RÖLE KOORDİNASYONU VE KESİCİ SEÇİMİ
İHSANİYE ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Recep AKKAN

Danışman

Prof. Dr. Hasan ÇİMEN

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

Ocak 2019

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RÖLE KOORDİNASYONU VE KESİCİ SEÇİMİ İHSANİYE ÖRNEĞİ

Recep AKKAN

Danışman
Prof. Dr. Hasan ÇİMEN

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

Ocak 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Recep AKKAN tarafından hazırlanan "Röle Koordinasyonu ve Kesici Seçimi-İhsaniye Örneği" adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 03/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği **Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Hasan ÇİMEN

		İmza
Başkan	: Dr. Öğr. Üyesi Süreyya KOCABEY Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO	.....
Üye	: Prof. Dr. Hasan ÇİMEN Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi	.....
Üye	: Doç. Dr. İsmail YABANOVA Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi	.....

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. İbrahim EROL

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

03/01/2019

İmza
Recep AKKAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

RÖLE KOORDİNASYONU VE KESİCİ SEÇİMİ
İHSANİYE ÖRNEĞİ

Recep AKKAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan ÇİMEN

Bu tez araştırmasında, röle koordinasyonunun sadece arıza gelen noktadan bu arızanın kaynağında son bulmasını sağlayarak diğer bölgelerde lüzumsuz enerji kesintilerinin önlenmesi ve enerji satan şirketin daha az zarar görmesi üzerinde durulmuştur. Yapılan hesaplamalarda bu uygulamayla ne kadar kar edilebileceği ve gereksiz yere ne kadarlık bir yükün beslenemediği hakkında fikir sahibi olunabilir. Bu uygulamayla enerjisi gitmeyecekken enerjisi gidip gelen insanların elektrikle çalışan malzemelerinin daha az zarar görmesi ve enerji satan şirketin de daha az zarar etmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda yapılan koordinasyonla oluşabilecek faz-faz ve faz-toprak arızalarında hattın daha iyi korunması amaçlanmıştır.

2019, x + 79 sayfa

Anahtar Kelimeler: Röle, Röle Koordinasyonu, Kesici

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

RELAY COORDINATION AND SELECTION OF BREAKER
EXAMPLE OF IHSANIYE

Recep AKKAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical and Electronics Engineering

Supervisor: Prof. Hasan CIMEN

In this research, it is focused on the prevention of unneccessarily energy interruptions and less making a loss to the company selling energy through relay coordination by terminating fault in the source. In calculations made, with this application, it can have an idea that how much profit to gain and how much load not to be energized. With this application, it is aimed that people's equipments operated electrically are less damaged in case of continuously cutting of energy and the energy selling company goes through less harmlessly. It is also aimed better protection of the line in phase-phase and phase-earth faults that may occur with coordination made.

2019, x + 79 pages

Keywords: Relay, Relay Coordination, Breaker

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Hasan ÇİMEN' e, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. İsmail YABANOVA' ya, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Recep AKKAN

AFYONKARAHİSAR, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix
RESİMLER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ 4
3. KESİCİ VE AŞIRI AKIM KORUMA RÖLESİ 9
3.1 Kesiciler 9
3.1.1 Kesicilerin Yapısı ve Bölümleri 9
3.1.1.1 Sabit ve Hareketli Kontaklar 10
3.1.1.2 Ark Söndürme Hücresi(Kutuplar) 10
3.1.1.3 Kumanda Mekanizması 11
3.1.1.4 Elle Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma 11
3.1.1.5 Motorlu Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma 11
3.1.1.6 Basınçlı Havalı Tip Mekanizma 11
3.1.1.7 Elektromanyetik Bobinli Tip Mekanizma 12
3.1.2 Kesicilerde Aranan Özellikler 12
3.1.3 Kesici Etiket Değerleri 12
3.2 Kesici Çeşitleri 13
3.2.1 Vakumlu Kesiciler 14
3.2.2 Basınçlı Hava Üflemeli Kesiciler 15
3.2.3 Tam Yağlı Kesiciler 16
3.2.4 Az Yağlı Kesiciler 17
3.2.5 ManyetiK Üflemeli Kesiciler 17
3.2.6 SF_6 Gazlı Kesiciler 18
3.3 Kesici Seçimi 21
3.3.1 Kesici Seçiminde Olağan İşletme Koşulları 24
3.3.2 Kesici Seçiminde Bazı Önemli Karakteristikleri 25

3.4 Kesicilerin Karşılaştırılması 25
3.5 Aşırı Akım Koruma Röleleri 26
3.5.1 Koruma İlkeleri 26
3.5.2 Röleler İle İlgili Gerekli Tanımlar 27
3.5.3 Dijital Aşırı Akım Koruma Rölelerinin Fonksiyonları 28
3.5.4 Anlık Aşırı Akım Rölesi 30
3.5.5 Zamana Bağlı Aşırı Akım Rölesi 31
3.5.6 Akım ve Gerilim Transformatörleri 31
3.5.7 Röle Zaman Eğrileri 31
3.5.8 İhsaniye Bölgesinde Kullanılan Örnek Röle(PNC) 32
3.5.8.1 PNC Röle Temel Özellikleri 33
3.5.9 Bölgede Kullanılan Microelettrica Scientifica MC Serisi Röle Özellikleri. 34
4. RÖLE KOORDİNASYONU 38
4.1 Röle Karakteristikleri 38
4.2 Kesici ve Rölenin Birlikte Çalışması 39
4.3 LabVIEW(Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) 40
4.4 LabVIEW İle Röle Koordinasyonu 44
4.4.1 İhsaniye Bölgesindeki Rölelerin Mevcut Değerleri 46
4.4.2 İhsaniye Bölgesindeki Rölelerin LabVIEW'de Hesaplanan Değerleri 50
5. BULGULAR 62
5.1 Zaman Çarpanını Hesaplayan Örnek LabVIEW Programı 64
5.2 Açma Süresini Hesaplayan Örnek LabVIEW Programı 64
5.3 İhsaniye Bölgesindeki Rölelerin Mevcut ve Hesaplandıktan Sonraki Değerleri 65
5.4 Yapılan LabVIEW Programının Ön Yüzü 67
5.5 Doğru Röle Koordinasyonun Maliyete Etkisi 67
6. SONUÇ 72
7. KAYNAKLAR 74
ÖZGEÇMİŞ 79

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

A	Amper
h	Saat
ms	Milisaniye
MVA	Mega Volt-Amper
V	Volt
W	Watt

Kısaltmalar

ANSI	Amerikan ulusal standartlar enstitüsü
ATO	Akım trafo oranı
CBS	Coğrafi bilgi sistemi
DM	Dağıtım merkezi
I_a	Kısa devre kesme anma akımı
$I_ç$	Çalışma akımı
IEEE	Elektrik-elektronik mühendisliği enstitüsü
I_{go}	Geriye dönüş akımı
K_{gd}	Geriye dönüş oranı
KÖK	Kesici ölçü kabini
N_a	Kesicinin tepe açma gücü
NI	Normal ters
PC	Kişisel bilgisayar
PLC	Programlanabilir mantıksal denetleyici
S_a	Kısa devre açma gücü
SCADA	Gözetleyici denetim ve veri depolama sistemi
SF_6	Kükürt hekzaflorid
$t_ç$	Çalışma zamanı
TEİAŞ	Türkiye elektrik iletim anonim şirketi
TM	Trafo merkezi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Türkiye Kurulu Güç ve Üretimin Yıllar İtibariyle Gelişimi …...….....….....4
Şekil 2.2 Enerjinin Üretim İletim ve Dağıtımı 5
Şekil 3.1 Kesicinin İç Görünümü ve Bölümleri 10
Şekil 3.2 Arkın Oluşması 13
Şekil 3.3 SF6 Gazlı Kesicinin Çalışma Kademeleri..... 20
Şekil 3.4 O.G. Şebekelerde Röle Koordinasyonu 28
Şekil 3.5 MC30R Rölesinin Katsayılar Tablosu ve Eğri Tiplerinin Gösterimi 36
Şekil 4.1 IEC Standardında Rölelerin Eğri Tiplerine Göre Açma Sürelerinin Gösterimi 39
Şekil 4.2 Kesici ve Rölenin Birlikte Çalışması 39
Şekil 4.3 Front Panel (Ön Panel)..... 42
Şekil 4.4 Block Diagram (Blok Diyagram)..... 43
Şekil 4.5 İhsaniye Bölgesi Tek Hat Şeması 44
Şekil 4.6 İhsaniye Bölgesindeki Hattın CBS Üzerindeki Görüntüsü..... 45
Şekil 4.7 Afyon-2 TM'nin Röle Ayarlarının LabVIEW'de Baz Alınması 51
Şekil 4.8 Gazlıgöl DM'den Maden Suyu Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi ... 52
Şekil 4.9 Gazlıgöl DM'den İhsaniye Fid. Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi ... 53
Şekil 4.10 Gazlıgöl DM'den Gazlıgöl Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi 54
Şekil 4.11 İhsaniye KÖK'ten Ablak Grubu Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi 54
Şekil 4.12 İhsaniye KÖK'ten İhsaniye Merkez Çıkışı Ayarının LabVIEW' e Girilmesi 55
Şekil 4.13 İhsaniye KÖK'ten K.ahmet KÖK Çıkış Ayarının LabVIEW'e Girilmesi..... 56
Şekil 4.14 İhsaniye KÖK'ten Döğer Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi..... 56
Şekil 4.15 İhsaniye KÖK'ten Anıtkaya KÖK Çıkışı Ayarının LabVIEW' e Girilmesi . 57
Şekil 4.16 Anıtkaya KÖK'ten Bayramgazi Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi 58
Şekil 4.17 Anıtkaya KÖK'ten Anıtkaya Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi..... 58
Şekil 4.18 Döğer KÖK'ten Belediye Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi 59
Şekil 4.19 Döğer KÖK'ten İstasyon Çıkışının Ayarının LabVIEW' e Girilmesi 60
Şekil 4.20 Karacaahmet KÖK'ten K.ahmet Çıkışı Ayarının LabVIEW' e Girilmesi..... 60
Şekil 4.21 Karacaahmet KÖK'ten K.ahmet Köyler Çıkışı Ayarının LabVIEW'e Girilmesi..... 61
Şekil 5.1 Koordinasyon Öncesi ve Sonrası Açma Sayıları (Yılda)..... 66
Şekil 5.2 Yapılan LabVIEW Programının Ön Yüzü..... 67

Şekil 5.3 Koordinasyon Öncesi ve Sonrası Yaklaşık Zarar Durumu (Yılda) 70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Kesici İçerisindeki Elemanların Besleme Gerilimleri 12
Çizelge 3.2 Kesicilerin Anma Kesme ve Anma Sürekli Akım Değerleri 23
Çizelge 3.3 Kesici Teknolojilerinin Karşılaştırılması 25
Çizelge 3.4 Koruma Fonksiyonları ve Kodları 29
Çizelge 3.5 Microelettrica Scientifica Referans Giriş Değerleri 34
Çizelge 4.1 Röle Katsayılar Tablosu 38
Çizelge 5.1 Rölelerin Mevcut ve Hesaplandıktan Sonraki Değerleri 65

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 3.1 Vakumlu Tip Kesici Örneği 15
Resim 3.2 Basınçlı Hava Üflemeli Kesici Örneği 16
Resim 3.3 Tam Yağlı Kesici Örneği 16
Resim 3.4 Az Yağlı Kesici Örneği 17
Resim 3.5 Manyetik Üflemeli Kesici Örneği 18
Resim 3.6 SF_6 Gazlı Kesici Örneği 19
Resim 3.7 İhsaniye Bölgesinde Kullanılan Elimsan Marka SF_6 Gazlı Kesici Etiket Değerleri 21
Resim 3.8 Örnek KÖK Resmi (Döğer KÖK) 22
Resim 3.9 PNC Röle Görünümü 33
Resim 3.10 Microelettrica Scientifica Röle Görünümü 37
Resim 4.1 Anıtkaya KÖK Anıtkaya Çıkışı Rölesi 49
Resim 5.1 Zaman Çarpanını Hesaplayan Örnek LabVIEW Programı 64
Resim 5.2 Açma Süresini Hesaplayan Örnek LabVIEW Programı 64

1. GİRİŞ

Ülkemizde elektrik enerjisi dağıtımı belirli bölümlerden oluşmaktadır. Gerekli görülen her bölüm uygun kesicilerle arıza durumunda arızayı durdurarak sistemin tümünün etkilenmesini önler. Böylece sistem en kısa sürede arızalardan temizlenmiş olur.

Elektrik enerjisi iletilirken ve dağıtılırken birçok koruma elemanı kullanılır. Bu koruma elemanlarından en önemlisini koruma röleleri oluşturmaktadır.

Koruma rölelerinin (mekanik, dijital) görevi ise herhangi bir arıza olayını algıladığında arızalı çıkışı devreden ayırmak, kesiciye en kısa sürede açma sinyali göndermek ve bu olayları kaydederek görevli ekiplerin arızanın tipinin, süresinin ve zamanının bilgilendirilmesine yardımcı olmaktır (Öcalan 2005).

Dağıtım sistemlerinde güvenilirlik çok önem arz etmektedir. Bu güvenilirlik rölelerin ayarlanıp çalışmasıyla birebir ilişkilidir. Kuzey Amerika Güvenilirlik Konseyi raporları, güç dağıtım sistemlerinde meydana gelen arızalarda koruma sistemlerinin sıkça rol aldığını belirtmektedir. Bu konsey tarafından 1984' den 1988' e kadar olan dönem için, raporlanan ve özetlenen önemli arızalar çalışması, başlıca arızaların %73.5' inde koruma rölelerinin bir şekilde yer aldığını belirtmektedir. Koruma rölelerinin güvenilirlik analizi, koruma rölelerinin arızalı veya yanlış çalışmasının ölçülmesidir (Gençaydın ve Tanrıöven 2013).

Yukarıda da belirtildiği gibi koruma rölelerinin birçok görevi vardır. Bir görevi ise de gereksiz yere elektrik kesintilerini önlemektir. Kesintiler kısa süreli ve uzun süreli olmak üzere ikiye ayrılır. Uzun süreli elektrik kesintilerinde eğer hattın güzergâhı yerleşim yerlerinden geçmiyorsa koruma rölelerinin tekrar kapama özelliğinden yararlanılabilir. Tez çalışması yapılırken Gazlıgöl DM(Dağıtım Merkezi)' den İhsaniye-Gazlıgöl çıkışlarında, İhsaniye KÖK(Kesici Ölçü Kabini)' ten Ablak Grubu-Karacaahmet-Döğer ve Anıtkaya çıkışlarında, Anıtkaya KÖK' ten Bayramgazi çıkışında, Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet Köyler, Cumalı Grubu çıkışında bu özellikten yararlanıldığı görülmektedir. Fakat Gazlıgöl DM' den Gazlıgöl çıkışında hat

yerleşim yerlerinden geçtiğinden kullanılması uygun değildir.

Koruma rölelerin enerjiyi kesmesinin nedenleri ise de üzerinde durulması gerekli diğer bir önemli konudur. Bu enerji kesintisinin sebepleri çok farklı olabilmektedir. Örneğin, teknik nedenler (İletken Hatası, Trafo Hatası, Açma Sinyali, Kısa Devre Arızası ve Diğer Arızalanan Teçhizatlar, İzolatör Çatlaması), hava koşulları (kar fırtınası, tropikal fırtınalar, yoğun yağmur yağışı, yıldırım düşmesi, şiddetli rüzgar, güneş fırtınası, aşırı sıcaklıklar), doğal afetler (deprem, çığ, gel-git dalgaları, heyelan ve kasırga), kapasite (talep fazlası ve sistem aşırı yüklenmesi), bakım eksikliği, hayvan (yılan, kedi, rakun, kuş), insan (operatör hatası, iletken ve ekipman kesilmesi ya da çalınması), ağaç (ağaç devrilmesi ve uzayan ağaç dalları), kaza (yangın, kamyon ya da vinç çarpması, trafik kazası, kesilen ağaç dallarının iletken üzerine düşmesi), kesilme (elektrik üretiminde kullanılan hammaddenin temin edilememesi) ve bilinmeyen (kayıtlara geçmeyen diğer kesinti sebepleri) vs. kayıtlara göre bunlar içinde elektrik kesintisine en çok sebep olan etken ise %31.4 ile rüzgar ve yağmurdur. Bu etkeni %19.9 ile teçhizat hatası, %11.1 ile buz fırtınası, %10.1 ile hortum ya da tropik fırtına, %8.8 ile yıldırım düşmesi, %8.5 ile operatör hatası, %5.6 ile yangın, %3.9 ile gerilim düşümü, %1.6 ile deprem, %0.7 ile kasıtlı(sabotaj) izlemektedir (Polat ve Şekerci 2015).

Rölelerin koordinasyonuyla, oluşan bir arızaya en kısa zamanda müdahale edilmesi, sistemin verimi açısından da büyük önem taşır. Bu koordinasyon ve koruma sistemleriyle arızanın güç sistemi üzerindeki etkisi incelenir, uzaktan kumanda ve haberleşme yöntemleri aracılığıyla istatistiksel veriler toplanır ve incelenir.

Yukarıda belirtilen paragraflarda rölelerin sistemdeki arızalı kısımları çıkartmasının önemi üzerinde duruldu. Rölelerin bu arızalı kısımları sistemden çıkartmadığı takdirde büyük ölçüde sisteme zarar verebileceği konusu üzerinde de önemle durulması gerektiği görüşleri yaygındır. Bu görüşlerde belirtilen en çarpıcı örnekler şunlardır:

-Generatörlerin senkronizasyon koşullarını kaybetmeleri ve sistemden kopmaları

-Arızalı bölümün hasar görme olasılığı

-Arızasız bölümün hasar görme olasılığı

-Güç sistemi için tehlikeli olmasına rağmen, aboneler açısından önemli olan diğer bir

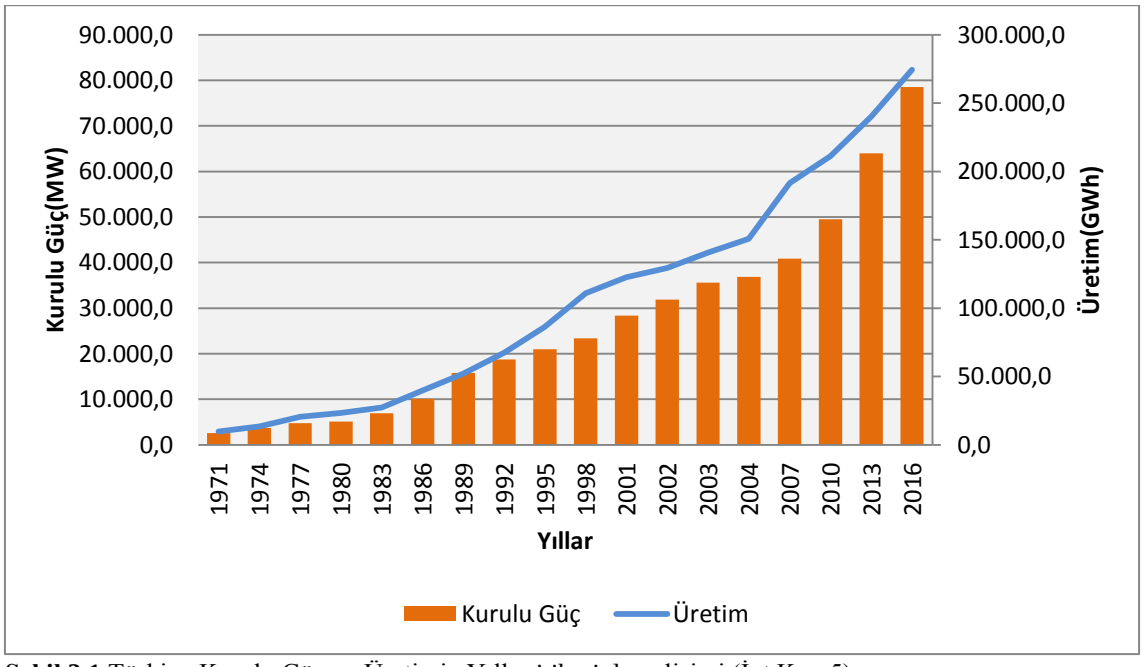
etken de büyük ticari amaçlı kuruluşlardaki senkron motorların servis dışı kalarak, hayati sayılabilecek işlemlerin kesilme olasılığı (Pınar 1985).

Mevcut İhsaniye bölgesindeki KÖK' lerin röle ayar değerleri AFYON-2 TM' nin Çayırbağ Fiderinin röle ayar değerine göre LabVIEW programında hesaplattırılıp simülâsyon üzerinde görülmüştür. Ayrıca İhsaniye bölgesinde kullanılan kesicilerin özelliklerine bakılmıştır. İstenilen uygun zaman girildikten sonra zaman çarpanını kendi hesaplayan ve hesaplanan zaman çarpanına göre büyük veya küçük arıza akımlarında ne kadar sürede rölenin kesiciye açma sinyali göndereceği ve arızayı temizleyeceği LabVIEW ile yazılmış programla yapılmıştır. İhsaniye örneği ile yapılan hesaplamalarda anlatılmak istenen, dikkat çekilmesi öngörülen asıl konu röle koordinasyonun düzgün bir şekilde yapılmadığı takdirde kişiler üzerinde oluşturacağı stres ve olumsuz düşünce, günümüzde enerjinin kullanıldığı araç-gereçlerde meydana gelebilecek zararların dışında, gereksiz açmalara neden olmayacak şekilde koordinasyonun yapılması ve konut aydınlatması için vatandaşa, refüj aydınlatması için devlete, küçük ölçekli işletmeler ile büyük fabrikalar için şirketlere enerji satan firmaların ekonomik yönden zararlarıdır.

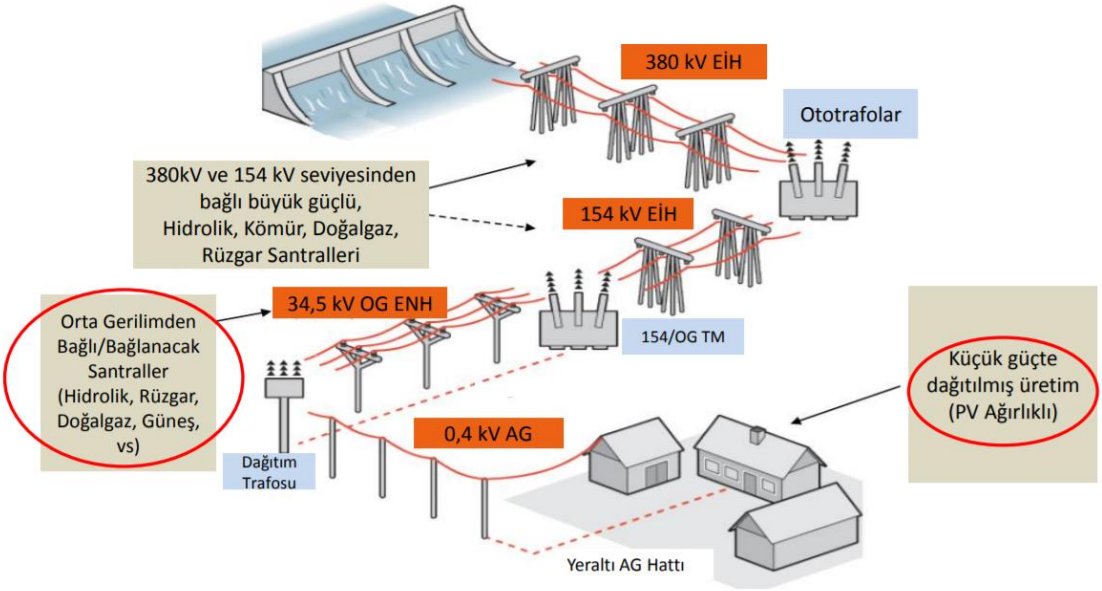
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Elektrik iletim hattının anlamını tanım olarak vermek gerekirse; elektrik santralinde kontrollü ve planlı olarak elde edilmiş elektrik enerjisinin, santrallerden dağıtım hatlarına iletilmesini sağlayan hatlardır. Elektrik üretim tesisleri ile elektrik dağıtım bölgeleri yakınlarındaki transformatörleri; transformatörler ile tüketiciler arasında elektrik enerjisi iletimini sağlayan sistemdir. Elektrik hatlarının döşenmesinde maliyet, iletim hattının güzergâhı, coğrafik durum, arazi durumu, hattın güvenlik konumu gibi hususlar incelenir. Elektrik hattının güvenli bir şekilde yapımı ve elektriğin minimum kayıplarla iletilmesi çok önemlidir (İnt.Kyn.3).

Türkiye'de yüksek gerilimle enerji (154 kV, 380 kV vs.) iletimi Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi tarafından yapılmaktadır. Türkiye'de bu iletim hatlarının uzunluğu 11.11.2017 tarihi itibariyle 60634 km dir. 2017 Ekim sonu itibariyle santral kurulu gücümüz ise 82312 MW' tır (Şekil 2.1). Türkiye' de enerji tüketimi ise 2017 yılı temmuz sonu itibariyle yıllık 279.3 TWh' tir. Türkiye bu enerji ihtiyacının 6.3 TWh' ini ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu ise %2.25' e karşılık gelmektedir (İnt.Kyn.4).



Şekil 2.1 Türkiye Kurulu Güç ve Üretimin Yıllar itibariyle gelişimi (İnt.Kyn.5).



Şekil 2.2 Enerjinin Üretim İletim ve Dağıtımı (Abacılar 2015).

Şekil 2.2' deki sistemde enerji üretildikten sonra yükseltici transformatörlerle gerilim, kayıpları önlemek amaçlı olarak çok yüksek gerilimlere(154 kV, 380 kV vb.) yükseltilir. Bu şekilde iletildikten sonra indirici trafo merkezlerine gelerek 34.5 kV(değişkenlik gösterebilir)' a düşürülür ve dağıtılır. Dağıtım transformatörleri vasıtasıyla da faz-nötr 220 V(+%10/-%10)' a düşürülerek kullanıma hazır hale gelir. Bu döngü içinde herhangi bir noktada arıza olduğunda dağıtımda kök binalarında, iletimde indirici merkezlerde bulunan uygun kesicilerle bu arıza temizlenir. Bu arızalar her türlü arıza olabilir. Örneğin; iletken kopması, sıkıbağ düşmesi, izolatör kırılması, iletkene yabancı cismin dolanması, kesici patlaması, akım trafosu arızalanması, kuş çarpılması, ağacın uzayıp iletkenlere değmesi vb. Bu tür arızaların elektriksel ekipmanlara hasar vermemesi, arızadan etkilenen bölge sayısının azaltılması vs. nedenlerden dolayı kesiciler ve röleler büyük önem arz etmektedir.

Elektrik enerji iletim ve dağıtımında rölelerin önemi çok büyüktür. Enerji verimliliğinde ve hatların korunmasında da rölelerin önemi yadsınamaz. Elektrik enerji dağıtım sistemlerinde röle koordinasyonunda seçiciliği sağlamak için süre de çok önemlidir. TEİAŞ' a ait TM' ler de röleler maksimum 1-1.2 sn. ye ayarlı olduğundan dağıtım sistemlerinde bu durumun kullanımı kısıtlanmaktadır. Elektrik akımının insan vücudundan geçerek insana zarar verdiği süre düşünüldüğünde ayarlanan açma

sürelerinin amacı insan hayatını korumak değil elektrik devre elemanlarının korunmasıdır. Geçmişten günümüze bu konu hakkında farklı çalışmalar yapılmıştır. Bunların bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Chabanloo ve Mohammadzadeh yaptıkları çalışmada, doğrusal programlamaya dayalı yeni bir algoritma sunmuştur. Optimum koordinasyonu elde etmek için geçici koşullarda aşırı akım rölelerinin dinamik modelini kullanmıştır. Bu amaçla bir rölenin geçici arıza akımının doğrusal olmayan dinamik modelinin denklemi çoklu doğrusal seviyelere bölünerek basitleştirilmiştir (Chabanloo and Mohammadzadeh 2017).

Turan yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında ise bir ring şebekenin herhangi bir noktasında kısa devre ve aşırı gerilim arızalarının sonrasında şebekedeki tüketiciler için enerjinin sürekliliğini sağlayan sistemin simülasyonu ve test sistemi oluşturulması amaçlanmış ve aynı kontrol sistemi ile IEEE 13 baralı test sistemi üzerinde benzer analizler yapılmış ve sistemin güvenirliliği test edilmiştir (Turan 2014).

Gürsu yaptığı çalışmada, TM' lerdeki güç transformatörü giriş ve çıkış fiderleriyle OG dağıtım fiderlerinin NI(Normal Ters) aşırı akım röle koordinasyonunu CFD-GA ile başarılı bir şekilde yapıldığını, CFD-GA' da generasyon sayısı arttıkça uygunluk ortalamasının düştüğünü göstermiştir (Gürsu 2014).

(Pınar 1985), yaptığı çalışmada elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtımında ana problemin koruma olduğunu anlatmıştır. Aynı zamanda koruma sistemlerinin ve koruma rölelerin önemi ve bunların sistemlere uygulanmaları üzerinde çalışmıştır.

Singh, Telukunta ve Srivani yaptıkları çalışmada, 8 baralı test sistemi kullanılarak iletim hatlarında mesafe röleleri arasındaki istenen koordinasyon süresi marjları ve yedek standart ters zaman akım röleleri ile bölge-1 ve bölge-2' nin başlangıcında korunmasının gerektiğini anlatmışlardır (Singh *et al.* 2018).

(Öcalan 2005), hazırladığı tezde aşırı akım rölelerini kullanarak klasik kumanda yöntemi ile hazırlanmış olan bir O.G. dağıtım panosunun kumanda ve kontrolünü merkezi işlem ünitesini(PLC-PC), gözetleyici denetim ve veri depolama sistemi

(SCADA) kullanarak gerçekleştirmiştir.

Damchi ve arkadaşları ilk olarak koruma sistemlerinin genel çalışma süresini kısaltan mesafe röleleri için yeni bir çalışma karakteristiği önermiştir. Önerilen çalışma karakteristiğini 8-14-30 baralı test sistemlerinin üçü üzerinde de test ederek aşırı akım röleleri için optimal değerler bulmuşlardır (Mashhadi *et al.* 2016).

(Doğancı 2014), yüksek lisans tezinde klasik koruma sistemlerinin yetersiz kaldığı durumları örnek dağıtım sistemleri kullanarak incelemiştir. Hatalı çalışmaların önüne geçebilmek için klasik koruma sistemleri yerine dinamik bir yapıya sahip olan adaptif koruma sistemlerinin kullanılması gerektiğini vurgulamıştır. Bunu da SINCAL yazılımında senaryolara ait kısa devre analizleri yapmıştır. Analiz sonuçları ve kullanılan ekipmanların katalog bilgileri göz önüne alınarak senaryo adedince koruma ayar grupları oluşturulmuş, oluşturulan bu ayar grupları SICAM 230 SCADA yazılımında da tanımlayarak, uygun şartlar oluştuğunda koruma rölelerinde otomatik olarak aktif hale gelmesini sağlanmıştır.

(Taş 2003), tezinde enerji dağıtım sistemlerinde koruma konusunu ele almış, bir enerji dağıtım sisteminde korumanın önemi ve röle koordinasyonunun koruma üzerindeki etkisi ele alınarak, enerji dağıtım sistemi elemanları olan transformatörler, hatlar, generatörler, baralar ve tüketicilerin korunmasında rölelerin fonksiyonu ve röle koordinasyonunun önemi üzerinde durmuştur. Röle koordinasyonu yapılırken bu koordinasyonu etkileyen seçicilik, ani ve ters elemanlarla koordinasyon gibi kavramlar ele alınarak, bunların sağlıklı bir röle koordinasyonunu sağlamadaki önemini ele almıştır. Ayrıca yine röle koordinasyonu konusuyla bağlantılı olan pilot koruma ve yönlü koruma konularını da incelemiştir.

(Çetinkaya 1998), çalışmasında hat koruma rölesi fonksiyonlarının bilgisayarlarla gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Bu sayede, değişik arıza türlerine karşı, enerji iletim hatlarının korunması bilgisayar yardımıyla kolay, hassas ve güvenilir bir duruma getirmiştir.

(Kakilli 1999), enerji sistemlerinde bilgisayar destekli röle koordinasyonu adlı çalışmasını görsel bir şekilde yapmıştır. Bu simülasyon programının geliştirilmesinde Visual Basic 3.0 sürümünü kullanmıştır. Bu simülasyonda aşırı akım, kısa devre, buchholz, mesafe, diferansiyel, ihbar röle sistemi ve sıcaklık koruma rölelerinin her birisi için ayrı ayrı modüller oluşturmuştur.

Montenegro, Montoya ve Ramos yaptıkları çalışmada, aşırı akım koruma cihazlarının koordinasyonu için iki eş simülasyon tekniği ile alternatif bir yöntem önermektedir. Bunlar gerçek zamanlı simülasyon ve donanım-döngü simülasyonudur. Bu simülasyonları farklı yazılımlarda(PSAT® ve LABVIEW®) IEEE 13-Nodes test sistemini kullanarak yapmışlardır (Montenegro *et al.* 2013).

Araştırılan çalışmalarda röle koordinasyonu ile ilgili birçok program kullanılarak koruma yapıldığı gözükmektedir. Bu tezde de röle koordinasyonunda KÖK' ler arası emniyetli mesafe düşünülerek rölelere ona uygun zaman çarpanını programa hesaplatıp değişken arıza akımlarında ise o zaman çarpanına bağlı olarak bir gecikme sağlayarak korunması amaçlanmıştır.

3. KESİCİ VE AŞIRI AKIM KORUMA RÖLESİ

Bu tez çalışmasında, Elimsan marka, Astor marka, Demitaş marka kesici; Thytonic marka, PNC marka, Entes marka CKR-92T tipi, Microelettirica marka MC30R tipi röleden faydalanılarak kesiciler incelenmiş, röle koordinasyonu hesapları yapılmıştır.

3.1 Kesiciler

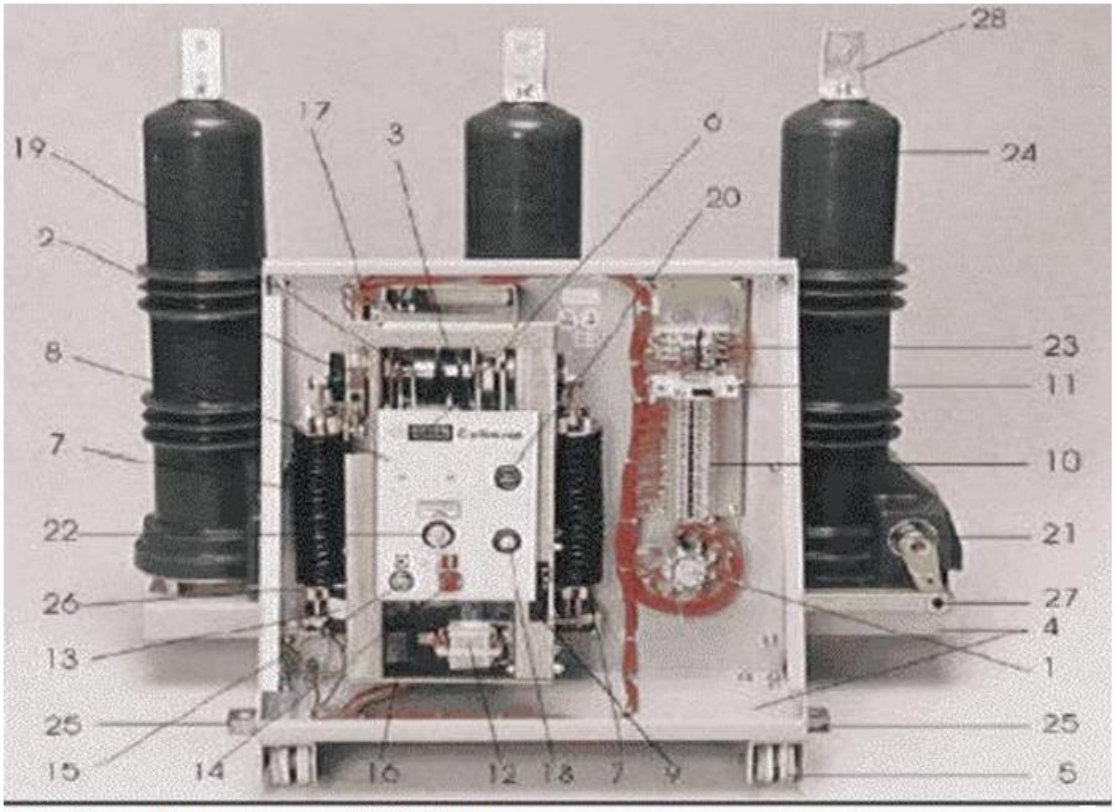
Belirli bir anahtarlama kapasitesiyle şebeke elemanlarını normal ve arızalı durumlarda, bilhassa kısa devre anında geçen yüksek akımlara karşı korumak üzere açma ve kapama yapan, bu durumda meydana gelecek mekanik kuvvetlere dayanabilen şalt cihazına kesici denir.

Kesiciler, orta ve yüksek gerilim şebekelerinde yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlardır. Bu cihazlar devreyi, boşta, yükte ve özellikle kısa devre hâlinde açıp kapayabildikleri gibi otomatik kumanda yardımı ile açılıp kapanmasına da olanak sağlarlar. Böylece insanları tehlikeden korumakta, alçak ve yüksek gerilim cihazlarında meydana gelebilecek hasarı önleyip en aza indirgemektedir. Kesiciler hem ark söndürme özelliğine, hem de çok hızlı hareket etme özelliklerine sahiptir. Enerjiyi keserken önce kesici açılır, daha sonra ayırıcı açılmalıdır. Kesicilere, disjonktör veya entrüptör de denilmektedir.

3.1.1 Kesicilerin Yapısı ve Bölümleri

Kesiciler basit olarak 3 bölümden meydana gelir.
-Sabit ve hareketli kontaklar
-Ark söndürme hücresi(kutuplar)
-Kumanda mekanizması (Turan 2014).

Şekil 3.1' de bir kesicinin iç görünümü ve bölümleri verilmiştir.



1-Yardımcı şalter
2-El kurma kolu yatağı
3-Kurma grubu
4-Şase
5-Teker
6-Numaratör
7-Kapama yayı
8-Gösterge plakası
9-Redüktör
10-Klemes-Terminal
11-W-Otomat
12-Motor
13-Açma bobini
14-Kapama butonu
15-Açma butonu
16-Kapama bobini
17-Hareket sonu sivici
18-0-1 Gösterge
19-Açma kilit yatağı
20-Kapama yayı konum sivici
21-Açma yayı
22-Mekanik kilit
23-Antipompaj röle ve soketi
24-Kutup
25-Yere montaj parçası
26-Açma tırnağı ayar civatası
27-Kol pimi
28-OG terminali

Şekil 3.1 Kesicinin iç görünümü ve bölümleri (İnt.Kyn.6).

3.1.1.1 Sabit ve Hareketli Kontaklar

Kesicinin akımını taşıyan kısımdır. Kesici tipine göre değişiklik gösterir. Kontaklar parçalı dilimli ve yağlı olarak yapılmış olup biri hareketli diğeri sabittir.

3.1.1.2 Ark Söndürme Hücresi(Kutuplar)

Kontaklardaki arkın söndürüldüğü kısımdır. Bu kısımda çeşitli yöntemlerle oluşan arklar söndürülerek kontakların ve kesicinin zarar görmesi önlenir. Arkın boyu ark söndürme hücrelerinin ayrıştırıcıları tarafından parçalara bölünür. Bu şekilde arkın

şiddeti azaltılır, bu da arkın daha kısa sürede söndürülmesini sağlar. Ayrıca kesicilerin yapısı itibariyle ark parçacıkları etrafında bir helezonik yağ dalgası oluşur. Bu da arkın hücreyi terk etme süresini kısaltır.

3.1.1.3 Kumanda Mekanizması

Hareketli kontakları açıp kapatan, tırnak, açma ve kapama bobini, sert yay ve mil gibi parçalardan oluşan sistemdir. Mekaniki veya elektrik motorlu yapılır. Motorlu işletme mekanizmalarında motor gerilimi 110 V DC veya 220 V AC' dir. Bu açma-kapama işlemleri çeşitli kumanda mekanizmalarıyla yapılır.

3.1.1.4 Elle Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma

Kas gücü gerektirdiğinden ve açma kapama işleminin kısa sürede tamamlanması istendiğinden kol hızını artıracak bir yay kullanılır. Bu sistemin kullanım alanı çok değildir. Daha çok küçük güçlü ve gerilimli kesicilerde kullanılır.

3.1.1.5 Motorla Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma

Açma kapama işlemi küçük güçlü (75 W vs.) AC ve DC akımla çalışabilen bir motora yaptırılır. Açma kapama işlemi motor yönü değiştirilerek yapılır. Kesici devreyi açarken motor yayı kurar. Kurulmuş yay ise kontakları kapatarak kesiciyi bir (I) konumuna getirir. Uzaktan kumanda yapılmaya elverişlidir.

3.1.1.6 Basınçlı Havalı Tip Mekanizma

Bu tipte açma kapama işlemini yapan kuvvet havadan sağlanır. Hava da kompresörden sağlanır. Kompresör için ayrı bir düzenek gerektirmesi bu tipin dezavantajıdır. Genelde büyük güçlerin kumandasında kullanılır.

3.1.1.7 Elektromanyetik Bobinli Tip Mekanizma

Bu tipte açma kapama, hareketli kontak elemanı milli mekanik mafsallar ile demir çekirdeğe sahip bobinler vasıtasıyla hareket ettirilir. Bobin enerjilenince oluşan kuvvet yönüne göre mili aşağı yukarı hareket ettirilmesiyle sağlanır.

3.1.2 Kesicilerde Aranan Özellikler

1- Kesicinin tepkime süreleri(açma-kapama) çok kısa olmalıdır.
2- Kesicinin kontakları arıza durumunda açmaya dayanıklı olmalıdır.
3- Aralıksız açma-kapama yaptırıldığında arıza vermemelidir.

3.1.3 Kesici Etiket Değerleri

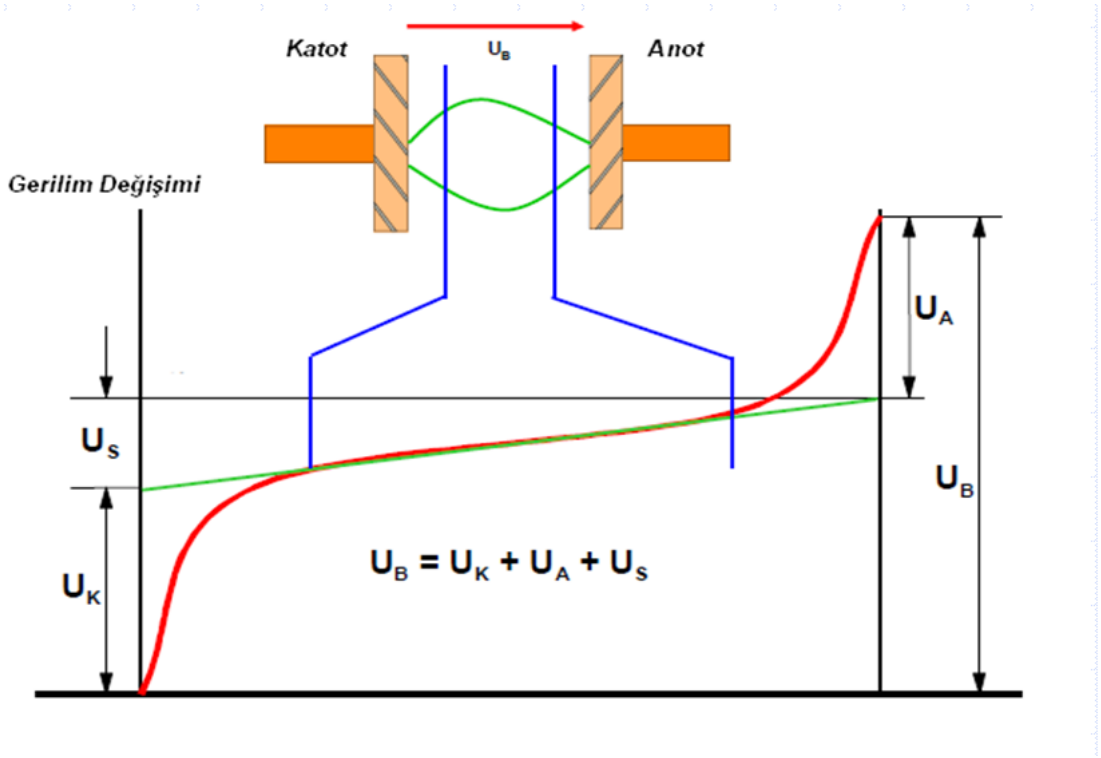
Bir kesicinin etiket değerlerinde hangi gerilimlerde çalışabildiği, yıldırım darbe dayanma gerilimleri, anma akımları, anma kısa devre kesme akımları, anma kısa devre kapama akımları, kesici motor ve bobin gerilimleri gibi büyüklükler bulunur. Uygun gerilim ve akım değerleri ile seçilmeyen kesiciler olası bir arıza durumunda patlayabilir ve insanlara zarar verebilir. Kesici motor ve bobin gerilimleri de çok önemlidir. Çünkü KÖK' lerde 220 V AC-110 V DC-24 V DC-48 V DC gibi gerilimler bulunduğundan etiket değerlerine bakılarak alınan kesicilerde bağlantı sorunuyla karşılaşılmaz (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Kesici içerisindeki elemanların besleme gerilimleri.

Malzeme Listesinde Belirtilecek Yardımcı Devre Gerilimi	**Yardımcı Devre Gerilimleri**		
	Açma Bobini	**Kapama Ve Anti Pompaj Bobini**	**Yay Kurma Motoru**
24 V DC	24 V DC	24 V DC	220 V AC
48 V DC	48 V DC	48 V DC	220 V AC
110 V DC	110 V DC	110 V DC	220 V AC veya malzeme listesinde belirtilmişse 110 V DC
220 V AC	24 V DC	220 V AC	220 V AC

3.2 Kesici Çeşitleri

Aşağıdaki şekilde (Şekil 3.2) arkın oluşması, arkın oluşması sırasında gerilim değişimleri vs. verilmiştir.



Şekil 3.2 Arkın oluşması.

Akımın kesilmesinin başarılı bir şekilde olabilmesi için arkın mutlak surette söndürülmesi gerekir. Akım kesildiğinde oluşan arkı şu şekilde tanımlayabiliriz: Galvanik kesici kontaklarının ayrılması ile akım yoğunluğu hızla artar ve geçiş alanında galvanik kesici kontaklarının sıcaklığının hızla artmasına sebep olur(Almaguer *et al.* 2017). Alçak ve orta gerilim hücrelerinde meydana gelen elektrik ark kısa devresi, patlama benzeri sıcaklık ve basınç etkisiyle elektriksel ekipmanda büyük hasara sebep olan, aynı zamanda personelin can güvenliğini tehdit eden bir arıza tipidir. Ark koruma sisteminin ana amacı arkı tespit ederek en kısa sürede söndürülmesini sağlamak ve böylelikle personel ile ekipmanı korumaktır. Genellikle yanma süresini mümkün olan en düşük seviyede tutmanın yolu, arkı besleyen akımı kesmekten geçer.

Ark arızasının sebep olacağı hasarı minimize etmenin en iyi yolu yanma süresini

sınırlamaktır. Bu da, arıza akımını taşıyan kesicinin açtırılması ile sağlanır. Arkın ne kadar kısa zaman içinde söndürüldüğü, özellikle o sırada panelin içinde birileri çalışmaktaysa anlam kazanır. Fakat bu süre toprak arızalarında o fiderde kaçıncı kök binasında olduğuna ve aşırı akım koruma rölesi olup olmadığına göre 1 sn. den az olacak şekildedir.

Kesiciler arkın söndürüldüğü ortama göre değişik tiplerde imal edilir. Bunlar, SF6 gazlı, vakumlu, basınçlı hava üflemeli, tam yağlı, az yağlı, manyetik üflemeli kesicilerdir.

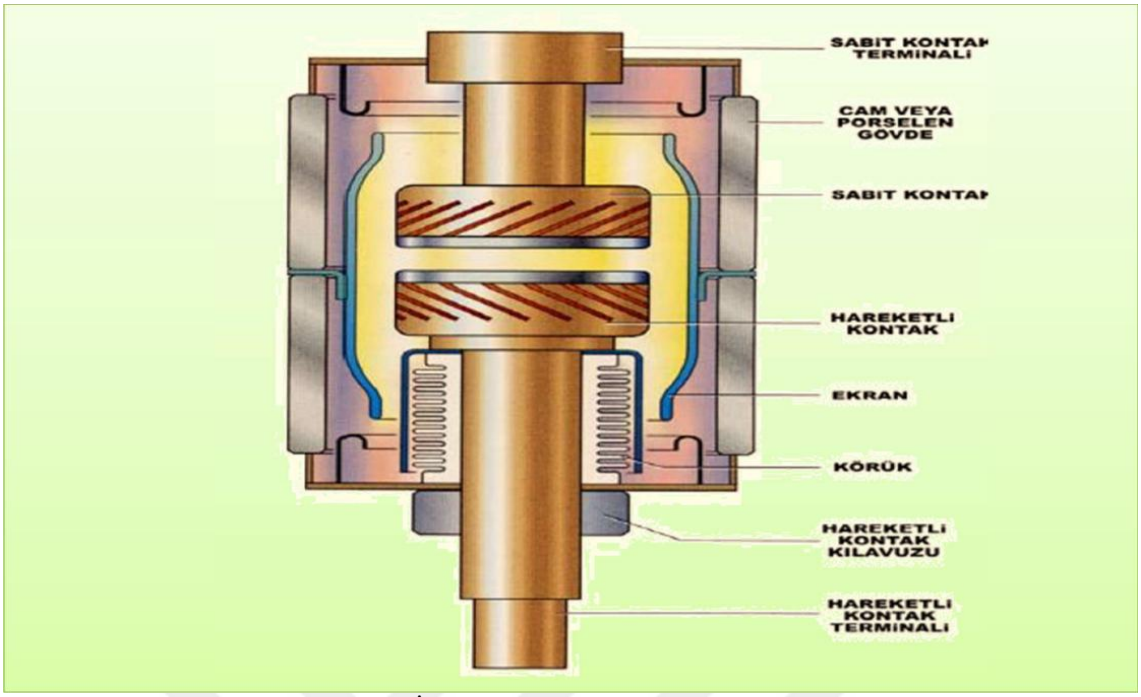
3.2.1 Vakumlu Kesiciler

Vakumlu kesicilerde ark söndürme işlemi havası tamamen boşaltılmış bir vakum tüpünün içinde olmaktadır. Bu tüpün içerisinde 106 ila 107 torr basıncında vakum bulunur. Vakum tüpünde bulunan hareketli kontağın sabit kontaklardan ayrılması ile kontaklar arasında bir metal buharı arkı oluşur. Bu metal buharı ark sönünceye kadar devam eder ve akım sıfıra düşünce ark söner. Buharlaşan metal zerrecikleri tekrar kontaklara döner ve böylece kontak malzemesinin aşınması önlenmiş olur. Kontaklar 10 kA üstündeki akımlarda özel biçimler verilerek yapılır. Sağlık açısından avantajı, yüksek performansı, az bakım gerektirmesi ve elektriksel özelliklerinden dolayı OG şebekelerinde yaygın olarak kullanılması beklenmektedir.

Boyutları küçük, mekanizmaları basittir. Açma işlemi için ek teçhizat gerektirmez. Ark hücresi dışındaki teçhizatın bakım ve onarımı kolaydır. Mekanik dayanımı yüksektir örneğin anma akımında 10000 açma kısa devre akımında 100 açma yapabilir. 30000 açma-kapamaya izin verirler. Özellikle kapasitif devrelerin kesiminde daha uygundur.

SF_6 gazlı kesicilere göre kullanımı kolay olmasına rağmen pahalı olduğundan tercih edilmez.

Resim 3.1' de vakumlu tip kesici örneği verilmiştir.



Resim 3.1 Vakumlu tip kesici örneği (İnt.Kyn.12).

3.2.2 Basınçlı Hava Üflemeli Kesiciler

Bu kesicilerin kısa devre gibi arıza durumlarında açma yapması kontaklar arasında oluşan arkın basınçlı hava ile üflenerek soğutulması esasına dayanır.

Basınçlı havanın üflenmesi kesicinin tipine göre eksenel, radyal ya da nadiren doğrudan doğruya açık hava olacak şekilde çeşitleri vardır. Kompresöre, hava tankına ve dağıtımı için boru tesisatına ihtiyaç vardır (Resim 3.2). Bu yüzden pahalıdırlar.

Bu tip kesicilerde gerilimin homojen dağılmasını sağlamak amacıyla ayrıca kondansatör elemanları ve açıp kapamalarda anormal gerilim yükselmelerini önlemek için açma ve kapama dirençleri de kullanılmaktadır.

Resim 3.2 Basınçlı hava üflemeli kesici örneği (İnt.Kyn.7).

3.2.3 Tam Yağlı Kesiciler

Adından da anlaşılacağı üzere çok fazla yağ bulundurduklarından yangın tehlikesi oldukça fazladır. Bu yüzden günümüzde artık kullanılmamaktadır. Yağ değişimleri çok pahalıdır. Örneğin 230 kV' luk bir kesiciye toplam 50000 litre yağ gerekmektedir (Resim 3.3). Eskiden kullanılma sebebi yağın arkı söndürme aracı olarak görülmesindendir. Açma işlemi ise ark oluştuğunda arkın ısısından yağ buharlaşır bu buharlaşmadan da bir basınç oluşur ve bu basınç gitgide artar. Artan basınç kontakları ayırarak açma işlemini gerçekleştirir.

Resim 3.3 Tam yağlı kesici örneği (İnt.Kyn.9).

3.2.4 Az Yağlı Kesiciler

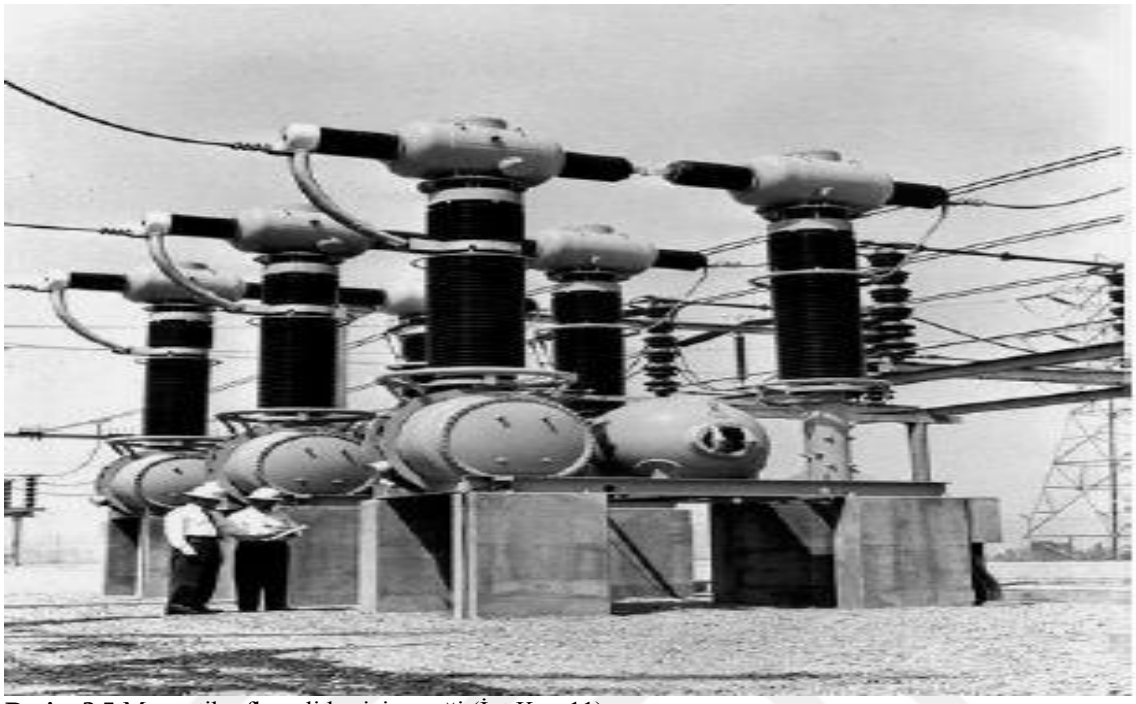
Söndürme tertibatı tamamen yağ ile dolu değildir. Tamamen yağ dolu olmaması yağın daha çabuk kirlenmesine ve bozulmasına neden olur. Bu yüzden sık aralıklarla bakım yapılması gerekmektedir. Bu tip kesicilerin kesme hücreleri fiber elemanlardan oluşan sabit ark söndürme odacıkları ile donatılmıştır. Açma sırasında oluşan arkın etkisiyle yağ buharlaşır ve çeşitli gaz ve su buharı oluşur. Bu gazların etkisiyle ark soğumaya başlar ve gazların etkisiyle bir girdap oluşur. Girdap sebebiyle ark çapı küçültülür, akım yolu uzatılır ve söndürme işlemi kolay bir şekilde yapılır. Resim 3.4' te az yağlı kesici örneği verilmiştir.

Resim 3.4 Az yağlı kesici örneği (İnt.Kyn.10).

3.2.5 Manyetik Üflemeli Kesiciler

Manyetik üflemeli kesicilerde arıza sırasında açma işlemi demir karkas kullanılarak akımın doğal mıknatıs alanı şiddetlendirilir ve ark bir yöne itilir. Bu alanın itici etkisiyle

ark levhaların dışına itilir. Bu işlemde ark ısı konveksiyonu ve türbulansla soğutulmuş olur. Resim 3.5' te manyetik üflemeli kesici örneği verilmiştir.



Resim 3.5 Manyetik üflemeli kesici örneği (İnt.Kyn.11).

3.2.6 SF_6 Gazlı Kesiciler

Son yıllarda en çok kullanılan bir kesici tipidir (Resim 3.6). Fakat Kyoto Protokolünde sera gazları olarak nitelendirilen ve kullanılması azaltılması planlanan gazlar içinde SF_6 gazının da yer alması bu kesicilerin kullanımını ileriki yıllarda azaltacağı fikrini ortaya çıkarmıştır (İnt.Kyn.1). Kesicilerin çalışma prensibi sabit basınçtaki SF_6(sülfür hekza florür veya kükürt hekza florid) hareketli kontaktaki piston vasıtasıyla sıkıştırılarak ark üzerine üflenmesi ve arkın koparılması esasına dayanır. Kesme ortamı 1.5-6 bar basınçlı SF_6 gazıdır. SF_6 gazının yalıtım özelliğinden dolayı kontaklar arası açılma mesafesi çok küçülür. 10000 açma-kapamaya izin verirler.

Kesici arkını söndürmek için ark üzerine basınçlı gaz üflenir. Böylece ark soğutulur, kontaklar arası ortam iletkenliğini kaybedip yalıtkan olur ve ark söner. SF_6 gazı açma sıcaklığında ortama kükürt ve flor iyonları ve elektronlar verir. Bu sırada çok elektro-negatif olan flor iyonları ortamdaki elektronları yakalayarak ark akımını sınırlar. SF_6

gazının ısıyı çok çabuk dağıtmasından dolayı sıcaklık hızla düşer. Ark soğur ve söner. Gaz yalıtımlı kesiciler 36 kV' tan 500 kV' a kadar kullanılmaktadır.

SF_6 gazının avantajları başlıca şunlardır;

1- Kesme zamanı 3-5 periyottur.

2- Yanıcı ve patlayıcı ortamda kullanılması sorun oluşturmaz.

3- Kapasitif ve endüktif yüklerin kesilmesinde uygun kesicilerdir.

4- Yüksek ark ısısı sonucunda kimyasal olarak ayrışan gaz, kısa zamanda tekrar eski haline döndüğü için, uzun süre gaz ilave edilmeden kullanılabilir.

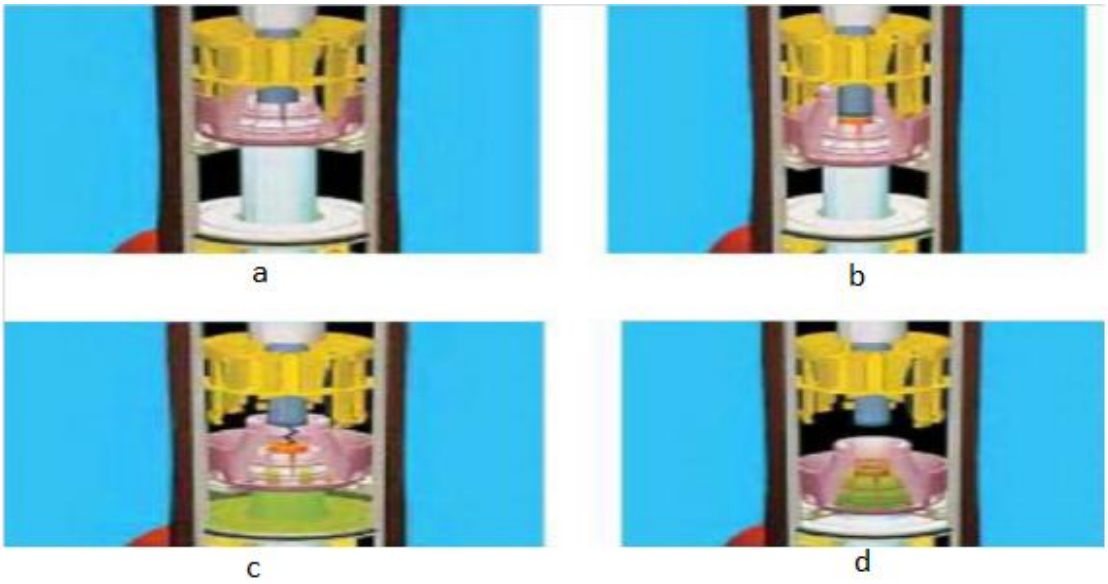
SF_6 gazı metallerle tepkimeye girmez, renksiz, kokusuz ve zehirsizdir.

Resim 3.6 SF_6 gazlı kesici örneği (İnt.Kyn.2).

a- SF_6 Gazlı Kesicilerin Çalışması

Kesicilerin arkı söndürmesinde SF_6 gazı sıkıştırma tekniği kullanılır (Şekil 3.3 a). Kontaklar açılırken tüp içerisindeki SF_6 gazını sıkıştırmaya başlar (Şekil 3.3 b). Kontaklar açılırken ark meydana gelir. Ark meydana gelirken pistonlar aşağıya doğru hareket eder. SF_6 gaz üfleyiciyle SF_6 gazı arka üflenir. Küçük akımların kesilmesi için sıkıştırılarak üflenen SF_6 gazı ile soğutmak yeterli olur. Fakat yüksek akımlar için termik genleşme sıcak gazları kutup ünitesinin soğuk kısımlarına doğru aktarır. SF_6 gazının dielektrik özellikleri sayesinde, iki ark kontağı arasındaki boşluk, geçen akım alternatif akım olmasından dolayı akımın ilk sıfırdan geçtiği anda tam olarak kesilmesi

için yeterli olur (Şekil 3.3 c). Kesici tüpünün içindeki hareketli kısımlar hareketlerini tamamlarlar fakat bu hareket tamamlanıncaya ve ark sönünceye kadar SF_6 gazı üflenmeye devam edilir (Şekil 3.3 d) (Ayaşlı 2007).



Şekil 3.3 SF_6 gazlı kesicinin çalışma kademeleri.

Kontakların arasına az miktarda gaz üflenmesi elektron yakalama ile arkın söndürülmesi için yeterlidir. Arkın oluştuğu bölgede sıcaklık 10000-12000 derece arasındadır. Bu sıcaklıkta SF_6 gazı ayrışarak ortama kükürt ve flor atom, iyon ve elektronları verir. Fakat SF_6 gazının ısıyı ortama çok çabuk dağıtma özelliğinden dolayı sıcaklık hızla düşer. Bu esnada elektronları yakalama özelliği olan flor iyonları, ortamdaki elektronları yakalayarak, akımı sınırlarlar. Sıcaklık aniden 2000 dereceye düşerek, kükürt ve flor iyonları tekrar birleşerek SF_6 gazına ve ilk baştaki yalıtkan haline dönüşür. SF_6 gazı zehirli değildir fakat anahtarlama sırasında meydana gelen metal flouridler zehirlidir. Bundan dolayı kesicinin, özellikle söndürme hücresinin açılmasını gerektiren bakımları ancak imal edildikleri fabrikalarda, gazı alındıktan sonra yapılır.

SF_6 gazlı kesicilerin açma ve kapama yapması için kesici yayının motor mekanizması tarafından elle veya otomatik olarak kurulabilmelidir. Motor kurmalı kesicilerde motor, kesici kapanır kapanmaz yayı tekrar kurar ve tekrar kurma zamanı 15 sn.' den küçüktür. Resim 3.7' de İhsaniye bölgesinde kullanılan İhsaniye KÖK' ten İhsaniye Merkez

çıkışına ait kesicinin etiket değerleri gözükmektedir.

Resim 3.7 İhsaniye bölgesinde kullanılan elimsan marka SF_6 gazlı kesici etiket değerleri.

3.3 Kesici Seçimi

İhsaniye bölgesinde bulunan kabinlerde kullanılan tüm kesiciler SF_6 gazlı kesicilerdir. Kesici seçimlerinde dikkat edilecek en önemli faktör kısa devre açma gücüdür (S_a).

Kesici seçiminde kısa devre akımının büyüklüğü çok önemlidir. Kısa devre akımı ise normal akımlara göre çok yüksek değerlere çıkabildiğinden aşırı ısınmalara ve manyetik kuvvetlere maruz kalarak kabin ve KÖK(Kesici Ölçü Kabini)' lerdeki akım trafosu, kesici, ayrıcı, izolatör ve bara gibi elektriksel ekipmanların zorlanmasına ve hatta zarar görmesine neden olur (Tsai-Hsiang, Yen-Feng 1998). Kısa devre akımı iletken kopması, izolatör üzerindeki tozların nemli havalarda iletken hale gelmesi, delinmesi, kırılması, ağaç dallarının iletkenlere değmesinden ve yeraltı kablolarında kazma darbesi ile yalıtkan kılıfın zedelenmesi gibi dış etkenlerden ve yıldırım düşmesi, açma-kapama

sırasında oluşan aşırı gerilimler oluşması, yalıtkan malzemenin eskimesi veya kusurlu olması, işletme yanlışlığı ve buna benzer iç etkenlerden kaynaklanabilmektedir.

KÖK' ler içindeki kesiciler ile arızayı daha kolay bulabilmek ve arızayı çok büyümeden sonlandırmak için, akım transformatörleri vasıtasıyla kolay ölçüm yapmak için vs. nedenlerle kurulurlar (Resim 3.8).

Resim 3.8 Örnek KÖK resmi (Döğer KÖK).

Kısa devre akımının büyüklüğü arızanın olduğu yerden kaynak tarafına doğru bakıldığında gözüken Thevenin eşdeğer devresinden akan akımdır.

Kısa devre olayları dengeli ve dengesiz olmak üzere 2 çeşittir. Bildiğimiz 3 fazlı kısa devre arızası vb. arızalar dengelidir. Eğer hata sonrası hat akımları ve genlik değerleri kendi aralarında birbirlerinden farklı değerler alıyorlarsa, hata türü dengesiz kısa devre olarak adlandırılır. Bu tür arızaların hesapları zor ve uzundur. Bu sistemlerin

hesaplarında Fortescue' nun simetrili bileşenleri kullanılır.

Üç fazlı kısa devre arızalarında hesap kolaylığı açısından bazı ihmaller yapılabilir ve bunlar sonuca çok fazla etki etmediğinden yapılmasında bir sakınca yoktur. Bunlar;

- İletim hatlarının yalnızca doğru bileşen devre reaktansları hesaba katılır, seri dirençleri ve şönt admitansları hesaba katılmaz. 50 beygir gücünden az olan asenkron motorlar ihmal edilir veya senkron makine gibi temsil edilirler.
- Transformatörlerin yalnızca reaktans değerleri göz önüne alınarak sarım dirençleri, şönt admitans değerleri ve faz kayması değerleri ihmal edilir.
- Senkron makine, geçici darbe reaktansının gerisindeki sabit gerilim kaynağı ile temsil edilir. Armatür direnci, çıkık kutup etkisi ve doyma ihmal edilir. Tüm dönmeyen yüklerin empedansları ihmal edilirler (Pamuk 2011).

(Dağıtım sistemlerinde direnç ihmal edilmez. Çünkü dağıtım sistemlerinde direnç arıza akımını azaltıcı etki yapar).

Arıza akımının oluşturan sebebi şebekeden yok edebilmek için uygun seçilen SF_6 gazlı kesiciler kullanılır. Bu kesicilerde arızayı 3 periyotluk bir zamanda temizleyebilir. Gerilim seviyesi arttıkça kesicinin arızayı temizleme süresi de azalır. Çizelge 3.2' de kesicilerin anma kesme ve anma sürekli akım değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.2 Kesicilerin anma kesme ve anma sürekli akım değerleri (Pamuk 2011).

Anma Gerilimi(36 kV)	**Kısa Devre Anma Kesme Akımı(kA)**	**Anma Sürekli Çalışma Akımı(A)**				
36	8	630	-	-	-	-
	12.5	630	1250	-	-	-
	16	630	1250	1600	-	-
	25	-	1250	1600	2500	-
	40	-	-	1600	2500	4000

Kesicilerde uygun kesici seçimi yapılırken $N_a > S_a$ şartının sağlanması gerekir. Yani bir kesicinin tepe açma gücü (N_a)' nün kısa devre açma gücü (S_a)' nden büyük olması gereklidir. Kesicilerde tepe açma gücü aşağıdaki formülle bulunur:

$$N_a=\sqrt{3}.U_n.I_a \quad (3.1)$$

U_n: Anma Gerilimi

I_a: Kısa Devre Anma Kesme Akımı

Örneğin anma gerilimi 36 kV, kısa devre anma kesme akımı 16 kA olan bir kesicinin tepe açma gücü;

$N_a= \sqrt{3}.U_n.I_a= \sqrt{3}.36.16= 997,661$ MVA' dır.

Tedaş malzeme daire başkanlığının talimatlarına göre hatlarda 16 kA' den küçük kesici kullanılmamaktadır (TEDAŞ-MYD-95-008.A).

İncelenecek bölgede bulunan Gazlıgöl DM, İhsaniye KÖK, Anıtkaya KÖK, Döğer KÖK ve Karacaahmet KÖK merkezlerinin kısa devre açma gücü ve kısa devre açma akımı AFYON-2 Trafo Merkezi'nin kısa devre açma gücü ve kısa devre açma akımından küçük olduğu için İhsaniye bölgesinde bulunan bütün trafo merkezlerinde 36 kV 630 A ve kısa devre açma akımı 16 kA olan kesicilerin kullanılması gerekmektedir. Fakat Anıtkaya KÖK' ten Anıtkaya Merkez çıkışında kısa devre açma akımı 12.5 kA olan kesici kullanılmıştır.

3.3.1 Kesici Seçiminde Olağan İşletme Koşulları

Kesici seçiminde ortam sıcaklığından KÖK' lerin sıcaklığına, bulunan yerlerin rakımından rüzgar basıncına kadar birçok etken göz önünde bulundurulur. Bunlar;

1- Çevre sıcaklığı 40 °C ve bunun 24 saatlik bir süre için ortalama değeri 35 °C' yi geçmemelidir (Sıcaklık -50 °C - +40 °C aralığı dışında ise mutlaka imalatçı kesiciyle görüşülmelidir).

2- Yükselti 1000 m' yi geçmemelidir. Kesici, deniz yüzeyinden 1000 m'den daha yüksek bir yere yerleştirilecekse bu durum önceden belirtilmelidir.

3- Çevre havası, tozlar, dumanlar, korozyona neden olan veya tutuşabilen gazlar, buharlar veya tozlarla pratik olarak kirlenmemiş olmalıdır.

4- Bina dışı kesiciler için buz tabakası 5 kg/$m^{2'}$ yi geçmemelidir.

5- Bina dışı kesiciler için rüzgâr basıncı 70 kg/$m^{2,}$ yi geçmemelidir.

3.3.2 Kesici Seçiminde Bazı Önemli Karakteristikler

Kesici seçiminde bazı önemli karakteristiklere ihtiyaç duyulur. Bunlar;

+Anma Gerilimi

+Anma Frekansı

+Sürekli Anma Akımı

+Kısa Devre Anma Kesme Akımı

+Anma Kısa Zaman Akımı ve Süresi: Standardı genelde 1 saniyedir.

+Darbe Kısa Devre Akımı: Simetrik kesme akımının yaklaşık 3.5 katıdır.

+Anma Kısa Devre Akımı: Kesici etiketinde kA olarak yazan değerin yaklaşık 2.5 katıdır.

+Anma Yalıtım Seviyesi

+Açma Süresi

+Kesme Süresi

+Kumanda Devreleri Anma Besleme Gerilimleri

3.4 Kesicilerin Karşılaştırılması

Kesicilerin karşılaştırılması konusu kesicilerin arıza esnasında arızaya verdikleri tepkime süresi, olası bir yangın durumunda çevreye verecekleri zarar, içerisinde bulunan malzemelerin yalıtkanlığı vs. durumlarından dolayı çok önemlidir. Kesicilerin birçok teknolojiye karşı durumlarının karşılaştırılması Çizelge 3.3' te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Kesici teknolojilerinin karşılaştırılması (İnt.Kyn.15).

Teknoloji	**Kesiciler**			
	Yağlı	**Havalı**	**Vakum**	**SF_6**
Yangın	Zayıf	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
Yalıtkan Kontrolü	İyi	Mükemmel	Zayıf	Çok İyi
Kaçak Akım Güvenirliği	İyi	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi
Gerilim Kademesi	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Dayanıklılık	Zayıf	Çok İyi	Mükemmel	Mükemmel

Çizelge 3.3 (Devam) Kesici teknolojilerinin karşılaştırılması (İnt.Kyn.15).

Teknoloji	**Kesiciler**			
	Yağlı	**Havalı**	**Vakum**	**SF_6**
Açma Kapama Darbeleri	İyi	Mükemmel	Zayıf	Mükemmel
Kesme Kapasitesi Sınırı	Çok İyi	Mükemmel	Çok İyi	Çok İyi
Tekrar Kapama Hızı	İyi	Çok İyi	Mükemmel	Mükemmel
Ebat	Çok İyi	İyi	Mükemmel	Mükemmel
Montaj Kolaylığı	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Yerel İmalat İmkanı	Mükemmel	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi
Yenileme İmkanı	Çok İyi	Mükemmel	Zayıf	İyi
Cihaz Maliyeti	Mükemmel	İyi	Çok İyi	Çok İyi
Bakım Maliyeti	Mükemmel	Çok İyi	Mükemmel	Mükemmel

3.5 Aşırı Akım Koruma Röleleri

Arıza durumunda arızayı algılayarak kesiciye açma sinyali gönderirler. Enerji dağıtım hatları bazı yerlerde uzun olduğundan ve atmosfer şartlarına maruz kaldığından gelen arızaların ihtimali çok olur ve çoğu zaman tahmin edilememektedir. Uygulamada, kısa devre olması(arıza olması) durumlarında en yakın röle arızayı algılayabilmeli ve en yakın kesici arızayı temizleyebilmelidir. Temizlediği için de diğer kesiciler kapalı konumda kalmalıdır. Hattın kararlı kalabilmesi, diğer röle ve kesicilerin ani yük değişimlerinden etkilenmemesi vs. nedenlerden dolayı rölenin açma süresi mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Fakat bu kısa tutma işlemi de röle koordinasyonunu etkilemeyecek kadar hassas yapılması gerekir.

3.5.1 Koruma İlkeleri

Tüm bölümlerdeki korumalarda, 4 temel ilke her zaman akılda tutulmalı ve uygulanmalıdır.

- Seçicilik: Sistemin devamlılığını sağlamak için, yalnız arızalı bölümün devre dışı kalmasını sağlamak.
- Güvenirlik: Her tür arızaya güvenilir ve etkin biçimde müdahale edebilmek.

- Basitlik: En az donanım ve devre ile korumayı yapmak.
- Ekonomi: En düşük harcama ile en fazla korumayı sağlamak.

Belirtilen tüm nitelikleri bir arada sağlamak imkânsız olduğundan, bunlardan belirli bir seviyede ödün vermek gerekebilir. Güç sisteminde mühendislerin ve operatörlerin özelliklerine bağlı olarak, sistem üzerinde çok fazla ya da çok az koruma yapabilme yeteneği vardır. Röle uygulamasının genel felsefesi güç sistemini koruma bölümlerine ayırmak(kesici, ayırıcı vb.) ve arızalarda en az miktarda sistem parçasını devre dışı etmek sureti ile uygun korumayı sağlamaktır (Pınar 1985).

3.5.2 Röleler İle İlgili Gerekli Tanımlar

Arıza oluşumu bitirilemeyeceğine göre, aşırı akımların oluşması da kaçınılmazdır. Bu durumda tasarım düzeyinde aşırı akımların genliğinin sınırlandırılması nötr dirençleri ve seri reaktörlerle sağlanır. Röleler vasıtasıyla arıza anında oluşan akımların sistem elemanları üzerindeki(hatlar, izolatörler, akım transformatörleri vb.) termik etkisine müdahale edilir. Böylece arızalı eleman en kısa sürede arızadan ayrılır ve arızanın sistem elemanını beslemesi engellenir.

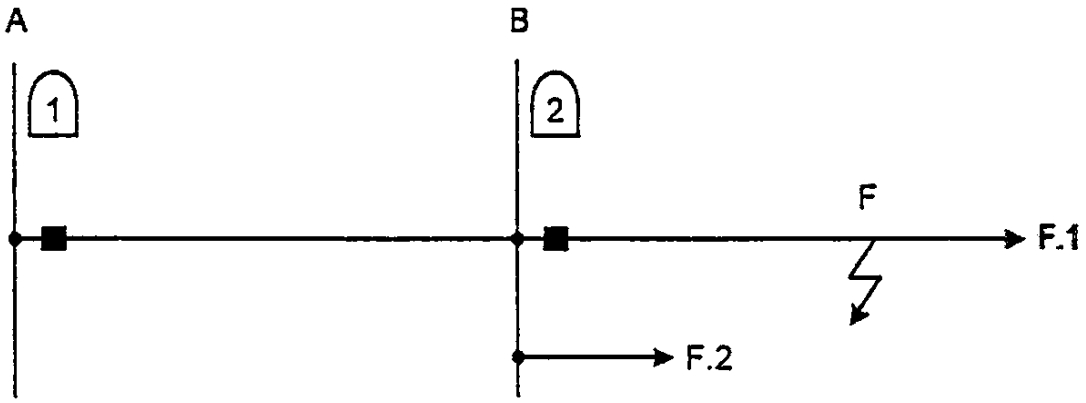
Çalışma Akımı: Aşırı akım rölesinin ayarlandığı akımdır ($I_ç$). Röle bu akımda çalışmaya başlar. Kuplaj akımı da denir.
Çalışma Zamanı: Bir aşırı akım rölesinin, çalışma akımının üzerinde bir akımla beslendiği anda, kontağın kapattığı ana kadar geçen süre olarak tanımlanır ve $t_ç$ ile belirtilir.
Kısa Süreli Dayanma Akımı: Aşırı akım rölesinin bir saniye süre ile taşıyabileceği maksimum akım değeridir.
Güç: Bir aşırı akım rölesinin beslendiği akım transformatörünün sekonderinden çektiği güç değeridir. VA ile belirtilir.
Dinamik Dayanma Akımı: Aşırı akım rölesinin bir periyot süre ile taşıyabileceği maksimum akım değeridir.
Sürekli Dayanma Akımı: Aşırı akım rölesinin sürekli olarak taşıyabileceği maksimum akım değeridir.
Geriye Dönüş Akımı: Önceden kontağını kapatmış bir aşırı akım rölesinin, kontağının

açılmasına yol açan en büyük akıma denir. I_{go} ile belirtilir. Bu akıma aynı zamanda dekuplaj akımı da denir.

Geriye Dönüş Oranı: Geriye dönüş akımının çalışma akımına oranına denir. Çalışma akımı $I_{ç}$, geriye dönüş akımı $I_{go,}$ geriye dönüş oranı K_{gd} ise; $K_{gd}=\frac{Igo}{Iç}$ olur.

Yük: Bir aşırı akım rölesinin yükü, beslendiği akım transformatörünün sekonder sargısından çektiği güçtür (Öcalan 2005).

Geriye dönüş oranı O.G. şebekelerindeki röleler için önemli bir özelliktir. Şekil 3.4' te verilen şebekede F noktasındaki arızayı ilk önce 2 nolu röle temizler eğer temizleyemezse(rölenin çalışmaması, kesicinin tutukluk yapması vb. nedenlerle) 1 nolu röle arızayı temizler. Dolayısıyla bu arızada 2 nolu röle ile birlikte 1 nolu röle de çalışır. Ancak 2 nolu röle arızayı temizleyeceğinden 1 nolu rölenin sükûnete dönmesi gerekir. Bunu ise arızadan sonra devreden geçen yük akımına bağlı olarak rölenin geri dönüş akımı belirler. Eğer arızadan sonra geçen akım, geri dönüş akımından büyükse 1 nolu röle çalışmaya devam eder ve gereksiz açmaya neden olur. Ayrıca geri dönüş akımı, yol alma akımı açısından da önemlidir (Öcalan 2005).



Şekil 3.4 O.G. şebekelerde röle koordinasyonu.

3.5.3 Dijital Aşırı Akım Koruma Rölelerinin Fonksiyonları

Koruma rölelerinin fonksiyonları ABD de endüstriyel standartları hazırlayan ve yayınlayan özel bir şirket olan ve kısaca ANSI olarak anılan Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü(American National Standarts Institute) tarafından standartlaştırılmış ve koruma fonksiyonlarının her birine bir kod verilmiştir (Çizelge

3.4). Fonksiyon tanımları aşağıda ve IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) standartlarından veya 2008 yılı C.37.2 nolu Amerikan Standartlarından alınmıştır (Can 2011).

Çizelge 3.4 Koruma fonksiyonları ve kodları.

Kodlar	Koruma Fonksiyonları
1	Master Element
2	Time Delay Starting or Closing Relay
3	Checking or Interlocking Relay
4	Master Contactor
5	Stopping Device
6	Starting Circuit Breaker
7	Rate of Change Relay
8	Control Power Disconnecting Device
9	Reversing Device
10	Unit Sequence Switch
11	Multi-function Device
12	Overspeed Device
13	Synchronous-speed Device
14	Underspeed Device
15	Speed - or Frequency, Matching Device
16	Data Communications Device (see note 5)
17	Shunting or Discharge Switch
18	Accelerating or Decelerating Device
19	Starting to Running Transition Contactor
20	Electrically Operated Valve
21	Distance Relay
22	Equalizer Circuit Breaker
23	Temperature Control Device
24	Volts Per Hertz Relay
25	Synchronizing or Synchronism-Check Device
26	Apparatus Thermal Device
27	Undervoltage Relay
28	Flame Detector
29	Isolating Contactor or Switch
30	Annunciator Relay
31	Separate Excitation Device
32	Directional Power Relay
33	Position Switch
34	Master Sequence Device
35	Brush-Operating or Slip-Ring Short-Circuiting Device
36	Polarity or Polarizing Voltage Devices
37	Undercurrent or Underpower Relay
38	Bearing Protective Device
39	Mechanical Condition Monitor
40	Field (over/under excitation) Relay
41	Field Circuit Breaker
42	Running Circuit Breaker
43	Manual Transfer or Selector Device
44	Unit Sequence Starting Relay
45	Abnormal Atmospheric Condition Monitor
46	Reverse-phase or Phase-Balance Current Relay
47	Phase-Sequence or Phase-Balance Voltage Relay

Çizelge 3.4 (Devam) Koruma fonksiyonları ve kodları.

Kodlar	Koruma Fonksiyonları
48	Incomplete Sequence Relay
49	Machine or Transformer, Thermal Relay
50	Instantaneous Overcurrent Relay
51	AC Inverse Time Overcurrent Relay
52	AC Circuit Breaker
53	Exciter or DC Generator Relay
54	Turning Gear Engaging Device
55	Power Factor Relay
56	Field Application Relay
57	Short-Circuiting or Grounding (Earthing) Device
58	Rectification Failure Relay
59	Overvoltage Relay
60	Voltage or Current Balance Relay
61	Density Switch or Sensor
62	Time-Delay Stopping or Opening Relay
63	Pressure Switch
64	Ground (Earth) Detector Relay
65	Governor
66	Notching or Jogging Device
67	AC Directional Overcurrent Relay
68	Blocking or "Out-of-Step" Relay
69	Permissive Control Device
70	Rheostat
71	Liquid Level Switch
72	DC Circuit Breaker
73	Load-Resistor Contactor
74	Alarm Relay
75	Position Changing Mechanism
76	DC Overcurrent Relay
77	Telemetering Device
78	Phase-Angle Measuring Relay
79	AC Reclosing Relay
80	Flow Switch
81	Frequency Relay
82	DC Reclosing Relay
83	Automatic Selective Control or Transfer Relay
84	Operating Mechanism
85	Communications,Carrier or Pilot-Wire Relay

3.5.4 Anlık Aşırı Akım Rölesi

Akım, ayarlanan değerin üstüne çıktığında kasıtlı bir zaman gecikmesi verilmeden oluşturulan açmayı sağlayan anlık aşırı akım olarak tanımlanabilir. 50 sayısı, kısa devre faz-faz korumasını, 50N ise faz-toprak korumasını ifade etmekle beraber karakteristikleri birbirinden bağımsız programlanabilir.

3.5.5 Zamana Bağlı Aşırı Akım Rölesi

AC giriş akımı, önceden belirlenen değeri aştığında çalışan cihazı ifade eder. Performans aralığının oldukça büyük bir bölümünde giriş akımı ve çalışma zamanı ters orantılıdır. Akımın eşik değeri ve zaman gecikmesi oldukça geniş bir aralıkta kontrol edilebilir. Akım değeri, ayarlanan değerin 1.1 katına ulaştığında sistem arızayı görür. Yöne bağlı olmayan bir aşırı akım koruması tek bir kaynaktan beslenen radyal şebekeler ya da açık çevrim çalışan sistemler için uygundur (Can 2011).

51 sayısı, aşırı akım faz-faz korumasını, 51N ise faz-toprak korumasını ifade etmektedir ve karakteristikleri birbirinden bağımsız programlanabilir (Can 2011).

3.5.6 Akım ve Gerilim Transformatörleri

Koruma rölelerini yüksek gerilimden izole eder, rölelerin düşük akım ve gerilimle çalışmasını sağlar, böylece personelin can güvenliğini sağlar. Kesici kumanda devresini, sinyal ve alarm devresini besleyen akü bataryaları, yardımcı röleler, sinyal lambaları, sesli alarm cihazları (korna) vb. “yardımcı elemanlar” da koruma sistemlerinde yer alır (Gençaydın ve Tanrıöven 2013).

3.5.7 Röle Zaman Eğrileri

Ani koruma, algılanan akımın ayarlanan değerden fazla olması durumunda 30 ms içinde açma komutu verir. Sabit zamanlı koruma ise algılanan akımın ayarlanan değerden fazla olması durumunda, önceden belirlenen bir gecikme süresi sonunda açma komutu verir. Ters zaman gecikmeli koruma ise akım ve zamanın belli bir fonksiyonu olarak (akım zamana göre ters orantılı) koruma sağlamaktadır. 11 adet uluslararası TERS AKIM-ZAMAN (A-Z) eğrisi, ve 2 adet endüktif tip röle uyumlu TERS AKIM-ZAMAN (A-Z) eğrisi mevcuttur. Kullanıcılar, bu 13 adet A-Z eğrisinden birisini seçerek sistemlerine uygun güvenli koruma sağlayabilirler (PAC-E100 Kullanma Kılavuzu).

Bahsedilen 13 adet A-Z eğrisi aşağıdaki matematiksel formül ile açıklanabilir:

$$T = \left(\frac{K}{\left(\frac{G}{G_S}\right)^{L} - 1} + C \right) \times TM(s) \qquad (3.2)$$

Denklem 3.2' de K, L ve C Çizelge 4.1' de gösterilen IEC veya ANSI/IEEE standartlarına ve eğri karakteristik tiplerine göre değişen katsayılardır. T ise rölenin hattı enerjisiz bırakma süresini milisaniye cinsinden ifade eder. Aşağıda formülün kullanılmasına ilişkin bir örnek verilmiştir.

T : Açma zamanı (saniye)
K,C,L : Katsayılar
G : Giriş akımı(Arıza akımı)
Gs : Ayarlanan yakalama akımı
TM : Zaman çarpanı
G/Gs ≥20 olduğu durumlarda açma zamanı G/Gs= 20 ile aynıdır.

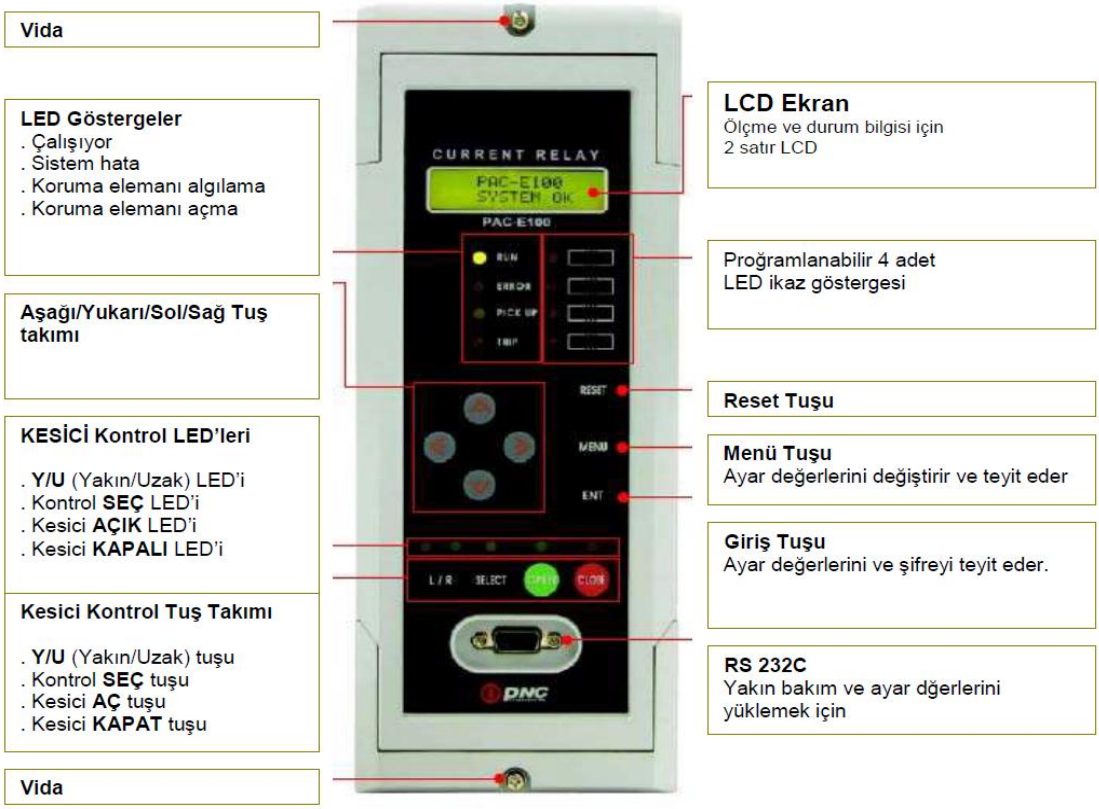
Örneğin röleye açması için eğri tipini Normal Ters seçelim. Zaman çarpanını 0.14, açma akımını ise 180 A olarak ayarlayalım. 3000 A' lik bir arıza akımını rölemiz ne kadar sürede temizler sorusunun yanıtı olarak;

Bu durumda 3000 A' lik bir arızada rölenin açma süresi Normal Ters eğrisinin katsayıları(Şekil 4.1) ve 3.2 denklemi dikkate alındığında; (K=0.14, L=0.02, C=0)

t = 0,3386 s bulunur.

3.5.8 İhsaniye Bölgesinde Kullanılan Örnek Röle (PNC)

İhsaniye KÖK, Karacaahmet KÖK VE Anıtkaya KÖK' te Resim 3.9' da verilen PNC marka dijital röle kullanılmıştır.



Resim 3.9 PNC röle görünümü.

3.5.8.1 PNC Röle Temel Özellikleri

-Sayısal (digital) tip Aşırı Akım (OCR), Toprak Aşırı Akım (OCGR), Termik Aşırı Yük, Düşük Akım, ve Negatif Bileşenli Aşırı Akım koruma fonksiyonları

-Farklı sayıda akım zaman eğrileri kullanabilme: 4 adet IEC eğrisi, 7 adet ANSI eğrisi ve bunlara ilaveten 2 adet özel endüktif uyumlu akım zaman eğrileri.

-Tekrar kapama fonksiyonu

-Kendi kendini teşhis ve röle iç arıza denetimi (R.İ.A)

-Açma devresi denetimi

-Soğuk yük üzerine kapatabilme

-Ayarlar ve ölçüm parametrelerini gösterir LCD ekran (2 satır x 16 sütun)

-Ayarlanabilir sistem frekansı(50/60 Hz)

-Kolay ayarlanabilir 4 adet çıkış kontağı ve ön panelde 4 adet ayarlanabilir LED ihbar ve ikaz göstergesi

-Lokal olarak ön panelden kesiciye açma kapama komutu verme imkânı (şifre korumalı) veya SCADA kullanarak uzaktan açma kapama komutu verme imkanı

-Kolay kullanım özellikli PC ile röle ayar yazılımı: Sistem ayarları, Koruma ve Mantık ayarları, Gözetim ve Ölçme

-Kontak çıkışlarının manuel açtırma fonksiyonu sayesinde test edilebilmesi

-Ayarların değişimi ve devre kesicisi kontrolü için şifre koruması

-Haberleşme arayüzü ;

* RS232-C (Ön ve arka yüzde), RS 485C (SCADA haberleşmesi)

*Protokol: MODBU, DNP3.0, IEC 60870-5-103

-Ölçme: 3 faz akımları, bileşen akımları, termik, frekans

-Olay kaydı; 1ms zaman etiketli 127 adet olay kaydı

-Osilografik kayıt; programlanabilir durum değişikliklerine göre(açma sinyali, giriş ya da çıkış kontaklarındaki durum değişikliği vb.) giriş büyüklüklerinin osilografik kaydı

-Kümülatif açma sayıcı ile kesici bakım programı yapma imkânı

-Röle bir başka röle için bloklama sinyali gönderebilir ya da başka röle tarafından bloklanabilir.

3.5.9 Bölgede Kullanılan Microelettrica Scientifica MC Serisi Röle Özellikleri

Orta gerilim uygulamalarında, koruma fonksiyonlarının yanı sıra, Modbus ve IEC-103 protokollerini destekliyor olması, RS-232 servis portu ile RS-485 haberleşme portlarına sahip olması, aynı zamanda programlanabilir giriş ve çıkışlarıyla lojik seçiciliğe tamamen hâkim olması ile tüm enerji dağıtım ve endüstriyel uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır.

Çizelge 3.5' te Microelettrica Scientifica marka dijital bir rölenin referans giriş değerleri verilmiştir.

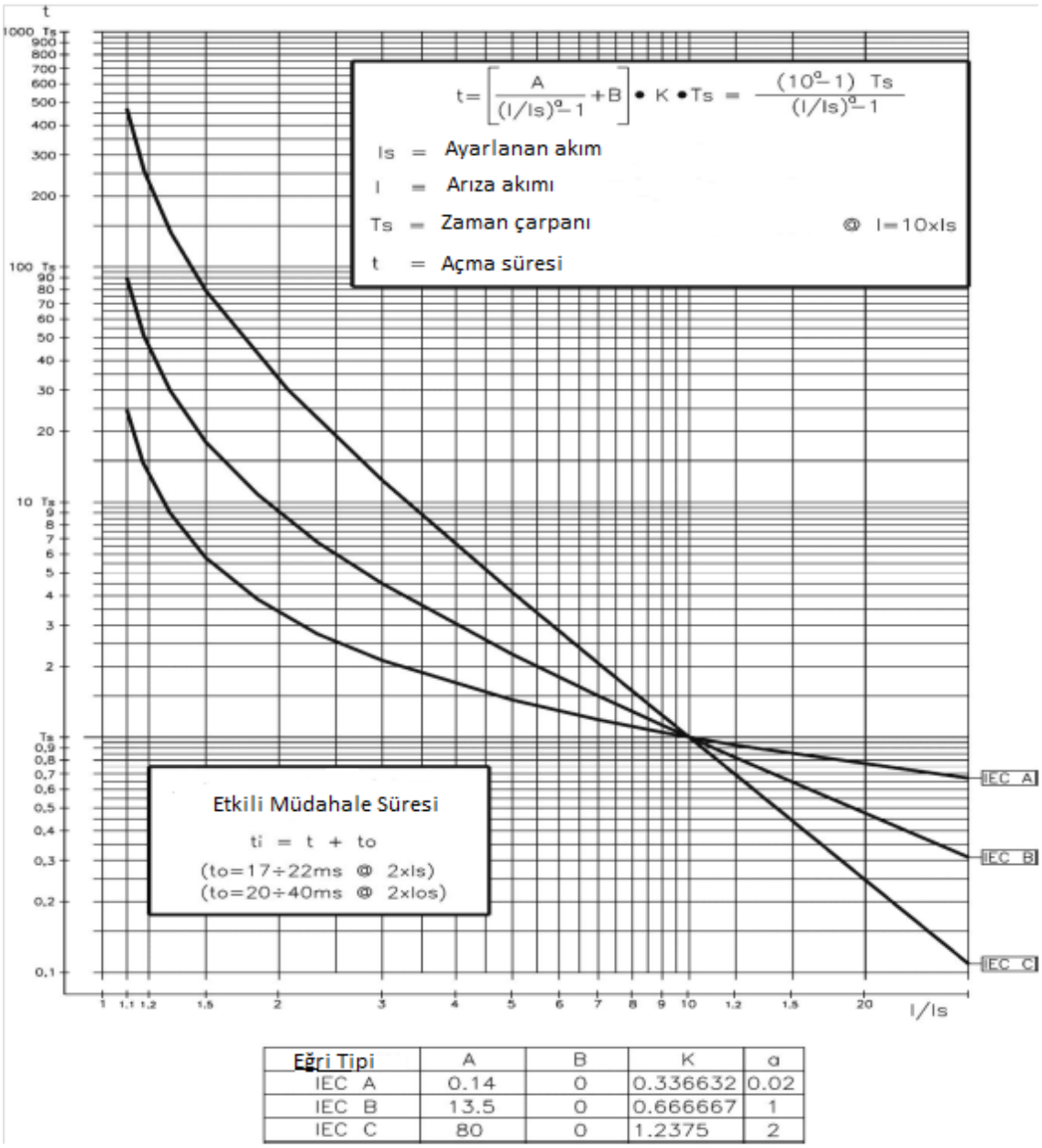
Çizelge 3.5 Microelettrica Scientifica referans giriş değerleri (İnt.Kyn.13).

Ekran		Birim	Açıklama	Ayar Aralığı	Adım
I_1	100	A	Faz akım trafosunun primer akım değeri	1-9999	1
I_2	1	A	Faz akım trafosunun sekonder akım değeri	1-5	1/5

Çizelge 3.5 (Devam) Microelettrica Scientifica referans giriş değerleri (İnt.Kyn.13).

Ekran		Birim	Açıklama	Ayar Aralığı	Adım
I_n	100	A	Rölenin primer akım referansı	1-9999	1
Frek	50	Hz	Nominal sistem frekansı	50-60	10
TW	30	min	Termal imaj için ısınma zaman sabiti	1-60	1
I_b	105	$\%I_n$	Termal imaj için kabuledilebilir max sürekli aşırı yük	50-130	1

Şekil 3.5' te MC30R rölesinin açma süresinin nasıl hesaplandığı ile ilgili formül, normal ters(IEC A), fazla ters(IEC B), çok fazla ters(IEC C) eğrilerinin akım ve zamana göre değişimi gösterilmektedir.



Eğri Tipi	A	B	K	α
IEC A	0.14	0	0.336632	0.02
IEC B	13.5	0	0.666667	1
IEC C	80	0	1.2375	2

Şekil 3.5 MC30R rölesinin katsayılar tablosu ve eğri tiplerinin gösterimi (İnt.Kyn.14).

Örneğin MC30R rölesine açması için eğri tipini IEC B seçelim. Zaman çarpanını(T_s) 0.11, açma akımını ise 225 A girelim.

Bu durumda 3500 A' lik bir arızada rölenin açma süresi IEC B eğrisinin katsayıları dikkate alındığında;

t = 0,068 s bulunur.

Resim 3.10 Microelettrica Scientifica röle görünümü.

Resim 3.10' da Döğer KÖK' ten Belediye çıkışı kesicisine ait Microelettrica Scientifica marka dijital röle gözükmektedir.

4. RÖLE KOORDİNASYONU

Güç sistemlerinin korunmasında röle koordinasyonu önemli bir yer tutar. Röle koordinasyonu yaparken de uygun ayarlanan rölelerin olması gerekir. Röleler arızayı önlemek için değil arıza anında sistemi(hatları, transformatörleri, akım transformatörlerini vs.) yalıtmak için ayarlanırlar (Anupreyaa ve Karthiga 2016).

Röle koordinasyonunun amacı; röle en uygun değerlerle ayarlandığında sistemde birbirleriyle bağlantılı elemanların(kesici, röle vb.) minimum sürede tepki vermesidir (Damchi, Mashhadi ve Sadeh 2016).

Bölgede öncelikle bütün KÖK' ler gezilerek KÖK' lerdeki tüm bilgiler(akım trafo oranları, kesici tipleri, röle tipleri, hat bilgileri vs.) alınmıştır. Hat uygunsuzluğu, dijital röle olması gereken yerlerde mekanik röle kullanılması gibi eksikler görülerek duruma uygun çözümler sunulmuştur.

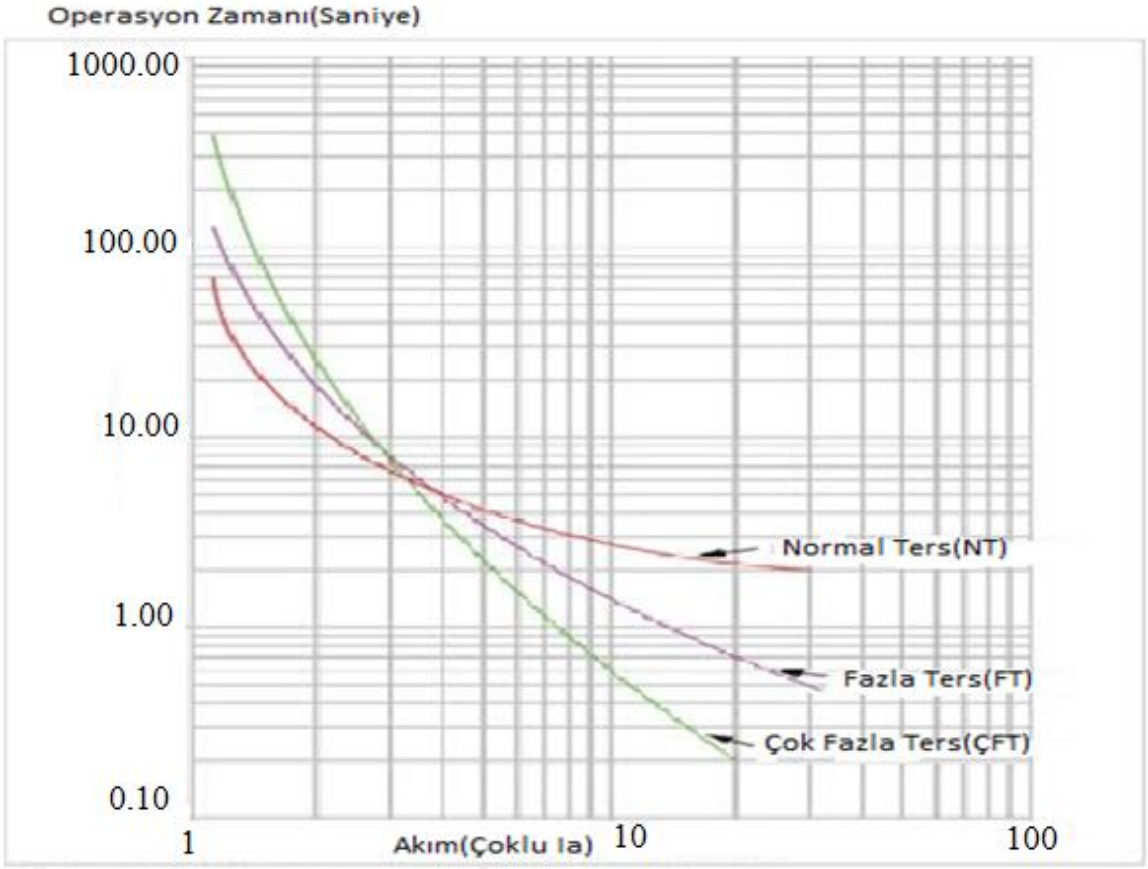
4.1 Röle Karakteristikleri

(3.2)' deki denklem göz önünde bulundurulduğunda röle karakteristikleri ve standartlarına göre katsayıları aşağıdaki gibidir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Röle katsayılar tablosu.

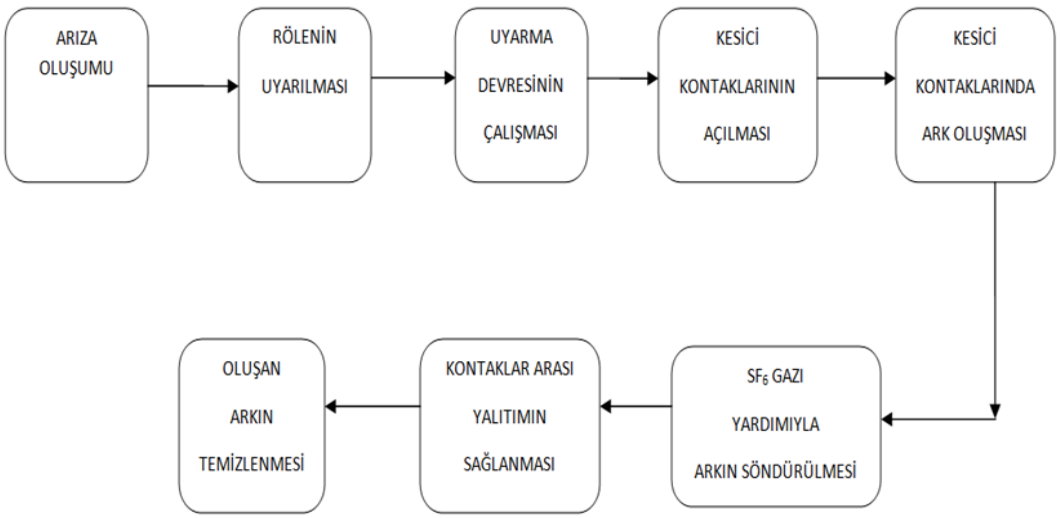
Sıra Numarası	Karakteristik Tipleri	Standart	K	L	C
1	Normal Ters	IEC	0.14	0.02	0
2	Çok Ters	IEC	13.5	1	0
3	Çok Fazla Ters	IEC	80	2	0
4	Normal Ters	ANSI/IEEE	0.0515	0.02	0.114
5	Çok Ters	ANSI/IEEE	19.61	2	0.491
6	Çok Fazla Ters	ANSI/IEEE	28.2	2	0.1217

Şekil 4.1' de IEC standardında rölelerin eğri tiplerine göre açma sürelerinin gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.1 IEC standardında rölelerin eğri tiplerine göre açma sürelerinin gösterimi (İnt.Kyn.8).

4.2 Kesici ve Rölenin Birlikte Çalışması



Şekil 4.2 Kesici ve rölenin birlikte çalışması.

Şekil 4.2' de kesici ve röle birlikte çalışırken hangi evrelerden geçerek çalıştığı görülmektedir.

Bir kesicinin görevi bir(I) konumda devreden güç akışını sağlamak, sıfır(O) konumda ise güç akışını engellemektir. Bunlardan ilkini kontak elemanları arasında iyi bir temas oluşturarak ikincisini ise kontak elemanlarını ayırarak elektriksel olarak yerine getirir.

Kesicinin en önemli görevi kısa devre anında şebekeye zarar vermeden devreyi açmaktır. Son yarım yüzyıl içerisinde şebeke yüklerinin gittikçe büyümesi kısa devre akımlarını büyütmüş ve böylece kesicilerin işi daha da zorlaşmıştır. Bu süre içinde güç iletim sistemlerinin gerilimleri 110 kV' lardan 750 kV' lara ulaşmış ve bunun sonucunda kısa devre açma güçleri 1000 MVA' dan 50000 MVA' lara varmıştır. Bu da kesicinin işini bir kat daha güçleştirmiştir.

Kesiciler açma esnasında kontakları arasında oluşan arkı söndürür. Ark esas itibariyle bir gaz deşarjıdır. Kesiciler açma sırasında oluşan bu arkta zorlanır. Eğer ark söndürülemez ise kesiciler görevlerini yapamaz. Çünkü ark bir elektrik akımıdır. Kontakların açıldıktan sonra eğer bunlar arasındaki gerilim 300 volttan küçükse ark meydana gelmeyebilir.

Ark sönmeden akım kesilmez. Sönmesi için de en çok kullanılan yol ark yolunun uzatılmasıdır. Ark uzayıp incelince arkın direnci artar. Böylece ark akımı düşer, ark sıcaklığı azalır ve arkın enerjisi iyonize olayını devam ettirebilmek için yetersiz kalır.

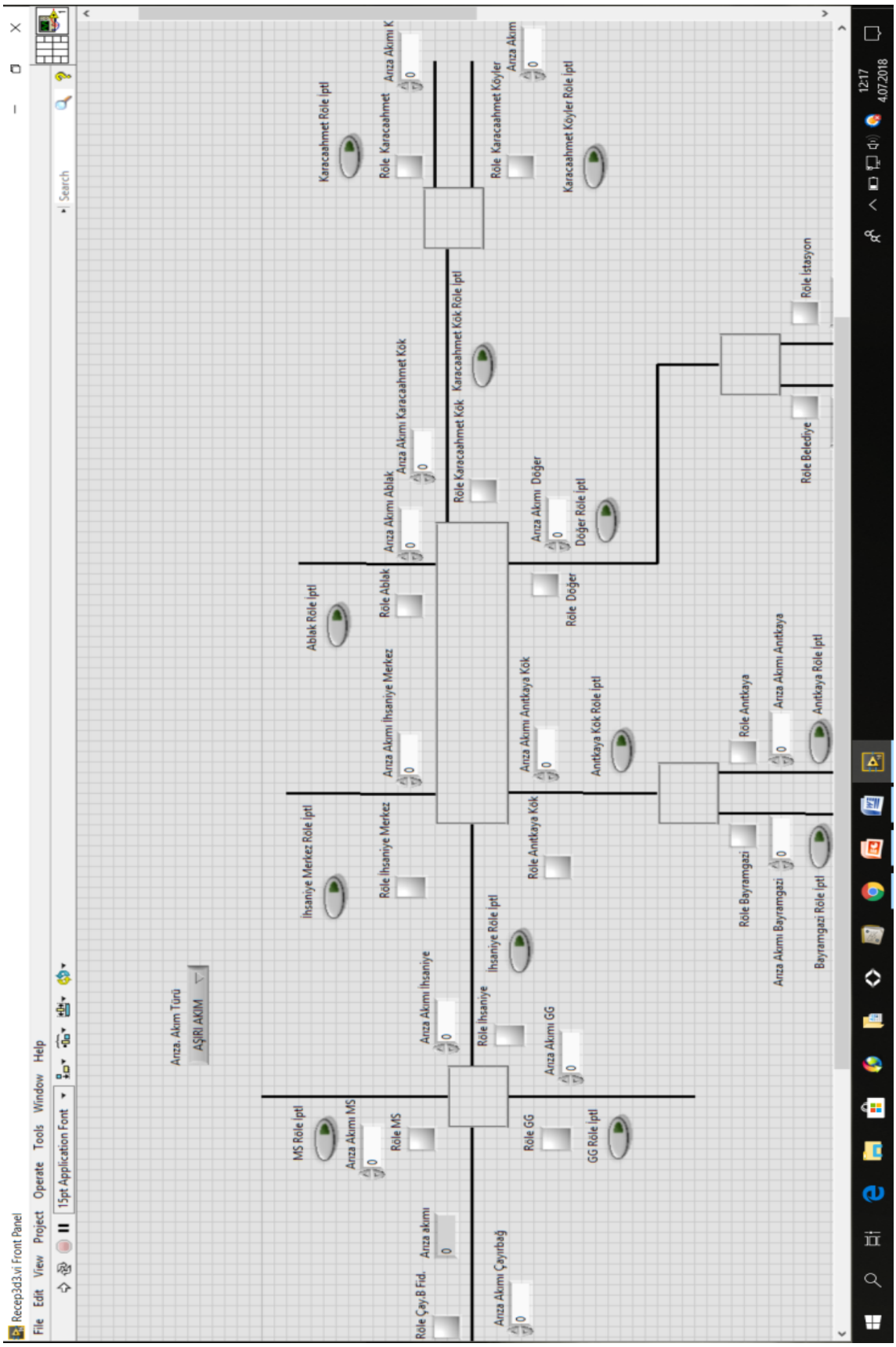
4.3 LabVIEW(Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench)

Labview bilim adamları ve mühendisler için yazılmış, grafik kullanarak programlama yapan(text komutlar yok) bir yazılım dilidir. Elektrik sinyal analizi, ısı limitlerinin kontrolü, su seviye kontrolü, anten tasarımı, robot kontrolü, titreşim kontrolü, zorlama analizi vs. uygulamaları Labview'in kullanıldığı bazı uygulamalardır. G programlama dili kullanılır ve program dosyaları VI(virtual intstrument) uzantılıdır.

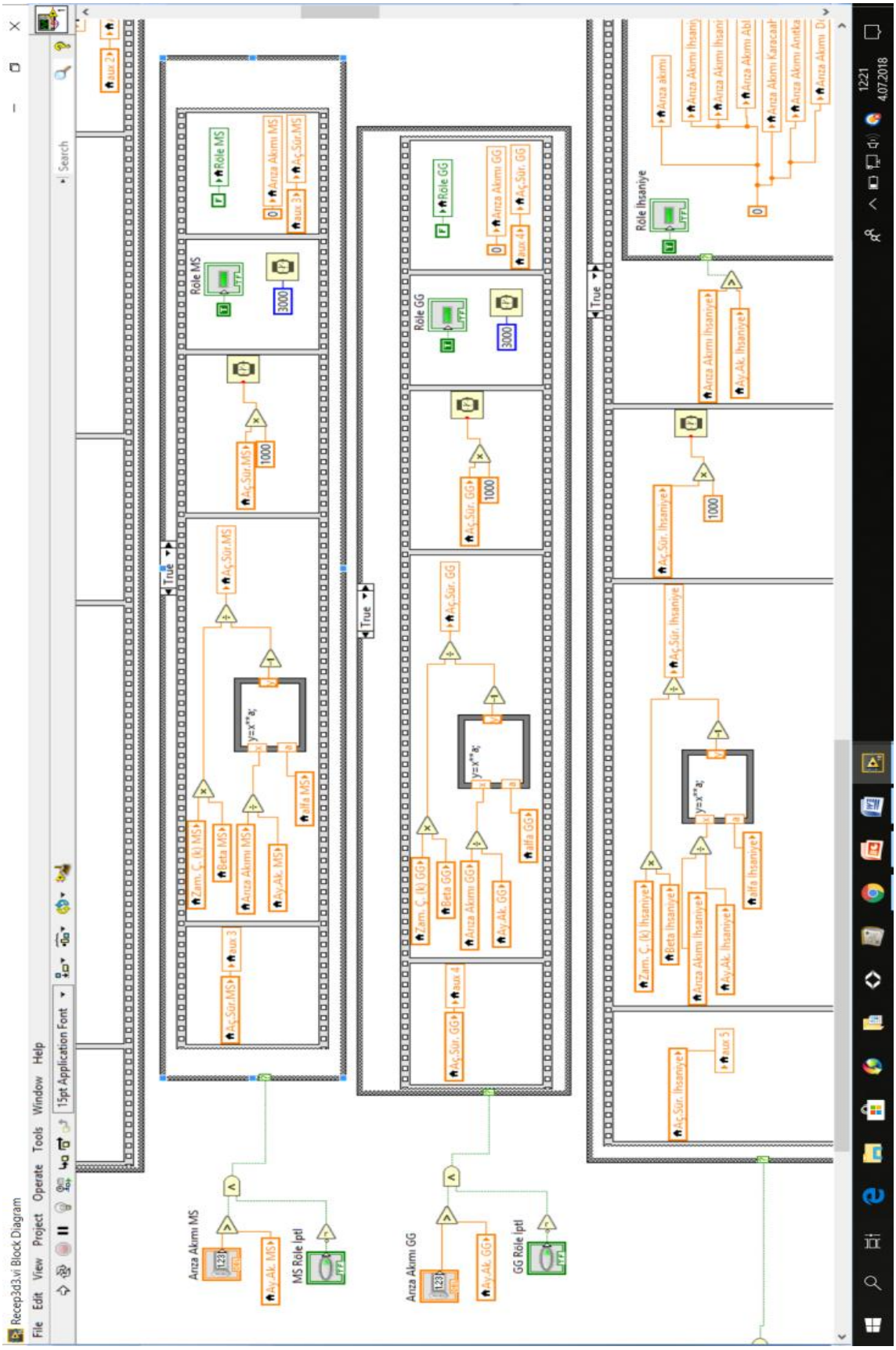
Labview' in çalışma alanı 2 kısımdan oluşur.

-Front Panel(Ön Panel): Sanal enstürümantasyonların kontrol edildiği kullanıcı arayüzü kontrollerinin bulunduğu yerdir (Şekil 4.3).

-Block Diagram(Blok Diyagram): Grafik olarak kod yazılan yerdir. Terminal ve fonksiyon düğümleri bu kısımda bulunur. Düğümler bağlantılarla bağlanır (Şekil 4.4).

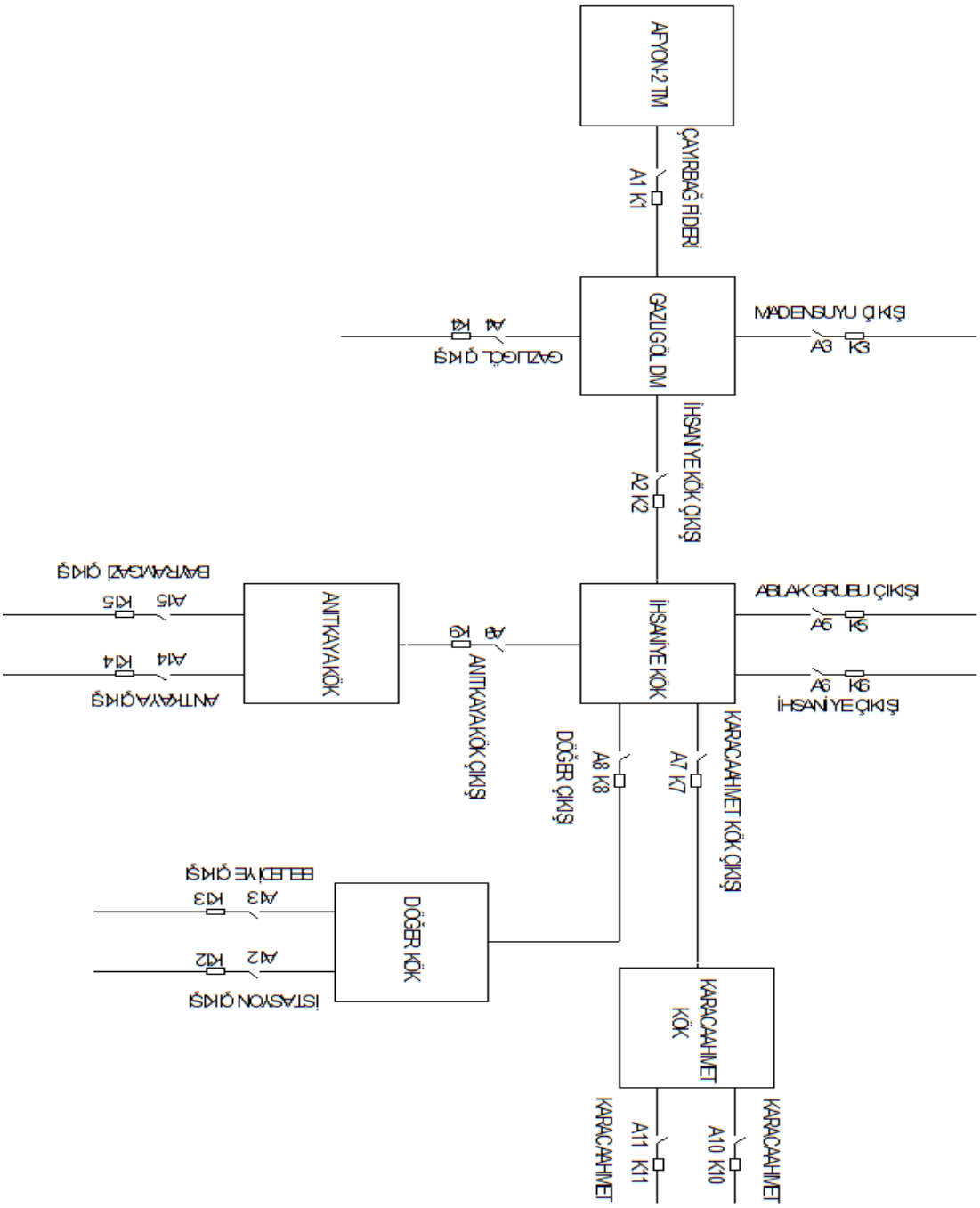


Şekil 4.3 Front panel(Ön panel).

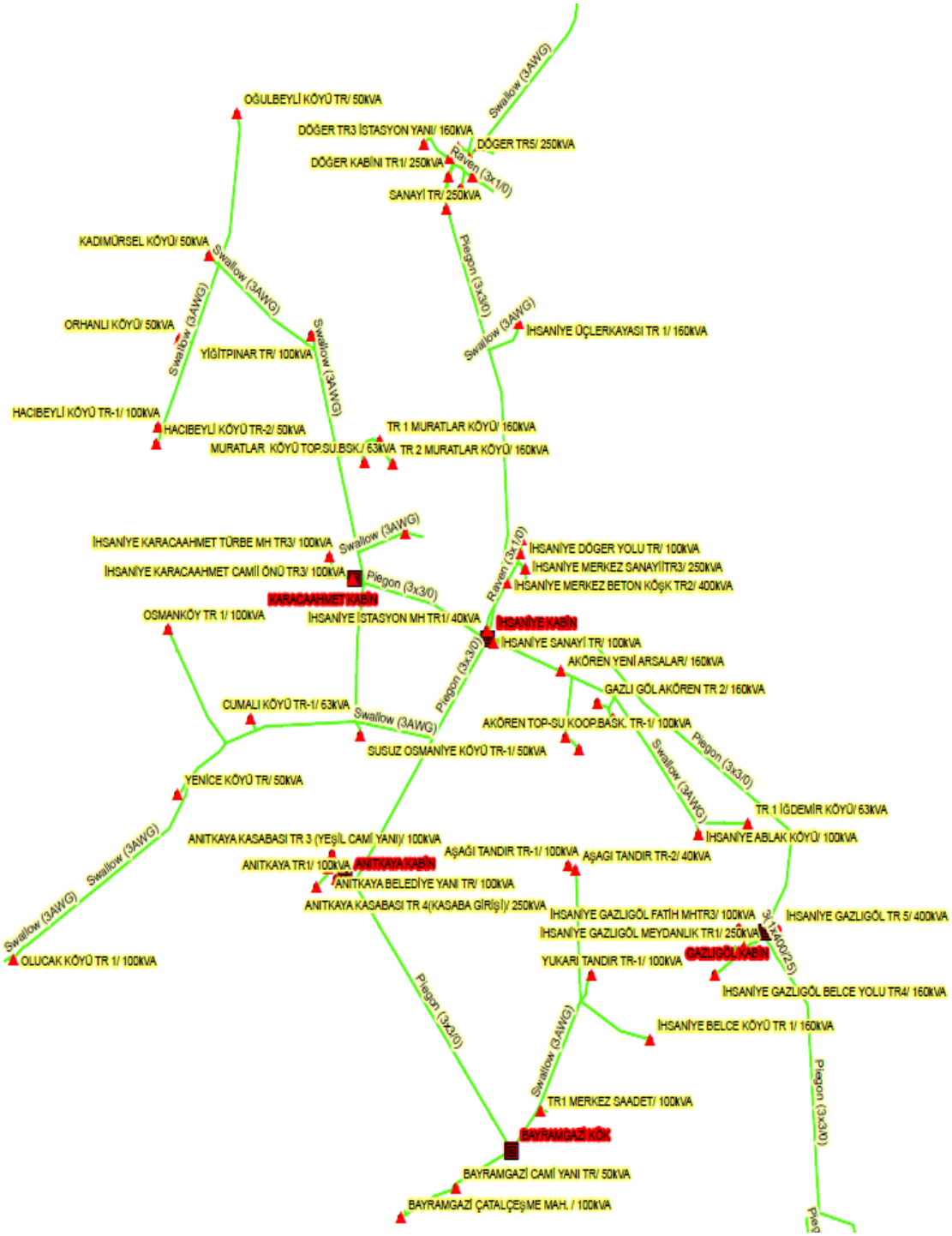


Şekil 4.4 Block diagram(Blok diyagram).

4.4 LabVIEW İle Röle Koordinasyonu



Şekil 4.5 İhsaniye bölgesi tek hat şeması.



Şekil 4.6 İhsaniye bölgesindeki hattın CBS(Coğrafi Bilgi Sistemi) üzerindeki görüntüsü.

Şekil 4.5' te İhsaniye bölgesindeki hattın tek hat şemasını, Şekil 4.6' da ise İhsaniye bölgesindeki hattın CBS(Coğrafi Bilgi Sistemi) üzerindeki görüntüsü, hattın tipi, trafo güçleri vs. verilmiştir.

4.4.1 İhsaniye Bölgesindeki Rölelerin Mevcut Değerleri

İhsaniye bölgesindeki mevcut röle değerlerine bakılırken 5 parametre incelenmiştir. Bunlar;

-ATO (Akım Trafo Oranı): Her KÖK'te herbir hücrede her faz için ayrı ayrı olmak üzere 3 adet bulunur. Rölede ayar yapılabilmesi için gerekli bir büyüklüktür.

-I> : Gecikmeli aşırı akım açma ayarı için kullanılan semboldür.

-I>> : Ani aşırı akım açma ayarı için kullanılan semboldür.

-I_o> : Gecikmeli toprak aşırı akım açma ayarı için kullanılan semboldür.

-I_o>> : Ani toprak akım açma ayarı için kullanılan semboldür.

Afyon-2 TM' den Çayırbağ Fideri Çıkışı Röle Değerleri:

-ATO : 300/5

-I> : NI, 300 A, Çarpan 0.35

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 60 A, 1 sn

-I_o>> : Pasif

Gazlıgöl DM' den Maden Suyu Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 150/5

-I> : NI, 130.05 A, Çarpan 0.10

-I>> : Sabit Zaman, 225 A, 50 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 30 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 150 A, 50 ms

Gazlıgöl DM' den İhsaniye Fideri Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 150/5

-I> : NI, 300 A, Çarpan 0.20

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 60 A, 750 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 300 A, 0 ms

Gazlıgöl DM' den Gazlıgöl Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 150/5

-I> : NI, 199.50 A, Çarpan 0.20

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 60 A, 700 ms

-I_o>> : Pasif

İhsaniye KÖK' ten Ablak Grubu Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 50/5

-I> : NI, 90 A, Çarpan 0.10

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 20 A, 200 ms

-I_o>> : Pasif

İhsaniye KÖK' ten İhsaniye Merkez Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 50/5

-I> : NI, 90 A, Çarpan 0.10

-I>> : Sabit Zaman, 200 A, 20 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 20 A, 200 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 200 A, 50 ms

İhsaniye KÖK' ten Karacaahmet KÖK Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 150/5

-I> : NI, 150 A, Çarpan 0.10

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 30 A, 400 ms

-I_o>> : Pasif

İhsaniye KÖK' ten Döğer KÖK Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 150/5

-I> : NI, 150 A, Çarpan 0.10

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 30 A, 300 ms

-I_o>> : Pasif

İhsaniye KÖK' ten Anıtkaya KÖK Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 150/5

-I> : NI, 253.50 A, Çarpan 0.14

-I>> : Sabit Zaman, 1200 A, 0 s

-I_o> : Sabit Zaman, 45 A, 550 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 498 A, 0 s

Anıtkaya KÖK' ten Bayramgazi Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 300/5

-I> : NI, 249 A, Çarpan 0.05

-I>> : Sabit Zaman, 900 A, 20 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 30 A, 200 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 270 A, 20 ms

Anıtkaya KÖK' ten Anıtkaya Merkez Çıkışı Röle Mevcut Değerleri(Resim 4.1):

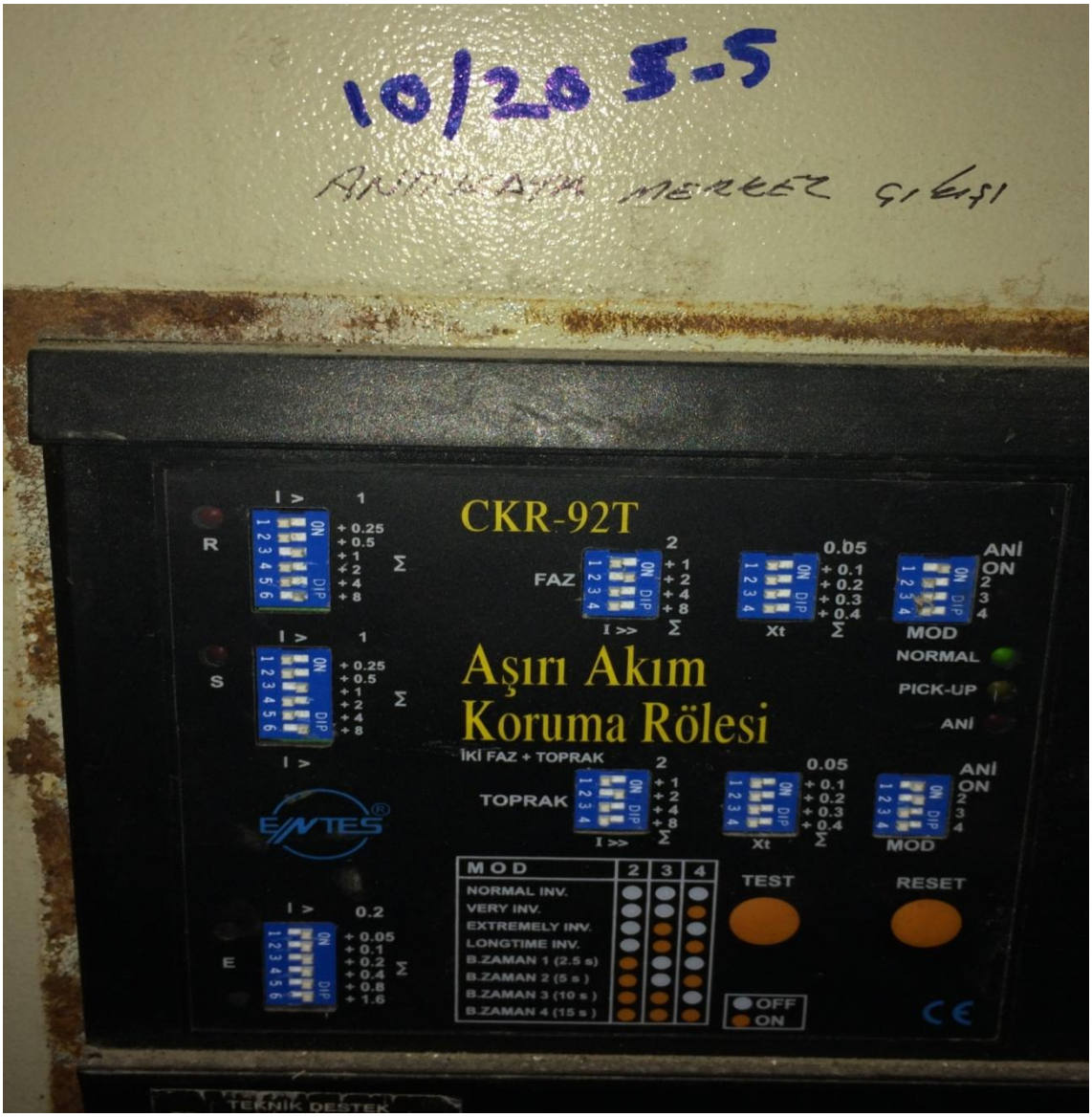
-ATO : 20/5

-I> : NI, 40 A, Çarpan 0.05

-I>> : Sabit Zaman, 160 A, 0 s

-I_o> : Sabit Zaman, 13 A, 125 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 52 A, 0 s



Resim 4.1 Anıtkaya KÖK anıtkaya merkez çıkışı rölesi.

(Analog Entes Marka CKR-92T Tipi Aşırı Akım Koruma Rölesi)

Döğer KÖK' ten Belediye Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 50/5

-I> : NI, 50 A, Çarpan 0.05

-I>> : Sabit Zaman, 500 A, 50 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 20 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 200 A, 50 ms

Döğer KÖK' ten İstasyon Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 50/5

-I> : NI, 50 A, Çarpan 0.05

-I>> : Sabit Zaman, 150 A, 50 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 20 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 100 A, 50 ms

Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet Merkez Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 50/5

-I> : NI, 50 A, Çarpan 0.05

-I>> : Sabit Zaman, 200 A, 20 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 10 A, 200 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 100 A, 20 ms

Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet Köyler Çıkışı Röle Mevcut Değerleri:

-ATO : 50/5

-I> : NI, 50 A, Çarpan 0.05

-I>> : Sabit Zaman, 200 A, 20 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 10 A, 200 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 100 A, 20 ms

4.4.2 İhsaniye Bölgesindeki Rölelerin LabVIEW' de Hesaplanan Değerleri

Afyon-2 TM' den Çayırbağ Fideri Çıkışı Labview' de Baz Alınan Değerleri:

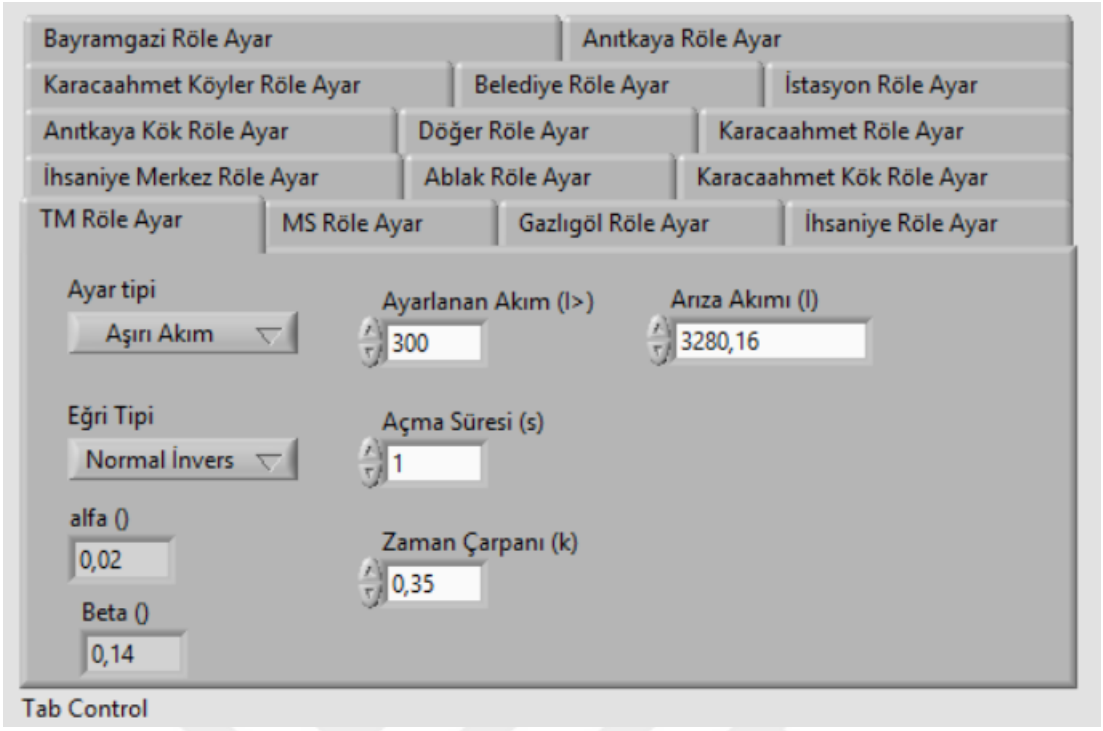
-ATO : 300/5

-I> : NI, 300 A, Çarpan 0.35

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 60 A, 1 sn

-I_o>> : Pasif



Şekil 4.7 Afyon-2 TM' nin röle ayarlarının LabVIEW' de baz alınması.

Şekil 4.5' te gösterilen İhsaniye Bölgesinin tek hat şemasına göre Gazlıgöl DM' den Madensuyu ve Gazlıgöl çıkışları, İhsaniye KÖK' ten Ablak Grubu ve İhsaniye Merkez çıkışları, Anıtkaya KÖK' ten Bayramgazi ve Anıtkaya çıkışları, Döğer KÖK' ten Belediye ve İstasyon çıkışları, Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet ve Karacaahmet Köyler çıkışları son çıkışlar olduğundan aşırı akım ve toprak korumalarında anileri (I>> ve I_o>>), I>> değeri I> değerinden 5 kat fazla ve 30 ms gecikmeyle I_o>> değeri de I_o> değerinden 6 kat fazla ve 30 ms gecikmeyle aktif edilmiştir.

I> değerleri hesaplanırken Afyon-2 TM' nin değerleri(NI, 300 A, Çarpan 0.35), herbir çıkışın çektiği yükler göz önünde bulundurularak herhangi bir arızada iletkene ve koruma elemanlarına en az darbeyi aldırma ve en kısa sürede röleye açma sinyali göndererek kesiciyi açtırmak amaçlanmıştır (Şekil 4.7). Örneğin aşırı akımda 3280.16 A' lik bir arızayı (3.2) denklemine göre Afyon-2 TM' nin rölesi 1 sn bekler. Aynı arızayı ise Gazlıgöl DM' den Maden Suyu çıkışı(NI, 156 A, Çarpan 0.07)' nın rölesi 156 ms(yaklaşık 150 ms) bekler. Tek hat şemasına göre son çıkıştan bir önceki çıkışlar ayarlanırken 275 ms emniyet süresi bırakılarak çarpanlar Labview Programında hesaplattırılmıştır.

I_o> değerleri hesaplanırken yine Afyon-2 TM' nin değerleri(Sabit Zaman, 60 A, 1 sn) baz alınarak herhangi bir arızada iletkene ve koruma elemanlarına en az darbeyi aldırma ve en kısa sürede röleye açma sinyali göndererek kesiciyi açtırmak amaçlanmıştır. Örneğin toprak arızasında Afyon-2 TM herhangi bir arızayı 1 sn beklerken aynı arızayı Gazlıgöl DM' den İhsaniye Fiderinin çıkış rölesi(Sabit Zaman, 45 A, 700 ms) 700 ms bekler.

Röle ayar değerleri hesaplanırken hattın cinsine ve akım trafo oranlarına dikkat edilmiştir. Mevcut olan sistemde yeni hesaplara göre değişmesi gerekenler her çıkışın bölümünde ayrıca belirtilmiştir.

Gazlıgöl DM' den Maden Suyu Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.8):

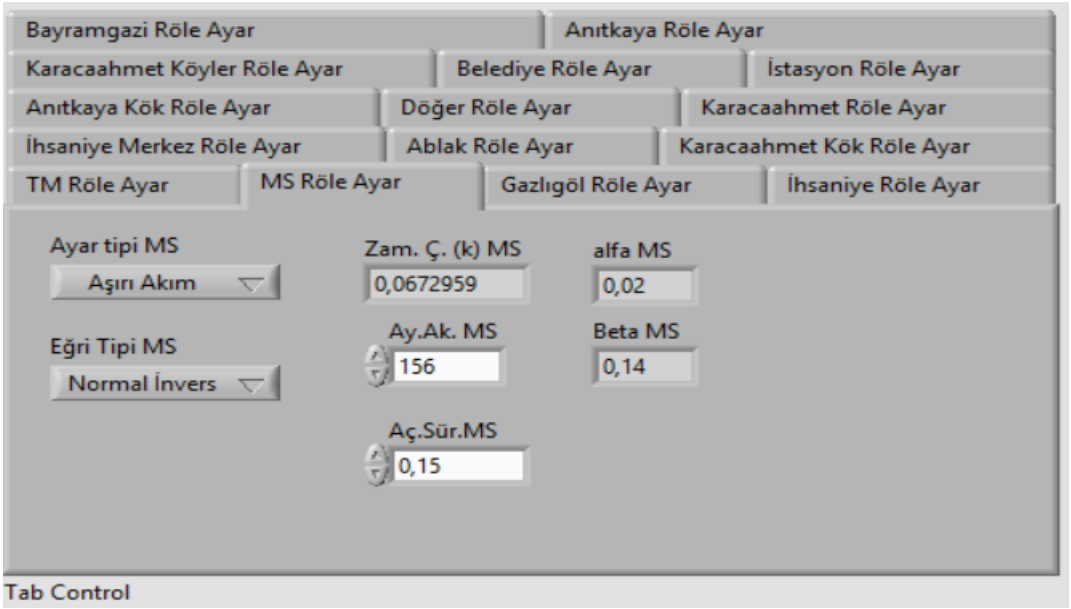
-ATO : 150/5

-I> : NI, 156 A, Çarpan 0.07

-I>> : Sabit Zaman, 780 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms



Şekil 4.8 Gazlıgöl DM' den Maden Suyu Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

Gazlıgöl DM' den İhsaniye Fideri Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.9):

-ATO : 300/5

-I> : NI, 270 A, Çarpan 0.25

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 45 A, 700 ms

-I_o>> : Pasif

Şekil 4.9 Gazlıgöl DM' den İhsaniye Fideri Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

- Gazlıgöl DM' den İhsaniye Fideri çıkışında ATO 150/5 yerine 300/5 olmalıdır.

Gazlıgöl DM' den Gazlıgöl Merkez Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.10):

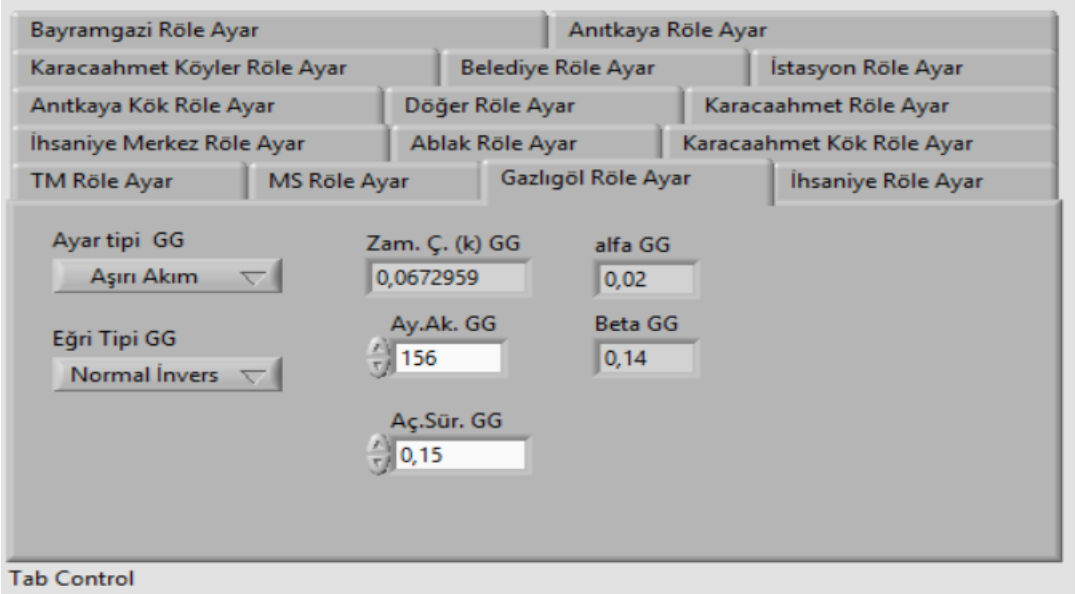
-ATO : 150/5

-I> : NI, 156 A, Çarpan 0.07

-I>> : Sabit Zaman, 780 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms



Şekil 4.10 Gazlıgöl DM' den Gazlıgöl Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

İhsaniye KÖK' ten Ablak Grubu Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.11):

-ATO : 50/5

-I> : NI, 60 A, Çarpan 0.09

-I>> : Sabit Zaman, 300 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms

Şekil 4.11 İhsaniye KÖK' ten Ablak Grubu Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

İhsaniye KÖK' ten İhsaniye Merkez Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.12):

-ATO : 50/5

-I> : NI, 60 A, Çarpan 0.09

-I>> : Sabit Zaman, 300 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms

Şekil 4.12 İhsaniye KÖK' ten İhsaniye Merkez Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

İhsaniye KÖK' ten Karacaahmet KÖK Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.13):

-ATO : 150/5

-I> : NI, 156 A, Çarpan 0.19

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 30 A, 425 ms

-I_o>> : Pasif

Şekil 4.13 İhsaniye KÖK' ten Karacaahmet KÖK Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

İhsaniye KÖK' ten Döğer KÖK Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.14):

-ATO : 150/5

-I> : NI, 156 A, Çarpan 0.19

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 30 A, 425 ms

-I_o>> : Pasif

Şekil 4.14 İhsaniye KÖK' ten Döğer Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

İhsaniye KÖK' ten Anıtkaya KÖK Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.15):

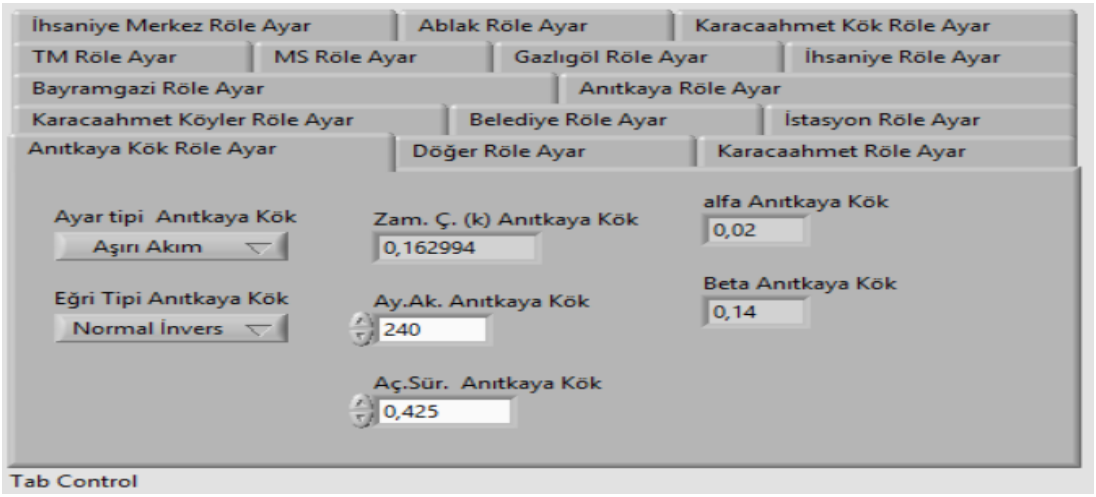
-ATO : 300/5

-I> : NI, 240 A, Çarpan 0.16

-I>> : Pasif

-I_o> : Sabit Zaman, 30 A, 425 ms

-I_o>> : Pasif



Şekil 4.15 İhsaniye KÖK' ten Anıtkaya KÖK Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

-Hat Swallow yerine Pigeon ve ATO 150/5 yerine 300/5 olmalıdır.

Anıtkaya KÖK' ten Bayramgazi Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.16):

-ATO : 300/5

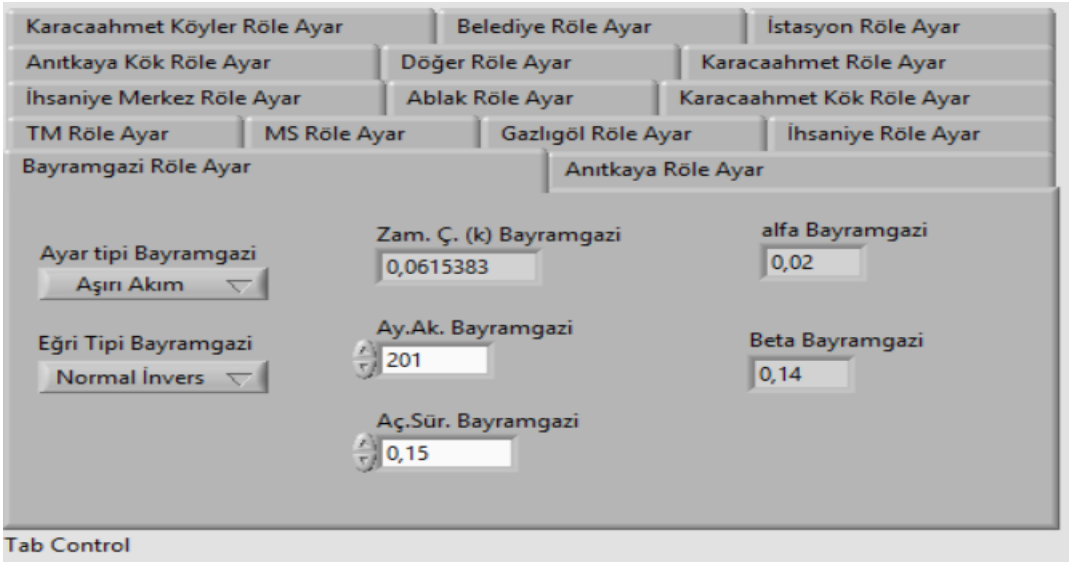
-I> : NI, 201 A, Çarpan 0.06

-I>> : Sabit Zaman, 1005 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms

-Hat Swallow yerine Pigeon seçilmelidir.



Şekil 4.16 Anıtkaya KÖK' ten Bayramgazi Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

Anıtkaya KÖK' ten Anıtkaya Merkez Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.17):

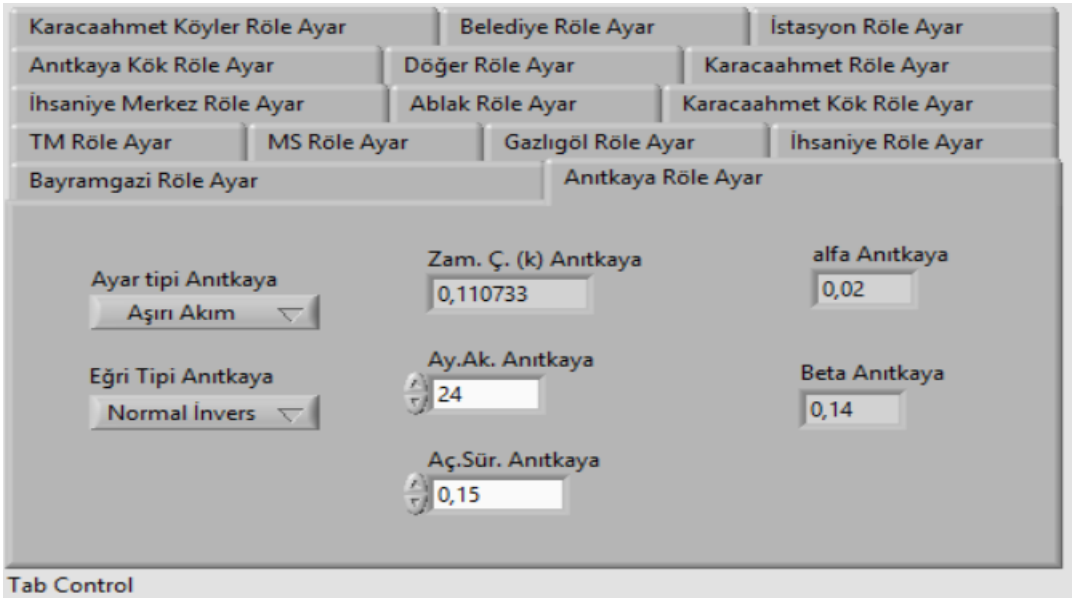
-ATO : 20/5

-I> : NI, 24 A, Çarpan 0.11

-I>> : Sabit Zaman, 120 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms



Şekil 4.17 Anıtkaya KÖK' ten Anıtkaya Merkez Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

Döğer KÖK' ten Belediye Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.18):

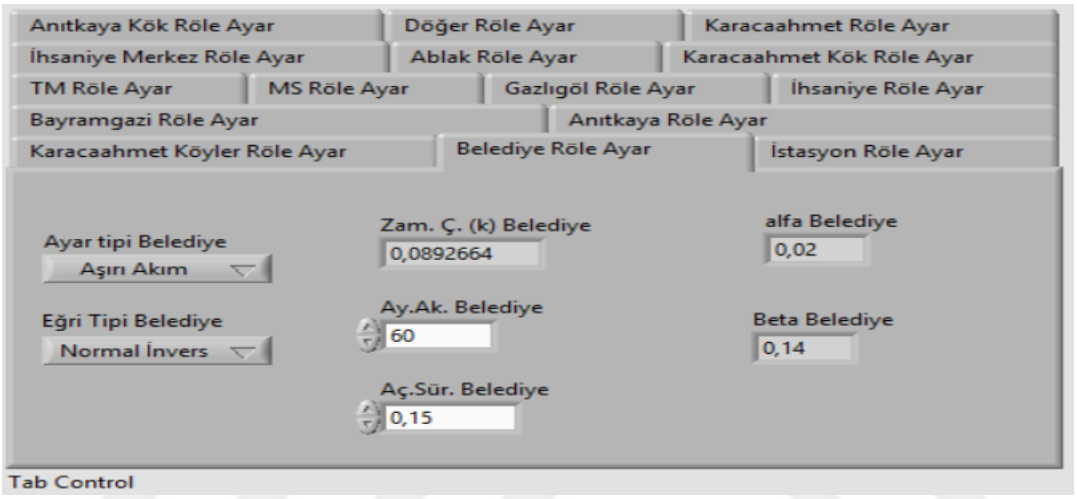
-ATO : 50/5

-I> : NI, 60 A, Çarpan 0.09

-I>> : Sabit Zaman, 300 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms



Şekil 4.18 Döğer KÖK' ten Belediye Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

Döğer KÖK' ten İstasyon Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.19):

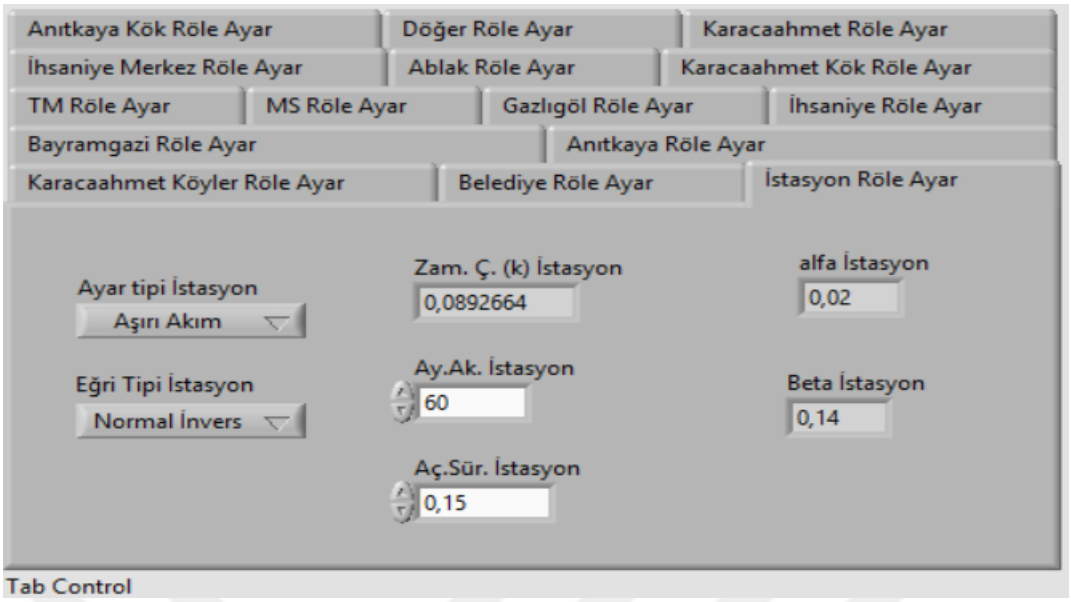
-ATO : 50/5

-I> : NI, 60 A, Çarpan 0.09

-I>> : Sabit Zaman, 300 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms



Şekil 4.19 Döğer KÖK' ten İstasyon Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet Merkez Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.20):

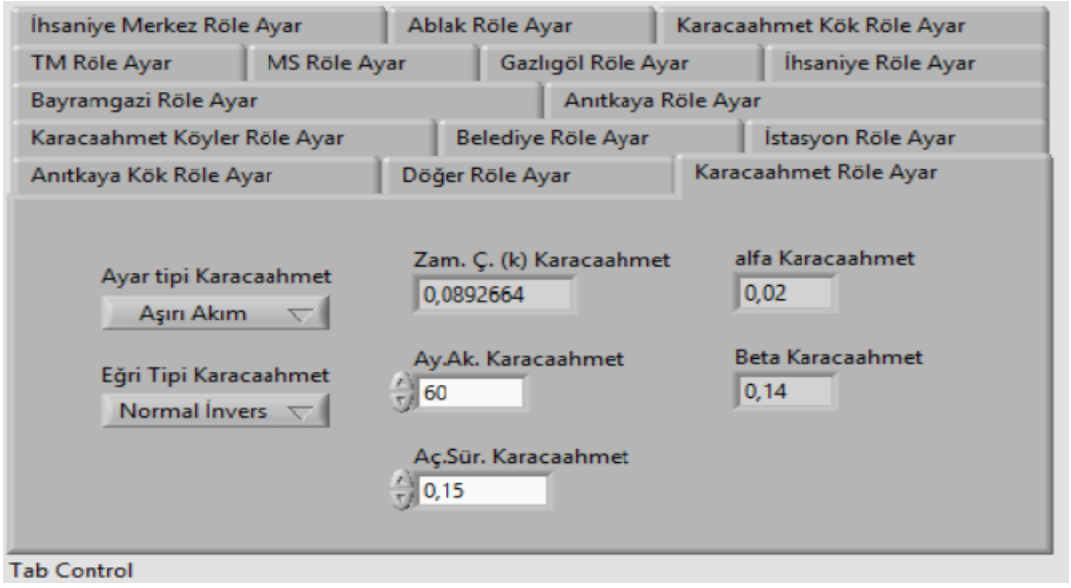
-ATO : 50/5

-I> : NI, 60 A, Çarpan 0.09

-I>> : Sabit Zaman, 300 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms



Şekil 4.20 Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet Köyler Çıkışı Rölesinin Labview' de Hesaplanan Değerleri(Şekil 4.21):

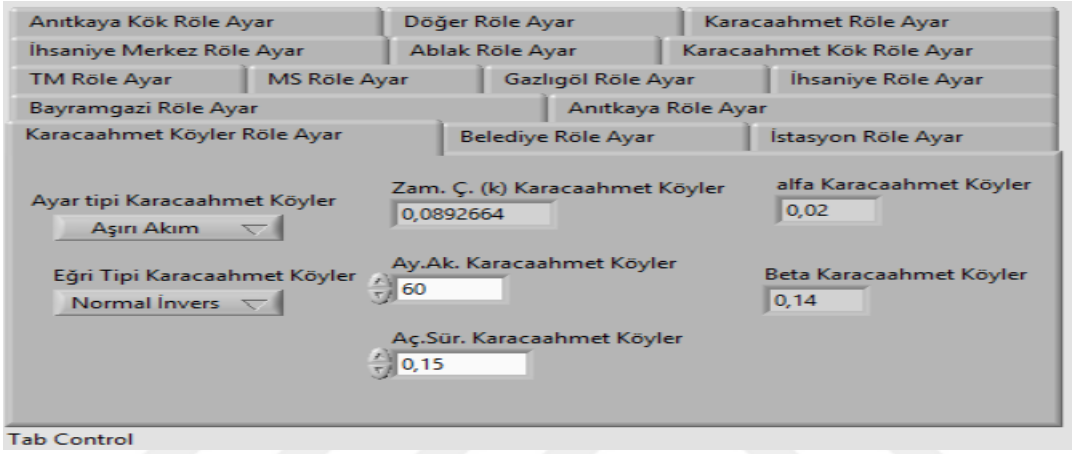
-ATO : 50/5

-I> : NI, 60 A, Çarpan 0.09

-I>> : Sabit Zaman, 300 A, 30 ms

-I_o> : Sabit Zaman, 15 A, 150 ms

-I_o>> : Sabit Zaman, 90 A, 30 ms



Şekil 4.21 Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet Köyler Çıkışının ayarlarının LabVIEW' e girilmesi.

5. BULGULAR

Yukarıdaki İhsaniye örneğinde (ringi olmayan) İhsaniye bölgesi için en uygun röle koordinasyonunu sağlayarak gereksiz kesici açmalarının önüne geçmek, sadece arıza olan bölgenin enerjisinin kesilmesini sağlamak, dağıtım şirketinin daha az zarar etmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik bölgedeki tüm KÖK' lerin ve hatların tek tek incelemesi yapılmış, OEDAŞ İhsaniye İlçe İşletme Şefiyle görüşülmüş ve röle koordinasyonu için en uygun zaman çarpanı Labview' de hesaplattırılmıştır.

Bu tezde röle koordinasyonu yapılırken sadece I>, I>>, I_o>, I_o>> büyüklükleri üzerinde değişiklikler yapılarak bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bu inceleme neticesinde Afyon-2 TM' nin Çayırbağ fiderinin yükünün yaklaşık 200 A, Gazlıgöl DM' den Madensuyu Çıkışının yükünün yaklaşık 30 A, İhsaniye fideri çıkışının yükünün yaklaşık 95 A, Gazlıgöl merkez çıkışının yükünün yaklaşık 65 A, İhsaniye KÖK' den Ablak Grubu çıkışının yükünün yaklaşık 5 A, İhsaniye merkez çıkışının yükünün 11 A, Karacaahmet KÖK çıkışının yükünün yaklaşık 6 A, Döğer KÖK çıkışının yükünün yaklaşık 25 A, Anıtkaya KÖK çıkışının yükünün yaklaşık 25 A, Karacaahmet KÖK' ten Karacaahmet merkez çıkışının yükünün yaklaşık 2 A, Karacaahmet köyler çıkışının yükünün yaklaşık 3 A, Döğer KÖK' ten Belediye çıkışının yükünün yaklaşık 14 A, İstasyon çıkışının yükünün yaklaşık 5 A, Anıtkaya KÖK' ten Bayramgazi çıkışının yükünün yaklaşık 13 A ve Anıtkaya merkez çıkışının yükünün yaklaşık 8 A olduğu gibi bilgilere ulaşılmıştır.

Eğer Anıtkaya KÖK Bayramgazi çıkışı(13A) ve İhsaniye KÖK Anıtkaya çıkışı(25 A) mevcut röle değerlerinde kalsaydı Anıtkaya KÖK Bayramgazi çıkışındaki 1200 A ve üzerindeki aşırı akım arızalarında Şekil 4.6' daki hem K15 hem de K9 kesicileri aynı anda açacaklardı. Yani 12 A' lik yükün beslediği bölge gereksiz enerji kesintisi yaşayacaktı. Eğer Anıtkaya KÖK Anıtkaya Merkez(8 A) ve İhsaniye KÖK Anıtkaya çıkışı(25 A) mevcut röle değerlerinde kalsaydı Anıtkaya KÖK Anıtkaya merkez çıkışındaki 1200 A ve üzerindeki aşırı akım arızalarında Şekil 4.6' daki hem K14 hem de K9 kesicileri aynı anda açacaklardı. Yani 17 A' lik yükün beslediği bölge gereksiz

enerji kesintisi yaşayacaktı.

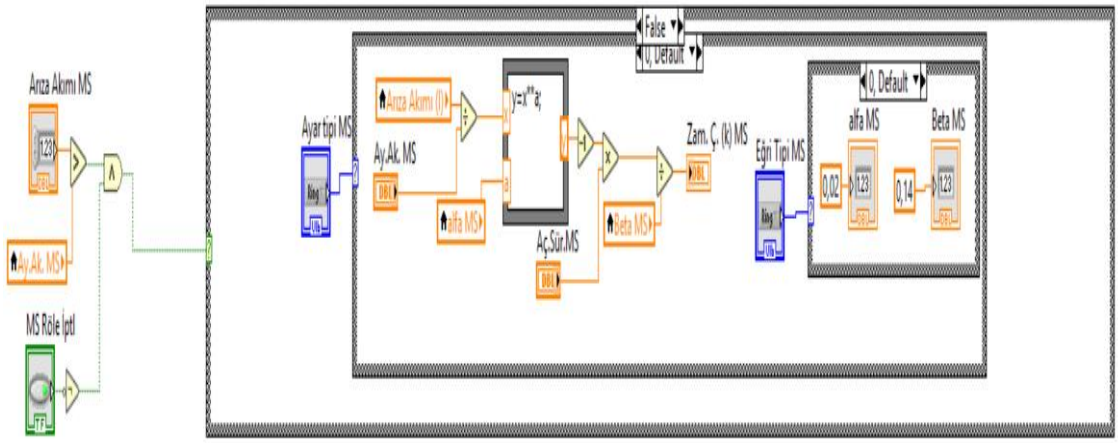
Diğer hatta eğer Döğer KÖK Belediye çıkışı(14 A) ve Gazlıgöl DM İhsaniye fideri çıkışı(95 A) mevcut röle değerlerinde kalsaydı Döğer KÖK Belediye çıkışındaki 300 A ve üzerindeki toprak arızalarında Şekil 4.6' daki hem K13 hem de K2 kesicileri aynı anda açacaktı. Yani 81 A' lik yükün beslediği bölge gereksiz enerji kesintisi yaşayacaktı. Eğer Döğer KÖK İstasyon çıkışı(5 A) ve Gazlıgöl DM İhsaniye fideri çıkışı(95 A) mevcut röle değerlerinde kalsaydı Döğer KÖK İstasyon çıkışındaki 300 A ve üzerindeki toprak arızalarında Şekil 4.6' daki hem K12 hem de K2 kesicileri aynı anda açacaktı. Yani 90 A' lik yükün beslediği bölge gereksiz enerji kesintisi yaşayacaktı.

Diğer hatta eğer Karacaahmet KÖK Karacaahmet Merkez çıkışı(2 A) ve Gazlıgöl DM İhsaniye fideri çıkışı(95 A) mevcut röle değerlerinde kalsaydı Karacaahmet KÖK Karacaahmet Merkez çıkışındaki 300 A ve üzerindeki toprak arızalarında Şekil 4.6' daki hem K10 hem de K2 kesicileri aynı anda açacaktı. Yani 93 A' lik yükün beslediği bölge gereksiz enerji kesintisi yaşayacaktı. Eğer Karacaahmet KÖK Karacaahmet Köyler çıkışı(3 A) ve Gazlıgöl DM İhsaniye fideri çıkışı(95 A) mevcut röle değerlerinde kalsaydı Karacaahmet KÖK Karacaahmet Köyler çıkışındaki 300 A ve üzerindeki toprak arızalarında Şekil 4.6' daki hem K11 hem de K2 kesicileri aynı anda açacaktı. Yani 92 A' lik yükün beslediği bölge gereksiz enerji kesintisi yaşayacaktı.

Gazlıgöl DM' den İhsaniye fideri çıkışında yük ve beslediği bölge dikkate alındığında ATO' nın 150/5 yerine 300/5 seçilmesi gerektiği, İhsaniye KÖK' ten Anıtkaya KÖK çıkışında hattın taşıdığı ve taşıyacağı yükler, beslediği bölge, bağlı GES' ler dikkate alındığında hattın Swallow yerine Pigeon ve ATO' nın 150/5 yerine 300/5 seçilmesi gerektiği, Anıtkaya KÖK' ten Bayramgazi çıkışında hattın taşıdığı ve taşıyacağı yükler, beslediği bölge, bağlı GES' ler dikkate alındığında hattın Swallow yerine Pigeon seçilmesi gerektiği, Anıtkaya KÖK' ten Anıtkaya merkez çıkışında kesicinin anma kısa devre kesme akımı 12.5 kA yerine 16 kA seçilmesi gerektiği gibi bulgulara saptanmıştır.

5.1 Zaman Çarpanını Hesaplayan Örnek LabVIEW Programı

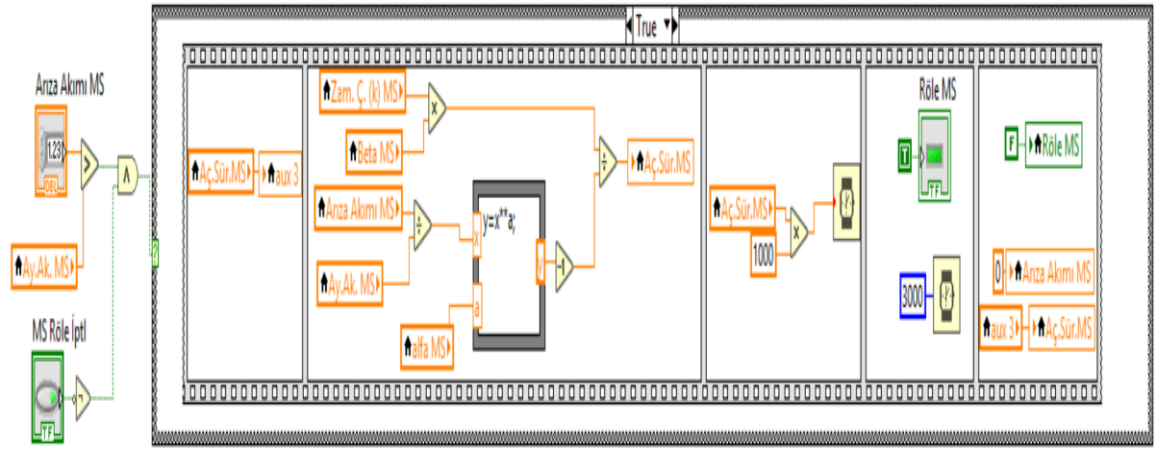
Zaman çarpanını otomatik olarak hesaplayan LabVIEW' de hazırlanmış blok diyagramı Resim 5.1' de gösterilmiştir.



Resim 5.1 Zaman çarpanını hesaplayan örnek LabVIEW programı.

5.2 Açma Süresini Hesaplayan Örnek LabVIEW Programı

Açma süresini otomatik olarak hesaplayan LabVIEW' de hazırlanmış blok diyagramı Resim 5.2' de gösterilmiştir.



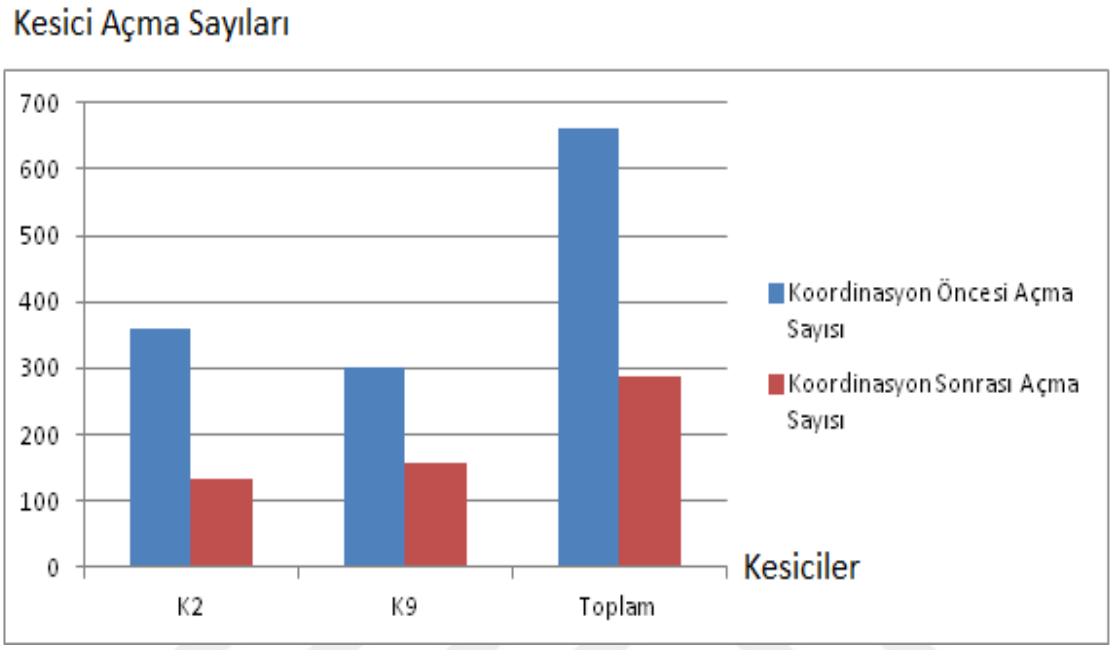
Resim 5.2 Açma süresini hesaplayan örnek LabVIEW programı.

5.3 İhsaniye Bölgesindeki Rölelerin Mevcut ve Hesaplandıktan Sonraki Değerleri

KÖK VE ÇIKIŞLAR	MEVCUT RÖLE DEĞERLERİ								HESAPLANAN RÖLE DEĞERLERİ							
	I>	k	I>>	t>>	I_0>	t_0>	I_0>>	t_0>>	I>	k	I>>	t>>	I_0>	t_0>	I_0>>	t_0>>
AFYON-2 TM' DEN ÇAYIRBAĞ FİDERİ	300	0.35	-	-	60	1000	-	-	300	0.35	-	-	60	1000	-	-
GAZLIGÖL DM' DEN MADENSUYU ÇIKIŞI	130.5	0.10	225	50	30	150	150	50	156	0.07	780	30	15	150	90	30
GAZLIGÖL DM' DEN İHSANİYE FİDERİ ÇIKIŞI	300	0.20	-	-	60	750	300	0	270	0.25	-	-	45	700	-	-
GAZLIGÖL DM' DEN GAZLIGÖL MERKEZ ÇIKIŞI	199.5	0.20	-	-	60	700	-	-	156	0.07	780	30	15	150	90	30
İHSANİYE KÖK' TEN ABLAK GRUBU ÇIKIŞI	90	0.10	-	-	20	200	-	-	60	0.09	300	30	15	150	90	30
İHSANİYE KÖK' TEN İHSANİYE MERKEZ ÇIKIŞI	90	0.10	200	20	20	200	200	50	60	0,09	300	30	15	150	90	30
İHSANİYE KÖK' TEN KARACAAHMET KÖK ÇIKIŞI	150	0.10	-	-	30	400	200	20	156	0.19	-	-	30	425	-	-
İHSANİYE KÖK' TEN DÖĞER KÖK ÇIKIŞI	150	0.10	-	-	30	300	-	-	156	0.19	-	-	30	425	-	-
İHSANİYE KÖK' TEN ANITKAYA KÖK ÇIKIŞI	253.5	0.14	1200	0	45	550	498	0	240	0.16	-	-	30	425	-	-
KARACAAHMET KÖK' TEN KARACAAHMET MERKEZ ÇIKIŞI	50	0.05	200	20	10	200	100	20	60	0.09	300	30	15	150	90	30
KARACAAHMET KÖK' TEN KARACAAHMET KÖYLER ÇIKIŞI	50	0.05	200	20	10	200	100	20	60	0.09	300	30	15	150	90	30
DÖĞER KÖK' TEN BELEDİYE ÇIKIŞI	50	0.05	500	50	20	150	200	50	60	0.09	300	30	15	150	90	30
DÖĞER KÖK' TEN İSTASYON ÇIKIŞI	50	0.05	150	50	20	150	100	50	60	0.09	300	30	15	150	90	30
ANITKAYA KÖK' TEN BAYRAMGAZİ ÇIKIŞI	249	0.05	900	20	30	200	270	20	201	0.06	1005	30	15	150	90	30
ANITKAYA KÖK' TEN ANITKAYA MERKEZ ÇIKIŞI	40	0.05	160	0	13	125	52	0	24	0.11	120	30	15	150	90	30

Çizelge 5.1 Rölelerin mevcut ve hesaplandıktan sonraki değerleri.

Çizelge 5.1' de I>, I>>, I_o>, I_o>> büyüklükleri Amper olarak, t>>, t_o>, t_o>> büyüklükleri ms olarak girilmiştir. k ise 3.1' deki açma süresini hesaplayan denklemde zaman çarpanını ifade eder.

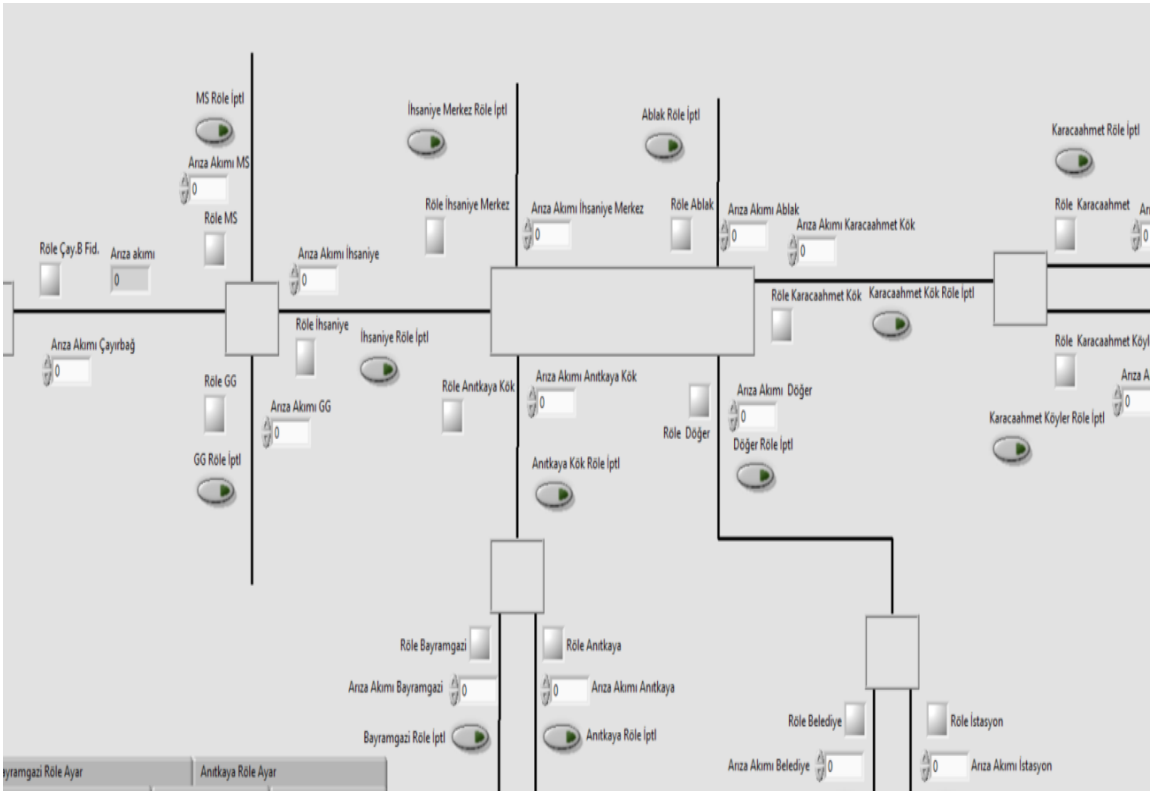


Şekil 5.1 Koordinasyon öncesi ve sonrası açma sayıları (yılda).

Şekil 5.1' de K2 ve K9 kesicilerine(Şekil 4.5) ait rölelerin tezde hesaplandığı şekilde ayarlanmasıyla yılda K2 kesicisinin açma sayısı; 360 kez açmadan 228 kez daha az açmasını sağlayarak 132 kez açmaya, K9 kesicisinin açma sayısı; 300 kez açmadan 144 kez daha az açmasını sağlayarak 156 kez açmaya, toplamda da 660 kez açmadan 372 kez daha az açmasını sağlayarak 288 kez açmaya düşürüldüğü gözükmektedir.

5.4 Yapılan LabVIEW Programının Ön Yüzü

Şekil 5.2' de LabVIEW ile yazılmış program ön yüzü görülmektedir.



Şekil 5.2 Yapılan LabVIEW programının ön yüzü.

5.5 Doğru Röle Koordinasyonunun Maliyete Etkisi

Mevcut değerler kalsaydı(K2 kesicisinin gereksiz açmaları önlenmeseydi);

30 (bir ayda açma sayısı) x 0.5 (enerjisiz kalma saati)= 15 h (1 ayda enerji kesintisi yaşanılan süre)

Kesilen güç= 1.73 x 34500 V x 95 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)

Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 5 392 956,696 W

Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji= 5 392 956,696 x 15= 80 894 350,440 Wh = 80 894,350 kWh

Gereksiz açma önlenmeden edilen zarar (ayda) = 80 894,350 x 0,137331= 11 109,302 TL

Mevcut değerler kalsaydı(K9 kesicisinin gereksiz açmaları önlenmeseydi);

25 (bir ayda açma sayısı) x 0.50 (nerjisiz kalma saati)= 12.50 h (1 ayda enerji kesintisi yaşanılan süre)
Kesilen güç= 1.73 x 34500 V x 25 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 1 419 199,130 W
Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji= 1 419 199,130 x 12.50= 17 739 989,130 Wh= 17 739,989 kWh
Gereksiz açma önlenmeden edilen zarar(ayda) = 17 739,989 x 0,137331= 2 436,250 TL

K2 ve K9 kesicilerinin gereksiz açmaları önlenmeden edilen toplam zarar;
11 109,302 + 2 436,250= 13 545,552 TL (ayda).
Yılda ise; 13 545,552 x 12= 162 546,624 TL (Gereksiz açmalar önlenmeseydi toplam zarar)

K15 ve K9 kesicilerinin aynı anda açması önlenmiş ve;

8 (bir ayda gereksiz açma sayısı) x 0.5 (gereksiz enerjisiz kalma saati)= 4 h (1 ayda gereksiz yere enerji kesintisi yaşanılan süre)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 1.73 x 34500 V x 12 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 681 215,583 W
Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji (ayda) = 681 215,583 x 4 = 2 724 862,330 Wh

K14 ve K9 kesicilerinin aynı anda açması önlenmiş ve;

4 (bir ayda gereksiz açma sayısı) x 0.5 (gereksiz enerjisiz kalma saati)= 2 h (1 ayda gereksiz yere enerji kesintisi yaşanılan süre)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 1.73 x 34500 V x 17 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 965 055,409 W
Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji (ayda) = 965 055,409 x 2= 1 930 110,817 Wh

K13 ve K2 kesicilerinin aynı anda açması önlenmiş ve;

10 (bir ayda gereksiz açma sayısı) x 0.75 (gereksiz enerjisiz kalma saati) = 7.50 h (1 ayda gereksiz yere enerji kesintisi yaşanılan süre)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 1.73 x 34500 V x 81 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 4 598 205,183 W
Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji (ayda) = 4 598 205,183 x 7.50= 34 486 538,870 Wh

K12 ve K2 kesicilerinin aynı anda açması önlenmiş ve;

3 (bir ayda gereksiz açma sayısı) x 0.75 (gereksiz enerjisiz kalma saati)= 2.25 h (1 ayda gereksiz yere enerji kesintisi yaşanılan süre)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 1.73 x 34500 V x 90 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 5 109 116,870 W
Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji (ayda) = 5 109 116,870 x 2.25= 11 495 512,957 Wh

K10 ve K2 kesicilerinin aynı anda açması önlenmiş ve;

2 (bir ayda gereksiz açma sayısı) x 0.30 (gereksiz enerjisiz kalma saati)= 0.60 h (1 ayda gereksiz yere enerji kesintisi yaşanılan süre)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 1.73 x 34500 V x 93 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)
Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 5 279 420,765 W
Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji (ayda) = 5 279 420,765 x 0.60= 3 167 652,459 Wh

K11 ve K2 kesicilerinin aynı anda açması önlenmiş ve;

4 (bir ayda gereksiz açma sayısı) x 0.30 (gereksiz enerjisiz kalma saati)= 1.20 h (1 ayda gereksiz yere enerji kesintisi yaşanılan süre)

Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 1.73 x 34500 V x 92 A x 0.95 (cos φ = 0.95 alınmıştır.)

Gereksiz yere kesilmesi önlenen güç= 5 222 652,800 W

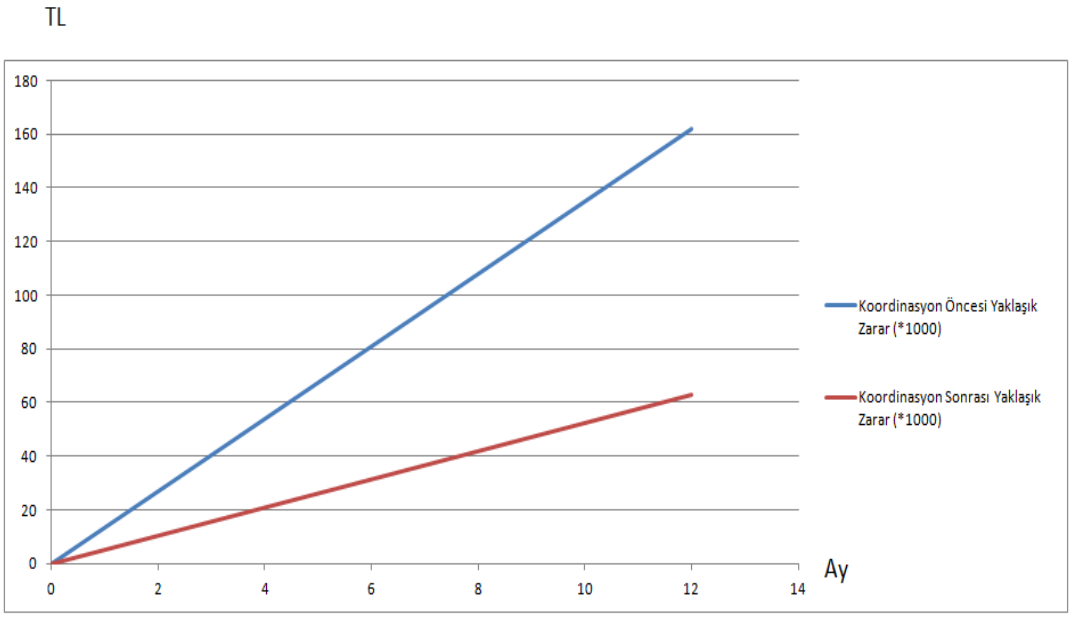
Gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji (ayda) = 5 222 652,800 x 1.20= 6 267 183,360 Wh

Toplam gereksiz yere kesilmesi önlenen enerji= 2 724 862,330 + 1 930 110,817 + 34 486 538,870 + 11 495 512,957 + 3 167 652,459 + 6 267 183,360= 60 071 860,790 Wh= 60 071,861 kWh (ayda);

Enerji satan şirketin dağıtım bedeli aldığı enerjinin birim fiyatını 2018 yılı Eylül ayı için baz alındığında (0,137331 TL/kWh) ise;

60 071,861 x 0,137331= 8 249,729 TL (ayda) daha az zarar ettiği hesaplanmıştır. Yılda ise;

8 249,729 x 12= 98 996,748 TL daha az zarar ettiği görülür.



Şekil 5.3 Koordinasyon öncesi ve sonrası yaklaşık zarar durumu (yılda).

Şekil 5.3' te K2 ve K9 kesicilerine (Şekil 4.5) ait rölelerin tezde hesaplandığı şekilde ayarlanmasından önce yılda 162 546,624 TL zarar edilirken ayarlandıktan sonra 98 996,748 TL daha az zarar ederek 63 549,876 TL zarara düştüğü görülmektedir.

6. SONUÇ

Röle koordinasyonu ve kesici seçimi İhsaniye örneği adlı tez çalışmasında korumanın önemi ve koruma rölelerinin işlevi incelenmiştir. Bu incelemede elektronik ve analog koruma röleleri kullanılarak koordinasyon sağlanmıştır. Bu koordinasyon ile sistemin farklı yerlerinden gelecek arızadan sistemin tümünün etkilenmesi önlenmiş olur.

Arızaya en kısa sürede müdahale etmek sistemin verimliliği açısından da önemlidir. Röle üzerinde ayarlanan değerlerle bu mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada röle üzerine girilen değerlerle kesicilerin daha az açtığı görülmüştür.

Yapılan çalışmada kullanılan kesicilerin özelliklerine bakılmış uygun olmayan kesici söylenmiş, hatların kesitlerine bakılmış en uygun kesit önerilmiştir.

Eğer çalışma sonrasında uygun kesici, uygun hat kesiti çekilebilseydi ve uygun röle değerleri girilebilseydi K9 kesicisinin yılda ortalama 144 kez, K2 kesicisinin ise yılda ortalama 228 kez daha az açması sağlanabilirdi. Toplamda yılda ortalama 372 kez daha az elektrik kesintisi yaşanabilirdi. Aynı zamanda dağıtım şirketinin yılda ortalama 98 996,748 TL daha az zarar etmesi sağlanabilirdi.

Tesisin elektrik altyapısını daha güvenilir ve daha sağlam hale getirmek amacıyla dijital koruma röleleri kullanılması, öncelikle bu rölelerin doğru şekilde parametrelendirilmesini, uygun selektivitenin oluşturulmasını yani bütünüyle röle koordinasyonunun yapılmasını gerektirmektedir. Ayrıca analog röle yerine dijital röle kullanmanın bir diğer avantajı ise röle açma süresi formülünde girilemeyen zaman çarpanları (0.07-0.06-0.18 vs.) dijital rölede daha kolay girilebilir.

Yapılan çalışma sadece tesisin elektrik sistemini daha güvenilir hale getirmekle kalmayıp, tesise maliyet, işletme ve bakım açısından birçok avantaj sağlamıştır.

Bu çalışma SCADA sistemleriyle geliştirilerek sistemdeki tüm ekipmanların arıza durumları anında izlenebilir ve arızaya zaman kaybetmeden müdahale edilebilir.

Röle koordinasyonuyla birlikte yılda ortalama 660 kesici açmasından 288 kesici açmasına inilebildiği görülebilmektedir. 288 kesici açmasının ise yaklaşık %70' i aylık ve yıllık hattın, kesicilerin, akım trafolarının gerekli bakımları yapılarak, ring hat tesis edilerek giderilebilir.

7. KAYNAKLAR

Abacılar, N. (2015). Lisanssız Elektrik Üretiminde Mevzuat, Başvurular, Değerlendirmeler ve Ana Esaslar. Tedaş Genel Müdürlüğü, Kocaeli.

Akdağ, O., Hark, C., Karci, A., Yeroğlu, C., Seyyarer, A., (2017). Overcurrent relay coordination of 154/34,5 kV Hasançelebi substation by league championship algorithm. 2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium(IDAP), 1-6.

Allamsetty S., Chelliah T.R., (2015). Coordination of Directional Over-Current Relays using MATLAB/Simulink and their integration into undergraduate Power System Protection courses. 10th International Conference on Advances in Power System Control, Operation & Management (APSCOM 2015), 1-7.

Almaguer H.D., Cabral, S.H.L., Cereja, J.E., Flores, F.T., Kuhlmann, G., Meyer L.H., Mustafa, T.I.A.H., Pitz, C.A., and Puchale, L.T., (2017). An Analysis of the Performance of Power Circuit Breaker Using the Modelling of Electric Arc and a Radiometric System. International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Angers, France.

Anupreyaa, K., Karthiga, S.T.C., (2016). Relay Coordination for Distribution System. 2016 Second International Conference on Science Technology Engineering and Management(ICONSTEM), 337-341.

Ayaşlı, H.H. (2007). Trafo Merkezlerlerinde Otomasyon. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Begbagui, M., Bentarzi, H., Mati, A., (2015). A New Framework of Numerical Distance Relay Using LabVIEW. 4th International Conference on Electrical Engineering (ICEE) (2015), 1-5.

Can, İ.H. (2011). Dijital koruma röleleri tesis edilerek elektrik sistemi güvenilirliğin arttırılması amaçlanan bir endüstriyel tesisin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Chabanloo, R.M., Mohammadzadeh, N., (2017). A Fast Numerical Method for Optimal Coordination of Overcurrent Relays in the Presence of Transient Fault Current. 2017 The Institution of Engineering and Technology(IET), 472-481.

Çetinkaya, N. (1998). Hat koruma rölesi fonksiyonlarının bilgisayarlarla

gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Damchi, Y., Mashhadi, H.R., Sadeh, J., (2016). Optimal Coordination of Distance and Overcurrent Relays Considering a Non-Standard Tripping Characteristic for Distance Relays. The Institution of Engineering and Technology (2016), 1448-1457.

Doğancı, A.Ç. (2014). Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Adaptif Koruma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gençaydın, E., Tanrıöven, M. (2013). Yüksek gerilim iletim sistemlerinde koruma sistemleri için güvenilirlik değerlendirmesi üzerine bir derleme. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Manchester,* Sigma **5:** 86-102.

George, S.P., Ashok, S., (2016). Over Current Relay Coordination of Modified IEEE Test Systems with Distributed Generation Using Genetic Algorithm Approach. Power India International Conference(PIICON) 2016 IEEE 7th, 1-5.

Gürsu, B. (2014). Ceza Fonksiyonuyla Durdurmalı Genetik Algoritmalar ile Transformatör Merkezlerinde Optimum Aşırı Akım Röle Koordinasyonu. *Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 665-676. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Gürsu, B. (2014). Elektromanyetizm Algoritması ile Radyal Şebekelerde Ters Zamanlı Yönsüz Selektif Aşırı Akım Röle Koordinasyonu. Eleco 2014 Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu , Bursa.

Jangle, N.N., Walke, S.B., (2017). Review: Methods for Relay Coordination. 2017 International Conference on Computing Methodologies and Communication(ICCMC), 1027-1032.

Kakilli, A. (1999). Enerji sistemlerinde bilgisayar destekli röle koordinasyonu. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kumar, A., Thakur, M., (2016). Optimal Coordination of Directional Over Current Relays Using a Modified Real Coded Genetic Algorithm: A Comparative Study. Electrical Power and Energy Systems 82 (2016), 484-495.

Malzeme Yönetimi ve Satınalma Daire Başkanlığı, TEDAŞ. (2006). Orta Gelirim Kesicileri Teknik Şartnamesi.

Montoya, L.A., Montonegro, D., Ramos, G., (2013). Adaptive protection testbed using real time and hardware-in-the-loop simulation. IEEE Grenoble Conferences (2013), 1-4.

Öcalan, G. (2005). Koruma rölesi fonksiyonlarının PLC ve SCADA kullanılarak gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

PAC E-100 Kullanma kılavuzu v.1. 07.06 . RVA Elektrik Elektronik Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti.

Pamuk, N. (2011). Sakarya İli Sapanca İlçesinin Adapazarı ve Kırkpınar Trafo Merkezlerinden Beslenmesi Durumundaki Kısa Devre Güçlerinin Karşılaştırılması ve Uygun Koruma Elemanlarının Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* **27(1):** 48-61.

Pınar, M. (1985). Elektrik sistemlerinde koruma, röleler ve röle koordinasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Polat, S., Şekerci, H. (2015). Dünyada ve ülkemizde önemli elektrik çöküntüleri.

Singh, M., Srivani, S.G., Telukunta, V., (2018). Enhanced Real Time Coordination of Distance and User Defined Over Current Relays. Electrical Power and Energy Systems 98 (2018), 430-441.

Taş, B. (2003). Enerji dağıtım sistemlerinde koruma ve yerel elektrik santrallerinin röle koordinasyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Tsai-Hsiang, C., Yen-Feng, H., (1998). Systematized short-circuit analysis of a 2x25 kV electric traction network. *Electic Power Systems Research,* **47(2):** 133-142.

Turan, M.T. (2014). Akıllı Şebekelerde Arıza Analizi ve Koruma. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

İnternet Kaynakları

1) http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/kyoto-protokolu-ve-sf6gazlikesiciler/4581#ad-image-0, 18.12.2016

2) https://www.google.com.tr/search?q=sf6+gazl%C4%B1+kesiciler&espv=2&biw=1707&bih=844&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiy9pGD4_3QAhXLDMAKHcK_DmYQ_AUIBigB#imgrc=W_Kt0rEbQtME6M%3A, 18.12.2016

3) http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/enerji-iletim-hatlari-1-bolum/4176#ad-image-0, 11.11.2017

4) https://www.teias.gov.tr/, 11.11.2017

5) https://www.teias.gov.tr/tr/ii-turkiye-kurulu-gucunun-kullanim-degerleri, 11.11.2017

6) https://www.google.com.tr/search?q=kesicilerin+yap%C4%B1s%C4%B1+ve+b%C3%B6l%C3%BCmleri&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjKkv_Rz7bXAhVJL1AKHQm3C2wQ_AUICygC&biw=1536&bih=710#imgrc=QaQktHftkkuBtM:, 11.11.2017

7) https://www.google.com.tr/search?q=bas%C4%B1n%C3%A7l%C4%B1+hava+%C3%BCflemeli+kesiciler&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjXouiT0LbXAhUSYVAKHZYdCWIQ_AUICigB&biw=1536&bih=710#imgrc=ic5nlGErXzPRQM:, 11.11.2017

8) http://myelectrical.com/DesktopModules/SunBlog/Handlers/Print.aspx?id=159, 30.03.2018

9) https://www.google.com.tr/search?q=tam+ya%C4%9Fl%C4%B1+kesiciler&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj_3vOXqM3XAhVBbFAKHWMnAaQQ_AUICigB&biw=1536&bih=759#imgrc=vee9DaJr2zd4tM:, 20.11.2017

10) https://www.google.com.tr/search?q=az+ya%C4%9Fl%C4%B1+kesiciler&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjJyc_pqM3XAhVCU1AKHS--qoQ_AUICigB&biw=1536&bih=759#imgrc=A8ihujKzIoyzTM:, 20.11.2017

11) https://www.google.com.tr/search?q=manyetik+%C3%BCflemeli+kesiciler&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiOtpWFqs3XAhUNZlAKHZjfAagQ_AUICigB&biw=1536&bih=759#imgrc=RkrqWCedr3wl8M:, 20.11.2017

12) https://www.google.com.tr/search?q=vakumlu+tip+kesici&dcr=0&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj36eD0753ZAhWI2SwKHfNZD6oQ_AUICigB&biw=1536&bih=759#imgrc=cbwCV_SeKfCvhM:, 11.02.2018

13) http://www.mstelektroteknik.com/Manual/TR/MO-0294-TUR-R0-MC30-R-Versiyon740TEDAS-27B.pdf, 24.12.2016

14) http://www.mstelektroteknik.com/Manual/TR/MO-0294-TUR-R0-MC30-R Versiyon740TEDAS-27B.pdf, 11.02.2018

15) http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kesiciler.pdf, 12.08.2018

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Recep AKKAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Afyonkarahisar-04/02/1991

Yabancı Dili : İngilizce

İletişim (Telefon/e-posta) : 5074443054-recpakkan@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyonkarahisar Kocatepe Anadolu Lisesi, (2005 - 2009)

Lisans : Selçuk Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Müh. (2009 - 2014)

Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, (2014 - 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Osmangazi Elektrik Dağıtım A.Ş. (2016-Devam ediyor.)