

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**PANOYU MONTAJA HAZIRLAMA
522EE0068**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ -1	3
1. PROJE	3
1.1. Pano Yerleşim Krokisi	3
1.1.1. Elemanların Yerleşim Düzeni.....	3
1.1.2. Pano Yerleşim Krokisinin Çizimi Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar	4
1.1.3. Kroki Çizimi	4
1.2. Dağıtım Tablo ve Pano Şeması Çizimi	5
1.2.1. Tablo Yapım Resimleri.....	5
1.2.2. Elektrik Bağlantı Şemaları.....	11
1.2.3. Pano Ön Görünüş Çizimi.....	13
1.2.4. Tablo ve Pano Arka Bağlantı Şeması	16
1.2.5. Tek Hat Şeması Çizimi	18
UYGULAMA FAALİYETİ	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	24
2. PANO SEÇİMİ VE MONTAJA HAZIRLAMA	24
2.1. Pano Çeşitleri.....	24
2.1.1. Kuvvet Dağıtım Tablo ve Panoları	24
2.1.2. Ana ve İlave Sac Panolar	25
2.1.3. Dağıtım Tabloları	26
2.1.4. Kumanda Tabloları	26
2.1.5. Şantiye Tabloları.....	27
2.1.6. Etanş Tablolar	28
2.1.7. Tablo ve Pano İmalatında Kullanılan Gereçler.....	28
2.2. Panonun Seçimi	32
2.2.1. Şartnameler	32
2.2.2. Dağıtım Tabloları Teknik Şartnamesi.....	32
2.2.3. Dağıtım Panoları Teknik Şartnamesi	33
2.2.4. Özel Şartname.....	35
2.3. Panoyu Montaja Hazırlama.....	35
2.3.1. Pano Sac Tablanın Hazırlanması	35
2.3.2. Pano Gövdesinin Hazırlanması.....	39
2.3.3. Pano Kapaklarının Hazırlanması	41
UYGULAMA FAALİYETİ	44
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	47
MODÜL DEĞERLENDİRME	48
CEVAP ANAHTARLARI	50
KAYNAKÇA	52

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0068
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL	Elektrik Tesisat ve Pano Montörlüğü
MODÜL	Panoyu Montaja Hazırlama
MODÜLÜN TANIMI	Pano içerisinde kullanılan kumanda devre elemanlarını tanıma ve seçme, pano yerleşim krokisi ve pano şeması çizimi, pano seçimi ve panoyu montaja hazırlama konularının anlatıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Panoyu montaja hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam sağlandığında, TS ve kuvvetli akım yönetmeliğine uygun olarak siparişe uygun malzeme ve araç gereçleri seçebilecek, panonun bağlantı şemasını çizebilecek ve panoyu montaja hazırlayabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Siparişe uygun olarak panoya montajı yapılacak malzeme ve araç gereci eksiksiz seçebileceksiniz.2. Her türlü panonun bağlantı şemasını, TS'ye, yönetmeliklere ve uluslararası normlara uygun olarak çizebileceksiniz.3. Panonun seçimini yapabilecek, pano yerleşim krokisini ve şemalarını çizebilecek ve panoyu montaja eksiksiz olarak hazırlayabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam Atölye, sınıf ve pano imalathaneleri Donanım Hesap makinesi, proje, şema, çizim araç gereçleri, tornavida takımı, alyen anahtar takımı, İngiliz anahtar takımı, lokma anahtar takımı, el breyzi, elmas matkap ucu, kablo açıcı, pabuç sıkma pensi, markalama ekipmanı.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Elektrik Tesisat Pano Montörlüğü dalı, elektrik elektronik sektöründe bina içi ve dışı elektrik tesisatına uygun tüm elektrik panolarının kurulumunu ve bakım onarımına yönelik eğitim verilen bir daldır.

Pano tasarım ve montajı dersi panonun montajı, kumanda devre kontrol ve koruyucu elemanları, ölçüm ve kompanzasyon cihazları baraların güç ve kumanda kablolarının montajı ve pano testleri hakkında bilgi ve becerilerin verildiği derstir. Panoyu montaja hazırlama modülü ile öğrencilerin malzemeler ve bu malzemelerin panoya yerleştirilişi hakkında meslek için temel sayılan bilgiler verilmektedir.

Öğrenci arkadaşlar bu temel bilgi ve becerileri çok iyi aldığında mesleğiyle ilgili karşılaşabileceği her türlü sorunun üstesinden gelebilecektir.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Her türlü panonun bağlantı şemasını, TS'ye, yönetmeliklere ve uluslararası normlara uygun olarak çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çeşitli pano ve tablo yapım resimlerini inceleyiniz.
- Çeşitli pano ve tablo ön görünüş bağlantı şemalarını inceleyiniz.
- Çeşitli pano ve tablo arka görünüş bağlantı şemalarını inceleyiniz.
- Elde ettiğiniz bilgileri bir rapor halinde hazırlayınız ve sınıfınızda öğretmen ve arkadaşlarınıza sununuz.

1. PROJE

1.1. Pano Yerleşim Krokisi

1.1.1. Elemanların Yerleşim Düzeni

Motor devrelerine enerji vermek için kullanılan dağıtım tablolarına kuvvet dağıtım tabloları denir. 3-5 linyesi olan küçük güçlü iş yerlerinde “tablo”, daha büyük güç gerektiren yerlerde “dağıtım panoları” olarak isimlendirilir. Kumanda edilecek toplam güce ve linye sayısına göre tablo boyutları değişir. Dağıtım panolarında enerjinin gelişi ile gidişi ayrı bölümlerde olacak şekilde dizayn edilir. Giriş bölümünde ana sigorta, ana şalter, ampermetre, voltmetre, sayaç, akım trafosu, sinyal lambası ve buna benzer gereçler bulunur. Diğer bölmelerde ise linye sigortaları, şalterler, sinyal lambaları ve benzeri gereçler bulunur. Enerji, alıcılara bu kısımdan dağıtılır.

Kompanzasyon gerektiren tesislerde panoda üçüncü bir bölme bulunur. Bu bölmede reaktif güç kontrol rölesi, kontaktörler ve kondansatörler yer alır.

63 amperi geçen sistemlerde bölmeler arası iletkenlikler bakır baralar yardımıyla sağlanır. Bundan başka topraklama ve nötr hattı için de baralar bulunur.

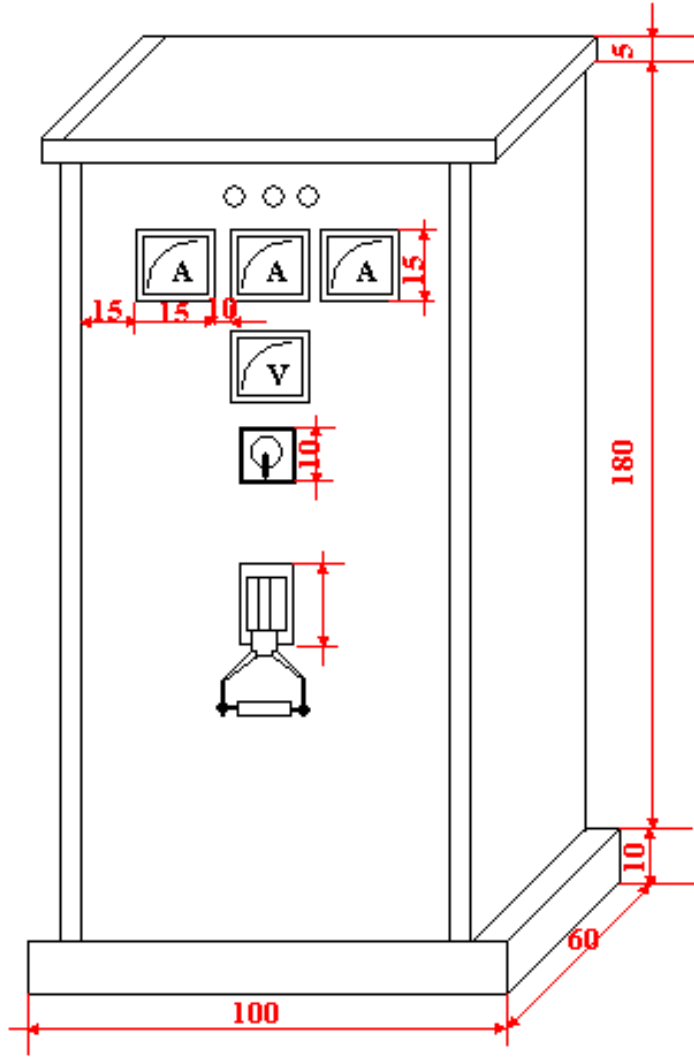
Enerji, dağıtım panoları tarafından dağıtım tablolarına verilir. Tesisin büyüklüğü dikkate alınarak enerji dağıtımında, dağıtım panoları veya tabloları kullanılır. Fabrika, atölye ve benzeri ünitelere gelen enerji dağıtım panolarına girmektedir. Daha sonra enerji ya direkt olarak alıcılara ya da yardımcı (tali) tablolara verilir. Panolara enerjinin geliş yerine göre duvara yakın uygun bir yere monte edilir.

1.1.2. Pano Yerleşim Krokinin Çizimi Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar

- Pano elemanlarını yerleştirmeden, panonun özelliklerine göre kaç bölümden oluşacağı belirlenmelidir.
- Enerjinin, panoya giriş ve çıkış noktaları belirlenmelidir.
- 63 amperden büyük panolarda bölmeler arası iletkenlikler bakır baralarla sağlanmalıdır. Yerleşim buna göre yapılmalıdır.
- Birinci bölmede, ana sigorta, ana şalter, voltmetre, ampermetre, sayaç, akım trafosu ve sinyal lambaları olmalıdır.
- Daha kolay okuyabilmek için ölçü aletleri, panonun üst tarafına yakın ve ön kapağa konulmalıdır.
- Sinyal lambaları ampermetrelerin üst tarafında olmalıdır.
- Voltmetrenin altına, voltmetre komütatörü konulmalıdır.
- Birinci bölmenin alt kısmına ana şalter konulmalıdır.
- Birinci bölmeye sayaçlar konulmalı ve kolay okunabilecek yerde bulunmalıdır. Mühürleme yapılabilmesi için sayaç ön kapağı olmalıdır.
- Ana sigorta sayaçlardan önce konulmalı ve mühürlü kısımda olmalıdır.
- Akım değerleri yüksek ise fazlar üzerine akım trafosu konulmalı ve sayaçlar buradan beslenmelidir. Dönüştürme oranına göre uygun akım trafosu ve sayaç seçilmelidir.
- Ana şalterin çıkışına kaçak akım rölesi konulmalıdır.
- İkinci bölmeye, linye sigortaları, linye şalterleri ve sinyal lambaları konulmalıdır.
- Sigorta ve şalterler enerjinin geliş yönüne göre yerleştirilmelidir.
- Enerji beslemesi yukarıdan, çıkışı aşağıdan ise sigortalar üst kısma konulmalıdır.
- Sigortaların alt kısımlarına şalter konulmalıdır.
- Sinyal lambaları şalterlerin üst kısmında yer almalıdır.
- Sinyal lambaları ve şalterler ön kapakta olmalıdır.
- Sigortalar iç kısımda yer almalıdır.
- Kompanzasyon gerektiren tesislerde, üçüncü bölme bulunur.
- Üçüncü bölmede reaktif güç kontrol rölesi, kontaktör ve kondansatör bulunur.
- Reaktif güç kontrol rölesi, ön kapağa ve üst kısma konulmalıdır.
- Kondansatörlere kumanda eden kontaktörler ve kondansatörler iç kısma konulur.
- Kontaktörler orta kısma, kondansatörler alt kısma konulmalıdır.
- Kroki çizimi üzerinde ölçüler ve araç gereçler belirtilmelidir.

1.1.3. Kroki Çizimi

Kroki çiziminde panonun ölçüleri, panonun şekli, panonun görünüşü ve pano üzerine yerleştireceğimiz elemanların nereye yerleştirilecekleri gösterilmelidir. Şekil 2.1'de örnek pano krokisi gösterilmiştir.

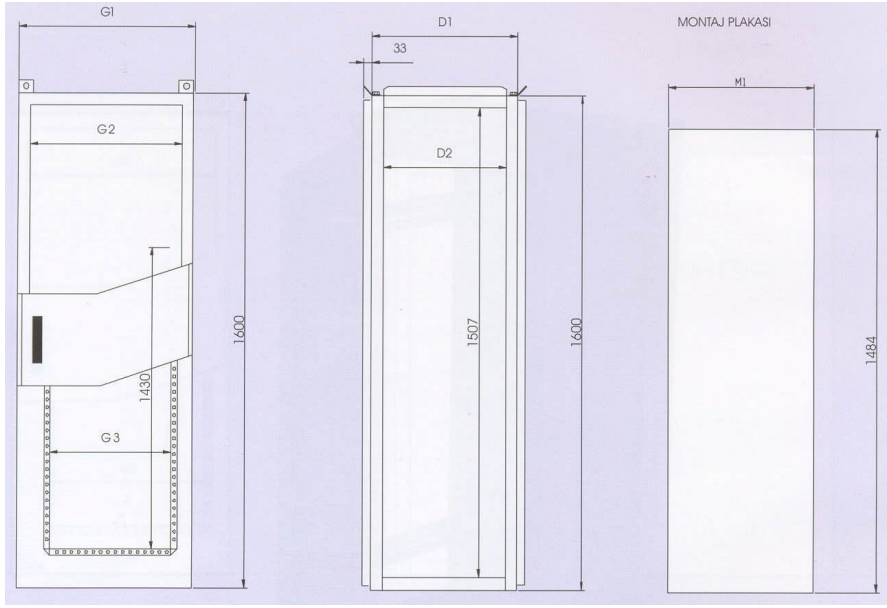


Şekil 1.1: Pano krokisi

1.2. Dağıtım Tablo ve Pano Şeması Çizimi

1.2.1. Tablo Yapım Resimleri

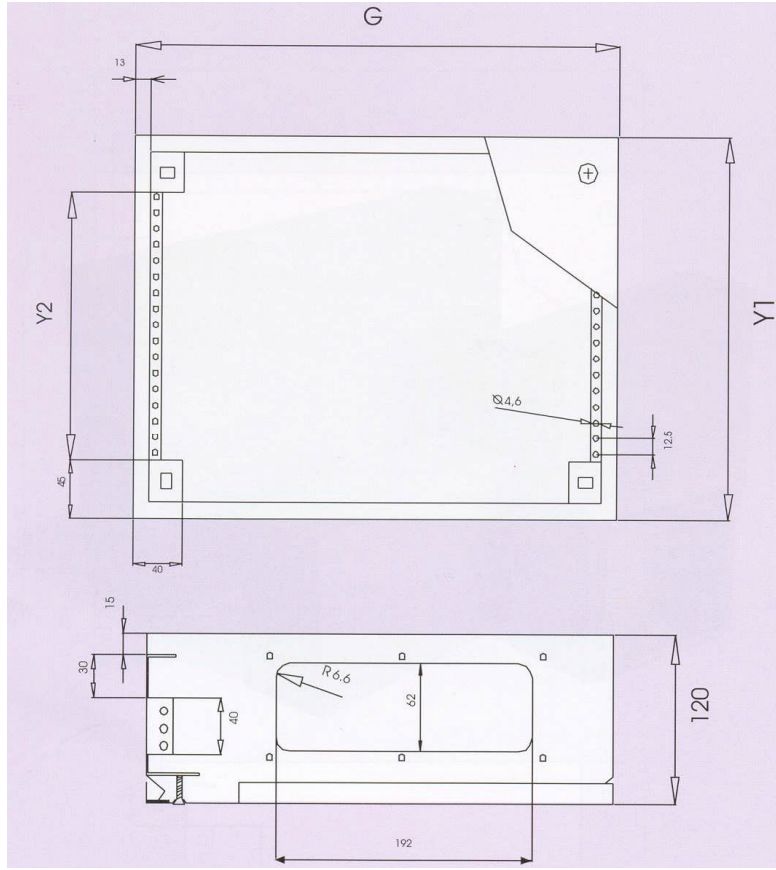
Tablo yapım resimlerinde, tabloların krokilere göre nasıl imal edildiklerini göstermektedir. Aşağıdaki şekil ve resimlerde panoların nasıl yapıldıkları gösterilmiştir.



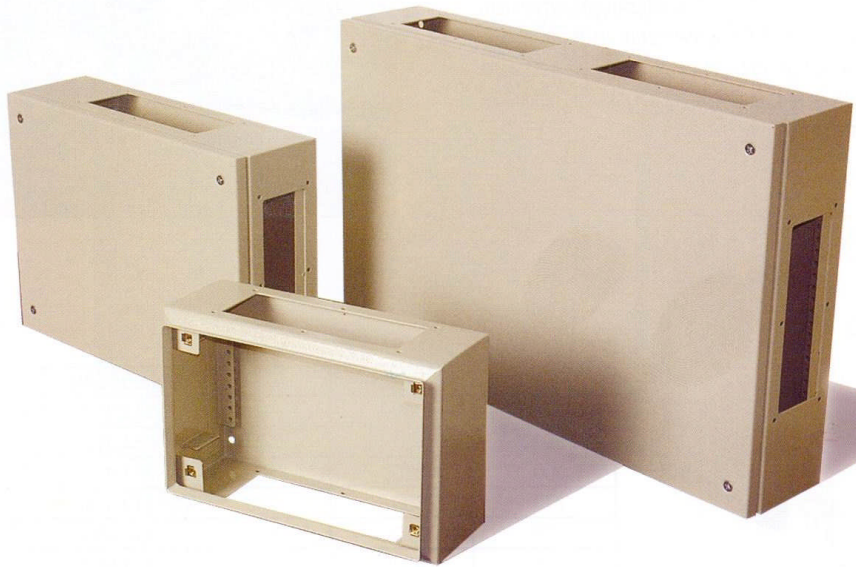
Şekil 1.2: Pano yapım ölçüleri



Resim 1.1: Şekil 1.2’de verilen ölçülerde imal edilmiş pano



Şekil 1.3: Pano yapım ölçüleri



Resim 1.2: Şekil 1.3'te verilen ölçülerde imal edilmiş pano



Resim 1.3: Sacların uygun ölçülerde kesilmesi



Resim 1.4: Sacların uygun ölçülerde kıvrılması



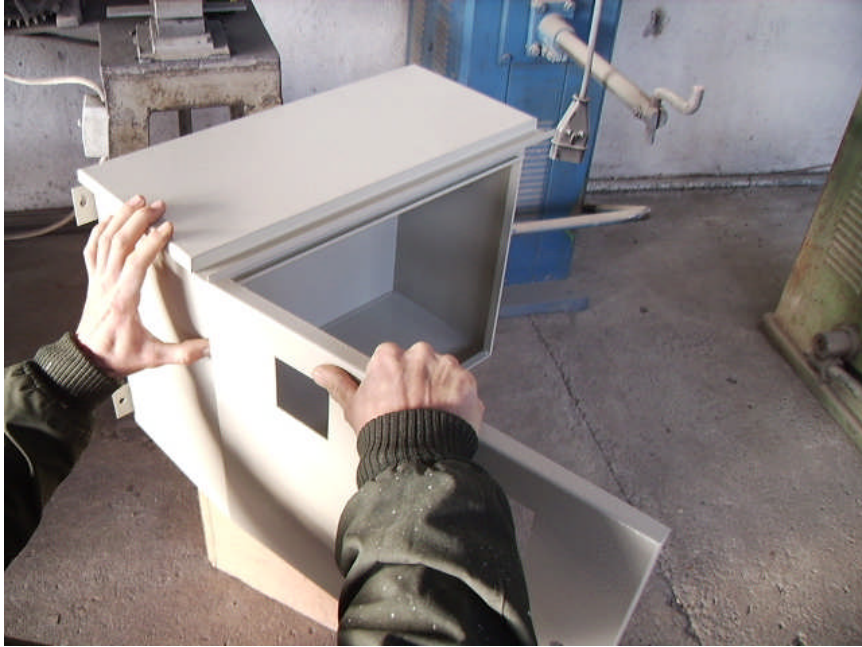
Resim 1.5: Parçaların uygun şekilde kaynakla birleştirilmesi



Resim 1.6: Parçaların uygun şekilde tabanca ile boyanması



Resim 1.7: Parçaların uygun sıcaklıkta fırınlanması



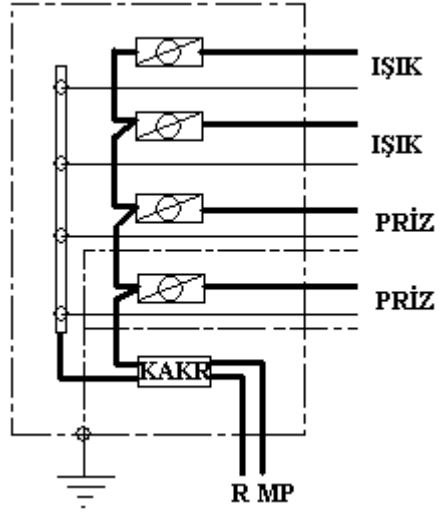
Resim 1.8: Parçaların uygun şekilde birleştirilmesi



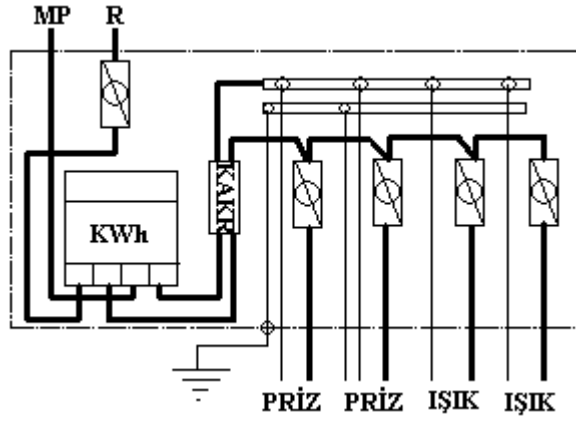
Resim 1.9: Parçaları tamamlanmış dâhilî tip bir pano

1.2.2. Elektrik Bağlantı Şemaları

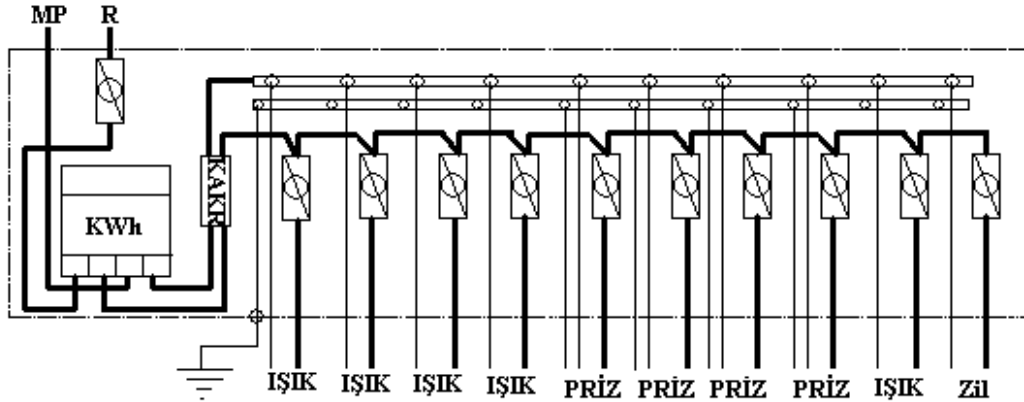
Panoların elektrik bağlantı şemaları çizilirken genellikle elektrik projelerinin kolon şemalarından yararlanılır. Çünkü pano, elektrik tesisatı yapılan bina veya iş yerinin elektrik kumandasını yapması için tasarlanmaktadır. Tesisata göre farklılıklar gösterir. Bu nedenle tesisat, tesisat projesi yapılmış olan yerin özellikleri ve genel bağlantı şeması ana kolon şemasında gösterilmiştir. Uygulayıcı da projeye uygun pano oluştururken kolon şemasına bağlı olarak kaç sayaç, sigorta, şalter, kaçak akım rölesi, reaktif güç kontrol rölesi, kondansatör kullanacağını ve bunların nereye kontrol edeceğini bulur. Bunlara ilave olarak kumanda devrelerini, ölçü aletlerini ve koruma elemanlarını da yerleştirerek panoların elektrik bağlantı şemalarını çizer.



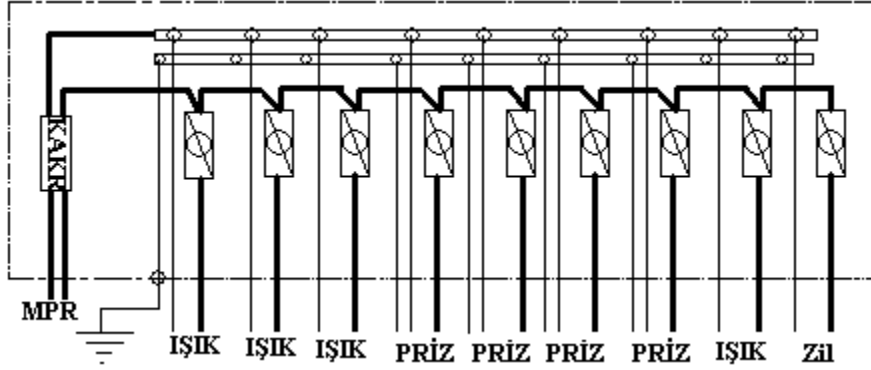
Şekil 1.4: Basit bir dağıtım tablosu elektrik şeması



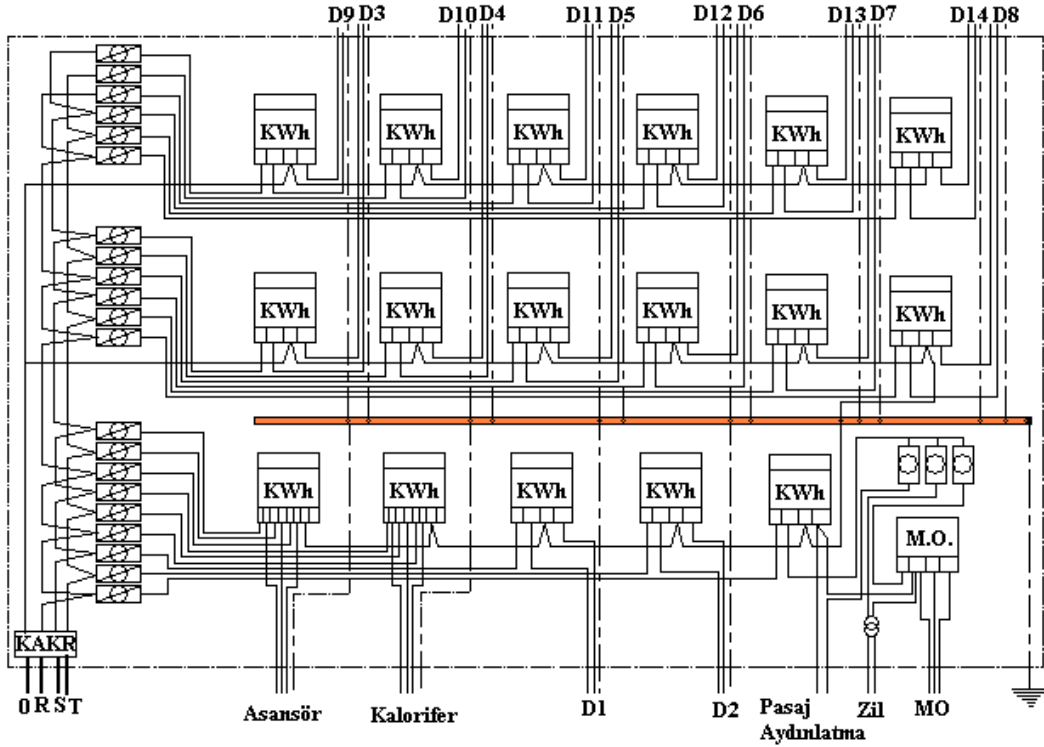
Şekil 1.5: Basit bir dağıtım tablosu elektrik şeması



Şekil 1.6: Basit bir dağıtım tablosu elektrik şeması



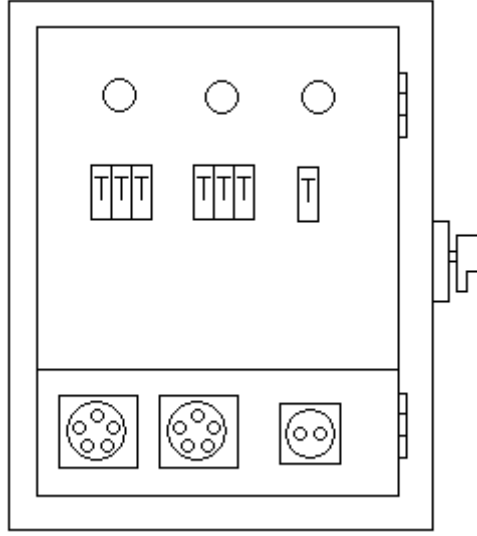
Şekil 1.7: Basit bir dağıtım tablosu elektrik şeması



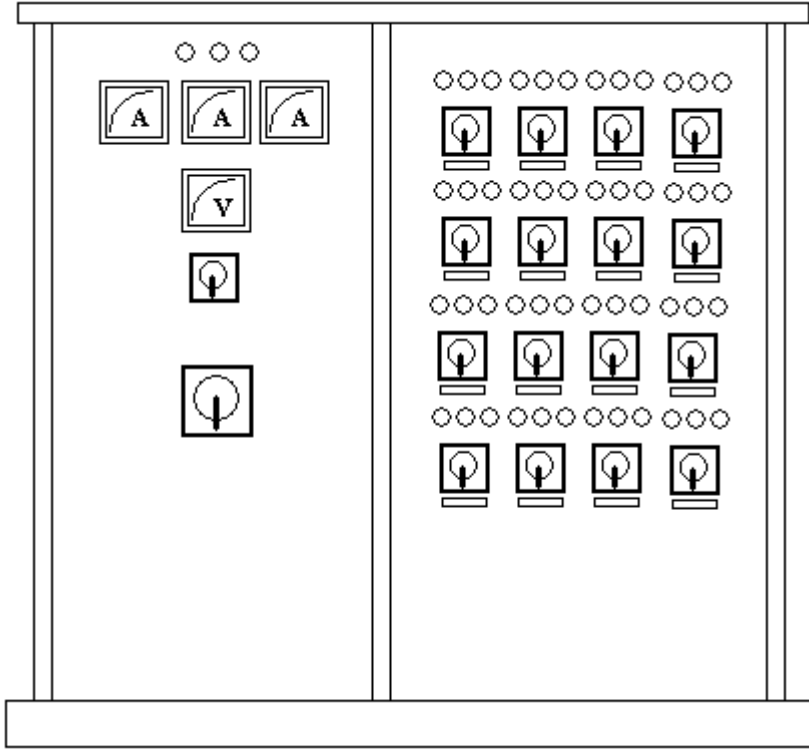
Şekil 1.8: On yedi aboneli ana pano elektrik bağlantı şeması

1.2.3. Pano Ön Görünüş Çizimi

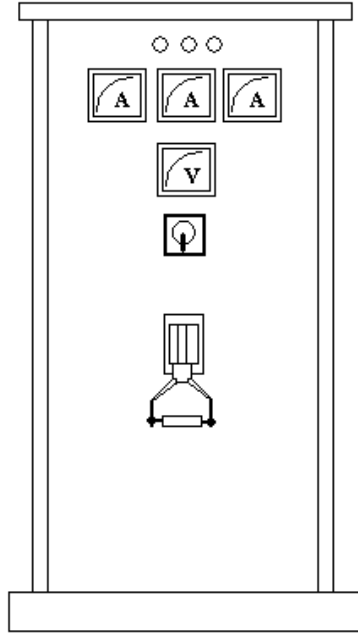
Panoların ön görünüş çizimleri, panoya göz hizasında tam karşıdan bakıldığında görüntüye göre yapılır. Pano ön görünüş çizimleri ön kapaktaki elemanların nereye yerleşeceğini ve pano bittiğinde ön görünüşün nasıl olacağını gösterir. Aşağıdaki şekillerde pano ön görünüş çizimleri verilmiştir.



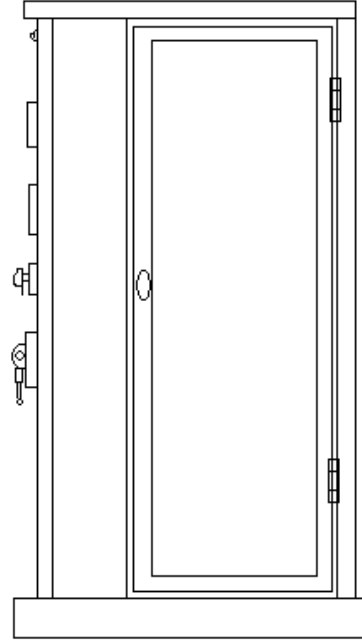
Şekil 1.9: Priz tablosu ön görünüş çizimi



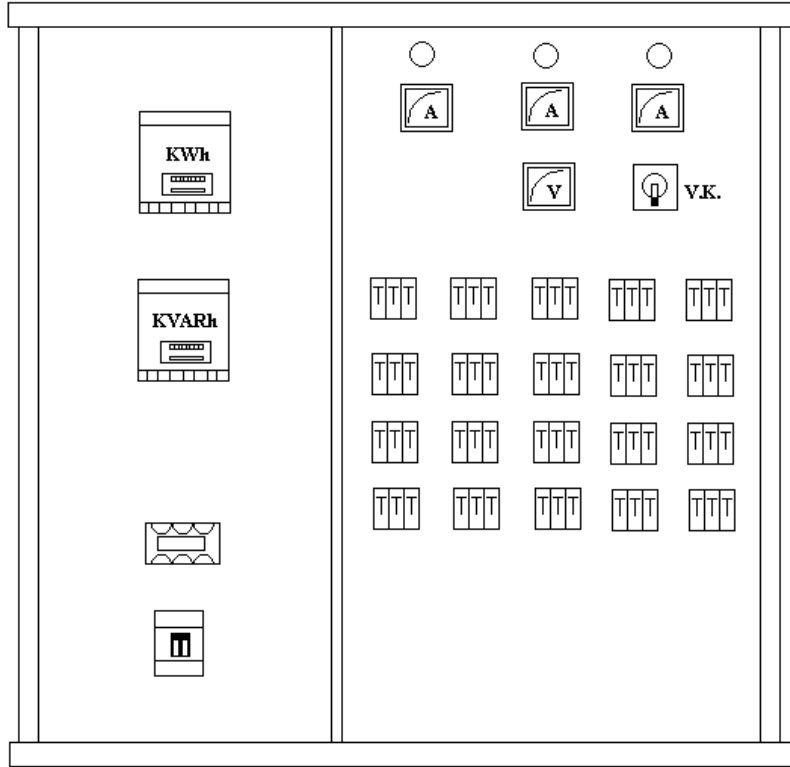
Şekil 1.10: Ana ve yardımcı pano ön görünüş çizimi



Şekil 1.11: Ana pano ön görünüş çizimi



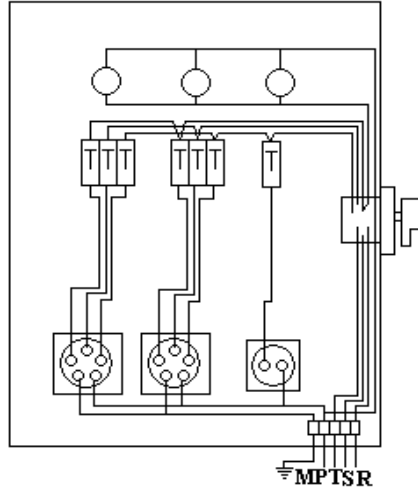
Şekil 1.12: Ana pano yan görünüş çizimi



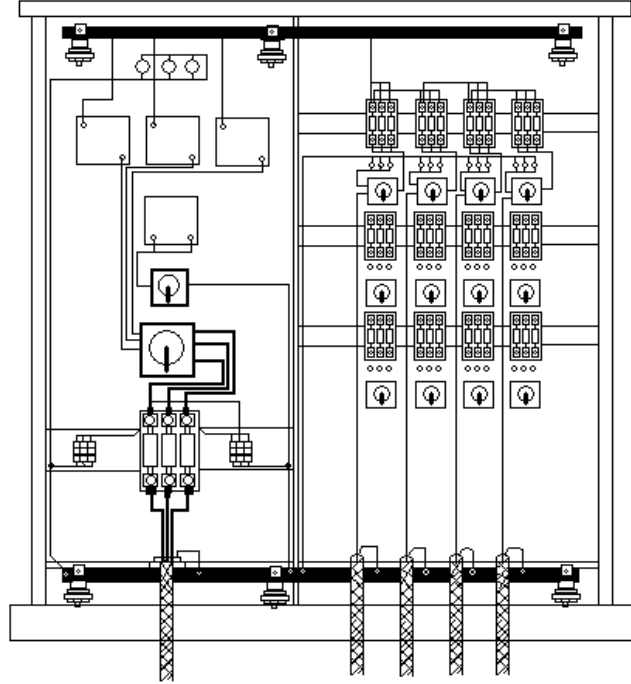
Şekil 1.13: Ana ve yardımcı pano ön görünüş çizimi

1.2.4. Tablo ve Pano Arka Bağlantı Şeması

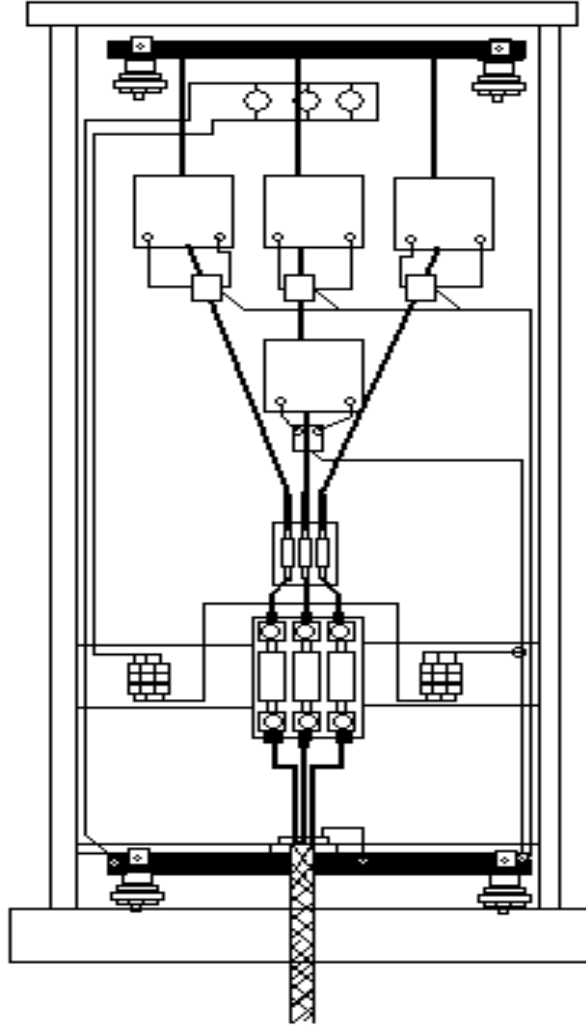
Tablo ve pano arka bağlantı şemaları, tablo ve panonun içerisinde bulunan elemanların birbirleri ile olan bağlantılarını gösterir. Bu bağlantılar çizilirken çok karmaşık olmaması için tek hat şeması ile gösterilir. Ayrıca pano içerisindeki elemanların yerleri de gösterildiği için bu şemalara bakarak arıza bulmak veya pano bağlantısı yapmak oldukça kolaydır. Aşağıdaki şekillerde tablo ve pano arka bağlantı şemaları gösterilmiştir.



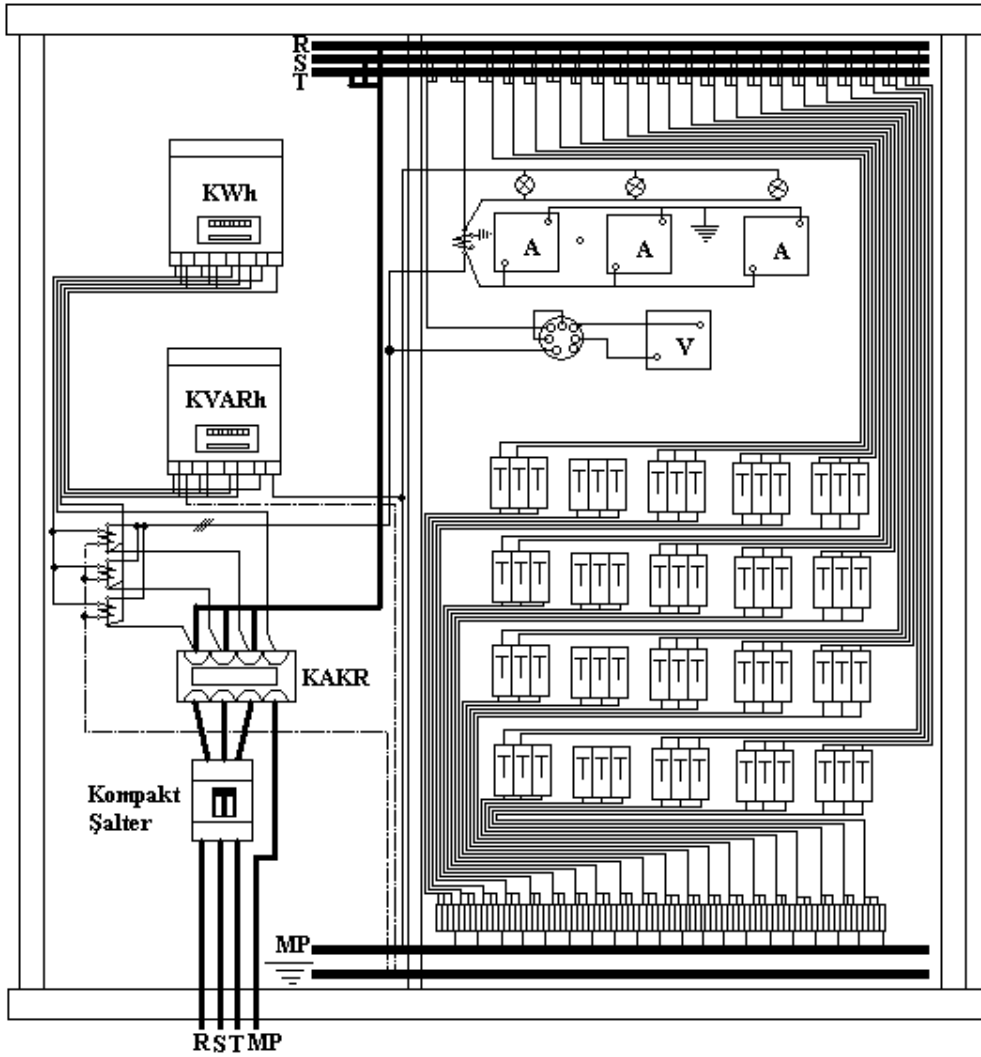
Şekil 1.14: Şekil 1.9'daki tablonun arka bağlantı şeması



Şekil 1.15: Şekil 1.10'daki panonun arka bağlantı şeması



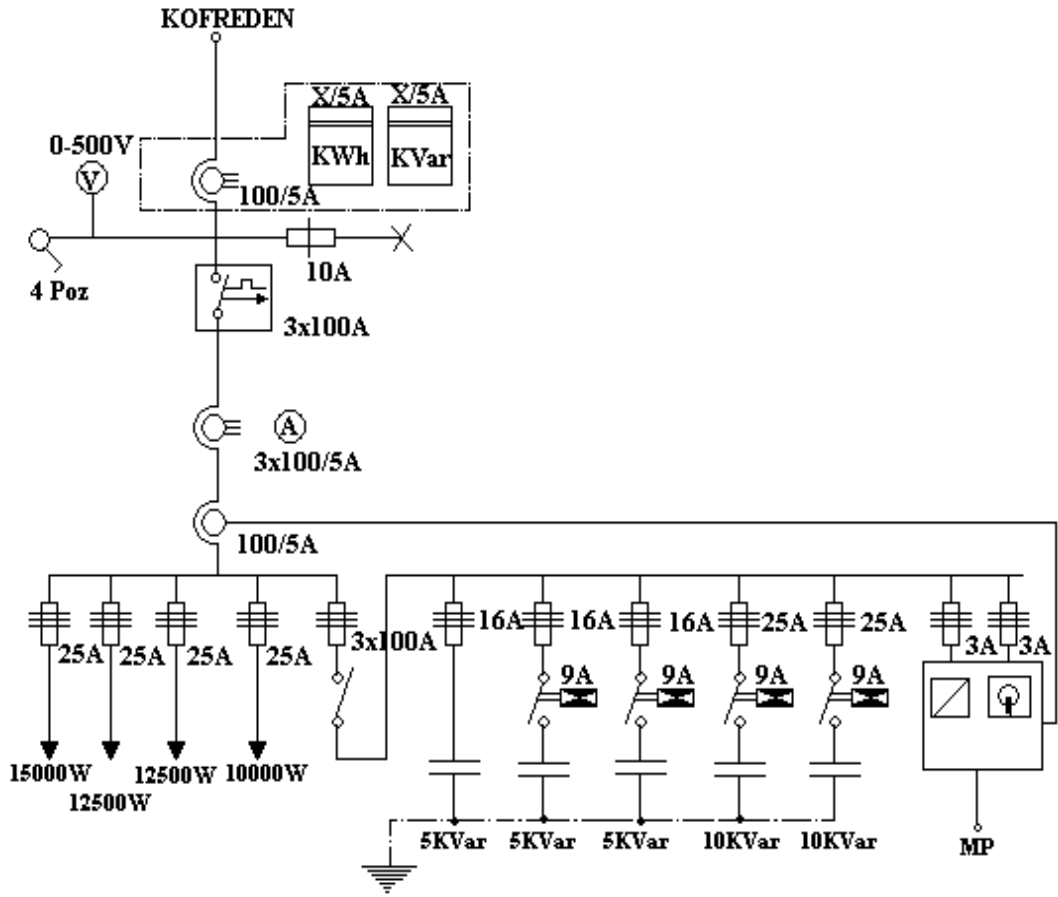
Şekil 1.16: Şekil 1.11'deki panonun arka bağlantı şeması



Şekil 1.17: Şekil 1.13'teki panonun arka bağlantı şeması

1.2.5. Tek Hat Şeması Çizimi

Tek hat şemalarını kolon şeması olarak da isimlendirebiliriz. Çünkü tek hat şemaları enerjinin girişinden kullanım yerine kadar olan tüm hattı kapsamaktadır. Tek hat şeması üzerinde devrede bulunan tüm elemanlar ve özellikleri gösterilmelidir. Ayrıca çok sade ve anlaşılabilir olduğundan tesis hakkında genel bilgi edinmek de çok kolaydır. Tek hat şemalarında kablo bağlantıları tek hat ile gösterilir. Elemanlar tek olarak gösterilir, ancak üzerine sağa 75° eğik çizgi ile kaç tane kullanılması gerekiyorsa o kadar çizgi çizilir. Eğer üç taneden fazla ise tek çizgi ile gösterilir ve sağ üst tarafına kaç tane kullanıldığını gösteren numara yazılır.



Şekil 1.18: 35 KVar'lık kondansatör ünitesi ile kompanse edilmiş bir abonenin tek hat şeması

UYGULAMA FAALİYETİ

Montajı yapılacak olan pano, 5 adet 15 Hp gücünde motora ve 5 KW gücünde aydınlatma tesisatına enerji sağlayacaktır. Bu pano için elektrik bağlantı şemasını, ön görünüşünü, arka bağlantı şemasını ve tek hat şemasını çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kumanda şemasını çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kumanda şeması çizimlerini yaparken standartlara uygun çizim yapınız.➤ Kumanda şemasının kontrolünü yapınız.➤ Kumanda şemasındaki elemanları kontrol ediniz.
➤ Güç şemasını çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Güç devresi şeması çizimlerini yaparken standartlara uygun çizim yapınız.➤ Güç şemasının kontrolünü yapınız.➤ Güç şemasındaki elemanları kontrol ediniz.
➤ Pano görünüşlerini çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kumanda ve güç devresine göre panonun elektrik bağlantı şemasını çiziniz.➤ Şema çizimlerini yaparken standartlara uygun çizim yapınız.➤ Elektrik bağlantı şemasına göre pano ön görünüşünü çiziniz.➤ Pano ön görünüşünü kontrol ediniz.➤ Pano arka bağlantı şemasını çiziniz.➤ Pano arka bağlantı şemasını kontrol ediniz.
➤ Tek hat şemasını çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Tek hat şema çizimlerini yaparken standartlara uygun çizim yapınız.➤ Tek hat şemasını kontrol ediniz.➤ Tek hat şemasındaki elemanların özelliklerini yazınız.➤ Tek hat şemasında eleman sayılarını 75° eğik çizgi ile belirtiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Panoda kullanılacak elemanları belirlediniz mi?		
2. Panoda kullanılacak elemanların yerleşim düzenini yaptınız mı?		
3. Pano yerleşim krokisini çizdiniz mi?		
4. Panonun elektrik bağlantı şemasını çizdiniz mi?		
5. Elektrik bağlantı şemasını kontrol ettiniz mi?		
6. Elektrik bağlantı şemasında devre takibi yaptınız mı?		
7. Pano ön görünüşünü çizdiniz mi?		
8. Pano üzerinde elemanlar uygun yerde mi? Kontrol ettiniz mi?		
9. Pano 63 amperden büyük mü? Kontrol ettiniz mi?		
10. Pano 63 amperden büyük ise bara koydunuz mu?		
11. Pano arka bağlantı şemasını çizdiniz mi?		
12. Pano arka bağlantı şemasını tek hat şemasına uygun olarak çizdiniz mi?		
13. Pano arka bağlantı şemasını kontrol ettiniz mi?		
14. Pano bağlantısında devre takibi yaptınız mı?		
15. Tek hat şemasını çizdiniz mi?		
16. Tek hat şemasını kontrol ettiniz mi?		
17. Tek hat şemasında elemanların özelliklerini gösterdiniz mi?		
18. Tek hat şemasında eleman sayılarını çizgi ile gösterdiniz mi?		
19. Pano çizimlerini tekrar genel olarak kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Panolarda elemanların yerleşimini gösteren taslak çizime denir.
2. Panolarda ana şalter, ana sigorta vb. elemanlar bulunur.
3. Panolarda linye sigortaları ve şalterleri bulunur.
4. Panolarda kompanzasyon elemanları bulunur.
5. Tablo ve panolarda elemanların devreye bağlantısını gösterir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () Tek hat şeması üzerinde bulunan çizgiler o elemanın kaç adet olduğunu gösterir.
7. () Pano içerisindeki elemanların birbirleriyle bağlantıları, pano arka bağlantı şemasıyla gösterilir.
8. () Pano elektrik bağlantı şemalarıyla, tek hat şemaları aynı şemalardır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Panonun seçimini yapabilecek, pano yerleşim krokisini ve şemalarını çizebilecek ve panoyu montaja eksiksiz olarak hazırlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki çeşitli panoları inceleyiniz.
- Panolar için kullanılan teknik ve özel şartnameler nelerdir? Araştırınız.
- Çevrenizdeki pano montajında kullanılan sac gövde ve kapakları inceleyiniz.
- Elde ettiğiniz bilgileri bir rapor halinde hazırlayarak sınıfta öğretmen ve arkadaşlarınıza sununuz.

2. PANO SEÇİMİ VE MONTAJA HAZIRLAMA

2.1. Pano Çeşitleri

Üretilen enerjinin kullanım yerlerine ulaştırılması ve dağıtımında belirli merkezler oluşturulur. Ulaştırma veya dağıtım merkezi olarak anılan bu yerlerde, dağıtım ve güvenlik konuları önemlidir. Elektrik enerjisinin elde edilmesi, iletimi, dağıtımı, kontrol (kumanda) ve güvenlik konularında da yönetmeliklere uyulması gerekmektedir.

Üretilen enerjiyi tüketim bölgelerinde kolaylıkla ve diğer elektrikli alıcıların çalıştırılmalarını kesintiye uğratmadan kullanabilmek için dağıtım tablolarına ihtiyaç duyulur. Dağıtım tabloları elektrik enerjisinin olduğu her yerde kullanılır. Amacı ve tablonun yapım gereçleri yönünden ayrı ayrı sınıflandırılır.

Elektrik dağıtım ve kontrol sistemlerinde kullanılan tablo ve panolar yapıldığı malzemeye, kullanıldıkları yerlere ve kontrol teknolojisine göre isimler alır.

2.1.1. Kuvvet Dağıtım Tablo ve Panoları

Atölye ve fabrika gibi yerlere enerji, dağıtım panoları aracılığıyla girer. Enerji buradan da makinelere veya yardımcı (dağıtım) tablolara verilir. Panolar enerjinin geldiği yere göre duvara yakın veya kapalı bir yere monte edilir.



Resim 2.1: Kuvvet panosu

2.1.2. Ana ve İlave Sac Panolar

- Ana pano: Elektrik şebekesinden gelen enerjinin bağlandığı panodur. Ana pano üzerinde sayaç, ana şalter, ana kolon sigortaları, sinyal lambaları ve ölçü aletleri bulunur. DKP saçtan yapılır.
- İlave sac panolar: Dağıtım tablolarının veya linyelerinin bağlandığı kısımdır. Üzerinde şalter, sigorta ve sinyal lambaları bulunur. Ana pano ile birlikte yapılır.



Resim 3.2: Ana ve ilave sac pano

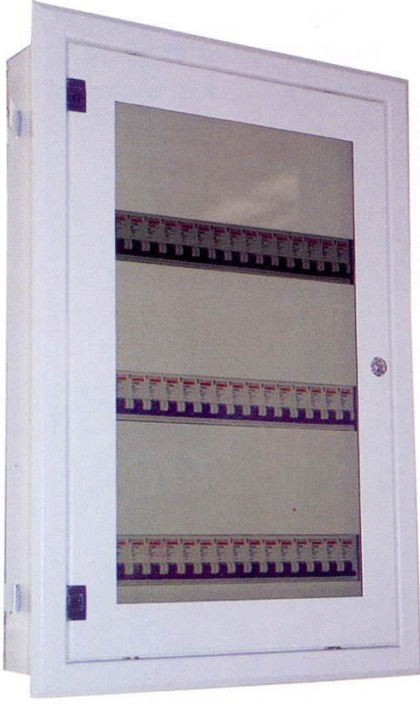
2.1.3. Dağıtım Tabloları

Dağıtım tabloları ana tablodan beslenir. Üzerindeki linye sayısı azdır. Dağıtım tablo çeşitleri kullanıldıkları yerlere göre şunlardır:

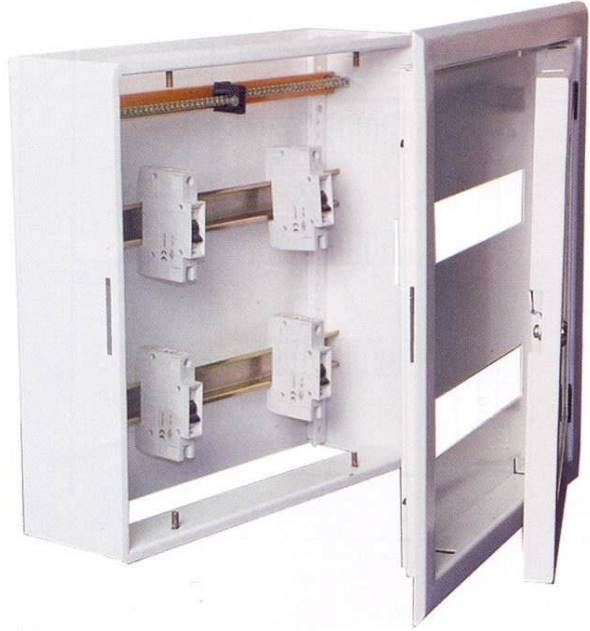
- Sıva altı dağıtım tabloları
- Sıva üstü dağıtım tabloları

Dağıtım tablo çeşitleri yapıldığı malzemeye göre şunlardır:

- DKP sac tablolar
- Yalıtkan gereçlerden yapılan tablolar.



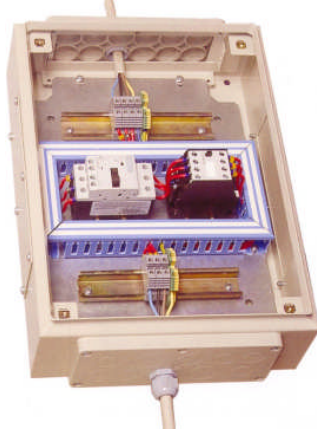
Resim 2.3: Dağıtım tablosu dış görünüşü



Resim 2.4: Dağıtım tablosu iç görünüşü

2.1.4. Kumanda Tabloları

Atölye ve fabrikalarda makinelerin otomatik kumanda edilmesi amacıyla yapılan tablolarıdır. Kumanda tablolarında ihtiyaca göre şunlar kullanılabilir: Sigorta, kontaktör, zaman rölesi, motor koruma rölesi, faz sırası rölesi, fotosel rölesi, enversör rölesi, düşük gerilim rölesi, sinyal lambası vb.



Resim 2.5: Kumanda tablosu

2.1.5. Şantiye Tabloları

İnşaat halindeki bina ve fabrika gibi yerlerin elektrik ihtiyacını (asansör, vinç, hidrofor ve aydınlatma, bekçi evi aydınlatması vb.) karşılamak için kullanılan tablolarıdır. Şantiye tabloları inşaat bittiğinde kaldırılır. Şantiye tablosu için şantiye elektrik aboneliği alınır. İnşaat faaliyete geçince bu abonelik normal kullanım aboneliğine çevrilir. Şantiye tabloları bekçi kulübesine depo gibi yerleşik bir yere veya TEDAŞ'a ait olan direğe montaj edilebilir. Montaj yüksekliği 1,8 m'den aşağı olmamalıdır.

Şantiye tabloları tek parça halinde yapılabildiği gibi iki parça halinde de yapılabilir. Birinci parçada sayaç, kaçak akım koruma rölesi ve kolon sigortası bulunabilir. İkinci parçada genel amaçlı kullanılmak üzere bir fazlı topraklı priz ile üç fazlı priz ve sigortaları bulunabilir.

Şantiye tabloları DKP sactan, kapaklı tipte kilitli ve dış etkenlere karşı korunmuş olmalıdır. Kablo giriş yerlerinden içeriye toz, toprak ve harç girmeyecek şekilde yalıtılmalıdır. Tüm metal aksam iyi bir topraklayıcı ile topraklanmalıdır.



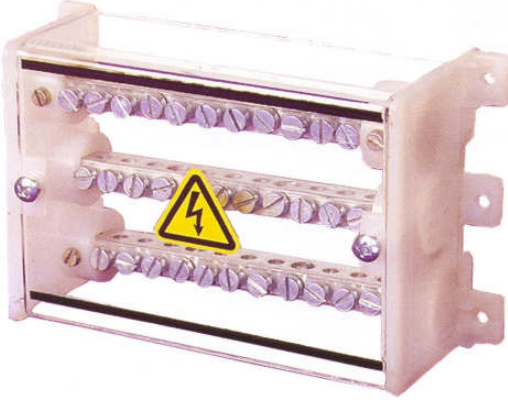
Resim 2.6: Şantiye tablosu

2.1.6. Etanş Tablolar

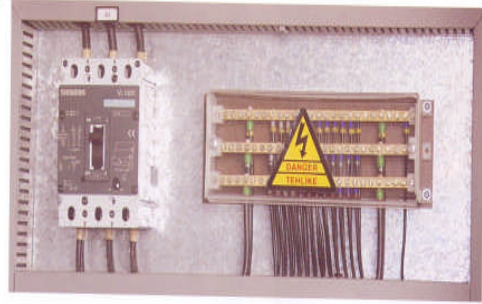
Rutubetin ve tozun çok bulunduğu yerlerde etanş tablolar kullanılır. Etanş tablolar, içersine nem ve toz almayacak şekilde imal edilir. Eğer mekanik darbe olma ihtimali varsa alüminyum dökümden yapılır, aksi taktirde cam elyafli polyesterden yapılmış etanş tablolar kullanılır. Cam elyafli polyester; asit ve atmosferik şartlara dayanıklı, ısı ve darbelerden etkilenmeyen, çürümeyen, boya ve bakım gerektirmeyen ve contalarla sızdırmazlığı sağlanan bir malzemedir. Etanş tabloların yapımında kullanılan malzemenin seçiminde özellikle nemden paslanmayan malzeme olmasına dikkat edilmelidir. Etanş tablolarda; anahtar ve şalterler kapağın üzerine, kapak açılmadan çalışacak şekilde monte edilir. Sigortaların montajı ise tablonun kapağı açıldıktan sonra müdahale edilebilir şekilde yapılır.

2.1.7. Tablo ve Pano İmalatında Kullanılan Gereçler

- Bara ve bara izolatörleri: Baralar saf elektrolitik bakırdan çıplak veya epoksi kaplı olarak üretilmektedir. Baralarda bara izolatörleri bulunur. Bara izolatörleri baraları pano gövdesinden yalıtma işi yapar. Bara izolatörleri pano üzerine cıvata ile tutturulur. Bara izolatörü içersindeki kanala bara yerleştirilerek kullanılır. Bara izolatörleri porselen, bakalit veya sertleştirilmiş PVC'den yapılır. Linye girişlerinde, nötr ve toprak hatlarında bara kullanılması hem daha pratik hem de daha sorunsuz bir iletim sağlamaktadır.

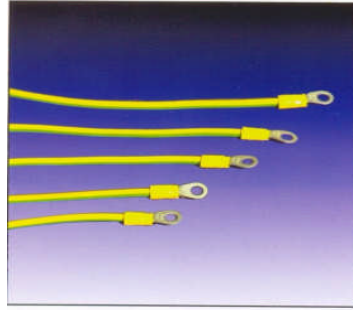


Resim 2.7: Bara ve izolatörü



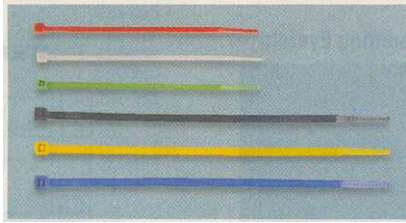
Resim 2.8: Bara ve izolatörü

- Kablo pabuçları: Çok telli veya kalın kesitli iletkenleri şekil vererek sigorta, şalter vb. yerlere bağlamak hem zor hem de sakıncalıdır. Bu gibi durumlarda kablo pabuçları kullanılır. Kablo pabuçları bakırdan yapıp kabloya sıkıştırma pensleri ile takılır.
- İletkenler: Tablo ve panolarda elemanlar birbirlerine en az 2,5 mm² kesitindeki NV (NYA) kablolar ile özel şekiller verilerek bağlanır. Linye girişlerinde iletkenler özel olarak kıvrılrsa da bara gibi sağlıklı olmamaktadır. İletkenlerin uçlarının soyulmasında kablo soyma penci kullanılmalıdır. İletkenler vidalara dönüş yönüne dikkat edilerek bağlanmalıdır. Kalın kesitli kablolarla kablo pabucu, ince çok telli kabloların uçlarına ise uç yüksüğü takılmalıdır.

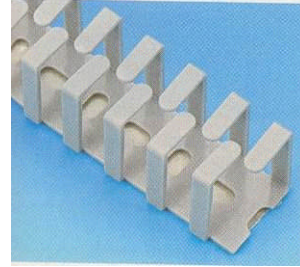


Resim 2.9: Kablo ve kablo pabuçları

- Kablo bağları: Kablo bağları, aynı gruba ait kabloları bir arada tutabilmek için kullanılan termoplastik elemanlardır. Kilitli olarak yapılır. Sıkıştırıldıktan sonra geri açılmaz. Pano gövdesine yapışkanlı altlıkları ile de takılabilir.

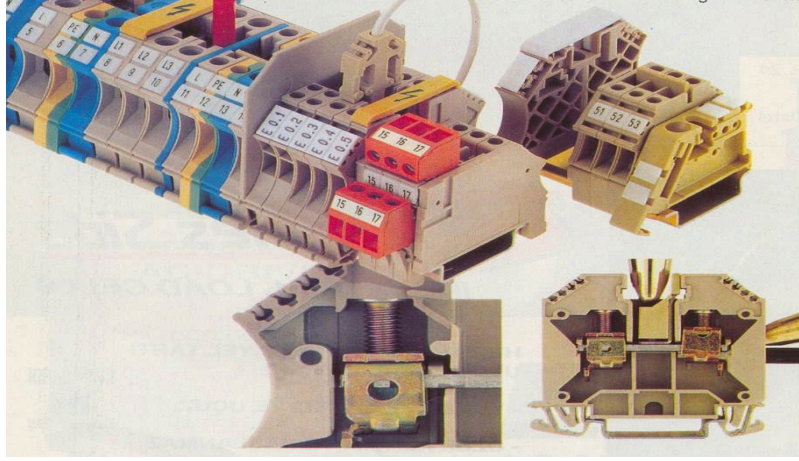


Resim 2.10: Kablo bağları



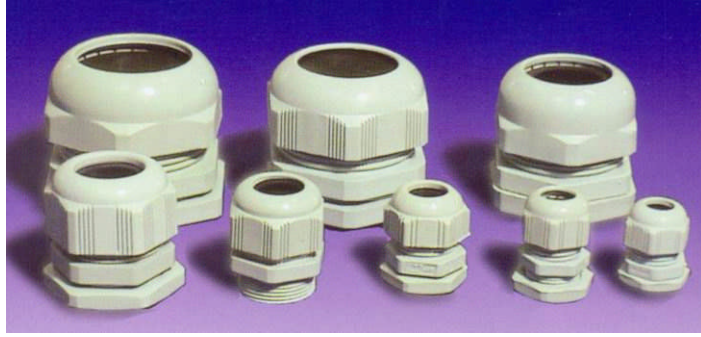
Resim 2.11: Kablo kanalı

- Kablo kanalı: Pano tipi kablo kanalları, özellikle yoğun kablo geçişlerinin bulunduğu güç panolarında kullanılmak üzere dizayn edilmişlerdir. Kalın yan yüzeyi ve tabanı ile yüksek dayanıklılık ve maksimum kullanım sürekliliği sağlar. Yoğun kablo yükü altında dahi çok iyi bir taşıma, uzun süreli dayanım ve güvenilirlik söz konusudur.
- Klemensler: Elektrik tesislerinde iletkenleri birbirine eklemek için kullanılan ek parçalardır. Yapılan tesislerde eklemelerin klemenslerle yapılması zorunludur. Tablo arkası bağlantıları devre özelliğine göre yapıldıktan sonra, çıkış uçları bu kısımda toplanır. Porselen ve bakalit gereçlerle yalıtılmış olarak diziler halinde sıralanır.
 - UK tipi universal klemensler: Endüstriyel alanda kullanılmak üzere tasarlanan ray klemenslerinde en yaygın yapı vidalı sıkıştırma yöntemidir. Özel taban yapısı otomat raylarına yerleştirilecek şekildedir.
 - Kafes sıkıştırırmalı bağlantı sistemli klemensler: Sıkıştırma kuvveti iletken kesitine kendisini otomatik olarak ayarlar, iletkenin herhangi bir deformasyonu veya hareketi bu sıkıştırma kuvveti ile önlenmiş olup gevşek bağlantı riski ortadan kalkmış olur.

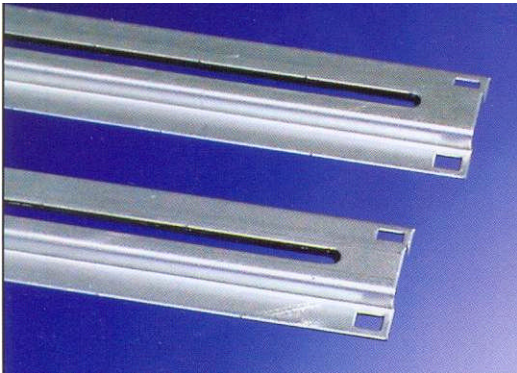


Resim 2.12: Panolarda kullanılan klemens çeşitleri

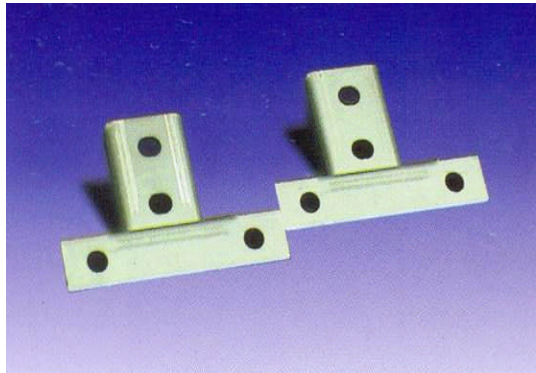
- Tablo ve pano imalatında aşağıda belirtilen parçalarda kullanılır.



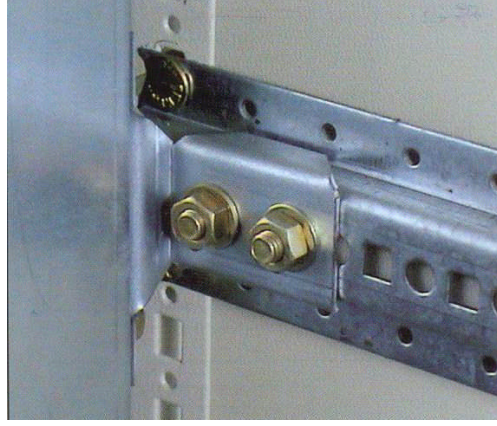
Resim 2.13: Plastik kablo rekorları



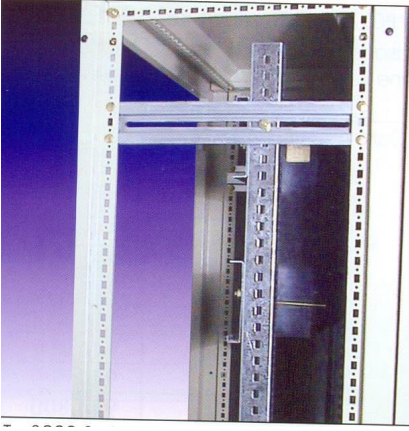
Resim 2.14: Hareket rayı



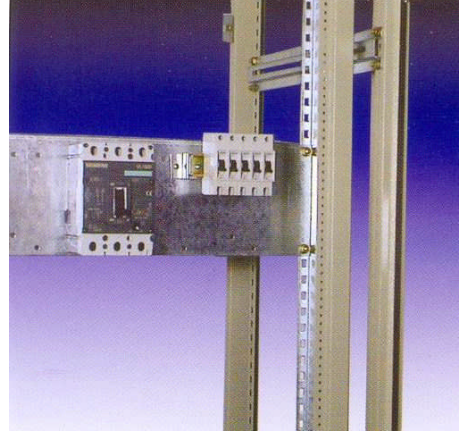
Resim 2.15: Montaj plakaları kızığı



Resim 2.16: Hareket rayı ve montaj plaka kızıağı kullanarak birleştirme



Resim 2.17: Montaj profili



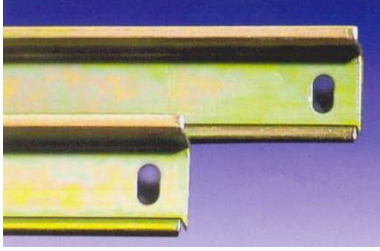
Resim 2.18: Parça montaj plakaları



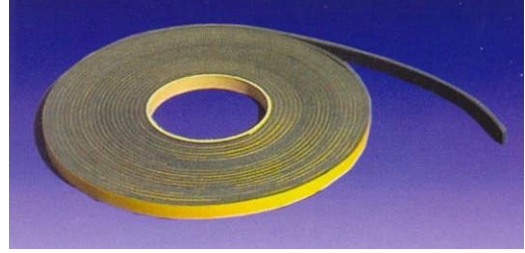
Resim 2.19: Sabit raflar



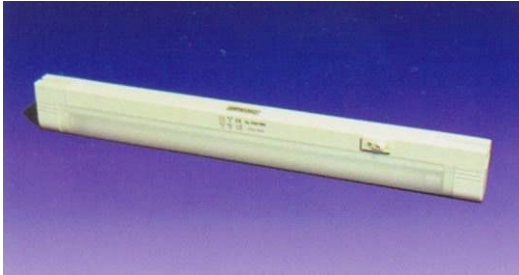
Resim 2.20: Hareketli raflar



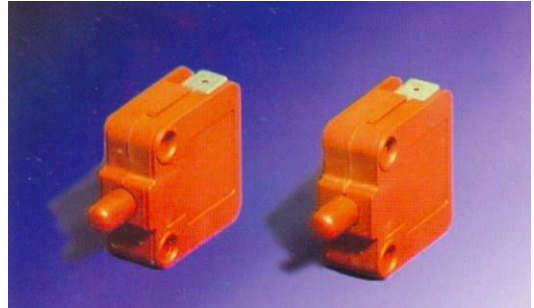
Resim 2.21: Montaj rayı



Resim 2.22: Ünite ara contası



Resim 2.23: Pano lambası



Resim 2.24: Lamba kapı anahtarı

2.2. Panonun Seçimi

2.2.1. Şartnameler

Dağıtım tabloları ve panolarını seçerken teknik ve özel şartnamelerden yararlanılır. Bu şartnamelerden teknik şartname TSE standartlarına göre tablo ve panoda zorunlu olarak bulunması gereken kriterleri belirler.

Özel şartnameler ise, panoda kullanılacak olan malzeme ve özelliklerde müşterinin isteği doğrultusunda yapılacak olan kriterleri belirler.

2.2.2. Dağıtım Tabloları Teknik Şartnamesi

Bu şartname doğru akımlarda 600 volt, alternatif akımlarda faz-nötr arası 250 volttan az gerilim sistemleri içindir.

- Dağıtım tabloları duvar yüzeyine veya duvara gömülü olarak yerleştirilecektir.
- Tablo ölçüleri, siparişi veren yerin projesine uygun olacaktır.
- Her sigorta veya şalterin altında beslenen yeri gösteren madensel veya plastik etiketler bulunacaktır.
- 60 amperden fazla yüklü tablolarda, bağlantılar kablolarla şalterden şaltire veya sigortadan sigortaya yapılmayıp bakır baralar vasıtasıyla ayrı ayrı yapılacaktır.
- Baralar norm renklerle işaretlenecektir.
- Tablolarda bıçaklı şalter kullanılmayacak ve paket (pako) şalter tercih edilecektir.
- Tablo çerçeve ve kapaklarının rengi çevrenin rengine uygun olacaktır.

- Tablolara gelen linye hatları yanmayan ürünlerden yalıtkanlı sıra klemensler aracılığıyla tabloya bağlanacak ve nötr hatları da yalıtılmış bakır bir araya bağlanacaktır. Tabloya giriş kolonlarının faz iletkenleri yerleşik klemenslere ve nötr iletkenleri baraya bağlanacaktır.
- Tablolarda topraklama barası bulunacaktır. Topraklama bağlantısı, bulunduğu yerdeki tesisata uygun olarak mutlaka yapılacaktır.
- Fiber, pertinaks ve benzeri levhalardan yapılan tablolarda, levhaların kalınlığı en az 5 mm olacaktır.
- 16 mm² den daha büyük kesitte kabloların kullanılmasını gerektiren durumlarda dağıtım, bakır çubuklarla ayrı kutular içerisinde yapılacaktır.
- Etanş tablolardaki sigortaları kapak açıldıktan sonra, anahtar ve şalterleri kapak kapalı iken kumanda etmek mümkün olacaktır.
- Döküm dağıtım tablolarında, güvenlik hatlarının bağlantıları için topraklama baraları ve nötr hatları için yalıtılmış baralar bulunacaktır. Döküm kutular içerisinde bulunan bütün akım taşıyan kısımlar, galvanizli veya paslanmaz madenden yapılacaktır.

2.2.3. Dağıtım Panoları Teknik Şartnamesi

- Sac panolar, yüksekliği 2100 mm, derinliği 750 mm ve genişliği ihtiyaca göre 600, 800, 900 mm olmak üzere dikili sistemde 40x40x4 mm köşebent veya benzeri profil demirden iskeletli, en az 2 mm kalınlığında ve kenarları kıvrılarak yerleştirilmiş DKP sacdan pano tesis edilecektir.
- Pano için zemin üzerinde 10 cm yüksekliğinde beton kaide yaptırılacak ve pano bunun üzerine konacaktır.
- Tablo arkasında 75 cm genişliğindeki geçidin iki yanına biri açılıp kapanabilir, diğeri kilitli kapı olacak şekilde alt kısımdan itibaren 1000 mm yüksekliğine kadar sacdan, yukarısı $\Phi 3$ mm çelik telden 30 mm aralıkla örülmüş koruyucu kafes şeklinde yapılacaktır.
- Pano içi, dışı ve iskeleti bir kat sülyen, iki kat fırınlanmış mat tabanca boyası ile boyanacaktır.
- Tablo arkasındaki servis geçidi ahşap döşemeden yapılarak PVC kaplama veya linolyumla kaplanacaktır.
- Ana tablonun arka yüzeyine yalnız dağıtım çubuk ve baraları, çeşitli iletken bağlantıları ve kablo ucu bağlantıları tesis edilecek, sık sık kullanılması gereken herhangi bir ölçü aleti, cihaz vb. aletler buraya konmayacaktır.
- Tablonun arka tarafında bulunan ve akım geçirme özelliği olmayan bütün demir bölümler ile tablonun demir iskeleti topraklanacaktır.
- Vida bağlantılarının, özel olarak temizlenmiş ve asitsiz vazelin ile iyice yağlanmış dokunma yüzeylerine sahip olması gerekir. Vidalar galvanizli veya paslanmaz madenden olacaktır.
- Tablo içindeki topraklama düzeneği bakır bara ile yapılacak ve toprak iletkeni ile bağlanacaktır. Bükme tel, toprak içine konmayacaktır. Ayrıca tablodan yalıtılmış olarak bir nötr barası tesis edilecektir.
- Topraklama levhası, toprak elektrotları ile topraklanacaktır.

- Akım kaynağı merkezden veya özel transformatörlü sınırlı büyüklükteki tesislerde, örneğin fabrikalarda güvenlik iletkeni sistemi var ise tablo topraklaması olarak 30 Ω 'dan fazla olmayan bir topraklama direnci yeterlidir.
- Sac levhalar istenilen renkte seçilebilir fakat hiçbir zaman parlak boya kullanmalı sürekli mat veya tabanca boyası kullanılmalıdır. Sac levhaların boyanmış yüzeyleri çift kat, pastan koruyucu boya ile boyanacaktır. Diğer yüzeyleri renk verilmeden önce sülyen ile astarlanacaktır.
- 100 amperden büyük şalter ve sigorta bağlantıları kesin olarak baralar ile yapılmalıdır. Tablo arkasında bulunan iletkenler özel kroşeler aracılığıyla düzenli bir sıra şeklinde getirilecektir.
- Baralar norm renklerle işaretlenecektir.
- Ana tablonun önden görünüşü, siyah, kırmızı, mavi renkler fazı, gri renk nötr olmak üzere bağlantı şeması çizilerek çerçeveselenecek ve ana tablo dairesine asılacaktır.
- Ölçü aletleriyle, şalter, sinyal lambası vb. malzemelerin seçiminde bunların şekil birliğine ve sac panolarına uygun tipte olmalarına özen gösterilecektir. Ölçü aletlerinin çapları en az 130 mm veya 144x144 mm olacaktır.
- Pano adedinin belirlenmesinde kolon ve besleme hatlarının sayısı, ışık, kuvvet ve yedek akım bölüşümü ile çeşitli akım sistemleri düşünülecektir. Daha sonra ek yapılabilme olasılığı göz önünde tutulacaktır. Çeşitli sistemlerin başka başka tablolarla bölümü kesinlikle zorunlu değildir. Fakat, yalnız tablo kullanılıyorsa, her sisteme ait kısım, açık, kolay görünebilen işaretler aracılığıyla ayırt edilecek ve bu şekilde hataların önüne geçilecektir. Her şalterin veya sigortanın altına beslenen yeri gösterir, madensel etiketler konacaktır.
- Tablolarda linye hatları, yanmayan ürünlerden yalıtkanlı sıra klemensler ile tabloya tutturulacak ve nötr hatları da yalıtılmış bakır bir baraya bağlanacaktır.
- Ana tablolarda gerilim taşıyan çıplak kısımlar, dokunmaya karşı koruma altına alınacaktır. Yani 42 volttan fazla nominal gerilimde, yalıtım maddesi ile örtülmüş olmayan bütün kısımlar yükseklikleri 180 cm'den az olduğu takdirde istem dışı dokunmayı engelleyecek, sac, tel kafes vb ile yapılmış bölümlerle güvence altına alınacaktır. Bu özellik için tellerin lak ve boyanması veya emaye edilmesi, koruma düzeneği olarak kabul edilmez. Tablonun arkasındaki bakım geçidi yetkisiz kimselerin girmesine veya dokunmasına karşı kapatılmış ise, gerilim taşıyan çıplak iletkenlerin örtülmesine (hatta bu geçidin 75 cm olması durumunda bile) gerek yoktur. Bu durumda el ile erişilebilen saha içinde ahşaptan yapılmış parmaklığa benzer güvenlik engelinin var olması yeterlidir. Bu koşullar yerine getirilmediği durumda gerilim taşıyan çıplak kısımlar ile oda sınırı arasında en az 1 m'lik bir açıklık bulundurulacaktır. Her iki tarafa gerilim taşıyan çıplak kısımlar varsa, ara yerin genişliği en az 2 m'ye çıkartılacaktır. Bu durumda her iki tarafta dokunmaya karşı güvenlik engelinin alınmasına gerek yoktur. Tablonun önünde en az 90 cm'lik boş bir geçit yeri bırakılacaktır. Tablo altında panonun 40 cm'lik bir kısmı boş bırakılmalıdır.
- Toprağa karşı 250 volttan fazla bir gerilim meydana gelmesini olası kılan sistemlerde iskelet ve çerçevenin bütün demir kısmının kendi aralarında ve toprak barası ile kusursuz olarak bağlantısı ve bu bağlantının devamını sağlamak için özel işlem yapılacaktır.

2.2.4. Özel Şartname

Tablo ve panolarda özel şartname, tabloyu yapan kişi ile yaptıran kişi arasında yapılır. Bu tip bir özel şartname aşağıda verilmiştir.

- Besleme hattı ekteki pano imalat resminden görüleceği üzere (TİP-4) elektriksel bağlantılar (otomatik sigorta, elektrik sayacı, kaçak akım koruma rölesi ve tali sigorta) üzerinden yürürlükteki Elektrik İç Tesisleri, Topraklama Yönetmeliği esaslarına göre yapılacaktır. Ayrıca enerjinin panoya giriş noktasında ve elektrik sayaç çıkışında olmak üzere iki noktaya kesinlikle rekor kullanılacaktır. Nötr hat girişi faz kablosu ile birlikte pano girişinden itibaren linje çıkışlarına kadar pano içerisinden çıkışı yapılacaktır (Pano harici nötr girişi yapılmayacaktır.).
- Panolar ilgili yönetmelikler çerçevesinde kullanıldıkları yerlere göre uygun sac kalınlığında tesis edilecektir.
- Panoda kilitlenebilir dış ve iç kapaklar bulunacaktır.
- Pano parçaları kaynak ile tutturulacak, kesinlikle vida ile tutturulmayacaktır. Ayrıca, ilgili yönetmeliklerin izin verdiği tek renk boya ile boyanacaktır.
- Kısımlar arası kablo geçişleri tek bir noktadan, geçiş noktaları izole edilmiş (uygun çapta rekor ile) şekilde yapılacak. Kablo geçiş noktası haricinde kesinlikle başka boşluk bulunmayacaktır.
- Ölçü devresinde kullanılan kablolar uygun kesitlerde ve renk kodlaması yapılmış şekilde yapılacaktır. Kesinlikle ek yapılmayacak.
- Sayaç gerilim ve akım bağlantıları mühürlü bölmede olacaktır. Ayrıca sayaç gerilim bilgileri test klemens vasıtasıyla girilecektir.
- Sayaç pano kapağı (ölçü kısmının kapağı) kesinlikle 3,5 mm kalınlığında şeffaf alev almayan ve mekanik dayanımı yüksek DIN 4102 standartlarında polikarbonat malzemeden imal edilecektir.
- Pano tek hat şeması pano dış kapağında yapılan cep içerisinde kesinlikle bulundurulacaktır.
- Sayaç bilgilerinin alınabilmesi için gerekli optik port ve reset-pozisyon tuşuna ulaşım için delikler açılacaktır.
- Pano imalatında yürürlükteki tüm yönetmelikler geçerlidir.

2.3. Panoyu Montaja Hazırlama

2.3.1. Pano Sac Tablanın Hazırlanması

Pano imalatı öncesinde, şartnamede verilen tek hat şeması, yükleme cetveli ve prensip resimlerine uygun olarak bilgisayar ortamında IEC 617-12 normlarında projelendirilerek imal edilmelidir. Tek hat şemasına göre çizilen projede, panoda kullanılacak olan elemanların ölçüleri belli olduğu için, bu değerlere göre panonun tüm ölçüleri ortaya çıkacaktır.

Panolarda genellikle 2-2,5 mm kalınlığında DKP sac kullanılır. Bu sacın kalınlığı büyük panolarda 3 mm de olabilir. Saclar TSE ve IEC standartlarına uygun olmalıdır.

Uygun özellikteki saclar projeye uygun olarak giyotin makinesinde kesilir, kesilen saclar kıvrırma makinesinde uygun şekilde kıvrılır, daha sonra punta ve kaynak makinesinde birleştirme işlemi yapılır. Daha sonra dış etkenlere karşı korunması ve göze hitap etmesi için saca standart RAL 7032 renginde elektrostatik kuru tip toz boya püskürtülür ve sac fırınlanır. Boya kalınlığı en az 60 mikron'dur. Belli miktarın üzerinde talep edilmesi ve seçilen rengin RAL kataloğunda bulunması koşulu ile başka renklerde de üretim yapılabilir. Bu geniş renk seçimi panoların genel görünüşünün önem arz ettiği bankalar, hastaneler vb. gibi topluma açık hizmet sektöründeki ortamlarda uyum içinde kullanılmasına olanak sağlar.

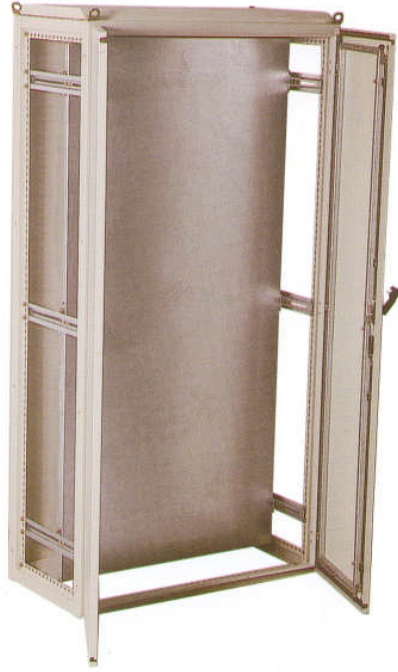
Sıva üstü panoların sökülebilen alt ve üst kapaklarına kablo girişleri için delikler delinir, her deliğe kablo kesatine uygun ebatta PVC veya pirinç rekor takılır. Çıkış sayısı fazla olduğu takdirde lastik conta uygulamasıyla çok sayıda kablo girişine imkân sağlanır. Pano tablası çok çeşitli şekillerde isteğe bağlı olarak dizayn edilebilir ancak standart olarak da yapılabilir, bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

- **DM serisi duvar tipi montaj plakalı panolar:** DM serisi; makine endüstrilerinde, otomasyon ve kontrol sistemlerinde çok kullanılır. Ebat çeşidiyle montaj alanı seçenekleri tüm ihtiyaçları karşılayacak niteliktedir. Toz geçirmez ve her yönden gelecek düşük basınçlı su püskürtmelerine karşı korumalıdır.



Resim 2.25: Duvar tipi montaj plakalı pano

- **Dikili tip modüler panolar:** DT serileri modüler, kolay malzeme montajı yapılabilir halde sunulmaktadır. Bu seriler otomasyona yönelik olabileceği gibi, aydınlatma ve enerji dağıtımında da rahatlıkla uygulanabilir. Bu seriler, tek ve çift montaj plakasıyla panoya tek yönden ve her iki yönden kumanda etme olanağı sunar.



Resim 2.26: Dikili tip modüler pano

- **Kontrol masaları:** Kontrol masaları makine ve otomasyon kontrollerinde kullanılır. Endüstriyel tesislerin ve üretim makinelerinin kontrolünde kullanıcıya fiziksel kullanım kolaylığı sağlar.



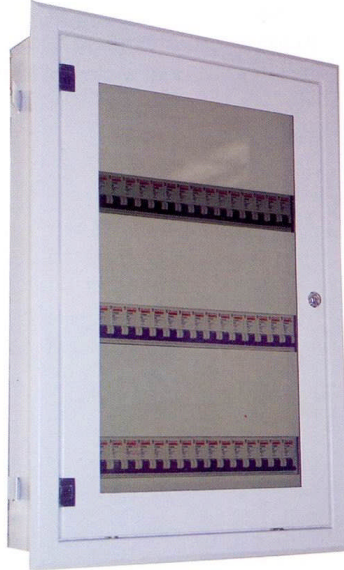
Resim 2.27: Kontrol masası

- **PC kabini:** Nümerik kontrollü makinelerde, PLC tabanlı kontrol sistemlerinde ihtiyaç duyulan bilgisayar donanımını muhafaza eder ve kullanımını kolaylaştırır.



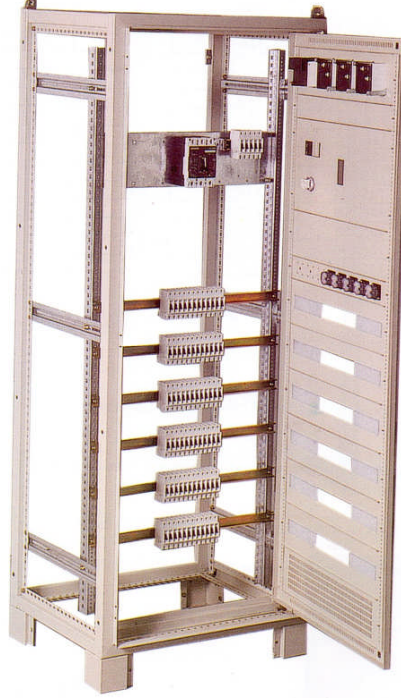
Resim 2.28: PC kabini

- **Sıva altı panoları:** İç mekanlarda ara dağıtım amaçlı kullanılan dekoratif görünümlü ve kullanışlı olarak dizayn edilmiştir. Gövdesinden ayrılabilen çerçevesi montajı kolaylaştırdığı gibi kullanıcıları da müdahalelere karşı korumaktadır. Dış yüzeye çıkıntısı az olan menteşe ve kilit sistemiyle dar alanlarda alan sıkıntısını ortadan kaldırmaktadır.



Resim 2.29: Sıva altı pano

- **Atkı sistemli panolar:** İç atkı sistemi ile şebeke dağıtım, aydınlatma ve kompanzasyon gibi uygulamalara imkan sağlarken iç kapak sistemi ile kullanıcılara koruma ve estetik sağlamaktadır. İhtiyaca göre içerisine iç kapak ve atkı sistemi ilave edilebilir.



Resim 2.30: Atkı sistemli panolar

2.3.2. Pano Gövdesinin Hazırlanması

Pano gövdesi hazırlanırken pano içi malzemeleri ve kumanda elemanları kullanılır. Pano yerleşim planına göre, kesilecek ve delinecek yerler itina ile kesilir ve delinir. Yukarıdaki işlemlere göre hazırlanmış olan sac tablonun içerisine, projeye göre gerekli olan, boy montaj profili, hareket rayı, parça montaj plakaları, iç kapak sistemi, iç atkı, iç raf ve aksesuarları, montaj plakaları kızıağı, klemensler, baralar, bara izolatörleri, kablo kanalları ve ünite ara contası gibi pano içi elemanlar yerleştirilir. Daha sonra hazırlanmış olan panonun içerisine, projeye bağlı olarak önce kumanda elemanlarının yerleri belirlenir, sonra kumanda ve şalt malzemeler yerleştirilir.

Malzeme yerleşimi yapılmış olan panonun iç bağlantısı, pano bağlantı şemasına uygun olarak kumanda kabloları kullanılarak yapılır. İletken bağlantıları yapılırken iletken uç kısımları itina ile soyulmalı, iletken kısım bağlantı dışına taşmamalı ve bağlantı noktaları iyice sıkılmalıdır. Daha sonra kolayca devre takibi yapabilmek için, kablo giriş ve çıkışları aynı numara ile, farklı kablolar ayrı numara ile numaralandırılmalıdır. Bağlantı işlemleri tamamlandıktan sonra pano denenmeli ve cihazın çalıştığından emin olunmalıdır. Kumanda elemanları düzgün olarak çalışıyorsa, kablolar düzgün bir görünüm için klipslenmeli ve kablo kanalına yerleştirilerek kanal kapağı sıkıca kapatılmalıdır.

Pano gövdesinde her kısma görevi ile ilgili isim verilmeli, ayrıca şalterlerin altına nereye kumanda ettiği yazılmalıdır.

Ana baralar üstte, ortada veya arkada olacak şekilde, ihtiyaca göre dizayn edilmeli, PE-N baraları panoların alt veya üst kısmında kolayca ulaşılacak yerlerde olmalıdır. Baraların gövdeden izolasyonu için PKB malzemede izolatörler, pertinaks veya CTP izolasyon malzemesi kullanılmalıdır. Pano içi kablo bağlantılarında 35 mm²'ye kadar kablolar klemens gruplarına, 35 mm²'den büyük kablolar ise direkt olarak ilgili cihaza bağlanmalıdır. Pano devre elemanları projelere uygun 15x6 mm yapışkanlı etiketlerle kodlandırılır. Projede çizilen devre elemanları IEC-1346-1 standardına uygun olarak kodlandırılmalıdır. Pano içi metal bağlantı parçaları ile montaj sacı pregalvaniz olup istenildiğinde elektrogalvaniz çinko kaplı veya elektrostatik toz boyalı olarak imal edilmelidir. Cihaz yerleşimi rahat, elektrik devrelerini izlemek kolay olmalıdır. Elektromontajda kullanılan yardımcı malzemelerden ithal olanları uluslararası standartlara, yerli ürünler ise TSE standartlarına uygun üründen kullanılmalıdır (kanal, klemens, bakır, bara vs.).

Pano içerisindeki ana besleme baralarına, transfer baralarına ve aktif kısımlara doğrudan dokunmaya karşı koruyucu ön yüz plakaları veya seperatörler dizayn edilerek tehlike işaretleri yapıştırılmalıdır. Uygun konstrüksiyon sayesinde alınan koruma önlemleri ile kullanma, bakım, onarımlarda kolaylık ve personel için can emniyeti sağlanmalıdır.

OG bölümündeki metal aksam ile şalt malzemeler bakır baralarla topraklanmalıdır. Bölümlerin modüler imal edilmesi nakliye anında kolaylık sağlar. AG kumanda bölümlerinin bulunduğu bölüm ayrı dizayn edilmelidir. Taşıma kolaylığı için büyük panoların üst kısmına gövdeye bağlı mapa (taşıma vidası), panonun alt kısmına ise zemin ile irtibatı kesmek için 10 cm veya 20 cm'lik baza konulmalıdır. Ayrıca bazı panolarda havalandırma tertibatı istenebilir, bu durumda panonun gövdesini hazırlarken üst kapak kısmına fanlı çatılar konulmak suretiyle iklimlendirme işlemi gerçekleştirilir.



Resim 2.31: Hazırlanmış pano gövdesi



Resim 2.32: Hazırlanmış pano gövdesi

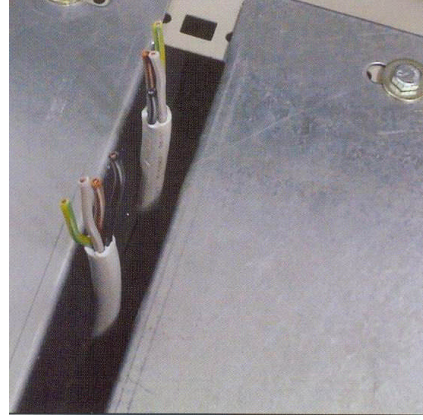
2.3.3. Pano Kapaklarının Hazırlanması

Pano kapakları kullanım yerlerine göre isimler alır. Bunlar alt kapak, stecker kapağı, yan kapak ve üst kapaktır. Bu kapakların özellikleri ve hazırlanışı aşağıda açıklanmıştır:

- **Alt kapak:** Pano içerisine alt bölümden gelebilecek toza karşı koruma sağlar ve kablo giriş çıkışlarını sisteme koyar, iki parçadan oluşur. Ayrıca kablo giriş çıkışlarının sorunsuz olması ve toz girmesini engellemek için plastik kablo rekorları kullanılır.

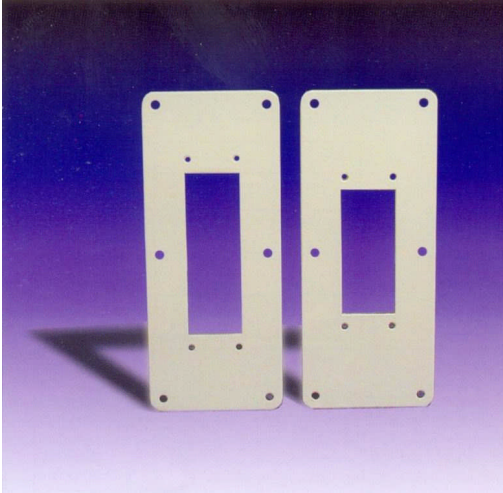


Resim 2.33: Alt kapak

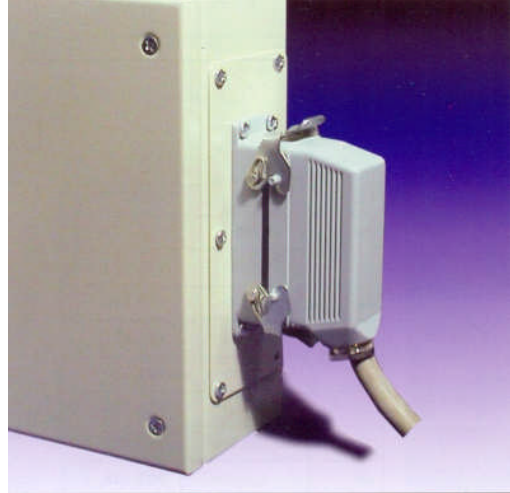


Resim 2.34: Alt kapaktan kablo girişi

- **Stecker kapağı:** Klemens terminal kutularında ihtiyaç duyulabilecek stecker bağlantı kapağıdır.



Resim 2.35: Stecker kapağı



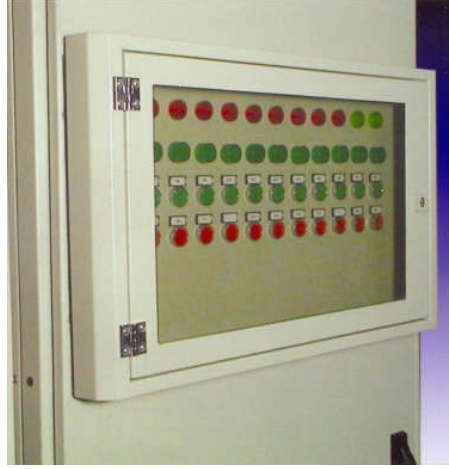
Resim 2.36: Stecker girişi

- **Yan kapaklar:** Dışarıdan sökülebilir yan kapaklar sayesinde panolar her ihtiyaca cevap verebilecek şekilde birbirleriyle kombine edilebilir. İleride meydana gelebilecek ihtiyaçlarda pano ilaveleri mümkün olmalıdır. DT serisi

için yan kapaklar birleştirilen modüllerde ve tek modüllerde iki adet olarak kullanılır. Üzerlerinde herhangi bir kumanda elemanı bulunmaz. Düz olarak DKP sacdan imal edilir ve birleştirme noktalarından panonun gövdesine tutturulur.



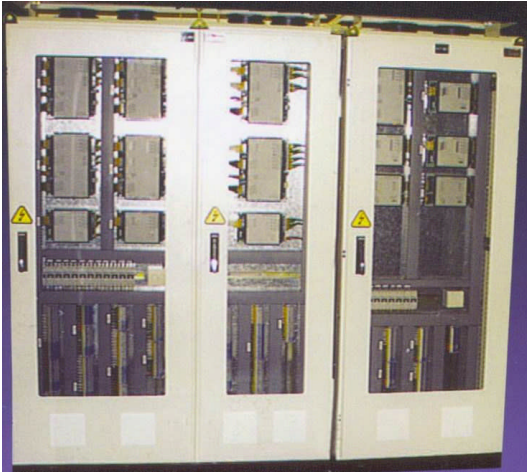
Resim 2.37: Yan kapak



Resim 2.38: Buton koruma ön camlı kapak

- **Ön kapak:** Ön kapak DKP sacdan ve hareketli olarak (yani açılıp kapanabilecek şekilde) yapılır, hazırlanırken panonun şekline ve kumandasına bağlı olarak üzerine kumanda elemanı, ölçü aleti ve sinyal lambası konabilir. Ölçü ve kontrol cihazları, sinyal lambaları, kumanda butonları ön kapıya monte edildiğinde, gerekli kablo bağlantıları için kapı ve pano arasındaki geçişler, PVC, alev iletmez malzemeden üretilmiş esnek spiral hortumlarla sağlanmalıdır. Kapı ve pano aralarında 20x5 mm kendinden yapışkanlı conta kullanılmasıyla tablo tozlu ve rutubetli ortamlarda güvenle kullanılabilir. Pano ön kapıları standart olarak sol yöne açılır şekilde imal edilir, istenildiğinde açılma yönü sağa doğru kolayca gerçekleştirilebilmelidir. Panolarda menteşeli ön kapının altında şalter, otomatik sigorta ve klemensleri tam olarak örten örtü plakaları bulunmalıdır. Örtü plakaları üzerinden sadece şaltlere ve otomatik sigortalara kumanda mümkün olup örtü plakaları sökülmeden herhangi bir şekilde enerji altındaki elemanlara ulaşılmamalıdır. Ön kapak çeşitli şekillerde hazırlanabilir. Ancak panonun yetkisiz kişilerce kullanımını engel olmak için mutlaka kilit konulur. Aşağıda ön kapak çeşitleri verilmiştir.

- **Sac ön kapak:** Bütün olarak hazırlanan ön kapaklarda sadece sac kısım bulunur, üzerine herhangi bir kumanda elemanı konulmaz. Ancak bazı sac ön kapak üzerine şalter, sinyal lambası, buton ve ölçü aleti konur. Bunun amacı ön kapağı açmadan devrelere kumanda edebilmektir. Bu ön kapak hazırlanırken önce kumanda elemanlarının yerleri belirlenir. Kesilecek ve delinecek yerler itina ile kesilir ve delinir. Kumanda elemanları itina ile yerleştirilerek bağlantıları yapılır.
- **Cam ön kapak:** Cam ön kapakların kenarları sacdan, ortası camdan yapılır ve içerisindeki kumanda işlemleri rahatlıkla görülebilir. Üzerinde herhangi bir kumanda elemanı bulunmaz.



Resim 2.39: Camlı ön kapak



Resim 2.40: Sac ön kapak

- **Buton koruma camlı ön kapak:** Ana kısım sacdan yapılır ve üzerine sinyal lambaları ve bu sinyal lambalarının altına kumanda butonları konur. Bu işlem yapılırken önce kumanda elemanlarının yerleri belirlenir. Kesilecek ve delinecek yerler kesilir ve delinir. Kumanda elemanları itina ile yerleştirilerek bağlantıları yapılır. Buton ve sinyal lambalarının olduğu kısma ayrıca kilitli cam kapak yerleştirilir, böylece panoların üzerinde kullanılan butonların yabancı ve yetkisiz kişilerce kullanımı önlenmiş olur.
- **Arka kapak:** Pano arka kapağı DKP sacdan düz olarak imal edilir. Özel durumlarda pano arka kapağı vidalı yerine, menteşeli kapı uygulamasıyla panoya çift taraflı kullanım imkânı sağlanır.



Resim 2.41: Çift taraflı kullanılabilen pano

UYGULAMA FAALİYETİ

Montajı yapılacak olan pano, 5 adet 15 Hp gücünde motora ve 5 KW gücünde aydınlatma tesisatına enerji sağlayacaktır. Bu iş için gerekli olan panoyu belirleyiniz ve montajını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Pano montajı yapılacak yerin keşfini yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Pano montajı yapılacak yeri inceleyiniz.➤ Pano hangi amaçla kullanılacak? Belirleyiniz.➤ Panonun konulacağı en uygun yeri belirleyiniz.➤ Panonun hangi elemanları besleyeceğine bakınız.➤ Panonun besleyeceği elemanların güçlerine ve özelliklerine bakınız.
➤ Pano tipini seçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Panonun dâhilî tip mi yoksa hariç tip mi olacağını belirleyiniz.➤ Panonun sıva altı mı sıva üstü mü olacağını belirleyiniz.➤ Pano boyutları ne kadar olacak? Tespit ediniz.➤ Pano kapakları tek taraflı mı yoksa çift taraflı mı olacağını belirleyiniz.➤ Kumanda elemanlarının tümünün pano içerisinde mi olacağını belirleyiniz➤ Ön kapakta neler olacağını belirleyiniz➤ Kablo giriş ve çıkışları nereden olacak? Belirleyiniz.➤ Yukarıda yaptığınız keşfe göre pano tipini belirleyiniz.
➤ Pano yerleşim krokisini çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Belirlediğiniz pano tipine göre sac tablayı hazırlayınız.➤ Panoda kullanılacak elemanları belirleyiniz.➤ Pano yerleşim krokisini çiziniz.➤ Pano tek hat şemasını çiziniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bu iş için panonun konulacağı yerin keşfini yaptınız mı?		
2. Panonun nereye konulacağına karar verdiniz mi?		
3. Pano için teknik şartnameleri incelediniz mi?		
4. Pano için özel şartnameleri incelediniz mi?		
5. Elde ettiğiniz bilgilere göre pano tipine karar verdiniz mi?		
6. Pano tek hat şemasını çizdiniz mi?		
7. Pano elemanlarını belirlediniz mi?		
8. Pano elemanlarına göre, pano krokisini çizdiniz mi?		
9. Pano üzerinde elemanların yerlerini belirlediniz mi?		
10. Pano üzerinde kesilecek olan yerleri belirlediniz mi?		
11. Kesilecek olan yerleri kestiniz mi?		
12. Pano üzerinde delinecek olan yerleri belirlediniz mi?		
13. Delinecek olan yerleri deldiniz mi?		
14. Pano iç elemanlarını yerleştirdiniz mi?		
15. Pano kumanda elemanlarını yerleştirdiniz mi?		
16. Pano kumanda elemanlarını bağladınız mı?		
17. Panonun çalışmasını denediniz mi?		
18. Kumanda kablolarını klipslediniz mi?		
19. Kumanda kablolarını kablo kanalına yerleştirdiniz mi?		

20. Kablo kanallarının kapağını kapattınız mı?		
21. Pano bölümlerine isim verdiniz mi?		
22. Şalterlerin altlarına kumanda ettikleri yerleri yazdınız mı?		
23. Panoyu yerine yerleştirdiniz mi?		
24. Panoya tesisat bağlantısını yaptınız mı?		
25. Panoya şebeke bağlantısını yaptınız mı?		
26. Panoyu çalıştırarak devrelerin çalışmasına baktınız mı?		
27. Pano şemasını ön kapak içerisine yapıştırdınız mı?		
28. Panonun çalışmasını yetkili kişiye anlattınız mı?		
29. Panoyu teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Elektrik şebekesinden gelen enerjinin bağlandığı panoya denir.
2. Dağıtım tablolarının veya linyelerin bağlandığı tabloya denir.
3. Makinelerin otomatik kumanda edilmesi amacıyla yapılan tablolara denir.
4. İnşaatların elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanılan tablolara denir.
5. Rutubetin ve tozun çok bulunduğu yerlerde tablolar kullanılır.
6. Pano içerisinde ek almak için kullanılan bakır lamalara denir.
7. Elektrik panolarında kabloları birbirine eklemek için kullanılır.
8. Panolar için uygulanması zorunlu olan şartlara denir.
9. Panoyu yaptıran kişi tarafından istenilen özelliklere denir.
10. Panoların iklimlendirilmesi için kullanılan elemanlara denir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

11. () Baralara iletkenleri bağlamak için bara izolatörü kullanılır.
12. () Pano içerisine toz girmesine engel olmak için ünite ara contası kullanılır.
13. () Montaj plakalarının hareket raylarına takılabilmesi için, montaj plaka kızıağı kullanılır.
14. () Büyük panoları taşımak için, baza sistemi kullanılır.
15. () Endüstriyel tesislerin ve üretim makinelerinin panosu olarak kontrol masaları kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Bir eksen etrafında dönebilen, çok konumlu şalterlere denir.
2. Hem başlatma, hem durdurma butonu olarak kullanılabilen butonlara denir.
3. Bir kumanda devresinin çalışıp çalışmadığını ışıkla gösteren elemanlara denir.
4. Bir hareketi durdurup diğer hareketi başlatan kumanda elemanına denir.
5. Ayarlanan süre sonunda kontakları konum değiştiren elemanlara denir.
6. Büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara denir.
7. Küçük güçlü elektromanyetik anahtarlara denir.
8. Aşırı akımların motor sargılarına vereceği zararları önlemek için kullanılan elemanlara denir.
9. Sistemin bir veya iki fazının kesilmesi durumunda devreyi koruyan elemanlara denir.
10. Motor devrinin değişmesinin istenmediği yerlerde kullanılan elemanlara denir.
11. Devreyi alçak veya yüksek gerilime karşı koruyan elemanlara denir.
12. Devreyi kısa devre veya aşırı akımlara karşı koruyan elemanlara denir.
13. Panoda kondansatörleri otomatik olarak devreye alan veya devreden çıkaran elemanlara denir.
14. Elektrik devrelerinde kapasite oluşturan elemanlara denir.
15. Panolarda elemanların yerleşimini gösteren taslak çizime denir.
16. Panolarda ana şalter, ana sigorta vb. elemanlar’de bulunur.
17. Panolarda linye sigortaları ve şalterleri’de bulunur.
18. Panolarda kompanzasyon elemanları’de bulunur.
19. Tablo ve panolarda elemanların devreye bağlantısını gösterir.
20. Tablo ve pano iç bağlantı şemaları, çizilerek gösterilebilir.
21. Enerji girişinden, enerji çıkışına kadar tüm elemanları gösteren çizimlere denir.
22. Elektrik şebekesinden gelen enerjinin bağlandığı panoya denir.
23. Dağıtım tablolarının veya linyelerin bağlandığı tabloya denir.

24. Makinelerin otomatik kumanda edilmesi amacıyla yapılan tablolara denir.
25. İnşaatların elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanılan tablolara denir.
26. Rutubetin ve tozun çok bulunduğu yerlerde tablolar kullanılır.
27. Pano içerisinde ek almak için kullanılan bakır lamalara denir.
28. Elektrik panolarında kabloları birbirine eklemek için kullanılır.
29. Panolar için uygulanması zorunlu olan şartlara denir.
30. Panoyu yaptıran kişi tarafından istenilen özelliklere denir.
31. Panoların iklimlendirilmesi için kullanılan elemanlara denir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

32. () Devreyi kısa devrelere karşı koruyan elemanlara aşırı akım rölesi denir.
33. () Devrelerde 100 Amperden sonra otomatik sigorta kullanılır.
34. () Devreyi aşırı gerilimlerden koruyan elemanlara aşırı gerilim rölesi denir.
35. () Butona basıldığı zaman bırakıldıkları konumda kalıyorsa bunlara iki yönlü buton denir.
36. () Endüktif devrelere kondansatör bağlandığında, devreden çekilen toplam akım artar.
37. () Bıçaklı sigortaları değiştirmek için ellik kullanılır.
38. () Tek hat şeması üzerinde bulunan çizgiler o elemanın kaç adet olduğunu gösterir.
39. () Pano içerisindeki elemanların birbirleriyle bağlantıları, pano arka bağlantı şemasıyla gösterilir.
40. () Pano elektrik bağlantı şemalarıyla, tek hat şemaları aynı şemalardır.
41. () Baralara iletkenleri bağlamak için bara izolatörü kullanılır.
42. () Pano içerisine toz girmesine engel olmak için. Ünite ara contası kullanılır.
43. () Montaj plakalarının hareket raylarına takılabilmesi için, montaj plaka kızıağı kullanılır.
44. () Büyük panoları taşımak için, baza sistemi kullanılır.
45. () Endüstriyel tesislerin ve üretim makinelerinin panosu olarak, kontrol masaları kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARLARI

1	Yerleşim Krokisi
2	Giriş bölümünde
3	Diğer bölümlerde
4	Ayrı bir bölümde
5	Arka bağlantı şeması
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARLARI

1	Pano Krokisi
2	1. Bölme
3	2. Bölme
4	3. Bölme
5	Elektrik Bağlantı Şeması
6	Tablo ve Pano Arka Şeması
7	Tek Hat Şeması
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARLARI

1	Ana Pano
2	İlave Sac Pano
3	Kumanda Tabloları
4	Şantiye Tabloları
5	Etanş Tablolar
6	Bara
7	Klemens
8	Teknik Şartname
9	Özel Şartname
10	Fan
11	Yanlış
12	Doğru
13	Doğru
14	Yanlış
15	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Paket Şalter	24	Kumanda tabloları
2	İki Yollu (Jog) Buton	25	Şantiye tabloları
3	Sinyal Lambası	26	Etanş tablolar
4	Sınır Anahtarı	27	Bara
5	Zaman Rölesi	28	Klemens
6	Kontaktör	29	Teknik şartname
7	Röle	30	Özel şartname
8	Aşırı akım rölesi	31	Fan
9	Faz koruma rölesi	32	Yanlış
10	Faz sırası rölesi	33	Yanlış
11	Aşırı ve düşük gerilim rölesi	34	Doğru
12	Sigorta	35	Yanlış
13	Reaktif güç kontrol rölesi	36	Yanlış
14	Kondansatör	37	Doğru
15	Pano krokisi	38	Doğru
16	1. Bölme	39	Doğru
17	2. Bölme	40	Yanlış
18	3. Bölme	41	Yanlış
19	Elektrik bağlantı şeması	42	Doğru
20	Tablo ve pano arka şeması	43	Doğru
21	Tek hat şeması	44	Yanlış
22	Ana pano	45	Doğru
23	İlave sac pano		

KAYNAKÇA

- ARSLAN Ali, **Atölye 2**, Kocaeli, 2003.
- BADUR Özdemir, **Elektrik Kumanda Devreleri**, İstanbul, 1988.
- CEYLAN Hasan, **Elektrik Meslek Resmi**, İstanbul, 2000.
- ÇEBİ Hasan, **Elektrik Meslek Resmi**, İstanbul, 2000.
- DOĞRU Ali, **Elektrik Tesisat Planları Sözleşme Keşif ve Planlama**, 2004.
- GEÇTAN Ceyhan, **Kumanda Devreleri**, İzmir, 1988.
- GÖRKEM Abdullah, **Atölye 2**, Çorum, 2002.
- HÜRER ALİ, **Elektrik Tesisat Bilgisi**, İstanbul, 1981.
- KILIÇ Galip, **Kumanda Devreleri**, İstanbul, 2000.
- SEVİM Mehmet, **Elektrik Meslek Resmi**, Aydın, 2000.
- TÜRKMEN Yavuz, **Kumanda Devreleri**, İzmir, 1988.