

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KÖY ELEKTRİFİKASYON SİSTEMLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Mühendisi Murat TÜRK

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. T. Fedai ÇAVUŞ

Eylül 2009

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖY ELEKTRİFİKASYON SİSTEMLERİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Mühendisi Murat TÜRK


Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK

Bu tez 02 / 09 /2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Y. Doç. Dr. T.Fedai ÇAVUŞ
Jüri Başkanı


Prof. Dr. Ertan YANIKOĞLU
Üye


Y. Doç. Dr. Ali Fuat BOZ
Üye

TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐmamn hazırlanması esnasında benimle bilgi ve tecrübelerini paylaşan, çalıŐmalarımı yönlendiren, değerli hocam Sayın Y. Doc. Dr. Türker Fedai avuş hocama teşekkür ederim

Tez hazırlığı süresince, manevi desteğini esirgemeyen, SEDAŞ Sakarya İl Müdürlüğünde alıŐan bütün mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca; tez hazırlığı süresince bana anlayıŐ ve sabır gösteren eŐime ve oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--------------------------------------|-----|
| TEŞEKKÜR..... | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ..... | vii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ..... | x |
| TABLolar LİSTESİ..... | xii |
| ÖZET..... | xiv |
| SUMMARY..... | xv |

BÖLÜM 1.

| | |
|------------|---|
| GİRİŞ..... | 1 |
|------------|---|

BÖLÜM 2.

| | |
|---|----|
| KÖY ŞEBEKELERİNDE KULLANILAN MALZEMELER..... | 3 |
| 2.1. İletkenler | 3 |
| 2.1.1. İletkenlere gelen ek yükler | 6 |
| 2.1.1.1. İletkenlere gelen buz yükü | 8 |
| 2.1.1.2. İletken etki eden rüzgâr kuvveti..... | 9 |
| 2.1.2. İletken seçimi..... | 10 |
| 2.2. Direkler | 11 |
| 2.2.1. Kullanım amacına göre direk çeşitleri..... | 11 |
| 2.2.1.1. Normal taşıyıcı direkler..... | 11 |
| 2.2.1.2. Köşe taşıyıcı direkler | 11 |
| 2.2.1.3. Normal durdurucu direkler | 11 |
| 2.2.1.4. Köşe durdurucu direkler | 12 |
| 2.2.1.5. Nihayet direkleri..... | 12 |
| 2.2.1.6. Branşman direkler | 12 |
| 2.2.2. Yapıldıkları malzemeye göre direk çeşitleri..... | 12 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2.1. Ağaç direkler | 12 |
| 2.2.2.2. Beton direkler | 14 |
| 2.2.2.3. Demir direkler | 16 |
| 2.2.3. Direklerin hesabında dikkate alınacak hususlar | 17 |
| 2.2.3.1. Düşey Kuvvetler..... | 17 |
| 2.2.3.2. Yatay Kuvvetler | 18 |
| 2.2.4. Direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması | 21 |
| 2.2.4.1. Taşıyıcı direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini | 21 |
| 2.2.4.2. Köşede taşıyıcı direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini | 23 |
| 2.2.4.3. Normal durdurucu direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini | 25 |
| 2.2.4.4. Köşede durdurucu direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini | 26 |
| 2.2.4.5. Nihayet direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini | 27 |
| 2.2.4.6. Branşman direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini | 28 |
| 2.3. İzolatörler | 29 |
| 2.3.1. İzolatörlerin sınıflandırılması | 30 |
| 2.3.1.1. Alçak gerilim izolatörleri | 30 |
| 2.3.1.2. Orta gerilim izolatörleri..... | 31 |
| 2.3.2. İzolatörlerin seçimi | 34 |
| 2.3.2.1. Mekanik yönden yerine getirilmesi gereken şartlar | 34 |
| 2.3.2.2. Elektriksel yönden yerine getirilmesi gereken şartlar | 35 |
| 2.4. Travers ve konsollar..... | 35 |
| 2.4.1. Taşıyıcı traversler | 37 |
| 2.4.2. Köşe traversler..... | 41 |
| 2.4.3. Durdurucu traversler..... | 41 |
| 2.5. Ayırıcılar (Seksiyonerler) | 41 |
| 2.5.1. Ayırıcıların yapısı ve bölümleri..... | 42 |
| 2.6. Sigortalar | 43 |

2.6.1. Sigorta seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar ve tanımlar... 45

BÖLÜM 3.

| | |
|--|----|
| GENEL TANIMLAR | 47 |
| 3.1. Menzil (a)..... | 47 |
| 3.2. Maksimum menzil (a_{max}) | 47 |
| 3.3. Ortalama menzil (a_{ort}) | 47 |
| 3.4. Ruling menzil (a_r) | 47 |
| 3.5. Rüzgâr menzili (a_w)..... | 48 |
| 3.6. Ağrlık menzili (a_g) | 48 |
| 3.7. Kritik menzil (a_{kr}) | 48 |
| 3.8. İstek katsayısı (talep faktörü)..... | 48 |
| 3.9. Farklı zamanlılık katsayısı (diversite faktörü) | 49 |
| 3.10. Eşzamanlılık katsayısı..... | 49 |
| 3.11. Bağlı güç | 49 |
| 3.12. Kurulu güç | 49 |
| 3.13. Güç yoğunluğu..... | 49 |
| 3.13.1. Güç yoğunluklarının hesaplanması | 49 |
| 3.13.2. Dağıtım trafo güçlerinin tespiti | 50 |

BÖLÜM 4.

| | |
|--|----|
| HAVAİ HATLARDA KISA DEVRE HESAPLARI..... | 52 |
| 4.1. Giriş..... | 52 |
| 4.1.1. Enerji sistemlerinde kısa devre olayları | 53 |
| 4.1.2. Kısa devre türleri | 53 |
| 4.1.3. Kısa devre akımlarının hesaplanması | 54 |
| 4.1.3.1. Darbe kısa devre akımı | 54 |
| 4.1.3.2. Kısa devre açma akımı | 55 |
| 4.1.3.3. Kesicilerin başlangıç kısa devre gücü ve kısa devre açma gücü..... | 56 |

BÖLÜM 5.

SAKARYA İLİ GEYVE İLÇESİ HALİDİYE KÖYÜ ELEKTRİFİKASYON

| | |
|--|----|
| PROJESİ..... | 57 |
| 5.1. Projenin gerekçe raporu..... | 57 |
| 5.2. Mevcut durumun projelendirilmesi | 58 |
| 5.3. Güç Yoğunluğu hesabı | 61 |
| 5.4. Dağıtım Trafosu güç hesabı | 62 |
| 5.5. Mevcut durum gerilim düşümü hesabı..... | 63 |
| 5.6. Halidiye köyü trafosunda oluşan kısa devrenin hesabı ve koruma teçhizatının seçimi | 65 |
| 5.6.1. Safibey kesici ölçü kabini ile halidiye köyü trafo merkezi arasındaki O.G. hattının empedansı..... | 66 |
| 5.6.2. Başlangıç kısa devre akımı ve kısa devre açma akımı | 68 |
| 5.6.3. Darbe kısa devre akımı..... | 69 |
| 5.6.4. Başlangıç kısa devre gücü ve kısa devre açma gücü..... | 69 |
| 5.6.5. Kesici seçimi | 69 |
| 5.6.6. Ayırıcı seçimi | 70 |
| 5.7. Yeni durum projesi | 71 |
| 5.8. Gerilim düşümü hesabı ve iletken seçimi..... | 73 |
| 5.8.1. Orta gerilim iletkenin seçimi | 73 |
| 5.8.2. Alçak gerilim iletkenin seçimi | 73 |
| 5.9. Yeni şebekede kullanılacak olan direklerin tepe kuvvetlerinin ve tiplerinin tayini | 79 |
| 5.10. Travers seçimi | 88 |
| 5.11. İzolatör seçimi | 91 |

BÖLÜM 6.

| | |
|---|----|
| MEVCUT VE YENİ DURUMUN İNCELENEMSİ..... | 93 |
| 6.1. Mevcut durumun incelenmesi | 93 |
| 6.2. Yeni durumun incelenmesi..... | 94 |
| 6.2. Ekonomik analiz..... | 95 |

| | |
|----------------|-----|
| BÖLÜM 7. | |
| SONUÇLAR..... | 98 |
| KAYNAKLAR..... | 101 |
| EKLER..... | 102 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 112 |

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|----------------|--|
| a | :Menzil |
| a_g | :Ağırlık menzili |
| a_{kr} | :Kritik menzil |
| a_{max} | :Maksimum menzil |
| a_{ort} | :Ortalama menzil |
| a_r | :Ruling menzil |
| a_w | :Rüzgar menzili |
| A | :Amper |
| A.G. | :Alçak Gerilim |
| AWG | :Amerikan Tel Ölçü Birimi |
| BEDAŞ | :Boğaziçi Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi |
| c | :Dinamik rüzgar basınç katsayısı |
| d | İletken Kesiti |
| g | :dinamik rüzgar basıncı |
| $h_{izolatör}$ | :İzolatörün boyu |
| h^1 | :Direğin toprak üstündeki boyu |
| I | :Akım |
| J | :Güç yoğunluğu |
| K | :Zayıflama katsayısı |
| k | :Buz yükü katsayısı |
| kW | :Kilowatt |
| K_i | :Kullanılan İletkenin iletkenlik katsayısı |
| m | :Metre |
| L | :Uzunluk |
| MCM | :Amerikan iletken kesiti ifadesi 1 CM = 0,001 inch |
| O.G. | :Orta Gerilim |

| | |
|----------------|--|
| P | :Güç |
| P_b | :Metre başına oluşan kg cinsinden buz yükü |
| P_w | :İletkene gelen rüzgar kuvveti |
| S | :Kesit |
| SEDAŞ | :Sakarya Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi |
| TEDAŞ | :Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi |
| T | :Tepe Kuvveti |
| T_{max} | :Maksimum tepe kuvveti |
| T_x | :X eksenindeki maksimum cer kuvveti |
| T_y | :Y eksenindeki maksimum cer kuvveti |
| U | :Gerilim |
| U_y | :Fazlar arası yaşıta ark atlama gerilimi |
| V | :Volt |
| W | :Wat |
| w_i | :İletkene etki eden rüzgâr kuvveti |
| $w_{izolatör}$ | :İzolatöre etki eden rüzgâr kuvveti |
| w_d | :Direğe etki eden rüzgâr kuvveti |
| σ | :İletkendeki gerilme |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | | |
|-------------|---|----|
| Şekil 1.1. | Elektrifikasyon blok diyagramı | 1 |
| Şekil 2.1. | Tam alüminyum ve alüminyum-çelik iletken | 4 |
| Şekil 2.2. | Türkiye'nin buz yük haritası | 7 |
| Şekil 2.3. | a.Tek Ağaç Direk, b.Çift Ağaç Direk, c.Kirişli Ağaç Direk, d.Payandalı Ağaç Direk resimleri | 13 |
| Şekil 2.4. | a.Tek Santrifüj, b.Çift Santrifüj, c.Asimetrik Vibre, d.Çift Vibre resimleri | 15 |
| Şekil 2.5. | a.Yuvarlak Boru Direk, b. A tipi demir direk, c.Kafes Direk, d.Pilon Direk, e.Çatal Pilon Direk resimleri | 16 |
| Şekil 2.6. | Taşıyıcı direk vektör diyagramı | 22 |
| Şekil 2.7. | Köşe taşıyıcı direk vektör diyagramı | 24 |
| Şekil 2.8. | Köşe durdurucu direk vektör diyagramı | 26 |
| Şekil 2.9. | Nihayet direği vektör diyagramı | 27 |
| Şekil 2.10. | Branşman direk için vektör diyagramı..... | 28 |
| Şekil 2.11. | Alçak gerilim mesnet izolatörlerinin teknik resmi | 30 |
| Şekil 2.12. | Orta gerilim izolatör resmi | 31 |
| Şekil 2.13. | VHD mesnet izolatöre ait teknik resmi | 33 |
| Şekil 2.14. | Top ve yuva mafsallı normal tip zincir izolatör resmi..... | 33 |
| Şekil 2.15. | Alçak gerilim şebekesinde kullanılan taşıyıcı travers resmi | 37 |
| Şekil 2.16. | Orta gerilim direğinde kullanılan beton travers resmi..... | 38 |
| Şekil 2.17. | Adı seksiyoner resmi | 42 |
| Şekil 2.18. | Orta gerilim sigortası kesit resmi | 44 |
| Şekil 4.1. | Kısa devre yolunun (R / X) oranına bağlı olarak doğru akım ve darbe kısa devre akım bileşenlerinin değişimleri | 55 |
| Şekil 5.1. | Halidiye köyüne ait şebekenin mevcut durumu | 60 |
| Şekil 5.2. | Halidiye köyüne ait şebekenin yeni durumu | 72 |

| | | |
|------------|---|----|
| Şekil 5.3. | 18 numaralı direğe ait direğin vektör diyagramı | 84 |
| Şekil 5.4. | 20 numaralı direğe ait vektör diyagramı | 86 |

TABLO LİSTESİ

| | | |
|-------------|--|----|
| Tablo 2.1. | Alçak gerilim şebekesinde kullanılan tam alüminyum iletkenlerin teknik özellikleri..... | 5 |
| Tablo 2.2. | Çelik özlü alüminyum iletkenlerin - Yapı, mekanik ve elektriksel özellikleri | 6 |
| Tablo 2.3. | Buz yükü bölgelerine göre k katsayısı seçim cetveli | 8 |
| Tablo 2.4. | Çelik özlü alüminyum iletkenlerin taşıyabilecekleri maksimum yükler | 10 |
| Tablo 2.5. | Ağaç direk tipleri | 14 |
| Tablo 2.6. | Çelik alüminyum iletkenlere ait σ (kg/mm ²) gerilme değerleri.. | 18 |
| Tablo 2.7. | Dinamik rüzgar basıncı katsayı seçim tablosu | 19 |
| Tablo 2.8. | Dinamik rüzgar basıncı seçim tablosu | 20 |
| Tablo 2.9. | Direğin tepesine indirgenmiş rüzgâr yükü tablosu | 20 |
| Tablo 2.10. | Taşıyıcı direkler için rüzgâr menzili tablosu (a_w) | 23 |
| Tablo 2.11. | Buz yükü bölgelerine göre iletkenlerin müşterek hat çekme kuvvetleri (T_{max}) | 25 |
| Tablo 2.12. | Durdurucu direk tayinindeki zayıflama oranları..... | 26 |
| Tablo 2.13. | Mesnet izolatörlerin yapısal özellikleri | 31 |
| Tablo 2.14. | Orta Gerilim Enerji Nakil Hatlarında Kullanılan VHD İzolatörlere ait teknik özellikler | 32 |
| Tablo 2.15. | Zincir izolatörlere ait teknik bilgiler | 34 |
| Tablo 2.16. | Alçak gerilim şebekelerinde kullanılan traverslere ait teknik özellikler | 36 |
| Tablo 2.17. | Orta gerilim travers tipleri ve ağırlıkları | 37 |
| Tablo 2.18. | 1. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli | 39 |
| Tablo 2.19. | 2. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli | 39 |
| Tablo 2.20. | 3. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli | 40 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Tablo 2.21. | 4. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli | 40 |
| Tablo 2.22. | Köşe traverslerde zayıflama (K) katsayısı cetveli | 41 |
| Tablo 3.1. | Güç yoğunluğu ve hane başına toplu yükler | 50 |
| Tablo 4.1. | Kısa devre akımları türleri..... | 53 |
| Tablo 5.1. | Mevcut durum direk listesi..... | 61 |
| Tablo 5.2. | Halidiye köy trafosu güç tespiti | 62 |
| Tablo 5.3. | Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köy trafosu mevcut durum gerilim düşümü hesabı..... | 64 |
| Tablo 5.4. | Çelik – Alüminyum iletkenlerin 1 kilometresinin direnç ve reaktansları..... | 66 |
| Tablo 5.5. | Halidiye köyü havai hat empedansları | 67 |
| Tablo 5.6. | Kesiciler anma,sürekli ve kesme akımları..... | 70 |
| Tablo 5.7. | Ayırıcıların nominal akımları..... | 70 |
| Tablo 5.8. | Hava hattı iletkenlerinde en büyük salınım durumunda yapılara olan en küçük yatay uzaklıklar..... | 71 |
| Tablo 5.9. | Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü trafosu A kolu gerilim düşümü hesabı..... | 75 |
| Tablo 5.10. | Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü trafosu B kolu gerilim düşümü hesabı | 76 |
| Tablo 5.11. | Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü trafosu C kolu gerilim düşümü hesabı | 77 |
| Tablo 5.12. | Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü trafosu D kolu gerilim düşümü hesabı | 78 |
| Tablo 5.13. | Yeni durum direk listesi | 92 |
| Tablo 6.1. | Yeni duruma ait kolların güç kayıpları..... | 96 |
| Tablo 7.1. | Halidiye köyü mevcut ve yeni durumun karşılaştırılması | 99 |

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Köy elektrifikasyonu, İletim hatları, dağıtım hatları, iletim hatları ve proje.

Elektrik enerjisinin kullanım miktarı ve elektrik şebekesinin büyüklüğü, ülkelerin gelişmişliğini göstermektedir. Ülkemizde HES, RES ve Termik santrallerde üretilen elektrik enerjisi, iletim hatları ile tüketim bölgelerine taşınır. Tüketim bölgelerinde ise dağıtım hatları ve trafo postaları yardımı ile son kullanıcıya ulaştırılır.

İletim ve dağıtım hatlarında kullanılan malzemeler bölgelere göre değişiklik gösterir. Elektrik arz güvenliğinin sağlanması, kaliteli, verimli ve ekonomik elektrik iletim ve dağıtım projesi hazırlanabilmesi için bu tesislerde kullanılan teçhizatın özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Köy elektrifikasyon projesi hazırlanırken şebekenin tesis edileceği bölge özellikleri etüt edilir. Bu özellikler proje teknik hesaplarında ve malzeme seçimlerinde dikkate alınır. Ayrıca proje ve teknik hesapların yapılabilmesi için güç yoğunluğu ve trafo gücünün hesaplanması gerekir. Bu hesapların yapılabilmesi için genel tanımların bilinmesi gerekir.

Bu çalışmada bölüm 1’de köy elektrifikasyonları hakkında genel bir giriş yapıldıktan sonra Bölüm 2’de elektrifikasyonda kullanılan malzemeler tanıtılmıştır. Bölüm 3’de ise projelendirme safhasında kullanılan genel tanımlar anlatılmıştır. Bölüm 4’de Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü incelenerek yeniden projelendirilmiştir. Bölüm 5’de ise örnek köyün eski durumu ile yeni durumu karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

RURAL ELEKTRIFCATION SYSTEMS

SUMMARY

Key Words: Rural electrification, Transmission systems, Distribution systems, Transmission systems and project

Electrical energy consumption and electrical system size, denotes countries development status. In our country, electrical energy which is generated at HES, WES and Thermal power plants, is transmitted to consumption zones by transmission networks. At consumption zones, electrical energy is transported to end users by distribution networks and transformers.

Equipments which are used in transmission and distribution systems vary according to the zones. Properties of the equipments which are used in these systems should be known in order to get the energy more reliable, efficient and economic.

When rural electrification project is prepared, properties of the area which the system will be installed, is researched. These properties are used in project's technical calculations and equipment selection. In addition, to make the Project and technical calculations, power density and transformer power are needed to be calculated. General definitions should be known to make these calculations.

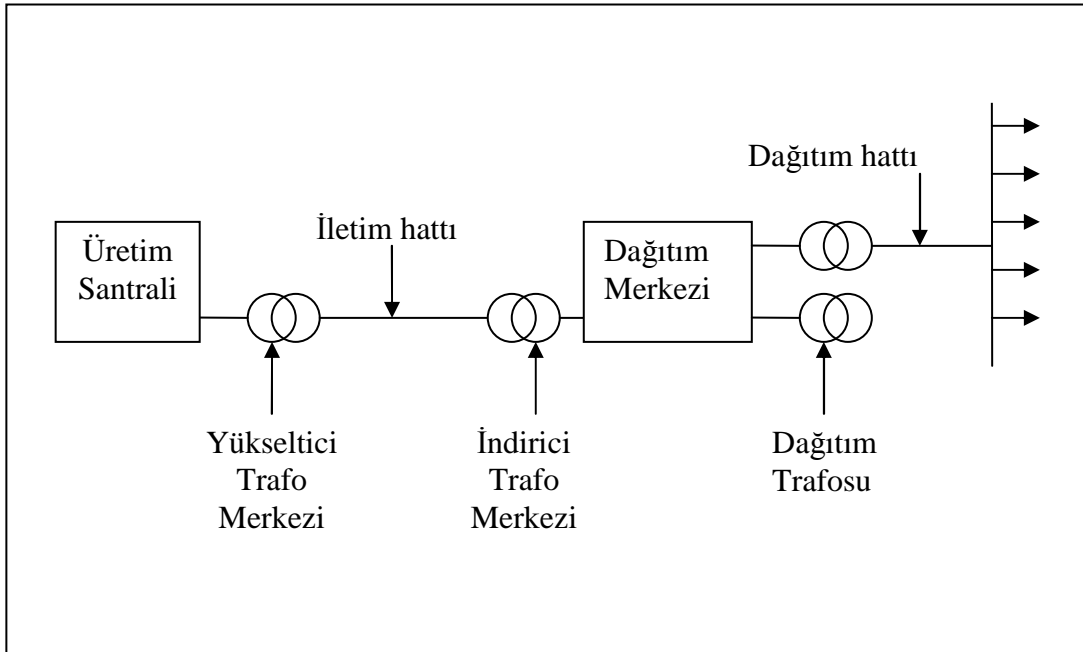
In Part 1 of this study, a general introduction is made about rural electrifications. Then; in Part 2, used equipments in electrification is introduced. In Part 3, general definitions which are used in project stage are explained. Sakarya's Geyve Town's Halidiye Village is examined and electrical system is reprojected. In Part 5, old and new statuses of the sample village are compared.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiye paralel olarak elektrik enerjisi kullanım alanları ve miktarı hızlı bir şekilde büyümektedir. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak; ülkemizde de elektrik enerjisine olan ihtiyaç artmaktadır.

Küçük yerleşim merkezleri olan köy ve kasabalarda bu gelişimden payını almaktadır. Artık her hanede birçok elektrikli ev aleti bulunmakta ve bu da yerleşim yerlerine ait güç yoğunlukları da değişmektedir.

Köy elektrifikasyon şebekesi iletim hatları, dağıtım hatları ve trafo postalarından oluşmaktadır. Şekil 1.1.' de basit bir elektrifikasyon blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 1.1. Elektrifikasyon blok diyagramı

Ülkemizde, köylere ve küçük kasabalara ait elektrifikasyon projeleri 1970'li yıllarda yapılmıştır. 1980'li yılların ortalarına kadar bütün köy ve kasabalar elektrik enerjisine kavuşturulmuştur. İletim ve dağıtım hatlarında kullanılan malzemelerin ekonomik kullanım ömürleri otuz yıl kabul edilir. Ancak 1980 yılından sonra köy şebekelerine yönelik herhangi bir yatırım çalışması yapılamamıştır.

Ekonomik ömrünü tamamlayan şebekelerde güvenli, kaliteli ve verimli elektrik iletimi ve dağıtımı mümkün değildir. Özelliğini kaybetmiş bu şebekelerde gerilim düşüm oranları yükselir. Buna paralel olarak şebeke güç kayıpları da artar. Ayrıca şebeke arızaları fazlaşır. Bu da elektrik kesintilerinin artmasına ve tüketicilerin zarar görmesine sebep olur.

Elektrik enerjisinin kaliteli ve kesintisiz bir şekilde iletim ve dağıtımını yapabilmek için elektrik şebekelerinin günümüz şartlarına göre yeniden projelendirilmesi gerekir. Projelendirmenin doğru yapılabilmesi için elektrifikasyon şebekesinde kullanılan malzemelerin, genel tanımların ve teknik hesapların bilinmesi gerekir.

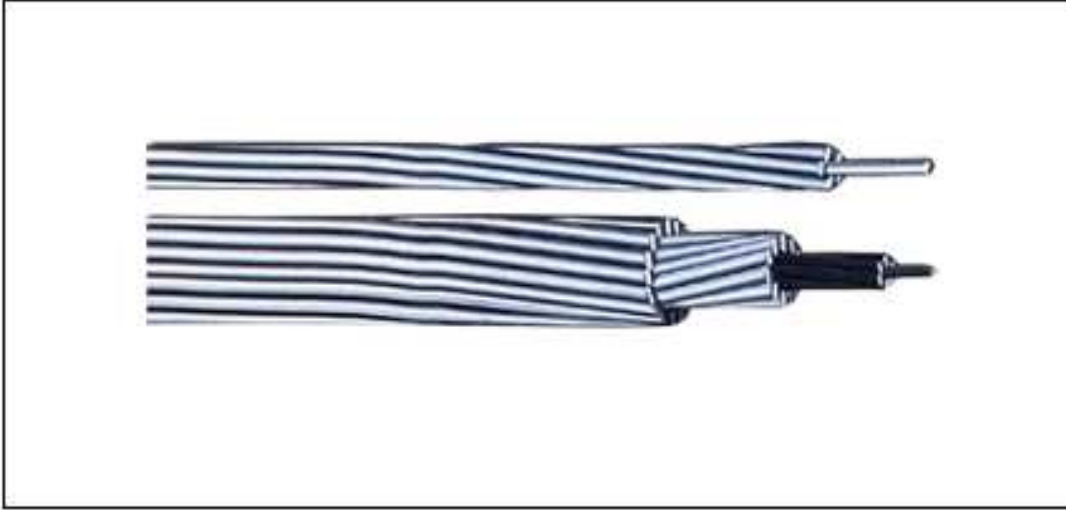
BÖLÜM 2. KÖY ŞEBEKELERİNDE KULLANILAN MALZEMELER

2.1. İletkenler

Enerji iletim ve dağıtım hatlarında kullanılan iletkenlerin hem elektriksel hem de mekanik bakımdan uygun olarak seçilmesi gerekir. İletkenler gerekli elastikiyeti sağlamak ve askı noktalarında oluşan titreşimler azaltarak iletkenin zedelenmesi engellemek, yorulmasını ve kopmasını önlemek bakımından spiral şeklinde sarılmış örgülü olarak yapılır.

Spiral şeklinde örgülü olarak yapılmış iletkenlerde her bir damar yüzeyinde meydana gelen kir ve oksit tabakası nedeni ile akım, damardan damara değil, spiral olarak sarılmış örgünün içinde akar. Bu bakımdan örgülü iletkenlerin elektriksel hat sabitlerinden direnç ve endüktansları, dolayısıyla endüktif reaktansları aynı kesit ve cinsteki iletkenlere nazaran daha büyüktür. Endüktans artışı azaltmak için katlardaki damarlar birbirini izleyen katlarda ters yönde spiralleştirilir. Örgülü iletkenlerde genel olarak ortada bir damar bulunur ve bu damar etrafında diğer damarlar, oluşturulur.

Şekil 2.1.' de tam alüminyum ve alüminyum-çelik iletken yapısı görülmektedir. Alüminyum iletkenlerin ortasında, bir adet çelik tel olup bunun etrafına çeşitli kesitlerde alüminyum örgülü olarak sarılır.



Şekil 2.1. Tam alüminyum ve Aldrey iletken

Bakır iletkenlerin çok pahalı ve ağır olması nedeni ile enerji dağıtım hatlarında kullanılmasından vazgeçilmiştir. Bunun yerine akım taşıma kapasiteleri bakıra göre az olan, hafif ve ucuz oluşları dikkate alınarak alüminyum iletkenler tercih edilmiştir. Alüminyum iletkenler, bakıra nazaran üçte bir ağırlığında ve bakırdan daha ucuzdur. İletkenliği, bakırın iletkenliğinin 0,61 katıdır. Bu bakımdan aynı gücün taşınabilmesi için bakır iletken yerine alüminyum iletken tercih edildiğinde 1,6 kat daha büyük kesitli iletken seçilir. İletken kesitinin büyük olması buz ve rüzgâr yükleri bakımdan daha büyük kuvvetlere maruz kalmasına neden olur. Saf alüminyumun kopma mukavemeti 18 kg/mm^2 olması nedeni ile bakıra nazaran düşük gerilme ile çekildiğinde fazla sehim meydana gelmekte ve dolayısıyla direklerin boyları daha büyük olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı saf alüminyum iletkenler daha ziyade kısa aralıklı hatlarda, alçak gerilim şebekelerinde ve dağıtım hatlarında kullanılmaktadır.

Alçak gerilim şebekesinde kullanılan tam alüminyum iletkenlere ait teknik özellikler Tablo 2.1' de verilmiştir.

Tablo 2.1. Alçak gerilim şebekesinde kullanılan tam alüminyum iletkenlerin teknik özellikleri

| Kanada Standardı Anma Adı | A1 (Al) mm ² | Kesit | | Anma Kopma Yükü kgf | Anma Birim Ağırlığı kg/km AMPER | Akım Taşıma Kapasitesi | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|------------------------|-----|-----|
| | | AWG veya cir.mils | Toplam İletken mm ² | | | Amper | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 |
| ROSE | 21 | 4 | 21,14 | 403 | 58 | 110 | 140 | 150 |
| LILY | 27 | 3 | 26,66 | 495 | 73 | 125 | 160 | 170 |
| PANSY | 42 | 1 | 42,37 | 725 | 116 | 165 | 200 | 230 |
| POPPY | 53 | 1/0 | 53,49 | 888 | 146 | 193 | 230 | 270 |
| ASTER | 67 | 2/0 | 67,45 | 1.115 | 184 | 225 | 260 | 300 |
| PHLOX | 85 | 3/0 | 84,99 | 1.369 | 232 | 262 | 300 | 340 |
| OXLIP | 107 | 4/0 | 107,3 | 1.732 | 294 | 306 | 370 | 400 |

Orta ve yüksek gerilim hatlarında, yapısında magnezyum (%0,3-0,5), silisyum (% 0,4-0,7), demir (% 0,3) alışı ve geri kalanı alüminyumdan oluşan Aldrey tipi alüminyum iletken kullanılır. Aldrey iletkenler, yapısındaki maddelerden dolayı alüminyuma göre iki kat daha mukavemetlidirler. Aldrey iletkenler mukavemetli ve hafif oluşları nedeni ile büyük aralıklı orta gerilim enerji nakil hatlarında tercih edilirler.

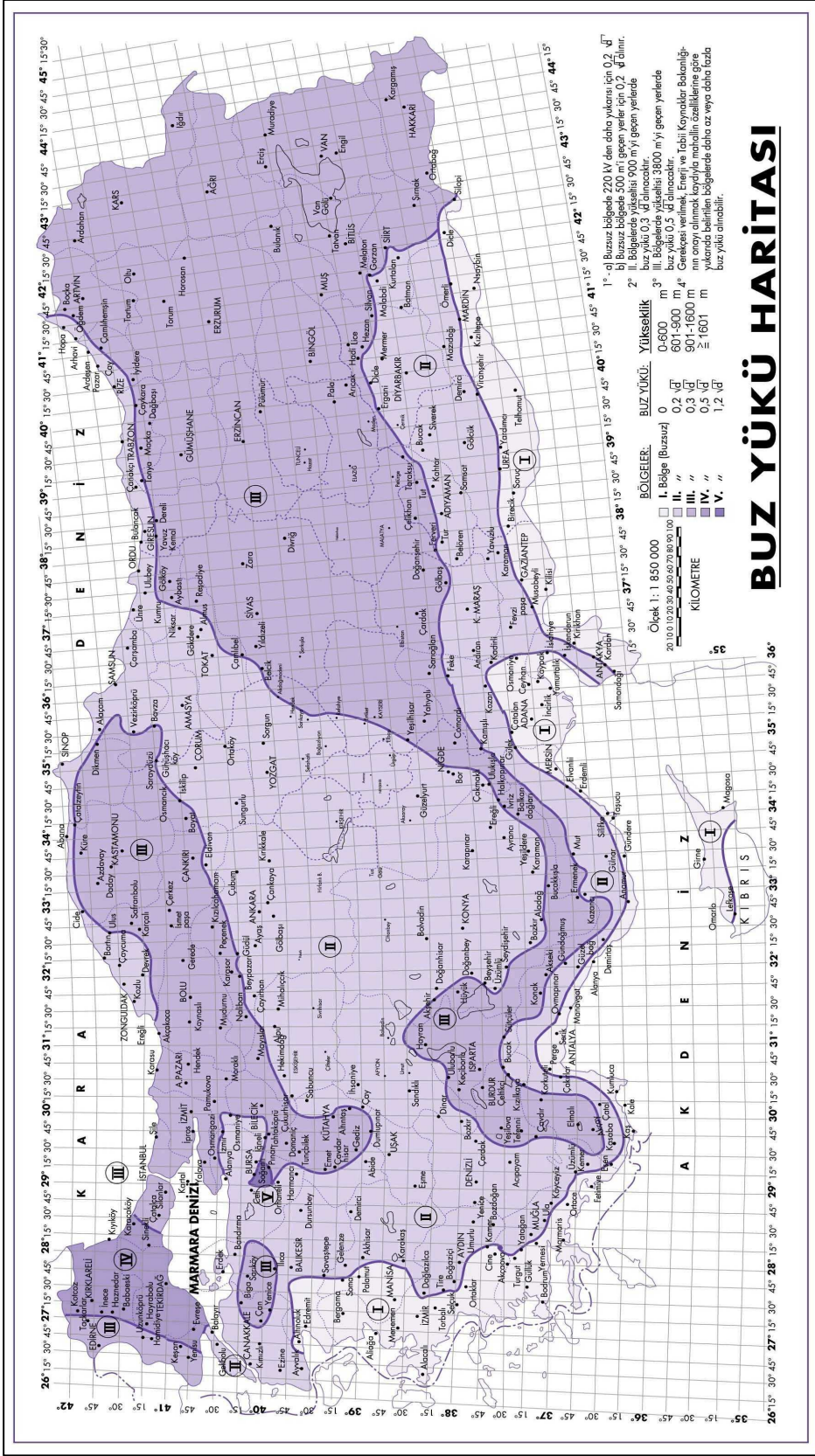
Çelik özlü aldrey iletkenlerin yapısında ortada galvanizli çelik damarlardan yapılmış bir göbek ve etrafında alüminyum damarlardan oluşmuş bir ya da daha fazla tabakadan oluşan bir kılıf vardır. Çelik alüminyum iletkenin mukavemeti alüminyum iletkene göre daha büyüktür. Çelik alüminyum iletkenlerin kopma gerilmesi 30 kg/mm² dir. Bu nedenle daha yüksek gergi ile direkler arasında gerilebilme imkânı doğmuştur. Bakıra nazaran 2,5 kat daha hafif oluşu, alüminyum iletkenlere nazaran ağırlığında fazla bir artış olmayışı, fiyatının bakır ve alüminyum iletkenlere göre ucuz oluşu gibi nedenlerle son yıllarda enerji iletim hatlarında çok büyük kullanım sahası bulmuştur. Çelik alüminyum iletkenlerin yapısı, mekanik ve elektriksel özellikleri Tablo 2.2' de verilmiştir[1].

Tablo 2.2. Çelik özlü alüminyum iletkenlerin - Yapı, mekanik ve elektriksel özellikleri

| Anma Değeri Al/Ç mm ² | Kanada Standartları | | Kesit mm ² | | | Akım Taşıma Kapasitesi (Amper) | Tel çapları ve Tel Kesitleri | | | |
|--|---------------------|--------|-----------------------|-------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------|------|---------|
| | Adı | AWG | Al. | Çelik | Toplam Kesit mm ² | | Sayı | Çap mm | Sayı | Çapı mm |
| 21/4 | Swan | 4 | 21.18 | 3.53 | 24.71 | 145 | 6 | 2.12 | 1 | 2.12 |
| 27/4 | Swallow | 3 | 26.69 | 4.45 | 31.14 | 155 | 6 | 2.38 | 1 | 2.38 |
| 34/6 | Sporrow | 2 | 33.59 | 5.60 | 39.19 | 220 | 6 | 2.67 | 1 | 2.67 |
| 45/7 | Robinone | 88220 | 44.70 | 7.45 | 52.15 | 255 | 6 | 3.08 | 1 | 3.08 |
| 54/9 | Raven | 1/0 | 53.52 | 8.92 | 62.44 | 340 | 6 | 3.37 | 1 | 3.37 |
| 85/14 | Pigeon | 3/0 | 85.12 | 14.18 | 99.30 | 390 | 6 | 4.25 | 1 | 4.25 |
| 135/22 | Patridge | 266800 | 134.87 | 21.99 | 156.86 | 490 | 26 | 2.57 | 7 | 2.00 |
| 152/25 | Ostrich | 300000 | 152.19 | 24.71 | 176.90 | 530 | 26 | 2.73 | 7 | 2.12 |
| 170/40 | Orrole | 336400 | 170.50 | 39.78 | 210.28 | 575 | 30 | 2.69 | 7 | 2.69 |
| 242/39 | Hawk | 477000 | 241.65 | 39.19 | 280.84 | 720 | 26 | 3.44 | 7 | 2.67 |
| 403/65 | Drake | 795000 | 402.56 | 65.44 | 468.00 | 990 | 26 | 4.44 | 7 | 3.45 |
| 402/52 | Condor | 795000 | 402.33 | 52.15 | 454.48 | 1090 | 54 | 3.08 | 7 | 3.08 |
| 483/34 | Rail | 954000 | 483.4 | 33.6 | 517.00 | 1260 | 45 | 3.70 | 7 | 2.47 |

2.1.1. İletkenlere gelen ek yükler

Açık arazide bulunan havai hat iletkenleri, her zaman iklim koşullarının etkisi altındadır. Örneğin ortam sıcaklığının değişmesiyle iletkenlerdeki sehimlerde değişir. Mevsim soğumasıyla üzerinde az veya çok miktarda buz birikir. İletkenlere gelen ek buz ve ek rüzgâr yüklerinin hat tasarımında göz önüne alınması, uzun süreli meteorolojik gözlemlere ve bu gözlemlerin uygun şekilde değerlendirilmesine bağlıdır. Bunun için ülkemizde 1960 yılından itibaren Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından çeşitli yerlerde buz ve rüzgâr yükü araştırma istasyonları kurulmaya başlanmıştır. Bu istasyonlarda yapılan araştırma ve gözlemler değerlendirilerek 1978 Kasım'ında yürürlüğe giren yönetmelikte, yeni bir buz yükü haritası oluşturulmuş, çeşitli bölgelerde buz yükünün ne şekilde göz önüne alınacağı belirlenmiştir[2]. Buz yükü haritası Şekil 2.2.' de verilmiştir.



Şekil 2.2. Türkiye'nin buz yük haritası

2.1.1.1. İletkenlere gelen buz yükü (P_b)

Deney ve gözlemlerde buzlanmanın en çok -8 C° ile 2 C° arasında olduğu saptanmıştır. -10 C° den itibaren havadaki nem miktarı çok düştüğünden buz oluşmamaktadır. Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri yönetmeliği buz oluşumunun -5 C° de olduğunu varsaymaktadır[3].

Ülkemizde buz yükü ve ortam sıcaklık dereceleri bakımından 5 farklı bölgeye ayrılmış ve her bölgeye buz yükünün hesabı için ampirik bir formül saptanmıştır.

$$P_b = k \cdot d^{1/2} \text{ (kg/m) dır.} \quad (2.1)$$

Formülde P_b metre başına oluşan kg cinsinden buz ağırlığı, k buz yükü katsayı, d (mm) iletkenin çapıdır. Bölgelere göre k katsayısı seçim cetveli Tablo 2.3. 'de verilmiştir.

Tablo 2.3. Buz yükü bölgelerine göre k katsayısı seçim cetveli

| Buz yükü bölgesi | K | Ortam Sıcaklığı (C°) | |
|------------------|-----|--------------------------------------|----------|
| | | Minimum | Maksimum |
| 1.Bölge | 0 | -10 | +50 |
| 2.Bölge | 0,2 | -15 | +45 |
| 3.Bölge | 0,3 | -25 | +40 |
| 4.Bölge | 0,5 | -30 | +40 |
| 5.Bölge | 1,2 | -30 | +40 |

Ek buz yükü, iletkenin ağırlığı yönünde yani düşey bir kuvvet olarak etkili olmaktadır. Buzlu haldeki iletkenin ağırlığı denklem 2.2.' den hesaplanır.

$$P_n = P_c + P_b \quad (2.2)$$

Buzun iletkenin etrafını üniform bir şekilde silindirik olarak sardığı, iletkenin ve buz ağırlığının iletkenin ekseninde etkili olduğu varsayılmaktadır [2].

2.1.1.2. İletken etki eden rüzgâr kuvveti

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri ve Proje Yönetmeliğine göre rüzgâr yükünün daha çok +5 C° 'de etkili olduğu varsayılır.

İletkene gelen ek rüzgâr yükü (2.3) formülü ile hesaplanır.

$$W_i = c.q.d.10^{-3} \text{ (kg/m)} \quad (2.3)$$

Bu ifadede;

c: iletkene etki eden rüzgar basınç katsayısı,

q: iletkene etki eden dinamik rüzgar basıncını,

d: iletkenin kesitini gösteren simgelerdir.

İletkene gelen rüzgâr kuvveti ise (2.4) formülü ile hesaplanır.

$$P_w = c.q.F \text{ (kg/m)} \quad (2.4)$$

Bu ifadede F (m²), iletkenin rüzgâra maruz kalan yüzeyi olup, iletkenin ekseninden geçen düşey bir düzlemle iletkenin ara kesitidir.

$$F = d.a_w.10^{-3} \text{ (m}^2\text{)} \quad (2.5)$$

İfadesi ile hesaplanır. a_w rüzgâra maruz kalan iletkenin uzunluğu olup, direğin her iki yanındaki açıklıkların toplamının yarısıdır.

İletkene etki rüzgâr yükü, iletkenin ağırlığı doğrultusunda olmayıp, bu doğrultuya diktir. İletken çıplak ağırlığının ve rüzgâr yükünün iletken ekseninde etkili olduğu varsayılarak; rüzgârlı haldeki eşdeğer iletken ağırlığı (2.6) bağıntısı ile hesaplanır[2].

$$P_n^2 = p_o^2 + w_i^2 \text{ (kg/m)} \quad (2.6)$$

2.1.2. İletken seçimi

Orta gerilim enerji nakil hatlarında kullanılacak iletkenin elektriksel olarak birçok etkileri olduğu gibi, mekanik yapısı ile de izolatörlere ve direklere etki edeceğinden, gerek elektrik sabitleri ve gerekse mekanik bakımdan iyi incelenerek seçilmesi gerekir.

İletim hatlarında kullanılacak olan iletkenlerin seçiminde; iletkenlik, iletkenin çapı, özgül ağırlık, sehim, mekanik dayanıklılık, termik dayanıklılık ve titreşim eğilimi göz önünde bulundurulmalıdır.

Orta gerilim enerji naklinde kullanılan St-Al (çelik özlü alüminyum) iletkenlerin akım taşıma kapasiteleri ve çeşitli gerilimlerde bu akım değerlerine bağlı olarak taşıyabilecekleri yükler (kVA) aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Tablo 2.4. Çelik özlü alüminyum iletkenlerin taşıyabilecekleri maksimum yükler

| İletkenin Adı | Akım Taşıma Kapasitesi | 6,3 kV | 15,8 kV | 34,5 kV |
|---------------|------------------------|--------|---------|---------|
| | Amper | kVA | kVA | kVA |
| Swallow | 160 | 1.746 | 4.378 | 9.560 |
| Raven | 230 | 2.506 | 6.287 | 13.728 |
| Pigeon | 300 | 3.270 | 8.200 | 17.927 |
| Partridge | 460 | 5.014 | 12.574 | 27.455 |
| Hawk | 670 | 7.311 | 18.314 | 40.036 |

İletkenlerin akım taşıma kapasiteleri, 25 C° ortam ve 75 C° iletken sıcaklığındaki takribi değerlerdir. Ayrıca Tablo 2.4.' de görüleceği üzere büyük kesitli iletkenlerin düşük gerilimlerde güç naklinde kullanılması ekonomik olmamaktadır.

İletkenlerin kesiti genellikle yükleme akımına ve gerilim düşümüne göre saptanır. Havai hatlarda yükleme akımı küçük kaldığından, ısınma sınırları pek aşılmaz bu nedenle kesit gerilim düşümüne göre hesaplanır[2].

2.2. Direkler

Havai iletim ve dağıtım hatlarında kullanılan ve iletkenleri yerden ve birbirinden belirli uzaklıklarda havada tutmaya yarayan ve hat boyunca uygun aralıklarla yerleştirilen yani hattın taşıyıcı ve durdurucu noktalarını teşkil eden şebeke malzemelerine direk adı verilir.

Direklerin; hatta tesir eden çer (çekme) ağırlık ve rüzgâr gibi kuvvetlere muayyen bir emniyetle mukavemet edecek durumda olmaları gerekir[2].

2.2.1. Kullanım amacına göre direk çeşitleri

2.2.1.1. Normal taşıyıcı direkler (T)

Bu tip direkler, iletkenleri sadece taşımak amacı ile iletkenlerin asıldığı düz hat doğrultusunda kullanılan direklerdir. Taşıyıcı direkler sadece rüzgâr kuvvetine maruz kalır.

2.2.1.2. Köşe taşıyıcı direkler (KT)

Düz doğrultuda giden hattın, yön değiştirdiği yerlerde kullanılan (Küçük sapmalarda) ve iletkenlerin izolatlara taşıyıcı bağ ile bağlandığı direklerdir. Köşe taşıyıcı direkler iletkenlerin çekme kuvveti ve rüzgâr kuvvetine maruz kalır.

2.2.1.3. Normal durdurucu direkler (D)

Taşıyıcı direklere asılmış ve bunlar tarafından taşınan hat iletkenlerinin, güzergâh boyunca belirli uzaklıklarda sabit ve sağlam noktalara bağlanmış ve gerilmiş olması gerekir. Tel kopması, direk devrilmesi ve benzeri durumlarda arıza iki durdurucu direk arasında sınırlı kalır. Havai hattın diğer kısımlarını mekanik olarak etkilemez. İletim ve dağıtım hatlarında güzergâhta belirli aralıklarla olmak üzere, iletkenlerin tespit edilip gerilmesi amacı ile düz hat güzergâhında kullanılan ve iletkenlerin izolatlara nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklere denir.

2.2.1.4. Köşe durdurucu direkler (KD)

Düz doğrultuda giden hattın, yön değiştirdiği yerlerde (büyük sapmalarda) kullanılan ve iletkenlerin izolatörlerle nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklere denir.

2.2.1.5. Nihayet direkler (N)

Hava hattının başladığı ve bittiği yerlerde kullanılan, iletkenlerin izolatörlere nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklerdir.

2.2.1.6. Branşman direkler (B)

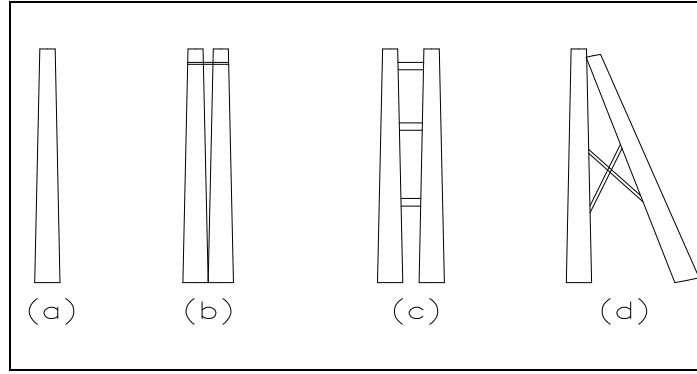
Dağıtım hattının kollara ayrıldığı yerlerde kullanılan direklere denir. Üzerlerinde dağıtım için gerekli ilave bağlam tesisleri ve ayrıcı/kesiciler de bulunabilir.

2.2.2. Yapıldıkları malzemeye göre direk çeşitleri

2.2.2.1. Ağaç direkler

Orta gerilim enerji naklinde kullanılan ağaç direkler, iğne yapraklı (Çam, Köknar, Ladin, Ardıç) ağaçlarından elde edilir. Ağaç kesildikten sonra tornalanır ve emprenye (ilaçlama) edilerek kurutulur. Ağaç direklerin tepeleri, üzerlerinde kar ve buz birikmeyecek şekilde yapılır[4].

Ağaç direkler 34,5 kV 'a kadar olan gerilim seviyelerinde kullanılabilir. Kullanılış biçimlerine göre: Tek ağaç direkler, Çift ağaç direkler (İkiz direkler), Kiriş (A tipi) direkler ve Payandalı Ağaç direkler olmak üzere dört farklı şekilde sınıflandırılır.



Şekil 2.3a. Tek Ağaç Direk, b.Çift Ağaç Direk, c.Kirişli Ağaç Direk, d.Payandalı Ağaç Direk

Ağaç direklerin santrifüj beton direkler ve demir direklerle kıyaslandığında bazı üstünlükleri ve sakıncaları vardır. Ağaç direkler rakiplerine göre daha ucuz, hafif, esnek, simetrik, taşımaları ve dikilmeleri daha kolaydır. Temel değiştirilerek kullanılabilirler gibi boyama masrafları yoktur. Beton direklere göre daha kolay tırmanılabilir ve kaçak akımlara karşı daha güvenlidir.

Ancak bazı sakıncaları da vardır. Ortalama ömürleri 30 yıldır. Ömürleri kısa, tepe kuvvetleri az, esnek oldukları için salgıları (fleş) değişebilir. Yüksek gerilim enerji naklinde kullanılmazlar.

Ağaç direkler 80 metre direk açıklıklarına kadar kullanılabilir. Boyları 8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22 metre olarak yapılmaktadır. Orta Gerilim enerji iletiminde genellikle 12 metre boyundaki ağaç direkler kullanılmaktadır

Ağaç direklerin içi dolu olduğu için bası ve çeki kuvvetlerine karşı çok dayanıklıdır. Tepe ve dip çaplarına göre Hafif (H), Orta (O), ve ağır (A) olmak üzere üçe ayrılır.

Tablo 2.5. Ağaç direk tipleri

| Direk Tipi | Tepe Çapı (cm) | | Dip Çapı (cm) | |
|------------|----------------|--------|---------------|--------|
| | En Az | En Çok | En Az | En Çok |
| 10-H | 12 | 14 | 18 | 20 |
| 10-O | 15 | 17 | 21 | 23 |
| 10-A | 18 | 20 | 24 | 26 |
| 11-H | 13 | 15 | 19 | 21 |
| 11-O | 16 | 18 | 22 | 24 |
| 11-A | 19 | 21 | 25 | 27 |
| 12-H | 13 | 15 | 20 | 20 |
| 12-O | 16 | 18 | 23 | 25 |
| 12-A | 19 | 21 | 26 | 28 |

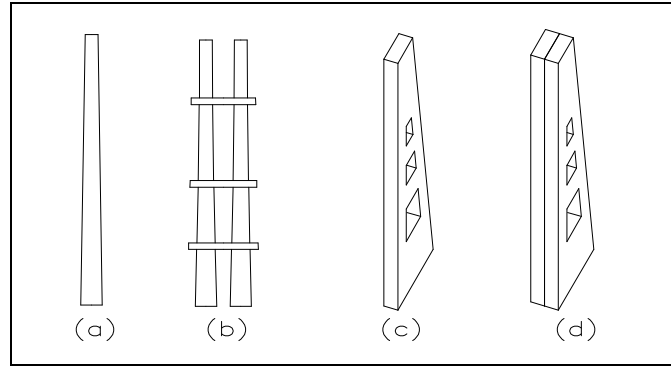
Ağaç direkler bugün için ülkemizde yalnızca köy elektrifikasyonu orta gerilim enerji naklinde Swallow iletkenli hatlarda kullanılmaktadır. İletkenler ağaç direğin tepesine monte edilen demir travers üzerindeki izolatörlere bağlanmak suretiyle taşınırlar. Ağaç direkler yalnızca taşıyıcı (T) ve köşe taşıyıcı (KT) direk olarak kullanılmaktadırlar.

2.2.2.2. Beton direkler

Orta Gerilim enerji naklinde kullanılan beton direkler; çelik çubuklar (St.70: çekme gerilmesi 7000 kg/cm^3) ve yüksek dayanımlı ön gerilmeli çelik tel ve halatları kullanarak savurma (santrifüj) yöntemi ile yapılan betonarme direklerdir. Savurma yöntemi, beton içindeki fazla suyun dışarı atılmasını ve çok sıkı geçirimsiz bir beton elde edilmesini sağlamaktadır. Bu yöntemle yapılan direklerin dış yüzü düzgün ve pürüzsüz olur[4].

Betonun mukavemeti; kum çakılın yapısına, çeşitli kalınlıktaki malzemenin toplam malzeme içindeki oranına, çimentonun tazeliğine, buharlaşma sıcaklığına ve süresine, priz süresi içerisinde betonun sulanmasına bağlıdır. Beton direğin ömrü betonun kalitesiyle orantılıdır. Yapılabilen en üstün beton santrifüj betondur.

Betonarmede demir ve beton müştereken çalışırlar ve elastikiyetleri oranında yükü aralarında pay ederler. Yük paylaşma oranları da sabittir. Beton direkler açık arazide yıllar boyunca doğa şartlarına maruz kalmaktadır. Yağmur, rüzgâr ve dona karşı uzun yıllar mukavemet gösterirler. Şekil 2.4'de santrifüj beton direk çeşitleri verilmiştir.



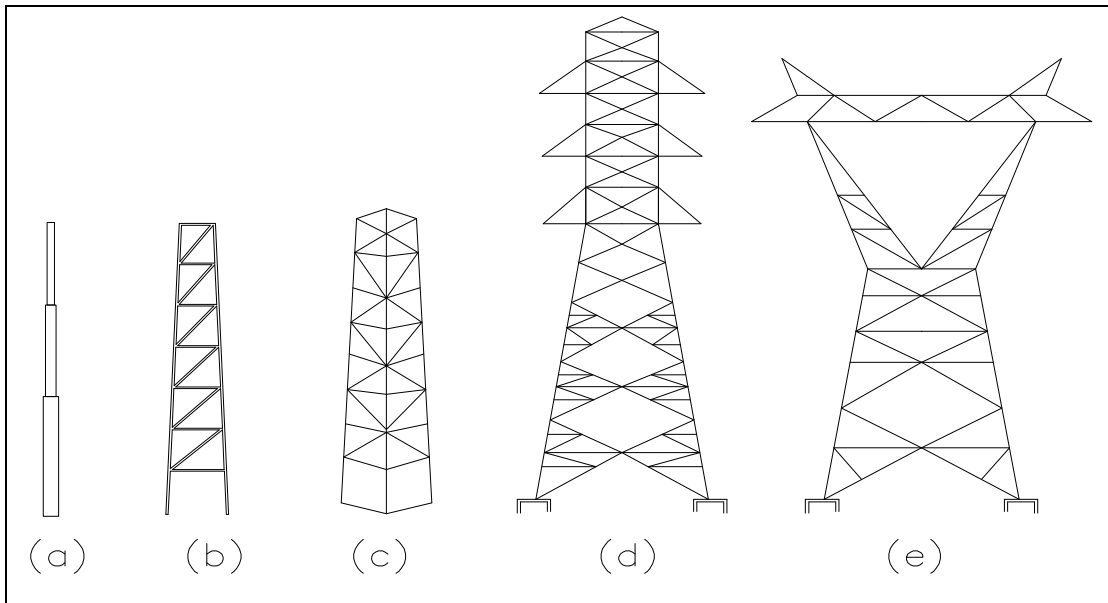
Şekil 2.4a. Tek Santrifüj, b.Çift Santrifüj, c.Asimetrik Vibre, d.Çift Vibre

Orta Gerilim enerji naklinde kullanılan beton direkler 10 metreden 26 metreye kadar boyda, 1 'er metre artarak imal edilmektedirler. Santrifüj beton direkler dairesel kesitli olup, içleri boştur. Tüm santrifüj beton direkler koniktir ve tümünde kalınlaşma aynı olup 1 metrede 15 mm dır. Bu direkler rijit olduklarından bası ve çeki kuvvetlerine dayanıklıdır. Orta Gerilim enerji naklinde 250 kg' dan 3500 kg' a kadar tepe kuvvetlerine sahip çeşitli tip ve boyda santrifüj beton direkler kullanılmaktadır.

Santrifüj beton direkler daire kesitli olduklarından, aynı değerdeki ve aynı seviyedeki yatay kuvvetlere karşı aynı mukavemeti gösterirler. Yani ağaç direkler gibi sonsuz yatay eksenli direklerdir.

2.2.2.3. Demir direkler

Boyalı kaynaklı veya galvaniz cıvatalı demir direklerin havadan, nemden ve bilhassa sanayi bölgelerindeki zararlı gazlardan etkilenmemeleri için boya ve benzeri gibi koruyucu tabakaların muayyen zamanlarda yenilenmesi mecburiyeti masraf ve enerji kesintisine neden olmaktadır. Bu nedenle, bugün için 3 AWG ve 1/0 AWG iletkenli ve demir direkli hatlar boyalı kaynaklı yapılmasına karşın, 3/0 AWG, 266,8 MCM iletkenli hatlar galvaniz cıvatalı olarak tesis edilmektedir. Kullanım amaçlarına göre demir direk tipleri şekil 2.5' de verilmiştir[4].



Şekil 2.5a. Yuvarlak Boru Direk, b. A tipi demir direk, c.Kafes Direk, d.Pilon Direk, e.Çatal Pilon Direk.

Düşük kesitli iletkenlerin taşınmasında kullanılan demir direkler kare kesitlidir. Daha üst kesitteki iletkenlerin taşınması içinde kare veya dikdörtgen kesitli demir direkler kullanılmaktadır. Demir profiller ortalama 6 metre uzunluğunda imal edildiğinden, demir direklerde 6 'şar metrelik parçalar halinde imal edilmektedir. Bu parçalar Kaynak veya cıvatalar yardımıyla birbirine bağlanır.

İletken cinsine bağlı olarak, her demir direğin statik hesapları ile ortaya çıkan, tepe ve dip genişliğine bağlı konikleşmesi vardır.

Demir direklerin temeli betonla sabitlenir. Betonun içine taş, toprak gibi yabancı maddeler atılmaz beton direklerdeki gibi dip betonu (Grebeton) atılır. Toprak seviyesi üstünde tepesi direk ortasına olacak şekilde yağmurluk betonu atılır ve üzeri 500 dozlu betonla şaplanır.

Demir direkler rijit olmadıklarından bası ve çeki kuvvetlerine karşı ağaç ve beton direğe nazaran fazla mukavim değildirler. Düşey yüklerin meydana getireceği zorlamalar dikme ve çapraz profillerinin tiplerini ortaya çıkaracaktır. Bu da demir direklerin mukavemet hesabı ile çizimi gerektirmektedir.

2.2.3. Direklerin hesabında dikkate alınacak hususlar

En genel halde, orta gerilim havai hat direklerine aşağıdaki kuvvetler etki eder[2].

2.2.3.1. Düşey Kuvvetler

İletkenin ağırlığı: (G_i)

B direğine bir iletkenin dolayısı gelececek düşey ağırlık (2.7) bağıntısı ile hesaplanır.

$$G_i = p_o \times a_g \text{ kg} \quad (2.7)$$

Bu formülde;

p_o : Direğe asılacak olan iletkenin bir metresinin kilogram cinsinden ağırlığıdır (kg/m).

a_g : Direğin ağırlık menzildir (m).

Direğin kendi ağırlığı: (G_d)

Direğin yapıldığı malzemeye göre, direğin ağırlığı yapımcı firmanın verdiği katalog değerinden saptanır. Kullanılan direk demir direk ise kullanılan demir profillerin birim ağırlığından yararlanarak hesaplanır.

İzolator ağırlığı: (G_{iz})

Hem elektrik hem mekanik bakımdan uygun şekilde seçilecek izolator veya izolator zincirinin ağırlığı, imalatçı firmanın kataloglarından yararlanarak bulunur. Bu ağırlığa izolator için kullanılacak izolator demiri veya hırdavatı ağırlığı dâhil edilir.

Montör ağırlığı: (G_m)

Direk üzerinde çalışacak montörün de ağırlığı direk tasarımında düşey yük olarak göz önüne alınmalıdır. Mevcut yönetmeliklere göre bu ağırlık 100 kg olarak varsayılmaktadır.

2.2.3.2. Yatay Kuvvetler

İletkenlerin çekme kuvveti (T_m)

Bir iletkendeki gerilme σ (kg/mm^2) ve bu iletkenin kesiti S (mm^2) ise, bir iletkenin dolaylı meydana gelecek olan çekme kuvveti;

$$T_{\max} = \sigma \cdot S \text{ (kg)} \quad (2.8)$$

Formülü ile hesaplanır.

Tablo 2.6 Çelik alüminyum iletkenlere ait σ (kg/mm^2) gerilme değerleri

| İletken | 3AWG | 1/0 AWG | 3/0 AWG | 266,8 MCM | 477 MCM |
|--------------------------------------|------|---------|---------|-----------|---------|
| σ (kg/mm^2) | 11 | 11 | 11 | 11 | 8 |

Tablo 2.6 'da bazı iletkenlere ait σ (kg/mm^2) gerilme değerleri verilmiştir.

Direğe etki eden rüzgâr kuvveti: (W_d)

Direklerin rüzgâra maruz alınan düşey düzlemdeki iz düşüm alanı F (m^2) hesaplanması gerekir. Bu yüzeye etki edecek rüzgâr kuvveti ise (2.9) bağıntısı ile hesaplanır.

$$W_d = c.q.F \quad (2.9)$$

Bu ifadede;

c : Dinamik rüzgar basınç katsayısı olup, direğin cinsine, rüzgarın cinsine, rüzgarın etkili olduğu yüzeyin şekline, boyutlarına ve yapısına bağlıdır. Değerleri Tablo 2.7 den seçilir.

Tablo 2.7. Dinamik rüzgar basıncı katsayı seçim tablosu

| Rüzgârın etkisinde bulunan öğeler | C |
|--|-----|
| Profil demirden yapılmış tek yüzlü kafes direkler | 1,6 |
| Profil demir yapılmış kare ya da dikdörtgen kesitli kafes direkler | 2,8 |
| Borudan yapılmış tek yüzlü kafes direkler | 1,2 |
| Borulardan yapılmış kare ya da dikdörtgen kesitli kafes direkler | 2,1 |
| Daire kesitli ağaç, çelik boru ve beton direkler | 0,7 |
| Altıgen ve sekizgen kesitli çelik boru ve beton direkler | 1,0 |
| Çapı 12,5 mm 'ye kadar olan iletkenler | 1,2 |
| Çapı 12,5 mm ile 15,8 mm 'ye kadar olan iletkenler | 1,1 |
| Çapı 15,8 mm 'den büyük olan iletkenler | 1,0 |

q : Dinamik rüzgar basıncı (kg/m^2) olup değeri tablo 2.8 den seçilir.

Tablo 2.8. Dinamik rüzgar basıncı seçim tablosu

| Arazi üzerindeki yükseklik (m) | q (kg/m ²) | |
|-----------------------------------|--|------------------|
| | Direkler, Traversler ve İzolatörler | İletkenler |
| 0-15 | 55 (106,78 km/h) | 44 (95,51 km/h) |
| 15-40 | 70 (120,47 km/h) | 53 (104,83 km/h) |
| 40-100 | 90 (136,61 km/h) | 68 (118,74 km/h) |
| 100-150 | 115 (154,42 km/h) | 86 (133,54 km/h) |
| 150-200 | 125 (160,99 km/h) | 95 (140,35 km/h) |

Beton direk boyları 10 metreden başlayan ve birer metre artan değerde olduğundan çok sayıdadır. Ancak proje yapımında az sayıda boy ve tip direklerle çözüm aranması daha uygun olacaktır. Bu nedenle 1. ve 2. buz yükü bölgelerinde düz arazide 12 metre'lik, 3. ve 4. buz yükü bölgelerinde ise 13, 14 ve 15 metrelik direk boyları ile çözüm aranması daha uygun ve ekonomik olmaktadır.

Tablo 2.9. tüm buz yükü bölgelerinde geçerli olan direğin tepesine indirgenmiş rüzgâr yükleri (W_d) hesaplanarak verilmiştir[2].

Tablo 2.9. Direğin tepesine indirgenmiş rüzgâr yükü tablosu

| Direk Tipi | Boy | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2 | | 29 | 31 | 36 | 50 | - | - | - | - |
| 2,5 | | 29 | 31 | 36 | 50 | - | - | - | - |
| 3 | | 36 | 39 | 44 | 59 | 66 | 73 | 79 | - |
| 3,5 | | 36 | 39 | 44 | 59 | 66 | 73 | 79 | - |
| 4 | | 36 | 47 | 53 | 59 | 66 | 73 | 79 | 87 |
| 5 | | 43 | 47 | 53 | 59 | 66 | 73 | 79 | 87 |

2.2.4. Direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması

Direğin tepesine, yatay olarak etki eden ve kg cinsinden ifade edilen kuvvetlere, direk tepe kuvveti denir. Bu kuvvet; kuvvetli akım elektrik dağıtım tesisatının bakım, işletme ve tesisine dair yönetmeliklerin direk hesapların da kullanılan, hat iletken tertiplerine, izolatlörlere, travers ve direklere gelen cer ve rüzgâr kuvvetlerinin direğin tepesine etki eden toplam kuvvet değerindedir.

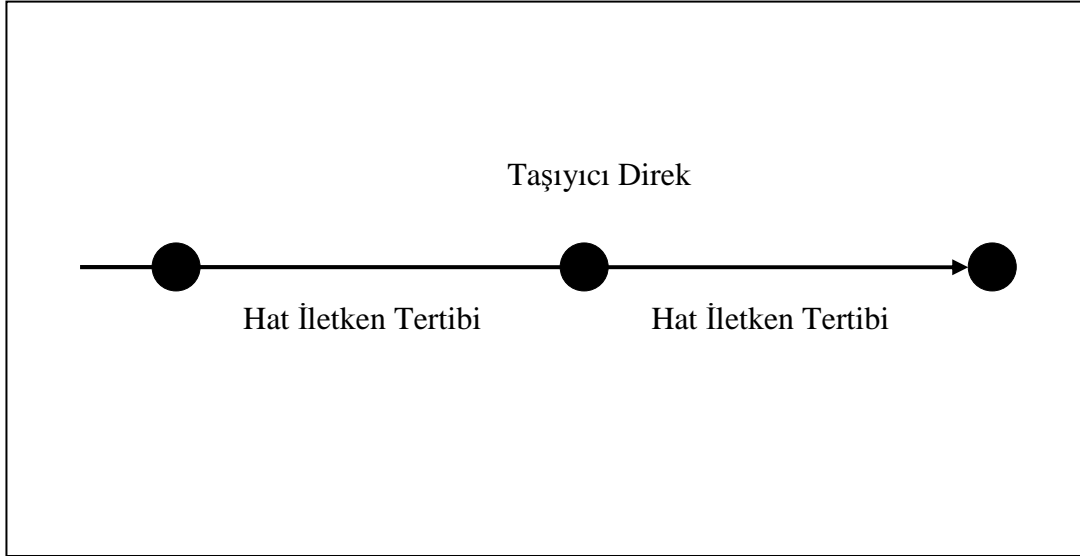
Bölgemizde orta gerilim nakli gerekse alçak gerilim şebekelerinde genellikle SBA beton direkler kullanılmaktadır. Bu nedenle hesaplarımız SBA beton direklere göre yapılacaktır.

Santrifüj betonarme direkler, içi boş kesik bir koni şekilde olmalarından dolayı tepe kuvvetleri her istikamette aynıdır. Bütün eksen doğrultusunda tepe kuvvetleri sabit değerdedir. Bu özelliklerinden dolayı bu tip direklerin her türlü konumda yerleştirilmesi mümkündür.

Direk tiplerinin belirtilen rakamların 100 ile çarpılması suretiyle elde edilen değerler rüzgârsız tepe kuvvetini verir. Rüzgârsız tepe kuvvetlerinden direğe tesir eden rüzgâr kuvvetlerinin çıkartılması ile rüzgârlı tepe kuvvetleri elde edilir.

2.2.4.1. Taşıyıcı direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini

Genel olarak, hattı taşımak amacı ile kullanılan direklere taşıyıcı direk adı verilir. Bu tip direkler, hattın aynı doğrultuda olan kısımlarında iletkeni yalnız taşımaya ve bir tespit noktası olarak hattı yerden uygun bir uzaklıkta tutmaya yararlar. İletkenler bu tip direklerde, izolatlörlere taşıyıcı bağ ile bağlanırlar. Taşıyıcı direklerde, direğin her iki yanındaki cer kuvvetleri, birbirlerine eşit olduğundan direkler hat iletken tertiplerinin cer kuvvetlerine maruz kalmazlar. Bu tip direklere yalnız hat istikametine dik yönde esen rüzgâr kuvveti etki eder.



Şekil 2.6. Taşıyıcı direk vektör diyagramı

Hat istikametine dik yönde, direğe, iletkenlere ve izolatöre gelen rüzgâr kuvveti esas alınır ve bu kuvvete eşit veya büyük değerdeki tepe kuvveti direğin tepe kuvveti olarak alınır. Direğe ve izolatlara etki eden rüzgâr kuvveti çok küçük olduğu için ihmal edilir. Sadece iletkenlere etki eden rüzgâr kuvveti esas alınır. Taşıyıcı direğin tepe kuvveti (2.10) formülü ile hesaplanır[2].

$$Z = 3(w_i x a_w + w_{iz} \cdot x \frac{h^1 + h_{izolatör}}{h^1} + W_d) \quad (2.10)$$

Bu formülde,

Z: Direğin tepe kuvveti (kg),

W_d : Direğin tepesine indirgenmiş, direğe etki eden rüzgar kuvveti (kg),

w_{iz} : Bir adet mesnet izolatörüne etki eden rüzgar kuvveti (kg),

w_i : İletkenin bir metresine gelen rüzgar kuvveti (kg/m),

a_w : Rüzgar menzili (m),

h^1 : Direğin zeminin üzerindeki kısmı (m),

$h_{izolatör}$: İzolatörün boyu (m) göstermektedir.

Taşıyıcı direklerin tepe kuvveti, direğin her iki tarafındaki menzillerin toplamının yarısına denk gelen rüzgâr menzili (a_w) yardımı ile Tablo 2.10. dan da seçilebilir.

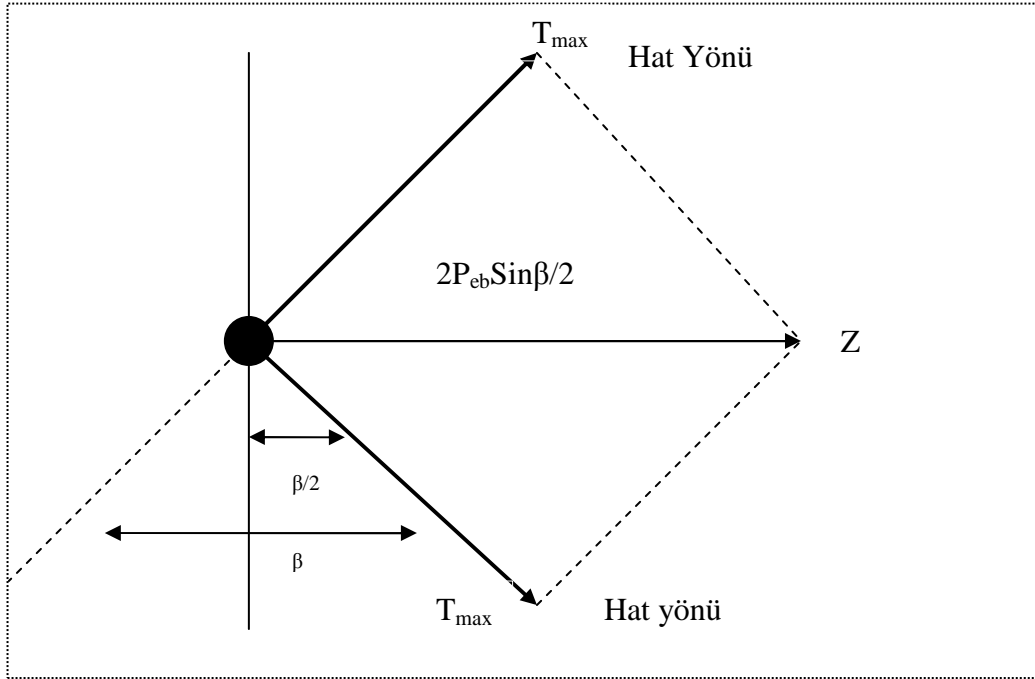
Tablo 2.10. Taşıyıcı direkler için rüzgâr menzili tablosu (a_w)

| Direk Boyu Tipi | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2 | 132 | 131 | 128 | 118 | 113 | | | |
| 2,5 | 176 | 174 | 170 | 166 | 156 | | | |
| 3 | 214 | 211 | 207 | 194 | 189 | 183 | 178 | |
| 3,5 | 256 | 253 | 250 | 237 | 232 | 226 | 221 | |
| 4 | 294 | 288 | 284 | 280 | 275 | 269 | 264 | 258 |
| 5 | 377 | 373 | 369 | 365 | 360 | 355 | 351 | 344 |

2.2.4.2. Köşede taşıyıcı direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini

Köşe noktalarında hattı taşımak gayesi ile kullanılan direklere köşe taşıyıcı direkler denir. Köşe taşıyıcı direklerin tipleri tepe kuvvetlerine bağlı olarak değişir.

Taşıyıcı direklerin tepe kuvvetlerinin tespitinde iletkenlerin maksimum cer kuvvetlerinin bileşkesi esas alınır. Çıkan bu kuvvete eşit veya daha büyük değerdeki tepe kuvvetine haiz olan direk seçilir.



Şekil 2.7. Köşe taşıyıcı direk vektör diyagramı

Köşe taşıyıcı olarak kullanılan direklere etki eden bileşke kuvvet, direğin sağında ve solunda aynı değerdedir. Zira hat iletkenlerinin tertibi değişmemekte sadece hattın gidiş istikameti değişmektedir. Bu nedenle direğe etki eden kuvvet (2.11) formülü ile bulunur[2].

$$Z = k \cdot 2 \cdot T_{\max} \cdot \cos \beta / 2 \quad (2.11)$$

Bu formülde;

k: Direğe etki eden kuvvetleri tepeye indirgeme katsayısını gösterir.

T_{\max} : İletkenlerin -5 C° deki cer kuvvetini gösterir ve Tablo 2.11 den seçilir.

Tablo 2.11. Buz yükü bölgelerine göre iletkenlerin müşterek hat çekme kuvvetleri (T_{max})

| İletken Tipi | Buz Yükü Bölgesi | | | | İletken Tipi | Buz Yükü Bölgesi | | | |
|-----------------|------------------|-------|-----|-------|--------------------|------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Rose | 70 | 100 | 147 | 148 | Pigeon | 171 | 220,7 | 290 | 270 |
| Lily | 79 | 110 | 162 | 161 | 266,80 | 220 | 284,5 | 364 | 328 |
| İris | 92 | 125 | 189 | 175 | 477,00 | 338 | 406,1 | 500 | 427 |
| Pansy | 104 | 138,5 | 188 | 189,7 | 10mm ² | 56,2 | 104,7 | 119 | 119,2 |
| Poppy | 120 | 152 | 211 | 206 | 16 mm ² | 76 | 128,6 | 177,2 | 140 |
| Aster | 137 | 170 | 230 | 224 | 25 mm ² | 100 | 157,2 | 212 | 163,8 |
| Phyox | 157 | 194 | 259 | 244 | 35 mm ² | 125 | 185,5 | 245 | 185 |
| Oxlip | 169 | 217,5 | 282 | 265 | 50 mm ² | 163 | 226,4 | 292 | 215 |
| Swallow | 91 | 107 | 175 | 175 | 70 mm ² | 207 | 272,6 | 343 | 247 |
| Raven | 137 | 175 | 235 | 226 | | | | | |

2.2.4.3. Normal durdurucu direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini

Düz bir hattı durdurmak amacıyla kullanılan direklere durdurucu direk adı verilir. Bu durum daha çok enerji iletim hatları için söz konusudur. Elektrik İletim Şebekeleri Proje Teknik Şartnamesi gereği düz giden bir hatta her üç kilometrede bir durdurucu direğin bulunması şarttır. Bu direkler hattın sabit noktaları olarak kabul edilirler. Arazinin durumuna göre durdurucu direk sayısı değişebilir.

Direğin tepe kuvvetinin hesaplanmasında; küçük kesitteki veya az sayıdaki iletkenlerin bulunduğu tarafa ait hat iletken tertibinin - 5 C° deki maksimum cer kuvvetlerinin Tablo 2.12.' de verilen yüzdeler nispetinde zayıflaması halindeki değerleri ile diğer taraftaki iletkenlerin - 5 C° deki maksimum cer kuvvetlerinin farkı esas alınır. Çıkan kuvvete eşit veya büyük değerdeki rüzgârsız tepe kuvveti seçilir.

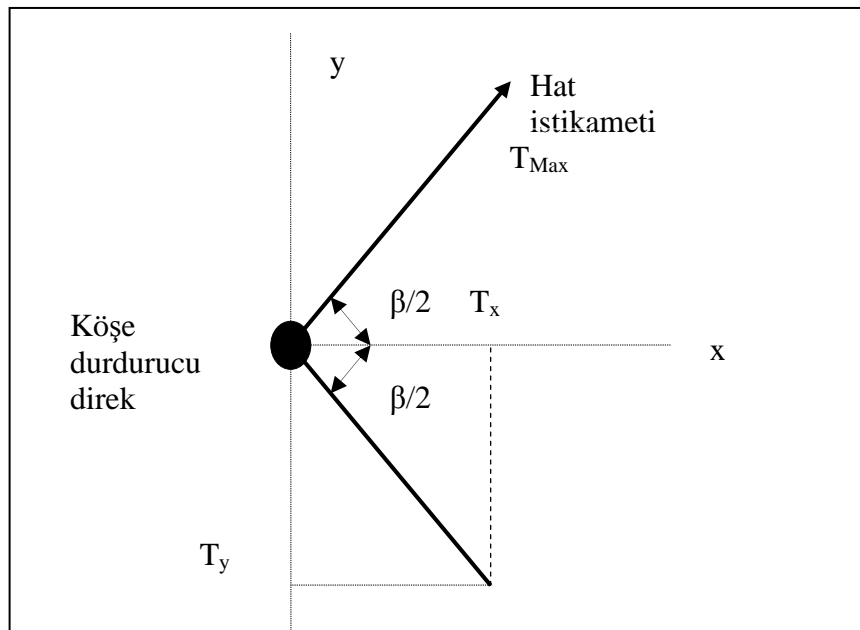
Tablo 2.12 de iletken sayısına göre zayıflama katsayısını gösteren tablo verilmiştir[2].

Tablo 2.12. Durdurucu direk tayinindeki zayıflama oranları

| İletken sayısı | Hesapta kullanılacak (%) |
|---------------------|--------------------------|
| 2 | % 100 |
| 3 | % 75 |
| 4 | % 60 |
| 5 | % 50 |
| 6 veya daha fazlası | % 40 |

2.2.4.4. Köşede durdurucu direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini

Hattın köşe noktalarında kullanılan ve aynı zamanda durduruculuk görevi yapan direklere, köşe taşıyıcı direkler denir. Hattın durdurulması işlemi, düz hattaki durdurucu direklerde yapılan durdurma işlemi ile aynıdır. Bu tip direklerin tepe kuvvetlerinin bulunmasında her iki yöndeki iletken tertiplerinin $- 5^\circ$ deki maksimum cer kuvvetlerinin bileşkesi esas alınır[2]. Hesaplan kuvvete eşit veya daha büyük değerdeki rüzgârsız tepe kuvveti seçilir. Şekil 2.8.' de köşe durdurucu direğe ait vektör diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.8. Köşe durdurucu direk vektör diyagramı

$$T_x = 1,25.k.T_{\max 1}.\cos \beta/2 + M \quad (2.12)$$

$$T_y = 0,75.k.T_{\max 1}.\sin \beta/2 \quad (2.13)$$

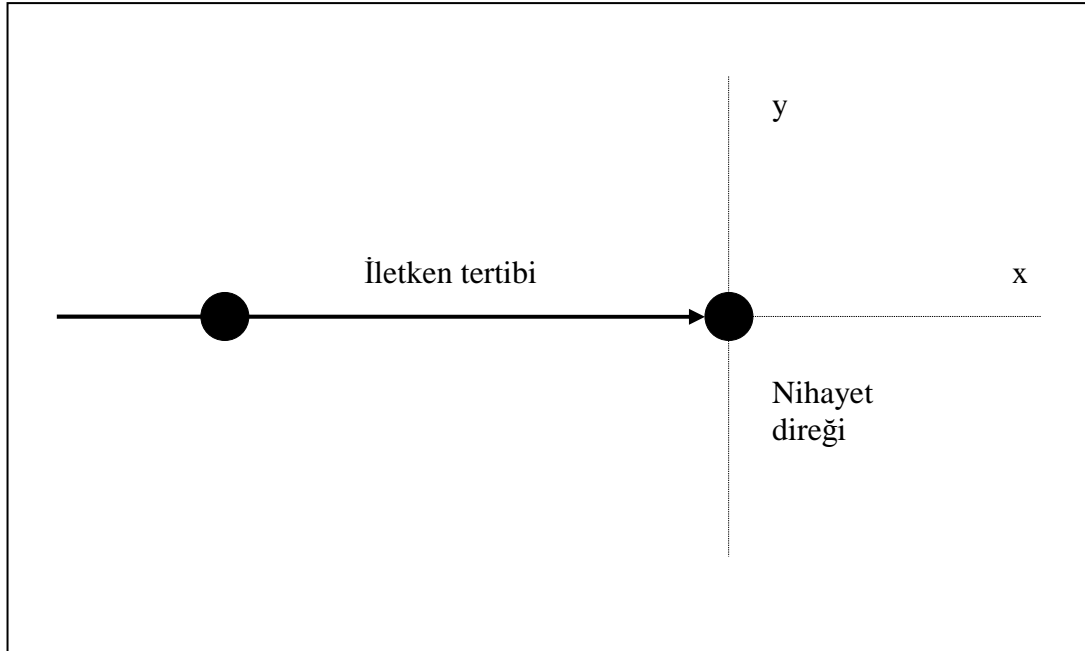
$$T^2 = T_x^2 + T_y^2 \quad (2.14)$$

Köşe durdurucu direğe ait kuvveti yukarıdaki bağıntılar yardım ile hesaplanır. Hatta dik etki eden rüzgâr kuvveti (M) ihmal edilebilir.

2.2.4.5. Nihayet direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini

Enerji nakil hattının tek taraflı toplam cer kuvvetine dayanabilecek durumda olan direklere nihayet direkler adı verilir. Bu tip direkler hattın başlangıç ve bitiş noktalarında kullanılır.

Direğin tepe kuvveti, hat iletken tertibinin - 5 C° deki tek taraflı maksimum cer kuvveti esas alınır[2].



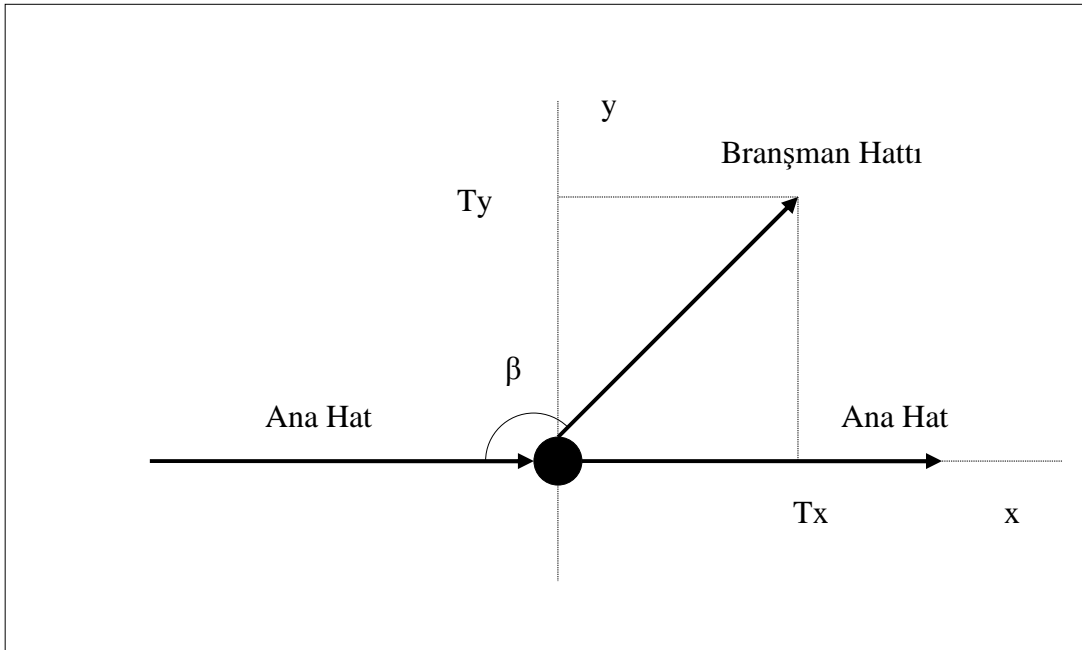
Şekil 2.9. Nihayet direği vektör diyagramı

2.2.4.6. Branşman direklerin tepe kuvvetlerinin bulunması ve tiplerinin tayini

Taşıyıcı ve köşede taşıyıcı durumda olan direklerden bir veya iki istikamette kol veya şube hattı ayrılıyorsa bu durumdaki direklere branşman direkler adı verilir.

Bir direğin branşman direği olabilmesi için, direkten geçen hatlardan en az bir tanesinin kesit ve iletken tertibi yönünden değişmeye uğramaması gerekir. Bu tip direklerin tiplerinin tayininde; direkten geçen, kesit ve iletken tertibi yönünden herhangi bir değişikliğe uğramayan hat ana hat olarak kabul edilir. Geriye kalan bir veya iki hatta bu ana hattın branşmanı olarak ele alınır.

Bu tip direklerin tepe kuvvetlerinin bulunmasında - 5 C° deki cer kuvvetlerinin bileşkesi esas alınır[2].



Şekil 2.10 Branşman direk için vektör diyagramı

$$T_x = 1,25.k.T_{max1}.\cos \beta/2 + M \quad (2.15)$$

$$T_y = 0,75.k.T_{max1}.\sin \beta/2 \quad (2.16)$$

(2.15) formülünde verilen hatta dik etki eden rüzgâr kuvveti (M) küçük olduğu için ihmal edilebilir.

2.3. İzolatörler

Orta gerilim havai hat izolatörleri, enerjili orta gerilim enerji nakil hatlarını taşıyan ve aynı zamanda direğin demir aksamından belirli bir emniyet mesafesinde olmasını sağlayan elemanlardır. İzolatörler yapısı itibari ile şebeke frekansında normal işletme koşullarında sistemde meydana gelebilecek olan dâhili aşırı gerilimlere dayanabilmeleri gerekir.

İzolatörler, stealit ve özel kompaze malzemelerden yapılmaktadır. Ancak günümüzde kullanılan en uygun izolatör malzemesi porselendir. Bu nedenle iletim ve dağıtım hatlarında genellikle porselen izolatör kullanılır. Porselen esas itibari ile kaolin, feldspat ve kuarts' dan ibaret bir karışımın yüksek derecede fırınlanmasıyla elde edilen bir malzemedir ve camdan daha mukavemettir. Isı derecesindeki değişikliklerden az etkilenir.

Sert porselenden yapılan, izolatörler, % 50 kaolin, % 25 feldspat ve % 25 kuarts' dan imal edilir. İzolatör imalinde kullanılan porselenin; her türlü yabancı maddeden, çatlak, kabuklanma, hava kabarcığı, benek, leke ve benzeri kusurlardan arı, saf, gözeneksiz, parlak ince sıkı yapıda olması gerekir. Aksi halde izolatörün dielektrik dayanıklılığı azalır[5].

Porselen higroskopiktir. Buna mani olmak için porselen izolatör imalinde, malzemeye gerekli şekil verildikten sonra izolatör kurutulur. İzolatörün tespit yuvası ve pişirilmesi sırasında oturacağı yerler hariç olmak üzere, diğer bütün yüzeyleri püskürtme veya daldırma usulüne göre bir sır tabakası ile kaplanır. Bundan sonra izolatörler bir fırınlama işlemine tabii tutulur. Bu suretle sır tabakası izolatör gövdesine iyice kaynar ve cam gibi bir hal alır. İzolatörün gördüğü vazife bu sır tabakasının muhafazası ile yakından alakalıdır.

Sırlama, izolatörü pürüzsüz, düzgün ve çatlakları olmayan cam gibi parlak ve kaygan koruyucu bir yüzey sağlar. Ayrıca sır tabakası pisliklerin izolatör üzerinde toplanmasına ve dolayısı ile kaçak akımların meydana gelmesine mani olur. Bunlara ilaveten sır tabakasına, porselenden daha alçak bir uzama kat sayısı vermek sureti ile soğumayı takiben bu tabakanın basınç altında kalması sağlanabilir. Bu ise, izolatörün çatlamasına mani olur ve çeki gerilmesi ile darbe mukavemetini artırır.

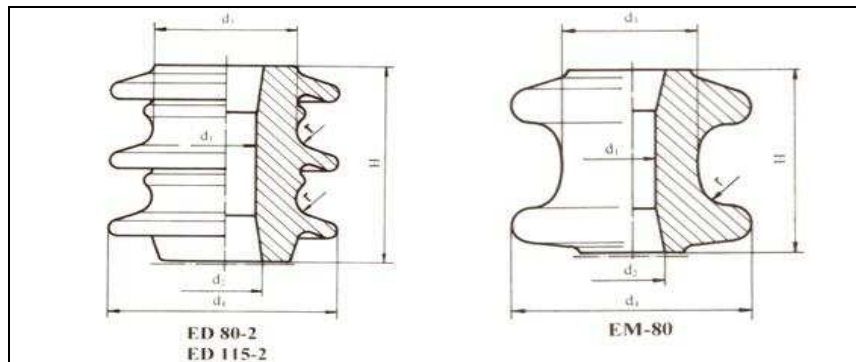
İzolatörler, maruz kalacakları rüzgâr, yağmur, kar, sis, duman ve toz gibi etkiler ile kirlendiğinde kendi kendine temizlenecek ve işletmede karşılaşılabilecek elektrik ve mekanik zorlamalara dayanabilecek tarzda imal edilirler. Renkleri genel olarak kahverengidir.

2.3.1. İzolatörlerin sınıflandırılması

İzolatörleri kullandıkları hatların işletme gerilimine göre iki ayrı sınıfa ayırmak mümkündür[5].

2.3.1.1. Alçak gerilim izolatörleri

1 kV'a kadar nominal gerilime haiz olan hatlarda kullanılmak üzere imal edilen izolatlara Alçak Gerilim izolatörleri adı verilir. Alçak gerilim hatlarında kullanılan izolatörler, mesnet ve gergi izolatörleri olmak üzere iki esas sınıfa ayrılır.



Şekil 2.11. Alçak gerilim mesnet izolatörlerin teknik resmi

Mesnet izolatorleri tespit demiri ile mesnedine tespit edilen ve an şekline porselen gövdesi bulunan bir veya birkaç sipere haiz bir izolatrdr. Mesnet izolatore ait yapısal zellikler Tablo 2.13’de verilmiştir[6].

Tablo 2.13. Mesnet izolatorlerin yapısal zellikleri

| Tip | VDE | ller (mm) | | | | | Asgari kafa kopma yükü | Ağırlık (gr) |
|--------|-------|-------------|----|----------------|----|----------------|------------------------|--------------|
| | | H | D | D ₁ | d | d ₁ | | |
| N-60 | - | 60 | 60 | 32 | 15 | 17 | 400 | 150 |
| N-80 | - | 80 | 80 | 42 | 19 | 21 | 1200 | 360 |
| N-95 | 48150 | 95 | 95 | 50 | 22 | 24 | 1500 | 640 |
| N-95/2 | 48150 | 100 | 95 | 50 | 22 | 24 | 1500 | 680 |
| N-95/3 | 48151 | 125 | 95 | 50 | 2 | 24 | 1500 | 800 |

Gergi izolatorleri ise elektrik hatlarının gerilmesinde kullanılan ve bu hatlarda rastlanan mekanik gerilimlere dayanabilen izolatorlerdir.

2.3.1.2. Orta gerilim izolatorleri

İşletme gerilimi 1-35 kV arasında olan enerji nakil hatları, branşman hatları ve bu gerilimlerden herhangi birisi ile yapılan dağıtım şebekelerine ait hatlarla ilgili bağılantı tesislerinde kullanılan, porselen izolatorlere orta gerilim izolatorleri adı verilir. şekil 2.12’de 34,5 kV mesnet izolatorn resmi görülmektedir.



şekil 2.12 Orta gerilim izolator

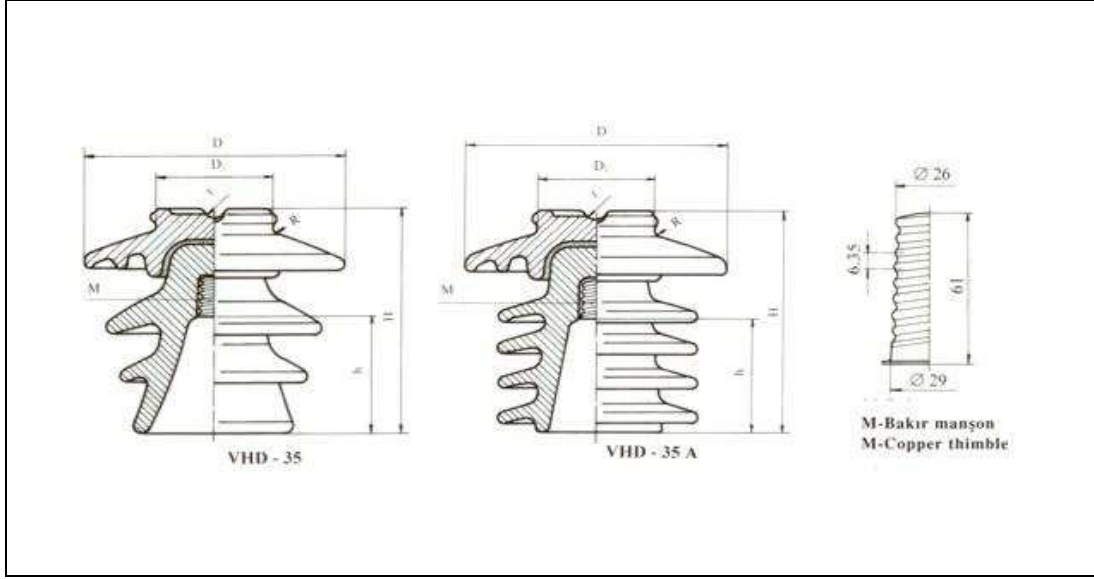
İzolatörler demiri aracılığı ile mesnedine oturtulan, gövdesi çan şeklinde olan ve bir veya birkaç siperi bulunan izolatörlerdir. Bu tip izolatörler tek parça halinde yapılabileceği gibi, tek parça haline getirilmiş iki veya daha fazla kısımdan da yapılmış olabilirler.

3 AWG, 1/0 AWG ve bazı hallerde 3/0 AWG iletken ile yapılan enerji nakil hatlarında mesnet tipi VHD ve VKS izolatörler kullanılır. VHD tipi izolatörler pin demirinin (izolatörlerin traverse tespitini sağlayan demir) izolatöre çimento ile tutturulduğu izolatörlerdir. VKS tipi izolatörlerde ise pim demiri izolatöre vira edilmiştir. Bu tip izolatörler yalnızca taşıyıcı olarak kullanılmaktadır.

Tablo 2.14 Orta Gerilim Enerji Nakil Hatlarında Kullanılan VHD İzolatörlere ait teknik özellikler

| İzolatör Tipi | | VHD-35 | VHD-35S | |
|------------------------------------|-----|--------|---------|------|
| Ölçüler | H | mm | 270 | 295 |
| | h | mm | 133 | 166 |
| | ØD | mm | 270 | 270 |
| | ØD1 | mm | 135 | 135 |
| | R | mm | 14 | 14 |
| | r | mm | 14 | 14 |
| Kaçak Mesafesi | | mm | 720 | 900 |
| Eğilmede minimum Kırılma Yüğü | | kg | 1200 | 1200 |
| Yaşta Güç Frekans Dayanma Gerilimi | | kV | 70 | 70 |
| Güç Frekans Yağda Delinme Gerilimi | | kV | 180 | 180 |
| Yıldırım Darbe Dayanım Gerilimi | | kV | 170 | 170 |
| Ortalama İzolatör Ağırlığı | | kg | 12 | 13.8 |

Harici tip havai hat mesnet ve zincir izolatörlerin; rutubetli, tuzlu ve asitli ortam için kullanılmak üzere atlama mesafesinin büyümesi amacıyla yönelik sis tipleri de imal edilmektedir. Tablo 2.14 de VHD-35 S sütunun da bu tip izolatörlerin teknik özellikleri verilmektedir[6].



Şekil 2.13. VHD mesnet izolatorlere ait teknik resim

Enerji nakil hatlarında, 1/0 AWG, 3/0 AWG, 266,8 MCM ve 477 MCM iletken ile enerji nakli yapılan hatlarda zincir izolatorler kullanılır. Taşıyıcı direklerde askı takımları ile direk traversine tespit edilir. Durdurucu direklerde ise gergi takımları ile birlikte direk traversine tespit edilir. Zincir izolatorleri meydana getiren K tipi izolator elemanlarından birinin topu direğin yuvasına sokularak yukarı doğru çekilir ve altta kalan boşluğa emniyet mandalı geçirilerek birbirine bağlanır. Böylece gerilim seviyesine bağlı olarak 2, 3 veya 4 elemandan oluşan zincir, bağlanacağı askı veya gergi hırdavatı ile irtibatlaşarak zincir izolator takımı tamamlanmış olur.



Şekil 2.14. Top ve yuva mafsallı normal tip zincir izolator resmi

Bu tip izolatörler, orta ve yüksek gerilim enerji iletim ve dağıtım hatlarında iletkenin direğe asılarak veya gerilerek tespit edilmesinde kullanılır.

Tablo 2.15. Zincir izolatörlere ait teknik bilgiler

| İzolator Tipi | | | U40 BL | U60 BL | U70 BL | U80 BL | U100 BL | U160 BL |
|---|----|----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Ölçüler | ØD | mm | 175 | 255 | 255 | 255 | 255 | 280 |
| | H | mm | 110 | 146 | 146 | 146 | 146 | 170 |
| | Ød | mm | 11 | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 |
| Kaçak Mesafesi | | mm | 185 | 280 | 280 | 280 | 280 | 390 |
| Elektromekanik Kırılma Yüğü | | kN | 40 | 60 | 70 | 80 | 100 | 160 |
| Rutin Test Yüğü | | kN | 20 | 30 | 35 | 40 | 50 | 80 |
| Yağda Delinme Gerilimi | | kV | 80 | 110 | 110 | 110 | 130 | 130 |
| Kuruda Güç Frek. Ortalama Atlama Gerilimi | | kV | 55 | 75 | 75 | 75 | 75 | 80 |
| Yaşda Güç Frek. Ortalama Atlama Gerilimi | | kV | 30 | 44 | 44 | 44 | 44 | 47 |
| Yıldırım Darbe Dayanma Gerilimi | | kV | 70 | 110 | 110 | 110 | 110 | 125 |
| Ortalama İzolator Ağırlığı | | kg | 2.7 | 5.5 | 5.7 | 6.6 | 6.6 | 8.8 |

2.3.2. İzolatorlerin seçimi

İzolatorlerin seçiminde, izolator yüzeyinin kirlenmesi ile izolatöre etki eden elektrik ve mekanik zorlamalar göz önüne alınır[7].

2.3.2.1. Mekanik yönden yerine getirilmesi gereken şartlar

Orta gerilim izolatorlerinde, izolatorün minimum kırılma yüğü (kafa kopma yüğü); iletken için müsaade edilen maksimum gerilme kuvvetinin en az 2,5 katı olmalıdır.

$$P_k = 2,5 (\sigma_{\max} \cdot S) \text{ (kg)} \quad (2.17)$$

Belirli bir işletme gerilimi ve iletken kesiti için gerekli minimum kırılma yüğü, (2.17) formülü uygun olarak hesaplanır. İzolatöre ait seçim tablosundan P_k kuvvetine en yakın ve büyük değerdeki kuvvete karşılık gelen izolator seçilir.

2.3.2.2. Elektriksel yünden yerine getirilmesi gereken şartlar

Belirli bir işletme gerilimi için, bir izolatör seçimi gerektiği zaman izolatörün yaşta ark atlama geriliminin bilinmesi gerekir. VDE yönetmeliğine göre bir izolatörün belirli bir işletme geriliminde yaşta ark atlama geriliminin en az aşağıdaki formüllere göre bulunacak bir değere sahip olması gerekir.

Ilımlı hava şartları altında yaşta ark atlama gerilimi;

$$U_y = 1,1.(2.U + 10) \text{ kV} \quad (2.18)$$

Sert hava şartları altında yaşta atlama gerilimi;

$$U_y = 1,1.(2.U + 20) \text{ kV} \quad (2.19)$$

Formüllerde;

U_y : Fazlar arası yaşta ark atlama gerilimini (kV)

U : Hattın fazlar arası işletme gerilimi (kV)

Belirli bir işletme gerilim için, gerekli olan minimum yaşta ark atlama gerilimi yukarıdaki formüllerden birine göre hesaplanır. Bulunan bu U_y gerilimi izolatörlere ait tablolardan aranır ve en yakın bir üst değerde olanı veya eşit değerde olanı bulunur. Bulunan bu gerilimin hizasındaki izolatör tipi aranan izolatör tipi olur.

2.4. Travers ve konsollar

İzolatörler üzerindeki iletkenleri direktten ve birbirinden belirli uzaklıkta tutmaya yararlar. Traversler direğin her iki yanına eşit kolludur. Konsollar ise direğin bir tarafında doğru uzanırlar ve tüm iletkenler direğin yalnız bir tarafında bulunur.

Direklerde kullanılacak travers sayısı, teşkil edilen hat iletken tertibindeki iletken sayısına ve direğin taşıyıcı, köşe, durdurucu, nihayet, branşman veya tevzi direği oluşuna göre tespit edilir.

Travers tiplerinin seçiminde dikkate alınacak esaslar şu şekilde sıralanabilir. Traversin kullanılacağı direğin, alçak gerilim direği veya müşterek direk olması, direğin kullanım amacı itibari ile taşıyıcı, köşe, durdurucu, nihayet, branşman veya tevzi tipinde olması traversin tipini etkileyen faktörlerdir. Ayrıca kullanılan iletken malzemenin cinsi ve bunların kesit değerleri dikkate alınır.

Müşterek direklerde orta gerilim ve alçak gerilim hattı olmak üzere iki ayrı hat mevcuttur. Bu nedenle bu tip direklerde orta gerilim ve alçak gerilim hatları için değişik tiplerde traversler kullanılır. Tablo 2.16 da alçak gerilim ve müşterek hatlı şebekelerde kullanılan traversler ve teknik özellikleri verilmiştir[6].

Tablo 2.16. Alçak gerilim şebekelerinde kullanılan traverslere ait teknik özellikler

| Tipi | Fonksiyonu | L (cm) | L(cm) | Ağırlık (kg) |
|-------|------------|--------|-------|--------------|
| t-60 | Taşıyıcı | 60 | 51 | 8 |
| t-75 | Taşıyıcı | 75 | 66 | 10 |
| n-60 | Köşe | 60 | 51 | 8 |
| n-75 | Köşe | 75 | 55 | 10 |
| n-90 | Köşe | 90 | 70 | 12 |
| 2n-60 | Nihayet | 60 | 51 | 16 |
| 2n-75 | Nihayet | 75 | 55 | 20 |
| 2n-90 | Nihayet | 90 | 70 | 24 |

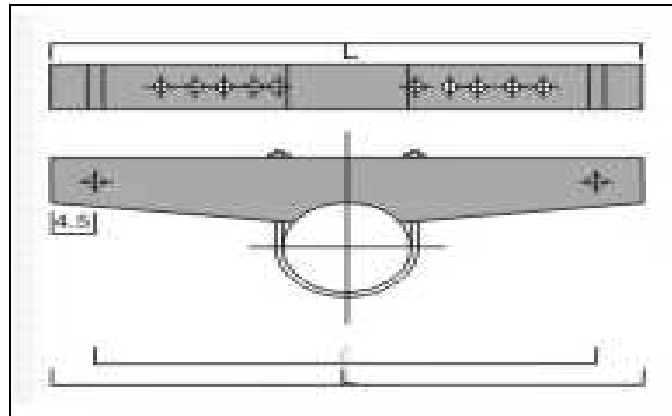
Orta gerilim enerji nakil hatları ve müşterek direklerde orta gerilimin hattını taşımak için kullanılan traversler üç ayrı tipe imal edilir. Bunlar taşıyıcı, köşe, durdurucu veya nihayet tipi olarak sınıflandırılır. Tablo 2.17’de orta gerilim hattını taşımak için kullanılan traverslerin standart tipleri verilmektedir.

Tablo 2.17. Orta gerilim travers tipleri ve ağırlıkları

| Taşıyıcı Traversler | | | | | | Durdurucu traversler | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|---------|---------|----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| TİP | T / 27 | T / 50 | T / 80 | T / 125 | T / 250 | TİP | N / 70 | N / 170 | N / 320 | N / 620 | N / 750 |
| BOY | | | | | | BOY | | | | | |
| 1,20 | 45 | | | | | 1,20 | 95 | | | | |
| 1,40 | 50 | | | | | 1,40 | 100 | | | | |
| 1,60 | 55 | | | | | 1,60 | 110 | | | | |
| 1,80 | 60 | 95 | | | | 1,80 | 120 | | | | |
| 2,00 | 65 | 100 | 150 | 190 | 390 | 2,00 | 125 | 190 | 310 | | |
| 2,20 | 70 | 105 | 155 | 200 | 400 | 2,20 | 130 | 200 | 320 | | |
| 2,40 | 75 | 110 | 165 | 210 | 410 | 2,40 | 140 | 210 | 340 | | |
| 2,60 | 80 | 115 | 170 | 220 | 420 | 2,60 | 145 | 220 | 350 | | |
| 2,80 | 80 | 120 | 180 | 230 | 430 | 2,80 | 150 | 230 | 360 | | |
| 3,00 | 85 | 125 | 190 | 240 | 440 | 3,00 | 160 | 240 | 380 | 680 | 900 |
| 3,20 | 90 | 130 | 200 | 250 | 450 | 3,20 | 165 | 250 | 390 | 700 | 920 |
| 3,40 | 90 | 135 | 210 | 260 | 470 | 3,40 | 170 | 260 | 400 | 730 | 940 |
| 3,60 | | 140 | 215 | 270 | 480 | 3,60 | 175 | 270 | 420 | 750 | 970 |
| 3,80 | | 145 | 225 | 280 | 500 | 3,80 | 180 | 280 | 430 | 770 | 990 |
| 4,00 | | 150 | 235 | 290 | 510 | 4,00 | 185 | 290 | 440 | 790 | 1010 |

2.1.4.1. Taşıyıcı traversler

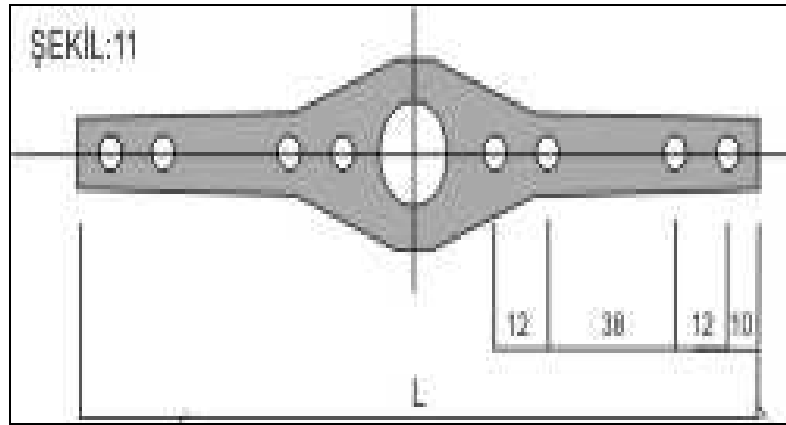
Tamamen düz giden hatlar ile $(180-170)^\circ$ arasında açı yapan hatların köşe noktalarında kullanılan direklere taşıyıcı bağ ile bağlanan ve izolatörleri taşımak maksadı ile kullanılan traverslere, taşıyıcı travers adı verilir. Şekil 2.15’de alçak gerilim taşıyıcı traversin önden ve üstten görünümü verilmiştir.



Şekil 2.15. Alçak gerilim şebekesinde kullanılan taşıyıcı travers

Müşterek veya alçak gerilim şebekesinde travers sayısı bu tip direklerden geçen hat iletken tertiplerindeki iletken sayısına bağlıdır. Bu tip direklerde her traverse iki adet iletken bağlanabileceğinden, kullanılacak travers sayısı iletken sayısının yarısına eşittir. Traversin tipi ise direkler arası açıklığa bağlı olarak Tablo 2.16. den seçilir.

Orta gerilim direkleri ve müşterek direklerde O.G. hatlarını taşımak için kullanılan beton travers şekil 2.16'da gösterilmiştir.



Şekil 2.16. Orta gerilim direğinde kullanılan beton travers

Orta gerilim enerji nakil hatlarında ve müşterek direklerde travers tipi; gerilim seviyesi, hattın hangi buz yükü bölgesinde olduğu, direğin sağındaki ve solundaki mesafe ve ağırlık menziline ve hattın yapıldığı buz yükü bölgesine göre bağlı olarak Tablolar 2.18.-19-20-21'den seçilir[7].

Tablo 2.18. 1. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli

| Travers boyu (cm) | a_{\max} (m) | | a_g (m) | | |
|----------------------|----------------|-------|-----------|------|------|
| | 15 kV | 35 kV | T/-27 | T/50 | T/80 |
| 200 | 133 | 111 | 1653 | | |
| 220 | 150 | 128 | 1365 | | |
| 240 | 167 | 145 | 1126 | | |
| 260 | 183 | 161 | 925 | | |
| 280 | 200 | 178 | 765 | | |
| 300 | 217 | 195 | 614 | | |
| 320 | 264 | 211 | 486 | | |
| 340 | 250 | 228 | 382 | | |
| 360 | 267 | 245 | 278 | | |
| 380 | 284 | 262 | 196 | 1264 | |
| 400 | 294 | 278 | 112 | 1117 | |

Tablo 2.19. 2. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli

| Travers boyu (cm) | a_{\max} (m) | | a_g (m) | | |
|----------------------|----------------|-------|-----------|------|------|
| | 15 kV | 35 kV | T/27 | T/50 | T/80 |
| 200 | 104 | 87 | 270 | | |
| 220 | 117 | 100 | 221 | | |
| 240 | 130 | 113 | 181 | 493 | |
| 260 | 143 | 126 | 147 | 432 | |
| 280 | 156 | 139 | 120 | 380 | |
| 300 | 166 | 152 | | 336 | |
| 320 | 172 | 164 | | 297 | |
| 340 | 178 | 170 | | 262 | |
| 360 | 184 | 176 | | 232 | |
| 380 | 190 | 182 | | 204 | 433 |
| 400 | 195 | 188 | | | 392 |

Tablo 2.20. 3. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli

| Travers boyu (cm) | a_{\max} (m) | | a_g (m) | | |
|----------------------|----------------|-------|-----------|------|------|
| | 15 kV | 35 kV | T/27 | T/50 | T/80 |
| 200 | 87 | 73 | 185 | | |
| 220 | 98 | 84 | 151 | 394 | |
| 240 | 109 | 95 | 122 | 343 | |
| 260 | 121 | 106 | 99 | 300 | |
| 280 | 129 | 117 | 79 | 263 | 500 |
| 300 | 134 | 127 | | 232 | 449 |
| 320 | 139 | 132 | | 204 | 405 |
| 340 | 144 | 137 | | 180 | 365 |
| 360 | 149 | 142 | | 158 | 332 |
| 380 | 153 | 147 | | 139 | 300 |
| 400 | 158 | 152 | | 121 | 272 |

Tablo 2.21. 4. Buz yükü bölgesi için taşıyıcı travers seçim cetveli

| Travers boyu (cm) | a_{\max} (m) | | a_g (m) | | |
|----------------------|----------------|-------|-----------|------|------|
| | 15 kV | 35 kV | T/27 | T/50 | T/80 |
| 200 | 69 | 58 | 116 | 287 | |
| 220 | 78 | 66 | 94 | 248 | |
| 240 | 87 | 75 | 76 | 215 | 395 |
| 260 | 95 | 84 | | 188 | 352 |
| 280 | 99 | 92 | | 165 | 314 |
| 300 | 103 | 98 | | 145 | 282 |
| 320 | 107 | 102 | | 127 | 254 |
| 340 | 11 | 106 | | 113 | 229 |
| 360 | 115 | 110 | | 99 | 208 |
| 380 | 118 | 114 | | 87 | 189 |
| 400 | 122 | 117 | | 76 | 171 |

2.4.2. Köşe traversler

(120-170)° arasında açı yapan hatların, köşe noktalarında bulunan ve iletkenlere taşıyıcı bağ ile bağlanan iletkenleri taşımak gayesi ile kullanılan traverslere köşe traversler adı verilir. Köşe taşıyıcı traversler seçiminde, taşıyıcı traverslerin seçimi ile aynı yol izlenir. Ancak maksimum menzil, köşe açısına tekabül eden ve tablo 2.21 de verilen K faktörü ile çarpılarak azaltılır. Bulunan yeni maksimum menzile göre travers boyu ve tipi buz yükü bölgelerine göre verilmiş tablolardan hesap edilir. (Bkz. Tablolar 2.18.-19.-20.-21.)

Tablo 2.22. Köşe traverslerde zayıflama (K) katsayısı cetveli

| α (°) | K | α (°) | K | α (°) | K |
|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| 169 | 0,99 | 128 | 0,90 | 95 | 0,74 |
| 160 | 0,98 | 123 | 0,88 | 94 | 0,73 |
| 152 | 0,97 | 120 | 0,86 | 92 | 0,72 |
| 148 | 0,96 | 116 | 0,85 | 90 | 0,1 |
| 144 | 0,95 | 113 | 0,83 | | |
| 136 | 0,94 | 102 | 0,78 | | |

2.4.3. Durdurucu traversler

Tamamen düz olarak giden hatların başlangıcında ve sonunda bulunan direklerde kullanılan traverslere durdurucu veya nihayet traversler adı verilir. Durdurucu traversler taşıyıcı traversler için verilen tablolardan aynen seçilecektir. Ancak yan yana çift mesnet izolator veya gergi izolator kullanıldığı için travers boyu taşıyıcı travers boyuna göre 40 cm daha uzun seçilir.

2.5. Ayırıcılar (Seksiyonerler)

Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde devre yüksüz iken açma kapama işlemi yapabilen ve açık konumda gözle görülebilen bir ayırma aralığı oluşturan şalt

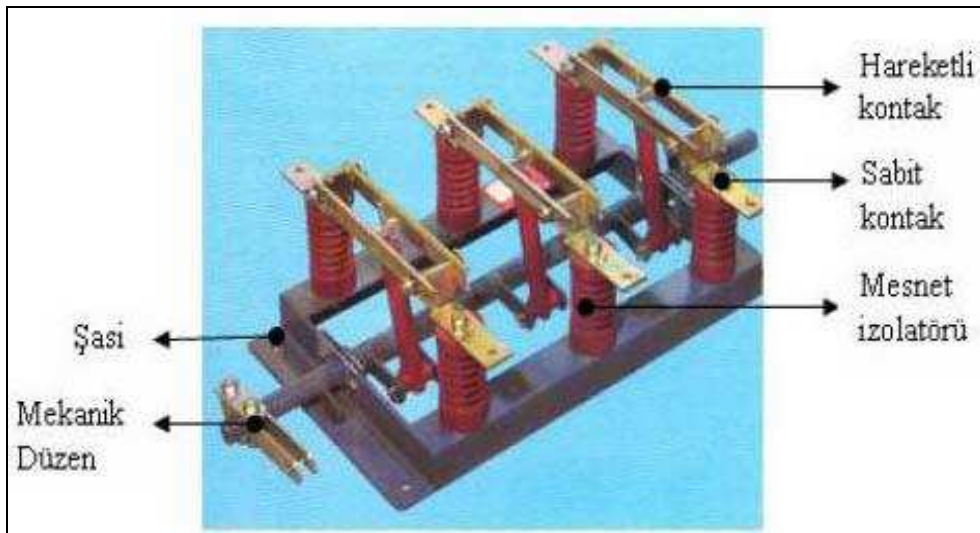
cihazlarıdır.

Uygulamada seksiyoner olarak da bilinir. Son zamanlarda bu ifade kullanılmayarak sadece ayırıcı denilmektedir. Tesis bölümlerini birbirinden ayırıp bakım ve kontrol işlerinin güvenli bir şekilde yapılmasını sağlar. Ayrıca birden fazla ana bara bulunan sistemlerin açma ve kapama manevralarına hazırlanmasında ve birbirine bağlanmalarında kullanılır.

Ayırıcılar ile devreden akım geçerken yani devre yüklü iken açma kapama işlemi yapılmaz. Eğer yapılırsa ayırıcı ve ayırıcıyı açıp kapatan kişi zarar görür.

2.5.1. Ayırıcıların yapısı ve bölümleri

Genel olarak bir ayırıcı; şase, mesnet izolatörleri, sabit kontaklar, hareketli kontaklar, mekanik düzen, kilit tertibatı ve yaylardan oluşur.



Şekil 2.17. Adı seksiyoner

Şase; izolatörler ve açma kapama mekanizmasının monte edildiği köşebent veya profilden yapılan aksamdır. Ayırıcı şasileri genellikle daldırma galvanizli veya elektrostatik toz boyalı olarak imal edilir.

Mesnet İzolatörleri; gerilim altında bulunan bölümden ve topraktan yalıtılmış olup, sabit ve hareketli kontakları tutturmak için kullanılan izolatörlerdir. İzolatörler 6 adet olup harici tip ayırıcılarda porselenden (20- 25 mm/ kV kaçak mesafeli) yapılıır. Dahili tip ayırıcılar ise porselen, reçine veya epoksi reçineden imal edilir.

Sabit Kontaklar; her faz için 1 tane olmak üzere 3 adettir. Açma kapama sırasında hareket etmeyen kontaklardır. Bu kontaklar anma akımlarına ve kısa devre akımlarına uygun kesitte elektrolitik bakırdan imal edilir.

Hareketli Kontaklar; bu kontaklar da 3 adettir. Açma kapama sırasında hareket mekanizması ile hareket eder. Kapama işleminde sabit kontaklarla birleşirler ve devreyi kapatırlar. Hem hareketli hem de sabit kontaklar elektrolitik bakırdan, genellikle gümüş kaplamalı olarak yapılıır.

Mekanik Düzen; ayırıcının çeşidine göre değişen bu düzenek hareketli kontakların açma kapama için hareketini sağlar. Bunun için kullanılan tahrik milleri 30 mm çaplı galvaniz çelik malzemeden imal edilmekte ve pirinç döküm yataklarda hareket etmektedir. Dönme hareketinin daha kolay olması için bazı modellerde pirinç yataklar gresörlükle donatılmıştır.

Kilit Tertibatı; bıçaklı ayırıcılarda hat ayırıcısı ile toprak bıçağı arasında bulunan ve her ikisinin aynı anda açılıp kapanmasını engelleyen elektrikli veya mekanik düzeneklerdir. Her ayırıcıda yoktur, sadece hat ayırıcılarında bulunur.

Yaylar; elektrolitik bobinden yapılmış olan bu yaylar açma kapama işleminin hızlı yapılmasını sağlar. Bu yaylar yük ayırıcılarında ve özel tip ayırıcılarda kullanılıır.

2.6. Sigortalar

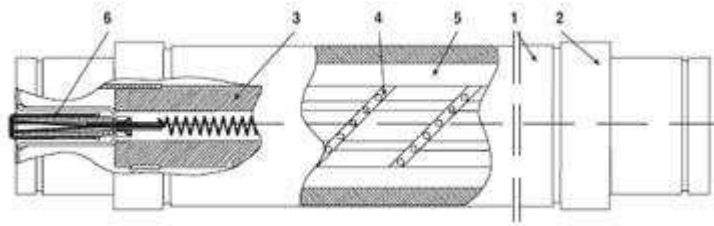
Akım sınırlayıcı sigortalar, arıza akımının ortaya çıkardığı ısı enerjisiyle eriyerek arızalı devreden akan büyük kısa devre akımlarının kesilmesini sağlayan ve aynı zamanda ayırma işlemi yaparak tekrar atlamaları önleyen koruma elemanlarıdır. Sigortaların görevi, sigortanın minimum kesme akımından daha büyük olan kısa

devre akımlarının sebep olduğu dinamik ve termal etkilerden orta gerilim şalt tesislerini korumaktır.

Bakıma ihtiyaç duyulmaması ve düşük maliyetleri sebebiyle, orta gerilim şalt tesislerini kısa devre ve arıza akımlarına karşı sigorta ile korumak ideal bir uygulamadır.

Bu koruma, alçak gerilim veya aşırı akım koruma sistemleriyle koordine edildiğinde daha da etkili hale getirilebilir. Sigortalar, kullanılabilir aralığa göre genel amaçlı, artçı ve tam aralık sigorta olarak tanımlanır.

Şekil 2.18’de orta gerilim sigortası kesit resmi görülmektedir.



Şekil 2.18 Orta gerilim sigortası kesit resmi

Dış Gövde; dış gövdeyi teşkil eden izole boru ısıl gerilmelere ve mekanik zorlanmalara dayanıklı, yanmayan, tutuşmayan özellikte olan alimünaporselen malzemeden imal edilmektedir. Yüzeyleri sırlı ve parlak olup toz ve pislik tutmaz, atmosferik şartlardan etkilenmez, su ve rutubet emmez, tuzlara, asitlere ve buhara karşı mukavemettir.

Kontak Başlıkları; gövdenin uçlarında elektrik teması temin eden kontaklar, uygun kesitlerde bakır malzemelerden imal edilmektedir. Kontaklar, aşırı basınç nedeniyle oluşan mekanik ve sızdırmazlık zorlanmalarına karşı dayanacak şekilde dizayn edilmiş olup nikel veya gümüşle kaplanır.

Taşıyıcı; seramik malzemeden imal edilmektedir. Üzerine erime elemanı sarılmakta ve iç kısmından gösterge elemanının kontrol teli geçirilmektedir. Kısa devre anında

kontrol telinden dolayı oluşacak mekanik zorlanmaları sönümleyerek direkt gövdeye gelmesini engellemektedir.

Erime hattı; sigortaların ana malzemesidir. Erime hattı olarak anma akımına göre değişen kesitlerde saf gümüş teller kullanılmaktadır.

Söndürme Kumu; ark söndürme özelliğine haiz ~%99,8 saflıkta, metal parçalardan ve nemden arındırılmış söndürme elemanı kullanılır ve özel bir makine ile hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurularak akım hattını tamamen kuşatması sağlanır.

Gösterge Elemanı; hem sigortaların attığını belirler ve hem de ilgili bir açtırma mekanizmasının harekete geçirilmesi için gerekli enerjiyi sağlar. Gösterge elemanı, gümüş telin erimesi sonrasında serbest kalır.

2.6.1. Sigorta seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar ve tanımlar

Anma Gerilimi (U_n); sigortanın yer aldığı şebekenin fazları arasındaki en yüksek gerilim değeridir.

Anma Akımı (I_n); sigortanın normal şartlarda sürekli dayanacağı akımdır.

Maksimum kesme kapasitesi (I_1); Sigortanın kesebileceği en yüksek arıza akımıdır.

Kritik akım (I_2); sigortanın yapısına bağlı olarak 20-100 In arasında bir değerdir. Sigorta bu değerdeki akımı kesebildiği takdirde I_3 ve I_1 değerleri arasındaki akımları da güvenle kesebilir.

En küçük kesme akımı (I_3); sigortanın öngörülen kullanma ve davranış şartlarında belirli bir gerilimde kesebileceği beklenen akımın en küçük değeridir. Bu yüzden I_n ve I_3 değerleri arasında kesme belirsizdir.

Sigortanın anma gerilimi işletme gerilimine eşit veya yüksek olmalıdır. Eğer; İşletme gerilimi sigorta anma geriliminden büyük olursa erime sırasında tekrar tutuşma artar.

Sigorta termik olarak daha çok zorlanır. Sigortanın boyutlandırılmış olduğu minimum açma akımının değeri küçülür. İşletme gerilimi sigorta anma geriliminden küçük olursa; sigortanın minimum açma akımı büyür. Erime sırasında ortaya çıkan aşırı gerilmeler büyür.

Sigortanın bağlı bulunduğu noktadaki 3 kutuplu başlangıç kısa devre akımı sigortanın minimum açma akımı ile anma açma akımı arasında bulunmalıdır.

Sigortanın anma akımı koruduğu hat veya cihaz için izin verilen en büyük yük akımından büyük, fakat korunan hat için termik açıdan izin verilen sürekli akımından küçük seçilmelidir.

OG dağıtım şebekelerinde ortaya çıkacak en küçük faz toprak arızası akımının sigortanın en küçük açma akımından büyük olması sağlanmalıdır.

BÖLÜM 3. GENEL TANIMLAR

3.1. Menzil (a)

Birbirini izleyen iki direk arasındaki yatay uzaklığa menzil denir. Hesaplamalarda metre cinsinden alınır[2].

3.2. Maksimum menzil (a_{\max})

Direğin bir tarafında olabilecek en büyük açıklıktır. Konsol boyları ve konsol ara mesafelerinin bulunmasında kullanılır. Yönetmelikte belirtilen “formüle göre iletkenler arası minimum uzaklığın” hesabında, kamçılama ve iletken salınım diyagramlarının çizim ile ilgili hesaplarda kullanılır.

3.3. Ortalama menzil (a_{ort})

İletken, direk ve buz yükü bölgesine bağlı olan, ekonomik direk boyu ile düz arazide yapılan tevziat sonucu bulunan direkler arasındaki ortalama açıklıktır. Bu menzil gerçek bir büyüklük olmayıp tecrübelerle dayalı bir değerdir. Tip proje geliştirme hesaplarında bu değer kullanılır. İki durdurucu direk arasında bulunan tüm direkler arasının birbirine eşit ve ortalama menzil değerinde olacağı varsayılır.

3.4. Ruling menzil (a_r)

İki durdurucu direk arasında, taşıyıcı direklerden oluşan bir hat bölümü için hesaplanır. Projede direk tevziatı sonucu ortaya çıkan ve hesaplarda bulunan gerçek bir değerdir.

Taşıyıcı direklerdeki askı izolatörleri, iletkenlerin ısı değişmesi nedeniyle farklı gerilimlere maruz kalacağından düşey durumlarında ayrılır. Bu sakıncayı ortadan

kaldırmak için iletkenlere sehim verilirken eşdeğer (ruling) bir menzile hesaplanır. İki durdurucu direk arasına gerilmiş iletkenin toplam boyunda değişiklik olmayacak şekilde hesaplanan menzile ruling menzile denir.

3.5. Rüzgâr menzili (a_w)

Bir direğin her iki tarafındaki menzillerin toplamının yarısıdır.

$$a_w = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (\text{m}) \quad (3.1)$$

Formülü ile hesaplanır. Rüzgâr menzili, direklerin statik hesaplarında kullanılır. İletkenlere gelen rüzgâr kuvvetleri bu menzile göre hesaplanır. Bilhassa taşıyıcı ve köşe taşıyıcı direklerin hesaplanmasında rüzgâr varsayımından gelen kuvvetler daha büyük olduğundan, bu menzile saptamasında dikkatli olunmalıdır.

3.6. Ağırlık menzili (a_g)

Direğin her iki tarafındaki tellerin yatay teğetli noktaları arasındaki uzaklıktır.

3.7. Kritik menzile (a_{kr})

Enerji taşıma hatlarında maksimum gerilme ya en yüklü durumda ya da minimum ortam sıcaklığında oluşur. Maksimum gerilmenin oluştuğu bu iki durumu ayıran öyle bir menzile vardır ki, bu menzile kritik menzile denir.

3.8. İstek katsayısı (talep faktörü)

Bir şebekenin ya da şebeke bölümünün çalışma süresi içinde çektiği en büyük gücün, şebekenin ya da şebeke bölümünün toplam bağılı gücüne oranıdır ve yüzde olarak verilir.

3.9. Farklı zamanlılık katsayısı (diversite faktörü)

Bir grup tüketicinin istek güçleri toplamının bu tüketicilerin en büyük ortak istek gücüne oranıdır ve genel olarak birden büyük bir sayıdır.

3.10. Eşzamanlılık katsayısı

Farklı zamanlılık katsayısının tersidir.

3.11. Bağlı güç

Bir şebeke ya da şebeke bölümünün bağlı gücü tüketicinin bir şebeke ya da şebeke bölümüne bağlı elektrikle çalışan tüm aygıtlarının toplam gücüdür.

3.12. Kurulu güç

Bir sistemi besleyen kurulu makinelerin (elektrik üreten makineler) anma güçlerinin toplamıdır.

3.13. Güç yoğunluğu

Şebekelerde yüklenme derecesi farklı hat bölümlerinde aynı zamanda çekilen yüklerin hesaplanmasında kullanılan bir katsayıdır. Bu katsayı çeşitli hesap yöntemleri ile bulunabilir. Şebekelerdeki bağlı güçler belli ise güç yoğunluğu kullanılmaz; bağlı güç, eşzamanlılık katsayısı ile çarpılarak yük hesabı yapılır.

3.13.1. Güç yoğunluklarının hesaplanması

Köy, kasaba veya şehrin alçak gerilimle şebeke projesinin hazırlanabilmesi bölgedeki toplu yüklerin bilinmesine ve yayılı yüklerin dolayısıyla da güç yoğunluklarının hesaplanmasına bağlıdır. Güç yoğunluğunun hesaplanabilmesi için ise, projesi yapılacak yerin nüfusuna, nüfus başına kabul edilecek güç değerine ve şebekeyi teşkil eden hat uzunluklarının bilinmesine ihtiyaç vardır.

Projelendirilmenin yapılabilmesi için yerleşim birimindeki güç yoğunluğunun ($J=W/m$) tespit edilmesi gerekir. Güç yoğunluğu değeri esas alınarak “Proje Teknik Şartnamesine” göre hesaplar yapılır. Yerleşim birimin dağıntık olduğu bölgelerde hesaplamalarda hane başına toplu yükler dikkate alınmalıdır.

Yerleşim biriminin gelişmişlik durumuna göre Tablo 3.1.’ de belirtilen güç yoğunluğu veya hane başına toplu yükler hesaplamalarda kullanılır. Ancak, mahallinde yapılan yapılacak ölçümler neticesinde tespit edilen güç yoğunluklarının Tablo 3.1.’ de verilen değerlere göre farklılık arz etmesi halinde ölçülen değerler dikkate alınacaktır[8].

Tablo 3.1 Güç yoğunluğu ve hane başına toplu yükler

| Güç yoğunluğu J (W/m) | | | Hane başına toplu yük (W) | | |
|-----------------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|
| J ₁ | J ₂ | J ₃ | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
| 50 | 75 | 100 | 500 | 600 | 700 |

3.13.2. Dağıntım trafo güçlerinin tespiti

Dağıntım trafolarının güçlerinin hesaplanmasında başlıca iki yöntem kullanılmaktadır[9].

I. yöntem; enerji analizörü ile alçak gerilim panosunun kol çıkışlarında ve apartmanlarda yapılan ölçümler neticesine göre kişi başına tüketilen güç (W/kişi) tespit edilir. Daha sonra imar planında belirtilen kat adedine ve daire sayına göre yayılı yük J (W/m) hesap edilir. Abone güçleri, tespit edilen yayılı yüklerin kol uzunlukları ile çarpımı sonucu bulunur.

II. yöntem; Bu yöntem genellikle köy karakterinden kurtulmuş beldelerde ve küçük kasabalarda kullanılır. Güç yoğunluğu tespiti için beldenin bu günkü nüfusu esas alınarak, nüfus başına 100 W ’dan aşağı olmamak üzere beldenin durumuna göre

tespit edilen nüfus başına güç, nüfus ile çarpılarak toplam abone gücü bulunur. Bu güç mevcut şebeke uzunluğuna bölünmek suretiyle yayılı yük değeri bulunur.

Yayılı yük;

$$J = \frac{N_{ab} \cdot 1,1}{k_1 \cdot L_1 + k_2 \cdot L_2 + k_3 \cdot L_3 \dots} \text{ (W/m)} \quad (3.2)$$

Formülü ile hesaplanır. Formülde;

N_{ab} : Son nüfus sayımına göre hesaplanan abone güç ihtiyacı,

L: Şebeke uzunluğu,

k: tüketim katsayısı temsil etmektedir.

Yukarıda açıklanan yöntemlerle hesaplanan güç yoğunlukları, Teknik Şartname'de belirtildiği şekilde abone gücüne yansıtılacak, bu değerlere diversiteli mevcut ve muhtemel toplu yükler, sokak aydınlatma gücü ve yüzde on (%10) şebeke kaybı ilave edilerek transformatör gücü hesaplanır.

BÖLÜM 4.HAVAI HATLARDA KISA DEVRE HESAPLARI

4.1. Giriş

Gerilim altındaki iletken kısımların, birbirine veya nötrü topraklanmış olan hatlarda toprağa değmesi ile kısa devre baş gösterir. Kısa devre genellikle bir fazda başlar, kısa zamanda, öbür fazlara da atlayarak 3 faz kısa devreye dönüşür. Atlama genellikle ark aracılığıyla olur. Üç faz kısa devre ile doğrudan ender olarak karşılaşılır[10].

Kısa devreye yol açan iki çeşit etken vardır. Bunların birincisi iletken kısmı saran yalıtkanın delinmesine neden olan iç etkenlerdir. Bu iç etkenlerin belli başlıları iletken kısmın aşırı yüklenmesi veya ark atlaması sonucunda aşırı ısınmasıyla yalıtkanın bozulması, yıldırım düşmesi ve açma - kapama sırasında baş gösteren aşırı gerilimler nedeniyle yalıtkanın delinmesi, yalıtkan malzemenin eskimesi ve kusurlu olmasıdır. Bunların ikincisi ise dış etkenlerdir. Bu dış etkenlerin belli başlıları, yeraltı kablolarında kazma darbesi ile yalıtkan kılıfın zedelenmesi, hava hatlarında izolatörlerin kırılması veya delinmesi ile baş gösteren atlamalar, hava hatlarında ağaç dallarının iletkene değmesi, direğin devrilmesi ve aşırı gerilme sonucunda iletken kopması, fırtına, sis, kar ve buz yükü kamçılması ile hava hattı iletkenlerinin birbirine veya topraklanmış kısımlara değmesi, küçükbaş hayvanların iletken kısımların veya iletken kısımlarla topraklanmış kısımların arasına girmesidir[1].

4.1.1. Enerji sistemlerinde kısa devre olayları

Şebekelerin güvenlikle çalışmaları, doğabilecek kısa devre akımlarının doğruluk ile bulunması ve alınacak tertibatlar ile sınırlanması, konacak koruma teçhizatları yardımı ile engellenmesi mümkün olacaktır. Bu sebepten kısa devre akımlarının bilinmesi, hatların koruma teçhizatının seçilmesinde çok önemlidir. Kısa devre

akımlarının türlü arıza tiplerindeki değerlerini bulabilmek için şebekelerdeki kısa devre tiplerinin bilinmesine ihtiyaç vardır[10].

4.1.2. Kısa devre türleri

Tablo 4.1 de görüldüğü gibi kısa devre durumları dört şekilde olur.

- 1 – Üç fazlı kısa devre
- 2 – İki fazlı kısa devre
- 3 – İki faz - toprak kısa devre
- 4 - Bir faz - toprak kısa devre

Üç fazlı kısa devreler simetrik, diğer kısa devreler ise simetrik olmayan kısa devrelerdir. Tablo 4.1 de kısa devre türlerinin oluşumu konusunda bazı istatistikî bilgiler verilmiştir[11].

Tablo 4.1. Kısa devre akımları türleri

| Kısa Devre Türü | Açıklayıcı Devre | KD' nin Oluşum Olasılığı (%) |
|-----------------|------------------|--------------------------------|
| Üç fazlı | | 1 - 7 |
| İki fazlı | | 2 - 13 |
| Bir faz toprak | | 60 - 92 |
| İki faz toprak | | 5 - 20 |

4.1.3. Kısa devre akımlarının hesaplanması

Aşağıda gösterildiği gibi kısa devre akımı zamana göre dört kısımdan oluşur.

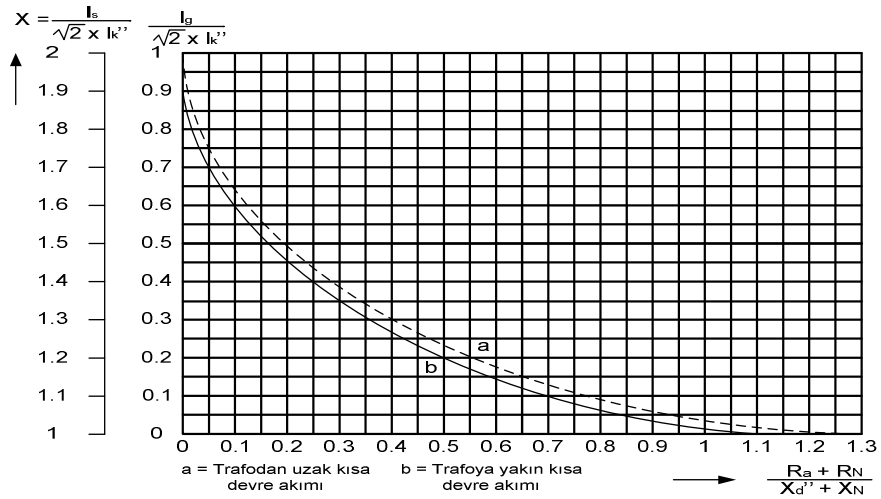
- 1 – Başlangıç kısa devre akımı (I_k'')
- 2 - Darbe kısa devre akımı (I_s)
- 3 – Kısa devre açma akımı (I_a)
- 4 - Sürekli kısa devre akımı (I_k)

Kısa devre akımının zamana göre değerlerinden başlangıç kısa devre akımı yanında bilhassa iki değer önemlidir. Bunlar kısa devre anından sonraki ilk tepe değer ve kısa devre sürekli değerleridir. İlk tepe değer, yani (I_s) ile gösterilen darbe kısa devre akımı daima tepe değer olarak alınacaktır. Bu darbe kısa devre akımı, tesisatın çeşitli kısımlarının dinamik zorlanması ve kesicilerin devre açma zorlanmasında önemli rol oynar. Kısa devrenin kesilmesi anında kısa devre akımının efektif değeri (I_a) ile gösterilmektedir. Bu akım, kesicilerin devre açma zorlanmasını tayin eden esas büyüklüktür. (I_k) Sürekli kısa devre akımı ise sönümlü hareketin son değerini ve darbe kısa devre akımının değişimini tayin eder[10].

4.1.3.1. Darbe kısa devre akımı (I_s)

Darbe kısa devre akımı, frekansının 50 Hz. Olması durumunda, kısa devrenin meydana gelişinden ($t = 0.01$) saniye sonra akımın en yüksek tepe değeri olarak alınmaktadır. Bu değer, gerilimin sıfır değerinde olduğu anda kısa devrenin meydana gelmesi ve kısa devre akımının geriliminden takriben (90°) geri kalması durumunda alınması şeklindedir. Şebeke empedansının omik direncinin büyük olması ile kısa devre akımı, geriliminden 90° den daha az geri fazdadır. Bu yüzden ilk akım tepesi, kısa devre anından ($t = 0.01$) saniye sonra değil, biraz daha önce meydana gelmektedir. Bu durumda da yine gerilimin sıfırdan geçtiği an, kısa devre anı kabul edilmektedir. Darbe kısa devre akımı formül (4.1) yardımıyla bulunur.

$$I_s = x \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' \quad (4.1)$$



Şekil 4.1. Kısa devre yolunun (R / X) oranına bağlı olarak doğru akım ve darbe kısa devre akım bileşenlerinin değişimleri[10]

4.1.3.2. Kısa devre açma akımı (I_k)

Kısa devre akımının açma anını, kesicilerin minimum açma gecikmesini tayin etmektedir. Buda kesicilerin kendi zamanına ve açma için çalışan röle ve diğer cihazların minimum gecikmesine bağlıdır. Koruma cihazlarının ve kesicilerin cinsine göre bu zaman (0.1 ile 0.25 saniye) arasında bulunmaktadır.

Her bir kısa devre akımı için simetrik devre açma akımının zaman alıcı hesabından kaçınmak amacı ile simetrik devre açma akımı olan (I_a) nın değeri, her kısa devre hesabı için tayin edilmesi gerekli olan (I_k'') başlangıç kısa devre akımı değerini oranı alınır. Minimum açma gecikmesi olan (t) nin büyüklüğüne ve şebeke empedansı ile kısa devre tipine bağlı olan zaman sabitlerine göre ($\mu = I_a / I_k''$) farklı sönüm katsayıları elde edilmektedir.

Transformatöre yakın kısa devrelerde transformatörlerin topraklanması durumunda (I_a) açma kısa devre akımı, başlangıç kısa devre akımı olan (I_k'') e eşit alınabilmektedir. Bir başka deyişle ($\mu = I_a / I_k'' = 1$) olacaktır[10].

Başlangıç kısa devre akımı formül (4.2) yardımı ile hesaplanır.

$$I_k'' = \frac{C.E}{\sqrt{3} \cdot |Z|} \quad (4.2)$$

4.1.3.3. Kesicilerin başlangıç kısa devre gücü ve kısa devre açma gücü

Kesici seçiminde, cihazın dinamik zorlanması bakımından darbe kısa devre akımı göz önüne alınmakla beraber esas açma akımının veya açma gücünün bilinmesi gerekmektedir.

Başlangıç kısa devre gücü başlangıç kısa devre akımıyla işletme gerilimi ve $\sqrt{3}$ katsayısının çarpımı ile elde edilmektedir.

$$S_k = \sqrt{3} \cdot U_k \cdot I_k'' \quad (4.3)$$

Kısa devre açma gücü kısa devre açma akımıyla işletme gerilimi ve $\sqrt{3}$ katsayısının çarpımı ile elde edilmektedir.

$$S_a = \sqrt{3} \cdot U_k \cdot I_a'' \quad (4.4)$$

BÖLÜM 5. SAKARYA İLİ GEYVE İLÇESİ HALİDİYE KÖYÜ ELEKTRİFİKASYON PROJESİ

Elektrik projesi yapılacak olan yerleşim biriminin 1/2000 veya 1/5000 haritası ve imar planları ilgili belediyelerden temin edilir. Mevcut elektrik tesisi bütün karakteristik detayı ile tespit edilerek imar planı üzerine çizilir.

Mevcut durumun tespiti esnasında direk yerleri, direk tipleri, sağlam olup olmadıkları, yerinin değişip değişmeyeceği tespit edilir. İletken cinsi ve kesitleri iletkenler kullanır durumda olup olmadıkları, mevcut ve muhtemel sanayi yüklerinin durumu tespit edilir. Trafo postalarının yerleri tespit edilir ve puant saatlerde ana kol ve A.G. çıkışlarında ölçümler yapılarak güç tespiti yapılır.

Yeni durum tespitinde, projenin ne amaçla yapıldığını belirtilen bir açıklama raporu ile birlikte coğrafi ve iklim durumu, kültürel ve ekonomik durumu hakkında bilgiler verilecektir.

Güç tespitine göre yeni trafo güçleri tespit edilecektir. Teknik hesaplar yapıldıktan sonra gerekli şebeke malzemelerin seçimi yapılarak yeni durum projesi yapılacaktır.

Projenin içeriğine gerekçe raporu, mevcut durum projesi, mevcut direk listesi, güç yoğunluğu hesabı, yeni durum projesi, gerilim düşümü hesapları, malzeme seçim listesi, yeni durum direk listesi, A.G. tek hat şeması, keşif özetleri çıkartılacaktır.

5.1.Projenin gerekçe raporu

Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyüne ait elektrik dağıtım projesidir. Geyve ilçesinin dağ köylerinden olan Halidiye köyü 42 hane ve 146 nüfustan oluşmaktadır. Köyün geçim kaynağı sebze ve meyve tarımıdır.

Köye ait elektrik şebekesi 1975 yılında Tek köy elektrifikasyonu tarafından yaptırılmıştır. Ekonomik ömrünü tamamlamış olan dağıtım şebekesi, can ve mal güvenliği bakımından tehlike arz etmektedir. Trafonu yeri yeni yapılaşma nedeni ile köyün dışında kalmıştır. Trafonun konumu nedeni ile bir alçak gerilim çıkışı yapılmıştır. Bu durum gerilim düşümlerine sebebiyet vermekte ve kullanıcılara sürekli ve kaliteli enerji verilememektedir.

Bu projede; köyün yerleşimin merkezinin kayması nedeni ile köyün dışında kalan trafo yeni yerleşim merkezinin ortasına, daha kolay ve dengeli çıkış yapılabilecek kavşak noktasına konulması uygun görülmüştür. Böylece trafo kollarının uzunluklarının birbirine eşit olması amaçlanmıştır. Şebeke de bulunan ve ekonomik ömrünü tamamlamış ağaç direklerin tamamı değiştirilmiştir. Ayrıca özelliğini kaybetmiş alüminyum iletkenlerde yenilenmiştir. Gerilim düşümleri Kuvvetli Akım Elektrik Tesisler Yönetmeliğine uygun olarak %5' in altına çekilmiştir.

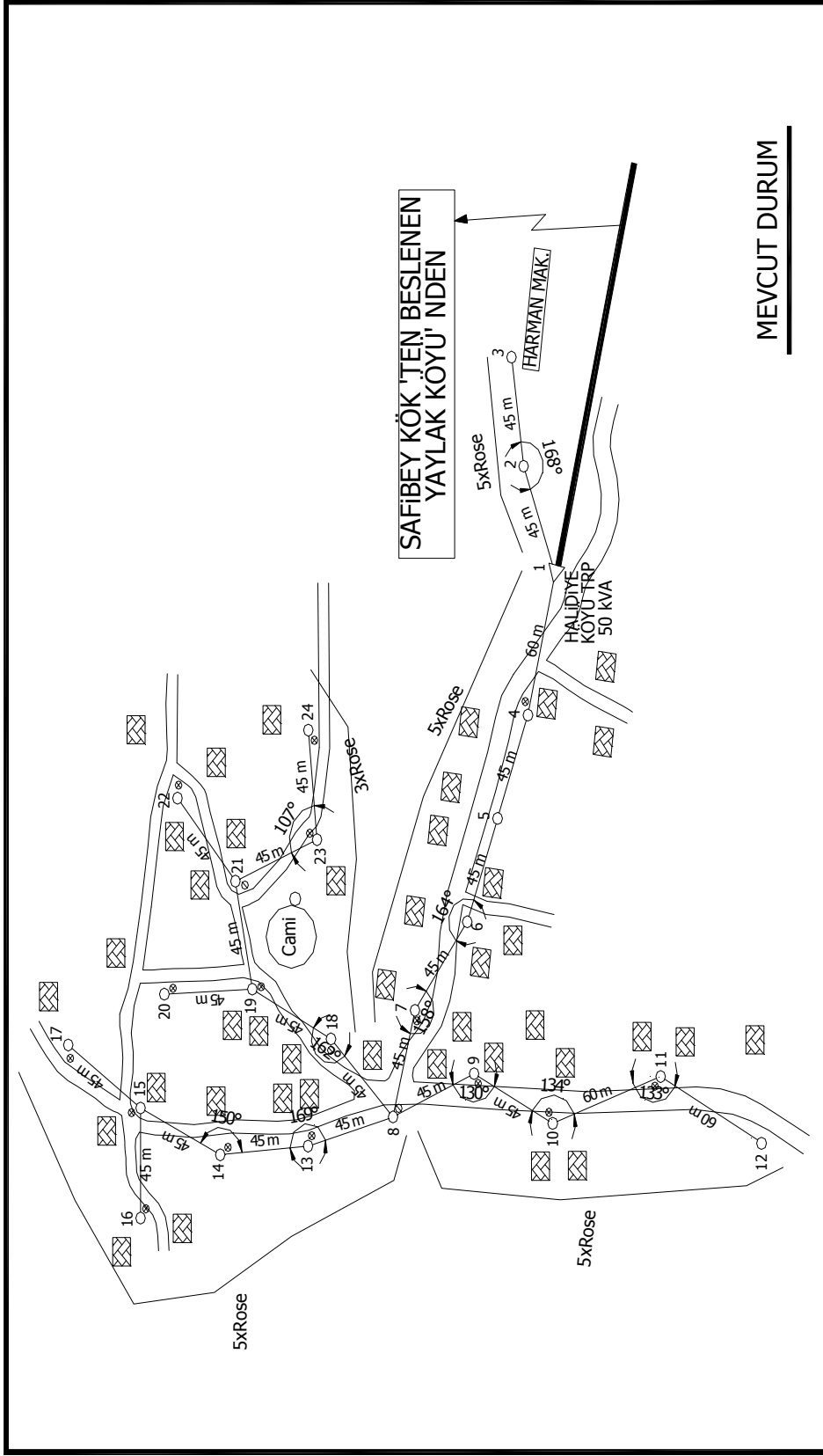
Böylece kullanıcıların, kesintisiz ve kaliteli enerji kullanması amaçlanmıştır.

5.2. Mevcut durumun projelendirilmesi

Mevcut durum projesi çizilirken şebeke gezilerek direk yerleri, direk tipleri, direklerin sağlam olup olmadığı, direk yerlerinin değişip değişmeyeceği tespit edilir. Ayrıca iletkenlerin cinsleri ve kesitleri, iletkenlerin kullanabilir durumda olup olmadıkları, mevcut ve muhtemel güç tespitleri yapılarak mevcut duruma işlenir. (Bkz. Şekil 5.1.)

Mevcut durum projesi çıkarıldıktan sonra direklere numara verilir. Direklere numara verilirken iletim hatlarının bulunduğu direklerden başlanarak saat yönünde devam edilerek bütün direklere numara verilir. Numaralandırma işlemi bittikten sonra mevcut durum direk listesi çıkartılır. Mevcut durum direk listesine direğin üzerindeki bütün teçhizat, iletken tertibi ve ara mesafeler girilir. (Bkz. Tablo 5.1.)

Mevcut duruma ait gerilim düşümü hesabı tablo 5.3' de % 21.388 hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre hat sonundaki gerilim 173 V kadar düşmektedir. Ancak kullanılan iletkenlerin eski özelliğini yitirmiş ve ekli olmasından dolayı gerçekte bu değer 150 V kadar düşmektedir.



Şekil 5.1. Halidiye köyüne ait şebekenin mevcut durumu

Tablo 5.1.' de mevcut durum direk tipleri, direkler üzerindeki iletken tertipleri ve diğer teçhizat işlenir. Bu bilgiler proje keşfi çıkartılırken kullanılır.

Tablo 5.1. Mevcut durum direk listesi

| Direk No | Direk | İletken | | Travers Tipi | | İzolatör | | Armatür | | Abone | | |
|----------|---------|---------|------|--------------|----|----------|------|---------|------|-------|-------|---|
| | Tip | Tertibi | Ara | OG | AG | OG | AG | 125 W | 11 W | Mon | Trifz | |
| 1 | T-15 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 9 mt Ağ | 4*Rose | 60 | | | | E-80 | 4 | | | | |
| 3 | 9 mt Ağ | 4*Rose | 45 | | | | E-80 | 4 | | | 1 | |
| 4 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | 1 | 4 | | |
| 5 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | | 2 | | |
| 6 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | | 3 | | |
| 7 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | 1 | 2 | | |
| 8 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 13 | 1 | 1 | | |
| 9 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | 1 | 1 | | |
| 10 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | 1 | 4 | | |
| 11 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 60 | | | | E-80 | 5 | 1 | 2 | | |
| 12 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 60 | | | | E-80 | 5 | | 1 | | |
| 13 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | 1 | 2 | | |
| 14 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | 1 | 3 | | |
| 15 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 6 | 1 | 2 | | |
| 16 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 3 | 1 | 2 | | |
| 17 | 9 mt Ağ | 5*Rose | 45 | | | | E-80 | 5 | 1 | 3 | | |
| 18 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 3 | 1 | 1 | | |
| 19 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 6 | 1 | 5 | | |
| 20 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 3 | 1 | 1 | | |
| 21 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 6 | 1 | 2 | | |
| 22 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 3 | 1 | 2 | | |
| 23 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 6 | 1 | 3 | | |
| 24 | 9 mt Ağ | 3*Rose | 45 | | | | E-80 | 3 | 1 | 2 | | |
| TOPLAM | | | 1080 | | | | | 115 | 3 | 15 | 48 | 1 |

5.3. Güç Yoğunluğu hesabı

Güç yoğunluğu nüfusa bağlı olarak tespit edilebileceği gibi günümüzde daha çok puant saatlerde yapılan ölçümlerle tespit edilir. Halidiye köyünde yapılan ölçümlerde hane başına toplu yük yaklaşık olarak 650 W olarak tespit edilmiştir. Ancak

hesaplamalarda ileriye dönük güç artımları dikkate alınarak hanebaşı talep güç 1000 W alınmıştır. Tablo 5.2.' de mevcut duruma ait gerilim düşümü hesaplanmıştır.

5.4. Dağıtım Trafosu güç hesabı

Dağıtım trafo gücünün hesaplanmasında enerji analizörü ile yapılan ölçümler esas alınacaktır. Analizörle yapılan ölçümlerde hane başı güç 650 W olarak tespit edilmiştir. Ayrıca köy yerleşiminde bir adet cami vardır. Camide yapılan ölçümlerde ortalama tüketimin 2000 W olduğu tespit edilmiştir. Köy yerleşiminde sanayi yükü olarak 8000 W değerinde birde harman makinesi mevcuttur.

İleriye dönük güç ihtiyacı dikkate alınarak hane başı toplu yük 1000 W olarak alınmıştır[8]. Köyde sokak aydınlatması için kullanılan armatürler 50W sodyum buharlı olarak seçilmiş ve her direkte bir adet olmak üzere tesis edilmiştir. Bu bilgilere dayanılarak Tablo 4.2.'de Halidiye köyü trafosu güç hesabı yapılmıştır.

Tablo 5.2. Halidiye köy trafosu güç tespiti

| Bina adı | Adet | Güç (W) | Toplam Güç (W) |
|--------------------------------|------|---------|----------------|
| Mesken | 42 | 1.000 | 42.000 |
| Cami | 1 | 2.000 | 2.000 |
| Sanayi | 1 | 8.000 | 8.000 |
| S. Aydınlatma | 24 | 50 | 1.200 |
| Maksimum talep güçlerin toplam | | | 54.200 |
| % 10 maksimum şebeke kaybı | | | 5.420 |
| Trafo aktif gücü | | | 58.620 |

Trafo gücü seçiminde eş zamanlılık katsayısı 0,6 alınır[8].

$$P = 0,6xP_a = 0,6x59,62 = 35,772 \text{ W olur.} \quad (5.1)$$

Toplu yüklerin ortalama güç katsayısı $\text{Cos}\alpha = 0,8$ alınarak trafo gücü hesaplanır.

$$S = \frac{P}{\cos \alpha} = \frac{35,772}{0,8} = 44,715 \text{ W} \quad (5.2)$$

olarak hesaplanır.

Bu güce en yakın trafo nominal gücü olan 50 KVA hermetik dağıtım trafosu seçilir.

5.5. Mevcut durum gerilim düşümü hesabı

Mevcut durum ait Tablo 5.1 deki bilgilerden faydalanarak gerilim düşümü hesabı Tablo 5.3.' de yapılmıştır. Tablo 4.3.' de verilen gerilim düşümü hesabının nasıl yapıldığına dair açıklayıcı bilgiler Ek G. ve Ek H.' de verilmiştir.

Hesaplanan gerilim düşümü değeri % 21,388 dır. Bu değer Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğinde dağıtım hatları için tanımlanan %5' lik değerın çok üzerindedir. Bu durum kullanıcılar kaliteli elektrik götürülmesini engellemektedir. Gerilim düşümünün bu kadar yüksek olması nedeni ile hat sonlarında bulunan evlerde elektrikli aletler çalışmamakta ve hasar görmektedir.

Gerilim düşümünün bu kadar büyük olmasının sebebi trafonun yerleşim yerinin dışında kalmış olması ve sadece bir adet alçak gerilim çıkışının yapılmasıdır.

Tablo 5.3. Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köy trafosu mevcut durum gerilim düşümü hesabı

| | | Abonelerin kurulu güçleri 1000 W alınmıştır. | | | | | |
|----|------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 3x25/16mm ² NYF | | | | | |
| 1 | Kesit: | 8 | 12 | 17 | 24 | R | b |
| 2 | Direk No: | R | R | R | R | R | R |
| 3 | Hat Uzunluğu (m) | 15 | 250 | 250 | 250 | 350 | |
| 4 | Hat Güç Yoğunluğu (W/m) | 0 | 40 | 36 | 32 | 34 | |
| 5 | Branşman Uzunluğu (m) | | | | | | |
| 6 | Branşman Güç Yoğunluğu (W/m) | | | | | | |
| 7 | Toplu Yük (W) | 8.000 | | | | | |
| 8 | Cos Ø | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 9 | Diversite (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Hat Yükleri (W) | 12.000 | 10.000 | 8.000 | 12.000 | 0 | |
| 11 | Branşman Yükleri (W) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Toplu Yükler (W) | 8.000 | | | 2.000 | | 0 |
| 13 | | 6.000 | 5.000 | 4.000 | 6.000 | 0 | |
| 14 | | 6.000 | 6.000 | 5.000 | 4.000 | 6.000 | 0 |
| 15 | | 38.000 | 27.000 | 18.000 | 6.000 | 0 | |
| 16 | Toplam Hat Yükleri (W) | 52.000 | 38.000 | 27.000 | 18.000 | 6.000 | 0 |
| 17 | P.L.0,0000001 | 0,078000 | 0,950000 | 0,675000 | 0,450000 | 0,210000 | 0,000000 |
| 18 | k | 0,00 | 9,36 | 9,36 | 9,36 | 9,36 | 0,00 |
| 19 | % er | 0,000 | 8,892 | 6,318 | 4,212 | 1,966 | 0,000 |
| 20 | Toplam Hat Yüktü (W) | 52.000 | | | | | |
| 21 | %e | 21,388 | | | | | |

% 5 den büyük olduğu için iletken kesiti uygun değildir.

5.6.Halidiye köyü trafosunda oluşan kısa devrenin hesabı ve koruma teçhizatının seçimi

Halidiye köyü trafosunda kısa devre olduğu takdirde Ek F'de. verilen besleme şeması oluşur. Bu şemaya göre şebekenin eşdeğer empedansı, başlangıç kısa devre akımı, darbe kısa devre akımı ve başlangıç kısa devre gücü hesaplanır.

Halidiye köyü Safibey kesici ölçü kabininden enerji almaktadır. Yük akışı ise Pamukova trafo merkezi, Geyve dağıtım merkezi, Safibey Kesici Ölçü Kabini ve Safibey Kabinden 3xSwallow iletken tertibi ile Halidiye köyüne taşınan havai hatla sağlanmaktadır.

TEİAŞ ait Pamukova trafo merkezinde bulunan 154/34,5 kV güç trafosu 50 MVA olduğu için hesaplamalarda $S_{BAZ}=50$ MVA, orta gerilim enerji nakli 34,5 kV ile yapıldığı için $V_{BAZ}=34,5$ kV alınır. Şebekeye ait per unit değerler hesaplanır.

$$V_{pu} = \frac{V_g}{V_{Baz}} \quad (5.3)$$

$$S_{pu} = \frac{S_k}{S_{baz}} = \quad (5.4)$$

$$Z_{baz} = \frac{U^2}{S_{baz}} \quad (5.5)$$

$$I_b = \frac{S_{Baz} \times 10^3}{\sqrt{3} \times U_{Baz} \times 10^6} \quad (5.6)$$

Yukarıdaki formüllerden yararlanarak şebekeye ait per unit değerler hesaplanır.

Halidiye köyü için,

$$V_{pu}=1 \text{ pu}$$

$$S_{pu} =17 \text{ pu}$$

$$Z_{baz}=23,8 \text{ pu}$$

$$I_{baz}=837 \text{ A}$$

olarak hesaplanır.

5.6.1.Safibey kesici ölçü kabini ile halidiye köyü trafo merkezi rasındaki O.G. hattının empedansı

Ek E.'de verilen havai hatta kullanılan iletken cinsleri ve mesafelere göre hat empedansları, Tablo 5.4 yararlanarak bağıntı (5.7), (5.8) ve (5.9) yardımı ile hesaplanır. Tablo 5.4. de havai hat iletkenlerinin bir kilometresi için direnç ve reaktanslar değerleri verilmiştir.

Tablo 5.4. Çelik - Alüminyum iletkenlerin 1 kilometresinin direnç ve reaktansları

| Kesit | R | X | Kesit | R | X |
|-------------|---------|--------|---------|---------|--------|
| MCM AWG | Ohm/km | Ohm/km | MCM AWG | Ohm/km | Ohm/km |
| 26,25 | 0,46584 | 0,4706 | 336,4 | 0,19006 | 0,3538 |
| 33,1 | 0,96273 | 0,4682 | 397,5 | 0,16807 | 0,3489 |
| 41,74 | 0,57453 | 0,4619 | 477 | 0,13416 | 0,3427 |
| 52,63 | 0,26708 | 0,4644 | 500 | 0,12795 | 0,3402 |
| 66,37 | 0,01863 | 0,4607 | 556,5 | 0,11546 | 0,3383 |
| 83,69 | 0,8323 | 0,4663 | 605 | 0,10789 | 0,3377 |
| 105,5 (1/0) | 0,67081 | 0,4619 | 636 | 0,10267 | 0,3365 |
| 133,1 (2/0) | 0,53789 | 0,4538 | 666 | 0,09882 | 0,3352 |
| 167,8 (3/0) | 0,43291 | 0,4433 | 715 | 0,09050 | 0,3315 |
| 211,6 (4/0) | 0,35217 | ,4228 | 795 | 0,08217 | 0,3277 |
| 266,8 | 0,23913 | 0,3626 | 874 | 0,07565 | 0,3265 |

Hat iletkenlerine ait empedanslar aşağıdaki formüllerden hesaplanır.

$$R_1 = R_h^1 x L_1 / Z_{pu} \quad (5.7)$$

$$X_1 = X_h^1 x L_1 / Z_{pu} \quad (5.8)$$

$$Z_1 = R_1 + jX_1 \quad (5.9)$$

Ek.5 de verilen verilerden faydalanılarak Havai hat empedansları sırası ile hesaplanarak Tablo 5.5. işlenmiştir. (Empedans numaraları Bkz. Ek.6)

Tablo.5.5. Halidiye köyüne ait havai hat empedansları

| | R | X | Z | | R | X | Z |
|-----------------|-------|-------|--------------|-----------------|--------|--------|----------------|
| Z ₁ | 0,032 | 0,016 | 0,032+j0,016 | Z ₂₁ | 0,0526 | 0,0256 | 0,0526+J0,0256 |
| Z ₂ | 0,016 | 0,008 | 0,016+J0,008 | Z ₂₂ | 0,089 | 0,043 | 0,089+J0,043 |
| Z ₃ | 0,049 | 0,024 | 0,049+J0,024 | Z ₂₃ | 0 | 0 | 0 |
| Z ₄ | 0,089 | 0,043 | 0,089+J0,043 | Z ₂₄ | 0,49 | 0,24 | 0,49+J0,24 |
| Z ₅ | 0,12 | 0,06 | 0,12+J0,06 | Z ₂₅ | 0 | 0 | 0 |
| Z ₆ | 0,045 | 0,022 | 0,045+J0,022 | Z ₂₆ | 0,0283 | 0,0137 | 0,0283+J0,0137 |
| Z ₇ | 0,036 | 0,018 | 0,036+J0,018 | Z ₂₇ | 0 | 0 | 0 |
| Z ₈ | 0,16 | 0,08 | 0,16+J0,08 | Z ₂₈ | 0,0162 | 0,0079 | 0,0162+J0,0079 |
| Z ₉ | 0,12 | 0,06 | 0,12+J0,06 | Z ₂₉ | 0,0324 | 0,0156 | 0,0324+J0,0156 |
| Z ₁₀ | 0,045 | 0,022 | 0,045+J0,022 | Z ₃₀ | 0,080 | 0,039 | 0,080+J0,039 |
| Z ₁₁ | 0,073 | 0,035 | 0,073+J0,035 | Z ₃₁ | 0,202 | 0,093 | 0,202+J0,093 |
| Z ₁₂ | 0,10 | 0,05 | 0,10+J0,05 | Z ₃₂ | 0,17 | 0,0826 | 0,17+J0,0826 |
| Z ₁₃ | 0,04 | 0,02 | 0,04+J0,02 | Z ₃₃ | 0,121 | 0,059 | 0,121+J0,059 |
| Z ₁₄ | 0,089 | 0,043 | 0,089+J0,043 | Z ₃₄ | 0,121 | 0,059 | 0,121+J0,059 |
| Z ₁₅ | 0,022 | 0,009 | 0,022+J0,009 | Z ₃₅ | 0,40 | 0,20 | 0,40+J0,20 |
| Z ₁₆ | 0,162 | 0,078 | 0,162+J0,078 | Z ₃₆ | 0,11 | 0,05 | 0,11+J0,05 |
| Z ₁₇ | 0,045 | 0,022 | 0,045+J0,022 | Z ₃₇ | 0,11 | 0,05 | 0,11+J0,05 |
| Z ₁₈ | 0,121 | 0,059 | 0,121+J0,059 | Z ₃₈ | 0,20 | 0,098 | 0,20+J0,098 |
| Z ₁₉ | 0,202 | 0,098 | 0,202+J0,098 | Z ₃₉ | 0,10 | 0,049 | 0,10+J0,049 |
| Z ₂₀ | 0,008 | 0,004 | 0,008+J0,004 | | | | |

Tablo 5.5. de hesaplanan değerler yardımıyla Havai hattın eşdeğer empedansı hesaplanır.

$$Z_{P1} = Z_{36} // Z_{37} // Z_{38} // Z_{39} = 0,0295 + J0,0147$$

$$Z_{S1} = Z_{P1} + Z_{34} = 0,15 + J0,0745$$

$$Z_{P2} = Z_{S1} // Z_{32} // Z_{33} = 0,048 + J0,024$$

$$Z_{S2} = Z_{P2} + Z_{31} = 0,25 + J0,12$$

$$Z_{S3} = Z_{22} + Z_{24} + Z_{26} + Z_{29} + Z_{28} = 0,21 + J0,11$$

$$Z_{P3} = Z_{S2} // Z_{S3} = 0,11 + j0,55$$

$$Z_{S4} = Z_{P3} + Z_{20} = 0,194 + j0,095$$

$$Z_{S5} = Z_{16} + Z_{21} = 0,22 + j0,104$$

$$Z_{S6} = Z_{17} + Z_{18} + Z_{19} = 0,368 + j0,179$$

$$Z_{P4} = Z_{S4} // Z_{S5} // Z_{S6} = 0,019 + j0,009$$

$$Z_{S7} = Z_{P4} + Z_{15} = 0,039 + j0,019$$

$$Z_{P5} = Z_{S7} // Z_{13} // Z_{14} = 0,016 + j0,008$$

$$Z_{S8} = Z_{P5} + Z_{12} = 0,116 + j0,058$$

$$Z_{P6} = Z_{S8} // Z_{13} = 0,045 + j0,022$$

$$Z_{S9} = Z_{P6} + Z_{10} = 0,09 + j0,044$$

$$Z_{P7} = Z_{S9} // Z_9 = 0,05 + j0,025$$

$$Z_{S10} = Z_{P7} + Z_8 = 0,21 + j0,105$$

$$Z_{S11} = Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 = 0,25 + j0,125$$

$$Z_{P8} = Z_{S10} // Z_{S11} = 0,113 + j0,058$$

Safibey kabin ile Halidye köyü arasındaki eşdeğer empedans;

$$Z_{EŞ} = Z_{P8} // Z_3 = 0,202 + j0,098 = 0,225 \angle 26$$

olarak bulunur.

5.6.2. Başlangıç kısa devre akımı ve kısa devre açma akımı

Formül (4.2) yardımı ile başlangıç kısa devre akımı hesaplanır.

$$I_k'' = \frac{Cx E}{\sqrt{3}x|Z|} = \frac{1,1x1}{\sqrt{3}x0,225} = 2,83 pu$$

$$I_k'' = I_a = I_B x |I_k''| = 2,83x837 = 1992 Amper$$

5.6.3.Darbe kısa devre akımı

Formül (4.1) den yararlanarak darbe kısa devre akımı hesaplanır.

$$I_s = x \cdot \sqrt{2} \cdot |I_k''| = 2,83 \cdot 837 = 1992 \text{ Amper}$$

$$x = \frac{R}{X} = \frac{0,202}{0,098} = 2,06$$

Şekil 4,1'den $x = 1$ olarak alınır.

$$I_s = x \cdot \sqrt{2} \cdot |I_k''| = 1 \cdot \sqrt{2} \cdot 1992 = 2817 \text{ Amper}$$

5.6.4.Başlangıç kısa devre gücü ve kısa devre açma gücü

Formül (4.3) den yararlanarak kısa devre kesme gücü hesaplanır.

$$S_k'' = S_a = E \cdot x \cdot \sqrt{3} \cdot |I_k''| = 34,5 \cdot 1992 \cdot \sqrt{3} = 11889 \text{ KVA}$$

Yukarıda yapılan kısa devre hesaplarına göre meydana gelebilecek kısa devrelere karşı kesici, ayırıcı, akım trafosu seçimi yapılarak koruma sağlanır.

5.6.5.Kesici seçimi

Ekonomik oluşu ve yeterli güvenliği sağladığı için Safibey kesici ölçü kabinde SF6 gazlı kesici kullanılacaktır. Kesici seçiminde dikkat edilecek en önemli faktör, S_a kısa devre açma gücüdür. Safibey çıkışı için hesaplanan başlangıç kısa devre gücü ve kısa devre açma gücü 11.889 KVA dır. Nominal gerilim $U_n = 36 \text{ KV}$, anma akımı $I_a = 630 \text{ A}$ dır. Buna göre Tablo 5.6' dan $I_k = 8 \text{ KA}$ olarak bulunur.

Kesicinin tepe açma gücü

$$N_a = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_a = \sqrt{3} \cdot 36 \cdot 8 = 498,24 \text{ MVA} \quad (5.10)$$

$N_a > S_a$ olduğundan Safibey KÖK 'de Halidiye köyü çıkışı için nominal gerilimi $U_n=36KV$, anma akımı $I_a=630 A$ ve kısa devre kesme gücü $I_k=8 KA$ olan sf6 gazlı kesici ile konulması uygun olacaktır.

Tablo 5.6. Kesicilerin anma sürekli ve kesme akımları

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

5.6.6. Ayırıcı seçimi

Ayırıcı seçiminde dikkat edilecek en önemli faktör, darbe kısa devre akımıdır. Ayırıcı seçimi bu akımın değerine göre yapılır. Hat başı olan Safibey KÖK Halidiye köyü çıkışı ayırıcı seçimi aşağıdaki gibi yapılmıştır..

ADA TR. Merkezinde darbe kısa devre akımı $I_s=2,817 kA$ olarak bulunmuştu. Tablo 5.2.' den $I_s = 2,817 kA$ 'e karşılık gelen nominal darbe akımı (tepe değeri) olan değer 35 kA bulunur. Bu değere anma gerilimi 36 KV ta karşılık gelen nominal akım 400 A olarak bulunur.

Tablo 5.7 Ayırıcıların nominal akımları

| Gerilimi (kV) | Darbe kısa devre akımı (kA) | Nominal akım (A) |
|---------------|-----------------------------|------------------|
| 36 | 35 | 400 |
| | 50 | 630 |
| | 100 | 1000 |
| | 150 | 2000-3000 |

5.7. Yeni durum projesi

Mevcut ve ilave şebeke tespiti yapıldıktan sonra imar planı işlenmiş 1/2000 ölçekli harita üzerine enerji talepleri, mevcut ve muhtemel sanayide dikkate alınarak dağıtım trafosu ve direk yerleri tespit edilir. Direk açıları tespit edilerek projeye işlenir.

Yeni trafo yeri ile orta gerilim irtibatı müşterek direkli hatlarla yapılır. Trafo ve direk yerleri tespit edilirken, hava hattı iletkenlerinin en büyük salınım durumunda yapılara olan en küçük yatay uzaklıkları dikkate alınır. Bu değerler Tablo 5.8.' de verilmiştir[1].

Tablo 5.8. Hava hattı iletkenlerinde en büyük salınım durumunda yapılara olan en küçük yatay uzaklıklar

| Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilim (kV) | Yatay uzaklık (m) |
|--|-------------------|
| 0-1 (1 dahil) | 1 |
| 1-36 (36 dahil) | 2 |
| 36-72,5 (72,5 dahil) | 3 |
| 72,5-170 (170 dahil) | 4 |
| 170-420 (420 dahil) | 5 |

Mevcut imar planı üzerine işlenmiş direk ve trafo yerlerini gösteren harita şekil 2.2' de verilmiştir.

5.8. Gerilim düşümü hesabı ve iletken seçimi

5.8.1. Orta gerilim iletkenin seçimi

Orta gerilim enerji nakil hatlarında kullanılan iletkenler elektriksel olarak birçok etkileri olduğu gibi, mekanik yapısı ile izolatöre etki edeceğinden gerek elektrik sabitleri ve gerekse mekanik yapısı bakımından iyi incelenerek seçilmesi gerekir. Bu nedenle orta gerilim enerji nakil hatlarında çelik alüminyum iletkenler kullanılmaktadır.

Dağıtım şebekelerinde iletken kesitleri genellikle yüklemeye akımına ve gerilim düşümüne göre saptanır. Ancak havai hatlarda yüklemeye akımı çok küçük kaldığından, ısınma sınırları aşılmaz bu nedenle kesit gerilim düşümüne göre hesaplanır[12].

$$\%e = \frac{100.L.P}{K.S.U^2} \quad (5.11)$$

Formül (5.11) düzenlenerek, dağıtım şebekelerine müsaade edilen en yüksek gerilim düşüm değeri % 5 göre gerilim düşümü değerine göre kesit hesabı yapılırsa,

$$S = 7,32 \text{ mm}^2 \text{ bulunur.}$$

Orta gerilim enerji naklinde kullanılan en küçük iletken kesiti $31,14 \text{ mm}^2$ ile swallow iletkeneye aittir. En küçük iletken kesiti olan swallow iletken yeterli olacaktır. Mevcut durumda Halidiye köyünü besleyen enerji nakil hattı, Safibey kesici ölçü kabinin Yayla köyü çıkışından enerji almaktadır. Yayla köyü çıkışının iletken tertibi 3xSwallow tur.

5.8.2. Alçak gerilim iletkenin seçimi

Alçak gerilim iletkenlerin kesiti genellikle yüklemeye akımına ve gerilim düşümüne göre saptanır. Hava hatlarında yüklemeye akımı küçük kaldığından, ısınma sınırları pek

aşılmaz ve kesit gerilim düşümüne göre hesaplanır[12].

Tablo 5.9.' da trafonun A kolunda; Rose iletkendeki gerilim düşümü %0,913 olarak hesaplanmıştır. Buda alçak gerilim hatlarında müsaade edilen en yüksek gerilim düşümü değeri olan %5'lık orandan küçük olduğu için A koluna ait iletken kesiti en küçük havai hat iletkeni olan Rose olarak seçilir.

Tablo 5.10.' da trafonun B kolunda; Rose iletkenin kesiti kullanılarak yapılan gerilim düşümü %0,983 olarak hesaplanmıştır. Buda alçak gerilim hatlarında müsaade edilen en yüksek gerilim düşümü değeri olan %5'lık orandan küçük olduğu için B koluna ait iletken kesiti Rose olarak seçilir.

Tablo 5.11.' de de trafonun C kolunda; Rose iletkendeki gerilim düşümü % 0,655 olarak hesaplanmıştır. Buda alçak gerilim hatlarında müsaade edilen en yüksek gerilim düşümü değeri olan %5'lık orandan küçük olduğu için C koluna ait iletken kesiti 5xRose iletken seçilir.

Tablo 5.12.' de trafonun D kolunda; Rose iletkenin kesiti alınarak yapılan gerilim düşümü % 5,411 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda alçak gerilim hatlarında müsaade edilen en yüksek gerilim düşümü değeri olan %5'lık oranı karşılayamamıştır. Bu nedenle trafonun alçak gerilim panosundan 20 direğe kadar iletken kesiti pansy'e yükseltilerek gerilim düşümü oranı % 4,11 çekilmiştir. Bu şekilde dağıtım şebekelerinde için kuvvetli akımlar tesis yönetmeliğinde verilen % 5 lık oranı karşılamaktadır.

Tablo 5.9. Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü trafosu A kolu gerilim düşümü hesabı

| | | Abonelerin kurulu güçleri 1000 W alınmıştır. | | | | | |
|----|------------------------------|--|----------|----------|----------|------|------|
| | | 3x25/16mm ² NYY | | | | | |
| 1 | Kesit: | | | | | | |
| 2 | Direk No: | 6 | 5 | 4 | 2 | 1 | b |
| | | R | R | R | R | R | |
| 3 | Hat Uzunluğu (m) | 15 | 50 | 50 | 50 | | |
| 4 | Hat Güç Yoğunluğu (W/m) | | 60 | 60 | 60 | | |
| 5 | Branşman Uzunluğu (m) | | | | 30 | | |
| 6 | Branşman Güç Yoğunluğu (W/m) | | | | 100 | | |
| 7 | Toplu Yük (W) | | | | | | |
| 8 | Cos Ø | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 9 | Diversite (%) | | | | | | |
| 10 | Hat Yükleri (W) | | 3.000 | 3.000 | 3.000 | | |
| 11 | Branşman Yükleri (W) | | | | 3.000 | | |
| 12 | Toplu Yükler (W) | | | | | | |
| 13 | | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | | |
| 14 | | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | | |
| 15 | | 10.500 | 7.500 | 1.500 | 1.500 | | |
| 16 | Toplam Hat Yükleri (W) | 12.000 | 10.500 | 7.500 | 1.500 | | |
| 17 | P.L.0.0000001 | 0,018000 | 0,052500 | 0,037500 | 0,007500 | | |
| 18 | k | | 9,36 | 9,36 | 9,36 | 9,36 | 9,36 |
| 19 | % er | | 0,491 | 0,351 | 0,070 | | |
| 20 | Toplam Hat Yüğü (W) | 12.000 | | | | | |
| 21 | %e | 0,913 | | | | | |

% 5 den düşük olduğu için seçilen kesit uygundur.

Tablo 5.10. Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü trafosu B kolu gerilim düşümü hesabı

| | | Abonelerin kurulu güçleri 1000 W alınmıştır. | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|----------|
| | | 3x25/16mm ² NYY | | | | | | | | | |
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | | | b |
| | | R | R | R | R | R | | | | | |
| 1 | Kesit: | | | | | | | | | | |
| 2 | Direk No: | | | | | | | | | | |
| 3 | Hat Uzunluğu (m) | 15 | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | | 50 |
| 4 | Hat Güç Yoğunluğu (W/m) | 0 | 40 | 80 | 40 | 20 | | | | | 20 |
| 5 | Branşman Uzunluğu (m) | | | | | | | | | | |
| 6 | Branşman Güç Yoğunluğu (W/m) | | | | | | | | | | |
| 7 | Toplu Yük (W) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | | 50 |
| 8 | Cos Ø | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | | | 1,00 |
| 9 | Diversite (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 |
| 10 | Hat Yükleri (W) | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 4.000 | 2.000 | | | | | 2.000 |
| 11 | Branşman Yükleri (W) | 0 | | 0 | | | | | | | 0 |
| 12 | Toplu Yükler (W) | | | | | | | | | | 0 |
| 13 | | 1.000 | 1.000 | 2.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | 0 |
| 14 | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 2.000 | 1.000 | | | | | 0 |
| 15 | | 9.000 | 7.000 | 4.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | 0 |
| 16 | Toplam Hat Yükleri (W) | 10.000 | 9.000 | 7.000 | 4.000 | 1.000 | | | | | 0 |
| 17 | P.L.0.0000001 | 0,015000 | 0,045000 | 0,035000 | 0,020000 | 0,005000 | | | | | 0,000000 |
| 18 | k | 0,00 | 9,36 | 9,36 | 9,36 | 9,36 | | | | | 9,36 |
| 19 | % er | 0,000 | 0,421 | 0,328 | 0,187 | 0,047 | | | | | 0,000 |
| 20 | Toplam Hat Yüğü (W) | 10.000 | | | | | | | | | |
| 21 | %e | 0,983 | | | | | | | | | |

% 5 den düşük olduğu için seçilen kesit uygundur.

Tablo 5.12. Sakarya ili Geyve ilçesi Halidiye köyü trafosu D kolu gerilim düşümü hesabı

| | | Abonelerin kurulu güçleri 1000 W alınmıştır. | | | | | |
|----|------------------------------|--|----------|---|----------|------|------|
| | | 3x25/16mm ² NYY | | | | | |
| | | 17 | 18 | 20 | 27 | R | |
| | | P | | | | | |
| | | R | | | | | |
| 1 | Kesit: | | | | | | |
| 2 | Direk No: | | | | | | |
| 3 | Hat Uzunluğu (m) | 15 | 100 | 50 | 300 | | |
| 4 | Hat Güç Yoğunluğu (W/m) | 0 | 40 | 40 | 20 | | |
| 5 | Branşman Uzunluğu (m) | | | | | | |
| 6 | Branşman Güç Yoğunluğu (W/m) | | | | | | |
| 7 | Toplu Yük (W) | 8.000 | | | | | |
| 8 | Cos Ø | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 9 | Diversite (%) | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Hat Yükleri (W) | 0 | 4.000 | | 8.000 | | |
| 11 | Branşman Yükleri (W) | 0 | | | | | |
| 12 | Toplu Yükler (W) | 2.000 | | | | | |
| 13 | | 4.000 | | | | | |
| 14 | | 0 | | | | | |
| 15 | | 2.000 | | | | | |
| 16 | Toplam Hat Yükleri (W) | 20.000 | 18.000 | 12.000 | 0 | | |
| 17 | P.L.0.0000001 | 22.000 | 20.000 | 18.000 | 12.000 | | |
| 18 | k | 0,033000 | 0,200000 | 0,090000 | 0,360000 | | |
| 19 | % er | 0,00 | 4,67 | 4,67 | 9,36 | | |
| 20 | Toplam Hat Yüğü (W) | 0,000 | 0,934 | 0,420 | 3,370 | | |
| 21 | %e | 22.000 | 4,724 | % 5 den düşük olduğu için seçilen kesit uygundur. | | | |

5.9. Yeni şebekede kullanılacak olan direklerin tepe kuvvetlerinin ve tiplerinin tayini

1 Numaralı müşterek taşıyıcı direk; kod farkı olmayan düz bir arazide ve müşterek olarak kullanılacağından direk boyu 12 metre alınması yeterli olacaktır. 1 numaralı direk açısı 180° olduğundan, direğin kullanım amacı taşıyıcıdır. Taşıyıcı direğin tepe kuvveti seçilirken müşterek olarak kullanılacak direğin üzerindeki iletkenin tertibi 3 x Swallow + 5 x Rose olacağından dikkate alınır. Taşıyıcı direklerin tepe kuvveti formül (2.10) yardımı ile hesaplanır.

$$T = 3(Wi.aw + Wiz). \frac{(h' + hizolatör)}{h'} + Wd$$

Rüzgar menzili bağıntı (3.1) yardımı ile hesaplanır.

$$aw = \frac{(a_1 + a_2)}{2}$$

$$aw = \frac{60 + 80}{2} = 70 \text{ olarak bulunur.}$$

Rose iletkenin 1 metresine etki eden rüzgâr kuvveti formül (2.3) yardımı ile aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$wi = c.q.d10^{-3}$$

$$wi = 1,2.44.7,014.10^{-3} = 0,306 \text{ kg/m olarak bulunur.}$$

Swallow iletkenin 1 metresine etki eden rüzgâr kuvveti formül (2.3) kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$wi = 1,2.44.7,14.10^{-3} = 0.377 \text{ kg/m dir.}$$

$w_{izolatör} = 5 \text{ kg}$ üretici firma katalogundan alınır.

$$h' = 12 - 2 = 10 \text{ Metre}$$

$$hizolatör = 0,35 \text{ cm}$$

$W_d =$ ihmal edilir.

Yukarıda 1 numaralı taşıyıcı direk için hesaplanan veriler formül (2.10) da yerine konularak Swallow iletkene etki eden rüzgar kuvveti,

$$T_o = 3.(0,377.70 + 5) \frac{10 + 0,35}{10} = 97,47 \text{ kg olarak bulunur.}$$

Alçak gerilim iletkenlerine etki eden rüzgar kuvveti ise formül (2.10) yardımıyla,

$$T_a = 5(0,306.70 + 1) \cdot \frac{(10 + 0,10)}{10} = 113,22 \text{ kg olarak hesaplanır.}$$

1 numaralı taşıyıcı direğin toplam tepe kuvveti;

$$T = T_o + T_a = 97,47 + 113,22 = 210,69 \text{ kg direğin tepe kuvveti bulunur.}$$

Standart tepe kuvveti olan 2,5 alınır ve direğin tipi 12/2,5 olarak seçilir.

2 numaralı müşterek branşman direği; ana hattın açısı 176° dir. Ancak 90° açı ile 3xRose iletkenli saptaması bulunmaktadır. Bu nedenle direğin tepe kuvveti branşman direklerde olduğu gibi bulunur.

Direğe x ekseninde etki eden çekme kuvveti formül (2.12) yardımı ile hesaplanır.

$$T_x = 1,25.k.T_{\max} \cdot \cos \beta / 2 + M$$

$$T_x = 1,25.3.175 \cdot \cos 80 + 100 = 213 \text{ kg}$$

Direğe y ekseninde etki eden çekme kuvveti formül (2.13) yardımı ile hesaplanır.

$$T_y = 0,75.k.T_{\max} \cdot \sin \beta / 2$$

$$T_y = 0,75.3.147 \cdot \sin 80 / 2 = 325 \text{ kg}$$

Direğe etki eden toplam çekme kuvveti ise formül (2.14) yardımı ile hesaplanır.

$$T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \sqrt{213^2 + 325^2} = 389 \text{ kg olur.}$$

Direk tepe kuvveti 400 kg alınır ve direk tipi 12/4 olarak seçilir.

3 numaralı direk alçak gerilim nihayet direğidir. Direk tepe kuvveti iletkenlerin -5 C° derecedeki iletken cerlerinin toplamı olarak alınır. İletken tertibi 3 x Rose olduğuna göre;

$$T = 3xT_{\max} = 3x147 = 441 \text{ kg bulunur.}$$

Standart üretim olan 500 kg tepe kuvveti seçilir ve direk tipi 9,30/5 olarak alınır.

4 numaralı direk; açısı 180° dir. Dolayısıyla direk taşıyıcı amaçlı kullanılmaktadır. İletken tertibi ve açısı olarak 1 numaralı direk aynı özellikleri taşıdığı için direk tipi 12/2,5 olarak alınır.

5 numaralı müşterek direk; açısı 164 derece ve kullanım amacı köşe taşıyıcıdır. İletken tertibi 3xSwallow+5xRose olduğuna göre -5 C° de tek taraflı maksimum cer kuvveti;

$$T_{\max} = 3x175 + 5x147 = 1260 \text{ kg}$$

$$T = 2.T_{\max} \cdot \cos \beta / 2$$

$$T = 2.1260 \cdot \cos 82 = 350 \text{ kg bulunur.}$$

Tepe kuvveti standart üretim olan bir üst kuvvet 400 kg seçilir. Direk tipi 12/4 olarak alınır.

6 numaralı müşterek direk; açısı 158 derecedir. İletken tertibi bir önceki direklerle aynıdır. Dolayısıyla direğin tepe kuvveti;

$$T = 2.1260.\cos 79 = 480 \text{ kg bulunur.}$$

Tepe kuvveti 500 kg seçilir. Direk tipi 12/5 olarak alınır.

7 numaralı direk trafo direği; 400 kVA dahil bu güce kadar olan trafoların taşınmasına yarayacak şekilde yapılan santrifüj betonarme direklere, santrifüj betonarme trafo direği adı verilir. Muhtelif firmalar tarafından üretilen trafo direkleri 14/16 tipinde üretilirler. Bu projemizde trafo direği 14/16 olarak seçilecektir.

8 numaralı direk alçak gerilim direği; açısı 152° ve direğin kullanım amacı köşe taşıyıcıdır. İletken tertibi 5xRose olduğuna göre maksimum cer kuvveti;

$$T_{\max} = 5 \times 147 = 735 \text{ kg olur.}$$

$$T = 2.735.\cos 76 = 356 \text{ kg olarak tepe kuvveti bulunur.}$$

Standart tepe kuvveti 400 kg olarak alınır. Direğin tipi 9,30/4 olarak seçilir.

9 numaralı alçak gerilim direği; açısı 180° kullanım amacı taşıyıcıdır. İletken tertibi 5xRose olduğuna göre tepe kuvveti;

$$T_a = 5(0,306.70 + 1) \cdot \frac{(8 + 0,10)}{8} = 49,51 \text{ kg bulunur.}$$

Ancak direğin üzerindeki montör ağırlığı da hesaplandığında 200 kg tepe kuvvetine haiz 9,30/2 tipi direk seçilir.

10 numaralı alçak gerilim direği; açısı 180° derece ve kullanım amacı taşıyıcıdır. İletken tertibi ve konum itibari ile 9 numaralı direklerle aynı olduğundan direk tipi 9,30/2 olarak seçilir.

11 numaralı alçak gerilim direği; açısı 180° ve 5xRose iletkenli hattın nihayet direğidir. Direğin tepe kuvveti $-5C^\circ$ deki maksimum cer kuvvetine eşittir.

$$T_{\max} = 5xT_{\text{rose}} = 5x147 = 735 \text{ kg olarak bulunur.}$$

Dolayısıyla direğin tepe kuvveti 800 kg alınır. Direk tipi ise 9,30/8 olarak seçilir.

12 numaralı alçak gerilim direği; açısı 172° ve kullanım amacı taşıyıcıdır. İletken tertibi ve konum itibari ile 9 numaralı direkle aynı özellikleri gösterdiği için direk tipi 9,30/2 seçilir.

13 numaralı alçak gerilim direği; açısı 150° ve kullanım amacı köşe taşıyıcı direğidir. İletken tertibi 5x Rose iletken olduğuna göre direğini tepe kuvveti formül 2.11' den

$$T = 2.T_{\text{rose max}} \cdot \cos \beta / 2$$

$$T = 2.735 \cos 150 / 2 = 380 \text{ kg olarak bulunur.}$$

Direğin tepe kuvveti 400 kg olarak alınır ve direğin tipi 9,30/4 olarak seçilir.

14 numaralı alçak gerilim direği; ana hattın açısı 180° ve saptama olan direğin açısı ise 104° derecedir. Direğin tepe kuvveti;

$$Tx = 1,25.k.T_{\max} \cdot \cos \beta / 2 + M$$

$$Ty = 0,75.k.T_{\max} \cdot \sin \beta / 2$$

$$Tx = 1,25.3.147 \cdot \cos 104 / 2 + 100 = 439 \text{ kg}$$

$$Ty = 0,75.5.147 \cdot \sin 104 / 2 = 434 \text{ kg}$$

$$T = \sqrt{Tx^2 + Ty^2} = \sqrt{439^2 + 434^2} = 617 \text{ kg olur.}$$

Direk tepe kuvveti 700 kg olur ve direk tipi 9,30/7 olarak seçilir.

15 numaralı direk alçak gerilim direği; kullanım amacı 3xRose iletkenin nihayet direğidir. Direk tepe kuvveti iletkenlerin -5° derecedeki iletken cerlerinin toplamı alınır.

$$T_{\max} = 3xT_{\text{rose}} = 3x147 = 441 \text{ kg bulunur.}$$

ve standart üretim olan 500 kg tepe kuvveti seçilir ve direğin tipi 9,30/5 olarak alınır.

16 numaralı alçak gerilim direği; açısı 180° ve kullanım amacı nihayet direğidir. 5xRose iletkenli hattın nihayet direğidir. Direğin tepe kuvveti -5° maksimum cer kuvvetine eşittir.

$$T_{\max} = 5xT_{\text{rose}} = 5x147 = 735 \text{ kg olarak bulunur.}$$

Dolayısıyla direğin tepe kuvveti 800 kg alınır. Direk tipi ise 9,30/8 olarak seçilir.

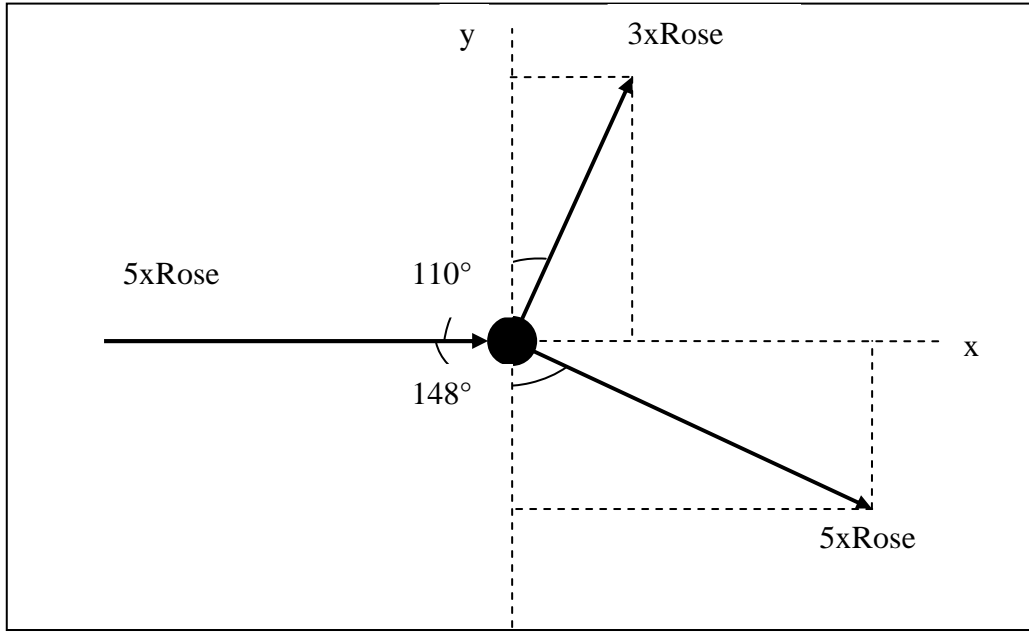
17 numaralı direk alçak gerilim direği; açısı 156° ve direğin kullanım amacı köşe taşıyıcıdır. İletken tertibi 5xRose olduğuna göre maksimum cer kuvveti;

$$T_{\max} = 5x147 = 735 \text{ kg olur.}$$

$$T = 2.735 \cdot \cos 78 = 305 \text{ kg olarak tepe kuvveti bulunur.}$$

Standart tepe kuvveti 400 kg olarak alınır. Direğin tipi 9,30/4 olarak seçilir.

18 numaralı alçak gerilim direği; hat iletken tertiplerinin -5° deki cer kuvvetleri alınır ve vektör diyagramı çizilerek bileşke kuvvet bulunur. Çıkan kuvvete eşit veya bir üst tepe kuvvetine haiz direk tipi seçilir.



Şekil 5.3. 18 numaralı direğe ait vektör diyagramı

$$T_{5rose} = 5 \times 147 = 735 \text{ kg}$$

$$T_{3rose} = 3 \times 147 = 441 \text{ kg}$$

$$T_{x1} = 735 \text{ kg}$$

$$T_{y1} = 0 \text{ kg}$$

$$T_{x2} = 441 \cdot \cos 20 = 414 \text{ kg}$$

$$T_{y2} = 441 \cdot \sin 20 = 151 \text{ kg}$$

$$T_{x3} = 735 \cdot \cos 58 = 389 \text{ kg}$$

$$T_{y3} = 735 \cdot \sin 58 = 623 \text{ kg}$$

$$T_x = T_{x1} + T_{x2} + T_{x3} = -735 + 414 + 389 = 68 \text{ kg}$$

$$T_y = T_{y1} + T_{y2} + T_{y3} = 0 - 151 + 623 = 472 \text{ kg bulunur.}$$

$$T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \sqrt{68^2 + 472^2} = 476 \text{ kg}$$

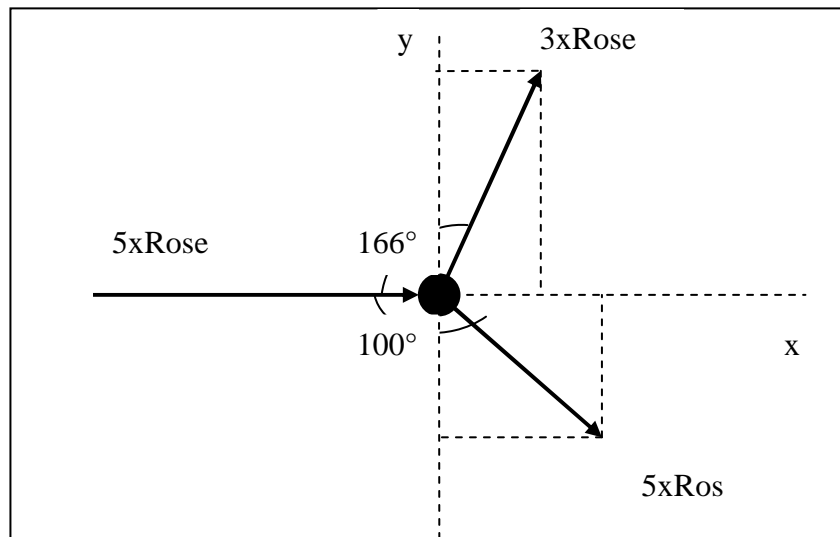
olarak bulunur ve tepe kuvveti 500 kg seçilir. Direk tipi 9,30/5 olarak alınır.

19 numaralı alçak gerilim direği; kullanım amacı 3xRose iletkenin nihayet direğidir. Direk tepe kuvveti olarak iletkenin -5 C° derecedeki iletken cerlerinin toplamı alınır.

$$T_{\max} = 3xT_{\text{rose}} = 3x147 = 441 \text{ kg bulunur.}$$

ve standart üretim olan 500 kg tepe kuvveti seçilir, direğin tipi 9,30/5 olarak alınır.

20 numaralı alçak gerilim direği; hat iletken tertiplerinin -5C° deki cer kuvvetleri alınır ve vektör diyagramı çizilerek bileşke kuvvet bulunur. Çıkan kuvvete eşit veya bir üst tepe kuvvetine ait direk seçilir.



Şekil 5.4. 20 numaralı direğe ait vektör diyagramı

$$T_{5\text{rose}} = 5x147 = 735 \text{ kg}$$

$$T_{3\text{rose}} = 3x147 = 441 \text{ kg}$$

$$T_{x1} = 735 \text{ kg}$$

$$T_{y1} = 0 \text{ kg}$$

$$T_{x2} = 441 \cdot \cos 76 = 107 \text{ kg}$$

$$T_{y2} = 441 \cdot \sin 76 = 428 \text{ kg}$$

$$T_{x3} = 735 \cdot \cos 10 = 723 \text{ kg}$$

$$T_{y3} = 735 \cdot \sin 10 = 128 \text{ kg}$$

$$T_x = T_{x1} + T_{x2} + T_{x3} = -735 + 107 + 723 = 95 \text{ kg}$$

$$T_y = T_{y1} + T_{y2} + T_{y3} = 0 + 428 - 128 = 300 \text{ kg bulunur.}$$

$$T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \sqrt{95^2 + 300^2} = 315 \text{ kg}$$

olarak bulunur ve tepe kuvveti 400 kg seçilir. Direk tipi 9,30/4 olarak alınır.

21 numaralı alçak gerilim direği; kullanım amacı 3xRose iletkenin nihayet direğidir. Direk tepe kuvvetinin seçiminde, iletkenlerin -5 C°' deki iletken cerlerinin toplamı alınır.

$$T_{\max} = 3 \times T_{\text{rose}} = 3 \times 147 = 441 \text{ kg bulunur.}$$

Ve standart üretim olan 500 kg tepe kuvveti seçilir, direğin tipi 9,30/5 olarak alınır.

22 numaralı direk alçak gerilim direği; açısı 110° ve direğin kullanım amacı köşe taşıyıcıdır. İletken tertibi 5xRose olduğuna göre maksimum cer kuvveti;

$$T_{\max} = 5 \times 147 = 735 \text{ kg olur.}$$

$$T = 2.735 \cdot \cos 55 = 843 \text{ kg olarak tepe kuvveti bulunur.}$$

Standart tepe kuvveti 900 kg olarak alınır. Direğin tipi 9,30/9 olarak seçilir.

23 numaralı alçak gerilim direği; açısı 180° olan taşıyıcı direktir. İletken tertibi ve konum itibari ile 9 numaralı direk ile aynı olduğundan direk tipi 9,30/2 olarak seçilir.

24 numaralı alçak gerilim direği; açısı 180° olan taşıyıcı direktir. İletken tertibi ve konum itibari ile 9 numaralı direk ile aynı olduğundan direk tipi 9,30/2 olarak seçilir.

25 numaralı alçak gerilim direği; açısı 106° derece ve direğin kullanım amacı köşe taşıyıcıdır. İletken tertibi 5xRose olduğuna göre maksimum cer kuvveti;

$T_{\max} = 5 \times 147 = 735 \text{ kg}$ olur. 2 nolu formülde yerine koyarsak,

$T = 2.735 \cdot \cos 53 = 888 \text{ kg}$ olarak tepe kuvveti bulunur.

Standart tepe kuvveti 900 kg olarak alınır. Direğin tipi 9,30/9 olarak seçilir.

26 numaralı alçak gerilim direği; açısı 100° ve direğin kullanım amacı köşe taşıyıcıdır. İletken tertibi 5xRose olduğuna göre maksimum cer kuvveti;

$T_{\max} = 5 \times 147 = 735 \text{ kg}$ olur. 2 nolu formülde yerine koyarsak,

$T = 2.735 \cdot \cos 50 = 945 \text{ kg}$ olarak tepe kuvveti bulunur.

Standart tepe kuvveti 1000 kg olarak alınır. Direğin tipi 9,30/10 olarak seçilir.

27 numaralı alçak gerilim direği; açısı 180° ve 5xRose iletkenli hattın nihayet direğidir. Direğin tepe kuvveti -5° derecedeki maksimum cer kuvvetine eşittir.

$T_{\max} = 5 \times T_{\text{rose}} = 5 \times 147 = 735 \text{ kg}$ olarak bulunur.

Dolayısıyla direğin tepe kuvveti 800 kg alınır. Direk tipi ise 9,30/8 olarak seçilir.

5.10. Travers seçimi

Orta gerilim traversi; maksimum menzil, direğin kullanım amacı ve şebekenin bulunduğu buz yükü bölgesine göre seçilmektedir.

1 numaralı direk; direğin kullanım amacı taşıyıcı, maksimum menzili 60 metre ve Halidiye köyü 3. buz yükü bölgesinde olduğundan travers tipi Tablo 2.17.' den T-27/200 seçilir.

Alçak gerilim traversi; alçak gerilim iletkeni bu direkte son bulacağından ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu için Tablo 2.16.' dan n-60 olarak seçilir.

2 numaralı direk; direğin kullanım amacı taşıyıcı ve maksimum menzil 50 metredir dolayısıyla travers tipi Tablo 2.17.' den T-27/200 olarak seçilir.

Alçak gerilim traversi; direğin kullanım amacı taşıyıcı olduğundan ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu için travers tipi Tablo 2.16.' dan t-60 olarak seçilir.

3 numaralı direk; alçak gerilim direği durdurucu olduğundan ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu için travers tipi Tablo 2.16.' dan n-60 olarak seçilir.

4 numaralı direk; direğin kullanım amacı taşıyıcı ve maksimum menzil 50 metredir dolayısıyla travers tipi Tablo 2.17.' den T-27/200 olarak seçilir.

Alçak gerilim traversi; direğin kullanım amacı taşıyıcı ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu için travers tipi Tablo 2.16.' dan t-60 olarak seçilir.

5 numaralı direk; direğin kullanım amacı köşe taşıyıcı ve maksimum menzil 50 metredir. Direğin kullanım amacı köşe taşıyıcı olduğu için maksimum menzil, direğin açısına denk gelen ve Tablo 2.17.' den seçilecek olan (K) zayıflama katsayısı ile çarpılarak bulunur. Direğin açısı 164° ve maksimum menzil 50 metre olduğuna göre yeni maksimum menzil (K katsayısı için bkz. Tablo 2.3.)

$$a_{\max} = Kx a_{\max 1} = 0,99 \times 50 \cong 50 \text{ metre olur.}$$

Travers tipi yine Tablo 2.17.'den T-27/200 olarak seçilir.

Alçak gerilim traversi; direğin kullanım amacı köşe taşıyıcı ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu alçak gerilim traversi Tablo 2.16.' dan t-75 seçilir.

6 numaralı direk; Direğin açısı 158° ve maksimum menzil 50 metre olduğuna göre yeni maksimum menzil (K katsayısı için bkz. Tablo 2.3.)

$$a_{\max} = Kx a_{\max 1} = 0,98 \times 50 = 49 \text{ metre olur.}$$

Travers tipi Tablo 2.17.'den T-27/200 olarak seçilir.

Alçak gerilim traversi; direğin kullanım amacı köşe taşıyıcı ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu alçak gerilim traversi Tablo 2.16.' dan t-75 olarak seçilir.

7 numaralı direk; trafo direği orta gerilim hattının son bulduğu direk olduğu için traversi durdurucudur. Orta gerilim hattı yan yana çift durdurucu mesnet izolatörle kullanılacağından travers tipi taşıyıcı traverslere ait tablodan bulunur ancak travers boyuna 40 cm eklenir. Bu nedenle travers tipi N-70/240 olarak seçilir.

Alçak gerilim izolatörleri direğin balkonuna monta edildiğinden, travers direğinde alçak gerilim traversi kullanılmaz.

8, 9, 10 numaralı direkler; direklerin kullanım amacı taşıyıcı ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu alçak gerilim traversi Tablo 2.16.' dan t-60 olarak seçilir.

11 numaralı direk; direğin kullanım amacı durdurucu ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu için travers tipi Tablo 2.16.' dan n-60 olarak seçilir.

12, 13, 14 numaralı direkler; direklerin kullanım amacı taşıyıcı ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu alçak gerilim traversi Tablo 2.16.' dan t-60 olarak seçilir.

15, 16 numaralı direkler; direklerin kullanım amacı durdurucu ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu için travers tipi Tablo 2.16.' dan n-60 olarak seçilir.

17, 23, 24, numaralı direkler; direklerin kullanım amacı taşıyıcı ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu alçak gerilim traversi Tablo 2.16.' dan t-60 olarak seçilir.

18, 20, 22, 25, 26 numaralı direkler; direklerin kullanım amacı köşe taşıyıcı ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu alçak gerilim traversi Tablo 2.16.' dan t-75 olarak seçilir.

19, 21, 27 numaralı direkler; direklerin kullanım amacı durdurucu ve direk açıklığı 50 metreden küçük olduğu için travers tipi Tablo 2.16.' dan n-60 seçilir.

5.11. İzolatör seçimi

Orta gerilim iletkenlerinin taşınmasında; hattın işletme geriliminin 34,5 kV olması, deniz ve nemli bir ortamdan uzak olduğu göz önüne alınarak VHD-35-N tipi izolatör seçilir.

Alçak gerilim izolatörlerinde ise taşıyıcı ve köşe taşıyıcı traverslerde N-80 tipi, durdurucu traverslerde ise N-95 tipi mesnet izolatör seçilir.

Yeni direk tipleri, iletken tertibi, travers ve izolatörler seçildikten sonra mevcut direk listesi tablosu yapılır. Tablo 5.9.' da yeni durum direk listesi verilmiştir.

Tablo 5.13. Yeni durum direk listesi

| Direk No | Direk Açısı | Direk Tipi | Mesafe | İletken Tertipi | | Travers Tipi | | | İzolatör | | | | |
|----------|-------------|------------|--------|-----------------|-----|--------------|---|------|----------|--------|----|------|-----|
| | | | | OG | AG | OG | | AG | | OG | | AG | |
| 1 | | 12/2,5 | 60 | 3xSw | 5xR | T-27/200 | 1 | n-60 | 3 | VHD-35 | 3 | N-95 | 5 |
| 2 | | 12/4 | 45 | 3xSw | 5xR | T-27/200 | 1 | t-60 | 3 | VHD-35 | 3 | N-80 | 5 |
| 3 | | 9,30/5 | 45 | | 5xR | | | n-60 | 3 | | | N-95 | 3 |
| 4 | | 12/2,5 | 45 | 3xSw | 5xR | T-27/200 | 1 | t-60 | 3 | VHD-35 | 3 | N-80 | 5 |
| 5 | 164 | 12/4 | 45 | 3xSw | 5xR | T-27/200 | 1 | t-75 | 3 | VHD-35 | 3 | N-80 | 5 |
| 6 | 158 | 12/5 | 45 | 3xSw | 5xR | T-27/200 | 1 | t-75 | 3 | VHD-35 | 3 | N-80 | 5 |
| 7 | | 14/16 | 45 | 3xSw | 5xR | N-70/280 | 1 | | | VHD-35 | 3 | N-80 | 5 |
| 8 | 152 | 9,30/2 | 50 | | 5xR | | | t-60 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 9 | | 9,30/2 | 50 | | 5xR | | | t-60 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 10 | | 9,30/2 | 50 | | 5xR | | | t-60 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 11 | | 9,30/8 | 50 | | 5xR | | | n-60 | 3 | | | N-95 | 5 |
| 12 | | 9,30/2 | 45 | | 5xR | | | t-60 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 13 | 150 | 9,30/4 | 45 | | 5xR | | | t-75 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 14 | | 9,30/7 | 45 | | 5xR | | | t-60 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 15 | | 9,30/5 | 45 | | 5xR | | | n-60 | 3 | | | N-95 | 3 |
| 16 | 104 | 9,30/8 | 45 | | 5xR | | | n-60 | 3 | | | N-95 | 5 |
| 17 | 156 | 9,30/4 | 45 | | 5xR | | | t-75 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 18 | 148 | 9,30/5 | 45 | | 5xR | | | t-75 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 19 | | 9,30/5 | 45 | | 5xR | | | n-60 | 3 | | | N-95 | 3 |
| 20 | 100 | 9,30/4 | 45 | | 5xR | | | t-75 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 21 | | 9,30/5 | 45 | | 5xR | | | n-60 | 3 | | | N-95 | 3 |
| 22 | 110 | 9,30/9 | 45 | | 5xR | | | t-75 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 23 | | 9,30/2 | 45 | | 5xR | | | t-60 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 24 | | 9,30/2 | 45 | | 5xR | | | t-60 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 25 | 106 | 9,30/9 | 45 | | 5xR | | | t-75 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 26 | 100 | 9,30/10 | 45 | | 5xR | | | t-75 | 3 | | | N-80 | 5 |
| 27 | | 9,30/8 | 50 | | 5xR | | | n-60 | 3 | | | N-95 | 5 |
| Toplam | | | 1255 | | | | 6 | | 78 | | 18 | | 127 |

Yukarıdaki yeni durum direk listesi yardımı ile Halidiye köyüne ait keşif cetveli TEDAŞ Genel Müdürlüğü 2008 yılı Elektrik Proje ve Tesis Birim Fiyat Kitabına göre fiyatlandırılmıştır[13]. Köy elektrifikasyonunda kullanılan malzemelerin bedeli 22.401.77 TL, montaj bedeli 19.914,49 TL, demontaj bedeli 4.84.84 TL olmak üzere projenin toplam bedeli 46.401,10 TL olarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM 6. MEVCUT ve YENİ DURUMUN İNCELENEMESİ

6.1. Mevcut durumun incelenmesi

Şekil 5.1' de Halidiye köyüne ait dağıtım şebekesinin mevcut durumu ve meskenler çizilmiştir. Tablo 5.1.'de ise köye ait elektrik şebekesinin mevcut direk listesi çıkarılmıştır. Şebeke 1975 yılında tek köy elektrifikasyonu tarafından yaptırılmıştır. Kullanılan teçhizat ekonomik ömrünü tamamlamış ve kullanılamaz duruma gelmiştir.

Şebeke ağaç direklerden yapılmış olup, trafo direği T-15 demir direktir. Alçak gerilim direklerinin tamamı çürümüş ve kullanılamaz duruma gelmiştir. Trafo direği ve alçak gerilim panosu demir olduğundan paslanmış ve özelliğini yitirmiştir. Şebekede kullanılan alüminyum iletkenler özelliklerini kaybetmiş ve tel kopmaları sonucu birçok ek noktası oluşmuştur. Bu durum alçak gerilim dağıtım şebekesinde büyük oranda gerilim düşümlerine sebep olmaktadır.

Mevcut duruma ait yapılan gerilim düşümü değeri (Bkz. tablo 5.3.) %21,388 olarak hesaplanmıştır. Oysa Elektrik Kuvvetli Akım Yönetmeliğine göre dağıtım şebekeleri için müsaade edilen en yüksek gerilim düşümü oranı ise % 5 dır. Bu hesaplamalara göre hat sonundaki gerilim 173 V' a kadar düşmektedir. Ancak iletkenin eski özelliğini kaybetmiş ve ekli olması nedeni ile hat sonlarında puant saatlerde yapılan ölçümlerde gerilim değeri 150 V kadar düşmektedir.

34,5 kV ve 50 KVA gücündeki trafo köyün girişine tesis edilmiştir. Trafonun konumu nedeni ile alçak gerilim panosundan tek çıkış yapılmıştır. Ekonomik olamayan bu durum gerilim düşümlerinin artmasının bir nedenidir.

Enerji analizörü ile yapılan ölçümler neticesinde köyde hane başı talep güç 650 W olarak hesaplanmıştır. Ayrıca köyün harman yerinde 8 kW gücünde bir harman makinesi bulunmaktadır.

Şebekedeki gerilim düşümünün bu kadar yüksek olması, evlerdeki elektrikli eşyaların zarar görmesine neden olmakta ve kullanıcılar maddi zarara uğratmaktadır. Ayrıca şebekenin ekonomik ömrünün tamamlamasından dolayı çok sık arıza vermekte ve uzun süreli elektrik kesintileri meydana gelmektedir. Halidiye köyünde 2008 yılında, 4 adet O.G. ve 42 adet A.G. arızası meydana gelmiştir. Satılamayan elektrik enerjisi dağıtım şirketleri için zarar hanesine direk yazılır.

6.2. Yeni durumun incelenmesi

Köy şebekesine ait yeni durum projesi şekil 5.2 de verilmiştir. Yeni durum projesinde trafo yer seçimi yapılırken köy yerleşiminin merkezine en yakın ortak kullanım alanı tespit edilmiş ve trafo alçak gerilim çıkışlarının hepsi kullanılacak şekilde konumlandırılmıştır. Trafo direği, müşterek direkler ve alçak gerilim direkleri de SBA beton direk olarak seçilmiştir.

Konum itibari ile trafodan dört adet A.G. çıkışı yapılması sağlanmıştır. Böylece köye ait A.G. şebekesinin 1100 metre olan uzunluğu dört parçaya bölünmüştür. Buda A.G. kollarında güç dağılımının eşit olarak dağıtılması sağlamıştır.

Güç yoğunluğunun tespit edilmesinde enerji analizörü ile yapılan ölçümler esas alınmıştır. Her ne kadar enerji analizörü ile yapılan ölçümlerde hane başına toplu yük 650 W olarak tespit edilmiş olsa da geleceğe dönük güç artırımları dikkate alınarak hane başı toplu yük 1000 W olarak alınmıştır. Gerilim düşümü hesaplarında bu değer dikkate alınmıştır.

Alçak gerilim kollarına ait gerilim düşümü hesapları bölüm 5'de tablolar olarak verilmiştir. A kolundaki gerilim düşümü (Bkz. Tablo 5.9.) %0,913, B koluna ait gerilim düşümü (Bkz. Tablo 5.10.) %0,983, C kolundaki gerilim düşümü (Bkz. Tablo 5.11.) %0,655 D kolundaki gerilim düşümü (Bkz. Tablo 5.12.) %4,724 olarak

hesaplanmıştır. Buda Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğinde verilen, dağıtım şebekelerinde için gerilim düşümü oranı olan %5 altındadır.

Yapılan teknik hesaplarda alçak gerilim şebekesinde, Rose AWG iletken kullanılmıştır. Yük dağıtımının dengeli olabilmesi için iletken tertibi tüm şebeke üç faz, nötr ve sokak fazından oluşan 5xRose seçilmiştir.

Trafo yerinin köy yerleşim merkezine kaydırılması nedeni ile beş adet müşterek direk dikilmiştir. Direklerin dikimi esnasında O.G. iletkenlerine maksimum yatay yaklaşım mesafeleri dikkate alınmalıdır. Elektrik kuvvetli akım yönetmeliğine göre hava hattı iletkenlerinin en büyük salgı durumunda üzerinden geçtikleri yerlere olan en küçük düşey uzaklıkları Ek A' da verilmiştir.

6.2. Ekonomik analiz

Halidiye köyünü dağıtım şebekelerinde yapılan iyileştirmenin bir kazancıda şebekede meydana gelen güç kayıplarının azalmasıdır. Bir fazlı sistemde yükün hat sonunda olduğu durumda güç kaybı formül (6.1) ile hesaplanır[5].

$$\Delta P = \frac{S^2}{U^2} x R \quad (6.1)$$

Üç fazlı dengeli yüklü sistemlerde ise kayıp güç bir fazlı sistemin üç katı alınır. Formül (6.1) üç fazlı sistemler için aşağıdaki şekilde düzenlenir.

$$\Delta P = 3x \frac{S^2}{U^2} x R \quad (6.2.)$$

Halidiye köyü talep gücü Bölüm 5.' de 31,200 kW olarak hesaplanmıştı. Bu gücün üç faz eşit olarak dağıldığı kabulü ile 1 faza düşen yük 10,4 kW olarak bulunur. Bulunan bu yayılı yükü hat başı ve hat sonu bireysel yük haline getirebiliriz. Bu takdirde hat sonu bireysel yükü 5,2 kW olarak hesaplanır.

Formül (7.2) den kayıp güç aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\Delta P = 3x \frac{5,2^2}{0.177^2} x 0.96273 = 2,493 kW$$

Bu güç kaybı yaklaşık % 8 karşılık gelmektedir.

Meskenlerde TEDAŞ Müşteri Hizmetleri Yönetmeliğine göre günlük kullanım süresi 5 saat olarak kabul edilmektedir. Bu durumda bir yıllık kayıp enerji,

$$E = \Delta P x t = 2.493 x 5 x 365 = 4550 kWh$$

olarak hesaplanır.

TEDAŞ tarafından açıklanan 01.04.2009 tarihli fiyat tarifelerine göre meskenlerde kullanılan elektriğin birim fiyatı vergiler ve fonlar hariç 0.16268 TL dir. Bu durumda bir yıllık kayıp enerjinin maliyeti,

$$Kayıta Enerji Maliyeti = 4550 x 0.16268 = 740 TL$$

olarak hesaplanır.

Yeni durum için kayıp güç değerleri her kol için ayrı ayrı hesaplanıp toplanarak toplam güç kaybı bulunur.

Tablo 6.1. Yeni duruma ait kolların güç kayıpları

| Kollar | 3-Faz Gücü (W) | 1-Faz Gücü (W) | Hat Sonu Gücü (W) | Hat sonu Gerilimi (V) | İletkenin Direnci(Ω) | Kayıp Güç (W) |
|--------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| A | 12.000 | 4.000 | 2.000 | 218 | 0,22 | 55,55 |
| B | 10.000 | 3.333 | 1.667 | 218 | 0,18 | 31,57 |
| C | 8.000 | 2.667 | 1.333 | 219,5 | 0,16 | 17,78 |
| D | 22.000 | 7.333 | 3.667 | 210 | 0,37 | 341,71 |
| Toplam | | | | | | 446,61 |

Hesaplanan kayıp güçler kurulu güç üzerinden hesaplanmıştır. Gerçekte talep güç eş zamanlılık katsayısının çarpımı ile bulunur. Sonuç olarak yeni durum için kayıp güç,

$$\Delta P = 0,6^2 \times 446,61 = 160,78W$$

Olarak hesaplanır. Bu güç kaybı yaklaşık % 0,5 tekabül etmektedir. Yıllık kayıp enerji maliyeti,

$$\text{Kayıp Enerji Maliyeti} = 0,16068 \times 5 \times 365 \times 0,16268 = 48TL$$

BÖLÜM 7. SONUÇLAR

Köy elektrifikasyonunda kullanılan teçhizat ekonomik ömrünü tamamlamıştır. Mevcut haliyle iletim ve dağıtım sistemlerinin kullanılması can ve mal güvenliği açısından tehlike arz etmekte ve son kullanıcıların sürekli ve kaliteli elektrik enerjisi kullanımı sağlanamamaktadır. Köy şebekelerinin günümüz şartlarına göre projelendirilerek yeniden tesis edilmesi gerekmektedir.

Köy elektrifikasyon projelerinde malzeme seçilirken, şebekenin bulunduğu bölgenin şartlarına göre ekonomik ömrü uzun ve işletme güvenliğini sağlayabilecek malzemeler seçilmelidir. Proje ve teknik hesaplar yürürlükteki “Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği’ne” uygun olarak yapılmalıdır.

Ülkemizde köy ve kasabalarda nüfus artış hızı eksi yöndedir. Bu nedenle köy elektrifikasyon projelendirilmesinde güç yoğunluğu hesabının nüfus artış katsayısına göre yapılması uygun değildir. Bu şekilde yapılan güç yoğunluğu hesaplarında trafo gücü olması gerekenden yüksek seçileceğinden bakır ve demir kayıplarının artmasına yol açacaktır.

Güç yoğunluğu tespit edilirken enerji analizörü yardımıyla köyün güç tüketimi incelenmeli ve bu güce ileride olası muhtemel güçler eklenerek trafo gücü tespit edilmelidir.

Bölüm 5’ de Sakarya ili, Geyve ilçesi, Halidiye köyüne ait elektrifikasyon projesi yapılmış olup sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 6.1.’ de verilmiştir. Mevcut durumda gerilim düşüm değeri % 21,388 ve hat sonu gerilimi 173 V tur. Bu durumda son kullanıcılara ait elektronik cihazlar zarar görmekte ve çalışmamaktadır. Ayrıca hat iletkenlerinin eski ve yetersiz olması nedeni ile dağıtım sistemine ait ısıl kayıplar artmaktadır. Kayıplar ve arızlardan kaynaklan satılamayan elektrik enerjisi ulusal

ekonomiye büyük kayıplar vermektedir. Ayrıca gerilim düşümünden kaynaklanan güç kayıpları dağıtım şirketinin kayıp kaçak oranlarını artırmaktadır. Halidiye köyü mevcut durumda kayıp oranı % 8 olarak hesaplanmıştır.

Arıza kaynaklarını azaltıp teknik kayıpları minimuma indirmek için harcanacak olan tesis maliyeti Halidiye köyü için 46.401.10 TL olarak hesaplanmıştır. (Bkz Ek B.) Halidiye köyüne yapılacak olan yatırımla gerilim düşümü oranları % 1 seviyelerine çekilecek ve son kullanıcıların kaliteli ve kesintisiz elektrik enerjisi kullanması sağlanacaktır. Yeni durumda kayıp güç yüzdesi ise % 0,5 hesaplanmıştır.

Halidiye köyünde 2008 yılında 4 adet Orta gerilim arızası ve 42 adet alçak gerilim arızası meydana gelmiştir. Yapılacak olan bu çalışma neticesinde arızaların % 90 oranında azalacağı varsayılmaktadır. Her arızanın kuruma ortalama maliyeti yaklaşık 30 TL olarak tahmin edilmektedir.

Tablo 7.1. Halidiye köyü mevcut ve yeni durumun karşılaştırılması

| | Gerilim Düşümü (%) | Hat sonu gerilimleri (V) |
|--------------|--------------------|--------------------------|
| Mevcut Durum | 21,388 | 173,35 |
| Yeni Durum | A-kolu 0,931 | 218,4 V |
| | B-kolu 0,983 | 218,7 V |
| | C-kolu 0,655 | 218,8 V |
| | D-kolu 4,724 | 210.2 V |

Yeni projenin gerçekleştirilmesi durumunda kurumun kazancı aşağıdaki hesaplanmıştır.

$$\text{Kazanç}=(740-48)+(0,9 \times 46 \times 30)=1934 \text{ TL}$$

Arızaların yıllara göre artmadığı kabulü ile dağıtım şebekesinin kendisini amorti etme süresi hesaplanabilir.

$$\text{Amortisman süresi(A.S.)}=\text{Tesis Maliyeti/Kazanç}$$

$$A.S. = \frac{46.410}{1934} = 24 \text{ yıl}$$

Bu hesaplamalara göre yeni tesis maliyeti kendisini ancak 24 yılda karşılamaktadır. Dolayısıyla yapılan yatırım ekonomik anlamda karlı bir yatırım olarak gözükmemektedir. Ancak abonelerine kaliteli ve kesintisiz enerji götürmek dağıtım şirketlerinin görevidir. Abonelerine kaliteli ve kesintisiz enerji götüremeyen dağıtım şirketleri hukuksal problemlerle karşılaşabilmekte ve yüklü tazminatlara mahkum olabilmektedir. Ayrıca özelliğini kaybetmiş dağıtım şebekeleri can ve mal güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmekte ve telafisi olmayan kayıplara sebep olmaktadır.

Yapılacak olan yatırım her ne kadar ekonomik olarak karlı olmasa da can ve mal güvenliğinin sağlanması açısından özelliğini kaybetmiş köy elektrifikasyon şebekelerinin yenilenmesi gerekir.

KAYNAKLAR

- [1] UÇKU K., Enerji Dağıtımı ve Projesi-1, Ankara, 1974.
- [2] YUNUSOĞLU A., Orta Gerilim Enerji Nakil Hatları Proje -1 Ankara, 1995.
- [3] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik Kuvvetli Akımlar Tesisleri Yönetmeliği, T.C. Enerji Bakanlığı, 2000.
- [4] UÇKU K., Enerji Dağıtımı ve Projesi-2, Ankara, 1974.
- [5] DENGİZ H.H., Enerji Hatları Mühendisliği, Kardeş Kitabevi, Ankara, 1991.
- [6] Yıltes Elektrik İnşaat Taahhüt ve Ticaret Şirketi, internet sayfası, 2008.
- [7] SANER Y., Güç İletimi, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2004.
- [8] TEDAŞ, Köy Dağıtım Hatları, Kök ve Köy Elektrik Şebekelerinin Yenilenmesine Yönelik Teknik Kriterlerin Belirlenmesine İlişkin Komisyon Raporu Ankara, 2007.
- [9] TEDAŞ, Şehir Şebekeleri AO-AG Elektrik Projesi Yapım Esasları El Kitabı-5, Ankara, 2001.
- [10] İNAN, M ., Orta Gerilim Şebekeleri, 2. Kısım, Sayı: 1212 s. 91, 130-136 , İTÜ Elektrik Fakültesi, İstanbul, 1982.
- [11] ŞERİFOĞLU, N. , SOYSAL O. Elektrik Enerjisi Sistemleri, Cilt 2, s. 9-10, İstanbul 2001.
- [12] SANER Y., Güç Dağıtımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2001.
- [13] TEDAŞ Genel Müdürlüğü Elektrik Proje ve Tesis Birim Fiyat kitabı, Ankara, 2008.
- [14] Elektrik Enerji Tesisleri Proje Yönetmeliği, T.C. Enerji Bakanlığı, Ankara, 1978.

EKLER

Ek A.

Hava hattı iletkenlerinin en büyük salgı durumunda üzerinden geçtikleri yerlere olan en küçük düşey uzaklıkları

| İletkenlerin üzerinden geçtiği yer | Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (kV) | | | | | |
|---|--|--------|-----|------|-----|------|
| | 0-1 | 1-17,5 | 36 | 72,5 | 170 | 240 |
| | En küçük düşey uzaklık (m) | | | | | |
| Üzerinde trafik olmayan sular | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 8,5 |
| Araç geçmesine elverişli çayırı tarla, otlak v.b. | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 9,5 |
| Araç geçmesine elverişli köy yolları | 5,5 | 7 | 7 | 7 | 8 | 12 |
| Şehirlerarası karayolları | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 12 |
| Ağaçlar | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 5 |
| Üzerine herkes tarafından çıkılabilen düz damlı yapılar | 2,5 | 3,5 | 3,5 | 4 | 5 | 8,7 |
| Üzerine herkes tarafından çıkılamayan eğik damlı yapılar | 5 | 3 | 3 | 3,5 | 5 | 8,7 |
| Elektrik hatları | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 4,5 |
| Petrol ve doğalgaz boru hatları | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Üzerinde trafik olan sular ve kanallar | 4,5 | 4,5 | 5 | 5 | 6 | 9 |
| İletişim hatları | 1 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 4,5 |
| Elektriksiz demir yolları | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 10,5 |
| Otoyollar | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |

İşin Adı :

SAKARYA İLİ GEYVE İLÇESİ HALİDİYE KÖYÜ

Ek B.

ANA İÇMAL

PROJE KEŞFİ

| | MALZEME | MONTAJ | TOPLAM |
|---|-----------|---------------|-----------|
| a | 22.401,77 | 19.914,49 | 42.316,26 |
| b | 4.084,84 | | 4.084,84 |
| c | 0,00 | | 0,00 |
| d | | | 0,00 |
| | | 46.401,10 YTL | |
| GENEL TOPLAM (a+b+c+d) (rakam ve yazıyla) | | | |
| kırk altı bin dört yüz bir YTL. on YKr. | | | |

EKLERİ

- Malzeme ve Montaj Teklif Birim Fiyat Cetveli
- Demontaj (sökme) İşlerine Ait Teklif Birim Fiyat Cetveli
- Demontajdan Montaj İşlerine Ait Teklif Birim Fiyat Cetveli
- İnşaat İşlerine Ait Teklif Birim Fiyat Cetveli

2 Sayfa
1 Sayfa
0 Sayfa
0 Sayfa
3 Sayfa

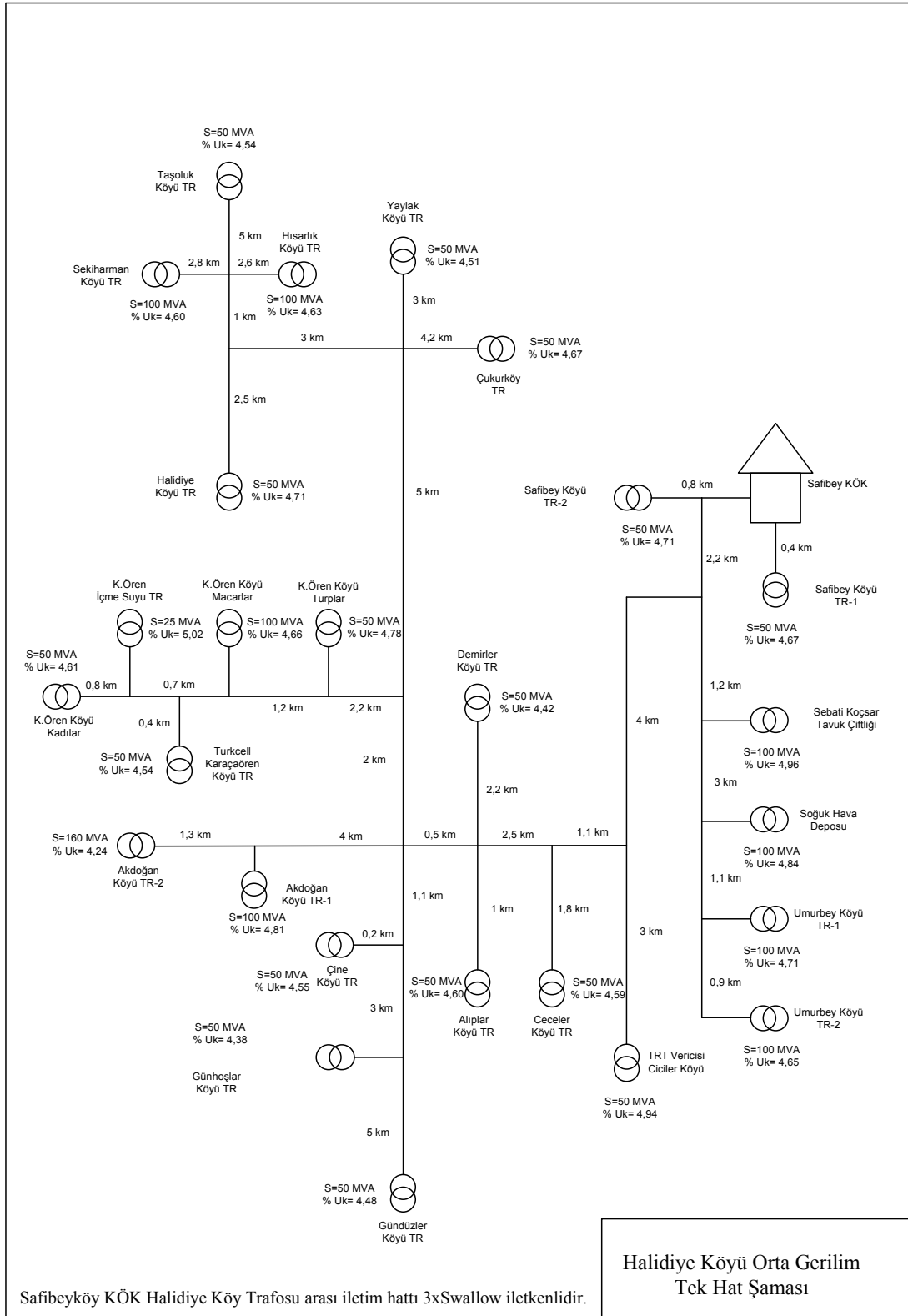
Toplam :

Ek D.

DEMONTAJ
SAKARYA İLİ GEYVE İLÇESİ HALİDİYE KÖYÜ

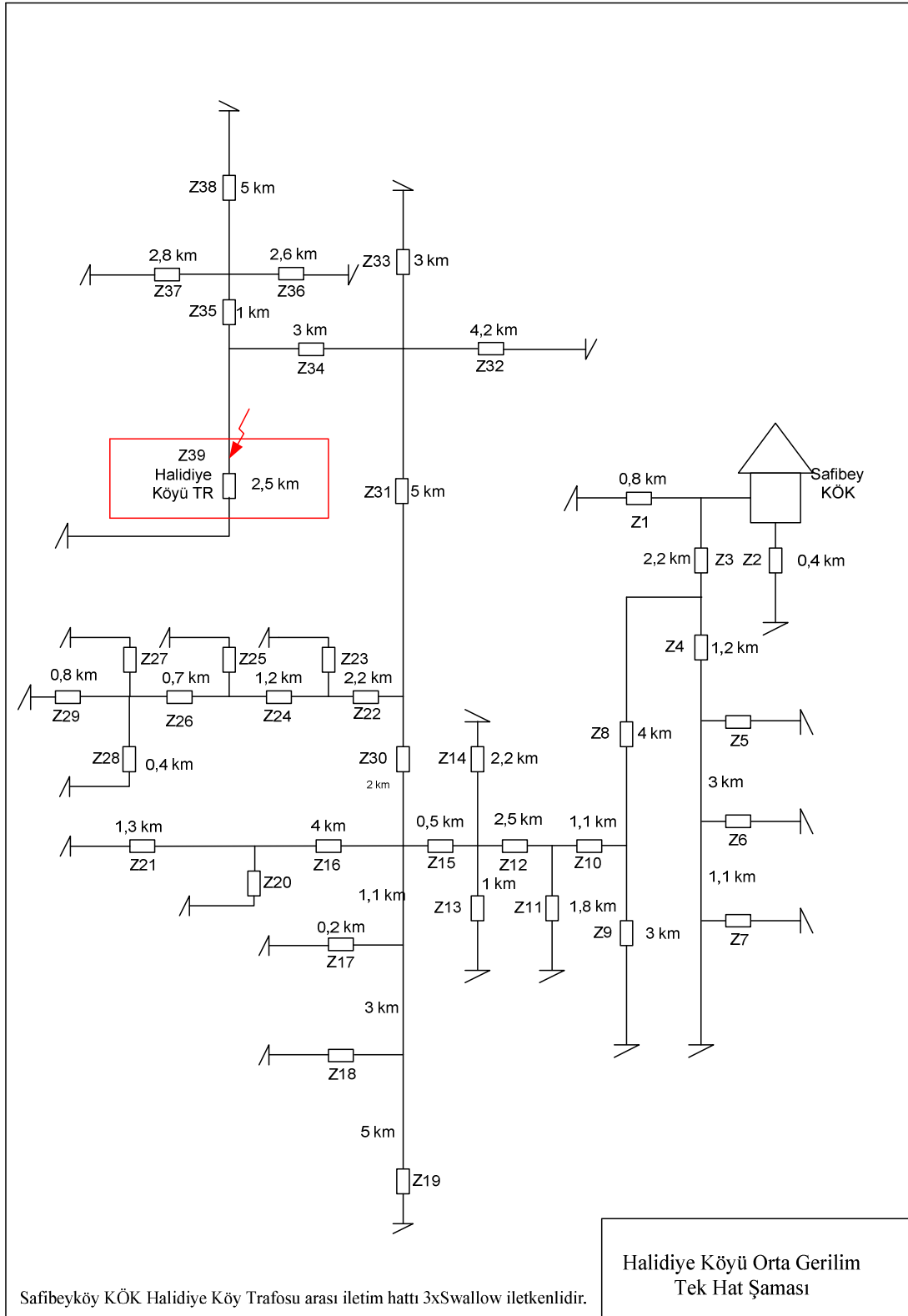
| POZ NO | İŞİN CINSİ | TEMİN | BİRİM | DENİZKÖY | TOPLAM | DEMONTAJ | |
|-----------|---|------------|-------|----------|---------------|-------------|----------|
| | | | | | | BİRİM FİYAT | TUTARI |
| | | | | | | (YTL) | (YTL) |
| 105.1.1 | BOYALI KAYNAKLI DEMİR DİREKLER VE TRAVERSLER | | | | | | |
| | <i>I- Şehir İçi A.G ve O.G Müşterek Şebeke Direkleri</i> | | | | | | |
| | T-15 DİREK | 1 ad x 848 | kg | = | 848 kg | 1 | 1 |
| | D-200 TRAVERS | 1 ad x 44 | kg | = | 44 kg | 1 | 1 |
| | D-250 TRAVERS | 1 ad x 54 | kg | = | 54 kg | 1 | 1 |
| | toplam : ##### ad | | | | 946 kg | | |
| | <i>I- Şehir İçi A.G ve O.G Müşterek Şebeke Direkleri için</i> | K | kg | | 946 | 1,03 | 974,38 |
| 105.8 | AĞAÇ DİREKLER | | | | | | |
| 105.8.1 | A.G ve O.G Müşterek Direkler | | | | | | |
| | 9-9,5 mt. ağaç direkler | K | Ad. | 23 | 23 | 25,16 | 578,68 |
| 109.2 | ALÜMİNYUM İLETKENLER (A.G. Şebekesinde) | | | | | | |
| | Rose (59,15 Kg/Km) Al. İletken | K | kg | 320 | 320 | 3,40 | 1.088,00 |
| 111.4 | HAVA HATTI MESNET İZOLATÖRLERİ | | | | | | |
| | 1 kV N 80 | K | Ad. | 120 | 120 | 0,49 | 58,80 |
| | 36 kV VHD-35 (20 mm/kv) Normal Tip | K | Ad. | 3 | 3 | 3,24 | 9,72 |
| | 36 kV - 10 kA. Metal Oksit Parafudr | K | Ad. | | 0 | 34,18 | 0,00 |
| 117.7 | HARİCİ TİP SİGORTALI AYIRICILAR (SEKSİYONERLER) | | | | | | |
| 120 | SOKAK AYDINLATMA ARMATÜRLERİ | | | | | | |
| | 2x11 W Fluoresant Armatür | K | Ad. | 24 | 24 | 9,50 | 228,00 |
| 124.1.2 | HARİCİ TİP A.G. DAĞITIM PANOLARI | | | | | | |
| | 50 kVA Harici Tip AG Panosu | K | Ad. | 1 | 1 | 83,14 | 83,14 |
| 131.3.1.4 | Dahili ve Harici Tip Trafo 33 / 0,4-0,231 kV | | | | | | |
| | 50kVA H.T Tipi Dağ. Trafosu 34,5 / 0,4-0,231 kV. | K | Ad. | 1 | 1 | 689,92 | 689,92 |
| 132.13.1 | 2x6 mm ² NYM Kablolü Havai Abone Bağlantı Hattı | K | mt. | 200 | 200 | 1,69 | 338,00 |
| | 4x6 mm ² NYM Kablolü Havai Abone Bağlantı Hattı | K | mt. | 20 | 20 | 1,81 | 36,20 |
| | | | | | TOPLAM | | 4.084,84 |

Ek E.



Halidiye Köyü Orta Gerilim Tek Şeması

Ek F.























Halidiye köyü eşdeğer empedans tek hat şeması

Ek G.

Gerilim düşümü hesaplamasında verilen tablosunun açıklaması

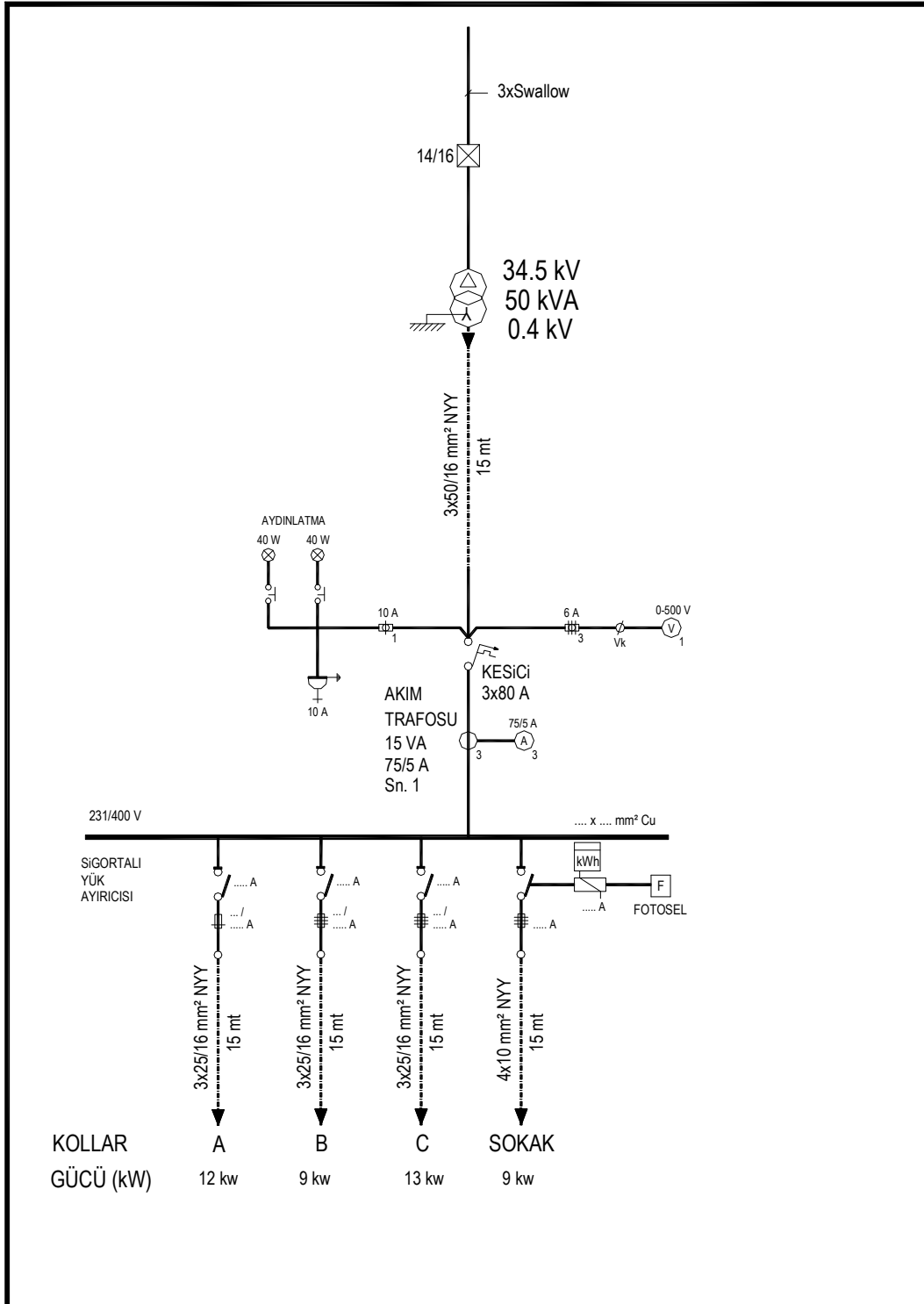
| | |
|----------|---|
| 1.Satır | Hatta kullanılan iletkenin kesiti yazılır. (mm ²) |
| 2.Satır | Trafo direğine bir numara verilir ve saat yönünde direkler numaralandırılır. Şekilde gösterilen branşmanlara branşman direğininie ait direk numaraları yazılarak hattın sonuna kadar işlenir. |
| 3.Satır | Trafoya ait alçak gerilim buşingi ile alçak gerilim panosu arasındaki mesafeden başlayarak branşman direkleri arasındaki mesafeler girilir. (m) |
| 4.Satır | Branşman direkleri arasında kalan yüklerin ara mesafeye bölünmesi ile bulunan güç yoğunluğu değeri girilir. (W/m) |
| 5.Satır | Varsa branşman alan hattın uzunluğu girilir. (m) |
| 6.Satır | Branşman yükleri toplamının branşman mesafesi ile bölünmesi sonucu bulunan güç yoğunluğu yazılır. (W/m) |
| 7.Satır | Hatta toplu olarak bulunan sanayi veya toplu yükler yazılır. (W) |
| 8.Satır | Güç faktörü değeri girilir. Meskenlerde 1 olarak alınır. |
| 9.Satır | Eşzamanlılık katsayısı girilir. Meskenlerde 1 olarak alınır. |
| 10.Satır | Branşman direkleri arasında kalan hat parçasının toplam yayılı yük değeri girilir. (W) |
| 11.Satır | Branşman hattının toplam yük değeri girilir. (W) |
| 12.Satır | Hatta toplu olarak bulunan sanayi veya toplu yükler yazılır. (W) |
| 13.Satır | Branşman direkler arasın kalan yayılı yük toplamı ikiye bölünerek branşmanların altına yazılır. Bu işleme hattın sonundan başlanır. (W) |
| 14.Satır | 13 satırda bulunan değerler sol alt sütuna yazılır. (W) |
| 15.Satır | Toplu yük bulunan değerler branşman noktasının altındaki 15 numaralı satıra yazılır. (W) |
| 16.Satır | 13, 14 ve 15 numaralı satırlarda bulunan yükler toplanarak 16 satıra yazılır. (W) |
| 17.Satır | Branşman direkleri arasındaki mesafe ile 16.satırda hesaplanan değerler çarpılır. |
| 18.Satır | Gerilim düşümü formülündeki sabitler hesaplanarak k katsayısı bulunur. $k = \frac{100}{K.S.U^2}$ formülünden hesaplanır. Burada K iletkenlik katsayısı Alüminyum için 35,8 m/Ωmm ² , Bakır için 58 m/Ωmm ² alınır. S iletken kesiti (mm ²) ve U işletme gerilimidir. |
| 19.Satır | %e _r branşman direkleri arasında kalan hat parçalarına ait gerilim düşümü değerleridir. |
| 20.Satır | Hattın toplam yükü yazılır. |
| 21.Satır | %e hat parçaları için hesaplanan %e _r toplamı yazılır. |

Ek I.

| SEMBOL LİSTESİ | | | |
|---|----------------------------------|---|-----------------------------|
|  | MEVCUT TRAF0 DİREGİ |  | MEVCUT AG DİREGİ |
|  | YENİ TRAF0 DİREGİ |  | YENİ AG DİREGİ |
|  | DEMONTAJ - MONTAJ TRAF0 DİREGİ |  | DEMONTAJ - MONTAJ AG DİREGİ |
|  | MEVCUT MÜSTEREK DİREK |  | SOKAK LAMBASI 2x11 W |
|  | YENİ MÜSTEREK DİREK |  | SOKAK LAMBASI 125 W |
|  | DEMONTAJ - MONTAJ MÜSTEREK DİREK |  | LENTE |
|  | MEVCUT OG DİREGİ |  | İŞLETME TOPRAKLAMASI |
|  | YENİ OG DİREGİ |  | KORUMA TOPRAKLAMASI |
|  | DEMONTAJ - MONTAJ OG DİREGİ |  | MEVCUT DEMİR DİREK |
| | |  | YENİ DEMİR DİREK |
| | |  | DEMONTAJ-MONTAJ DEMİR DİREK |

Ek J.

A.G. Tek Hat Şeması



ÖZGEÇMİŞ

Murat TÜRK, 02.02.1977 de Bayburt' da doğdu. İlk ve orta öğretimini Trabzon da, lise eğitimini İstanbul' da İnönü Teknik Lisesinde Elektrik Bölümünde tamamladı. 1996-1999 yılları arasında İstanbul' da taahhüt projelerinde formen olarak çalıştı. 1999-2000 yılları arasında askerlik hizmetini tamamladı. 2000 yılında Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. de elektrik teknikeri olarak görev yaptı. TUBİTAK ile BEDAŞ' nın ortak yürüdüğü, dağıtım trafolarının otomasyon ile kumanda edilmesi projesinde aktif olarak çalıştı. 2002 yılında Sakarya Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünü dikey geçiş sınavı ile kazandı. Aynı yıl BEDAŞ' dan Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.' ye tayin oldu. 2005 yılında Sakarya Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünü bitirdi. Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.'de tesis kontrol mühendisi, Elektrik Piyasası İzleme ve Değerlendirme Başmühendisi olarak görev yaptı. SEDAŞ' in özelleştirmesi sonucu Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketine naklen tayin oldu. Şu an TEİAŞ Adapazarı işletme ve bakım müdürlüğünde İşletme ve Bakım Mühendisi olarak çalışmaktadır.