

RFID'li Mesafe Kontrol Rölesi Tasarımı

Ayetül GELEN^{1*}, Tayfun BAYRAM¹

¹Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa, Türkiye
*Sorumlu yazar: ayetul.gelen@btu.edu.tr

Özet – Enerji iletim hatlarında meydana gelen kısa devre arızalarının yerleri belirlenmeli ve en kısa sürede koruma gerçekleştirilmelidir. Bu amaç için kullanılan koruma ekipmanlarından birisi de mesafe koruma rölesidir. Bu çalışmada; mikroişlemci kontrollü olarak tasarlanan mesafe koruma rölesinin laboratuvar ortamında modellenen enerji iletim sistemindeki davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel çalışmalardan önce Matlab/simulink ortamında dört baralı, üç kısa iletim hatlı güç sistemi modellenmiştir. Belirlenen senaryolarda kaynağa yakın kısa devre; 1 ve kaynağa uzak olan kısa devre de 2 olarak isimlendirilmiştir. Yapılan uygulamalı çalışmalarda elde edilen sonuçlar modelde elde edilen sonuçlara oldukça yakın olarak elde edilmiştir. Son olarak kısa devre arızaları ayrı ayrı meydana geldiğinde mikroişlemciyle empedans ölçümü yapılarak arıza yeri tespit edilmiş ve uygun olan mesafe koruma rölesi devreyi açarak kısa devre akımlarına karşı sistem koruması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kısa devre arızası giderildiğinde, sistemi tekrar nominal koşullarda devreye almak için RFID kart okuyucu özelliği eklenmiştir. Operatör kendi personel kartını sisteme tanıttıktan sonra bu kart ile sistemi devreye alabilmektedir. Sonuç olarak; arızalı kısmın tespit edilerek anında devre dışı bırakılması için uygulanan koruma düzeni olan seçici koruma deneysel olarak gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Mesafe koruma rölesi, Kısa devre, RFID, Arıza, Modelleme, Deneysel çalışma

I. GİRİŞ

Enerji iletim hatlarında faz-nötr, faz-toprak ve faz-faz gibi kısa devre arızaları meydana gelebilmektedir. Kısa devre akımları termik ve dinamik olarak güç sistemini olumsuz olarak etkilemektedir [1]. Bu sebeple güç sistemlerindeki bu arızalı kısımlar belirlenmeli ve en kısa sürede koruma gerçekleştirilmelidir. Bu amaç için kullanılan koruma ekipmanlarından birisi de mesafe (empedans) koruma rölesidir. Bu rölenin çalışma prensibi; röle yerinin arıza noktasına olan uzaklığının, arıza yolunun empedansının ölçülmesiyle belirlenmesi ve arızalı kısmın devre dışı bırakılması için ilgili kesiciyi açması şeklindedir [1], [2].

Röle ve koruma sistemlerinin seçici, güvenli, basit ve ekonomik olması aranan özellikleridir. Özellikle seçici koruma; güç sisteminde meydana gelen bir kısa devre durumunda sadece arızaya en yakın olan koruma cihazının daha önce açma yapmasıdır [1]-[3]. Seçici korumanın olması için ise başlatma, yön ve ölçme birimleri sırasıyla çalışmalıdır.

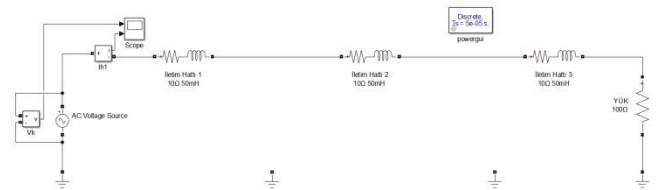
Penthong vd. [4] tarafından koruma bölgelerinin çakışması sorununu önlemek için DIGSILENT programında tasarladıkları otomatik bir mesafe koruma rölesi sunulmuştur. Yapılan çalışma önerilen algoritmanın yüksek güvenilirlikte ve kısa sürede cevap verdiğini göstermiştir. Tekdemir vd. [5] güç salınımı meydana geldiğinde mesafe koruma rölelerinin yetersiz kalması sorununu çözmek için Matlab ve PSCAD ortamında çalışmalar yapmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak azalan empedans yönteminin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada arıza yeri belirleme, empedans hesaplama ve arıza giderme konuları Matlab/Simulink'te incelenmiştir. Önerilen dijital mesafe koruma rölesi algoritması ile yüksek empedanslı bölgeler de geleneksel mesafe koruma rölelerine göre daha güvenli bir çalışmanın sağlanabileceği sunulmuştur [3]. Ancak bu çalışmaların hepsi simülasyon çalışması olup herhangi bir

uygulamalı çalışma yapılmamıştır. Ayrıca bu rölelerin kablosuz kontrol özelliği de bulunmamaktadır.

Bu çalışmada; mikroişlemci temelli, arıza temizlendiğinde sistemi tekrar devreye almak için RFID kart okuyucu ve seçici özellikli mesafe koruma rölesi simülasyon ve deneysel olarak gerçekleştirilmiştir. RFID özelliği ile operatör kendi personel kartını sisteme tanıttıktan sonra bu kart ile sistemi devreye alabilmektedir. Böylece oldukça basit bir şekilde sistem kontrolü yapılabilmektedir. Bu çalışma ile RFID kullanılarak kablosuz bir şekilde mesafe koruma rölesinin kontrol edilebilirliği gösterilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

Simülasyon çalışmaları Matlab/Simulink'te yapılmıştır. Şekil 1'de verilen ve şematik olarak kurulan güç sistemi tek fazlı, dört baralı ve üç adet kısa iletim hatlı olup, toplam iletim hattı parametreleri 10 Ω-50 mH'dir. Yük olarak 100 Ω'luk statik yük ve kısa devre durumlarında açma yapmak üzere kesici modülleri kullanılmıştır. Güç kaynağı hem 220 Vrms olarak hem de deneysel modele uygun değerlerde olacak şekilde analizler yapılmıştır.



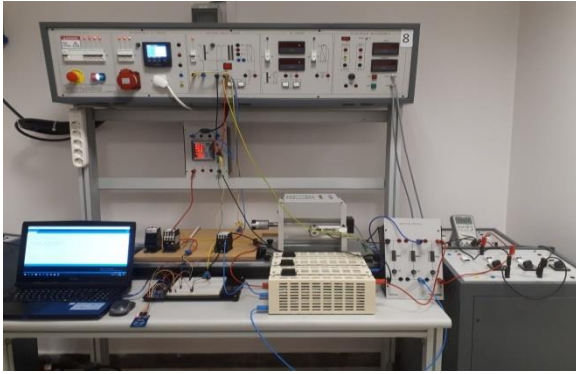
Şekil 1 Çalışılan sistemin simülasyon modeli

Deneysel devre düzeni ise Şekil 2'de verilmektedir. Gerilim kaynağı için faz nötr gerilimi 0-220 Vrms aralığında ayarlanabilen AC güç kaynağı kullanılmıştır. İletim hatlarının omik kısımları reosta ile modellenmiştir. Denetleyici olarak

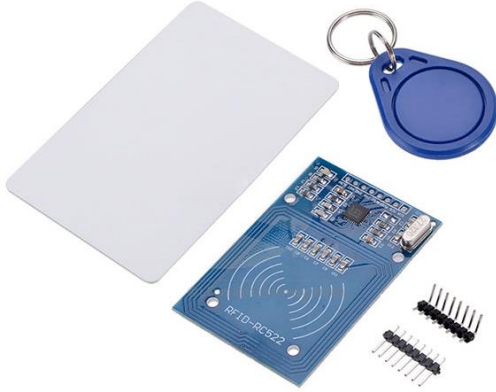
Arduino platformu seçilmiş olup hat akımı değerinin ölçeklenebilmesi için 1/1000 dönüştürme oranına sahip akım trafosu kullanılmıştır. Arduino 5 V'luk çalışma gerilimine, toplam 16 adet dijital giriş/çıkış ve 6 adet analog giriş pinine sahip bir denetleyicidir [6].

Her iki baradaki kesici modellemesi kontaktör ile yapılmıştır ve 5 V'luk röleler ile anahtarlanmışlardır. Rölelerin açma-kapama bilgisi ise kablolu olarak gerçekleştirilmiş olup Şekil 3'te gösterilen RC522-13.56 MHz RFID modülü ile sağlanmıştır [7], [8]. Yüksek frekanslı modüller 1 metre uzaklıktan okuma yapabilmektedir. RC522'nin teknik özellikleri ise Tablo 1'de verilmiştir.

Son olarak ölçme ekipmanları olarak şebeke analizörü ve multimetreler kullanılmıştır. Ayrıca sistemin işleyişi için hazırlanan algoritma da Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 2 Çalışılan sistemin deneysel modeli



Şekil 3 RFID modülü [8]

Tablo 1. RC522'nin teknik özellikleri [7], [8]

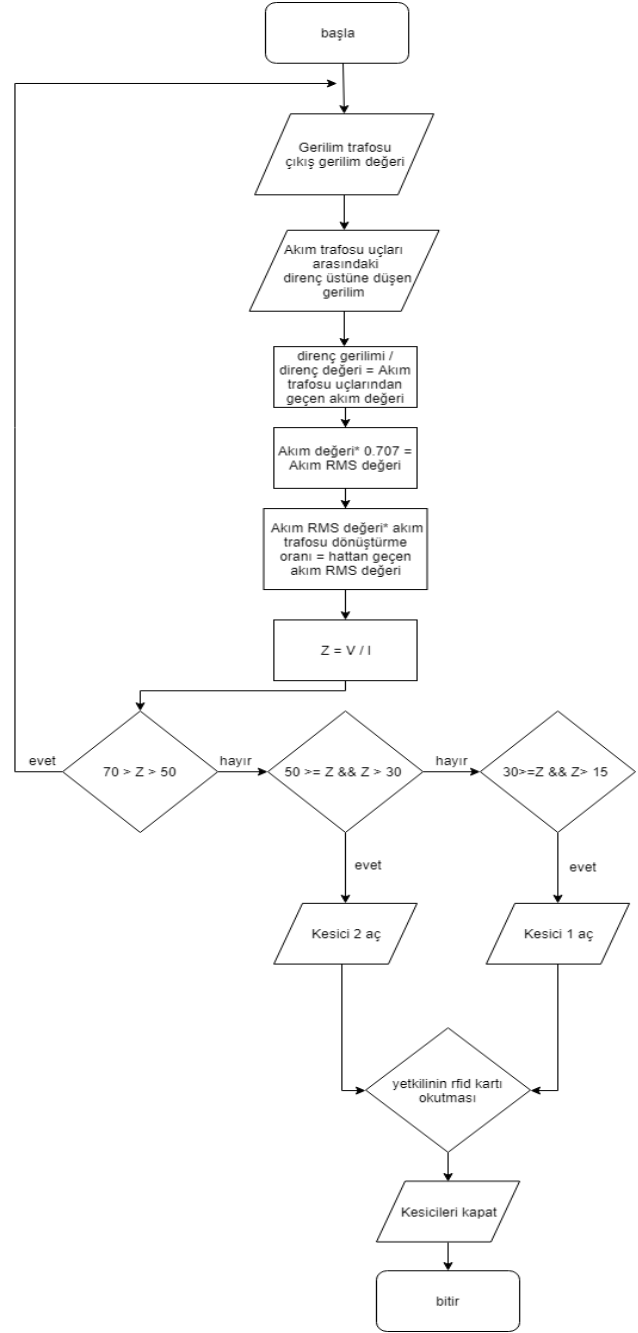
Parametreler	Özellikler
Çalışma Gerilimi	3.3 V
Çalışma Frekansı	13.56 MHz
Çalışma Akımı	13-26 mA
Uyku Akımı	<80 µA
Haberleşme Protokolü	SPI

III. BULGULAR

İlk olarak benzetim ortamında Şekil 1'de verilen arıza olmayan sistem 220 Vrms'lik hat başı geriliminde modellenmiştir. Hat başına ve hat sonuna yakın olan kısımda meydana gelecek kısa devre arızaları sırasıyla Kısa devre-1 ve Kısa devre-2 olarak isimlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Simülasyon sonuçları (220 Vrms için)

Arızasız hat akımı	2.25 A
Kısa devre-1 de hatbaşı akımı	16.7 A
Kısa devre-2 de hatbaşı akımı	8.35 A



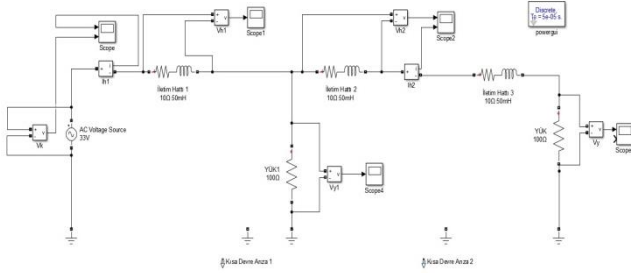
Şekil 4 Algoritma

Deneysel çalışmalarda kullanılacak yük modülleri maksimum 2 A'lık anma akımına sahip oldukları için simülasyon modelimizde de en yüksek akım akma durumunda 2 A geçebilecek şekilde kaynak gerilimi etkin değeri 33 V olarak belirlenmiştir. Buna göre elde edilen simülasyon ve deneysel sonuçlar ise Tablo 3'te verilmiştir. Model ve uygulama sonuçları birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Böylece belirlenen uygulamalar veya yapılması planlanan değişimler deneyden önce bilgisayar aracılığıyla model üzerinde yapılabilmektedir.

Tablo 3. Simülasyon ve deney sonuçları

33 Vrms için	Simülasyon	Deney
Arızasız hat akımı	0.2 A	0.21 A
Kısa devre-1 de hatbaşı akımı	1.25 A	1.25 A
Kısa devre-2 de hatbaşı akımı	0.61 A	0.67

Farklı bir uygulama olarak sisteme (kısa devre-1 noktasına) 100 Ω 'luk 2. bir yük seviyesi eklenmiştir. Buradaki amaç kısa devrenin meydana geldiği yere göre hangi yüklere enerji arzının devam edeceğinin belirlenmesidir. Şekil 5'te verilen devreye göre elde edilen simülasyon ve deney sonuçları Tablo 4'te gösterilmektedir.



Şekil 5 İki yüklü sistemin simülasyon modeli

Tablo 4. Simülasyon ve deney sonuçları

33 Vrms, 2 yüklü sistem için	Simülasyon	Deney
Arızasız hat akımı	0.48 A	0.52 A
Kısa devre-1 de hatbaşı akımı	1.43 A	1.41 A
Kısa devre-2 de hatbaşı akımı	0.85 A	0.81 A

Son olarak; meydana gelen kısa devre arızası düzeltildiğinde sistemi başa döndürmek için sisteme RFID özelliği eklenerek kablosuz kontrol sağlanmıştır. Hem RFID nin kendi kartı hem de tanıtılması durumunda kullanıcının RF özellikli personel kartı ile sistem kontrol edilmektedir. Ayrıca deneysel sistemden alınan değerler işlemci aracılığıyla gerçek zamanlı olarak bilgisayar üzerinde de izlenebilmektedir.

IV. TARTIŞMA

Çalışma hem simülasyon ortamında modelleme hem de deneysel çalışmaları içermesi açısından kullanıcıya doğrulama yapma imkanı sağlamaktadır. Bir güç sisteminin modellenmesi özellikle deneysel çalışma imkanı olmayan araştırmacılar için oldukça önemlidir. Bu çalışmada; faz-toprak kısa devre arızasını modellemek için sadece ideal bir iletken kullanılması durumunun deneysel çalışmaların sonuçlarından uzak değerler elde edilmesine yol açacağı da belirtilmiştir. Çünkü deneysel çalışmalarda ideal (kayıpsız) bir iletken mevcut değildir. Bu sebeple; kısa devre-1 ve kısa devre-2 modellenirken gerçek dünyayı yansıtmaları için bir iç direnç eklenmesi yapılmıştır. Böylelikle deneyde ve modelde elde edilen sonuçlar birbirine yaklaşmıştır.

Sistemde farklı iki yük noktası kullanılarak kısa devre arızası hatbaşına yakın yükten sonra ise bu yük enerjilenmeye devam etmektedir. Böylece mesafe koruma rölelerinin çalışma mantığına uygun bir seçici çalışma gerçekleştirilmiştir.

RFID özelliği ile operatör kendi personel kartı ile sistemi kablosuz olarak devreye alabilmektedir. Kullanılan kartın özelliğine göre uygulama mesafeleri arttırılabilmektedir. Böylece kuvvetli akım tesisinde ekipmanlara yaklaşımdan

gerekli denetimlerin yapılmasına imkan sağlanabilecektir. Son olarak işlemci üzerinden sisteme dair verilerin operatöre sunulması ile uzaktan izleme özelliği de tasarlanan ürünü cazip hale getirmektedir.

V. SONUÇ

Güç sistemlerinde meydana gelen kısa devre arızalarında sistemi korumak için kullanılan ekipmanlardan birisi de seçici koruma özelliği bulunan mesafe koruma rölesidir. Bu çalışmada; hem simülasyon hem de deneysel olarak tek faz-toprak arızası altına mesafe koruma rölesinin performansı incelenmiştir. Çalışmaların sonucu sistem modellemesinin başarılı olduğu görülmüş, bilgisayar ile uzaktan izleme ve RFID ile kablosuz kontrol özelliklerinin mevcut sisteme entegrasyonu ile kullanıcı dostu bir ürün elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Y. Doğan, *Yüksek-Orta-Alçak Gerilim Elektrik Şebekeleri*, Ankara, Türkiye: Birsan Yayınevi, 2012.
- [2] Y. Saner, *Güç Dağıtım-6 Ölçme ve Koruma*, Ankara, Türkiye: Birsan Yayınevi, 2014.
- [3] F. Ferdous and Ruma, "Zone protection system of transmission line by distance relay using Matlab/Simulink," in *Proc. IEEE ICAEEE'18*, 2018, paper 073, p. 1.
- [4] T. Penthong and K. Hongesombut, An efficient method of automatic distance relay settings for transmission line protection, in *Proc. IEEE TENCON'13*, 2013, p.1.
- [5] İ. G. Tekdemir ve B. Albayacı, Güç salınımı tespiti yöntemlerinin mesafe koruma rölesinin çalışma başarımı açısından karşılaştırılması, in *Proc. Eleco'14*, 2014, p.141.
- [6] Ç. Taşdemir, *Arduino*, 10. Baskı, İstanbul, Türkiye: Dikeyksen Yayınevi, 2016.
- [7] "NFC RFID-RC522 data sheet," Reader with Card and Tag, E-gizmo Mechatronics Central.
- [8] (2019) Direnç.net website. [Online]. Available: <https://www.direnc.net/>