

Mesafe Koruma Röleleri İçin Ayar ve Test Verilerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Setting and Test Data for Distance Protection Relays

Ersin Gökteuçar¹, Bora Alboyacı²

¹Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü Umuttepe Kampüsü-
İzmit Kocaeli/Türkiye
195102045@kocaeli.edu.tr

²Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü Umuttepe Kampüsü-
İzmit Kocaeli/Türkiye
alboyaci@kocaeli.edu.tr

Özet

Elektrik iletim sistemleri için vazgeçilmez koruma düzenlerinden olan mesafe koruma rölelerinin ayarları ve testleri bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Mesafe koruma rölesi korunan hattın özelliklerine göre değişen birçok parametre hesaplanarak ayarlanmakta ve sisteme dahil edilmeden önce sistemde güvenli çalışabilmesi için öncesinde test edilmektedir. Bu makalede örnek olarak Schneider Electric Micom P443 marka model mesafe koruma rölesi seçilerek bu röle içerisindeki ayar parametreleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Korunacak hatta göre ayarlanan mesafe koruma rölesi, Omicron CMC356 marka model röle test cihazı ile uluslararası standartlar dahilinde test edilmiştir. Röle testleri değerlendirilerek, ilgili rölelerinin fonksiyonlarını doğru olarak yerine getirip getirmediikleri testleri ve test raporları incelenerek değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Güç sistemlerinde koruma, Koruma sistemleri, Koruma rölesi testi, Mesafe koruma rölesi.

Abstract

In this study, relay setting and testing of distance protection relays, which have an important place in electrical transmission systems, are emphasized. The distance protection relay is adjusted by calculating many parameters that change according to the characteristics of the protected line and is tested before being included in the system so that it can work safely in the system. In this article, Schneider Electric Micom P443 brand distance protection relay is selected as an example and the setting parameters in this relay are explained in detail. The distance protection relay, which is adjusted according to the line to be protected, has been tested with the Omicron CMC356 brand model relay tester within international standards. To this study; The test reports obtained from the relay test device were added and these test reports were interpreted in the conclusion part and it was revealed whether the relay worked within the limits.

Keywords: Protection systems, Distance protection relay, Protection relay test, Protection in power system.

1. Giriş

Türkiye elektrik iletim sisteminde TEİAŞ'ın 2020 yılı verilerine göre iletim hattı uzunluğu 71098 km, yeraltı kablo uzunluğu 568,2 km olmak üzere 192969 MVA kurulu güce sahip 1975 adet transformator bulunmaktadır. [1] Bu iletim sisteminde bulunan teçhizatlar birçok koruma rölesi ile korunmakta, kesintisiz ve kaliteli elektrik iletimi sağlanmaktadır. Elektrik enerjisi iletim hatlarında meydana gelen arızalar çok yüksek miktarlarda arıza akımları akmasına neden olmaktadır. Meydana gelen bu arızalar enerji arz güvenliğini tehdit etmekle beraber yüksek arıza akımları iletim sisteminde kullanılan teçhizatlara ciddi zarar verebilmektedir. Bu nedenle, ilgili arızalı kısım sistemden en kısa sürede izole edilmelidir. İletim hatlarında meydana gelen bu arızaları tespit edip ilgili hattın kesicilerini açtırmak suretiyle sistemden izole etmek için kullanılan dijital koruma röleleri arızalı bölgeyi milisaniyeler mertebesinde sistemden ayırabilmektedir. Bu çalışmada koruma rölesi çeşitlerinden olan Schneider Electric Micom P443 marka model mesafe koruma röleleri üzerinde durulacaktır.

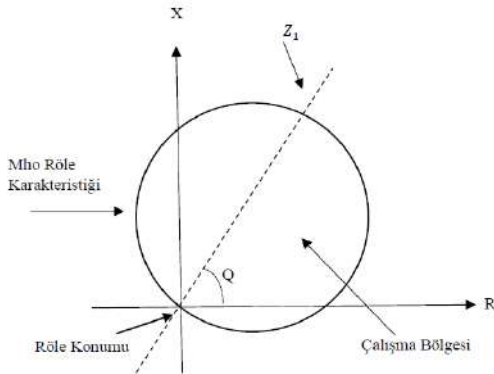
Mesafe koruma röleleri ile ilgili koordinasyon ve test çalışmalarının bir kısmını özetlemek gerekirse; Özevin ve Yumurtacı, Makine OSB TM'de 400 kV Tepeören enerji iletim hattı için mesafe koruması sürecinde hesaplama çalışması, sistemin simule edilmesi gibi çalışmaları gerçekleştirmiş ve test cihazıyla röleyi test etmişlerdir. [2] Yeroğlu ve Akdağ, Digsilent programını kullanarak bir mesafe koruma rölesi tasarlamış ve koordinasyonunu gerçekleştirmişlerdir. [3] Carl-Oskar Lill Finlandiya'daki Novia Uygulamalı Bilimler Üniversitesindeki lisans tezinde bir mesafe koruma rölesini programlamış ve Omicron CMC 356 marka model röle test cihazı ile test etmiştir. [4] Hung Manh Tran ve Henry Akyea İsveç'teki Chalmers Teknik Üniversitesindeki yüksek lisans tezinde ABB REL 511*2.3 marka model mesafe koruma rölesini programlamış ve test etmişlerdir. [5] J. Havelka ve arkadaşları Hırvatistan'daki

bir bölge için mesafe koruma hesaplamalarını yapmış ve CAPE yazılımı vasıtasıyla simüle ettiği sistemi test ederek bir takım sonuçlar elde etmiştir.[6] Laurie Martuscello ve arkadaşları 14 Ağustos 2003 tarihinde Kuzey Amerika'da meydana gelen elektrik kesintisi sonrası kararlı güç salınımları sırasında mesafe koruma rölelerinin çalışma durumlarını test etmişlerdir.[7]

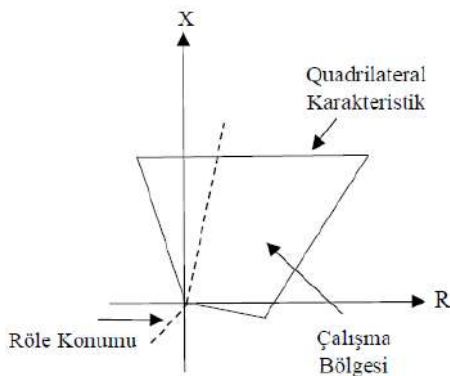
Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak Türkiye elektrik iletim sisteminde kullanılan gerçek ve güncel hat parametreleri referans alınmıştır. Ayrıca örnek seçilen mesafe koruma rölesinin programlama detaylarına da yer verilmiştir. Çalışmada 154 kV Tepeören- Yarımcı 1 elektrik iletim hattının Tepeören tarafında bulunan bir mesafe koruma rölesi ele alınmış, röle ayarları Schneider Electric Micom S1 Studio programında yapılmıştır. Ayarlanan mesafe koruma rölesi Omicron CMC356 röle test sistemi ile test edilmiştir.

2. Mesafe Koruma Rölesi Hakkında Genel Bilgiler

Mesafe koruma rölesinin çalışma prensibi empedans ölçümüne dayanır. Akım ve gerilim transformatörleri vasıtasıyla korunan hattın akım ve gerilim değerleri anlık olarak röle tarafından izlenmektedir. Ölçülen bu akım ve gerilimler kullanılarak röle tarafından empedans hesaplaması yapılmakta ve bu hesaplanan empedans, rölede ayarlanan kademelerin empedans değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan empedans değeri, herhangi bir şekilde rölede ayarlanmış kademelerden birine girdiği takdirde röle başlatma alıp ayarlanan gecikme zamanı dolduğu zaman kesicilere açma komutu göndermektedir.



Şekil 1. Mho karakteristik eğrisi



Şekil 2. Quadrilateral karakteristik eğrisi

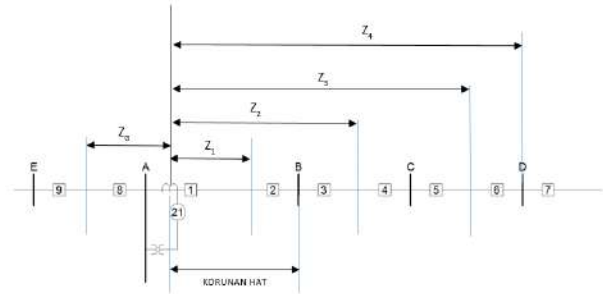
Şekil 1 ve Şekil 2'de iletim hattının empedans bileşenleri olan; endüktans ve dirence göre grafiği verilmiştir. Aynı zamanda X-R empedans diyagramı da denilen bu koordinat sisteminde

ordinat çizgisi; iletim hattının reaktansını, apsis çizgisi ise iletim hattının direncini göstermektedir.

Mesafe koruma rölesi; hat empedansından daha küçük değerde bir empedans ölçtüğü anda Şekil 1 ve Şekil 2'de verilen eğrilerin çalışma bölgesine girecek ve kesiciye açma komutu gönderecektir. Çalışma bölgesi dışına düşen empedanslarda ise kesiciye açma komutu göndermeyecektir.

Ayrıca mesafe koruma röleleri arıza noktasında ölçtüğü empedans değeri ile daha önceden röleye girilen hattın toplam empedans değerini oranlayarak arızanın tam olarak nerede gerçekleştiği bilgisini de kullanıcıya vermektedir. Böylece arıza yerinin tespiti için hattın tamamının taranmasına gerek olmadan doğrudan arıza kilometresine müdahale edilmekte ve arıza süreci kısa sürmektedir.

Mesafe koruma rölesi, sadece bulunduğu hattı korumayıp daha ilerisindeki ve daha gerideki hatların da yedek korumasını yaptığı için birden fazla kademe ayar değeri bulunmaktadır. [8]



Şekil 3. Mesafe koruma rölesi koruma kademe bölgeleri

Şekil 3'de görüldüğü gibi bir koruma rölesi koruduğu iletim hattının devamındaki komşu en kısa hat ile komşu en uzun hattı da koruyacak şekilde koordinasyon uygulanmaktadır.

Ülkemizde elektrik güç sistemi işletmecisi TEİAŞ'ın genel olarak kullandığı kademe bölgeleri sınır değerleri ve açma zaman gecikmeleri aşağıda verilmiştir. [9]

- Kademe 1 (Z1), korunan hattın uzunluğu 0-5 km için hat empedansının %70'i, 5-20 km için %80'i, 20 km'den fazla hat uzunluğuna sahip hatlarda ise hat empedansının %85'ine kadar korunmaktadır. 0 sn'de kesiciye açma komutu gönderilmektedir.
- Kademe 2 (Z2), korunan hattın empedans değeri ile komşu en kısa hattın empedans değerinin %50'sinin toplamına kadar olan bölgeyi korumaktadır. 400 ms'de kesiciye açma komutu gönderilmektedir.
- Kademe 3 (Z3), korunan hattın empedans değeri ile komşu en uzun hattın empedans değerinin %100-%120 sinin toplamına kadar olan bölgeyi korumaktadır. T= 800 ms'de kesiciye açma komutu gönderilmektedir.
- Kademe 4 (Z4), Z3 empedans değerinin 1.2 katına kadar olan bölgeyi korumaktadır. 1500 ms'de kesiciye açma komutu gönderilmektedir.
- Kademe P (ZP), geri yöndeki kademedir. Korunan hattın bağlı bulunduğu baradaki kendisi de dahil olmak üzere en kısa hattın empedans değerinin %5-%10'una kadar olan bölgeyi korumaktadır. Geri kademe kullanımındaki amaç; korunan hattın

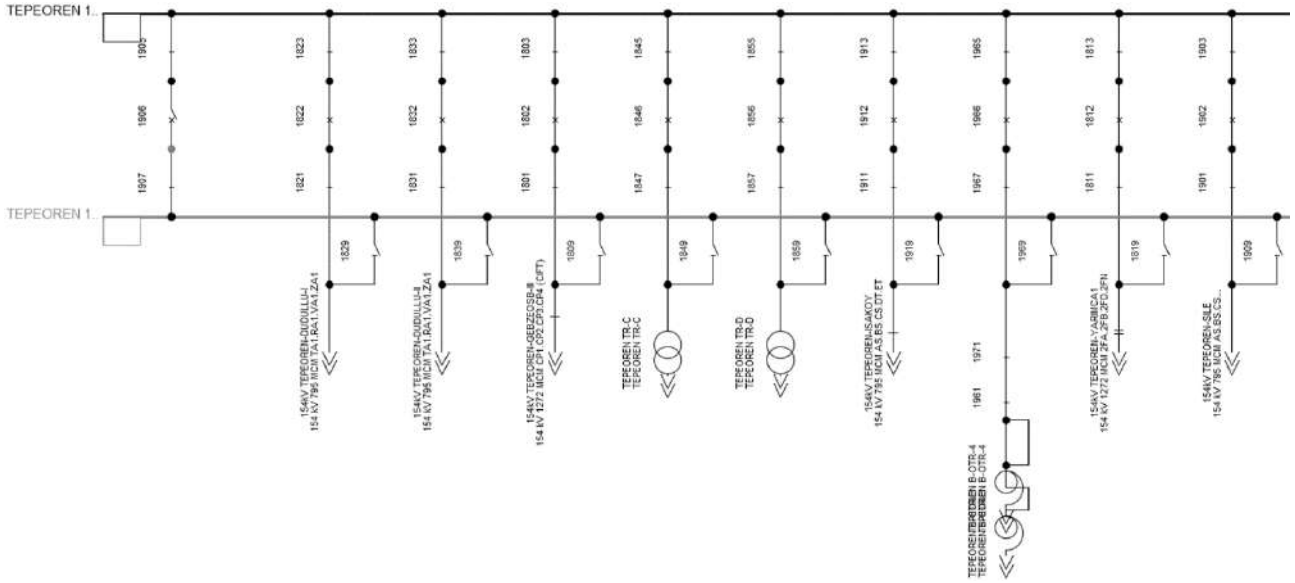
gerisinde eğer bara varsa barayı korumaktır. 350 ms’de kesiciye açma komutu gönderilmektedir.

3. Örnek Seçilen Mesafe Koruma Rölesinin Ayar ve Testleri

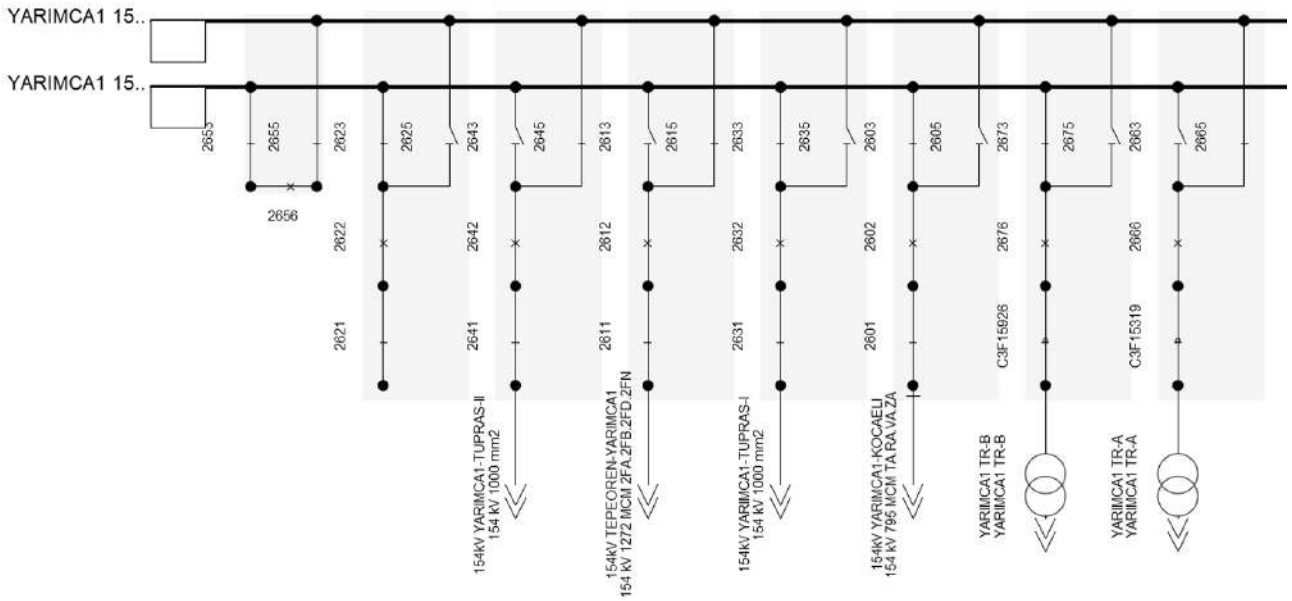
Bu bölümde örnek seçilen iletim hattında bulunan mesafe koruma rölesi için gerçek hat parametreleri referans alınarak yapılan empedans hesaplarına göre koruma bölgeleri belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler mesafe koruma rölesine girilmiş ve standartlar içerisinde olduğunu gözlemleyebilmek için röle testlerindeki sonuçlara yer verilmiştir.

3.1. Örnek Seçilen İletim Sistemi

Bu bölümde mesafe koruma rölesi ayar ve testlerini tam manası ile gerçekleştirebilmek için elektrik iletim sistemimizde devrede olan, Şekil 4 ve Şekil 5’de tek hat şemaları verilen 154 kV Tepeören-Yarımca-1 hattı ele alınmıştır.



Şekil 4. Tepeören TM 154 kV A ve B barası tek hat şeması



Şekil 5. Yarımca 1 TM 154 kV A ve B barası tek hat şeması

Örnek röle olarak Micom p443 mesafe koruma rölesi, röle test cihazı olarak ise OMİCRON CMC 356 seçilmiştir. Seçilen örnek iletim hattında kullanılan akım transformatörü 1200/5 A, gerilim transformatörü ise 154/0,1 kV değerindedir. Röle ayarı

ve testi kullanılan markaya göre bir takım farklılıklar içerse de genel olarak aynı mantığa dayanmaktadır. Tepeören tarafında bulunan mesafe koruma rölesine göre ayarlar ve hesaplamalar yapılmıştır.

Ayarlarda kullanılacak tüm değerler, ilgili hatta kullanılan gerçek değerler olup Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. İletken karakteristik empedans değerleri

Tip	Gerilim	$r_1 \left(\frac{\Omega}{km} \right)$	$X_1 \left(\frac{\Omega}{km} \right)$	$r_0 \left(\frac{\Omega}{km} \right)$	$X_0 \left(\frac{\Omega}{km} \right)$
477 MCM tek	154 kV	0,13352108	0,42878528	0,41558576	1,20917449
795 MCM tek	154 kV	0,08228000	0,40705000	0,36808000	1,21032000
795 MCM çift	154 kV	0,08230000	0,38462000	0,29392000	1,31676000
954 MCM	154 kV	0,06878000	0,40476000	0,35450000	1,20635000
1272 MCM çift	154 kV	0,05080000	0,37250000	0,25398000	1,30376000
R2x954 MCM-Rail	400 kV	0,03500000	0,32200000	0,29400000	1,05900000
C2x954 MCM-Cardinal	400 kV	0,03514000	0,32162000	0,29189000	1,06216000
C3x954 MCM-Cardinal	400 kV	0,02324000	0,26610000	0,30512000	0,99957000
C3x1272 MCM-Pheasant	400 kV	0,01750000	0,26216000	0,30750000	0,98500000
3x1272 MCM çift	400 kV	0,01752000	0,25985000	0,30803000	0,98540000

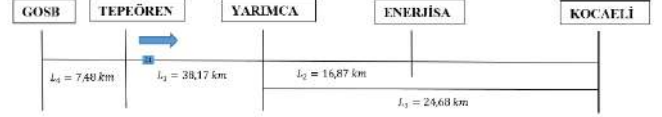
3.2. Röle Ayarları

Bu bölümde röle ayarı yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmıştır. Bu çalışmada örnek olarak seçilen mesafe koruma rölesi özelinde yapılan ayarlamalara da değinilmiştir. Genel hatlarıyla yapılan ayarlamalar aşağıdaki gibidir :

- Mesafe koruma rölelerinin arıza anında kesiciye açma komutu gönderebilmesi için ilgili kesicinin bir takım bilgileri mesafe koruma rölesine sekonder kablaj olarak taşınması gerekir. Taşınan bu bilgileri röle arayüzünde de doğru bir şekilde ayarlamamız büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada da röle ayarı yapılırken, kesicinin tekrar kapama özellikleri, kesici konum bilgisi gibi bilgiler röle programında sekonder projesine göre ayarlanmıştır.
- Mesafe koruma rölesinin temel prensibinde arıza olup olmadığını anlayabilmesini sağlayan koruduğu iletim hattının akım gerilim bilgisi de röleye sekonder kablaj olarak taşınması gerekir. Fiziksel olarak taşınan bu bilgileri de röle arayüzünde doğru bir şekilde ayarlamamız büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada sekonder proje incelenerek; akım transformatörü 1200/5 A, gerilim transformatörü ise 154/0,1 kV olarak ayarlanmıştır.
- Hesaplanan empedans değerleri mesafe koruma rölesinin arayüzünde bulunan koruma kademelerine doğru bir şekilde girilmesi gerekmektedir. Röleye girilen koruma kademe bölgelerinin kesiciye açma komutu göndermesi için beklemesi gereken süreler de röle arayüzünde belirtilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kademe 1 için 0 ms, kademe 2 için 400 ms, kademe 3 için 800 ms, geri kademe için ise 0.350 ms olarak belirlenerek röle ayarı yapılmıştır.

3.3. Röle Empedans Hesaplamaları

Örnek olarak seçilen iletim sisteminde 1272 MCM çift devre tipinde iletken kullanılmıştır. Örnek seçilen sistemde mesafe koruma rölesinin bulunduğu korunan hat L_1 , korunan hatta komşu en kısa hat L_2 , korunan hatta komşu en uzun hat L_3 , korunan hattın geri yönündeki en uzun hat ise L_4 olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu iletim hatları Şekil 6’daki diyagramda gösterilmektedir.



Şekil 6. Korunan İletim Hattının Diyagram Gösterimi

Hattın tipine, direk çeşidine, yan yana sistemler olup olmamasına göre belirlenen hat empedans değerleri mesafe koruma rölesine primer veya sekonder değer olarak girilmektedir. Bu çalışmada tüm kullanılan değerler sekonder olarak dönüştürülmüş ve röleye sekonder değer olarak girilmiştir. Bu değerler ;

k_Z sekonder çevirme oranı, akım transformatörü oranı (ATO), gerilim transformatörü oranı (GTO) olmak üzere denklem (3.1)’de verilmiştir.

$$k_Z = \frac{ATO}{GTO} = \frac{240}{1540} = 0,156 \quad (3.1)$$

Z_1 birinci kademe bölgesi empedansı, Z_1 faz-faz empedans (pozitif bileşen empedans), Z_0 faz-toprak empedans (sıfır bileşen empedans), R_1 ve R_0 ilgili hatların rezistif, X_1 ve X_0 ilgili hatların endüktif empedans değerleri, k_{ZN} toprak düzeltme katsayısı, $\tan^{-1} \left(\frac{X_1}{R_1} \right)$ ve $\tan^{-1} \left(\frac{X_0}{R_0} \right)$ kademe açıları olmak üzere; bu ifadelerle ilişkin değerler, denklem (3.2) ile (3.11) arasında verilmiştir.

$$R_1 = L_1 * r_1 * k_Z \quad (3.2)$$

$$X_1 = L_1 * x_1 * k_Z \quad (3.3)$$

$$R_0 = L_1 * r_0 * k_Z \quad (3.4)$$

$$X_0 = L_1 * x_0 * k_Z \quad (3.5)$$

$$Z_1 = \sqrt{(L_1 * r_1 * k_Z)^2 + (L_1 * x_1 * k_Z)^2} = 2,237 \Omega \quad (3.6)$$

$$\tan^{-1} \left(\frac{X_1}{R_1} \right) \rightarrow \tan^{-1} \left(\frac{2,216}{0,302} \right) = 82,2^\circ \quad (3.7)$$

$$Z_0 = \sqrt{(L_1 * r_0 * k_Z)^2 + (L_1 * x_0 * k_Z)^2} = 7,902 \Omega \quad (3.8)$$

$$\tan^{-1} \left(\frac{X_0}{R_0} \right) \rightarrow \tan^{-1} \left(\frac{7,756}{1,511} \right) = 79^\circ \quad (3.9)$$

$$k_{ZN} = \frac{Z_0 - Z_1}{3 * Z_1} = \frac{(1,511 + j7,756) - (0,302 + j2,216)}{3 * (0,302 + j2,216)} = 0,84 - j0,06 \quad (3.10)$$

$$k_{ZN} = 0,84, \quad k_{ZN} \text{ açısı} = -4,1^\circ \quad (3.11)$$

Z_1 , 1. kademe koruma bölgesi empedansları olmak üzere korunan hattın pozitif bileşen empedansının %85’ini kapsamaktadır. Buna göre 1. kademe koruma bölgesi empedansları denklem (3.12)’de verilmektedir.

$$Z1 = 2,237 * 0,85 = 1,901 \Omega \quad (3.12)$$

Nihai olarak yukarıdaki faz-faz ve faz-toprak empedans değerleri mesafe koruma rölesine girilmektedir. Diğer kademe bölgelerini de bu şekilde hesaplayacak olursak;

Z2, 2. kademe koruma bölgesi empedansı olmak üzere; korunan hattın empedans değeri ile komşu en kısa hattın empedans değerinin %50'sinin toplamını kapsamaktadır. Buna göre 2. Kademe koruma bölgesi koruma bölgesi empedansları denklem (3.13)'de verilmektedir.

$$Z2 = 2,237 + \frac{1,219}{2} = 2,846 \Omega \quad (3.13)$$

Z3, 3. kademe koruma bölgesi empedansları olmak üzere; korunan hattın empedans değeri ile komşu en uzun hattın empedans değerinin %120'sinin toplamını kapsamaktadır. Buna göre 3. kademe koruma bölgesi empedansları denklem (3.14)'de verilmektedir.

$$Z3 = 2,237 + (1,20 * 1,446) = 3,972 \Omega \quad (3.14)$$

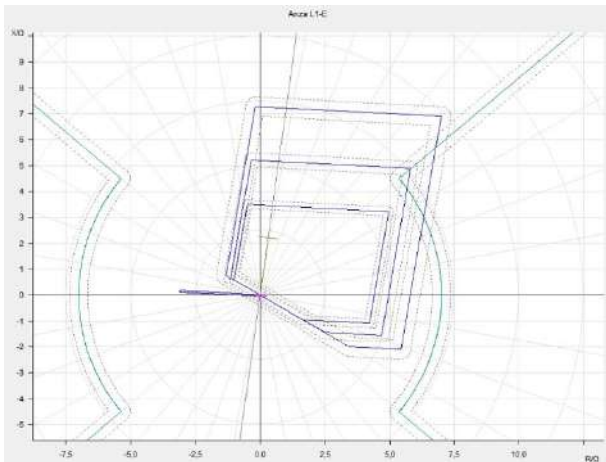
ZP, geri kademe koruma bölgesi empedansları olmak üzere; korunan hattın bağlı bulunduğu baradaki kendisi de dahil olmak üzere en kısa hattın empedans değerinin %5'ini kapsamaktadır. Buna göre geri kademe koruma bölgesi empedansları denklem (3.15)'de verilmektedir.

$$ZP = 0,484 * 0,05 = 0,024 \Omega \quad (3.15)$$

Hesaplanan bu değerler röle arayüzünde bulunan hat parametreleri ve koruma kademe bölgelerine girilmek suretiyle röle ayarlamaları tamamlanmaktadır.

3.4. Röle Testleri

Hesaplanan değerlere göre ayarlanan örnek mesafe koruma rölesinin ayarları mesafe koruma rölesinden çekilmiş, röle testinin gerçekleştirileceği röle test cihazına aktarılmıştır. Aktarılan ayarlara göre röle test cihazının oluşturduğu faz toprak empedans grafiği (X-R diyagramı) Şekil 7' de, faz-toprak arıza atım noktaları ise Şekil 8'de gösterilmektedir.

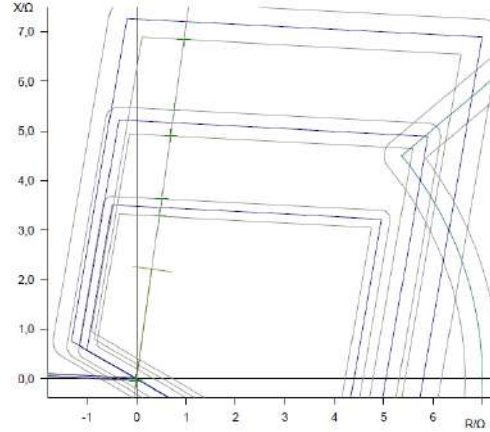


Şekil 7. Örnek Mesafe Koruma Rölesi Empedans Diyagramı

Röle test cihazında hat üzerinde tüm koruma kademe bölgelerinin alt ve üst sınırlarında faz-toprak ve faz-faz arızaları oluşturulmuş, kesici açma süreleri incelenmiştir. Oluşturulan arızalar ve açma süreleri faz-toprak için Tablo 2 ve faz-faz için Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Faz-toprak Arızası Test Sonucu

	ARIZA EMPEDANSI	ARIZA AÇISI	AÇMA SÜRESİ	SONUÇ
1	3,314 Ω	82 °	29,40	Geçti
2	3,667 Ω	82 °	412,7	Geçti
3	4,958 Ω	82 °	428,6	Geçti
4	5,477 Ω	82 °	814	Geçti
5	6,908 Ω	82 °	846	Geçti
6	7,643 Ω	82 °	Trip yok	Geçti
7	37,57 m Ω	-98 °	385,9	Geçti
8	41,57 m Ω	-98 °	Trip yok	Geçti



Şekil 8. Faz-toprak arıza atım noktaları

Tablo 3. Faz-faz Arızası Test Sonucu

	ARIZA EMPEDANSI	ARIZA AÇISI	AÇMA SÜRESİ	SONUÇ
1	1,808 Ω	82 °	29,40	Geçti
2	2 Ω	82 °	412,7	Geçti
3	2,7 Ω	82 °	428,6	Geçti
4	2,987 Ω	82 °	814	Geçti
5	3,771 Ω	82 °	846	Geçti
6	4,169 Ω	82 °	Trip yok	Geçti
7	22,66 m Ω	-98 °	385,9	Geçti
8	25,07 m Ω	-98 °	Trip yok	Geçti

4. Sonuç

Bu çalışmada elektrik iletim hatlarının korunmasında önemli bir koruma türü olan mesafe koruma röleleri ele alınmıştır. Elektrik iletim sistemine dahil edilecek mesafe koruma röleleri, sisteme dahil edilmeden önce koruma işlevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirmeleri için birtakım programlama ve testlere tabi tutulması gerekmektedir. Bu kapsamda; örnek bir mesafe koruma rölesi seçilmiş ve elektrik iletim sistemine dahil edilmeden önce uygulanması gereken ayarlar ve testler üzerinde durulmuştur. Sistemde kullanılan gerçek değerlere göre yapılan ayarların doğruluğunu değerlendirebilmek için röle test cihazı ile mesafe koruma rölesinin çalışması test edilmiştir. Test sonucunda elde edilen test raporları, arıza kayıtları ve grafikleri incelenmiş ve bir takım sonuçlar alınmıştır.

Test sonuçları incelendiğinde; mesafe koruma rölesi ayarlanan kademe bölgelerinin içerisine giren arızalarda kesiciye açma komutu göndermiştir. Gönderilen açma komutları kademeler arasındaki zaman gecikmelerine uygun olduğu gözlemlenmiştir. Ayarlanan kademe bölgesinin dışında

oluşturulan arızada ise mesafe koruma rölesi herhangi bir açma komutu göndermemiştir. (Faz-toprak arızalarda rölenin karakteristiği gereği kademe empedans değerlerini $1 + k_{ZN}$ ile çarparak ötelemektedir.)

Gözlemlenen sonuçlara göre; mesafe koruma felsefesinde bir standart olan ani korumanın (0-40 ms) sağlandığı görülmektedir. Sadece kademe bölgelerinin içerisinde kalan arızalarda açma yaptığı görüldüğünden dolayı ise bir diğer standart olan seçicilik kriterini de sağlamaktadır.

Bu çalışma mesafe koruma rölesinin elektrik iletim sistemine dahil edilmeden önce olası yanlış açmalarını önlemek için yapılmıştır. Testler sayesinde örnek mesafe koruma rölesinin hızlı ve güvenilir olduğu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak; yanlış açmaların önüne geçmek, elektrik arz güvenliği gibi nedenlerden dolayı bu tür koruma rölelerinin testini içeren çalışmaların çoğaltılması büyük önem arz etmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] TEİAŞ 2020 Yılı Faaliyet Raporu.
- [2] ÖZEVİN E. “ Elektrik güç sistemlerinde hatların kısa devre ve güç salınımına karşı nümerik mesafe röleleri ile korunmasının incelenmesi ve dinamik simülasyon gerçekleştirilmesi “ , Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2015.
- [3] AKDAĞ O. , YEROĞLU C. “ 154 kv iletim hatlarında arıza tespiti için mesafe koruma rölesi tasarımı ve koordinasyonu benzetimi “ Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, cilt 8, sayı 2, 741-754, 2019.
- [4] LİLL C.O. , “ Verification of distance protection application with scheme communication “ Novia University, Electric Engineering, Bachelor’s thesis, Vaasa, Finlandiya, 2018.
- [5] TRAN H.M., AKYEA H. “ Numerical distance protection relay commissioning and testing “ Yüksek lisans tezi, Chalmers Teknik Üniversitesi, İsveç, 2005.
- [6] J. HAVELKA, R. MALARÍC, K. FRLAN, “ Staged – fault testing of distance protection relay settings “ Measurement science review, Volume 12, No.3, 2012.
- [7] MARTUSCELLO L. , KRIZAUSKAS E. , HOLBACH J. , LU Y. “ Test of distance relay performance on stable and unstable power swing reported using simulated data of the August 14th 2003 system disturbance “ , The power systems conference, 10-13 Mart, Clemson
- [8] SAYGILI M. , TEZCAN S.S. , “ Protection modelling and analysis of energy transmission lines and implementation for Ankara region “ Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, GU J Sci, Part C, 7(2), 303- 316, 2019.
- [9] TEİAŞ Koruma Sistemleri Felsefesi.
- [10] AKDAĞ O. , YEROĞLU C. “ Güç sistemlerinde aşırı akım koruma koordinasyon modelinin oluşturulması, benzetimi ve optimizasyonu “ Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 202-214, Erzincan, Türkiye, 2019.
- [11] TEKDEMİR İ.G. , ALBOYACI B. , “ Güç salınımı tespit yöntemlerinin mesafe koruma rölesinin çalışma başarımı açısından karşılaştırılması “ , Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 27-29 Kasım 2014, Bursa.
- [12] PERDAHÇI C. , CAN İ.H. , “ Güvenilirlik analizi için dijital koruma rölesi koordinasyonu “ IV. EMO enerji verimliliği ve kalitesi sempozyumu, 223-227, Kocaeli, Türkiye, 2011.

[13] SANER, Y., Güç Dağıtım 6 Ölçme ve Koruma, Birsen Yayınevi, İstanbul,2014.