sugeno bilim adamı tarafından 1985 yılında icat edilen Sugeno sistemi gelmektedir. Bu iki sistemin temel farkı bulanık kurallarında sonuç kısmıdır. Mamdani sistemi sonuç kısmını dilsel değişkenlere tanıtır iken Sugeno sisteminde ise doğrusal yüklem kullanmaktadır (Ross, 2010).

Bu yöntem İbrahim Mamdani tarafından sunulmuştur. Bu yöntemde aitlik fonksiyonları giriş ve çıkışlar ilişkilendirmek için dilsel değişkenler kullanılmaktadır. Bulanık sonlandırma aşamasında çıkışlar bulanık gruptan sayısal değere dönüştürülür. Bu yöntemde iki girişli kanun yapısının sonuçlandırma kısmı Şekil 3.12'de görülmektedir.

If x is A1 and y is B1 then z is C1 (3.3)

If x is A2 and y is B2 then z is C2 (3.4)

Burada X ilk giriş değişkenleri, Y ikinci giriş değişkenleri, Z çıkış değişkenleri ve A,B,C ise X,Y,Z dilsel değişkenleridir (Ross, 2010).



Şekil 3.12. Mamdani sisteminde sonuçlandırma işlemi (Ross, 2010).

Bu yöntem 1985 yılında Takagi ve Kang Sugeno tarafından önerilmiş (Shing ve Jang,1993), şart kısmında kural uygulaması ve kısımları bulanık işlemlerle bağlanan Mamdani sistemine benzemektedir. Farklılık ise Sugeno sisteminde çıkış fonksiyonları ya doğrusal ya da sabit olmaktadır:

If x is A1 and y is B1, then f1 = z (3.5)

If x is A2 and y is B2, then f2 = z2 (3.6)

Yukarıdaki iki denkleme bakıldığında şart kısmı bir önceki yöntemdekine benzerlik göstermekte, farklılık ise sonuçta f=z ve z seçimi kullanılan uygulama bağlı herhangi bir giriş fonksiyon olabilir. Şekil 3.13'de açıklandığı gibi Sugeno'nun sonuç kısmı aşağıdaki gibidir:

If input 1 = x and input 2 = y, then output is z = ax + by + c (3.7)

Sıfır derecedeki modelde Z çıkısı sabit değerdedir ve a=b=0

If input 1 = x and input 2 = y, then output is z = c (3.8)

Z çıkış seviyesini hesaplamak için her kanunun ağırlığı Wi hesaplanır, örnek olarak etki gücü hesaplamasında AND kullanmak

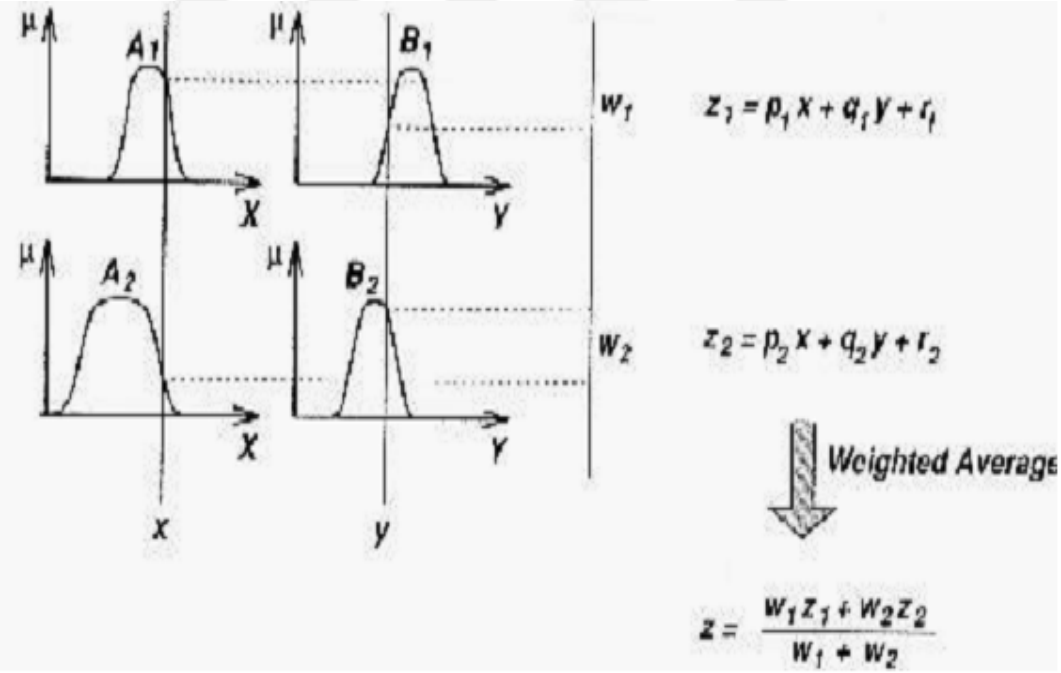
$$W_i = \text{AND}\,(f1(x) \text{ ، } f2(y)) \qquad (3.9)$$

Burada:

f1(x) ve f2(y) birinci ve ikinci çıkışın üyelik fonksiyonlarıdır.

Bu şekilde tüm kuralların ağırlık ortalaması ve çıkış değerleri aşağıdaki denkleme göre hesaplanır:

$$\text{Final Output} = \frac{\sum_{i}^{N} w_i(z_i)}{\sum_{i=1}^{N} w_i} \qquad (3.10)$$



Şekil. 3.13. Sugeno modelinde sonuç kısmı (Shing and Jang, 1993).

4. Bulanık giderici:

Bulanık giderme, bulanık grup veya grupları kesin değerlere çeviren matematiksel işlemdir. Bulanık giderme önemli işlemlerden biridir. Çünkü

bulanık sonuçtan çıkan bulanık grupların toplamı tek bir bulanık kontrol değeri üretmesi gerekmektedir. Bu şekilde fiziksel sistemde değerlerin hesaplama işlemi her zaman kesindir (Cirstea vd, 2001).

3.2. 2. Bulanık mantık ve yapay sinir ağlarını (YSA) bağlama yöntemi

İki tekniği birbirine bağlamanın iki temel yöntemi var:

- Bulanık Mantık, YSA'nin öğrenmesini iyileştirir, bu da Bulanık-Sinir Sistemleri üretir
- Sinir Ağlarını, bulanık modelleme ve kontrolde bulanık sistemlere öğrenme sağlamaktadır. Bulanık Mantık'a sinir ağı eklendiğinde Sinir-Bulanık Sistemi denir. Bu tez çalışmasında kullanılan yöntem YSA destekli bulanık sonuçlandırma sistemi üretmektedir (Ngyen ve Walker, 2003).

3.2.2.1. Bulanık sinir ağları (BSA)

Bulanık kontrolünü tek başına kullanmak sistem gereksinimleri ve karmaşıklığı yüzünden bulanık kuralları üretmek ve giriş fonksiyonları tasarlamak zordur (Ngyen ve Walker, 2003) (Pande, 2013). Bu da tüm bulanık mantık ve sinir ağları özelliklerini toplamak için bulanık kontrolün bulanık-sinire dönüştürülmesi gerekmektedir. Sinir Ağlarının öğrenme yeteneği bulanık kontrolün ayarlanması ve istenen özellikte üyelik fonksiyonları üretmesine yol açar ve sonuçta tasarım süresini azaltır.

3.2.2.2. USBS

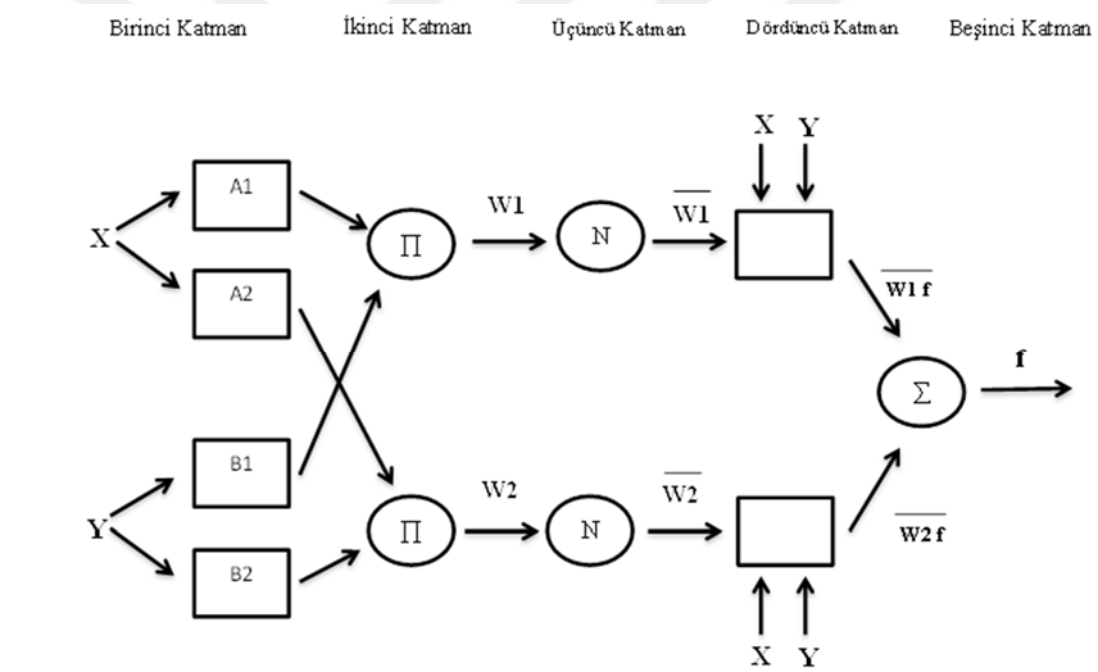
USBS bilim adamı Jang tarafından iki sistemin özelliklerini toplamak için hibrid bir sistemdir. Bu sistemdeki bulanık çıkarımlar sinir algoritmaları eğitimi vasıtası ile gerçekleşti, bu da parametrelerin (bulanık kurallar ve üyelik fonksiyonları) ayarlanmasına yardımcı olmaktadır (Burns, 2001).

3.2.2.3. USBS yapısı

Bu yöntemde Sugeno bulanık çıkarım yöntemi kullanılır. Her kural çıkışına girişlerin doğrusal değişkenlerine sabit değer eklenmesi ile veya sadece sabit değerle üretilebilinmektedir. Nihai çıkış da tüm kuralların ağırlık ortalamalarıdır. Şekil 3.14' de görüldüğü gibi iki girişli x,y ve tek çıkışlı f USBS yapımız olduğunu varsayalım.

Rule1: If x is A_1 and y is B_1 (3.11)

Rule2: If x is A_2 and y is B_2 (3.12)



Şekil. 3.14. USBS Yapısı (Burns, 2001).

Şekil 3.13' de görüldüğü gibi çıkarım sistemi beş katmandan oluşmaktadır; Bunlar (Kusagur vd, 2010).

Birinci Katman: Bu katman üyelik fonksiyonlarının türü açıklamakta, her i düğümü düğüm fonksiyonuyla uyarlanabilir düğümdür. En az hata değerine gelene kadar bu düğüm üyelerini eğitmesi tekrarlanır.

$O_{1,i}=\mu_{Ai}(x)$, for i=1,2 (3.13)

$O_{1,i}=\mu_{Bi-2}(y)$, for i=3,4

Burada

μ_{Ai} ve μ_{Bi-2} giriş üyelik fonksiyonlarının aitlik derecesidir.

x,y düğüm i' ye girişlerdir

A_i, B_i "Büyük" veya "Küçük" gibi dilsel sinyallerdir (Bulanık seti)

O_i A bulanık grubu için üyelik fonksiyonu derecesidir.

A ve B' deki üyelik fonksiyonları üçgen veya dikdörtgen gibi herhangi bir şekil alabilir, bu katmandaki üyelere "Öncül Parametreleri" adı verilir.

İkinci Katman: Bu katmandaki her düğüm sabit olup $\prod$ ile işaretlenmekte. Bu düğümün çıkışı tüm giriş sinyallerinin çarpımıdır.

$$Q_{2,i} = w_i = \mu_{A\,i}(x)\mu_{B\,i}(x) \qquad i = 1,2 \tag{3.14}$$

Bu katmandaki her düğümün çıkışı bulanık kural temsil etmekte, bu katmanda ağırlıklarda herhangi bir değişiklik olmamaktadır.

Üçüncü Katman: Bu katmandaki her düğüm sabit ve N ile işaretlenmektedir Katmandaki i düğüm i kuralın tüm kurallara göre katılımını temsil etmektedir.

$$Q_{3,i} = \overline{w_i} = \frac{w_1}{w_1 + w_2} \qquad i = 1,2 \tag{3.15}$$

Dördüncü Katman: Bu katmandaki her bir düğüm fonksiyonu ile uyarlanabilir düğümdür.

$$Q_{4,i} = \overline{w_i}\, f = \overline{w_i}\,(p_1 x + q_1 y + r_1) \tag{3.16}$$

Burada $\overline{w_t}$ üçüncü katmanın çıkışıdır ve p_i, q_i ve r_i o düğümün grup üyeleridir ve Sonuç parametreleri olarak adlandırılmaktadır.

Beşinci Katman: Bu katmandaki tek düğüm sabit ve $\sum$ ile işaretlenmektedir. Bu katmanın çıkışı son çıkıştır ve tüm giriş sinyallerinin toplamıdır.

$$Q_{5,i} = \sum \overline{w_i}\, f_i = \frac{w_1 f_1 + w_2 f_2}{w_1 + w_2} \quad (3.17)$$

3.3. Taşıma Hatlarındaki Arızaları Saptayan Bulanık Sinir Ağı Devresi Tasarımı

Gelişen ve kompleks hale gelen işlemlerin kontrolü için Bulanık Sistemlerle Sinir Ağları entegrasyonuna gereksinim duyulur. Bulanık sistemlerinin en önemli özelliği bulanık kurallardır. Fakat bazı dezavantajları mevcut, bunlar tasarımcının bulanık kuralları kavraması ve ağı eğitmek için gereken ağırlıkların ayarlanması genelde uzun zaman alabilmekte, böylece bulanık sistemi eğitmek zordur (Aik ve Jayakumar, 2008).

Klasik yöntemlerde karşılaşan problem çözme sınırlamalara çözüm getirme yönünden sinir ağlara ilgi gösterildi. Ayrıca sinir ağlarının öğrenme kabiliyetinden faydalanarak bulanık kuralları üretmede kullanılır. Böylece iki sistemi bütünleştirerek kompleks işlemler daha kısa zamanda ve kolayca kontrol etmek mümkündür.

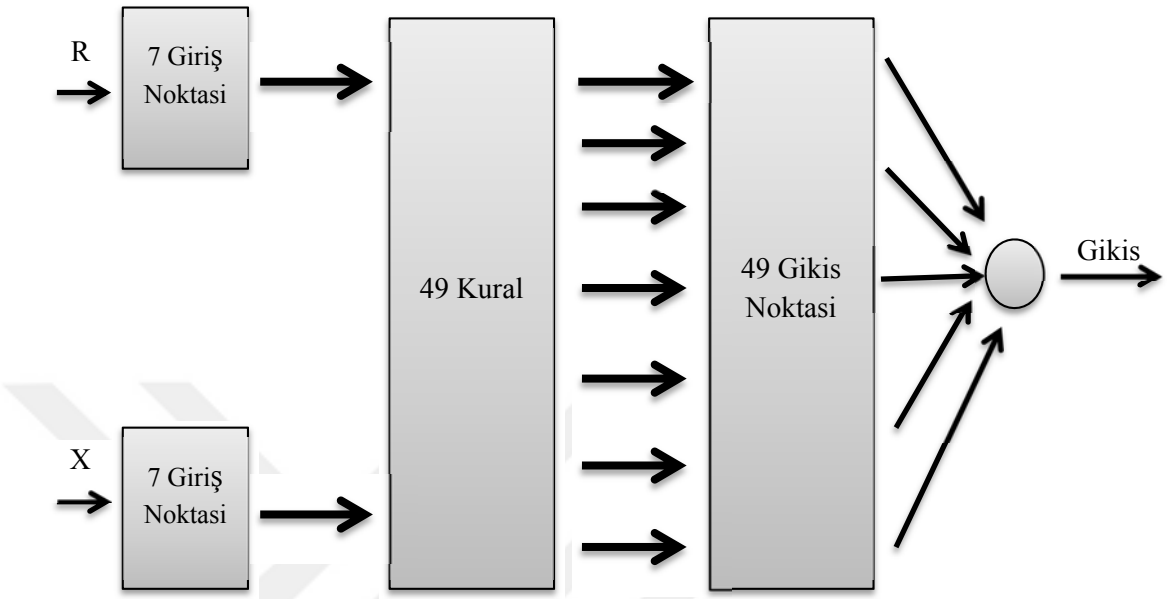
Herhangi bir problemin çözümünde aşağıdaki adımlar izlenmektedir (Bystrov ve Westin) .

- Ağın hedefini belirlemek. Bu adım çok önemlidir.
- Bilgileri anlaşılır şekilde düzenlemek ve ağa matris şekilde giriş yaptırmak.
- Ağı bilgilerin bir kısmını kullanarak eğitmek
- İstenen çıkışları elde edebilmek için yeni girişlere ağı denetlemek

3.3.1. USBS çalışma mekanizması

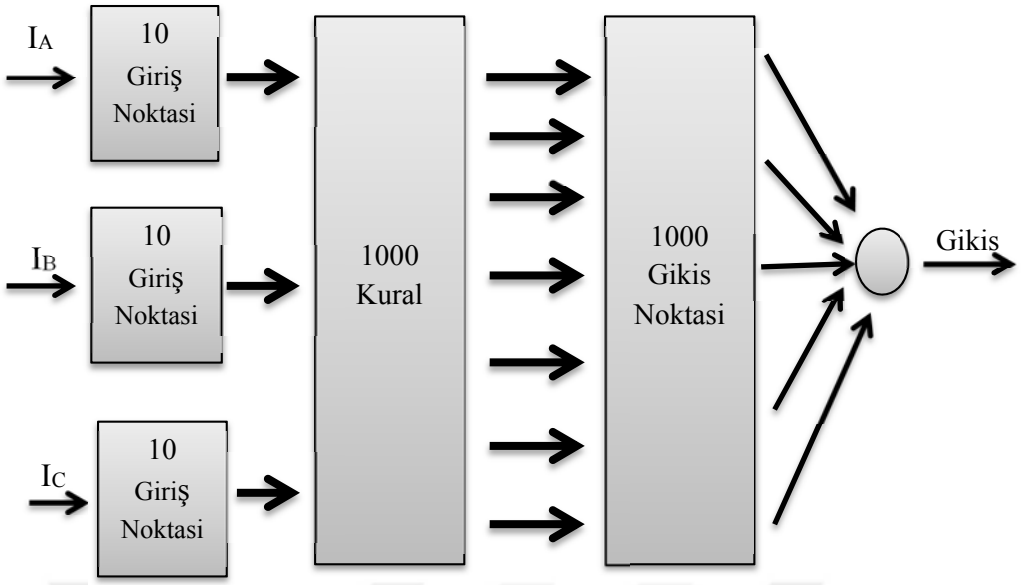
Sinir Ağı eğitim setinde kullanılacak verilerin toplanmasından sonra ağın üretimi ve eğitimi gerçekleşir. Eğitim algoritması ve üyelik fonksiyonları vasıtası ile hatayı en aza indirerek ve tekrar sayısını azaltarak bu ağın eğitimi gerçekleşir (Hanninen, 2000).

Şekil 3.15 taşıma hattında arıza tespiti için üretilen ağı açıklamaktadır. Ağ iki girişten oluşmakta, R Direnç ve taşıma hattının mesafe rölesi X reaktansı. Her giriş üçgen tarzda 7 düğümü (üyelik fonksiyonu), 49 dilsel tabanı ve 49 çıkış düğümü vardır.



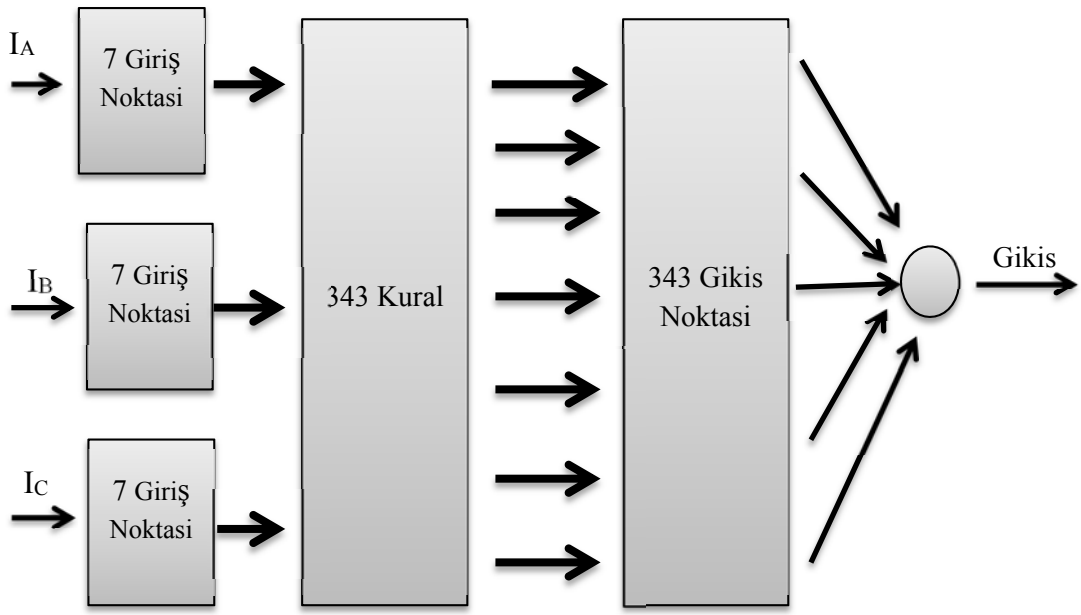
Şekil. 3.15. İletim hatlarında arıza tespit eden bulanık sinir ağı

Şekil 3.16'da ise iletim hatlarında arıza tespiti için tasarlanan ağı belirlemektedir. Ağ üç girişten oluşmakta bunlarda Üç fazlı akımdır (I_A, I_B, I_C) Her giriş için zil tarzında 10 düğüm (üyelik fonksiyonu), 1000 dilsel kural ve 1000 çıkış düğümü mevcuttur.



Şekil. 3.16. İletim hattında arıza tespiti gerçekleştiren BSA yapısı

Şekil 3.17' de Hata türünü belirleyen ağı açıklamakta, Ağ üç girişten oluşmakta bunlarda Üç fazlı akımdır (I_A, I_B, I_C) Her giriş için zil tarzında 7 düğüm (üyelik fonksiyonu), 343 dilsel kural ve 343 çıkış düğümü mevcuttur.

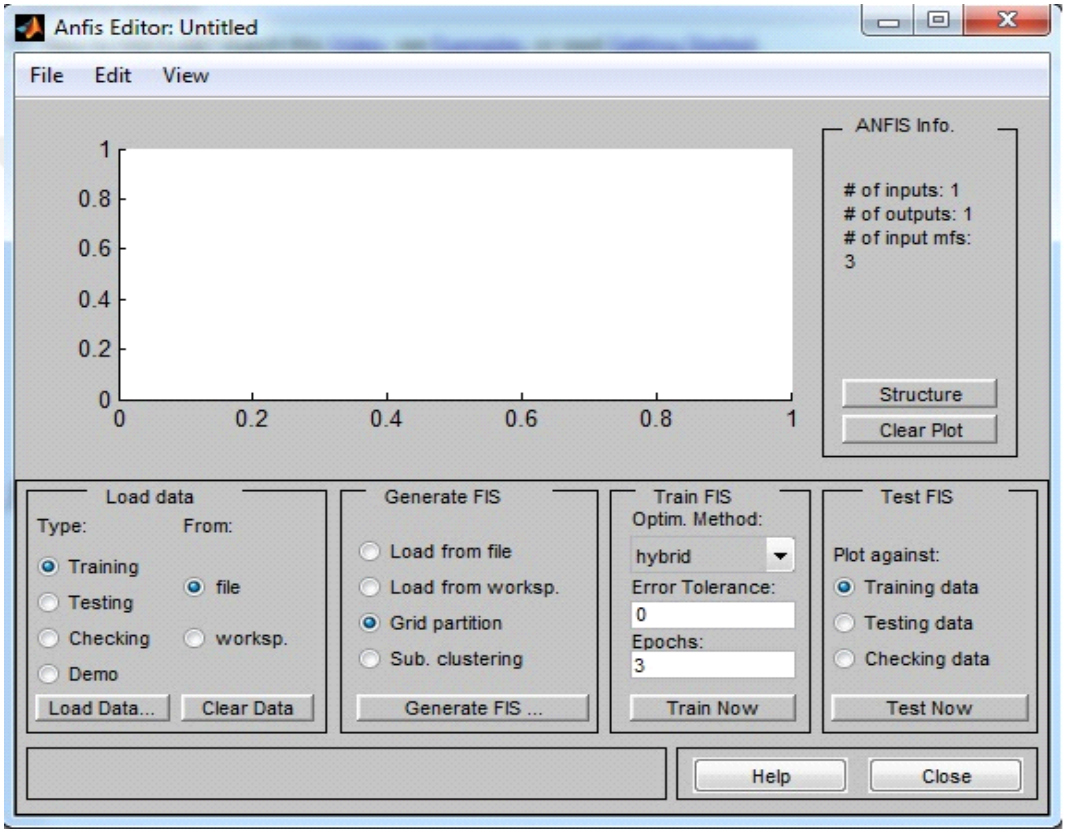


Şekil. 3.17. İletim hatlarında arıza tespiti yapan BSA yapısı

3.3.2. USBS eğitmek

Eğitimin asıl amacı bilgi girişinden sonra ve üyelik fonksiyonlarının tür ve sayısını belirledikten sonra bulanık kuralları oluşturarak ve üyelik fonksiyonları değerlerini ayarlayarak en az hatayla çıkış elde etmektir

Matlab'ın ana ekranında komutunu yazarak USBS ile ilgili GUI arayüzü belirlenir. Sonra veri girişi ve ağ eğitimi Şekil 3.18'de görüldüğü gibi belirlenmektedir.



Şekil 3.18. Matlab ta USBS eğitimi ekranı (Bystrov ve Westin,2008).

Eğitim aşağıda belirlendiği gibi dört aşamada gerçekleşir:

- komutu ile bilgileri okumak, bu aşamada bilgileri eğitime hazırlamak için kayıt edilir.
- komutu ile en az hata aşamasında üyelik fonksiyonu türü ve sayısı belirlenir
- komutu ile eğitim algoritması ve tekrar sayısı belirlenir.
- komutu ile eğitilen ağ denetlenir ve BSA eğitimi sonlandırılarak ağ bulanık mantık kontrolüne dönüştürülür.

3.4. Ariza Tespit Algoritmasi ve Ariza Senaryolarinin Matlab/Simulink ile Benzetimi

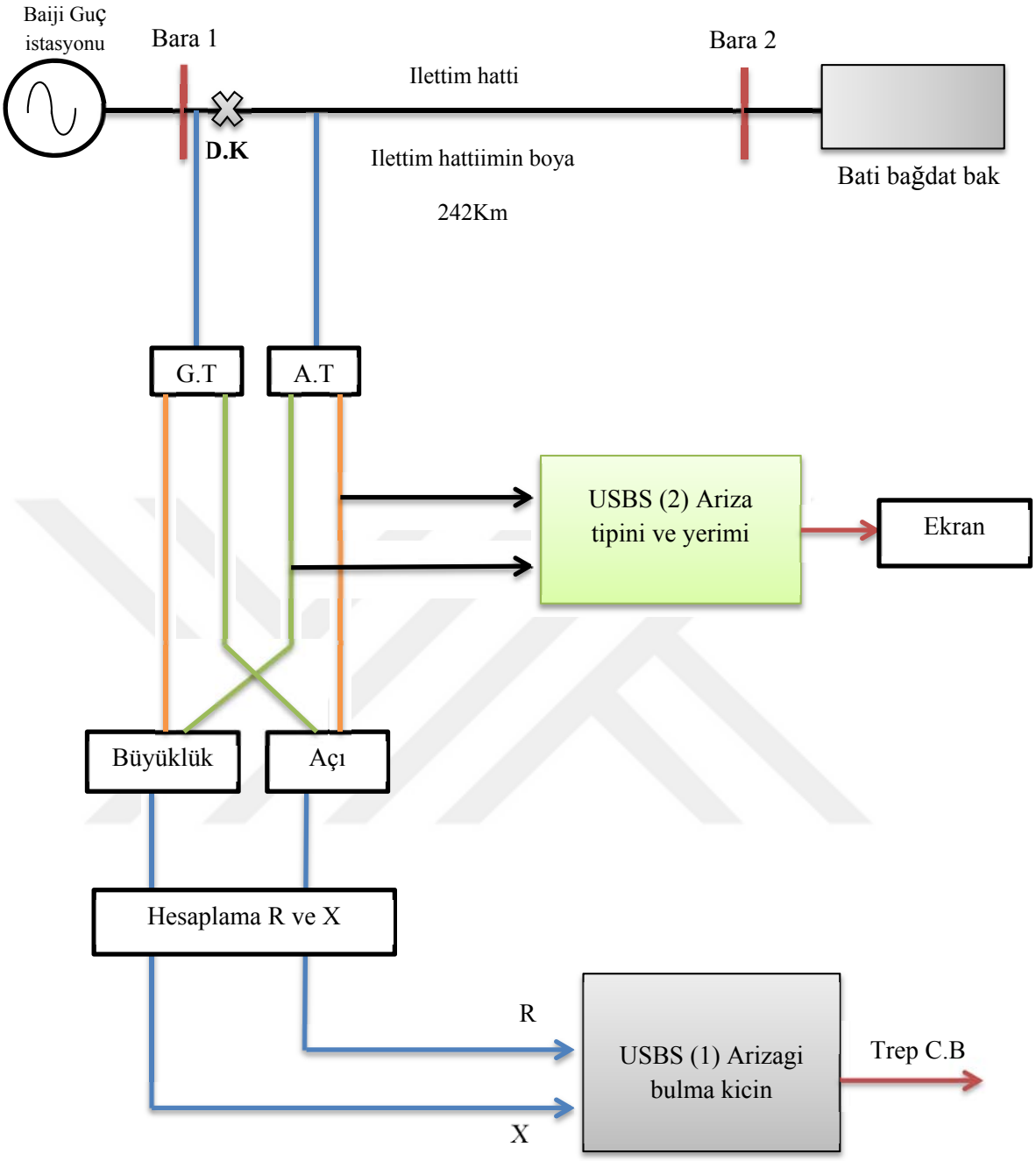
İletim hatlarında USBS' nin arıza tespiti, türü ve yerini belirlemek için kuzey Irak ağının 400 kV luk yüksek gerilim enerji nakil hattının bir parçası ele alınmıştır. Bu hattın (Batı Bağdat - Biji hattı) temsili ve mesafe rölelerinin yapısı Matlab/Simulink kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Sistemin çalışma mekanizması

Şekil 3.19' de açıklanan sistemle K değerinde ve %5 ile %100 değerlerinde mesafe rölesi ile korunan hata arıza değişkenleri eklenmiştir; Bu arıza türleri:

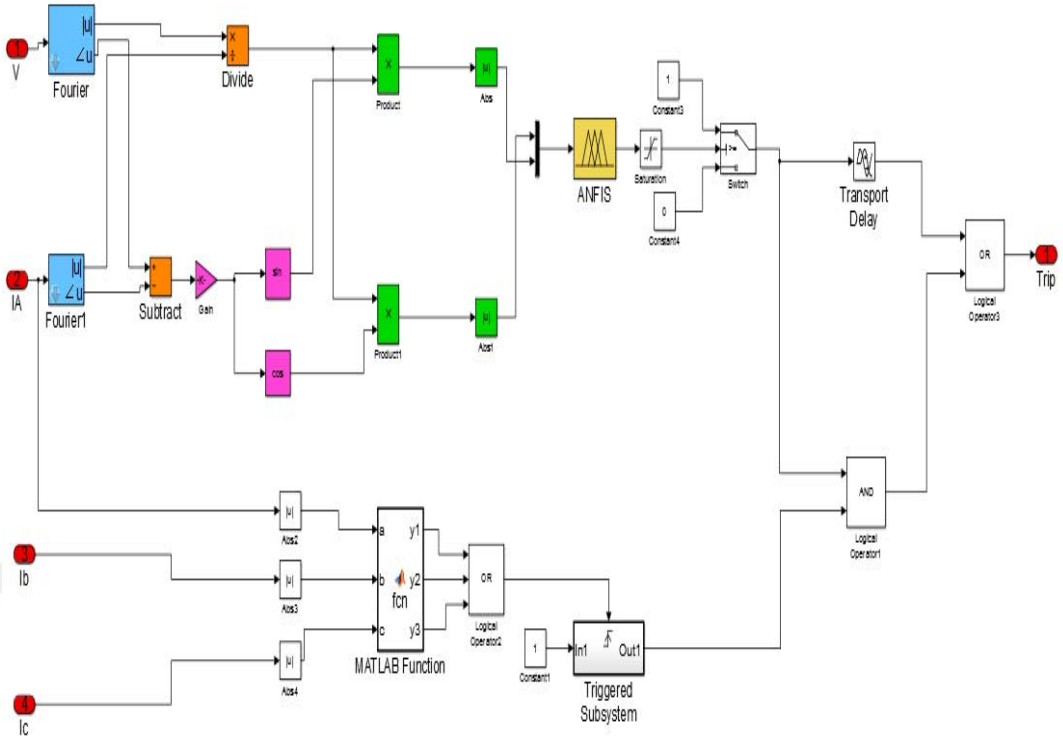
- A fazın toprakla temas arızası
- B fazın toprakla temas arızası
- C fazın toprakla temas arızası
- A ve B fazlarının toprakla temas arızası
- C ve B fazlarının toprakla temas arızası
- A ve B faz arasi Kısa devre arızası
- C ve B faz arasi Kısa devre arızası

Arıza tespiti için röle tarafından direnç sayılan sonuçları ele alınmış ve USBS sistemine giriş olarak kabul edilmiştir. Akım ise arıza tür ve yerini tespit etmek için ikinci USBS sistemine giriş olarak yapılmıştır. Tasarlanan ağı arıza oluşumu ve çıkış sisteminde yanıt varsayımı ile test edilmiş. Şekil 3.19' de açıklandığı gibi çıkış sinyali arıza oluşumunda devre kesicinin açılmasını ve kapanmasını kontrol eden en temel etkendir.

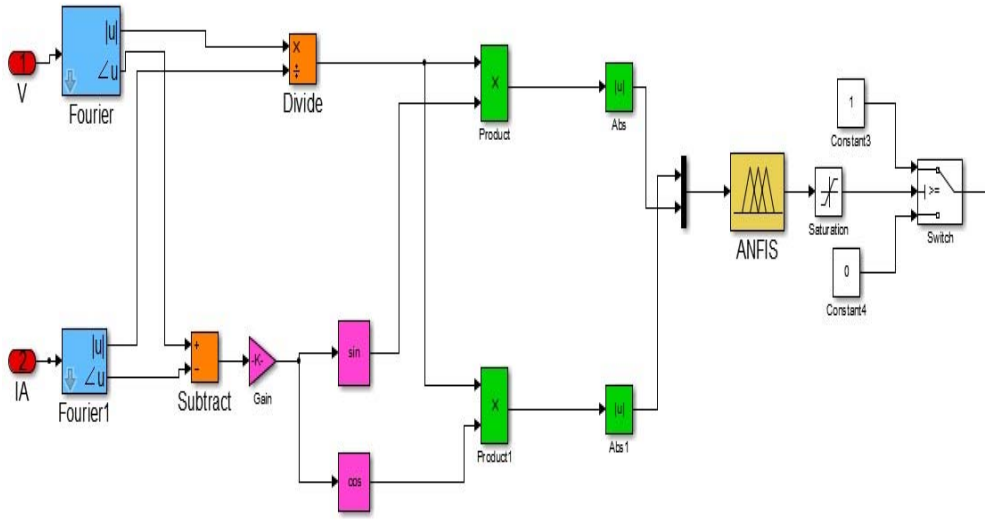


Şekil 3.19. Mesafe rölesinin arıza oluşumu, türü ve yerini tespit eden sistem çizelgesi

Şekil 3.19'de de görüldüğü gibi iki bulanık sinir ağı vardır. Biri arıza tespiti ve koruma alanı tanımı yapmaktadır. Diğeri ise arıza türü ve yerini bildirir. İkiside dönüşümlü çalışır, arıza oluştuğunda birinci ağ çalışır ve arızalı bölüm ayrıldıktan sonra ikinci ağ yer ve türünü bildirir. Şekil 3.20 USBS ile tasarlanan mesafe rölesinin matematiksel modelini göstermektedir.



Şekil 3.20. İletim hattında arıza yeri ve koruma alanı belirleyen mesafe rölesinin matematiksel modeli



Şekil 3.21. İletim hatlarında hat direncini ölçen ve arıza oluşumunu belirleyen matematiksel model

Yukarıdaki kısım taşıma hatlarında fazlarda empedansi hesaplamak için her fazda gerilim ve akım oluşan iki girişlidir. Fourier bloğu kullanarak akım ve gerilim sinyalinin genlik ve açısının değerini bulmakicin. Akım ve gerilim açısı

ve değeri hesaplandıktan sonra R direnç ve X hat etkileşimi aşağıdaki denklemlerden hesaplanmaktadır:

$$Z < \emptyset z = \frac{v < \emptyset v}{i < \emptyset i} \tag{3.18}$$

empedansin açısı için:

$$\emptyset z = < \emptyset v - < \emptyset i \tag{3.19}$$

empedansin değeri için:

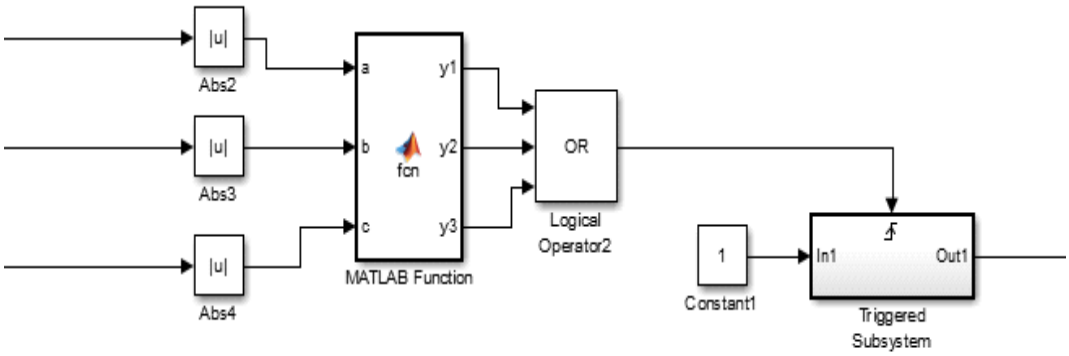
$$Z = \frac{v}{i} \tag{3.20}$$

Sonra R ve X aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$R = Z * \cos \emptyset z \tag{3.21}$$

$$X = Z * \sin \emptyset z \tag{3.22}$$

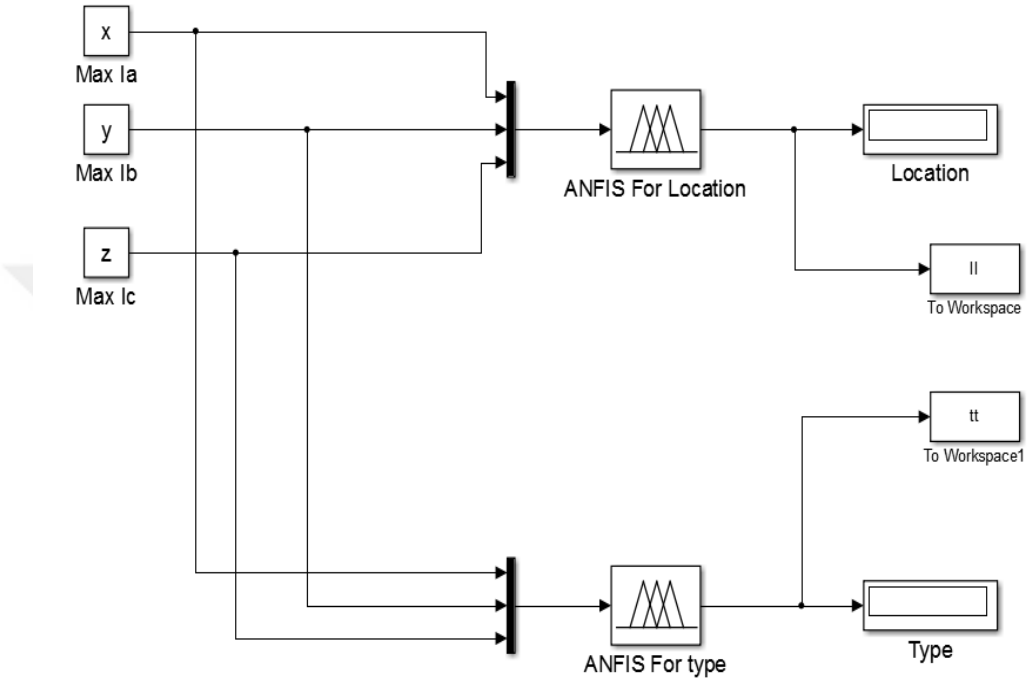
Sonra da kesici devreye kesme işareti kararı alınır veya alınmaz. Bu karar eğitim tamamlandıktan sonra Fuzzy Logic Controller şablonu ile USBS alınmaktadır.



Şekil 3.22. İletim hattında arıza oluşumunda koruma alanını belirleyen matematiksel model

Bu kısmın görevi şablonuyla arıza durumunda taşıma hatlarında koruma alanını belirlemektir. Ek (A)'da program kodu verilmistir. Birinci veya ikinci bölgede arıza oluşmakta, ikinci bölgede oluştuğunda kesme sinyali gecikmeli olarak gönderilir. Üç fazlı akıma bağlıdır, arıza birinci bölgede oluşursa sinyal gönderilir ve bulanık kontrol vasıtası ile kesme ani olur. Eğer çıkış sinyali değeri 1 değil de 0 ise bunun anlamı arıza ikinci bölgede ve sinyal Transport Delay şablonu vasıtası ile gecikmeli olarak gönderilir.

Şekil 3.23' de ikinci sinir ağını göstermekte, bu ağ arıza türü ve yerini belirler. Bu ağ arızayı taşıma hattından ayırdıktan sonra çalışmaya başlanılır, Çünkü arızayı ayırmak daha öncüldür. Sonra taşıma hattında arıza yeri ve türü belirlenir. Ek (B)'de eklenen M-File dosyası iki bulanık sinir ağının kontrolünü sağlamaktadır.



Şekil 3.23. Üç fazın en yüksek değerine dayanarak arıza yeri ve türü belirleyen sinir ağı

3.4.2 Sistem aşağıdaki bölümlerden oluşur:

- Üretim İstasyonu:

Üretim istasyonu Matlab' ın alt programlarından biri olan ile temsil edilir.
Her istasyonun üretimi kapasitesi Tablo 3.2. görülmektedir:

Tablo 3.2. ‘deİstasyonun üretim kapasitesi

İstasyon Adı	Üretim (MW)	P.F
Biji	750	0.9

Biji istasyonunu 400 kV luk gerilim üreten üç fazlı bir kaynak halinde temsil edilmiştir. Empedans değeri kısa devre testi ve X/R değerine göre atanmakta, kısa devre testi ise Tablo 3.3' deki gibi açıklanmıştır.

Tablo 3.3. Biji istasyonu için kısa devre testi

İstasyon Adı	kisa devre seviyesi	X/R
Biji	11100 MVA	3

- Taşıma Hattı

Iletim Hattı şablonu π seklinde temsil edilmiştir. Tablo 3.4'de görüldüğü gibi hatların değerleri açıklanmıştır.

Tablo 3.4. Biji-Batı Bağdat taşıma hattı empedans değeri

$R_1\ \Omega/KM$	$R_0\ \Omega/KM$	$L_1\ H/KM$	$L_0\ H/KM$	$C_1\ nF/KM$	$C_0\ nF/KM$
0.034	0.3	0.001	3.1e -3	23.23	14.7

- Röleler

Üç faz, empedans ve indüksiyonları şablonunda kullanarak röleler temsil edilmiş, rölelerin değeri Tablo 3.5'te açıklanmıştır.

Tablo 3.5. Batı Bağdat Röleleri

Yük	P (MW)	QL (MVAR)	QC (MVAR)
Batı Bağdat	310	35	0

- Akım ve Voltaj Ölçümü

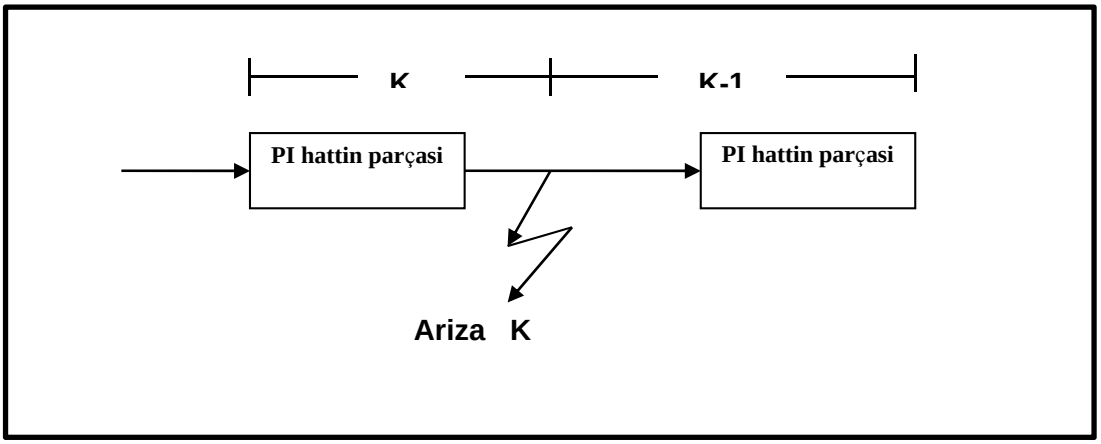
Temel şablon kullanılmıştır. Üç fazlı devre ölçümüdür ve hattan hata veya hattan toprağa voltaj ölçümü ve akım ölçümü kabiliyeti vardır.

- Devre Kesici

Matlab şablonlarından biri olan breaker, gerçek devre kesiciyi temsil etmekte, devrenin zamanlama gibi iç neden veya dış etken sinyali ile açılması ve kapanması için kontrol sağlamaktadır.

- Arıza

Burada arızayı gerçekleştirmek için devre kesici ve toprak içeren alt sistem oluşturulmuştur. Arıza yerini tespit etmek için iki taşıma hattını π ardışık olarak bağlanır ve arızayı aralarına yerleştirilir. İlk π uzunluğu K ile, ikinci π uzunluğu da K-1 ile çarpılır ve böylece K değeri 0 ve 1 arasında olmakta ve Şekil 3.24 'de görüldüğü gibi arıza yerini bildirmektedir.



Şekil 3.24. Mesafeye bağlı arıza yeri tespit yöntemi

❖ Genellemeler:

Giriş ve çıkış öğelerini ilişkilendirmek için kullanılan araçtır.

✓ Topraklık

Her hangi bir noktadan yere bağlama aracıdır

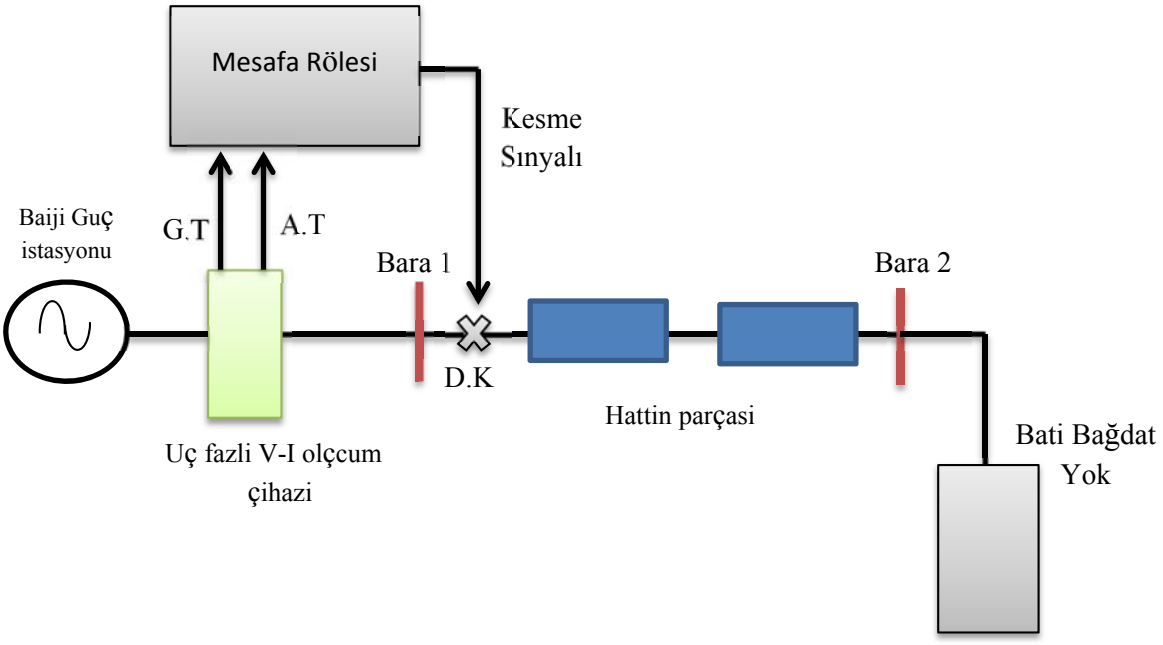
✓ Varsayımlar

Sistemi temsil etmekte çeşitli varsayımlar kullanılmış, bunlardan:

Voltaj kaynağı dengelidir ve frekans 50 Hz' de sabittir.

Ağ elemanlarını sabittir. Sıcaklık etkisi veya başka faktörlerle değişmemektedir.

Şekil 3.19 Matlab ile üç fazlı taşıma hattı temsili açıklamaktadir, Akım ve gerilimin gerekli bilgilerini elde etmek için tüm sistem üyelerin gerçek değerleri atanmıştır. Güç kaynakları kısa devre katmanı ile test edilmiş gerilim, frekans ve empedans gerçek değerleri alınmıştır. Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 istasyonun üretim ve kısa devrenin test değerlerini verir, taşıma hatlarının direnç ve indüksiyonun değerleri Tablo 3.25'de görüldüğü gibi bağımlıdır ve rölelerin bilgileri Tablo 4.4'de açıklanmıştır.



Şekil 3.25. Matlab/Simulink elektrik güç sistemi

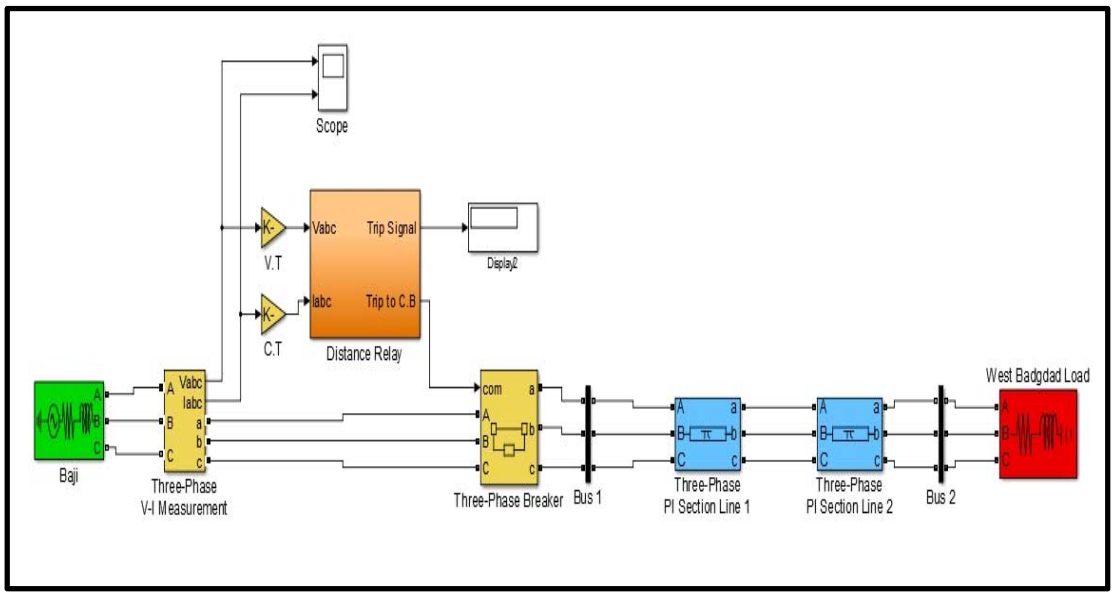
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Giriş

Normal mesafe rölelerinin sınırlamaları yüzünden USBS kullanımına gerek duyulmuştur. Bu röle arızaları bozukluluklardan ayırabilme yeteneği olmalı, arıza türü belirleyebilmeli ve arıza yerini tespit etmelidir. Bu bölüm, bir önceki bölümdeki sistemin uygulamasından elde edilen sonuçlar icerisindedir.

4.2. Güç Sistemi

Şekil 4.1 bir önceki bölümde belirtilen Biji- Batı Bağdat hattının güç sistemin modelini ifade etmektedir.

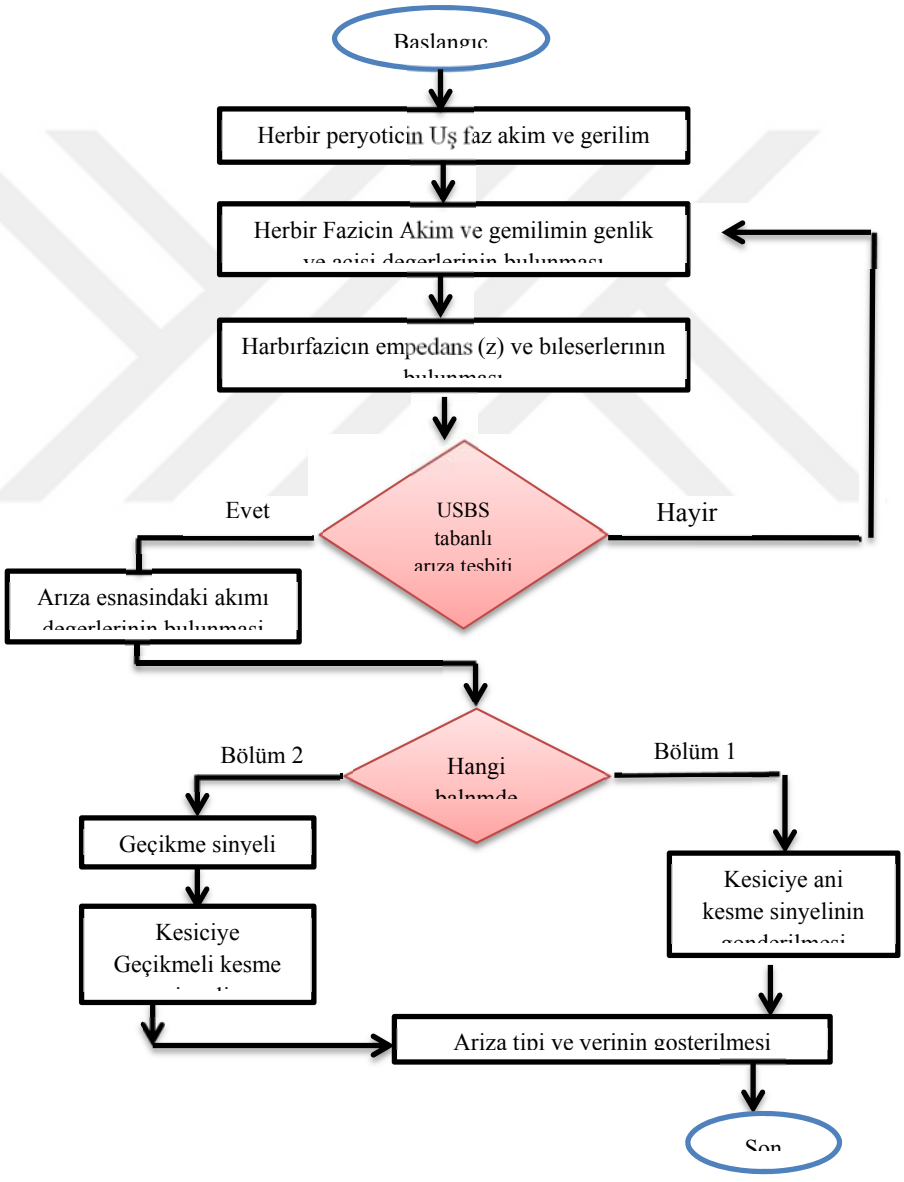


Şekil 4.1. Matlab/Simulink programı ile Biji- Batı Bağdat güç sistemin modelini

4.3. USBS Tekniği İle Tasarlanan Mesafe Rölesi Algoritması

Şekil 4.1'de açıklanan devre Matlab R2013 aortamında bağlanmıştır. Sistem (1 saniye) zamanla çalışmış ve arıza 0.5. saniyede gerçekleşmiştir. Kullanılan numune frekansı 10 kHz, bunun anlamı gerilim ve akımın 1 devri 200 örneğe bölünecektir. Örnekleme frekansı olarak 10 kHz kullanılmış, çünkü uygulama

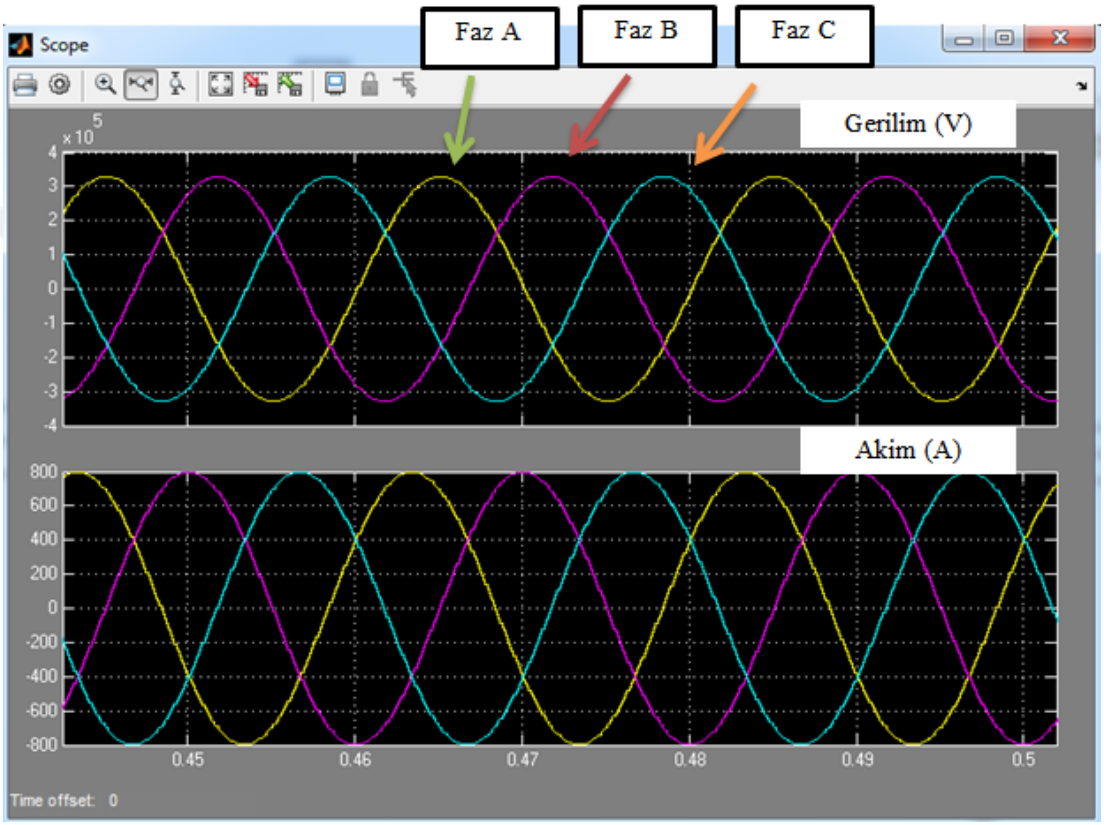
açısından diğer üst ve alt frekanslara göre en hızlı olanıdır ve en az dalga bozulmasına neden olur. Şekil 4.2'de USBS ile tasarlan üç faz mesafe rölesinin akış diyagramını açıklanmıştır. Arıza durumunu diğer bozukluluklardan ayırma ve görülen direnci sistem empedans ile karşılaştırmak için akım ile gerilimin 50 Hz frekanstaki açı değeri bulunmuştur. Sonra arızanın koruma alanı içinde olup olmadığı belirlenmiştir. Röle üç fazın akım ve gerilim değerleri ile altı adet girişe ve devre kesiciye kesme işareti olan tek bir çıkışa sahiptir.



Şekil 4.2. Mesafe rölesi işleyişinin akış diyagramı

4.4. USBS Tabanlı Mesafe Rölenin Test Sonuçları

Tasarlanan röleyi test etmek, arızanın bozukluluktan ayırma yeteneği olduğunu göstermek, arıza yerini tespit etmek, arıza türünü ve arızanın oluştuğu koruma alanını belirlemek için Biji-Batı Bağdat hattında gerilim ve akıma birkaç arıza ve bozukluk oluşturulmuştur.



Şekil 4.3. İletim hattında arıza veya bozukluk olmadığında üç fazın akım ve gerilim sinyalleri

4.4.1. Bozukluk durumunda röle testi

Aşağıdaki bozukluluk durumları oluşturulmuştur.

4.4.1.1 Hat sonuna asiri yük eklenmesi

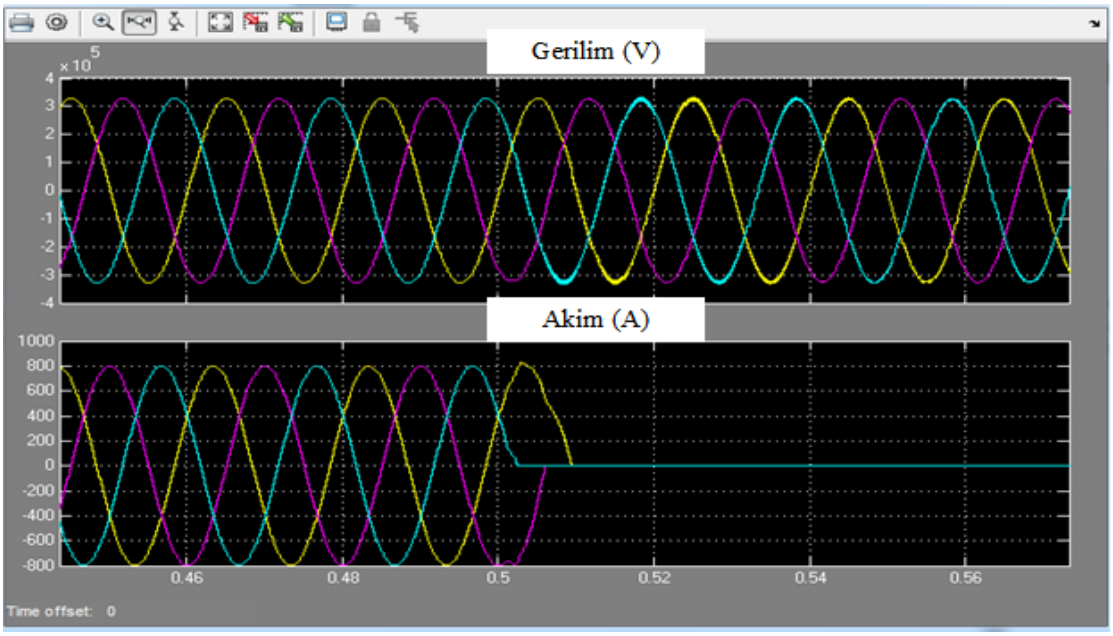
Değişken değerle Batı Bağdat tarafında Biji-Batı Bağdat hattı sonuna yük eklenmiştir. Eklenme anı Zaman= 0.5 saniye, hat sonuna yük eklenme anındaki değeri P=310 MW ve Q=35 MVAR

4.4.1.1.1. Normal rölenin test sonucu

Tablo 4.1 ve Şekil 4.4'te görüldüğü gibi hat sonuna toplam değerin %25'i kadar yük eklendiğinde, Normal mesafe rölesi devre kesicisine kesme işareti gönderilmiştir. Normal mesafe rölesi asriyük arıza olarak algıladı ve kesme sinyali gönderilmistir.

Tablo 4.1.de Normal rölede üç faza yükleyici eklendiğinde akımın en yüksek değerlerini belirlemektedir.

Bozukluk türü	$Ia_{(max)}$ (kA)	$Ib_{(max)}$ (kA)	$Ic_{(max)}$ (kA)	**Trip**
Yük eklemeden	795	795	795	0
%25Extra yük	826	795	795	1



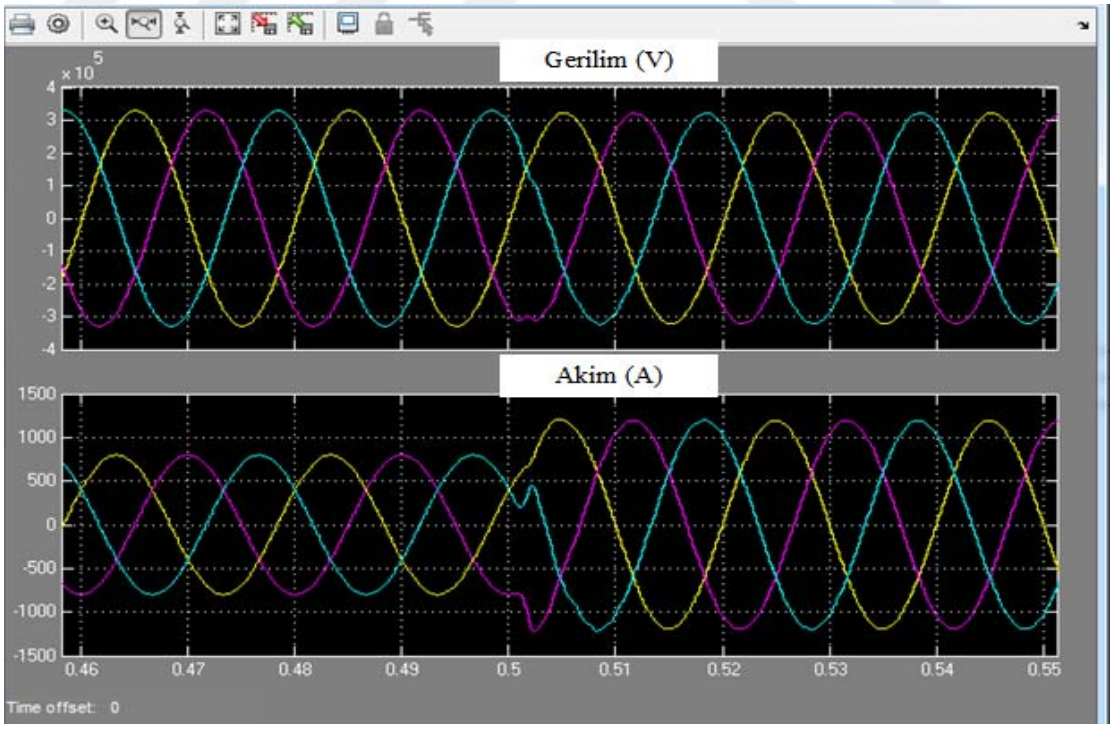
Şekil 4.4. %25Extra yük artisindaki akım ve gerilim sinyal cizimi

4.4. 1.1.2. USBS tekniği ile tasarlanan röle test sonucu

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi hat sonuna toplam değerden (%25 %50 %75 %100) kadar yük eklendiğinde değerler P=310 MW ve Q=35 MVAR olmuştur. Tasarlanan röle devre kesicisine kesme sinyali göndermemiş, bunun anlamı rölenin arıza ile yük ekleme arasında farkı algılanmıştır.

Tablo 4.2.'de USBS ile tasarlanan rölenin üç faz akım değerlerini göstermekte.

Bozukluluk	**$Ia_{(max)}$ (A)**	**$Ib_{(max)}$ (A)**	**$Ic_{(max)}$ (A)**	**Trip**
Eklemeden	795	795	795	0
%25Extra yük	895	889	894	0
%50Extra yük	996	998.3	987	0
%75Extra yük	1100	1090	1095	0
%100Extra yük	1206	1186	1197	0



Şekil 4.5. %100Extra yük artisindaki akım ve gerilim sinyal cizimi

4.4.1.2. Ara istasyon yük eklenmesi

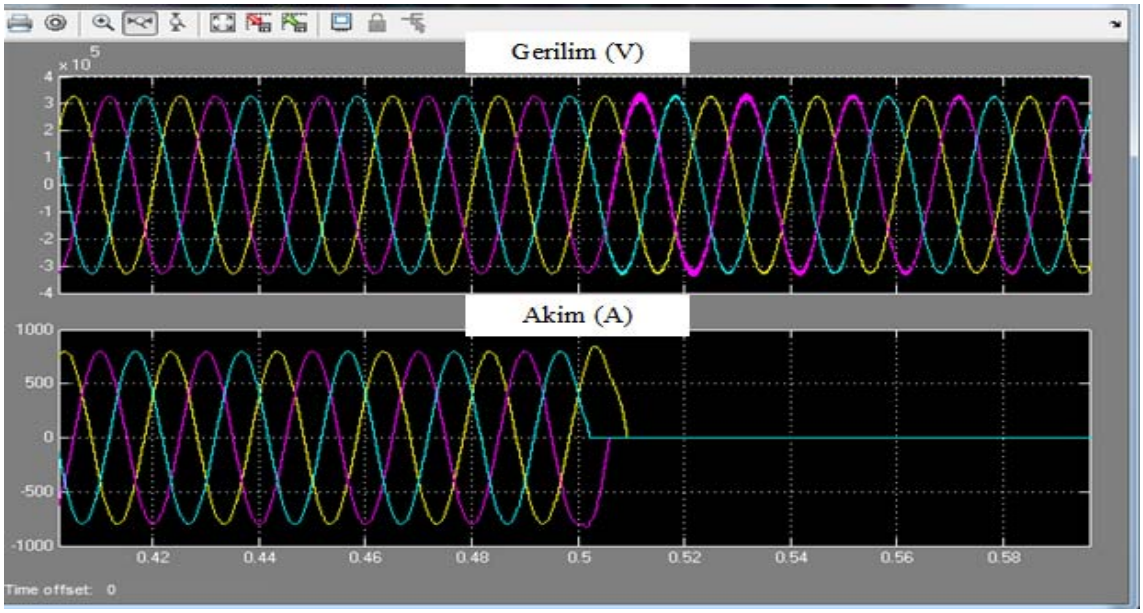
Değişken değerle Batı Bağdat tarafında Biji-Batı Bağdat hattı ortasına yükl eklenmiştir. Eklenme anı Zaman= 0,5 saniye, hat sonuna yük eklenme anındaki değeri P=310 MW ve Q=35 MVAR.

4.4.1.2.1. Normal rölenin test sonucu

Tablo 4.3'te ve Şekil 4.6'da görüldüğü gibi hat ortasına toplam değerin %25'i kadar yük eklendiğinde, normal mesafe rölesi devre kesicisine kesme işareti gönderilmiştir. Normal mesafe rölesi asriyük arıza olarak algıladı ve kesme sinyali gönderilmistir.

Tablo 4.3. Normal rölede üç faza yük eklendiğinde akımın en yüksek değerlerini belirlemektedir.

Trip	**$Ic_{(max)}$ (A)**	**$Ib_{(max)}$ (A)**	**$Ia_{(max)}$ (A)**	**Bozukluk türü**
0	795	795	795	Yüki eklemeden
1	795	834	848	%25Extra yük i



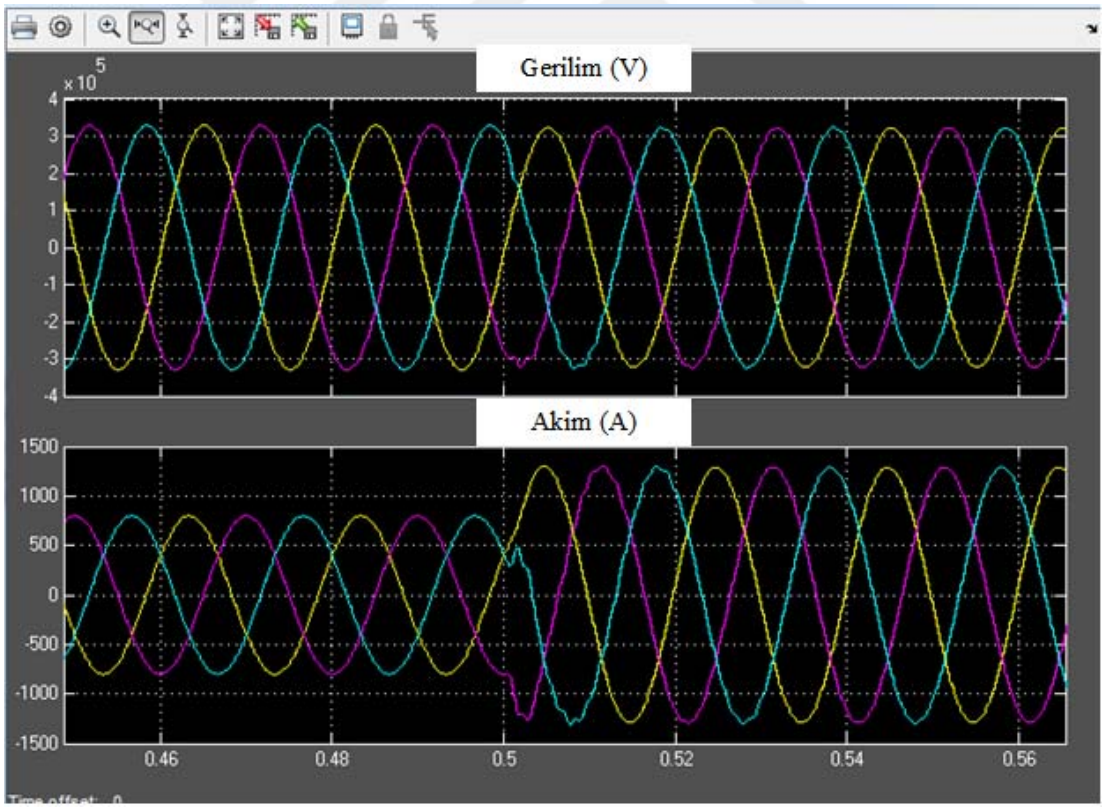
Şekil 4.6. %25Extra yük artisindaki akım ve gerilim sinyal cizimi

4.4.1.2.2. USBS tekniği ile tasarlanan röle test sonucu

Tablo 4.4'de görüldüğü gibi hat ortasına toplam değerden (%25 %50 %75 %100) kadar yük eklendiğinde tasarlanan röle devre kesicisine kesme sinyali göndermemiş, bunun anlamı rölenin arıza ile yük ekleme arasında farkı algılanmıştır.

Tablo 4.4. USBS ile tasarlanan rölenin üç faz akım değerlerini göstermekte

Bozukluluk	**$Ia_{(max)}$ (A)**	**$Ib_{(max)}$ (A)**	**$Ic_{(max)}$ (A)**	**Trip**
Eklemeden	795	795	795	0
%25Extra yük	920	907	915	0
%50Extra yük	1045	1038	1031	0
%75Extra yük	1160	1164	1169	0
%100Extra yük	1296	1283	1299	0



Şekil 4.7. %100 Extra yük artisindaki akım ve gerilim sinyal cizimi

Yukarıda gösterilen sonuçlara göre hat sonuna ve hat ortasına yükleyici eklendiğinde bozukluluk ile birlikte akım yükselişi ve gerilim degisilmemesi, sonuçta da röle ile ölçülen direnç düşünü yaşanmıştır. Normal röle ile bozukluluklar arıza olarak algılandı ve devre kesicisine kesme sinyali gönderdi, oysa USBS tekniği ile tasarlanan mesafe röle direnç düşüşü yaşamasına rağmen bu düşüşün arıza değil ama bozukluk olduğu algılanmıştır.

Hem sona hem de araya yükleyici ekleme işleminde röle çok iyi performans sergilemiştir. Hiç bir durumda kesme sinyali göndermedi ve böylece durumun bozukluluk olduğunu algılamıştır.

4.4.2. Arıza durumunda röle denetimi

Biji- Batı Bağdat hattına tasarlanan röle hattın bir kaç yerine tek fazlı ve çift fazlı arızalara maruz bırakılmıştır. Bu tezde el alınan arızalar:

Tek Fazlı arızalar:
A fazında toprakla temas arızası (A-G)
B fazında toprakla temas arızası (B-G)
C fazında toprakla temas arızası (C-G)
Çift Fazlı arızalar:
A ve B fazında toprakla temas arızası (AB-G)
A ve B fazlarının kısa devre arızası (AB-Kısa Devre)
B ve C fazında toprakla temas arızası (BC-G)
B ve C fazlarının kısa devre arızası (BC-Kısa Devre)

Aşağıdaki tablolar mesafe rölesinin arıza durumunda denetim sonucunu hattın toplan uzunluğunun (%10 %30%50 %73 %80 %90 %97) uzunluklarında A, B ve C fazlarının en yüksek akım değerlerini arıza durumunda göstermekte, ayrıca arıza durumunda hem yerini hem de kesici devreye gönderilen kesme sinyali göstermiştir. Her alanın %73 ve %80'ci durumdaki arıza yeri, arıza türü, kesme sinyali ve sistemin üç faz akımı ile gerilimleri gösterilmiştir.

asagidaki formul mesafe rulesinin tahmini ariza yerini bulmak icin (Huan ve Hung, 2014) .

$$\text{Error}\% = \frac{L_a - L_e}{L_{Total}} * 100 \quad (4.1)$$

La: Gerçek Arıza Yeri

Le: Tahmini Arıza Yeri

L_{TOTAL}: İletim Hattının Boyu

a) Tek faz arıza durum

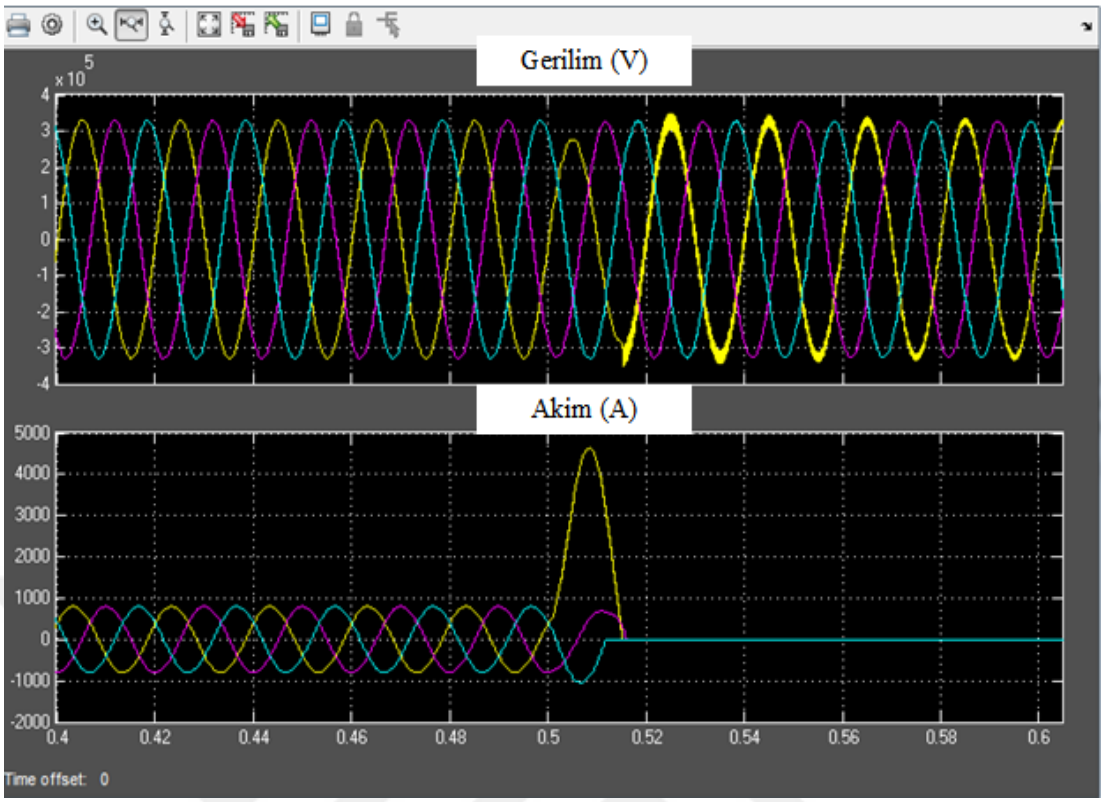
Aşağıdaki tablolar tez faz arızalarının arıza yeri, kesme sinyali, akım ve gerilimi göstermektedir.

A fazında toprakla temas arızası (A-G)

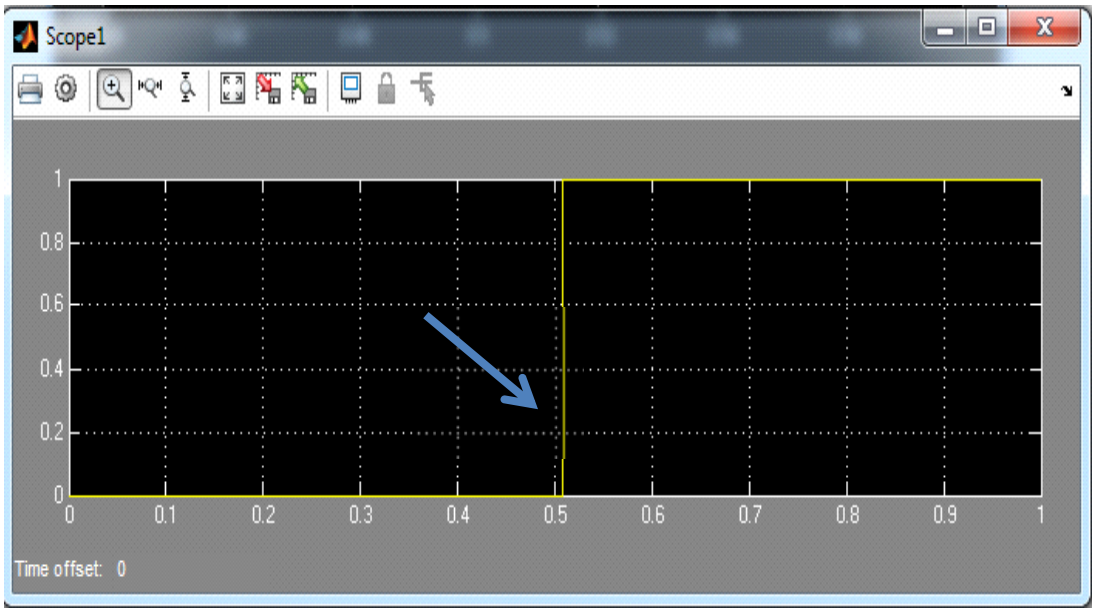
Tablo 4.5.'te Biji-Batı Bağdat taşıma hattında A-G arıza test değerleri

No	Hata Türü	Gerçek arıza yüzdesi	Gerçek arıza yeri [Km]	Tahmini arıza Yüzdesi %	Tahmini arıza Yeri [Km]	Hata %	$Ia_{(max)}$ (kA)	$Ib_{(max)}$ (kA)	$Ic_{(max)}$ (kA)	Devre kesiciye kesme sinyalı
1	A-G	10	24.2	10	24.2	0	16.72	0.80	0.88	Ani Kesme Sinyalı
2	A-G	30	72.6	31	75.02	1	8.952	0.80	0.996	Ani Kesme Sinyalı
3	A-G	50	121	52.2	126.32	2.2	6.16	0.80	1.031	Ani Kesme Sinyalı
4	A-G	73	176.66	73.3	177.38	0.3	4.61	0.80	1.054	Ani Kesme Sinyalı
5	A-G	80	193.6	80.7	195.29	0.7	4.30	0.80	1.046	Gecikme
6	A-G	90	217.8	89.62	216.88	0.38	3.93	0.80	1.05	Gecikme
7	A-G	97	234.74	97.5	235.95	0.5	3.67	0.80	1.06	Gecikme

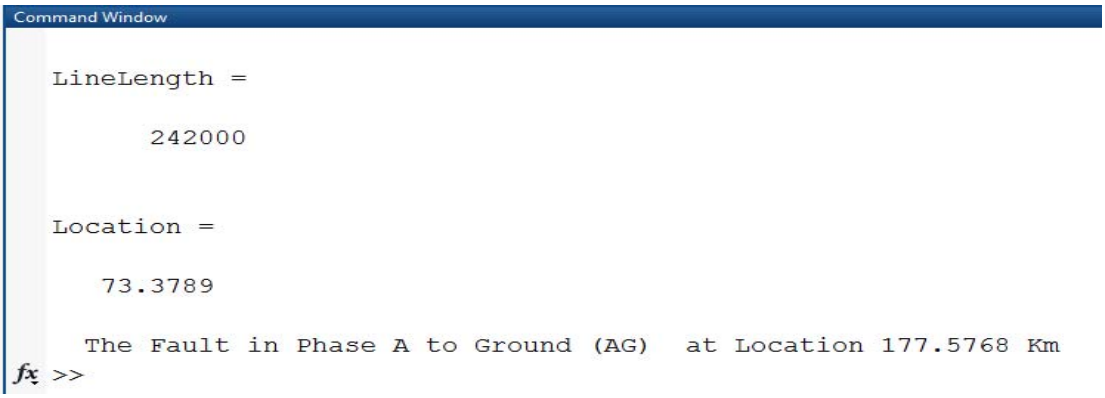
A-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %73'ü yerinde Şekil 4.8'da gösterilmiştir. Şekilde A faz zaman = 0.5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.9 birinci bölgede A fazında oluşan arızaya anında kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.10 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.8. Hat uzunluğunun %73'ünde A-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri

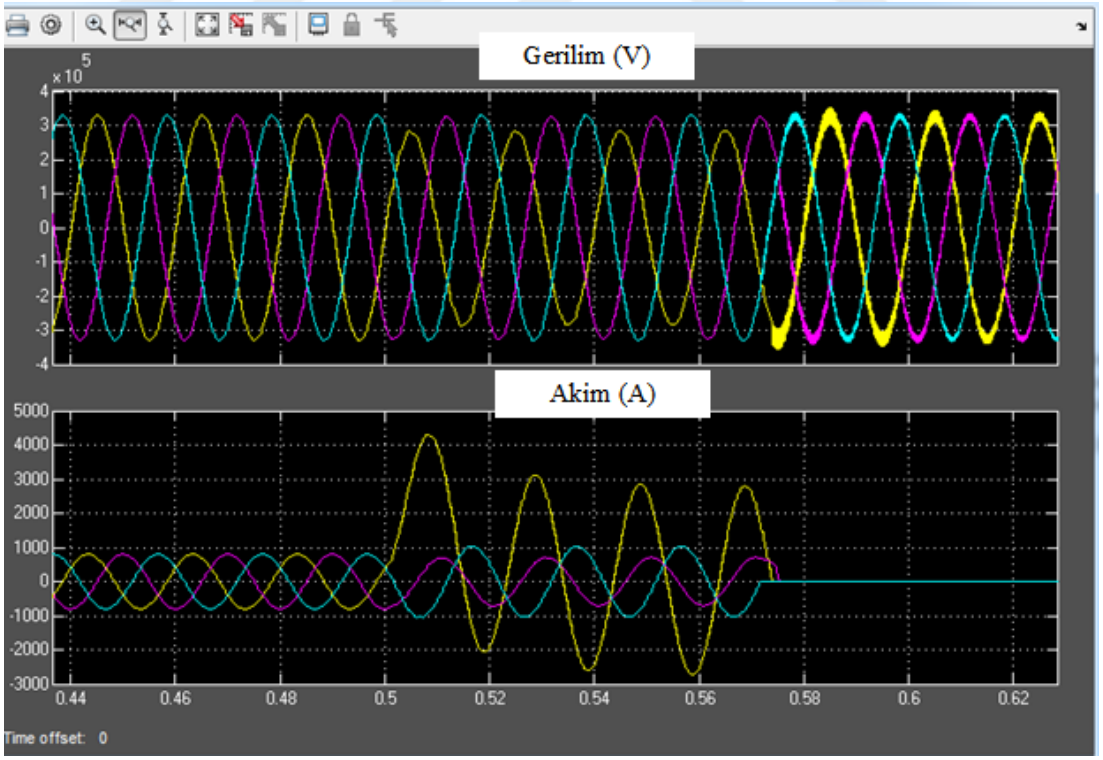


Şekil 4.9. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali

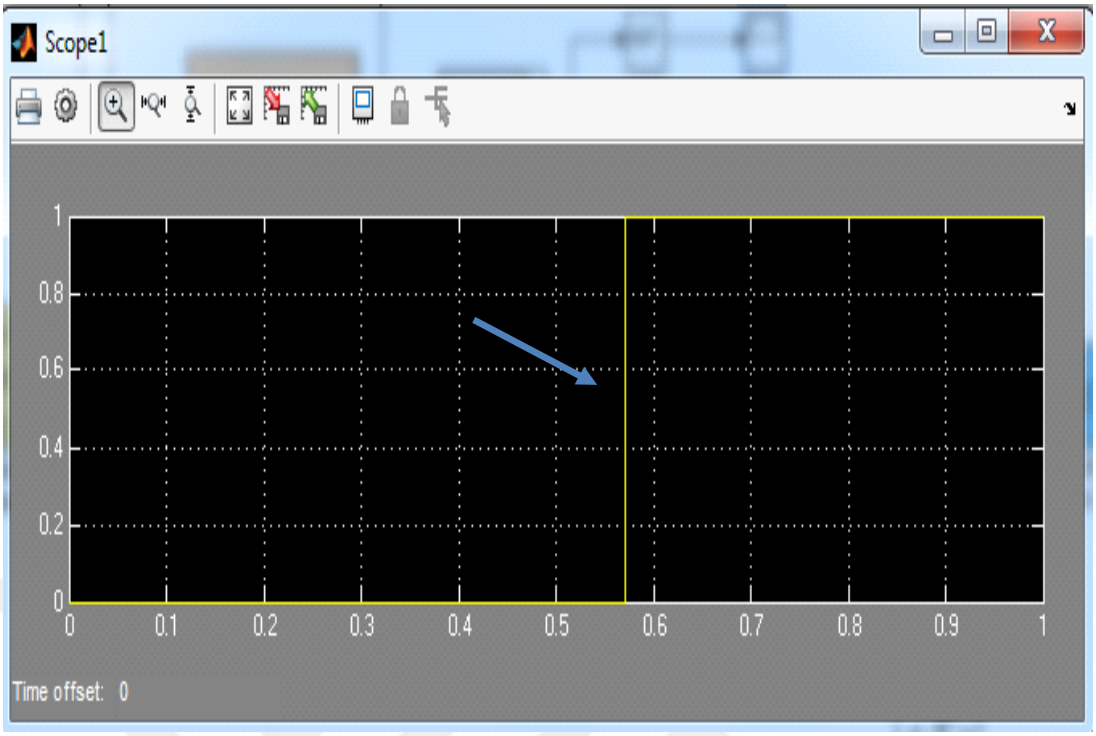


Şekil 4.10. İletim hattında arıza yeri ve türü

A-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %80'ci yerinde Şekil 4.11'da gösterilmiştir. Şekilde A fazing kesme zamani = 0.5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.12 ikinci bölgede A fazında oluşan arızayı 0.06 saniye gecikmeli kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.13 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.11. Hat uzunluğunun %80'ninde A-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.12. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali

```
Command Window

  LineLength =

        242000


  Location =

     80.7926

    The Fault in Phase A to Ground (AG)  at Location 195.518 Km

fx >>
```

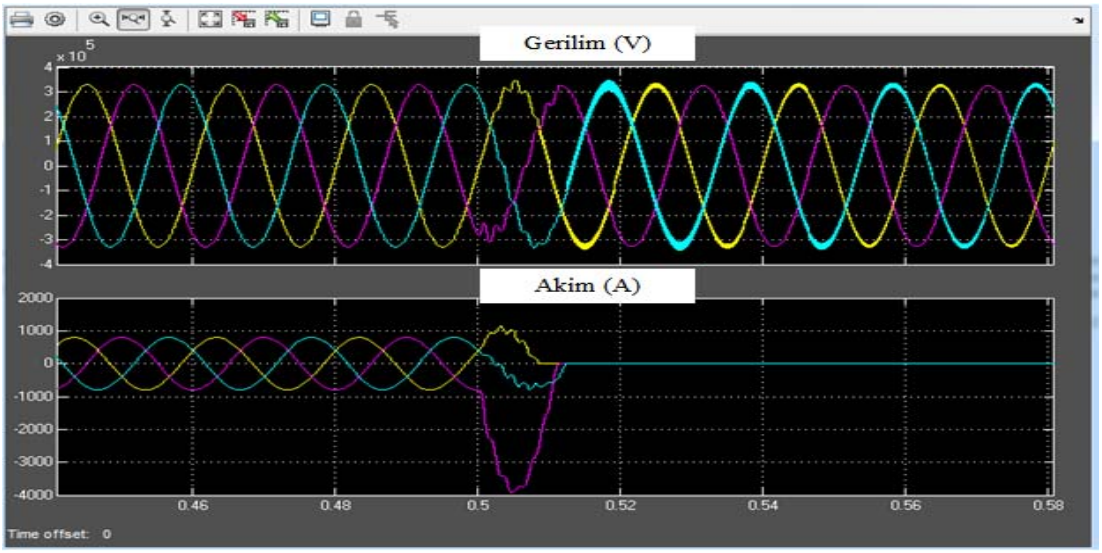
Şekil 4.13. İletim hattında arıza yeri ve türü

B fazında toprakla temas arızası (B-G)

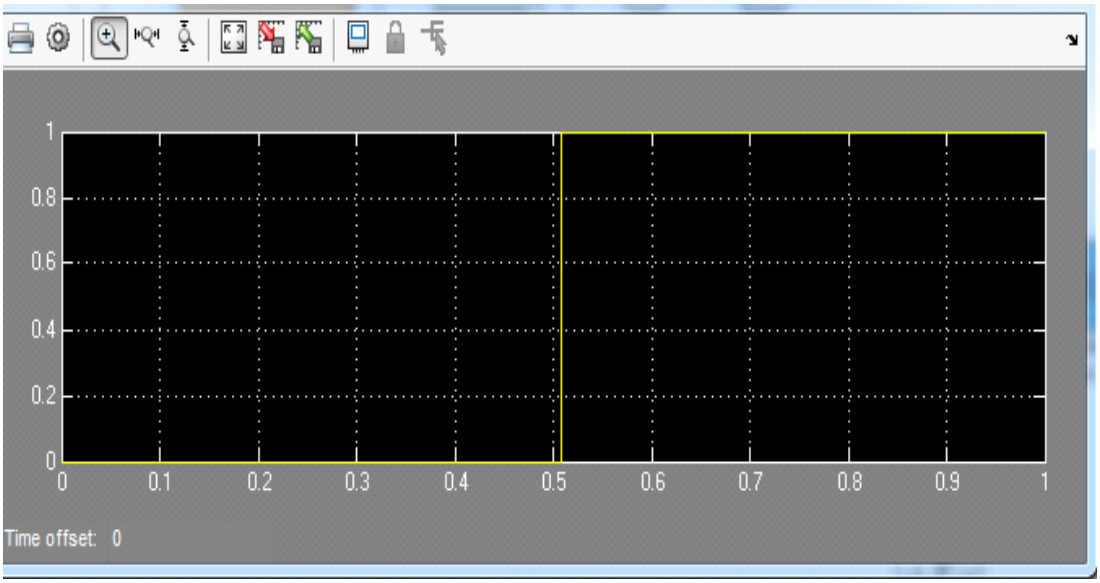
Tablo 4.6. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında B-G arıza test değerleri

No	Hata Türü	Gerçek arıza yüzdesi	Gerçek arıza yeri [Km]	Tahmini arıza Yüzdesi %	Tahmini arıza Yeri [Km]	Hata %	$Ia_{(max)}$ (kA)	$Ib_{(max)}$ (kA)	$Ic_{(max)}$ (kA)	Devre kesiciye kesme sinyalı
1	B-G	10	24.2	9.99	24.17	0.01	0.92	13.4	0.795	Ani Kesme Sinyalı
2	B-G	30	72.6	29.87	72.28	0.13	1.084	7.24	0.795	Ani Kesme Sinyalı
3	B-G	50	121	51.3	124.14	1.29	1.080	5.19	0.795	Ani Kesme Sinyalı
4	B-G	73	176.66	73	176.66	0	1.094	3.91	0.795	Ani Kesme Sinyalı
5	B-G	80	193.6	79.68	192.82	0.32	1.067	3.7	0.795	Gecikme
6	B-G	90	217.8	90.4	218.76	0.39	1.06	3.32	0.795	Gecikme
7	B-G	97	234.74	97.8	236.67	0.79	1.11	3.092	0.795	Gecikme

B-G gerilim ve sinyallerini uzunluğun %73'ü yerinde Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Şekilde B faz zaman = 0.5. saniyedeki arıza nedeni ile akımın yükseldiği görülmektedir ve Şekil 4.15 birinci bölgede B fazında oluşan arıza için anında kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.16 ise taşıma hatlarında tasarlanan rölenin arıza yerini ve türünü nasıl belirlediği yer almaktadır .



Şekil 4.14. Hat uzunluğunun %73'ündeki B-G arızası var iken akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.15. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali

```
Command Window

  LineLength =

        242000

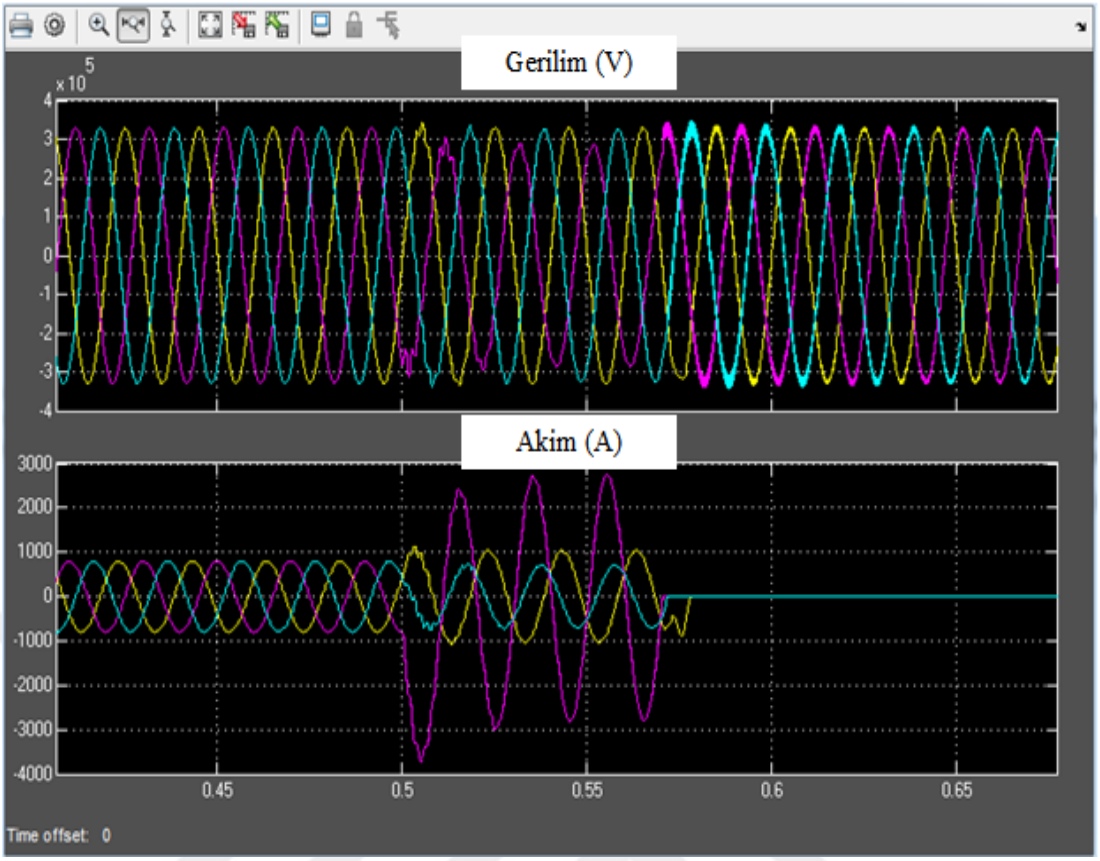

  Location =

     73.0093

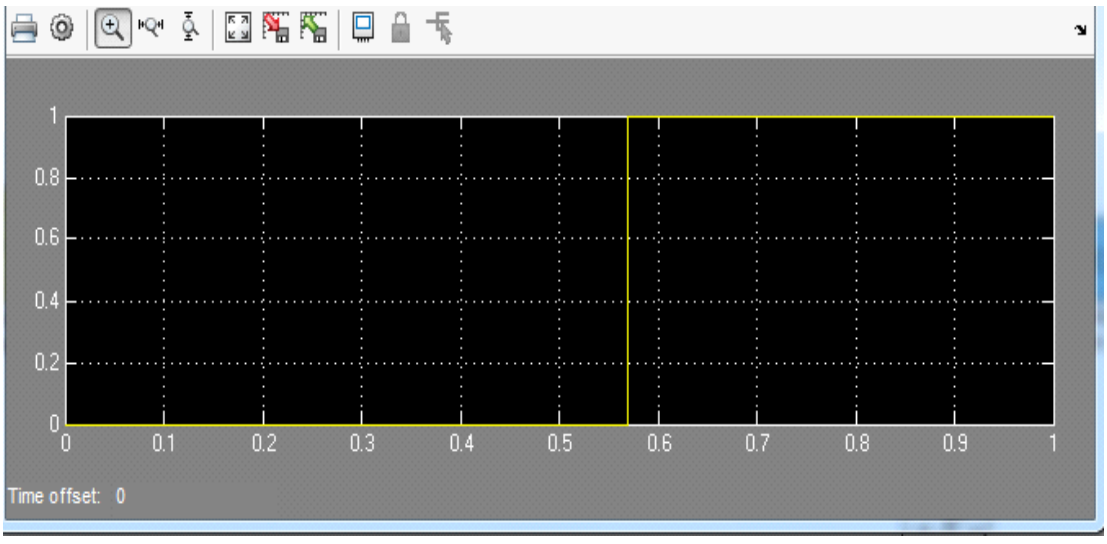
   The Fault in Phase B to Ground (BG)  at Location 176.6825 Km
fx >>
```

Şekil 4.16. İletim hattında arıza yeri ve türü

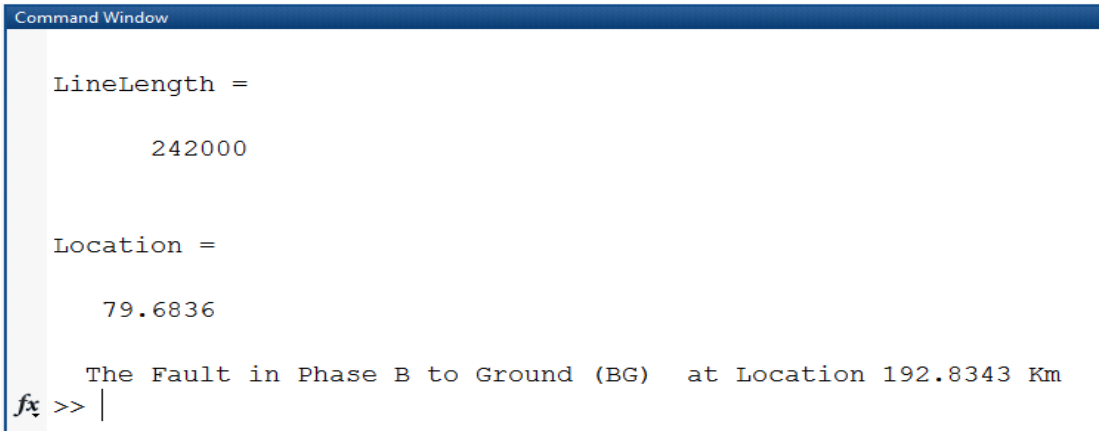
B-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %80'ci yerinde Şekil 4.17'da gösterilmiştir. Şekilde B faz zaman = 0.5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.18 ikinci bölgede B fazında oluşan arızayı 0.06 saniye gecikmeli kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.19 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.17. Hat uzunluğunun %80'ninde B-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.18. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali



Şekil 4.19. İletim hattında arıza yeri ve türü

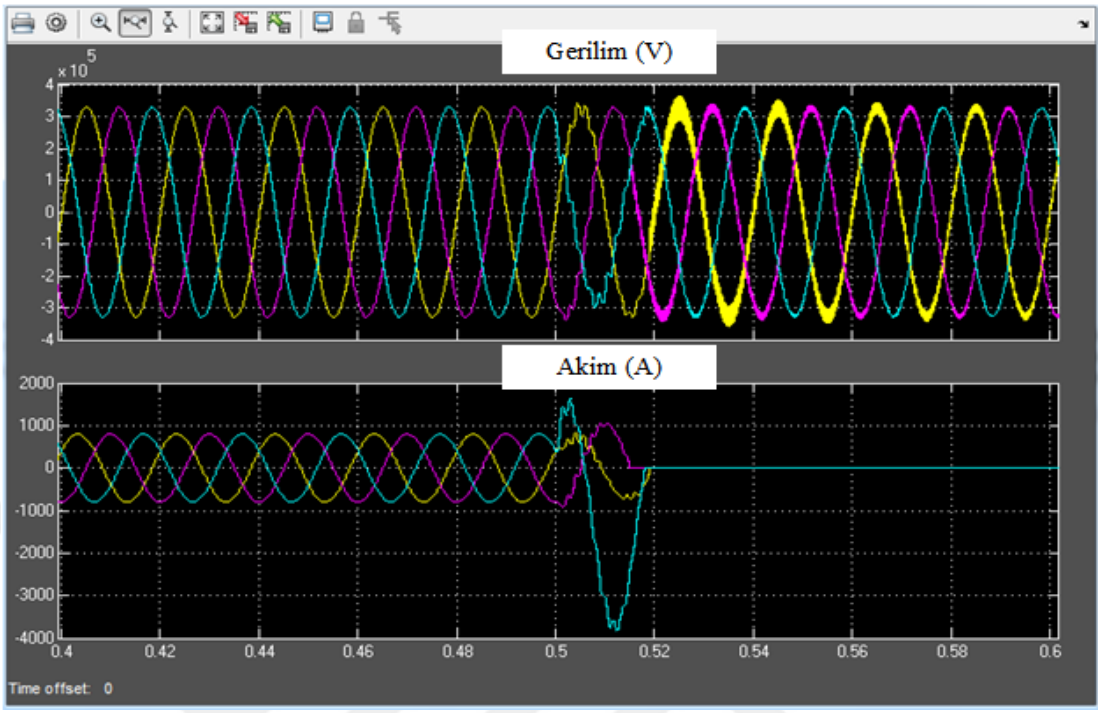
C fazında toprakla temas arızası (C-G)

Tablo 4.7. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında C-G arıza test değerleri

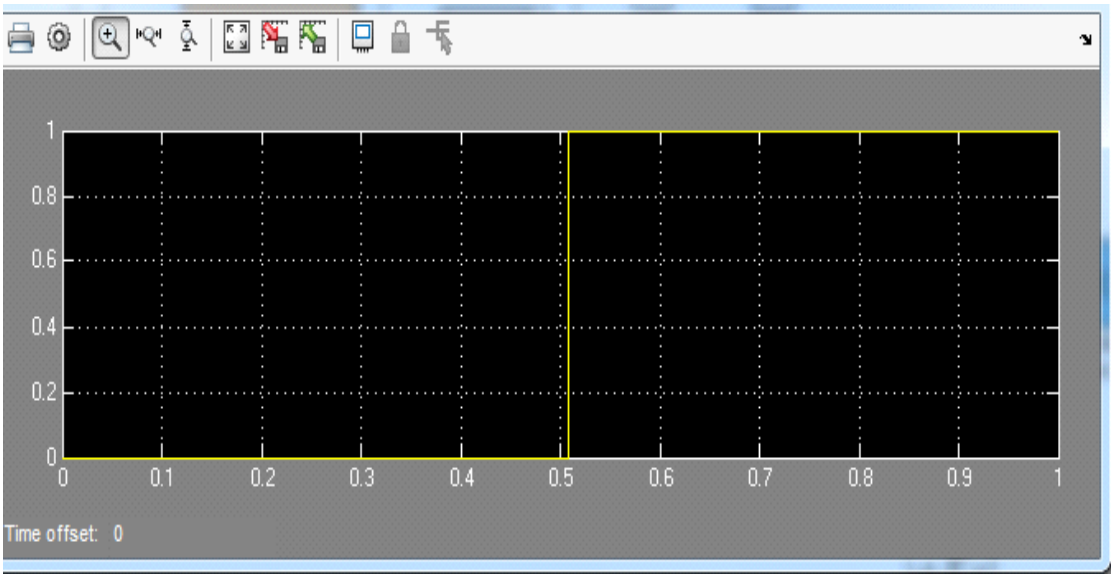
No	Hata Türü	Gerçek arıza yüzdesi	Gerçek arıza yeri [Km]	Tahmini arıza Yüzdesi %	Tahmini arıza Yeri [Km]	Hata %	Ia(max) (kA)	Ib(max) (kA)	Ic(max) (kA)	Devre kesiciye kesme sinyalı
1	C-G	10	24.2	9.99	24.17	0.01	0.886	0.87	14.2	Ani Kesme Sinyalı
2	C-G	30	72.6	30.25	73.20	0.24	0.794	1.05	7.519	Ani Kesme Sinyalı
3	C-G	50	121	54	130.68	1.29	0.794	1.07	4.92	Ani Kesme Sinyalı
4	C-G	73	176.66	73.67	178.28	0	0.840	1.044	3.74	Ani Kesme Sinyalı
5	C-G	80	193.6	83	200.86	0.32	0.793	1.048	3.40	Gecikme
6	C-G	90	217.8	88.72	217.70	0.39	0.793	1.096	3.22	Gecikme
7	C-G	97	234.74	97.55	236.07	0.55	0.793	1.087	2.96	Gecikme

C-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %73'ü yerinde Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Şekilde C faz zaman = 0.5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.21 birinci bölgede C fazında oluşan arızaya

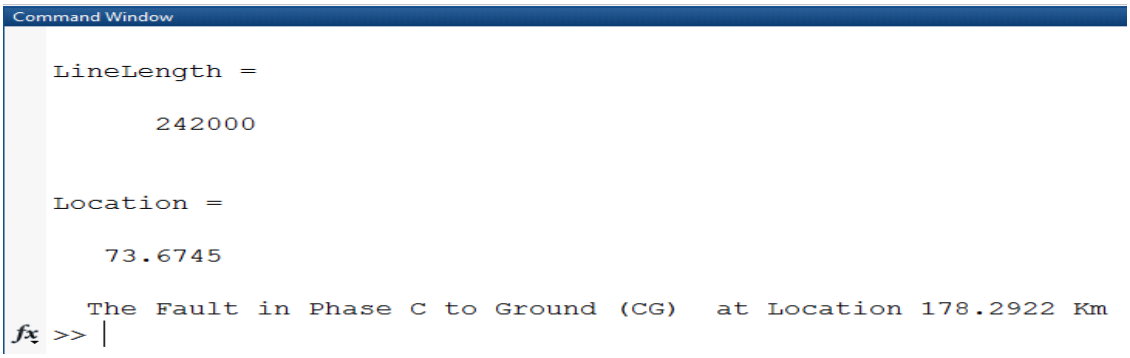
anında kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.22 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.20. Hat uzunluğunun %73'ünde C-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri

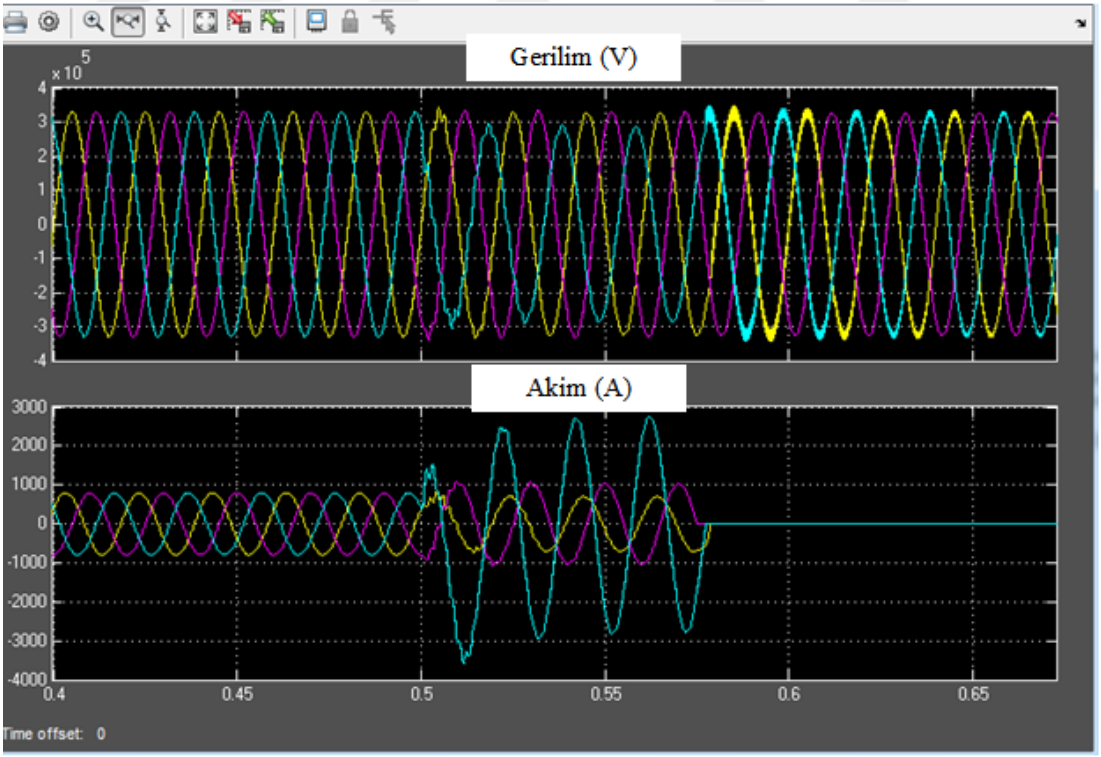


Şekil 4.21. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali

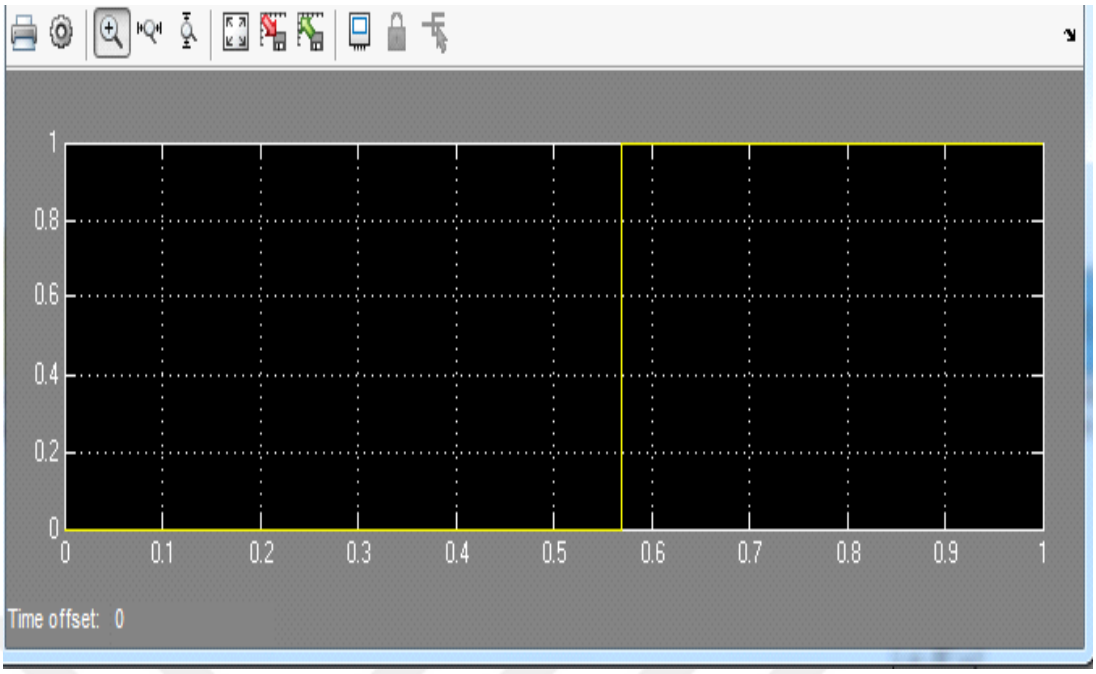


Şekil 4.22. İletim hattında arıza yeri ve türü

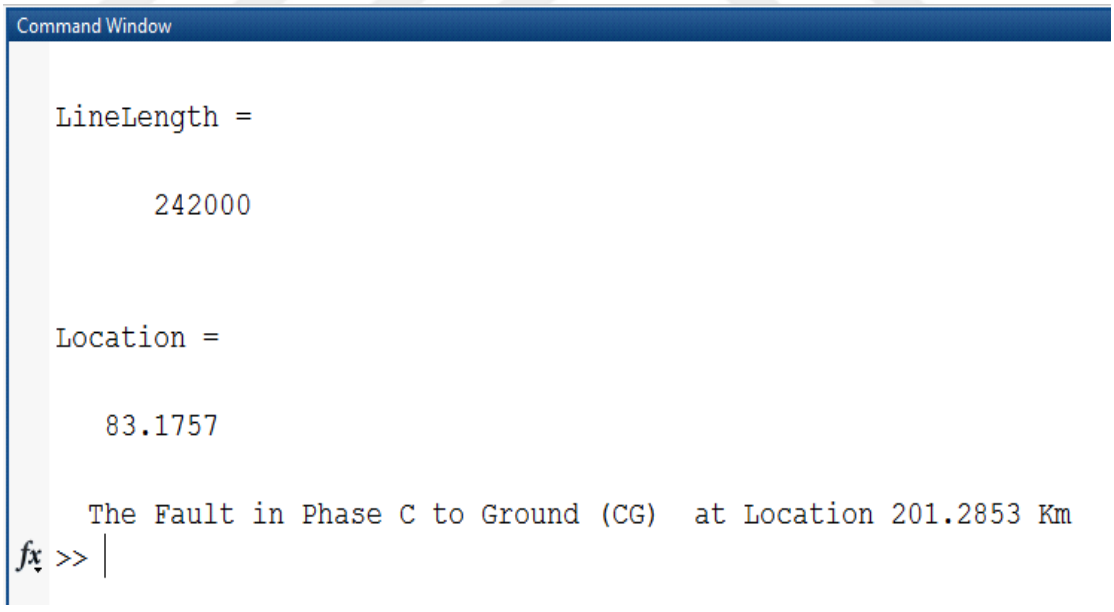
C-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %80'ci yerinde Şekil 4.23'de gösterilmiştir. Şekilde C faz zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.24 ikinci bölgede C fazında oluşan arızayı 0.06 saniye gecikmeli kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.25 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.23. Hat uzunluğunun %80'ninde C-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.24. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme simyalı



Şekil 4.25. İletim hattında arıza yeri ve türü

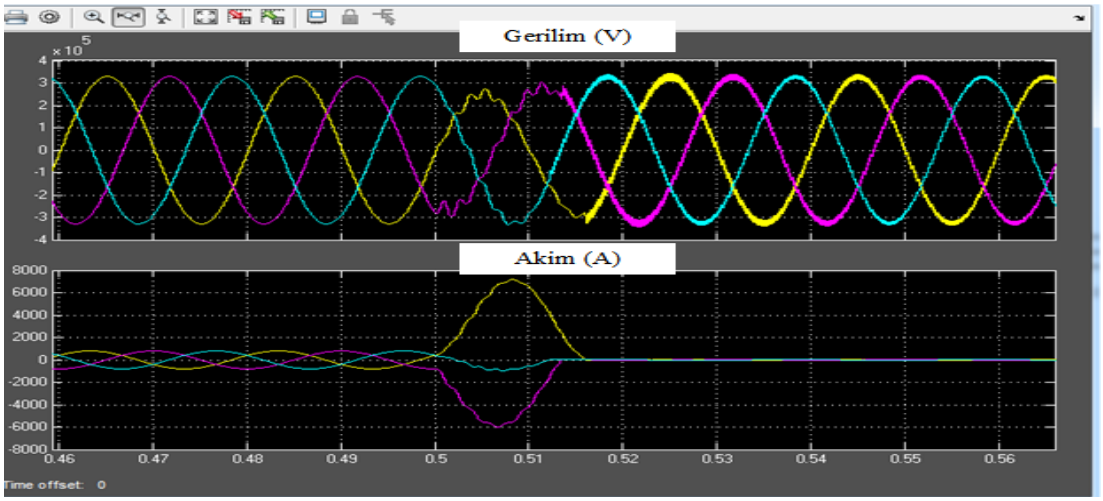
b) İki faz arızası

A ve B fazında toprakla temas arızası (AB-G)

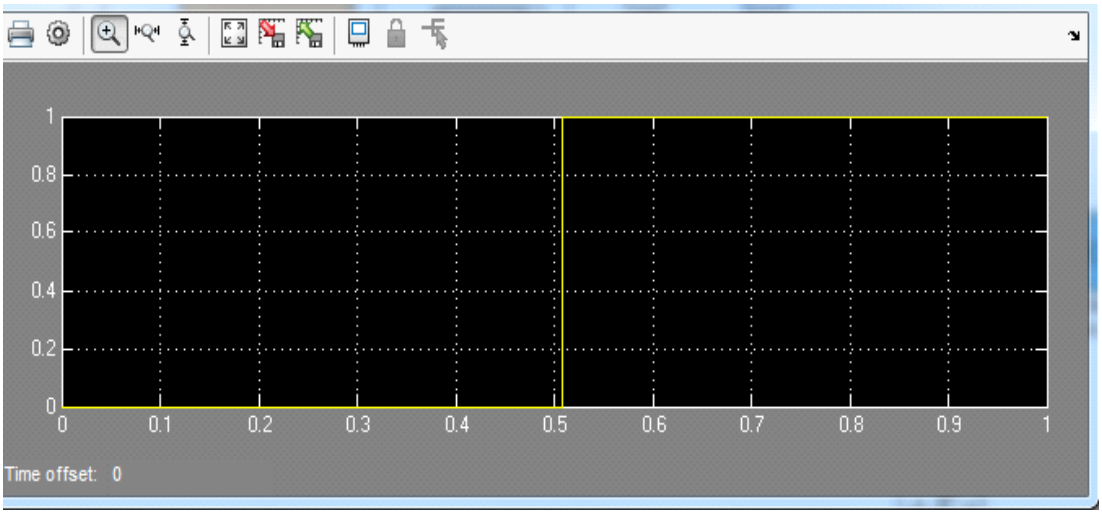
Tablo 4.8. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında AB-G arıza test değerleri

No	Hata Türü	Gerçek arıza yüzdesi	Gerçek arıza yeri [Km]	Tahmini arıza Yüzdesi %	Tahmini arıza Yeri [Km]	Hata %	$Ia_{(max)}$ (kA)	$Ib_{(max)}$ (kA)	$Ic_{(max)}$ (kA)	Devre kesiciye kesme sinyalı
1	AB-G	10	24.2	10	24.2	0	19.8	16.7	0.914	Ani Kesme Sinyalı
2	AB-G	30	72.6	29.97	72.52	0.03	12.5	10.52	0.924	Ani Kesme Sinyalı
3	AB-G	50	121	50.31	121.75	0.3	9.32	7.71	0.974	Ani Kesme Sinyalı
4	AB-G	73	176.66	73	176.66	0	7.15	5.92	0.940	Ani Kesme Sinyalı
5	AB-G	80	193.6	79.86	193.26	0.14	6.6	5.58	0.955	Gecikme
6	AB-G	90	217.8	90.38	218.71	0.38	6.08	4.96	0.956	Gecikme
7	AB-G	97	234.74	97.27	235.39	0.27	5.80	4.69	0.953	Gecikme

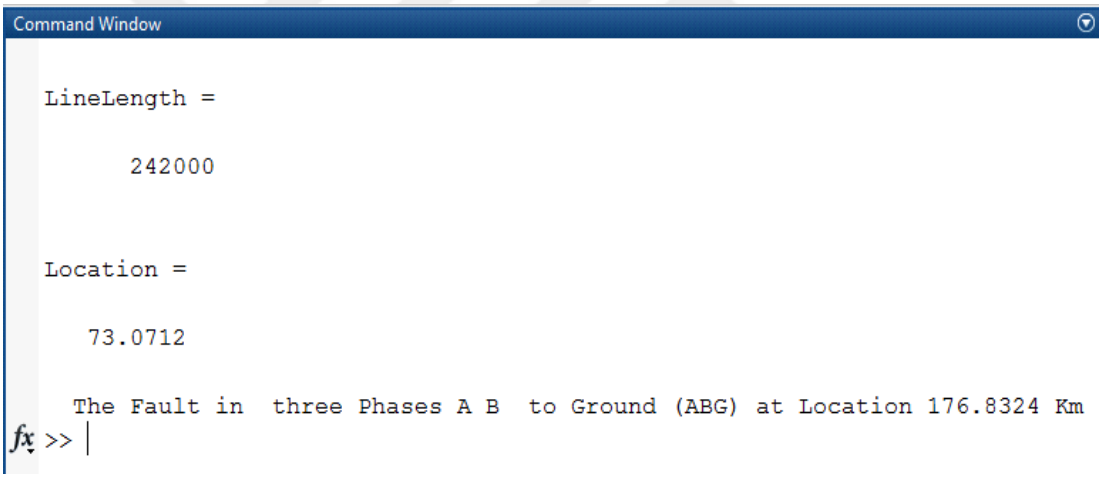
AB-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %73'ü yerinde Şekil 4.26'te gösterilmiştir. Şekilde AB fazlarının zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiği görülmekte ve Şekil 4.27 ise ikinci bölgedeki AB fazında oluşan bir arızaya karşı anında üretilen kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.28 ise taşıma hatlarında tasarlanan rölenin arıza yerini ve türünü belirlediği bilgiler sıralanmaktadır.



Şekil 4.26. Hat uzunluğunun %73'ünde AB-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri

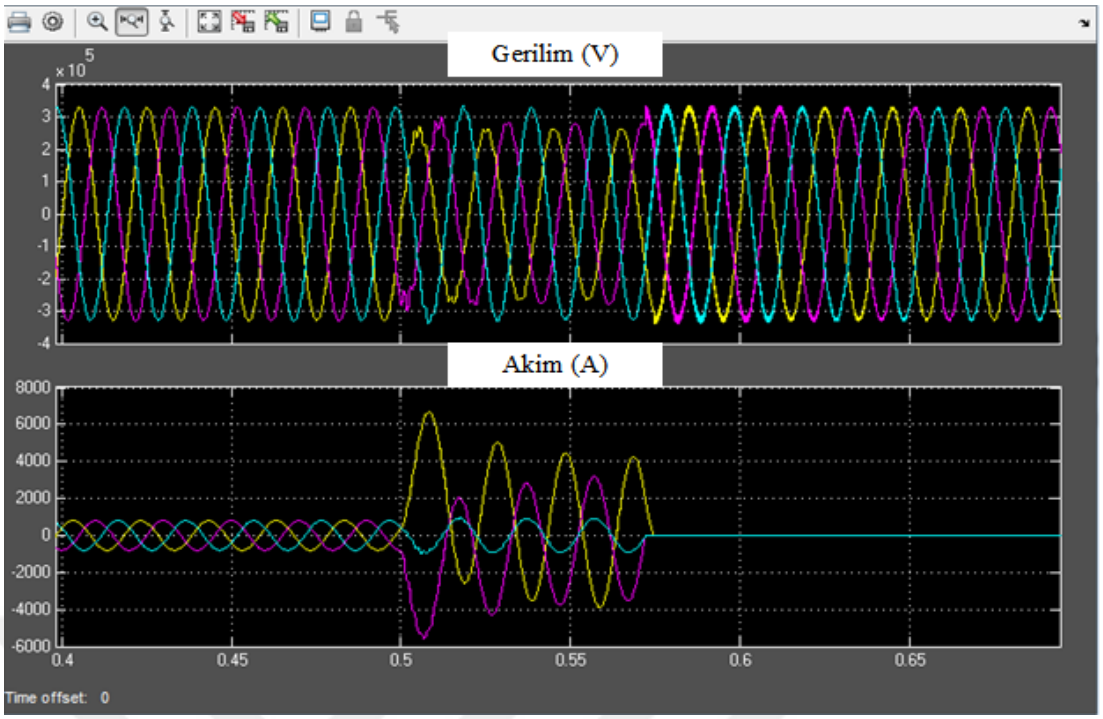


Şekil 4.27. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali

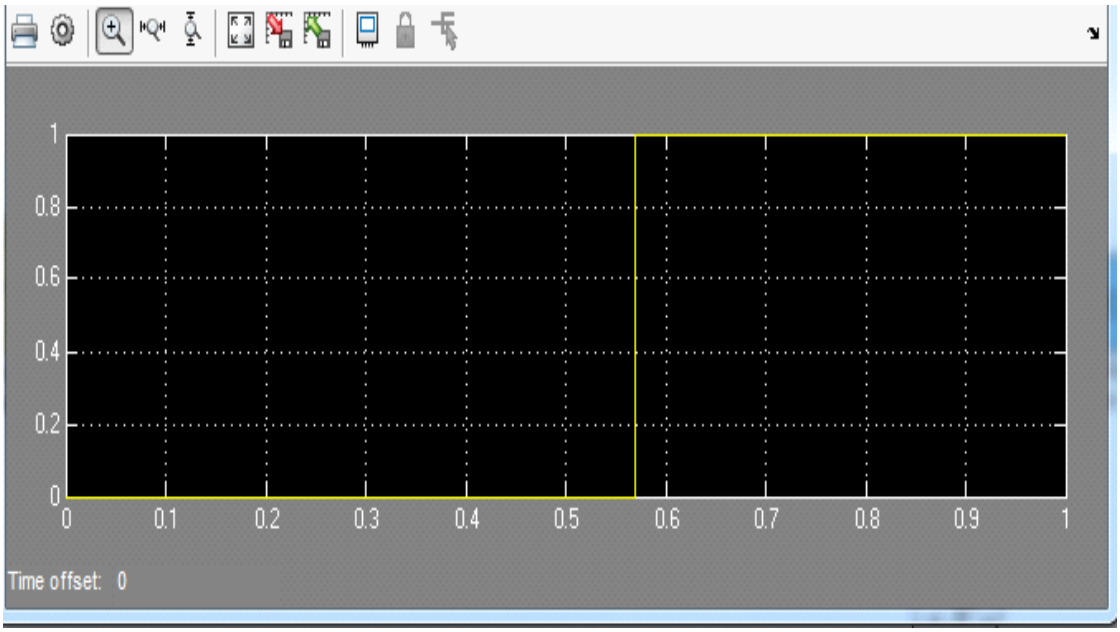


Şekil 4.28. İletim hattında arıza yeri ve türü

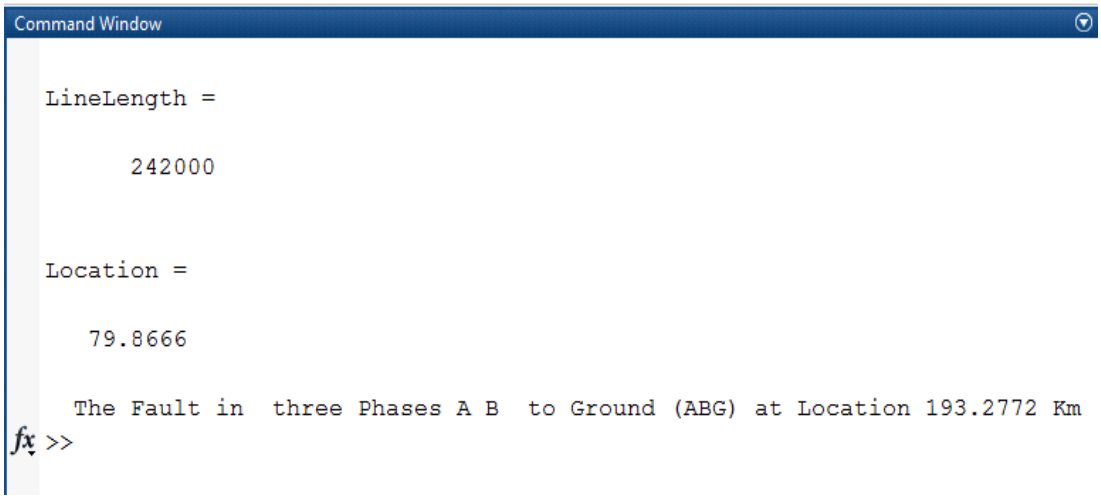
AB-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %80'ci yerinde Şekil 4.29'de gösterilmiştir. Şekilde AB faz zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.30 ikinci bölgede AB fazında oluşan arızayı 0.06 saniye gecikmeli kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.31 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.29. Hat uzunluğunun %80'ninde AB-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.30. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali



Şekil 4.31. İletim hattında arıza yeri ve türü

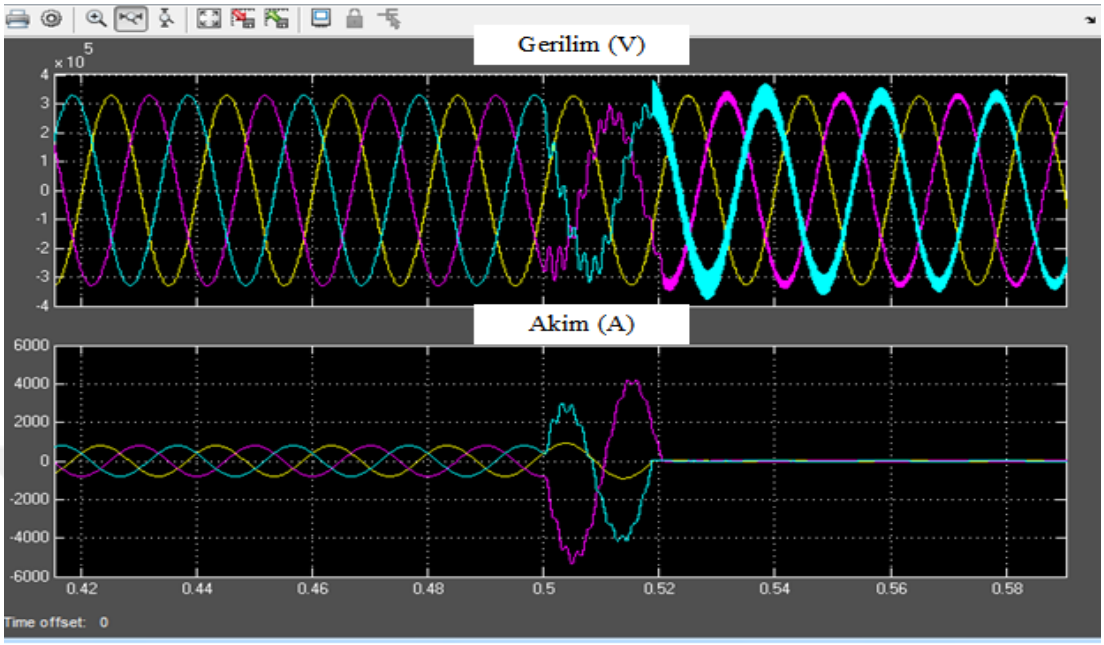
B ve C fazında toprakla temas arızası (BC-G)

Tablo 4.9. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında BC-G arıza test değerleri

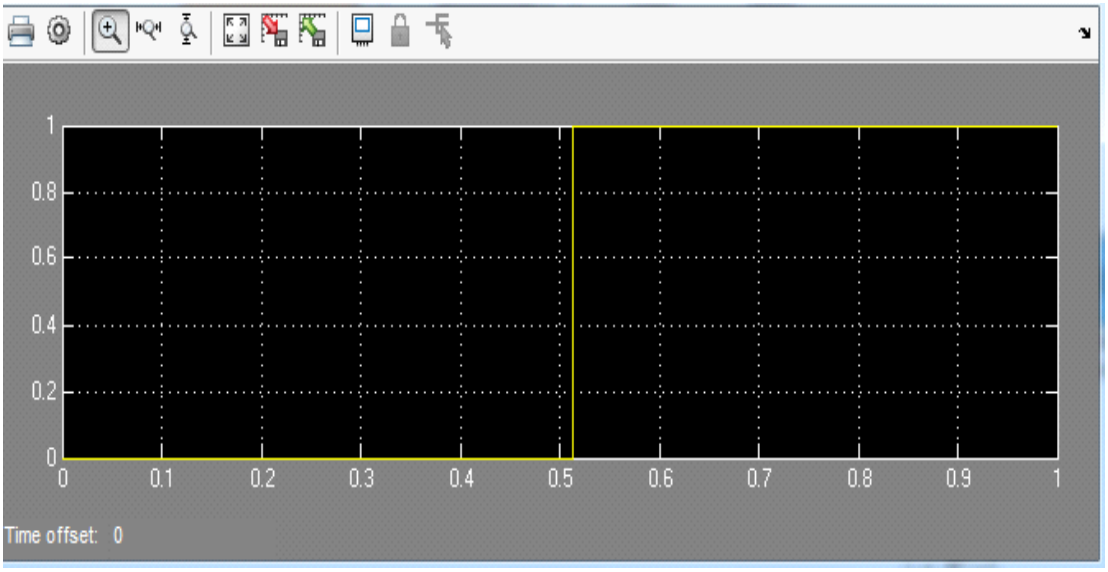
No	Hata Türü	Gerçek arıza yüzdesi	Gerçek arıza yeri [Km]	Tahmini arıza Yüzdesi %	Tahmini arıza Yeri [Km]	Hata %	$I_{a(max)}$ (kA)	$I_{b(max)}$ (kA)	$I_{c(max)}$ (kA)	Devre kesiciye kesme sinyalı
1	BC-G	10	24.2	9.99	24.17	0.01	0.831	14.5	7.29	Ani Kesme Sinyalı
2	BC-G	30	72.6	29.91	72.38	0.09	0.890	8.99	5	Ani Kesme Sinyalı
3	BC-G	50	121	50	121	0	1.12	6.66	4.28	Ani Kesme Sinyalı
4	BC-G	73	176.66	73.54	177.96	0.54	0.937	5.31	4.09	Ani Kesme Sinyalı
5	BC-G	80	193.6	78.89	190.91	1.11	0.942	5.017	3.74	Gecikme
6	BC-G	90	217.8	91.25	220.82	1.25	0.936	4.38	3.37	Gecikme
7	BC-G	97	234.74	97	234.74	0	0.929	4.16	3.18	Gecikme

BC-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %73'ü yerinde Şekil 4.32'da gösterilmiştir. Şekilde BC fazlarının zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.33 ikinci bölgede BC fazında oluşan arızaya anında kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.34 ise taşıma

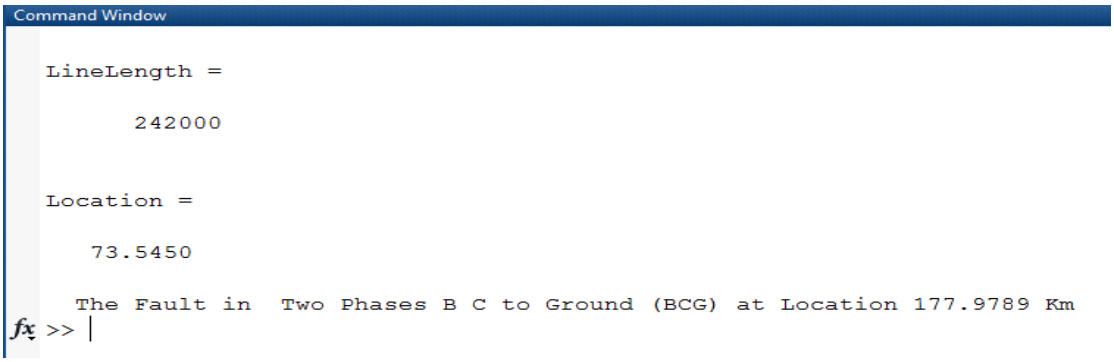
hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.32. Hat uzunluğunun %73'ünde BC-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri

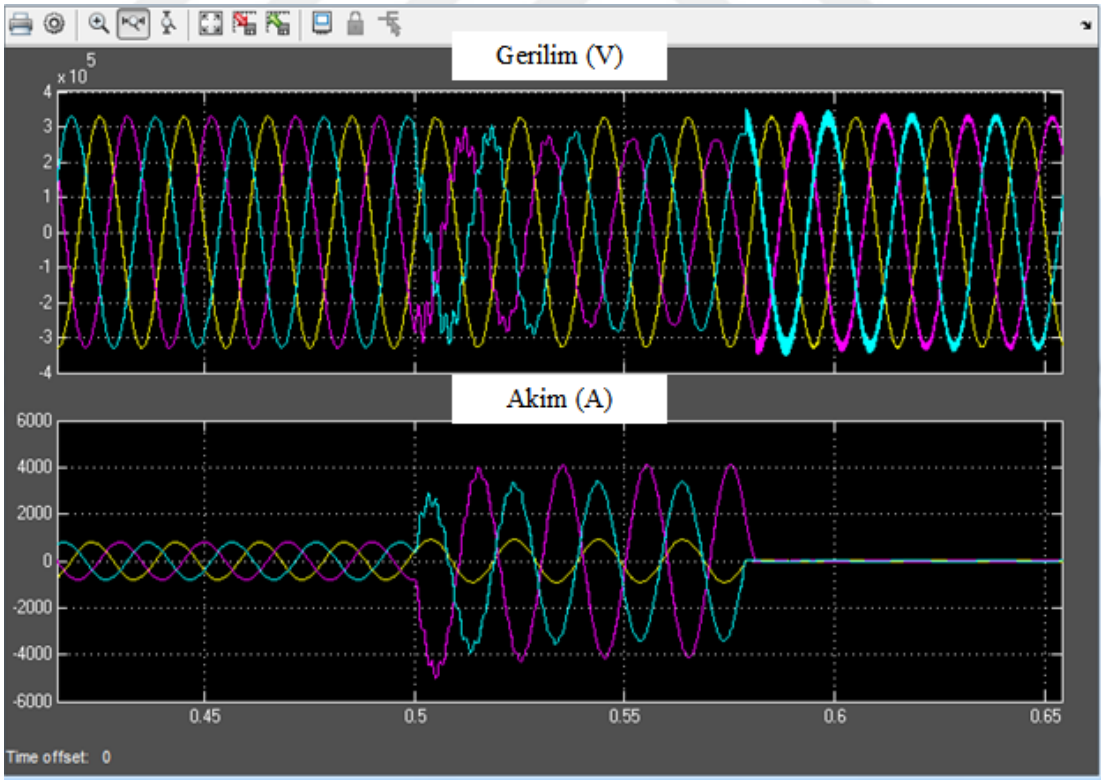


Şekil 4.33. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali

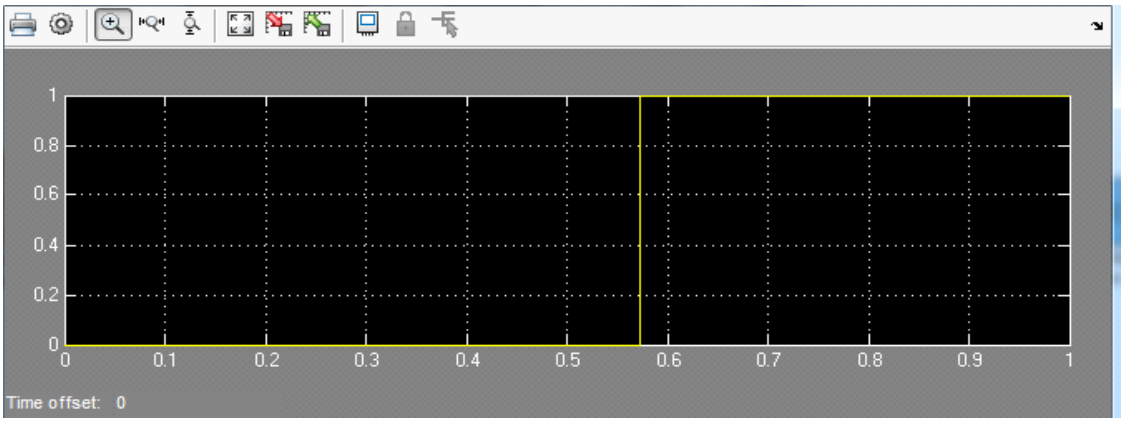


Şekil 4.34. İletim hattında arıza yeri ve türü

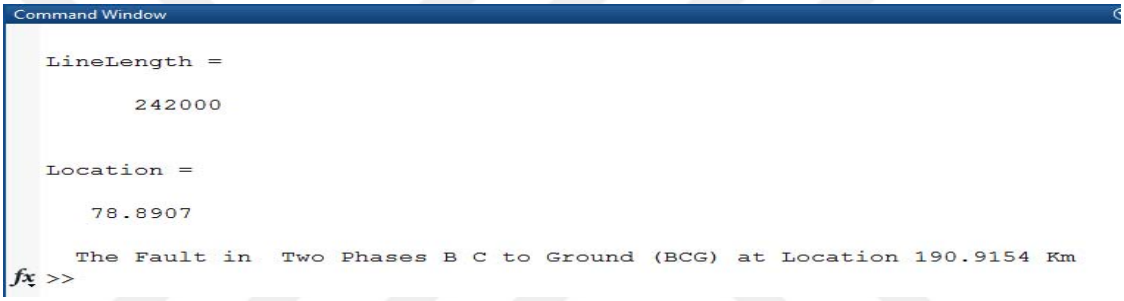
BC-G gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %80'ci yerinde Şekil 4.35'te gösterilmiştir. Şekilde BC faz zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.36 ikinci bölgede BC fazında oluşan arızayı 0.06 saniye gecikmeli kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.37 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.35. Hat uzunluğunun %80'ninde BC-G arızasının akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.36. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme simyalı



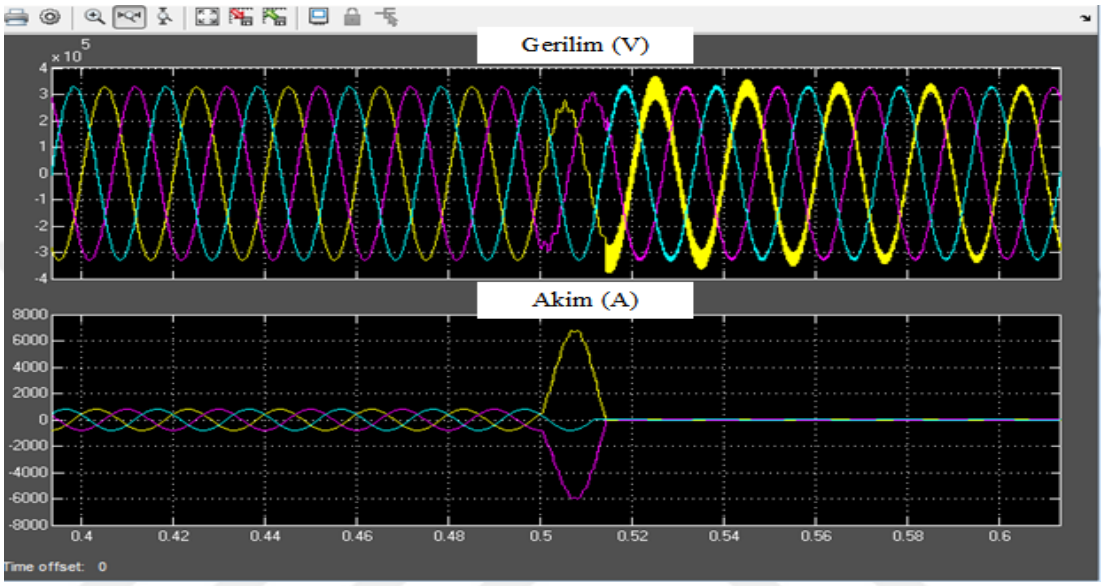
Şekil 4.37. İletim hattında arıza yeri ve türü

A ve B fazlarının kısa devre arızası (AB-Kısa Devre)

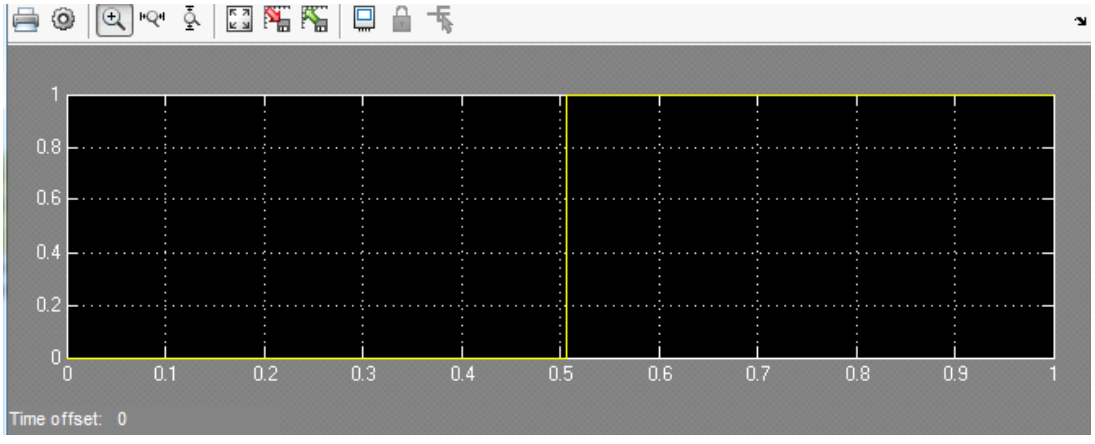
Tablo 4.10. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında AB arıza test değerleri

No	Hata Türü	Gerçek arıza yüzdesi	Gerçek arıza yeri [Km]	Tahmini arıza Yüzdesi %	Tahmini arıza Yeri [Km]	Hata %	$Ia_{(max)}$ (kA)	$Ib_{(max)}$ (kA)	$Ic_{(max)}$ (kA)	Devre kesiciye kesme sinyalı
1	AB	10	24.2	10	24.2	0	17.93	17.13	0.795	Ani Kesme Sinyalı
2	AB	30	72.6	29.92	72.40	0.08	11.69	10.89	0.795	Ani Kesme Sinyalı
3	AB	50	121	49.96	120.90	0.04	8.73	8	0.795	Ani Kesme Sinyalı
4	AB	73	176.66	74.15	179.44	1.15	6.77	6.01	0.795	Ani Kesme Sinyalı
5	AB	80	193.6	79.28	191.85	0.72	6.42	5.62	0.795	Gecikme
6	AB	90	217.8	90.87	219.90	0.86	5.79	5.05	0.795	Gecikme
7	AB	97	234.74	97.2	235.22	0.19	5.55	4.82	0.795	Gecikme

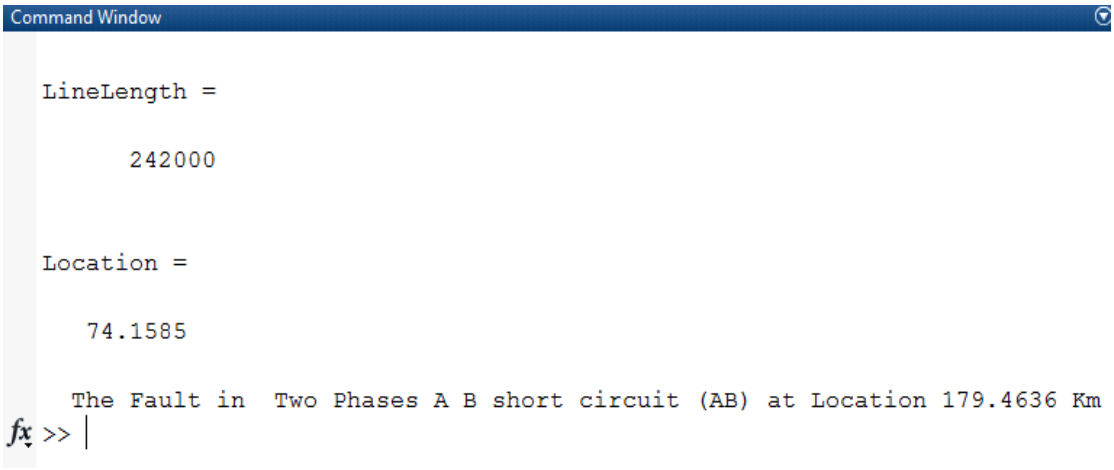
AB gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %73'ü yerinde Şekil 4.38'da gösterilmiştir. Şekilde AB fazlarının zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.39 ikinci bölgede AB fazında oluşan arızaya anında kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.40 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.38. Hat uzunluğunun %73'ünde AB arızasının akım ve gerilim sinyalleri

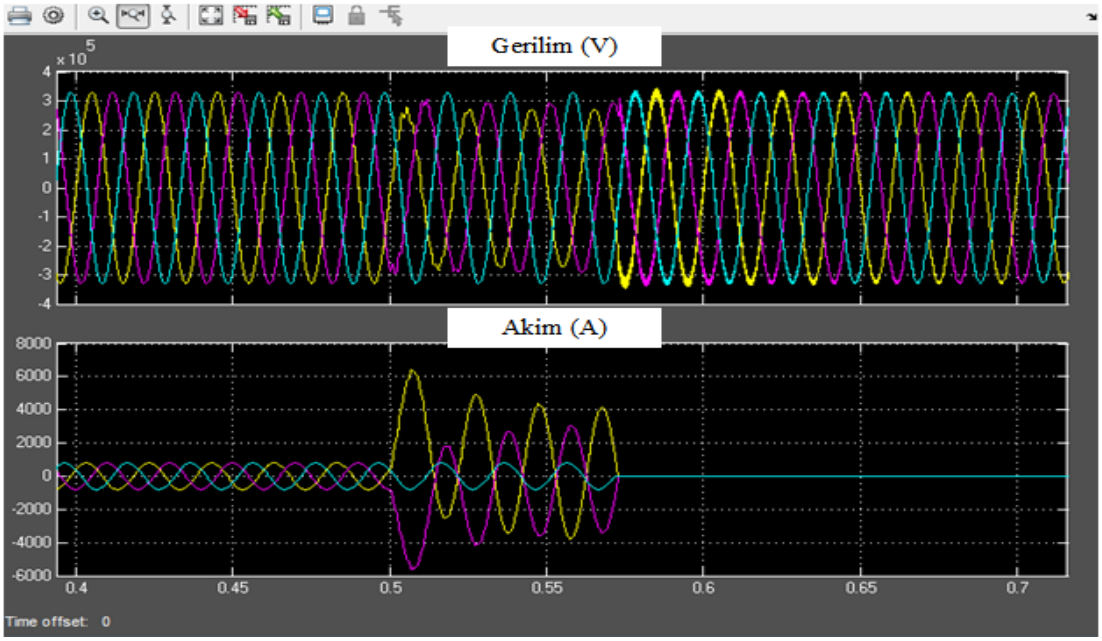


Şekil 4.39. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali

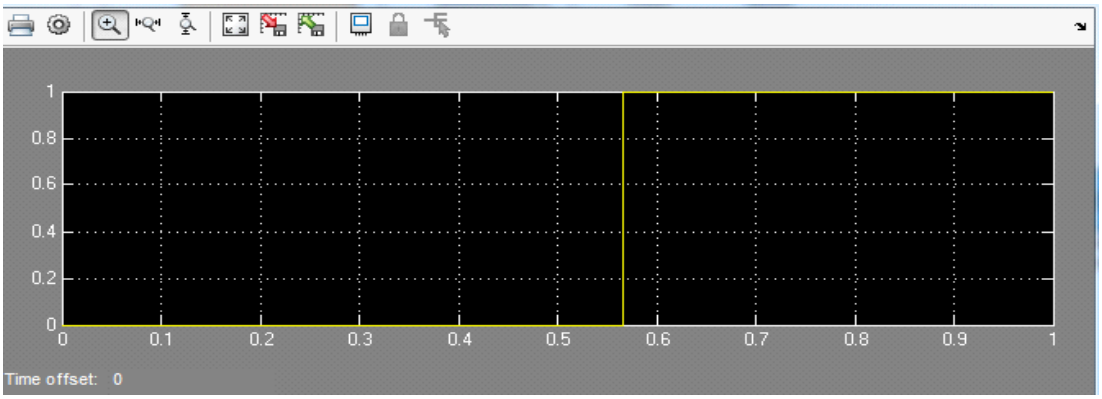


Şekil 4.40. İletim hattında arıza yeri ve türü

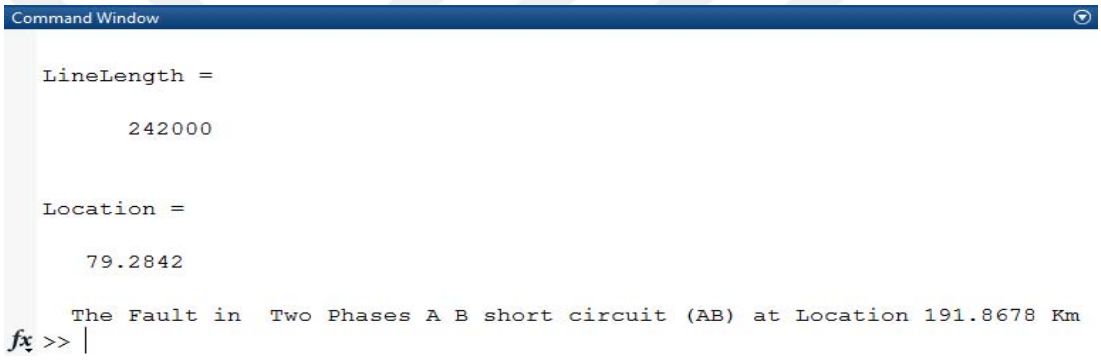
AB gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %80'ci yerinde Şekil 4.41'da gösterilmiştir. Şekilde AB faz zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.42 ikinci bölgede AB fazında oluşan arızayı 0.06 saniye gecikmeli kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.43 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.41. Hat uzunluğunun %80'ünde AB arızasının akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.42. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali



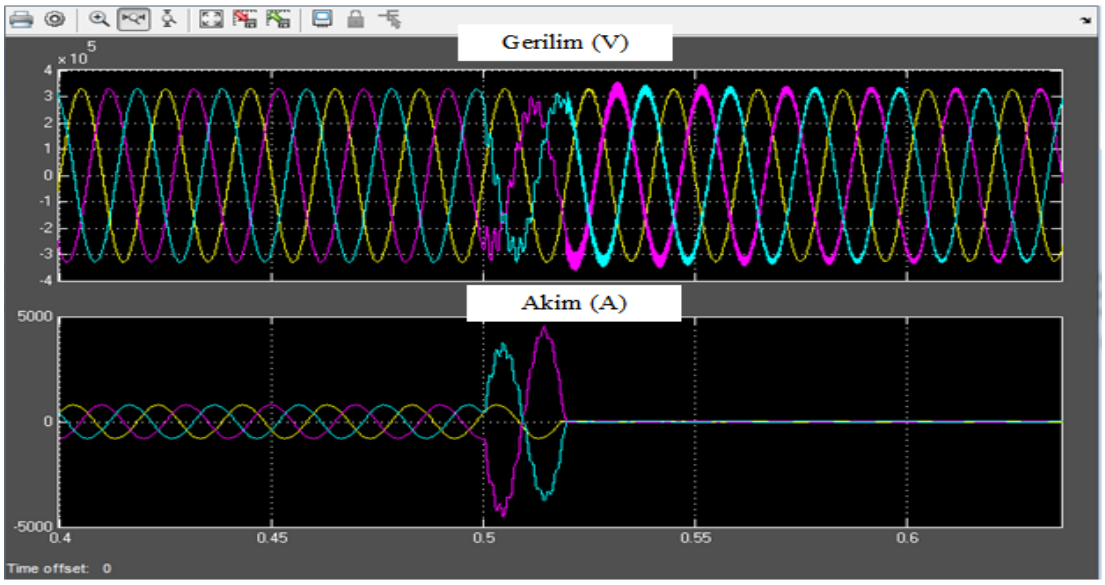
Şekil 4.43. İletim hattında arıza yeri ve türü

B ve C fazlarının kısa devre arızası (BC-Kısa Devre)

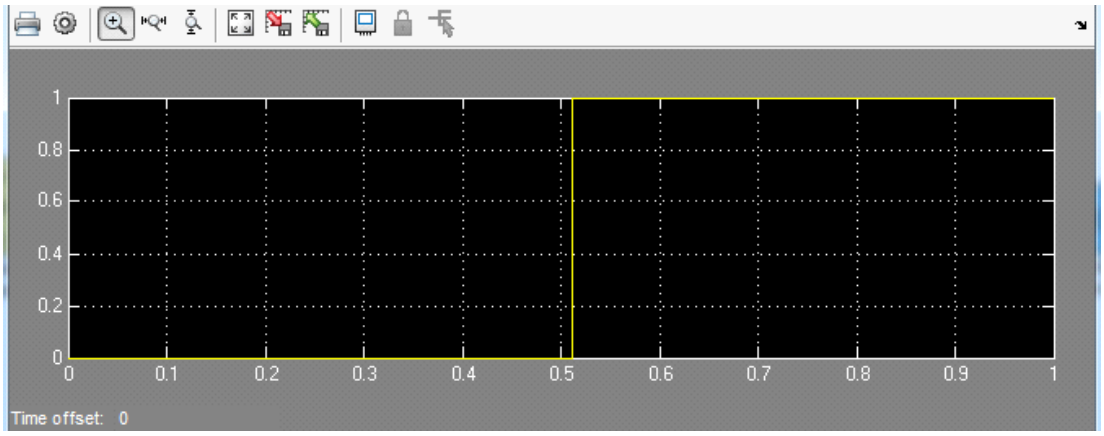
Tablo 4.11. Biji-Batı Bağdat taşıma hattında BC arıza test değerleri

No	Hata Türü	Gerçek arıza yüzdesi	Gerçek arıza yeri [Km]	Tahmini arıza Yüzdesi %	Tahmini arıza Yeri [Km]	Hata %	$Ia_{(max)}$ (kA)	$Ib_{(max)}$ (kA)	$Ic_{(max)}$ (kA)	Devre kesiciye kesme sinyalı
1	BC	10	24.2	9.99	24.17	0.01	0.793	10.75	9.97	Ani Kesme Sinyalı
2	BC	30	72.6	30.29	73.3	0.29	0.793	7.13	6.35	Ani Kesme Sinyalı
3	BC	50	121	49.24	119.16	0.76	0.793	5.55	4.77	Ani Kesme Sinyalı
4	BC	73	176.66	74.1	179.32	1.1	0.793	4.40	3.7	Ani Kesme Sinyalı
5	BC	80	193.6	79.85	193.23	0.15	0.793	4.18	3.49	Gecikme
6	BC	90	217.8	94.5	228.69	4.5	0.793	3.7	3	Gecikme
7	BC	97	234.74	94.94	229.75	2.06	0.793	3.62	2.84	Gecikme

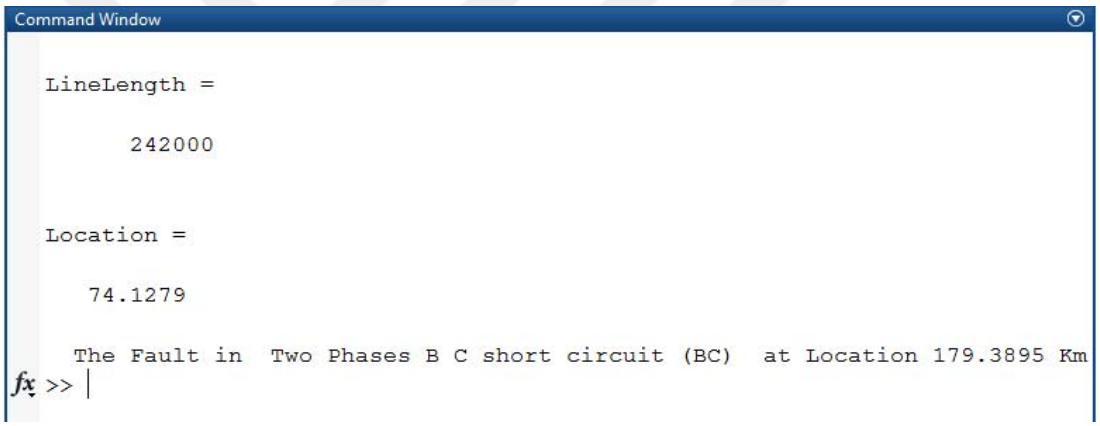
BC gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %73'ü yerinde Şekil 4.44'da gösterilmiştir. Şekilde BC fazlarının zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.45 ikinci bölgede BC fazında oluşan arızaya anında kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.46 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.44. Hat uzunluğunun %73'ünde BC arızasının akım ve gerilim sinyalleri

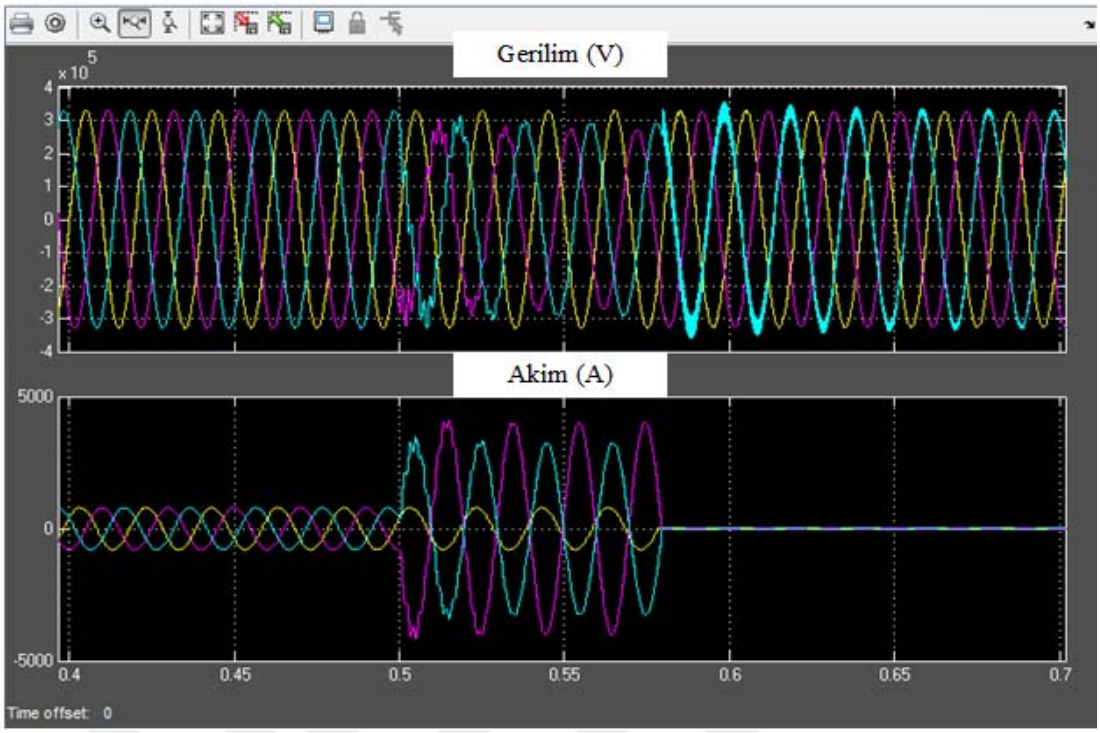


Şekil 4.45. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından anında gönderilen kesme sinyali

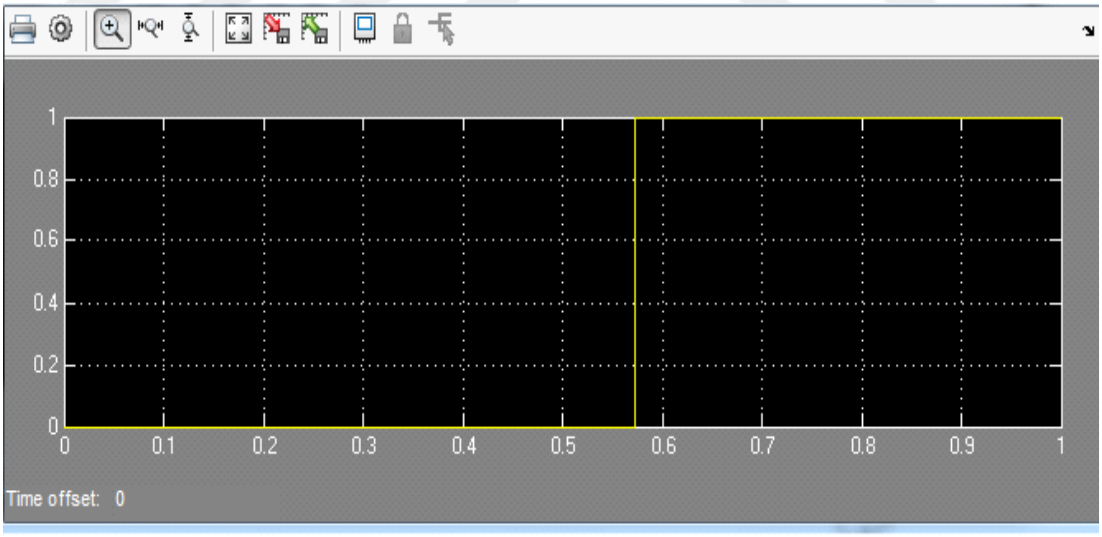


Şekil 4.46. İletim hattında arıza yeri ve türü

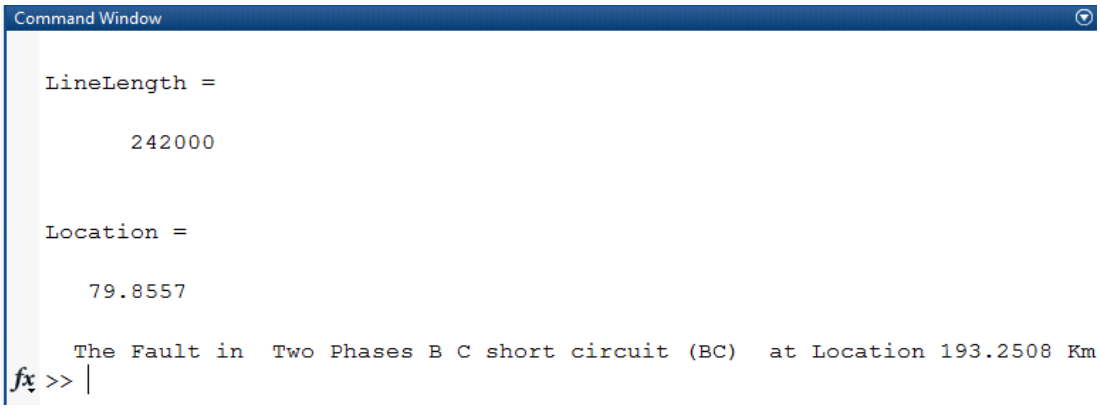
BC gerilim ve akım sinyallerini uzunluğun %80'ci yerinde Şekil 4.47'te gösterilmiştir. Şekilde BC faz zaman = 0,5 saniyede arıza nedeni ile akımın yükseldiğini görülmekte ve Şekil 4.48 ikinci bölgede BC fazında oluşan arızayı 0.06 saniye gecikmeli kesme sinyali yanıtını göstermektedir. Şekil 4.49 ise taşıma hatlarında tasarlanan röle arıza yerini ve türünü belirleyen bilgiler sıralamaktadır.



Şekil 4.47. Hat uzunluğunun %73'ünde BC arızasının akım ve gerilim sinyalleri



Şekil 4.48. Arıza oluşumunda mesafe rölesi tarafından gecikmeli gönderilen kesme sinyali



Şekil 4.49. İletim hattında arıza yeri ve türü

Matlab ortamında USBS tekniği ile tasarlanan rölenin sonuçlarına göre iyi bir performans sağlanmıştır. Bu yöntem arızayı bozukluluktan ayırmakta başarılı idi. Arıza tespiti, mevki, türü ve koruma alanını iyi bir şekilde tahmin etmiştir. Koruma alanının birinci alanında içerisinde oluşları tüm arızaları anında sinyalini göndermek, ikinci alan arızaları için biraz gecikmeyle kesme sinyali gönderilmiş, ama tüm bozukluklar durumunda kesme işareti gönderilmemiştir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında arızaları tespit etmek, diğer bozukluluklardan ayırmak, yerini ve türünü belirlemek için USBS tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

- Normal mesafe röleleri taşıma hatlarında oluşan arıza ile bozukluluk ayırma yeteneği yoktur. Beşinci bölümdeki sonuçlara dayanarak hat sonuna yük ve ara istasyonlar eklendiğinde normal durum bunu arıza olarak algıladı ve kesme sinyali gönderdi. Oysa tasarlanan USBS algoritması ile tasarlanan röle arıza ile bozukluğu ayırma yeteneğine sahiptir. Bu röle hem arıza hem de bozukluluk durumlarında akım yükselişi ve gerilim düşüşü yaşanmasına rağmen tüm testleri başarılı bir şekilde geçmiştir.
- USBS ile tasarlanan mesafe rölesi arıza tespiti yapmakta, arıza yerini belirlemekte ve arıza türünü sınıflandırmakta başarılıdır.
- USBS iki algoritmadan oluşmakta, bunları birleştirerek dil kuralları oluşturulur ve ağ eğitiminde en az hata değerine ulaşmak için üyelik fonksiyonları tasarlanmıştır.
- Uyarlanabilir Sinir Ağlara Dayalı Bulanık Sistemde en iyi üyelik fonksiyonları türü ve sayıları doğru ve yanlış yöntemi ile belirlenir, Bu yöntemle de tasarımcı en iyi üyelik fonksiyonlarını seçecektir.
- Beşinci bölüm sonuçlarına göre Bulanık sinir ağı %5 hatadan az yüzde ile arıza yerini tespit etmekte başarılıydı.
- USBS ile tasarlanan mesafe rölesi %100 oranla arıza tespitinde ve taşıma hattındaki türünü belirlemekte başarılı olmuştur.
- Mesafe rölesi koruma alanını belirlemekte başarılıdır. Arıza ilk bölgede oluştuğunda ani kesme işareti gönderilmiş, oysa ikinci bölgede oluştuğunda 80 milli saniyelik -dört döngü- bir gecikme ile kesme işareti gönderilmiştir.
- USBS algoritması ile tasarlanan röle arıza türünü belirleme kabiliyeti mevcut, tekli topraklıkla olan arızaları ve ikili topraklık ve topraklıksız olan arızalara ayırabilmiştir.
- USBS bilim adamı Jang tarafından iki sistemin özelliklerini toplamak için hibrid bir sistemdir. Bu sistemdeki bulanık çıkarımlar sinir algoritmaları

eğitimi vasıtası ile gerçekleşti, bu da parametrelerin (bulanık kurallar ve üyelik fonksiyonları) ayarlanmasına yardımcı olmaktadır.

Gelecekteki Çalışmalar için öneriler:

USBS üyelik fonksiyonlarını ve sayılarını belirlemek için Genetik Algoritma taşıma hatlarında mesafe rölelerinde kullanılmalıdır.

Çift hatlar ve üç fazlı hatlarda indüksiyon mesafe röle performansına etkisi araştırmalıdır.

Güç sistemini iyileştiren STATCOM aracının mesafe rölesi tasarımındaki etkisi araştırılmalıdır.

Mesafe rölelerine otomatik kapanma özelliği eklenmeli ve hata oluşumundan sonra kaldırılmalıdır.

Akım ve gerilim sinyallerinin rölenin empedans değerini etkilediği için mesafe rölesine etkisini araştırmalıdır.

Taşıma hattını yıldırım vurma esnasında elektriksel ark empedansd mesafe rölesine etkisi araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Aik, L., Jayakumar, Y., 2008. A Study of Neuro-fuzzy System in Approximation based Problems. Matematika, 24(2), 113-130.

Azriyenni, Mustafa, M., 2015. Application of ANFIS for Distance Relay Protection in Transmission Line. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 5(6), 1311-1318.

Azriyenni, Mustafa, M., Zareen, N., 2014. Fuzzy Neural Network for Classification Fault in Protection System, Telkomnika Indonesian Journal of Electrical Engineering, 12(8), 5969-5975.

Burns, R., 2001, Advanced Control Engineering, Linacre House Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, ISBN: 0-7506-5100-8.

Bystrov, D., Westin, J., Practice Neuro – Fuzzy Logic systems, Report Matlab TOOLBOX GUI,2008.

Cirstea, M, Dinu,A., Khor,J.,2001, Neural and fuzzy logic control of drives and power system, Linacre house, Jordan hill, Oxford Ox2 8DP,ISBN:0-7506-55585.

Eberl, G. , Hanninen, S., Lehtonen, M., Schegner, P., 2000. Comparison of Artificial Neural Networks and Conventional Algorithms in Ground Fault Distance Computation. IEEE Conference of Power Engineering Society Winter Meeting, 3, 1991-1996.

Ghani, R., Othman, M., Hashim, A., 2012. ANFIS Approach for Locating Precise Fault Points in Distribution System. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2(6), 334-342.

Huan,V., Hung, L., 2014. An ANFIS Based Approach To Improve The Fault Location On 110kv Transmission Line Dak Mil – Dak Nong. International Journal of Computer Science Issues, 11(3-1), 1-7.

Idris, M., Hardi, S., Hason, M., 2013. Teaching Distance Relay Using Matlab/Simulink Graphical User Interface. Published by Elsevier Malaysian Technical Universities Conference on Engineering & Technology, 53, 264-270.

Jonsson, M., 2001. Line Protection And Power System Collapse. Department Of Electric Power Engineering, Chalmers University Technology, Sweden, 164p.

Kamel, T., Hassan, M., El-Morshedy, A., 2009. Using a Combined Artificial Intelligent Approach In Distance Relay For Transmission Line Protection In EPS. IEEE Fifth International Conference Soft Computing, Computing

with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control, ICSCCW, 1-6.

Keerthipala,W., Wang ,H., Wai, C., 2000. On-Line Testing of a Fuzzy-Neuro based Protective Relay Using a Real-Time Digital Simulator. IEEE Conference Power Engineering Society Winter Meeting, Curtin University of Technology Australia, 1917-1922 .

Khorashadi, H., Zadeh, Zuyi Li, 2007. Transmission Line Distance Protection Using ANFIS and Positive Sequence Components. IEEE Conference on Power System Dynamics and Control, 1- 9.

Kusagur, A., Kodad, S., Ram, B, 2010. Modeling, Design & Simulation of an Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) For Speed Control Of Induction Motor, International Journal of Computer Applications, 6(12), 29-44.

Lines Using Monte Carlo Simulation. IEEE Transaction on Fuzzy Systems, 16(4), 909-919.

Mrehel, O., Elfetori, H., Hawal, A., 2013. Implementation and Evaluation a Simulink Model of a Distance Relay in Matlab/Simulink. Report, Electrical Electronic Dept. University of Tripoli, 132-137.

Ngyen, H, Prasad, N., Walker, C., Walker, E., 2003. A First Course In Fuzzy and Neural Control, ACRC Press Company, ISBN: 1-58488-244-1.

Paithankar,Y., Bhide, S., 2010. Fundamentals of power system protection. 2nd - Phi Learning Private Limited, 13-15.

Paithanker,Y., 1997. Transmission Network Protection Theory And Practice. Marcel Dekker, Inc, 25-32.

Pande, P., Paikrao, P. Chaudhari, D., 2013. Digital ANFIS Model Design. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), 3(1), 314-318.

Pasand,M., Jafarian, P., 2011. An Adaptive Decision Logic to Enhance Distance Protection of Transmission Lines. IEEE Transactions On Power Delivery, 26(4), 2134-2144.

Perez, S., 2006. Modeling Relays For Power System Protection Studies. Ph.D. In The Department Of Electrical Engineering University Of Saskatchewan, Canada.

Phadke, A., Horowitz, S., 2008. Power System Relaying, Joho Wiley & Sons, Ltd, ISBN:978-0-470- 05712-4, Third Edition, 13-15.

Ram, B., Vishwakrma, D., 2007. Power System Protection And Switchgear. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 456p.

Ravindranath, B., Ehander, M., 2005. Power System Protection And Switchgear. New Age International (P) Limited, Publishers, 5-6.

Reddy, M., Mohanta, D., 2008. Performance Evaluation of an Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System Approach for Location of Faults on Transmission

Ross, T., 2010. Fuzzy Logic With Engineering Applications. John Wiley & Sons, Ltd, ISBN: 978-0-470-74376-8.

Sadinezhad, I., Joorabian, M., 2008. A New Adaptive Hybrid Neural Network and Fuzzy Logic Based Fault Classification Approach for Transmission Lines Protection. 2nd IEEE International Conference on Power and Energy (PECon 08), 895- 900.

Saleh, S., Rahman, M., 2004. Innovative Power System Transient Disturbance Detection And Classification Using Wavelet Analysis, 3rd International Conference on Electrical & Computer Engineering (ICECE), 442-445.

Syahputra, R., 2013. A Neuro – Fuzzy Approach For The Fault Location Estimation Of Unsynchronized Two- Terminal Transmission Line. International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), 5(1), 23-37.

Wang, F., 2003. Power Quality Disturbances and Protective Relays. Ph.D. In The Department of Electric Power Engineering, Chalmers University of Technology Göteborg, Sweden.

Wilks, J., 2012. Developments In Power System Protection. Annual Conference Of Electric Energy Association Of Australia, Canberra, 1-14.

Yadav, A., Dash, Y., 2014. An Overview of Transmission Line Protection by Artificial Neural Network: Fault Detection, Fault Classification, Fault Location, and Fault Direction Discrimination. Hindawi Publishing Corporation Advances in Artificial Neural Systems, Vol. 214, Article ID 230382, 20 p.

Ziegler, G., 2011. Numerical Distance Protection Principles and Applications. Fourth Edition, ISBN: 978-3-89578-381-4.

Ziegler, G., 2012. Numerical Differential Protection Principle and Applications, 2nd 19-22.

Zhang, N., 2006. Advanced Fault Diagnosis Techniques And Their Role In Preventing Cascading Blackouts, Ph.D. In The Department Of Electrical Engineering, Texas A&M University.

EKLER

EK-A: İletim hatlarında koruma bölgesini belirleyen Matlab kodu

A FAZI

```
function [y1,y2,y3] = fcn(a,b,c)

if (a>4320&&b<710&&c<1060.5)   %% Fault A-G
   y1=1; First Zone
else
   y1=0;Second Zone
end
if (a>6650&&b>5590&&c<1000)   %% Fault AB-G
   y2=1;First Zone
else
   y2=0;Second Zone
end
if (a>6435&&b>5650&&c<800)    %% Fault AB
   y3=1;First Zone
else
   y3=0;Second Zone
end
```

B FAZI

```
function y1 = fcn(a,b,c)        %% Fault B-G

if (b>3710&&a<1150&&c<810)
   y1=1;First Zone
else
   y1=0;Second Zone
end
```

C FAZI

```
function [y1,y2,y3]  = fcn(c,b,a)     %% Fault C-G
if (c>3590&&b<1100&&a<850)
   y1=1;First Zone
else
   y1=0;Second Zone
end
if (c>3500&&b>4200&&a<810)   %% Fault BC-G
   y2=1;First Zone
else
   y2=0;Second Zone
end
if (c>2700&&b>4800&&a<942)    %% Fault BC
   y3=1;First Zone
else
   y3=0;Second Zone
```

```
end
```

Ek-B: Matlab sonuç ekranında arıza yeri ve türünü belirleyen M-File kodu

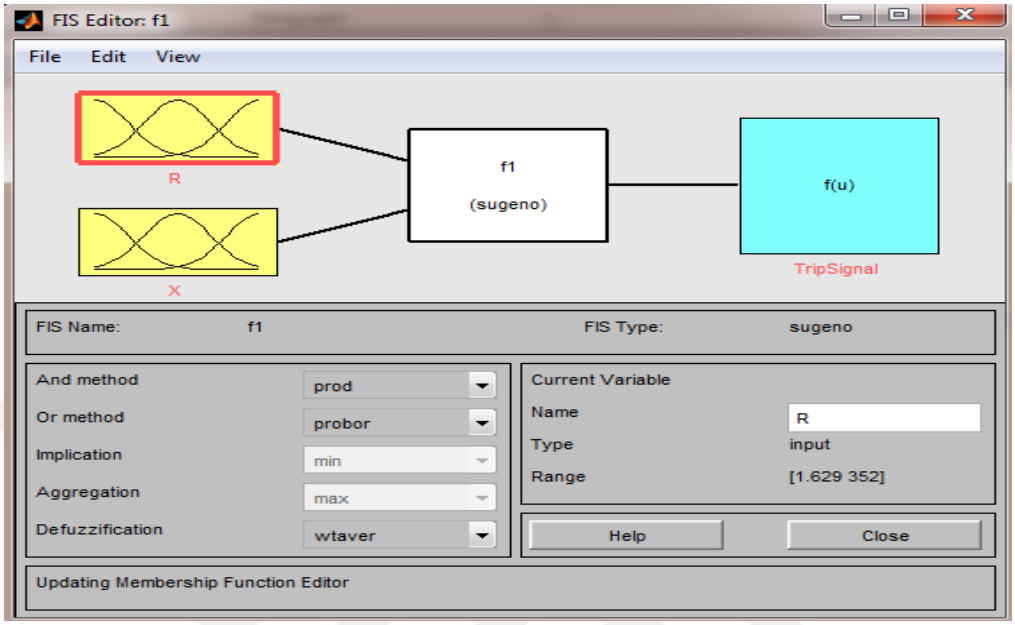
```
clc
k=0.80
sim('distancetripxxxxxxxxxxxxx')
x=max(a)
y=max(b)
z=max(c)
sim('loctionfuzzy')
l=max(ll);
t=max(tt);
if(t>=0.7 && t<=1.5)
   x=['  The Fault in Phase A to Ground (AG)  '];
elseif (t>=1.7 && t<=2.5)
   x=['  The Fault in Phase B to Ground (BG)  '];
elseif (t>=2.7 &&t<=3.5)
   x=['  The Fault in Phase C to Ground (CG)  '];
elseif (t>=3.7 &&t<=4.5)
   x=['  The Fault in  three Phases A B  to Ground (ABG) '];
elseif (t>=4.7 &&t<=5.5)
   x=['  The Fault in  Two Phases B C to Ground (BCG) '];
elseif (t>=5.7 && t<=6.5)
   x=['  The Fault in  Two Phases A B short circuit (AB) '];
else (t>=6.7 && t<=7.5)
   x=['  The Fault in  Two Phases B C short circuit (BC)  '];

end

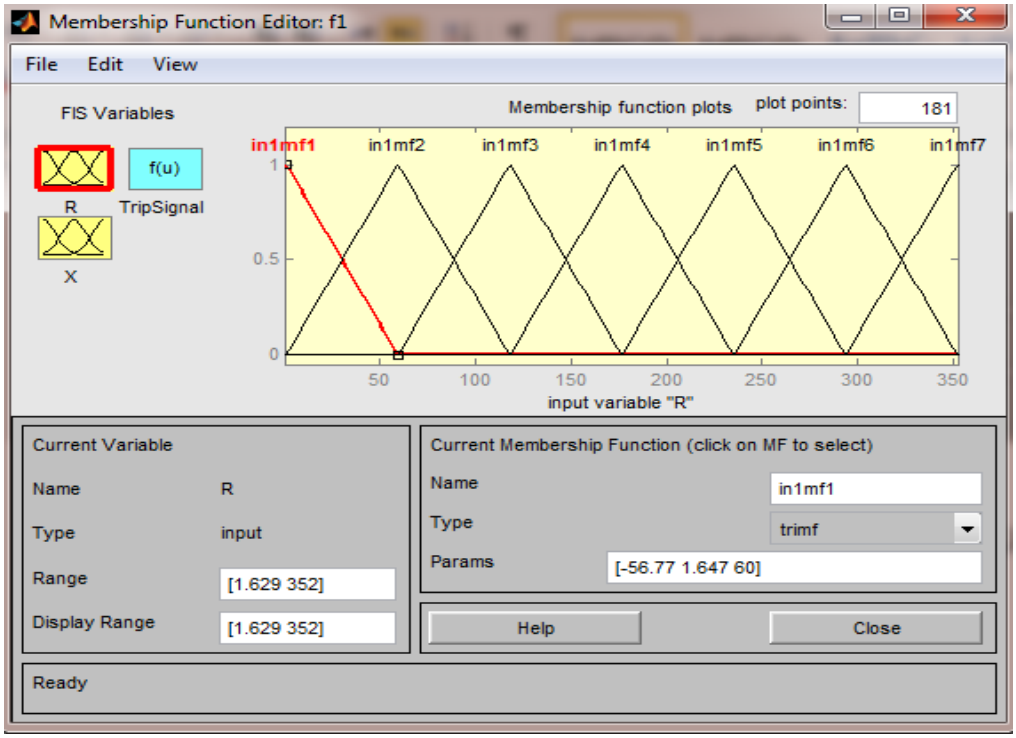
clc
LineLength=242000
   Location=l
   p=242*(l/100);
   q=[x,'at Location ',num2str(p),' Km'];
disp(q)
```

Ek-C: Sinir ağları ile eğitilen bulanık mantık

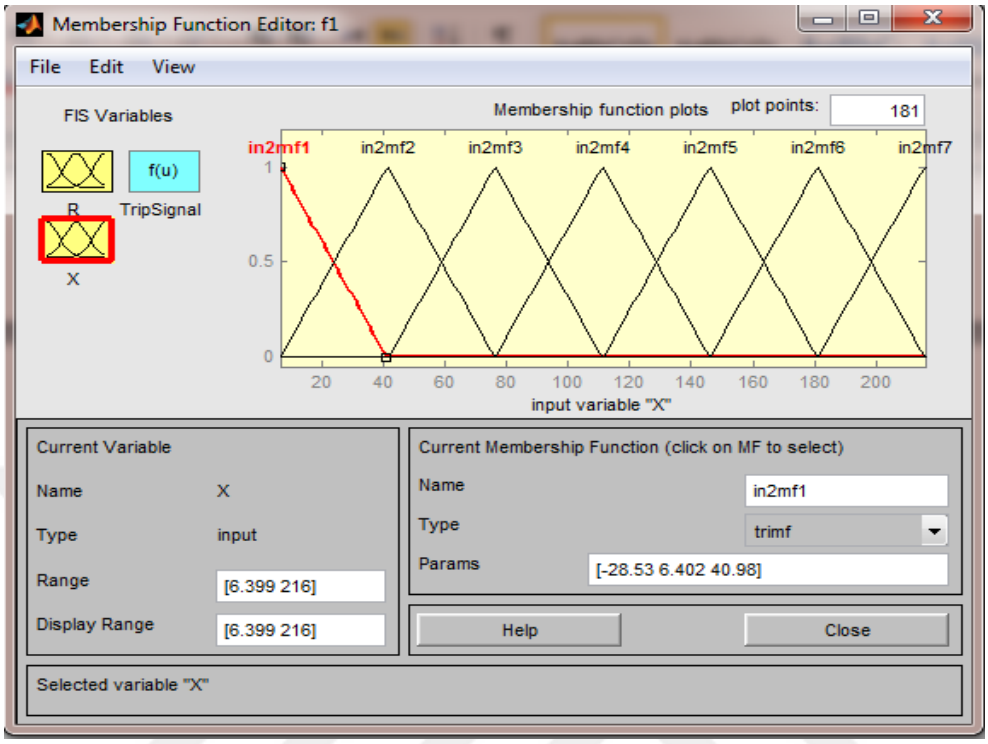
1.Arıza Tespiti yapan USBS



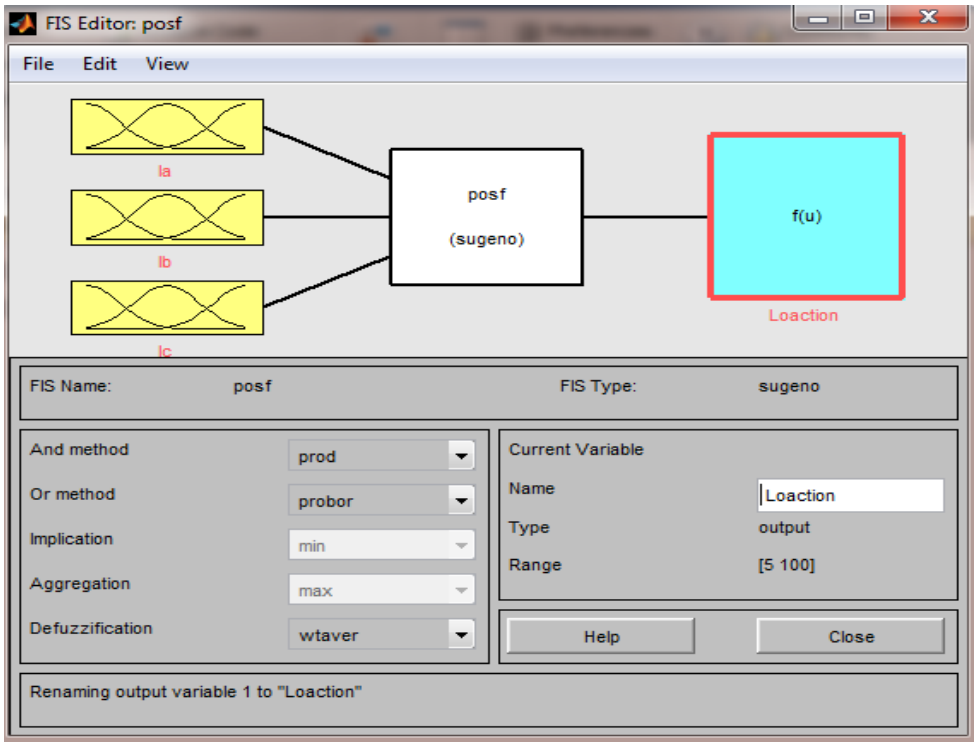
2.R rölesi tarafından ölçülen üyelik fonksiyonları



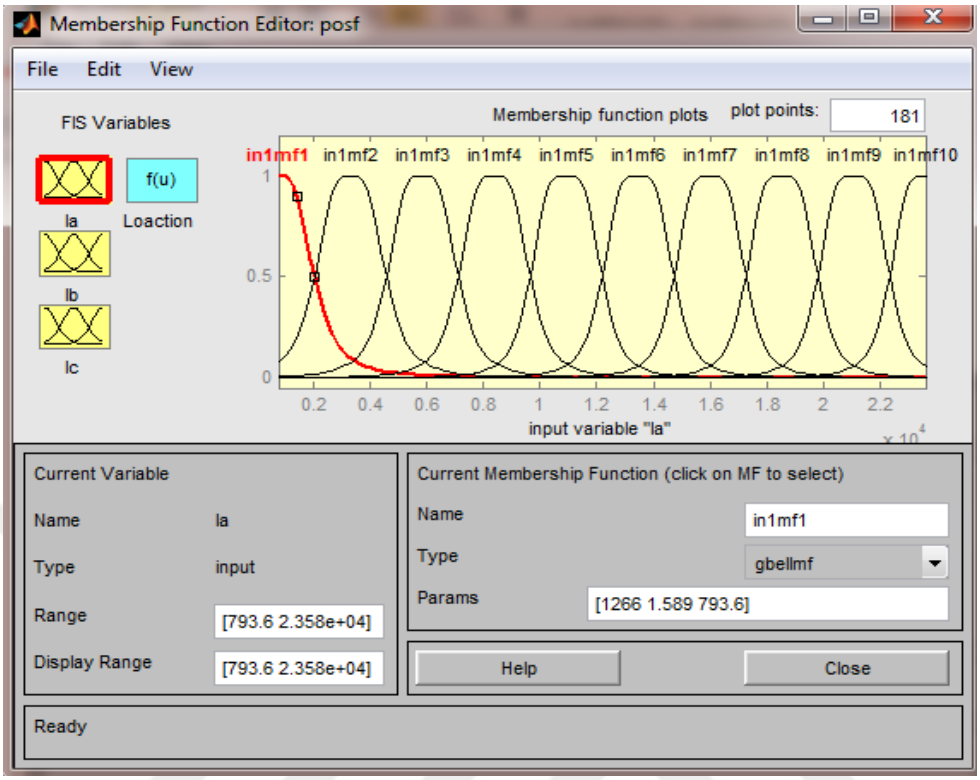
3.X Rölesi tarfından ölçülen üyelik fonksiyonları



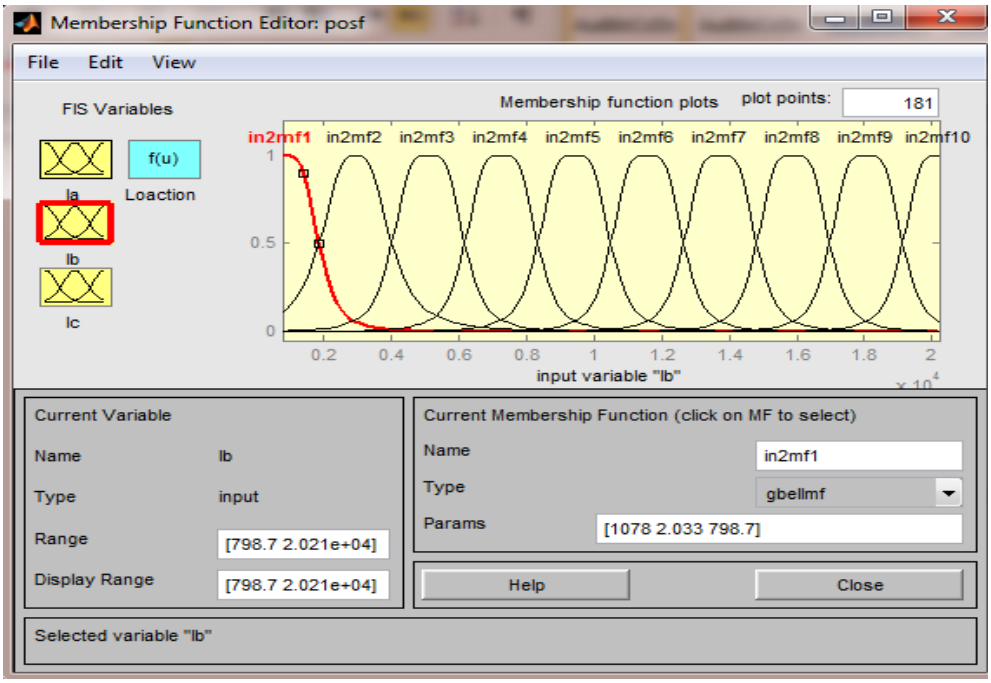
4.Arıza yeri tespit eden USBS



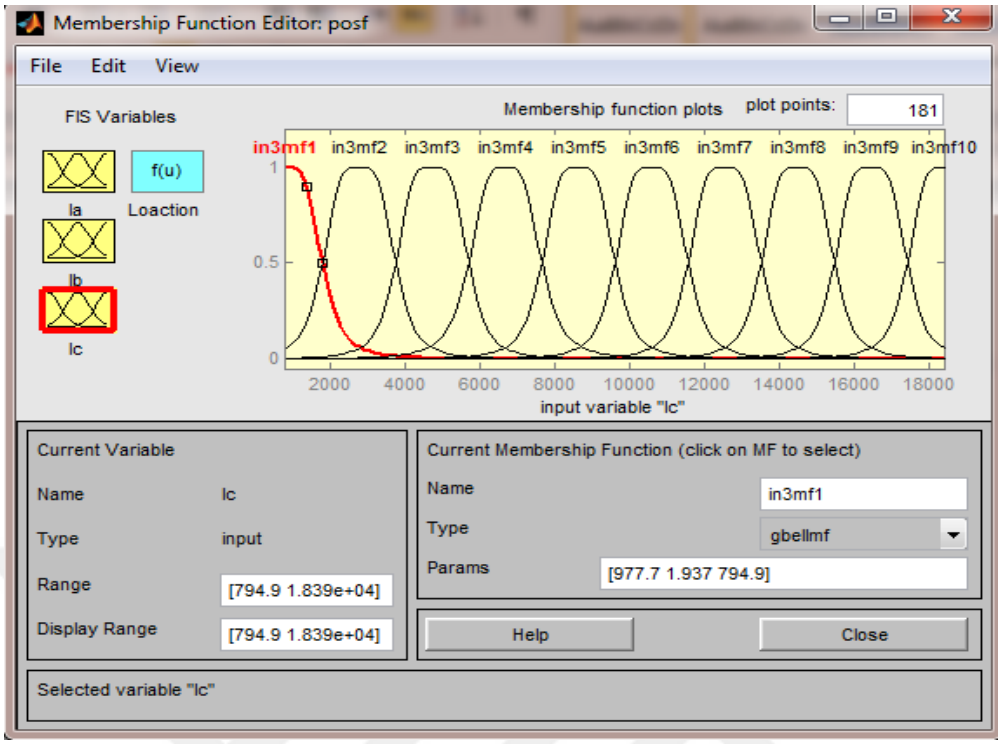
5.A fazı akımının üyelik fonksiyonları



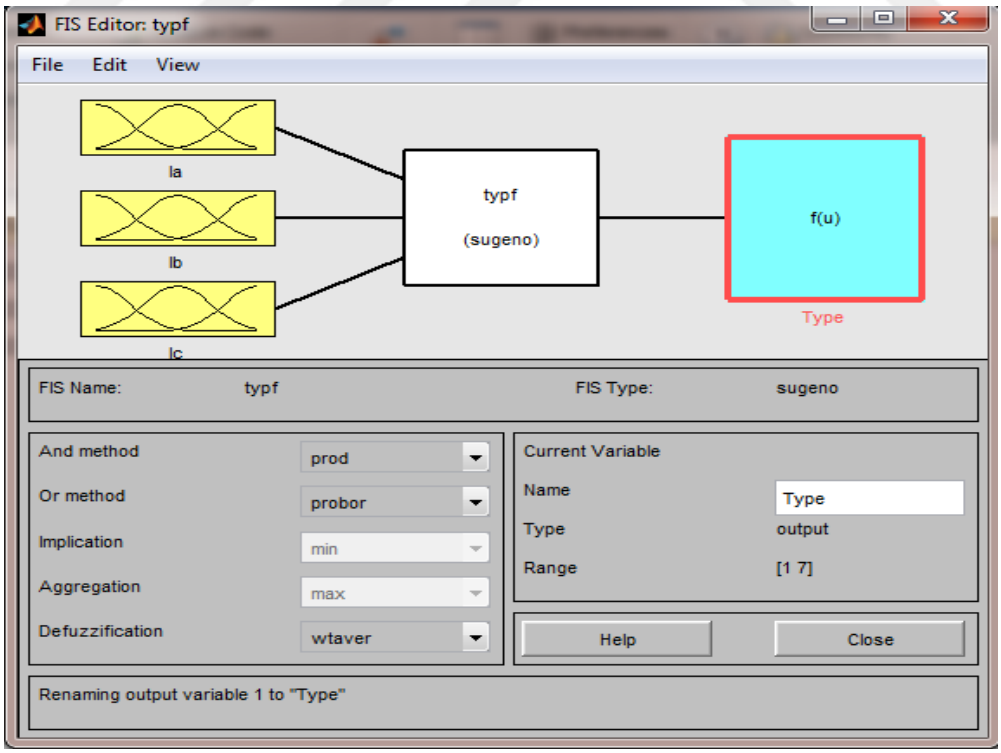
6.B fazı akımının üyelik fonksiyonları



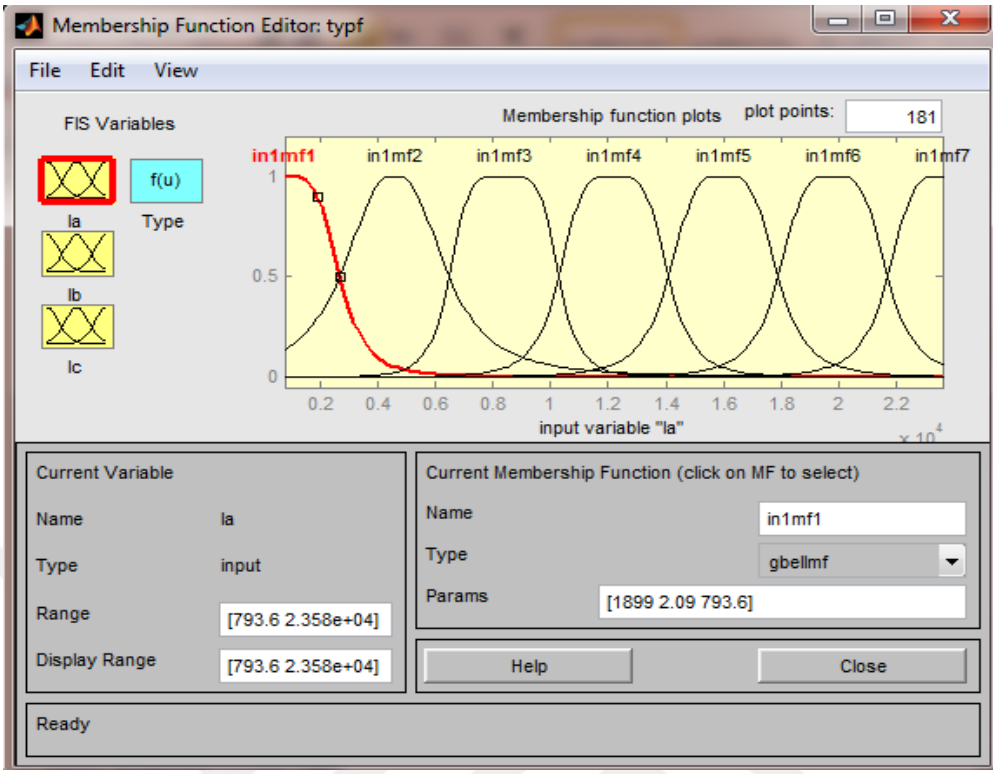
7.C fazı akımının üyelik fonksiyonları



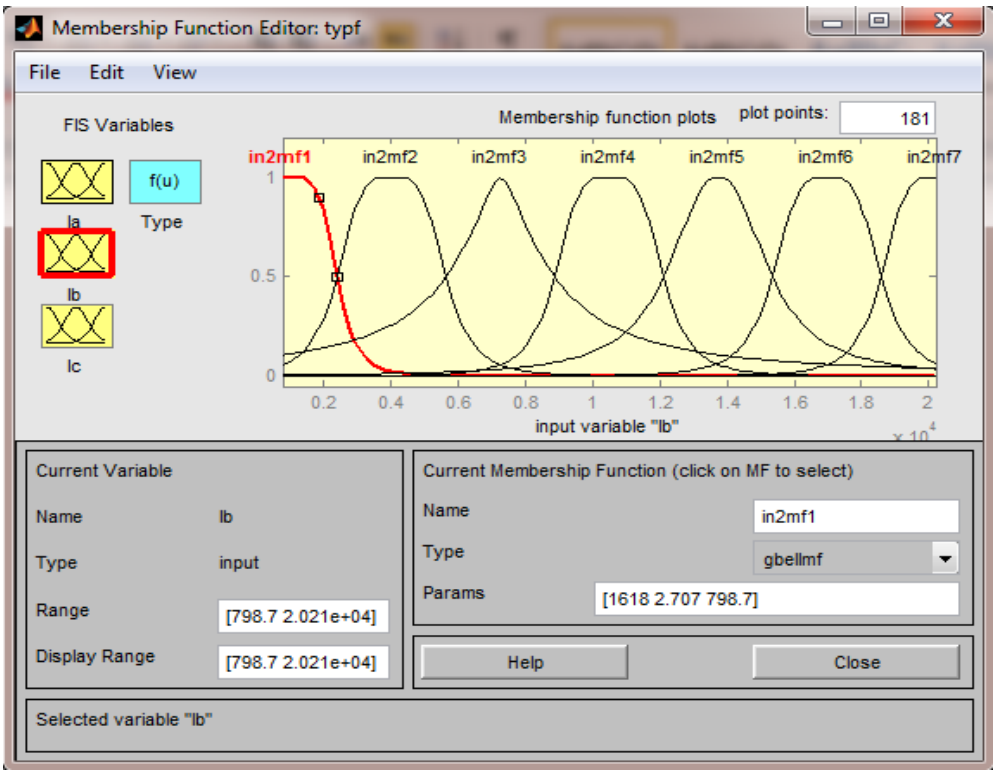
8.Arıza türü belirleyen USBS yapısı



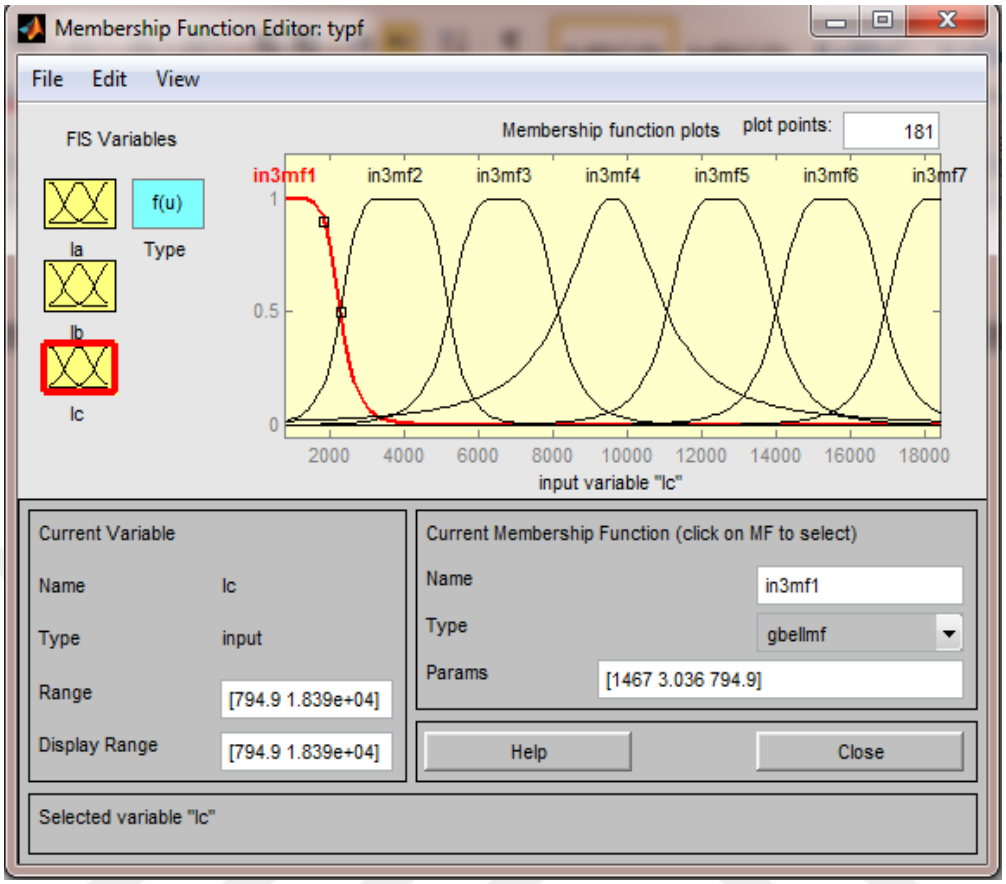
9.A fazı akımının üyelik fonksiyonları



10.B fazı akımının üyelik fonksiyonları



11.C fazı akımının üyelik fonksiyonları



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Rian AL-RAHHAWI

Doğum Yeri ve Yılı : Musul, 1978

Medeni Hali :Evli

Yabancı Dili : İngilizce, Arapça

E-posta : rayan_riyad@yahoo.com

Eğitim Durumu

Lise : 1993-1996 ALWALEED Lisesi

Lisans : 1996-2001 MOSUL Üniversitesi

Mesleki Deneyim

- 2002-2004: Kerkük- 33 Kv İletim Hatları Bakım Şube Başkanı.
- 2004-2008: Kerkük Aydınlatma Şube Başkanı
- 2008-2014: Kerkük Elektrik Kontrol Şube Başkanı

Yayınları

Rian Al-Rahhawi, Çalış,H.Simulation And Desing Of The Distance Relay By Using ANFIS To Detect Faults In (Baiji-West Baghdad) Transmission Line, International Journal of Scientific and Engineering Research, Vol.7, No.5, 2016.