

DALBUDAK VE RİNG TİPİ ŞEBEKE SİSTEMLERİNDE RÖLE KOORDİNASYONU

Nazım İMAL¹

Harun ÇINAR²

^{1,2}Bilecik Şeyh Edebali Üniv. Fen Bil. Ens. Elk-Elt Müh. Ana Bilimdalı,
11210 Bilecik, TÜRKİYE

¹nazim.imal@bilecik.edu.tr

²harun.cinar@bilecik.edu.tr

Özet- Elektrik enerji iletim sistemleri ve güç sistemleri, farklı arıza hata tiplerinin sık olarak meydana gelebildiği ortamlardır. Sık karşılaşılabilen bu hatalar ve arızalar; kısa devreler, aşırı yüklemeler, ters akım, gövdeye veya toprağa kaçak, düşük veya yüksek gerilim, dengesiz yüklemeler olabilir. Elektrik enerji sistemlerinde olabilecek hata ve arızalara karşı birçok koruma sistemi mevcuttur. Koruma sistemleri, mümkün olabildiğince arızalı bölgeyi devre dışı bırakarak diğer kısımların çalışmaya devam etmesini amaçlamalıdır. Bu amaçla koruma sistemlerinin gerek hatalara karşı gerekse birbirlerine karşı koordineli olmaları gerekir. Arıza durumunda farklı röleler arızanın büyüklüğüne, çeşidine ve uzaklığına bağlı olarak farklı açma davranışları gösterirler. Bu çalışmada, dal-budak ve ring şebekeler için koruma rölelerinin koordinasyonu üzerinde durulmuş olup, ring şebekeler üzerine bir uygulama simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler- Röle koordinasyonu, Şebeke koruması, Ring şebeke, Seçicilik, Koruma bölgesi

IN NETWORK SYSTEMS OF BRANCH AND RING TYPES RELAY COORDINATION

Abstract- Electric power transmission systems and power systems are environments that different types of fault errors can occur frequently. These errors and faults that often may be encountered; short circuits, overloads, reverse currents, leakage to the body or land, low or high voltage, unbalanced loadings may occur. There are many protection systems against failure and failure of the electrical power system. In protection systems, defective region as possible should be left disabled and the system must aim to continue the work of other parts. To this end; against each other and against the failure of the protection system, it must be coordinated. In case of failure; different relays, depending size of the fault, the types and distance, they show different opening behaviors. In this study, it has focused on the coordination of protection relays for branch and ring networks, also an application simulation was carried out on ring networks.

Key Words- Relay coordination, Network protection, Ring network, Selectivity, Protection zone

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

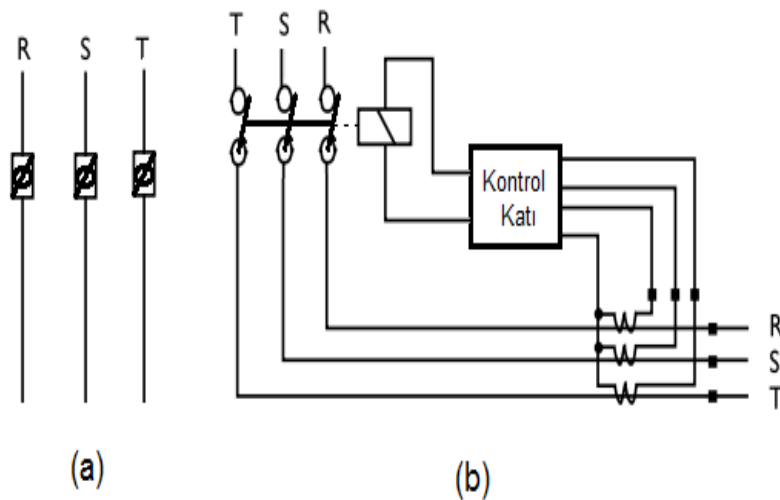
Elektrik enerji iletim sistemleri ve güç sistemleri, farklı arıza hata tiplerinin sık meydana gelebildiği ortamlardır. Bu hatalar ve arızalar; kısa devreler, aşırı yüklemeler, ters akım, gövdeye veya toprağa kaçak, düşük veya yüksek gerilim, dengesiz yüklemeler olabilir.

Elektrik enerji sistemlerinde olabilecek hata ve arızalara karşı koruma sistemleri geliştirilmiştir. Koruma sistemleri, mümkün olabildiğince arızalı bölgeyi devre dışı bırakarak diğer kısımların çalışmaya devam etmesini amaçlamalıdır. Bu amaçla koruma sistemlerinin gerek hatalara karşı gerekse birbirlerine karşı koordineli olmaları gerekir.

Bu çalışmada, dal-budak ve ring şebekeler için koruma rölelerinin koordinasyonu üzerinde durulmuştur. Arıza durumunda rölelerin farklı davranışları, açma sürelerinin hesaplanması ve açma öncelikleri incelenmiştir. Hata ve koruma yöntemleri, koruma röleleri ve aşırı akım röle koordinasyonunun çalışma koşulları örnek bir dal budak şebeke ile açıklanmış, elektrik enerji sistemlerinde seçiciliğin önemi ve mesafe koruma bölgeleri belirlenmiştir. Ayrıca 11 koruma rölesi ve 10 adet akım çıkışı içeren bir ring şebeke modeli ile hata anında açma önceliğini gösteren bir algoritma, MATLAB yardımıyla oluşturulmuş ve sonuçları yorumlanmıştır.

2. KORUMA TASARIMI UYGULAMASI (APPLICATION OF PROTECTION DESIGN)

Sigortalar gibi, elektriksel büyüklüğün direkt olarak kullanıldığı koruma sistemleri, primer koruma olarak adlandırılırken, akım trafoları gibi elektriksel büyüklüğün endirekt olarak kullanıldığı koruma sistemleri sekonder koruma olarak adlandırılır (Şekil 1). Günümüzde, primer koruma sistemleri ancak, sekonder koruma sistemlerine ek olarak ekstra bir emniyet tedbiri olarak tercih edilmektedir. Elektrik enerji sistemlerinin koruma sistemlerinin tasarımı gerçekleştirilirken, temel amaç, primer ve sekonder koruma sistemlerini entegre olarak kullanarak, arızasız bölgeleri arızadan mümkün olduğunca etkilememeyi sağlamaktır. Burada bu amaçla, dal-budak şebekelerde ve ring şebekelerde, sekonder koruma sistemlerinin etkin olduğu röle koordinasyonu esaslı koruma tasarımı üzerinde durulmaktadır [2,4,8,11].



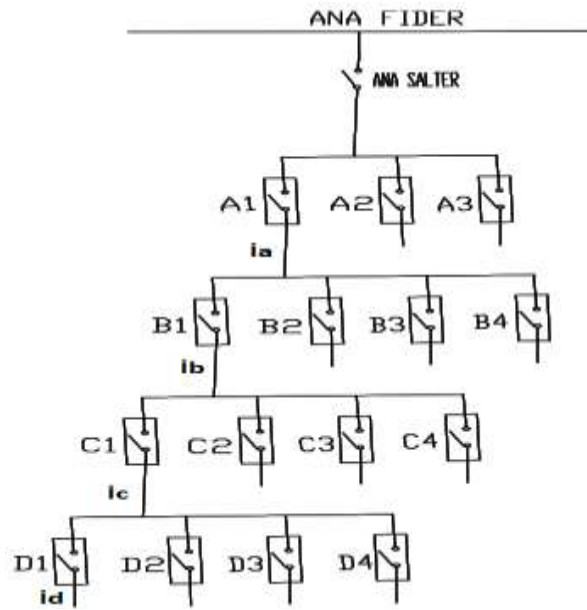
Şekil 1. a) Primer koruma b) Sekonder koruma
(a) Primer protection b) Seconder protection)

2.1. Dal-Budak Şebekelerde Koruma Tasarımı (In Branch Networks, Protection Design)

Şekil 2’de gösterilen dal-budak yapısındaki bir şebeke ele alındığında, koruma sistemi tasarlanırken, arızasız bölgeleri arızadan mümkün olduğunca etkilenmemesini sağlama adına, röle ve sigorta akımlarının ana fiderden uç tüketicilere kadar kademeli olarak azaltılmaları gerekir. Bu amaçla,

$$I_A > I_B \quad I_C > I_D \quad (1)$$

eşitlik şartının sağlanması ile arıza anında, mümkün olan en yakın noktadan açma gerçekleşmesi hedeflenir. Üst ve daha üst açıcı röleler, ancak altındaki açıcı röleler açmayı sağlayamadıklarında devreye girmelidirler [1]. Bu ise, gerek röle akımlarının üst seviyeden alt seviyelere doğru kademeli azalması, gerekse rölelerin gecikmeli açma özellikleri ile sağlanmaktadır. Tablo 1’de, dal-budak şebekede, alt fiderlerdeki arıza akımları için “Çok Hızlı Açma” bilgilerinin elde edilişi görülmektedir. Tablo 1’de gösterilen açma bilgileri, benzer şekilde “Hızlı”, “Normal” ve “Yavaş Açma” için ayrı ayrı mevcuttur. Tablo 2’de ise, bu açma bilgilerini açıklamak amacıyla, tüm fiderlerdeki arıza akımları için röle koordinasyonu esasları gösterilmiştir [7,11].



Şekil 2. Çalışma kapsamında ele alınan dal-budak şebeke modeli
(In the study, discussed model of branch network)

Tablo 1. Dal-budak şebekede, çok hızlı açma için, açma bilgisinin elde edilmesi
(In branch network, obtaining the open priorities for open of high speed)

Arıza / Röle	A _x	B _x	C _x	D _x
I _{ax}	1	0	0	0
I _{bx}	0	1	0	0
I _{cx}	0	0	1	0
I _{dx}	0	0	0	1

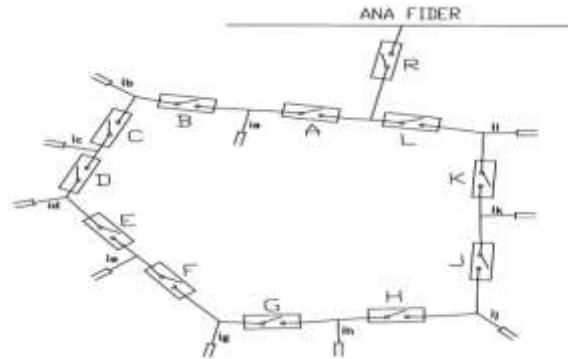
Tablo 2. Dal-budak şebeke röle koordinasyonunda, arızalar için açma öncelikleri
(In relays coordination of branch network, open priorities for faults)

ARIZA	ÇOK HIZLI t<100 ms	HIZLI t<500 ms	NORMAL t<1 s	YAVAŞ t>1s
I_{ax}	A_x	---	---	---
I_{bx}	B_x	A_x	---	---
I_{cx}	C_x	B_x	A_x	---
I_{dx}	D_x	C_x	B_x	A_x

2.2. Ring Şebekelerde Koruma Tasarımı (In Ring Networks, Protection Design)

Şekil 3' de görülen ring yapısındaki bir şebeke için koruma sistemi tasarlanırken, arızasız bölgeleri arızadan mümkün olduğunca etkilenmemesini sağlama adına, sistemin çift taraftan beslenebildiği esasının öncelikle dikkate alınması gerekir [3,10,12].

Arıza anında, mümkün olan en yakın noktalardan açma gerçekleşmesi hedeflenerek daha uzakta yer açıcı röleler, ancak arızaya yakın röleler açmayı sağlayamadıklarında devreye girmelidirler. Bu ise, arıza sonucu oluşan hata bilgisinin yanı sıra, arıza noktasının açıcı röleye olan uzaklığının karşılaştırıcı ve karar verici bir ünite tarafından değerlendirilmesi ile sağlanabilir. Tablo 3' de, şekil 3' de görülen ring şebeke için röle koordinasyonunu sağlamaya yönelik temel kriterler verilmiştir.



Şekil 3. Çalışma kapsamında ele alınan ring şebeke modeli
(In the study, discussed model of ring network)

Tablo 3. Ring tip röle koordinasyonunda, arıza için açma öncelikleri
(In relays coordination of ring network, open priorities for faults)

ARIZA	ÇOK HIZLI	HIZLI	NORMAL	YAVAŞ
AB	A,B	C,R	---	---
BC	B,C	A,D	E,R	---
CD	C,D	B,E	A,F	R
DE	D,E	C,F	B,G	R
EF	E,F	D,G	C,H	R
FG	F,G	E,H	D,J	R
GH	G,H	F,J	E,K	R
HJ	H,J	G,K	F,L	R
JK	J,K	H,L	G,R	---
KL	K,L	J,R	---	---

2.3. Ring Şebekelerde Koruma Tasarımı Matlab Simülasyonu (In Ring Networks MATLAB Simulation of Protection Design)

Bu kısımda, şekil 3’de görülen ring şebekeye yönelik olarak “Ring Şebekelerde Koruma Tasarımı MATLAB Simülasyonu” uygulaması gerçekleştirilerek elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Burada da, arızasız bölgeleri arızadan mümkün olduğunca etkilememeyi sağlama adına, sistemin çift taraftan beslenebildiği esas öncelikle dikkate alınmıştır.

MATLAB simülasyonunda ana yazılım alt yazılımlar ile arıza anında, mümkün olan en yakın noktalardan açma gerçekleşmesi hedeflenerek, daha uzakta yer alan açıcı rölelerin, ancak arızaya yakın röleler açmayı sağlayamadıklarında devreye girmesi sağlanmıştır. Ring şebeke örneğinde, hata akımlarının bölgelerine göre açma üretmesine yönelik örnek MATLAB kodunun bir kısmı Şekil 4’de görülmektedir.

```

clc;
ia=45;ib=45;ic=45;id=45;
ie=105;ig=45;ih=45;ij=45;
ik=45;il=45;
Abobin=0;Bbobin=0;Cbobin=0;Dbobin=0;Ebobin=0;Fbobin=0;Gbobin=0;Hbobin=0;Jbobin=0;Kbobin=0;Lbobin=0;
relaya;relayb;relayc;relayd;relaye;relayf;relayg;relayh;relayj;relayk;relayl;

fprintf('A=%d,B=%d,C=%d,D=%d,E=%d,F=%d,G=%d,H=%d,I=%d,J=%d,K=%d,L=%d\n',...
,Abobin, Bbobin, Cbobin, Dbobin, Ebobin, Fbobin, Gbobin, Hbobin, Jbobin, Kbobin, Lbobin)

Relay A
if(ia>50) Abobin=1;
end
if(0.9*ib>50)
Abobin=1;
end
if(0.8*ic>50)
Abobin=1;
end
if(0.7*id>50)
Abobin=1;
end
if(0.6*ie>50) Abobin=1;
end
if(0.5*ig>50) Abobin=1;
end
if(0.5*ih>50) Abobin=1;
end
if(0.6*ij>50) Abobin=1;
end
if(0.7*ik>50) Abobin=1;
end
if(0.8*il>50) Abobin=1;
end
Relay B
if(is>50) Bbobin=1;
end
if(ib>50) Bbobin=1;
end
if(0.9*ic>50)
Bbobin=1;
end
if(0.8*id>50)
Bbobin=1;
end
if(0.7*ie>50) Bbobin=1;
end
if(0.6*ig>50) Bbobin=1;
end
if(0.5*ih>50) Bbobin=1;
end
if(0.6*ij>50) Bbobin=1;
end
if(0.7*ik>50) Bbobin=1;
end
if(0.8*il>50) Bbobin=1;
end
Relay C
if(0.9*ia>50) Cbobin=1;
end
if(ib>50) Cbobin=1;
end
if(ic>50) Cbobin=1;
end
if(0.9*id>50)
Cbobin=1;
end
if(0.8*ie>50) Cbobin=1;
end
if(0.7*ig>50) Cbobin=1;
end
if(0.6*ih>50) Cbobin=1;
end
if(0.6*ij>50) Cbobin=1;
end
if(0.7*ik>50) Cbobin=1;
end
if(0.8*il>50) Cbobin=1;
end
Relay D
if(0.8*ia>50) Dbobin=1;
end
if(0.9*ib>50)
Dbobin=1;
end
if(ic>50) Dbobin=1;
end
if(id>50) Dbobin=1;
end
if(0.9*ie>50) Dbobin=1;
end
if(0.8*ig>50) Dbobin=1;
end
if(0.7*ih>50) Dbobin=1;
end
if(0.6*ij>50) Dbobin=1;
end
if(0.6*ik>50) Dbobin=1;
end
if(0.7*il>50) Dbobin=1;
end
Relay E
if(0.7*ia>50) Ebobin=1;
end
if(0.8*ib>50) Ebobin=1;
end
if(0.9*ic>50)
Ebobin=1;
end
if(id>50) Ebobin=1;
end
if(ie>50) Ebobin=1;
end
if(0.9*ig>50) Ebobin=1;
end
if(0.8*ih>50) Ebobin=1;
end
if(0.7*ij>50) Ebobin=1;
end
if(0.6*ik>50) Ebobin=1;
end
if(0.6*il>50) Ebobin=1;
end
Relay F
if(0.6*ia>50) Fbobin=1;
end
if(0.7*ib>50) Fbobin=1;
end
if(0.8*ic>50)
Fbobin=1;
end
if(0.9*id>50)
Fbobin=1;
end
if(ie>50) Fbobin=1;
end
if(ig>50) Fbobin=1;
end

```

Şekil 4. Çalışmada kullanılan MATLAB kodunun bir bölümü
(A portion of the MATLAB code used in the study)

Normal şartlarda, hataya en yakın noktalarda açmanın gerçekleşmesi gerekir. Yakın noktalarda olası açmanın gerçekleşmeyeceği riskli durumlara yönelik olarak, açmanın daha uzak

noktalarda gerçekleşebilme durumu ise, MATLAB uygulamasından elde edilen veriler kullanılarak örnek "EF" hata akımı esaslı olarak tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. "EF" hata akımının büyüklüğüne göre, açma bilgileri
(Depending on the size of the current fault "EF", opening datas)

I_F Hata Akımı (A)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
51	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
56	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
65	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
75	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
105	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSSION AND DISCUSSION)

Yapılan çalışmada dal-budak ve ring şebekeler için rölelerin açma öncelikleri incelenmiştir. Dal budak şebekeler için açma öncelik verileri direkt olarak gösterilirken, ring şebeke modeli yazılım ile ele alınmıştır. Ring şebeke modeli için MATLAB ile açma uygulama analizi gerçekleştirilmiş ve bu analiz sonucu, arızanın büyüklüğüne bağlı olarak arızaya uzak bölgelerin enerjilendirilmeye devam edildiği görülmüştür.

Dal budak şebekelerde elde edilen açma bilgilerinin, hata ve rölenin yer aldığı şebeke konumu ile direkt ilgili olmayıp, hata akımının büyüklüğü esaslı olduğu görülmüştür. Ring şebekelerde elde edilen açma bilgilerinin ise hata akımının büyüklüğünün yanı sıra, hata ve rölenin yer aldığı şebeke konumu ile de ilgili olduğu görülmüştür. Gerek dal budak şebeke için, gerekse ring şebeke için açma bilgilerinin elde edilmesinde temel amaç, mümkün olduğunca daha az bölgeyi arızadan etkilememe amaçlı olmalıdır. Bu amaçla elde edilen veri ve bilgiler tablolar halinde verilerek konunun daha anlaşılır olması amaçlanmıştır.

Tablolar incelendiğinde, hata akımına en yakın rölelerin hızlı bir şekilde aktif olarak kesicilere açma işlemini gerçekleştirebildiği, buna karşılık diğer bölgelerin enerjilenelemeye devam ettiği görülebilir. Gerek dal budak tipi şebekede, gerekse ring tipi şebekelerde, yakın rölelerin açmaması durumunda, arıza akımının artmasıyla, hata akımının öncesindeki veya sağ-solunda kalan fiderlerin de enerjilerinin kesildiği görülmektedir. Olması mümkün değilse de, en kötü durum senaryosu olarak, arıza akımının artmasıyla tüm rölelerin açabildiği konumlar ilgili tablolarda gösterilmiştir.

4. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Rajaram, R., Kumar, K. S., Rajasekar, N., (2014), *Power system reconfiguration in a radial distribution network for reducing losses and to improve voltage profile using modified plant growth simulation algorithm with Distributed Generation (DG)*, Elsevier
- [2]. Daratha, N., Das, B., Sharma, J., (2015), *Robust voltage regulation in unbalanced radial distribution system under uncertainty of distributed generation and loads*, Elsevier
- [3]. Lisboa, A.C., Guedes, L.S.M., Vieira, D.A.G., Saldanha, R.R., (2014), *A fast power flow method for radial networks with linear storage and no matrix inversions*, Elsevier

- [4]. Turgut E. – Korkmaz S. (2011), *Elektrik Enerjisi Üretimi İletimi ve Dağıtımı*, 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara
- [5]. www.telepro.com.tr/ (22.04.2015), *Modern Enerji Yönetim Organizasyonlarında Koruma Sistemleri*
- [6]. Büyükdora, H. (2006), *Ölçü Trafoları ve Sekonder Koruma*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, İzmir
- [7]. Gençaydın, E. – Tanrıöven, M. (2013), *Yüksek Gerilim İletim Sistemlerinde Koruma Sistemleri İçin Güvenilirlik Değerlendirmesi Üzerine Bir Derleme*, *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi-Journal of Engineering and Natural Sciences* pp:80-102, İngiltere
- [8]. Erentürk, K., Altaş, İ.H. (2002), *Bulanık Mantık Tabanlı Bir Sayısal Koruma Rölesinin Tasarımı ve Uygulaması*, *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg.*, Denizli
- [9]. C. L. Wadhwa, (2005), *Electrical Power Systems 6th Edition*
- [10]. Odabaşı, T. (2006), *Koruma Sistemlerinin Genel Prensipleri, Şebeke ve Transformator Koruması*, *Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yazı*, Adana
- [11]. Abul'Wafa, A.R., (2011), *A network-topology-based load flow for radial distribution networks with composite and exponential load*, Elsevier
- [12]. Hemdan, N.G.A., Deppe, B., Pielke, M., Kurrat, M., Schmedes, T., Wieben, E., (2013), *Optimal reconfiguration of radial MV networks with load profiles in the presence of renewable energy based decentralized generation* Nasser, Elsevier