

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**AG DAĞITIM VE KOMPANZASYON
PANOLARI
523EO0167**

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	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ -1	3
1. ALÇAK GERİLİM (AG) DAĞITIM PANO VE MALZEMELERİ	3
1.1. Alçak Gerilim Panosu	3
1.1.1. Görevi	3
1.1.2. Boyutları	3
1.1.3. Özellikleri	4
1.2. Alçak Gerilim Pano Malzemeleri ve Özellikleri	6
1.2.1. Baralar	7
1.2.2. Şalterler	10
1.2.3. Akım Transformatörleri	17
1.2.4. Mesnet İzolatörleri	19
1.2.5. Pano İç İhtiyaç Priz, Lamba ve Sigortası	20
UYGULAMA FAALİYETİ	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2	24
2. AG DAĞITIM PANO MONTAJ VE BAĞLANTILARI	24
2.1. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzeme Yerleşim Planı	24
2.2. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzemeleri Standart Boyutları	25
2.3. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzemeleri Yerine Montajı	26
2.3.1. Montaj İşlem Sırası	26
2.3.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar	30
2.4. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzemeleri Prensip Şemaları	30
2.5. Pano Bağlantı Şeması	30
2.6. Malzeme Bağlantıları	32
2.6.1. Bağlantı İşlem Sırası	33
2.6.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar	33
2.7. Alçak Gerilim Pano Montaj Yerleri	35
2.7.1. Dâhilî Tip Montaj	35
2.7.2. Harici Tip Montaj	35
2.8. Alçak Gerilim Pano Montaj Platform Özelliği	36
2.9. Alçak Gerilim Pano Yerine Montajı Yapma	36
2.9.1. Yerine Montaj İşlem Sırası	36
2.9.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar	36
2.10. Alçak Gerilim Pano Giriş Çıkış Bağlantıları	37
2.11. Alçak Gerilim Pano Malzeme Çalışma Test ve Ayarları	37
2.12. Alçak Gerilim Pano Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri	38
UYGULAMA FAALİYETİ	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	43
ÖĞRENME FAALİYETİ- 3	44
3. KOMPANZASYON PANO VE MALZEMELERİ	44
3.1. Kompanzasyon Panosu	44
3.1.1. Görevi	44
3.1.2. Boyutları	45
3.1.3. Özellikleri	45

3.2. Kompanzasyon Pano Malzemeleri ve Özellikleri.....	46
3.2.1. Baralar	46
3.2.2. İletkenler	48
3.2.3. Akım Trafoları Görevi.....	49
3.2.4. Şalterler.....	49
3.2.5. Ampermetre	49
3.2.6. Kondansatörler.....	50
3.2.7. Sigortalar	53
3.2.8. Kontaktörler.....	56
3.2.9. Voltmetre Komütatörü ve Voltmetre.....	58
3.2.10. Kosinüsfi metre.....	59
3.2.11. Reaktif Güç Kontrol Rolesi	60
UYGULAMA FAALİYETİ	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	65
ÖĞRENME FAALİYETİ- 4.....	66
4. KOMPANZASYON PANO MONTAJ VE BAĞLANTILARI	66
4.1. Kompanzasyon Pano Malzemeleri Standart Boyutları	66
4.2. Kompanzasyon Pano Malzeme Yerleşim Planı	66
4.3. Kompanzasyon Pano Malzemeleri Yerine Montajı	68
4.3.1. Montaj İşlem Sırası.....	68
4.3.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar	69
4.4. Kompanzasyon Pano Malzemeleri Prensip Şemaları	69
4.5. Pano Bağlantı Şeması.....	69
4.6. Malzeme Bağlantıları.....	70
4.6.1. Bağlantı İşlem Sırası.....	70
4.6.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar	72
4.7. Kompanzasyon Pano Montaj Yerleri.....	75
4.7.1. Dâhilî Tip Montaj	75
4.7.2. Haricî Tip Montaj	75
4.8. Kompanzasyon Pano Montaj Kaidesi Özelliği	76
4.9. Kompanzasyon Panosu Yerine Montajı.....	76
4.9.1. Yerine Montaj İşlem Sırası.....	76
4.9.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar	77
4.10. Kompanzasyon Pano Giriş Bağlantıları	77
4.10.1. Bağlantı İşlem Sırası.....	77
4.10.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar	77
4.11. Kompanzasyon Pano Malzeme Çalışma Test ve Ayarları.....	78
4.12. Kompanzasyon Pano Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri.....	80
4.13. Dağıtım Panoları Genel Teknik Şartnamesi.....	81
4.14. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği.....	83
4.15. Topraklamalar Yönetmeliği	84
UYGULAMA FAALİYETİ	85
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	87
MODÜL DEĞERLENDİRME	88
CEVAP ANAHTARLARI.....	89
KAYNAKÇA	91

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0167
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Yüksek Gerilim Sistemleri
MODÜLÜN ADI	AG Dağıtım ve Kompanzasyon Panoları
MODÜLÜN TANIMI	AG dağıtım ve kompanzasyon panoları sistemlerinin montaj ve bağlantılarını yapma becerilerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	AG dağıtım ve kompanzasyon panoları için gerekli malzemeleri seçerek montaj ve bağlantılarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Standartlara, şartnamelere, İş Güvenliği ile Kuvvetli Akım Tesisleri ve Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun ve hatasız olarak AG dağıtım ve kompanzasyon panoları malzemelerini seçebilecek, montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. AG dağıtım pano ve malzemelerini hatasız olarak seçebileceksiniz.2. AG dağıtım pano montaj ve malzeme bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.3. Kompanzasyon pano ve malzemelerini hatasız olarak seçebileceksiniz.4. Kompanzasyon pano montaj ve malzeme bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: İş güvenliği tedbirleri alınmış sınıf, atölye, laboratuvar, kütüphane, bilgi teknolojileri ortamı (İnternet) vb. kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar Donanım: AG dağıtım panosu ve malzemeleri, kompanzasyon panosu ve malzemeleri, pano bağlantı şeması, montaj araç gereçleri, emniyet ve güvenlik malzemeleri, bunlarla ilgili kataloglar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün 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 vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Panolar, elektrik tesislerine enerjinin dağıtımı ve kontrol merkezleridir. Teknolojinin gelişimi ile panolarda kullanılan malzemelerin çeşitleri artıp fonksiyonları gelişse de temelde yaptıkları iş hep aynı kalmıştır. Günümüzde elektrik panolarında kullanılan kontrol ve koruma malzemelerinde, analog yapıdan dijital sistemlere doğru yönelmiştir. Bu gelişmeler panoların beslediği sistemleri ve insan hayatını korumada daha hassas malzemelerin üretilmesine yol açmıştır.

Yenilenen sistemler ile birlikte pano sistemlerini tesis ve kontrol edebilecek, teknolojik gelişmeleri takip edebilen ve bunları becerileri ile birleştirip sunabilen teknik elemanlara ihtiyaç doğmuştur.

Bu modülde kazanacağınız bilgi ve becerilerle alçak gerilim pano ve kompanzasyon pano malzemelerini tanıyacak, işletme şartlarına göre seçecek ve panoyu tesis edebileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ -1

AMAÇ

AG dağıtım pano ve malzemelerini hatasız olarak seçebilme bilgi, beceri ve deneyime sahip olacaksınız.

ARAŞTIRMA

- AG dağıtım panoları ve malzemeleri hakkında kitaplardan, internetten, kataloglardan vb. kaynaklardan bilgi toplayınız.
- Çevrenizde bulunan sanayi kuruluşları veya atölyelere giderek tesislerin AG dağıtım panolarını inceleyiniz.
- Ayrıca bu panoların imalat ve bakım işlerini yapan iş yerlerinden ön bilgi edinebilirsiniz.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz. Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla paylaşıp tartışınız.

1. ALÇAK GERİLİM (AG) DAĞITIM PANO VE MALZEMELERİ

1.1. Alçak Gerilim Panosu

1.1.1. Görevi

Ana dağıtım panosu ile tesisin enerjisi tek bir panodan kontrol edilebilir. Fabrika, atölye ve iş yerlerinde elektrik enerjisinin ana dağıtımının yapıldığı panolardır. Trafosuz iş yerlerinde ana kofradan gelen enerji, dağıtım panosuna giriş yapar ve oradan tesise enerji dağılır. Bina tipi trafo merkezli tüketicilerde, trafo alçak gerilim çıkışı direkt olarak ana dağıtım panosuna gelir, oradan tali panolara enerji dağıtımı yapılır. Direk tipi trafo merkezli tüketicilerde, ölçüm panosundan gelen elektrik enerjisi ana dağıtım panosuna giriş yapar, oradan tali dağıtım panolarına şalterlerden çıkışı yapılır. Büyük tesislerde kompanzasyon panosu ile birlikte montaj yapılır.

1.1.2. Boyutları

İskeletleri profil veya köşebent demirden, sac kısmı ise en az 2 mm kalınlığında, köşeleri yuvarlatılmış DKP sacdan yapılır. Ana dağıtım panoların boyutları tesisin büyüklüğüne yani tesis gücüne göre değişmektedir. Tesis gücü ne kadar fazla olursa şalter ve bara boyutları da büyüyeceğinden, panonun boyutları büyümektedir. Ana dağıtım pano

yüksekliği 200- 210 cm standart olarak yapılmaktadır. Pano derinliği en az 40 cm olmak üzere 50- 60- 70- 80- 90 cm olabilmektedir. Pano genişliği ise tesisin büyüklüğüne göre değişmektedir(Şekil 1.1' e bakınız.).

1.1.3. Özellikleri

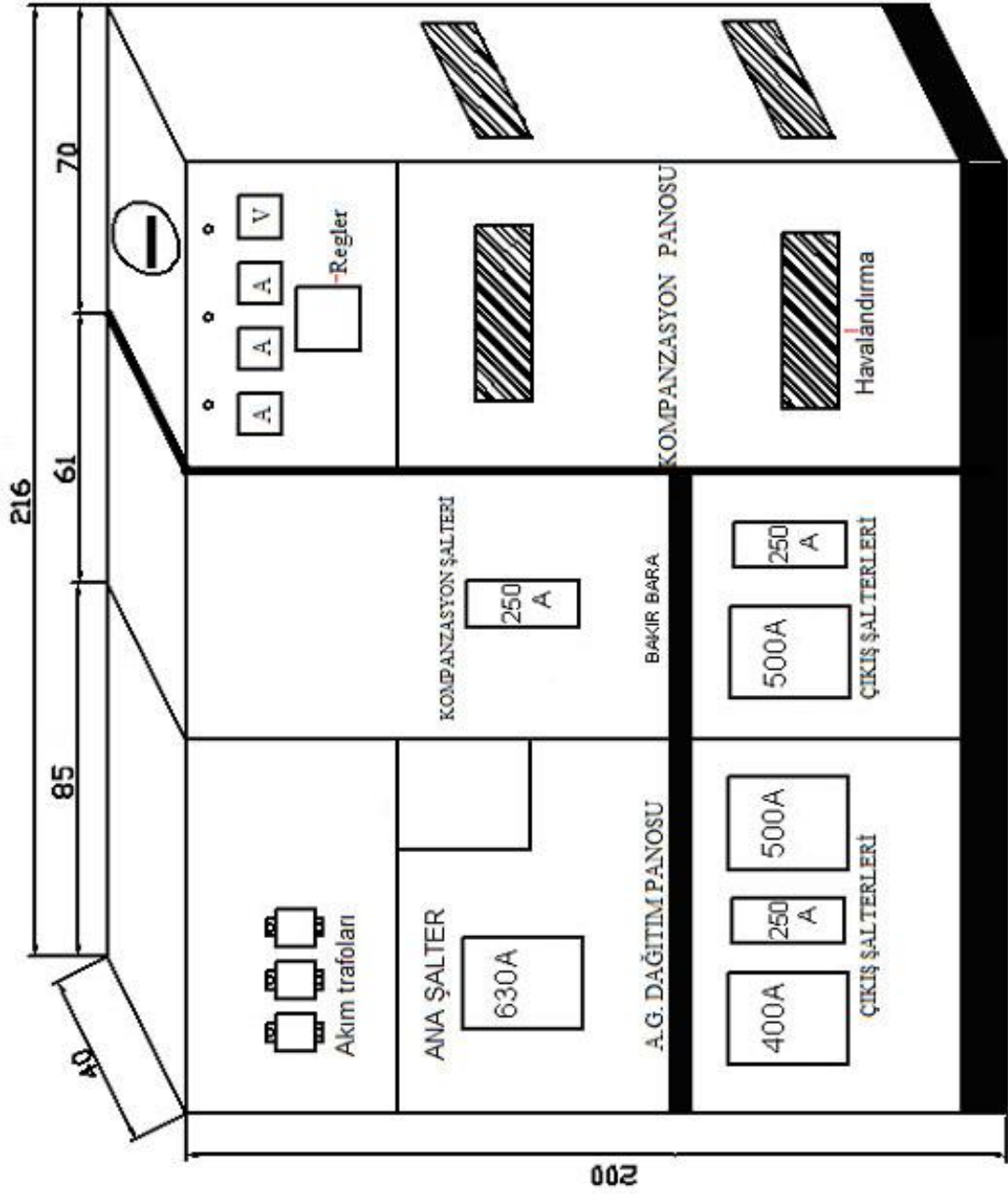
Ana dağıtım pano iskeleti için 40x40x4 mm köşebent veya benzeri profil demir kullanılır. Pano sacı üzerine mekanik etki edecek şalter ve kumanda elemanı yerleştirilecek ise sac kalınlığının 3 mm seçilmesi daha iyi olmaktadır. Ana dağıtım panoları 1600 kVA' ya kadar standart olarak TS 3367 ve IEC 439'a uygun olarak imal edilir. Pano içi, dışı ve iskeleti bir kat sülyen (anti pas) boya ile boyandıktan sonra iki kat fırınlanmış mat püskürtme boya ile boyanır.

Ana dağıtım panolarının kullanılacağı tesise göre özellikleri değişmektedir. Su kuyu pompaları gibi yerlerde harici özellikte ve ölçüm panosu, dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birlikte tesis edilir. Küçük tesislerde elektrik sayaçlı ana dağıtım panosu, kompanzasyon panosu birlikte. Eski yönetmeliklere göre yapılmış tesislerde de elektrik sayaçlı ana dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birlikte. Yeni yönetmeliklere göre eğer direk tipi trafolu tesis ise elektrik sayaçı direk yanında montajlı ölçüm panosunda bulunacaktır. Eğer bina tipi trafolu tesis ise modüler ölçüm hücresinde elektrik sayaçı bulunacaktır (Şekil 1.2 bakınız.). Eski yönetmeliklere göre yapılmış direk tipi trafolu tesislerde ana dağıtım panosunda bulunan elektrik sayacının dışarıda direk dibinde bulunan ölçüm panosuna konulması gerekmektedir.

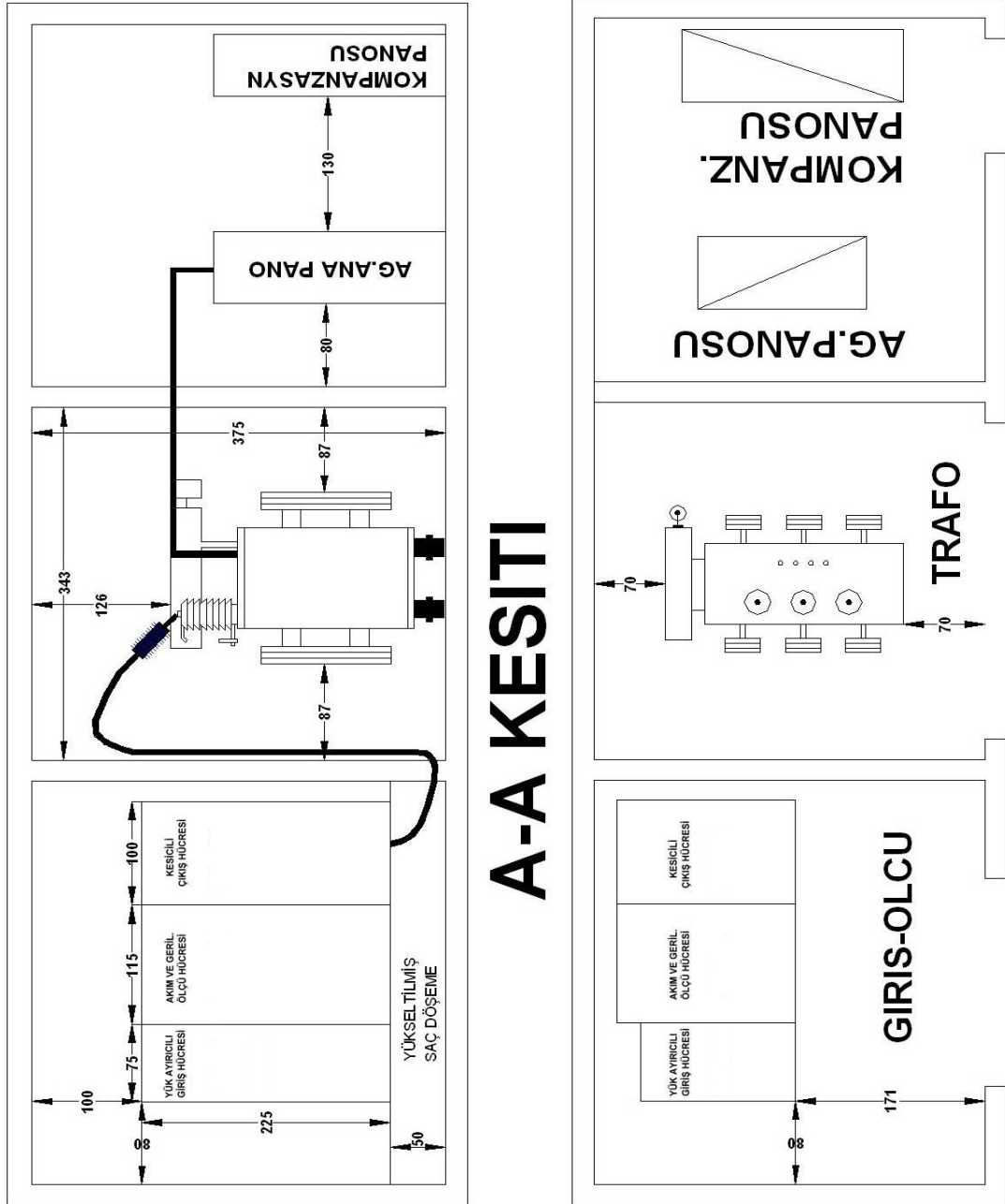
Büyük tesis ana dağıtım panosunda bakır baralar, ana şalter, çıkış şalterleri, akım trafoları bulunmaktadır. Eğer dağıtım panoları bina dışına montaj yapılacak ise harici tip özellikte olmalıdır. Bina içinde montaj için dâhili özellikte doğal havalandırılmalı veya aspiratörlü soğutmalı olarak montaj yapılmalıdır. Gerekli olan durumlarda iç aydınlatma da konulabilir. Ana dağıtım panolarına ölçü aletleri de monte edilebilmektedir. Panolarda bulunan baralara dokunmayı önlemek için şeffaf fiberglas cam ile baraların üstü muhafaza altına alınmalıdır.

Dağıtım panoları, bir atölyenin veya bir tesisin dağıtım tablolarının enerji aldığı ana birimdir. Bu bakımdan dağıtım panoları tesis veya atölyedeki elektrik enerjisinin tümünü kontrol altında tutar. Herhangi bir bölüme ait dağıtım tablosunun enerjisinin kesilmesi gerektiğinde dağıtım panolarının üzerindeki şalter kapatılarak bu işlem kısa sürede gerçekleştirilebilir. Tehlikeli bir durumda tüm birimin enerjisini buradan kesmek mümkündür. Ayrıca üzerinde bulunan ölçü aletleriyle akım ve gerilim bilgilerini de okumak mümkündür.

Pano, düz zemin üzerine 10 cm yüksekliğinde beton kaide yapıp bu kaide üzerine bağlanır. Pano, arkasında 75 cm genişliğinde geçit bırakılarak duvar kenarına yerleştirilir. Şekil 1.1'de AG dağıtım panosunda 630 A ana şalter kullanılmıştır. Kompanzasyon panosu içinde 250 alçak şalter kullanılmıştır.



Şekil 1.1: AG dağıtım ve kompanzasyon panosu



Şekil 1.2: Bina tipi trafolu tesis AG panosu ve kompanzasyon pano yerleşimi(düzenleyenlerin isimleri olmayacak.)

1.2. Alçak Gerilim Pano Malzemeleri ve Özellikleri

AG dağıtım panolarında genellikle şu malzemeler kullanılmaktadır: Baralar, şalterler, akım trafoları, mesnet izolatörleri, pano iç ihtiyaç lamba ve gerekli görüldüğünde soğutma

aspiratörüdür. Bazı tesislerde AG dağıtım panoları ve kompanzasyon panoları beraber montaj yapılmaktadır (Resim 1.2 bakınız.).



Resim 1.1: AG dağıtım panosu



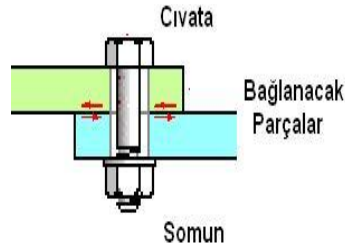
Resim 1.2: AG dağıtım pano ve kompanzasyon panosu

1.2.1. Baralar

Baralar, saf elektrolitik bakırdan yapılmalıdır.

1.2.1.1. Görevi

Baralar elektrik enerjisinin kontrol ve kumanda edilebilmesinde kullanılan teçhizat ve malzemelerin birbirleri ile irtibatını sağlayan iletkenlerdir. Bara malzemeleri işletme gerilimine, akımına ve bulunduğu yere göre seçilir. Baraların birbirine bağlantıları gevşek olmamalıdır. Baralar genellikle kırmızı, mavi, sarı, siyah, yeşil renklerinde boyanmaktadır. Dağıtım panoları teknik şartnamesine göre 100 amper üzerinde olan akımlar için pano bağlantıları kesinlikle baralarla yapılmalıdır.



Şekil 1.3: Bara birbirine bağlantı aparatı

Baraların birbirine bağlantıları gevşek olmamalıdır. Baralar genellikle kırmızı, mavi, sarı, siyah, yeşil renklerinde boyanmaktadır. Dağıtım panoları teknik şartnamesine göre 100 amper üzerinde olan akımlar için pano bağlantıları kesinlikle baralarla yapılmalıdır.

1.2.1.2. Boyutları

Tesisin gücüne göre bara boyutları değişmektedir.



Resim 1.3: AG dağıtım panosunda bulunan bakır baraları

Örnek: 400 kVA trafolu bir tesisin kurulu gücü 325 KW'tır. Bu tesisin çekeceği akımı bulunuz (Cos 9= 0,97 alınacaktır.).

$$\text{Çözüm: } I = \frac{N}{1,73.V.Cos \vartheta} = 325000 / 1,73 \times 380 \times 0,97$$

$$I = 325000 / 637,678 = 509,661 \text{ A}$$

Bu tesisin akımı ana dağıtım panosundaki ana baradan geçeceği için bu akıma uygun baralar seçilmelidir. Tablo 1.1.'den 510 ampere uygun tek boyalı 40 x 5 bara kullanılmalıdır. Tablo 1.1'e bakıldığında baralar boyalı olduğunda daha fazla akıma dayanmaktadır.

Baralar üzerine sürülen boya, ısı intişar (yayılma) direncini artırdığı için (ısı transferini kolaylaştırdığı için) baranın soğuması daha kolay olur. Bu nedenle boyalı baranın akım taşıma kapasitesi daha yüksek olur.

Boyut (mm)	Kesit (mm ²)	Ağırlık (kg/m)	SÜREKLİ YÜKLEME AKIMI (A)- 50 Hz AC							
			Boyalı Bara Adedi				Çıplak Bara Adedi			
			I	II	III	III	I	II	III	III
12X2	24	0,21	125	250	-	-	110	220	-	-
15X2	30	0,27	155	270	-	-	140	240	-	-
15X3	45	0,40	185	330	-	-	170	300	-	-
20X2	40	0,36	205	350	-	-	185	315	-	-
20X3	60	0,54	245	425	-	-	220	380	-	-
20X5	100	0,89	325	550	-	-	290	495	-	-
25X3	75	0,67	300	510	-	-	270	460	-	-
25X5	125	1,12	385	670	-	-	350	600	-	-
30X3	90	0,80	350	600	-	-	315	540	-	-
30X5	150	1,34	450	780	-	-	400	700	-	-
40X3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-
<u>40X5</u>	<u>200</u>	<u>1,78</u>	<u>600</u>	1000	-	-	<u>520</u>	900	-	-
40X10	400	3,56	835	1500	2060	2800	750	1350	1850	2500
50X5	250	2,23	720	1200	1750	2300	630	1100	1500	2100
50X10	500	4,45	1025	1800	2450	3330	920	1620	2200	3000
60X5	300	2,67	825	1400	1980	2650	750	1300	2800	2400
60X10	600	5,34	1200	2100	2800	3800	1100	1860	2500	3400
80X5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2200	2900
80X10	800	7,12	1540	2600	3300	4600	1400	2300	3100	4200
100X5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1100	2000	2600	3400
100X10	1000	8,90	1880	3100	4000	5400	1700	2700	3600	4800
120X10	1200	10,68	2200	3500	4600	6100	2000	3200	4200	5500
160X10	1600	14,24	2880	4400	5800	7800	2500	3900	5200	7000

Tablo 1.1: Bara kesitlerinin taşıyacakları akım değerleri

1.2.2. Şalterler

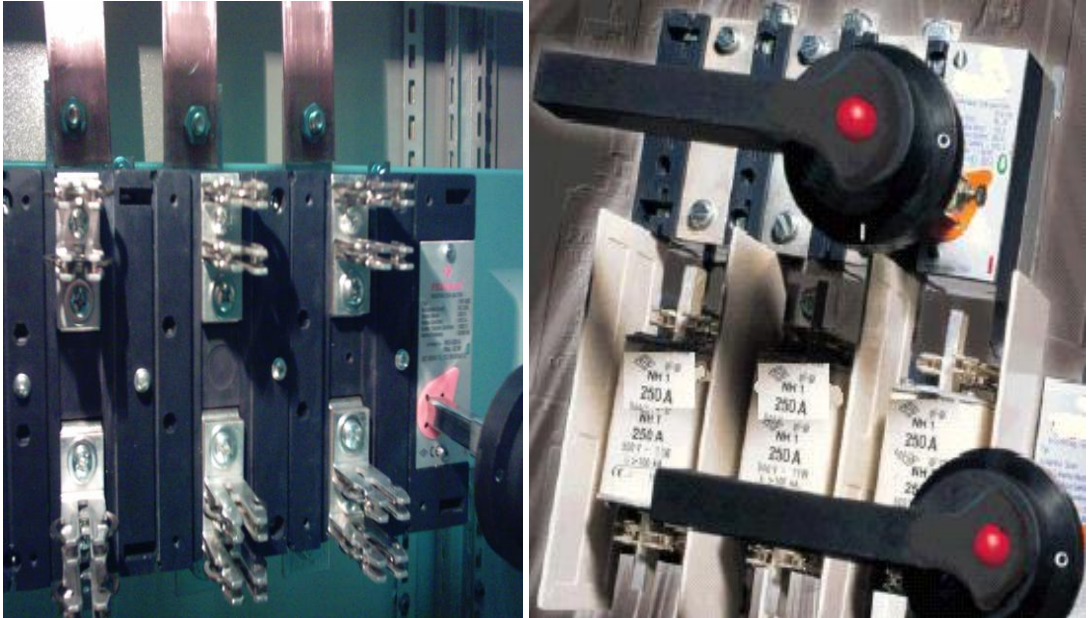
Ana dağıtım panolarında giriş şalteri olarak yük şalteri, kompakt şalter ve büyük güçlerde açık tip otomatik şalterler kullanılmaktadır. Çıkış şalterleri olarak küçük panolarda pako şalter, büyük akımlar için kompakt şalter veya açık tip otomatik şalterler kullanılmaktadır. Eski tip panolarda üzengili şalterler kullanılmıştır. Pako şalterler kullanıldığı zaman ayrıca sigortalar da (anahtarlı otomatik sigorta veya bıçaklı sigorta) kullanılmalıdır.

1.2.2.1. Yük Kesici

➤ Görevi

Ana dağıtım panosunda, tesisin elektrik enerjisini açıp kapama ve çıkış şalteri olarak alıcılara kumanda etme görevi yaparlar.

Yük şalteri olarak yük kesicisi veya yük ayırıcısı kullanılmaktadır. Yük kesicileri NH bıçaklı sigortalar ile birlikte kullanıldığından "şalter" ve "devre koruma elemanı (sigorta)" olarak iki önemli fonksiyona sahiptir. Çekilen akım veya yükteki değişikliklere bağlı olarak bıçaklı sigortaların değiştirilmesiyle istenilen anma akımında ve işletme sınıfında devre koruma imkânı sağlandığından aynı şalteri çok yönlü kullanmak mümkündür. Termik magnetik şalterlere göre daha hassas selektivite özelliğine sahiptir. Termik manyetik şalterden farklı olarak kısa devre akımını daha küçük değerlerde sınırlamaktadır. VDE ve IEC'ye uygun olarak yüksek kısa devre kesme yeteneğine sahiptir. 160 A şalterlerde sürtünmeli, diğer büyük boy şalterlerde ise döner kontak sistemi vardır.



Resim 1.4: Yük kesici şalter

➤ **Standart akım değerleri**

Yük kesicisinin “sigorta taşıyıcı ile elle tahrik” veya “yaylı mandal mekanizması ile elle tahrik” olarak çeşitleri vardır. Sigortalı yük kesicisi standart anma akımları, 160- 250- 400- 630 amperdir.

Yük ayırıcısı, yük var iken devreyi açıp kapama yapabilmektedir. Standart anma akımları 160- 250- 315- 400- 630- 800- 1000- 1250- 1600- 2000- 2500- 3150 amperdir.

➤ **Yapısı ve çalışma prensibi**

Kullanımı oldukça ekonomiktir. Elektrik tesisinde kullanılmaları hâlinde üç adet bıçaklı sigorta altlığı 1 adet ark hücreli şalter, ara bağlantıları için gerekli kablo, kablo pabucu, bara vb. malzemelerden tasarruf edilmektedir. Aynı zamanda bağlantı noktalarının sayıları da 12'den 6'ya inmektedir. Bu nedenle temas direnci ve bağlantı hatalarının sebep olduğu enerji kayıpları en az olmakta, montaj işçiliğinden ve pano ebatlarının küçülmesinden maliyet tasarrufu sağlanmaktadır.

Yük altındaki açma ve kapama sırasında meydana gelen ark, özel geliştirilmiş ark hücreleri sayesinde tamamen söndürülmektedir. Kesici kapağı üzerinde bulunan muhafazalı küçük pencereler sayesinde, kesici açılmadan sigorta buşonlarının etiketi okunabilmekte, atık olup olmadığı görülebilmektedir. Kapak, yerinden tamamen çıkarıldığından sigorta buşonları tehlikesiz ve emniyetli bir şekilde değiştirilir.

Tesisteki arıza veya bakım çalışmaları sırasında kapağın yerinden çıkarılması veya buşonsuz olarak yerine tekrar takılması mümkün olduğunda devrenin yanlışlıkla kapatılması sonucu çeşitli arıza veya kazaların meydana gelmesi önlenir. Bıçak sigortalı yük kesicileri hem pano içinde hem de pano ön yüzeyinde kullanılabilir. Faz araları speratörler ile izole edilmiştir. Yük kesici ve bağlantı kabloları sökülmeden kapak, ark hücreleri ve seperatörler değiştirilebilir. Yük kesicinin seri olarak açılıp kapatılabilmesi için monte edildiği zemin açma kapama sırasındaki esneme ve sarsılmalara karşı dayanıklı olmalıdır. Bu şart sağlandığı takdirde, yük kesiciler kullanma şekline göre pano ön yüzüne göre veya pano içine monte edilerek kullanılır.

Yük kesicilerin kullanılması sırasında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus kapağın kapatılarak yerine tam oturtulmasıdır. Kesici kapağının tam kapatılmaması durumunda, yeterli kontak teması sağlanamadığından kontak direnci büyümekte ve neticede ısınma ve enerji kayıplarının artmasına, yük kesici kullanma ömrünün azalmasına sebep olmaktadır. Kapak tam kapatıldığı takdirde kilitleme sistemi nedeniyle kendiliğinden açılmamaktadır. Şebeke girişi bağlantısı alt veya üst kontak tarafından yapılabilir.

Kullanıldığı tablo ve panolarda büyük yer tasarrufu sağlar. Sigortalı ve sigortasız tip yük şalterleri TS EN 60947-3, IEC 60947-3 ve VDE 0660 standartlarına göre AÇ 23 sınıfına uygun olarak üretilmektedir. Bu özellikleri sayesinde AC-DC sistemleri ile motor devrelerinde güvenle kullanılır. Yük şalteri, komple ünite içine yerleştirilmiş sabit kontak

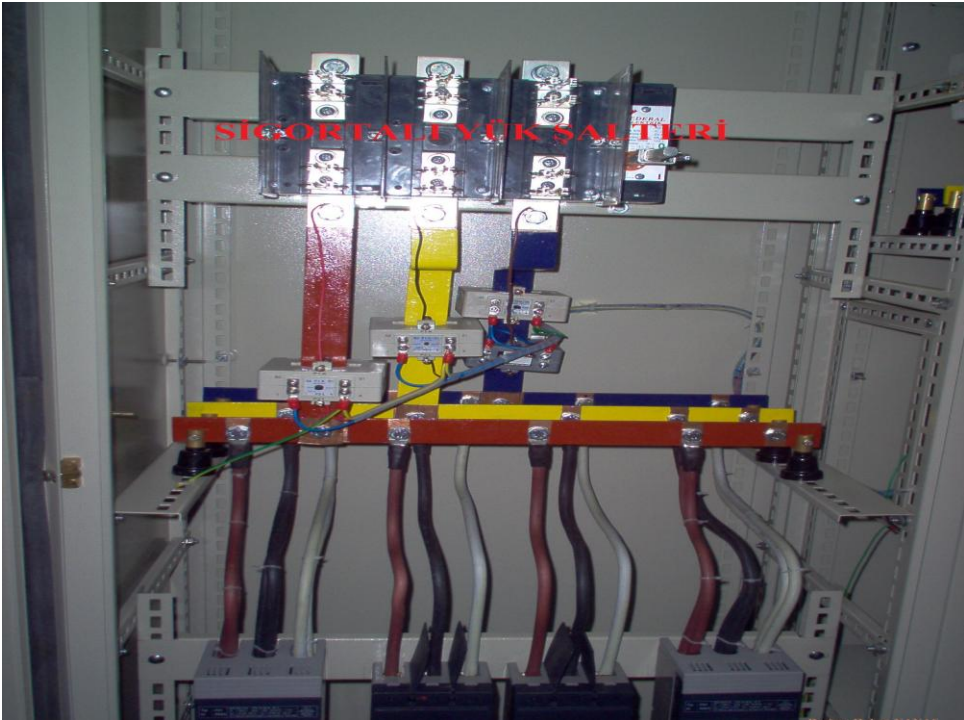
bıçakları ve kendine has kontak sisteminden oluşmuştur. Bu sistemle, kesme enerjisi kontaklar arasında bölünür.

Enerjinin kontaklar arasında bölünmesi ve yük kesme hücrelerindeki ark söndürücü elemanlar sayesinde kontak yüzeyindeki yanma en aza indirilmiştir. Yanmanın az olması kontak ömrünü uzatır.

Sürtünmeli ve döner kontak sistemleri her açma-kapamada temiz ve sıhhatli bir temasın gerçekleşmesini temin eder. Özel yay sistemleri sayesinde kontaklardaki geçiş dirençleri ve enerji kayıpları minimuma indirilmiştir. Akım, şalter içinde her faz içinde dört noktadan kesilir. Bu özellik, şalterin hem akım kesme kapasitesini yükseltir hem de buşonları her iki ucundan devreden ayırır.

Kumanda kolu "I" konumunda mekanik olarak kilitlenmektedir. Dolayısıyla şalterde enerji varken pano açılmaz. Panoda enerji yokken yani "O" konumunda, kumanda kolu asma kilit ile tamamen kilitlenerek yetkisiz kişilerin devreye enerji vermesi önlenir.

Şalter gövdesinde ve yalıtkan kısımlarda ısıya ve ateşe dayanıklı, su emmeyen malzemeler kullanılmıştır. Gövde malzemesi cam elyafı polyster reçineden olup dielektrik ve mekanik özellikleri çok yüksektir. Fazlar arasındaki yalıtım mesafesi herhangi bir atlamaya karşı oldukça geniş tutulmuştur. Buna rağmen sigortalı tiplerde araya ilave seperatörler konularak hem daha iyi bir yalıtım hem de olabilecek el temaslarına karşı koruma sağlanmıştır (Resim 1.2, 1.4, 1.5 bakınız.).



Resim 1.5: Sigortalı yük şalteri

Açma kapama mekanizması bütün kutupların birlikte ve çok hızlı çalışmasını sağlar. Açma-kapama hızı el hareketinden bağımsızdır. Mekanizmadaki yaylar sayesinde çok hızlı bir açma-kapama işlemi olmaktadır. Özellikle döner kontak sistemi ile kontak tahribatı önlenmiştir. Yük kesme hücrelerinde ark söndürücü elemanlar vardır. Kumanda kolu geçmeli tipte olup boyu, istenen pano derinliğine göre ayarlanabilir. Gösterge plakası ve kumanda kolu sayesinde şalterin hangi konumda olduğu rahatlıkla görülebilir.

1.2.2.2. Kompakt Şalterler

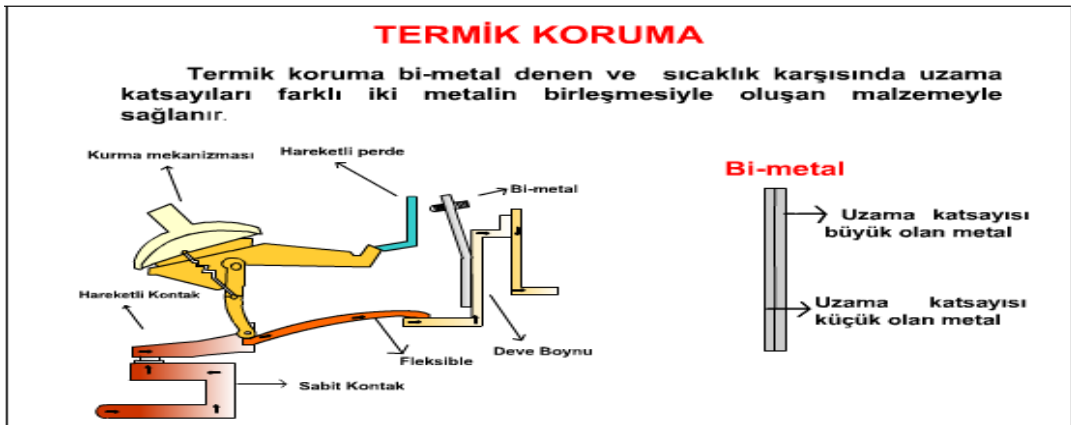
AG dağıtım panosunda ana giriş ve çıkış şalterleri olarak kullanılır.

➤ Görevi

Bu şalterler, kompakt termik manyetik veya açık tipte olmalıdır. Kesici, normal işletme şartlarında devreyi kapamaya, kesmeye ve bu devrenin akımını taşımaya, kısa devre ve aşırı akım gibi normal dışı şartlarda ise devreyi otomatik olarak kesmeye yarayan mekanik bir açma kapama cihazıdır. Devre kesicilerin devreyi açma kapama işleminden başka en önemli fonksiyonu, normal dışı şartlarda devreyi korumasıdır.

Termik manyetik (kompakt) şalterler, iki türlü koruma sağlamaktadır. Bunlar termik ve manyetik korumadır.

- **Termik koruma (aşırı yük şartlarında koruma):** Termik koruma devreyi aşırı yüklere karşı korur. Bu koruma işlemini sıcaklık değişimlerinde uzama kat sayıları birbirinden farklı iki metalin birleştirilmesiyle oluşan bimetal denen bir malzemeden faydalanarak yapar. Bimetal ısıtıldığında uzama kat sayısı daha az olan metale doğru bükülür. Aşırı yüklenmelerde akım nominal akım değerinin üzerine çıkar, akımın artmasıyla doğru orantılı olarak kontaklardaki ve bimetal üzerindeki sıcaklık artar. Böylece bimetaller artan sıcaklıkla beraber bükülerek kesici mekanizmasının açılmasına yardımcı olan bir tırnağı kurtararak kesiciyi devre dışı bırakır. Şalterin devreyi aşırı yüklenmelere ve aşırı akımlara karşı korumasını sağlar. Şekil 1.3'e bakınız.

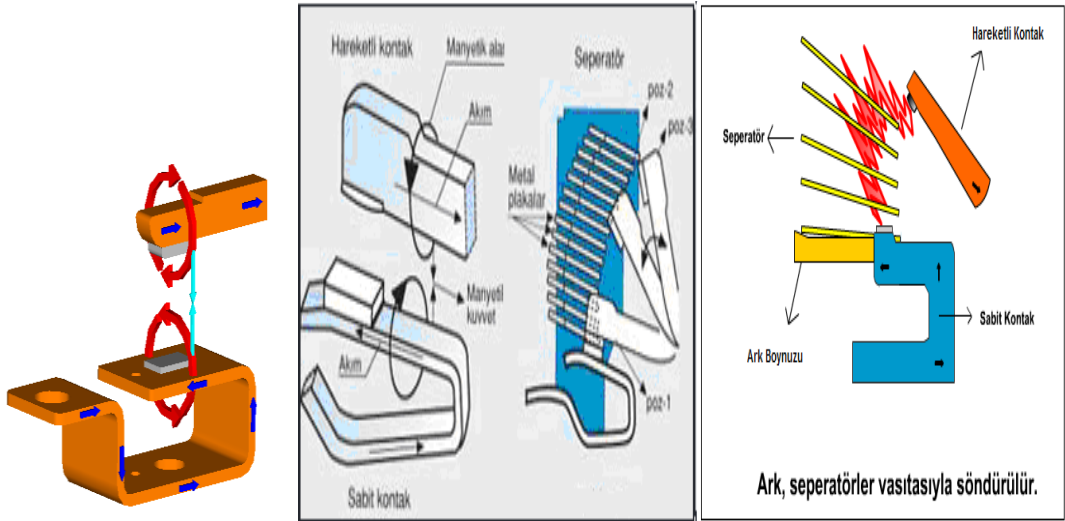


Şekil 1.4: Kompakt şalterde termik koruma işlevi (aşırı yük için)

- **Manyetik koruma (kısa devre şartlarında koruma):** İki iletkenin birbiriyle teması veya toprakla teması hâlinde kısa devre oluşur. Kısa devrede aradaki direnç sıfıra çok yakın bir değerdedir. Bu nedenle kısa devre akımı normal işletme akımının binlerce katına ulaşabilmektedir. Kısa devre akımı önlenmemesi hâlinde son derece zararlı ve tahrip edicidir. Bundan dolayı çok kısa bir süre içerisinde devrenin açılması gerekmektedir. Şalterin üzerinde bulunan manyetik mekanizmada kısa devre sırasında büyük bir manyetik alan endüklenir. Bu manyetik alanın oluşturduğu kuvvetle sabit nüve hareketli nüveyi hızla kendisine çeker. Hareketli nüve bu hareketi sırasında açtırma mekanizmasına hızla çarparak sistemi anında açtırır.

Termik ve manyetik korumanın yanı sıra limitör özelliği en önemli koruma sistemidir. Limitör özelliği olarak da adlandırılan akım sınırlama özelliğinde sabit kontağa verilen U formu sayesinde kontaklardan akımlar ters yönde akar.

Kısa devre esnasında sabit kontakla hareketli kontak arasında oluşan ters manyetik alan etkisiyle aralarında bir itme kuvveti oluşur ve hareketli kontak sabit kontakta ayrılır, araya ark direncinin de eklenerek kısa devre akımını %75 oranında azaltarak şalterin ve devreye bağlı cihazların kısa devre esnasında zarar görmesini engeller.



Şekil 1.5: Kontaklarda limitör özelliği ve ark olayı



Resim 1.6: Kompakt şalter iç yapısı

➤ Açık tip otomatik şalter

Büyük güçlü tesis panolarında daha hassas kumanda etme özelliği olan şalterlerdir. 630 A'den 6300 ampere kadar akım değerlerinde üretilir. Özellikleri şunlardır:

440 V AC'de, 3 boy ile 6 tip kısa devre kesme kapasitesinde 50, 55, 65, 80, 100 ve 150 kA. dir.

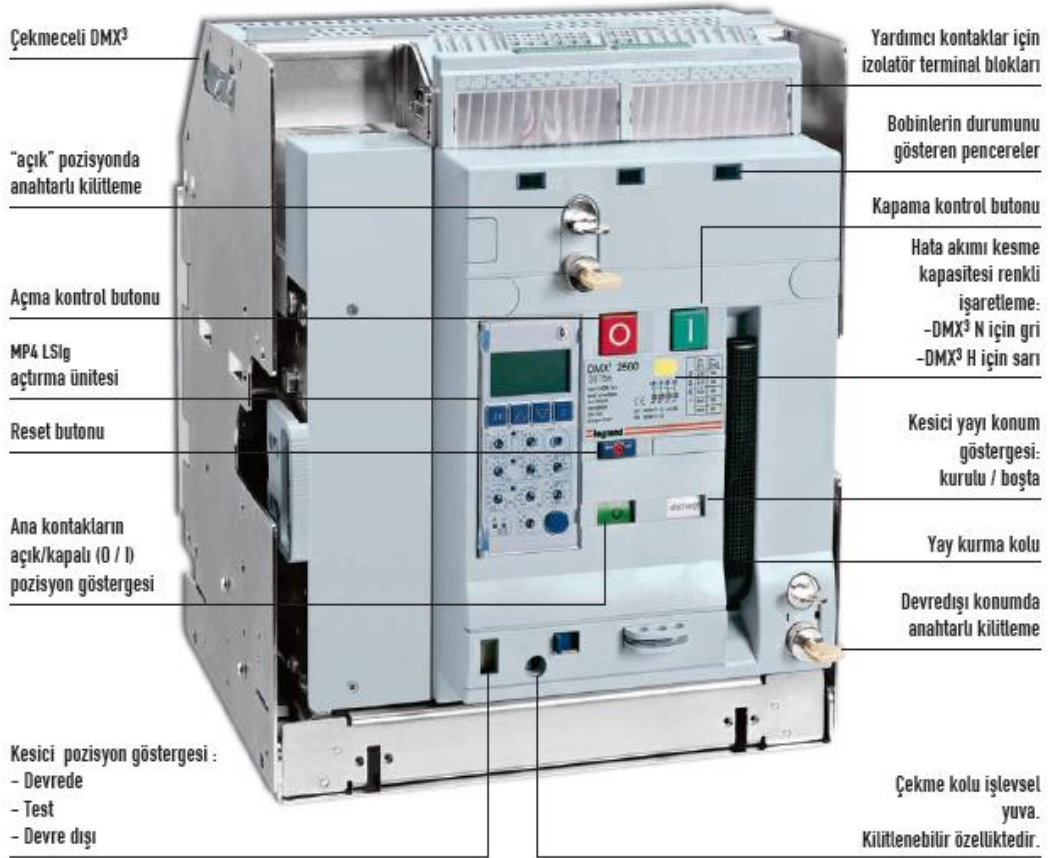
Kontrol devresi özellikleri: Koruma fonksiyonları, aşırı yük, uzun ters zaman gecikmeli, kısa ters zaman gecikmeli, kısa zaman gecikmeli, sabit zaman eğrileri gibi değişik fonksiyonlar, değişiklik koruma özellikleri isteyen kullanıcılar için mümkündür. Gösterge fonksiyonu, akım ayarı göstergesi ve işletme akımı göstergesi vardır.

Alarm özelliği: Aşırı yük durumunu gösterir. Otokontrol özelliği, aşırı ısınmaya karşı koruma ve mikrolojik kontrol üniteleriyle ile kendi kendini sistemden ayırır.

Test özelliği: Kesicinin özelliklerini test etmek içindir. (Kesici bir haberleşme ağı ile bilgisayar üzerinden uzaktan kontrol, uzaktan ayarlama ve görüntüleme işlemlerini 1 km mesafeye kadar yapabilir.)

Ampermetre özelliği: Ampermetre ana devre akımını display ekranda gösterir. “SELECT” butonuna basılınca “LED”i yanan fazın akımını veya maksimum faz akımını gösterir. Tekrar butona basıldığında diğer fazın akımını gösterir.

Ayarlama özelliği: Kullanıcının taleplerine göre akım ve gecikme zamanı, “+/-” butonlarına basarak ayarlanır. İstedığınız akımı veya gecikme zamanını ekranda gördüğünüzde “STORAGE” butonuna basıp kaydedin. Aşırı akım oluştuğunda, bu fonksiyon otomatik olarak kesilir.



Resim 1.7: Açık tipte devre kesici

➤ Standart akım değerleri

Tablo 1.2’de kompakt termik manyetik şalterin standart akım değerleri verilmiştir, inceleyiniz.

Şalter Anma Akımı (In)	Termik Ayar Sahası (Ir)	Manyetik Ayar Sahası (Ii)
20	16- 20 A	300 A
32	25- 32	300
40	32- 40	600
50	40- 50	600
63	50- 63	600
80	63- 80	1000
100	80- 100	1000
125	100- 125	1000
160	125- 160	1500
200	160- 200	1000- 2000
250	200- 250	1200- 2500
315	250- 315	1000- 2000
400	315- 400	1200- 2500
500	400- 500	2500- 5000
630	500- 630	3250- 6300
800	320- 800	8 x In
1000	400- 1000	11 x In
1250	500- 1250	10 x In
1600	640- 1600	9 x In

Tablo 1.2: Termik manyetik şalter akım değerleri

1.2.3. Akım Transformatörleri

1.2.3.1. Görevi

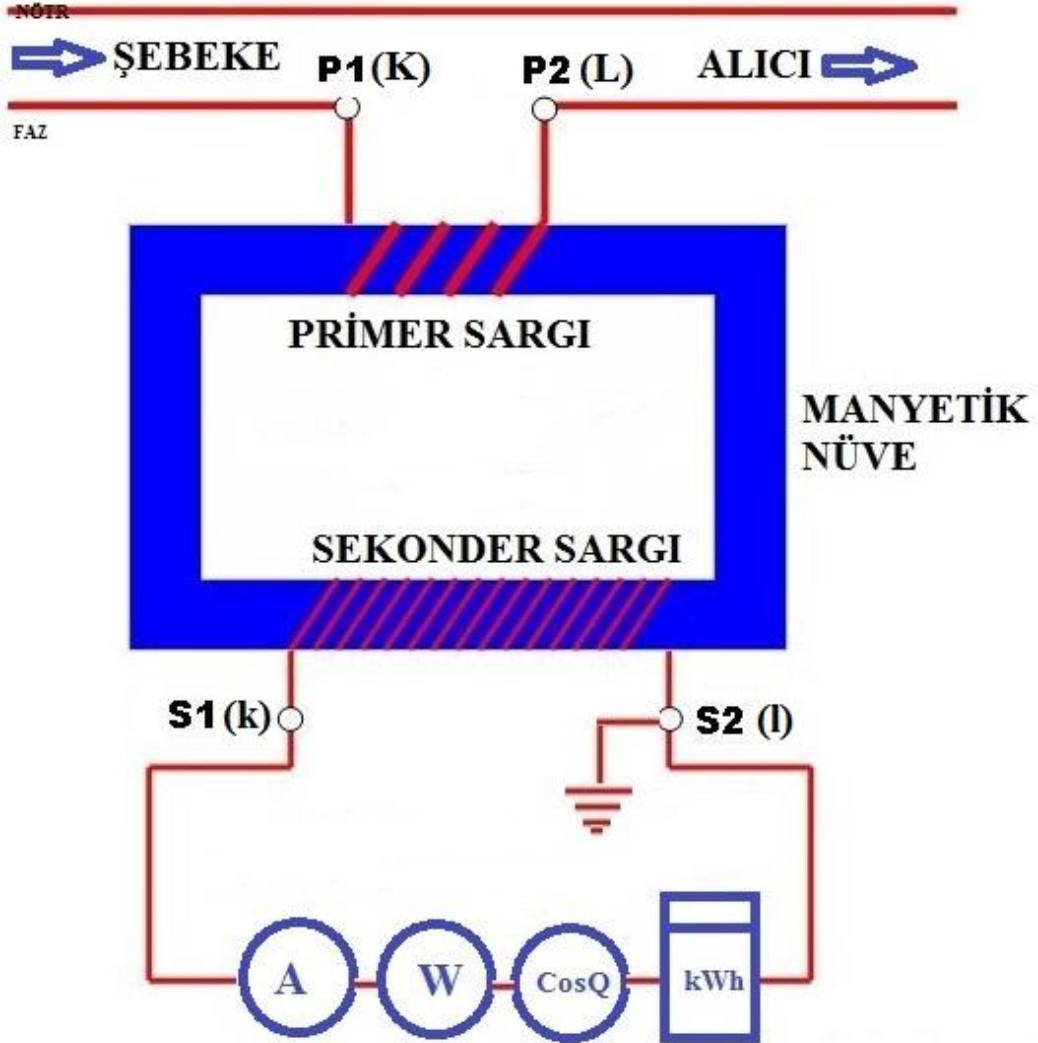
Ana dağıtım panosunda ana şalter çıkış baralarına montaj yapılır. Görevleri ampermetre, reaktif güç rölesi, cosinüsüfmetre, multimetre gibi cihazlara dönüştürme oranına göre akım sağlamaktır. Baralı veya barasız tipte montaj yapılır. Alçak gerilim akım transformatörleri primer sargı, sekonder sargı ve bu sargıların üzerine sarıldığı manyetik nüve olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır.

Primeri barasız olan akım, transformatörlerinde primer sargısı bulunmamaktadır. Bunun yerine transformatörün toroidal nüve içerisinden bara veya kablo geçirilerek primer sargısı oluşturulur. Alçak gerilim akım transformatörleri, ölçü ve koruma akım transformatörleri olmak üzere iki şekilde imal edilmektedir.

Ölçü akım transformatörleri ölçme aletleri, sayaçlar, röleler ve benzer teknikte çalışan diğer aygıtları beslemek amacıyla yapılmıştır. Bu cihazları yüksek gerilim şebekelerinden yalıtın ve ölçü aletlerinin sınırı dışında olan akımlarını ölçülebilir değerlere indirmesini

sağlayan transformatörlerdir. Koruma akım transformatörleri, koruma rölelerini besleyen bir akım transformatörüdür.

Primer uçları K-L, sekonder uçları ise k-l harfleriyle gösterilir. Çok sipirli olan sekonder bobininin (l) ucu topraklanarak muhtemel tehlikelere karşı korunmuş olur. İşletme esnasında akım transformatörlerinin sekonder uçlarını boşa bırakmak son derece tehlikelidir.



Şekil 1.6: Akım transformatörüne cihazların bağlantısı



Resim 1.8: Baralı tip, barasız tip, akım trafosu iç yapısı

1.2.3.2. Dönüştürme Oranları (k)

Primer anma akımı (I_{pn}) ile sekonder anma akımı (I_{sn}) arasındaki orandır. $K=I_{pn}/I_{sn}$ (örneğin, 100/5 gibi)

Örnek olarak 100/5 akım trafosu ($100/5=20$ kat) 100 Amperlik akımı 20 kat oranında küçük olarak 5 Amper olarak ölçü aletlerine yansıtmaktadır. Devre akımı bulunurken bu oran ile çarpılarak bulunmalıdır. Akım trafolarının giriş akım değerleri ne olursa olsun çıkış (sekonder) akımı 5 Amperdir.

Örnek: 400/5, 40/5, 600/5 akım trafolarının dönüştürme oranlarını bulunuz?

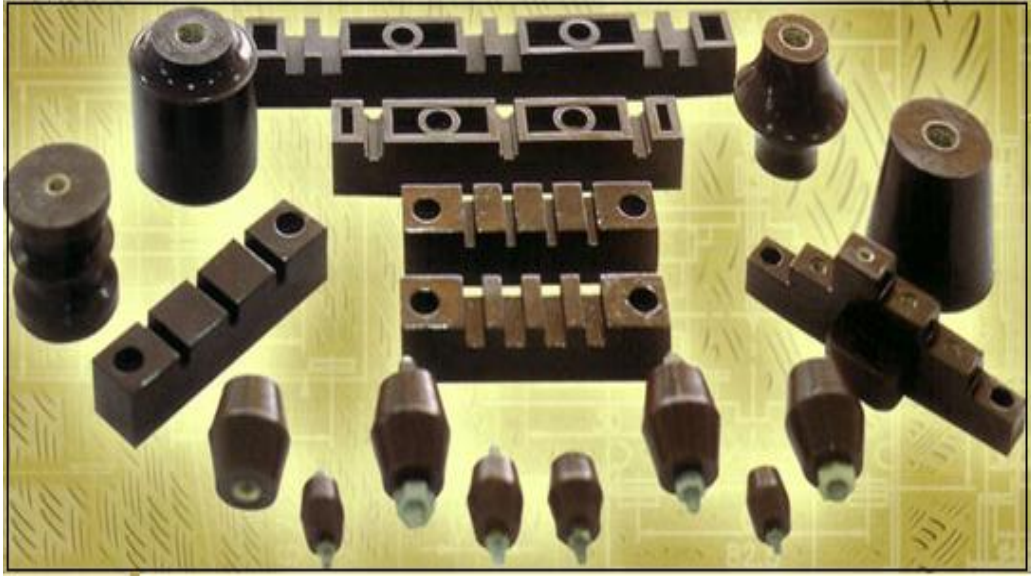
1.2.3.3. Hata Sınıfları (Doğruluk Sınıfı)

Akım transformatörlerinde hatanın belirli sınırlar içinde kaldığını açıklamakta kullanılan bir deyimdir. Ölçü akım transformatörünün doğruluk sınıfı, primer anma akımı ve anma yükünde, yüzde olarak akım yanlışlığının üst sınırına eşit olan ve 'sınıf indisi' denilen bir sayı ile verilir. Ölçü akım transformatörü doğruluk sınıfı standart değerleri 0,1- 0,2- 0,5- 1- 3- 5'tir. Laboratuvar ölçümlerinde 0,2 sınıfı akım trafoları kullanılır. Teknik uygulamada ölçme için 1 sınıfı akım trafoları, koruma için 3 sınıfı akım trafoları kullanılır.

1.2.4. Mesnet İzolatörleri

1.2.4.1. Görevi

Panolarda kullanılan mesnet izolatörleri, baraları pano gövdesi üzerine yalıtımlı olarak tutturmaya yarar. Pano içinde baralar için bir taşıyıcı ayak görevi de üstlenir. Bunlara bara izolatörleri de denir. Bağlantı yeri metalden yapılan izolatör gövdesi porselenden, bakalit veya sertleştirilmiş plastik malzemeden yapılır. Resim 1.9'a bakınız.



Resim 1.9: Mesnet izolatör çeşitleri

1.2.4.2. Yapısı ve Boyutları

Mesnet izolatörünün alt kısmı metalden yapılmıştır. Panoya bağlantı bu kısımdan yapılır. Gövdesinin üzeri ise porselen, bakalit veya sertleştirilmiş PVC'den yapılmıştır. İzolatörlerin üzerinde bara tutturmak için cıvatalı bir bölüm bulunur. Mesnet izolatörlerinin bara tutturma yerleri, baraların boyutlarında yapılır. Alçak gerilimde (1 kV'a kadar) kullanılan bara mesnet izolatörleri küçük orta ve büyük olmak üzere üç ebatla üretilir.

Cinsi	Boy (mm)	Çapı (mm)	İzolatör Başı Cıvata Çapı (mm)
Küçük	25	20	4
Orta	25	30	6
Büyük	40	40	6

Tablo 1.3: Bara mesnet izolatörleri ebatları

1.2.5. Pano İç İhtiyaç Priz, Lamba ve Sigortası

Dağıtım panolarında istenilirse bir fazlı priz bağlantısı ve aydınlatma lambası tesis edilebilir. Pano arkasında yapılacak sigorta değişimi ve benzeri işlemler için aydınlatma yapılması iyi bir uygulamadır. Aydınlatma, pano kapısına konulacak bir sivic anahtarla otomatik olarak yapılabileceği gibi manuel olarak da yapılabilir. Pano içine konulan priz ve lamba hattına ait sigortasının bulunması gerekir.

UYGULAMA FAALİYETİ



Termik manyetik şalter

AG dağıtım pano termik manyetik şalter testini (çalıştırma) ve akım ayarını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun şalteri seçiniz.➤ Termik manyetik şalter çalıştırma testini yapınız.➤ Termik manyetik şalter ayarlarını yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ AG dağıtım pano ana şalter ve çıkış şalteri özelliklerini seçiniz.➤ Şalterin kumandasının üç konum olduğunu unutmayınız (ON- OFF- Trip).➤ Şalteri önce ON konumuna, sonra OFF konumuna getiriniz.➤ Şalterin üzerinde bulunan TRİP (kırmızı) butona basınız. TRİP konumunun şalteri ortada tutacağını unutmayınız.➤ Termik manyetik şalterin normal akım değerini etiketinden belirleyiniz.

	<ul style="list-style-type: none">➤ Şalterin normal çalışma akımından kaç kat sonra açma yapmasını istediğinizi ayarlayınız. Resim 1.10’da 0,8- 1 kat.(In)➤ Şalterin duyarlılık hassasiyetini ayarlayınız(Lo= Az, Hı= Yüksek).
--	--

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği tedbirlerini aldınız mı?		
2. Uygun değer ve özellikte termik manyetik şalteri seçebildiniz mi?		
3. Şalterin etiket değerlerinden özelliklerini seçebildiniz mi?		
4. Şalterin nominal açma akım değerini ayarlayabildiniz mi?		
5. Şalterin açma hassasiyet değerini ayarlayabildiniz mi?		
6. Şalteri trip konumuna alabildiniz mi?		
7. Şalteri on – off (açma kapama) konumuna getirebildiniz 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 cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () AG dağıtım panoları en az 2 mm kalınlığında DKP sacdan imal edilir.
2. () 100 A'den küçük akımlı bağlantılar bara ile yapılmalıdır.
3. () Mesnet izolatörleri baraları taşıırken gövdeden yalıtma işlemi de yapar.
4. () Pako şalterler panolarda giriş ve çıkış şalteri olarak kullanılır.
5. () Termik manyetik şalterlerde oluşan ark seperatörler vasıtasıyla söndürülür.
6. () Boyalı baraların akım taşıma kapasitesi boyasız baradan daha azdır.
7. () Kompakt şalterlerde termik koruma aşırı yük şartlarında koruma yapar.
8. () Termik manyetik şalterlerde limitör özelliği kontaklara U formu verilerek yapılır.
9. () 400/ 5 akım trafosu dönüştürme oranı 75'tir.
10. () Laboratuvar ölçümlerinde 1 sınıfı akım trafoları 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 öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 2

AMAÇ

AG dağıtım pano montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabilme bilgi, beceri ve deneyime sahip olacaksınız.

ARAŞTIRMA

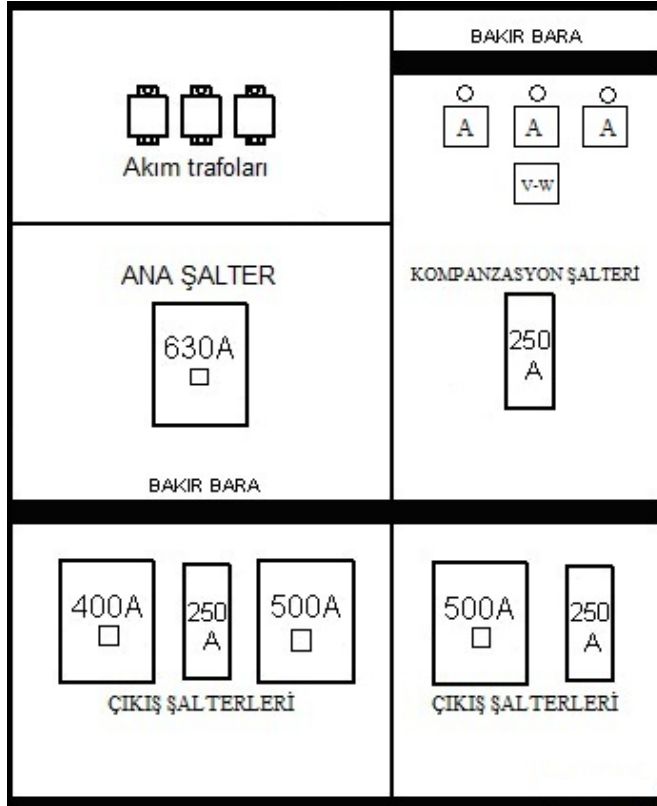
- AG dağıtım pano montaj ve bağlantılarında kullanılan araç gereçleri araştırınız.
- Montaj ve bağlantılarda alınan iş güvenliği tedbirleri araştırınız.
- Montaj ve bağlantılarda nelere dikkat edildiğini araştırınız.
- Araştırma işlemleri için internet ortamını ve AG pano imalatı yapan iş yerlerini ziyaret ederek bilgi toplayınız.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz. Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla paylaşıp tartışınız.

2. AG DAĞITIM PANO MONTAJ VE BAĞLANTILARI

2.1. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzeme Yerleşim Planı

Alçak gerilim dağıtım panolarında kullanılacağı yere göre panoda kullanılacak malzemeler değişebilir. Eğer AG dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu beraber ise AG panoda ana şalter, akım trafoları (ampermetre, multimetre ve regler için), çıkış şalterleri (Termik manyetik, pako şalter olabilir.) , kompanzasyon pano şalteri, baralar bulunur.

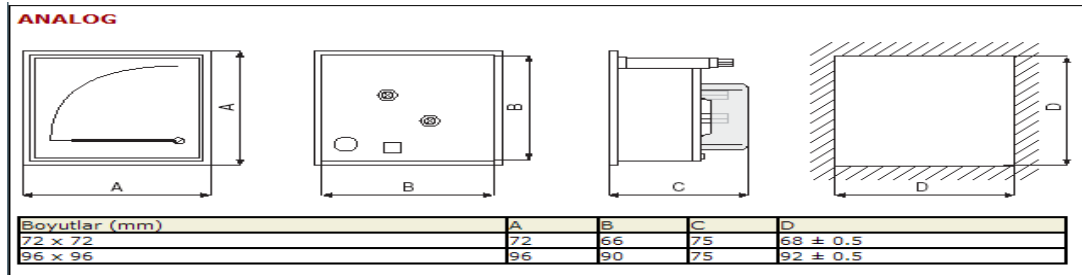
Alçak gerilim panosu ayrı tek ise ana ve çıkış şalterleri, baralar, Ampermetreler, Voltmetre ve voltmetre komitatörü (Yeni panolarda multimetreler kullanılmaktadır.), akım trafoları, sinyal lambaları; eğer çıkış için pako şalterler kullanılacak ise w otomat veya nh sigortalar, klemensler, AG parafuduru; YG trafolu müşteri değilse elektrik sayacı panoda kullanılmaktadır. Şekil 2.1.'de örnek bir AG dağıtım panosu yerleşimi gösterilmektedir, inceleyiniz.



Şekil 2.1: Örnek bir AG Dağıtım panosu yerleşim planı

2.2. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzemeleri Standart Boyutları

Alçak gerilim dağıtım panosunda kullanılacak malzemeler standart ölçülerdedir. Kompakt şalter boyutları boyutları trafo gücüne ve devrenin çekeceği akıma göre değişmektedir. Çekilen akım büyüdükçe şalter boyutları da büyümektedir. Ölçü aletleri standart olarak 72x 72 mm veya 96x 96 mm'dir (Şekil 2.2'ye bakınız). Elektrik sayacının boyutlarını firmaların teknik özellikler tablosundan faydalanarak buluruz. Tesislerde kombi (aktif-reaktif) ve x5 tipte sayaç kullanılacağı için bütün üretim yapan firmaların sayaçları aynı standart boyutta olmak zorundadır.



Şekil 2.2: Ölçü aletleri standart boyutları

2.3. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzemeleri Yerine Montajı

AG dağıtım pano malzemeleri montajı iş güvenliği ve elektrik ile ilgili yönetmeliklere uygun yapılmalıdır.

2.3.1. Montaj İşlem Sırası

AG dağıtım pano malzemelerinden kompakt şalter, baraların, akım trafolarının montajı işlem sıralarını inceleyelim.

Kompakt şalter montajı :

İlk önce tesisin akımına göre kompakt şalteri seçilir (Örneğin, şalterin 250 A değeri için 105x255 mm boyutunda).

Seçilen şalter dikkatli bir biçimde ambalajından çıkartılır.

Şalter montaj tablasına yerleştirilir.

Delinecek kısımlar matkap ucunun kaymaması için noktalanmak suretiyle markalanır. Delme işleminde kullanılan matkap ucu kalınlığının yerleştirilecek malzemenin vidalama deliklerine uygun olması gerekir.

Gönye ve cetvelle montaj düzgünlüğü kontrol edilir.

Şalterin montaj deliklerinden tablaya işaretler konur. İşaretlerken şalteri tabladan kaydırmamaya dikkat edilir, yoksa yanlış işaretlenebilir (İşaretlemeyi kalem veya sivri bız'la yapabiliriz.). Şalter yavaşça tabladan çekilir, çekerken işaretlerin silinmemesine dikkat edilir (Resim 2.1' e bakınız.).

İşaret yerleri sivri nokta ile markalanır.

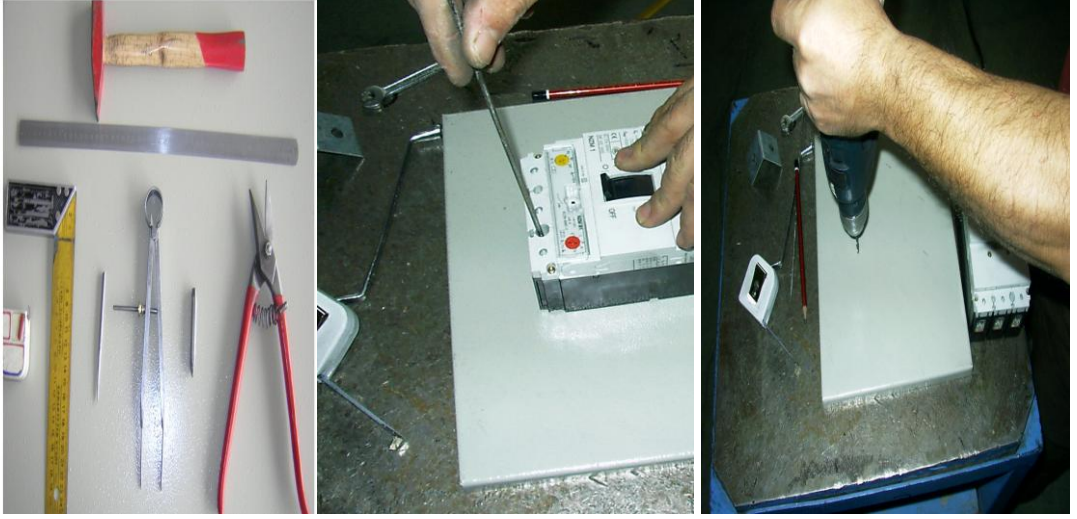
Şalter montaj civatalarına uygun kalınlıkta sac matkap ile tabla delinir (Delme işlemi yaparken tablayı mengenede sabitlemek önerilir.). (Resim 2.1' e bakınız.)

Delik yerlerindeki çapaklar uygun ege ile temizlenir.

Şalterin civataları (M5x70) deliklere takılır, uygun anahtarla sıkılır veya tabla panoya takılır sonra şalter tablaya monte edilir (İki türlü montaj da olabilir.).

Şalter montajlı tablayı tekrar panodaki yerine takılır. Şalter kolu pano kapağından çıkacak şekilde montajı yapılır.

Montaj sırasında emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyulması gerekir.



Resim 2.1: Montaj araç gereçleri ve şalter montajı

Baraların montajı:

Kompakt şaltere giriş, baralar ile yapılmaktadır. Tesisin akımına göre bara boyutları seçilir(Tablo 1.1'den faydalanınız.).

Baralar uygun boyda kesilir.

Baraların pano malzemelerine bağlantı amacı ile bükülüp şekillendirilmesi esnasında kesitin incelmemesine ve çatlamamasına dikkat edilmelidir. Standartlara göre baralar 45 dereceden daha fazla açı yapacak şekilde bükülmemelidir.

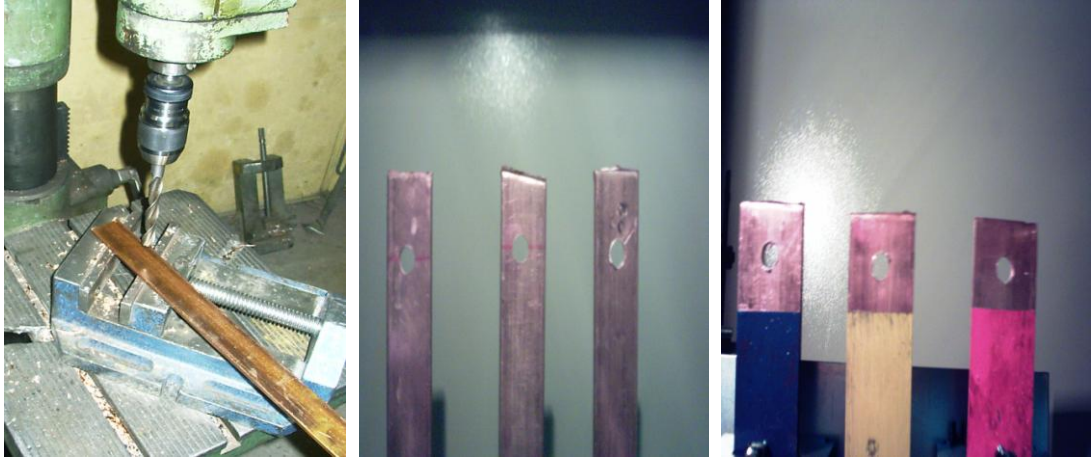
Malzemelerin yerleştirilecekleri bölümün deliklerinin bu montaj malzemelerine uygun olarak delinmiş olması gerekir.

Baraların her iki uçlarından, uygun şekilde bağlantı civatalarının girebileceği genişlikte delikler matkapla açılır. Delme işlemi matkap tezgâhında yapılmalıdır(Resim 2.2'ye bakınız.).

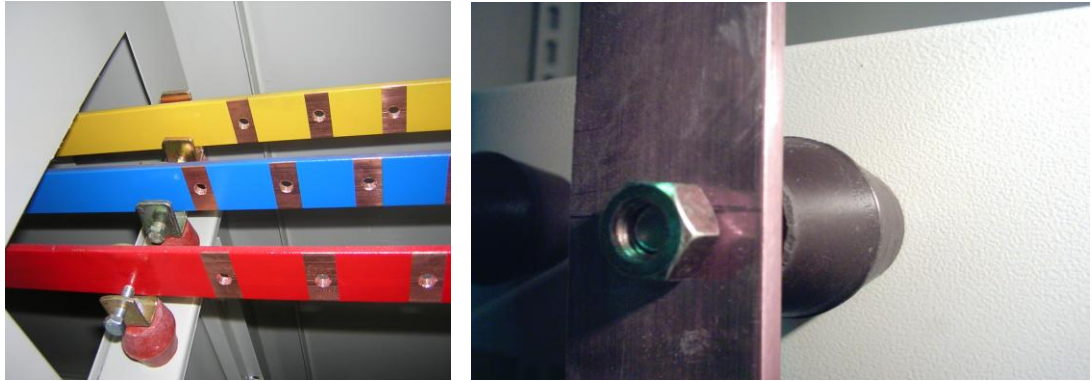
Ayrıca kompanzasyon ve sayaç kablo bağlantıları içinde uygun delikler delinmelidir.

Baralar sarı, kırmızı, mavi veya siyah standart renk olmak üzere boyanır, bağlantı yerleri boyanmaz.

Şalter çıkışı baralar ile olacaksa baraları mesnet izolatörü ile panoya tutturulmalıdır. (Resim 2.3'e bakınız.)



Resim 2.2: Baraların delinmesi ve montajı

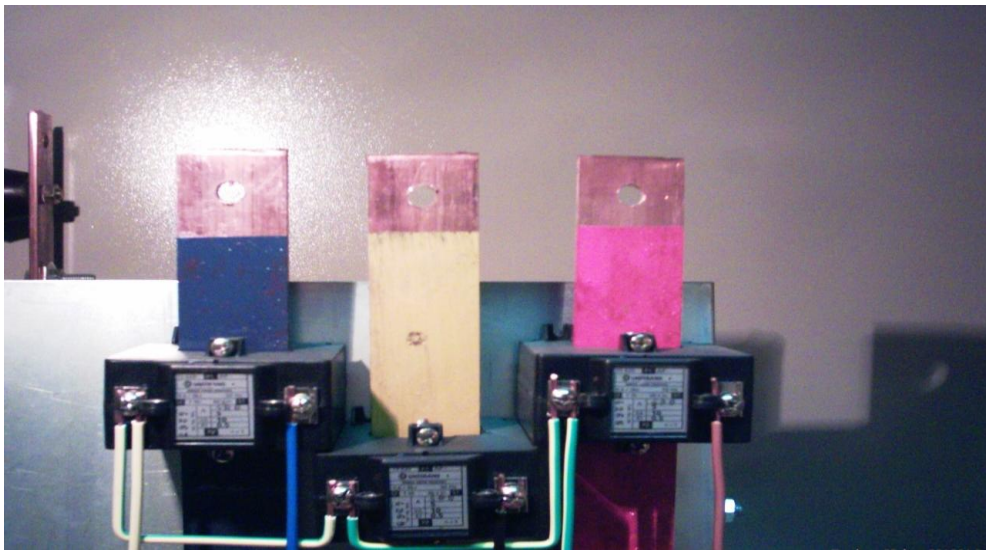
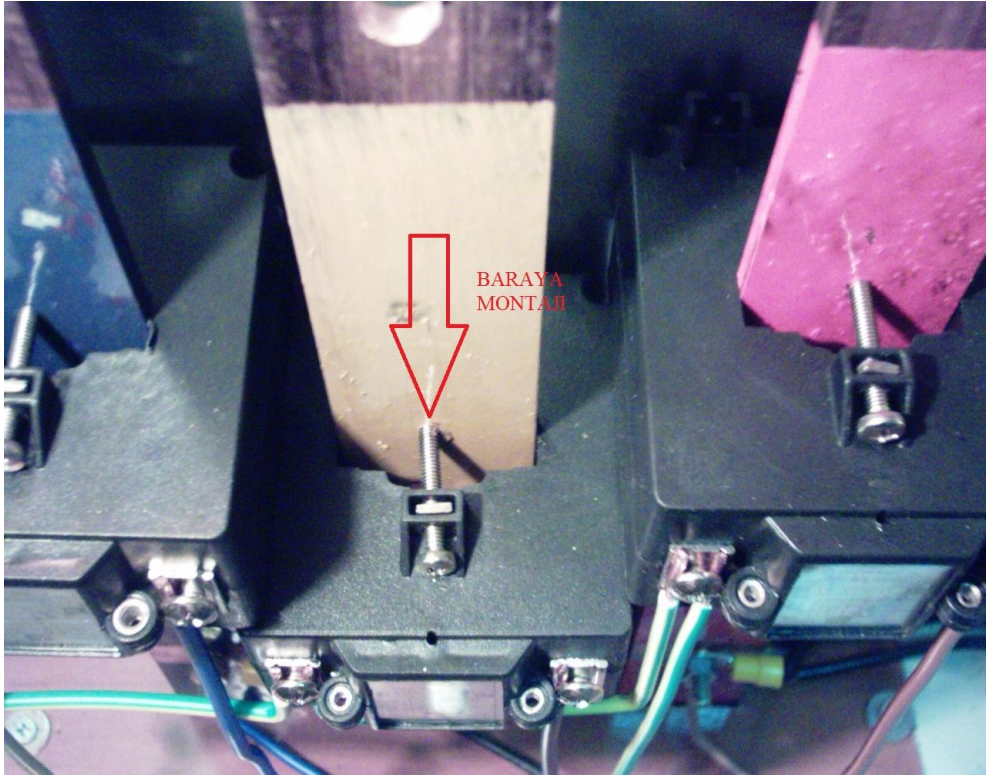


Resim 2.3: Baraların mesnet izolatörü ile montajı

➤ **Akım trafolarının montajı**

- Seçilen baralara uygun tipte (barasız) ve tesis akımına uygun akım trafoları seçilir.
- Seçilen akım trafoları baralara geçirilir.
- Akım trafolarının baraya tutturma vidaları (P1-P2) uygun şekilde sıkılır ve sabitlenir (Resim 2.4'e bakınız.).
- Akım trafolarının S2 uçları sarı, yeşil renkteki kablolar ile birbirine bağlanır. Birleştirilen bu uçlardan toprak barasına bağlantı yapılır (Resim 2.4'e bakınız.).
- Bağlantılar gevşek olmamalıdır.

Akım trafoları sekonder sargı bağlantı terminallerinden herhangi bir tanesi mutlaka, muhtemel primer kaçaklara karşı topraklanmalıdır. Sekonder devre açık bırakılmamalıdır çünkü nüve aşırı derecede ısınabilir. Akım trafoları etiketleri çıkarılmamalıdır.



Resim 2.4: Akım trafolarının baraya montajı

2.3.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

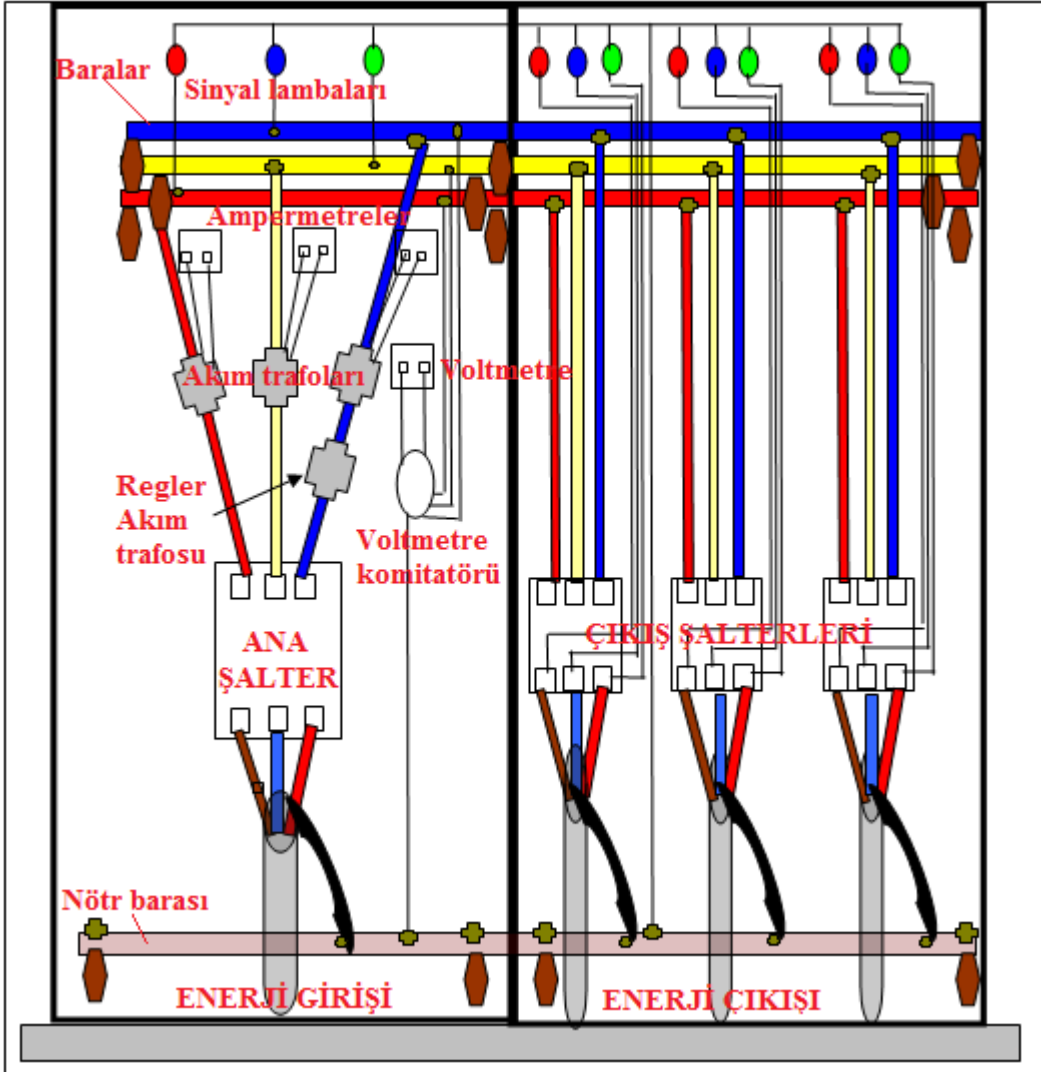
- Bütün montaj işlemlerinde iş güvenliğine dikkat edilmelidir.
- Bütün pano malzemeleri yerleştirilmeden önce, pano gövdesinde kendileri için ayrılan pencere ve deliklere uygun olup olmadıklarına dikkat edilmelidir.
- Vida ve cıvatalar yavaşça ve yeterince sıkılmalıdır. Acele tavırlar malzeme gövdesinde fazla sıkmadan dolayı çatlaklar oluşturabilir.
- Ölçü aletlerini pano gövdesine yerleştirme işleminde sert darbelerden kaçınılmalıdır.
- Paket şalterlerin konumlarını belirten kısımdaki etiketin yanlış yerleşmemesine dikkat edilmelidir.
- Sinyal lambalarının yerine montajı sırasında renkli kapaklar söküldüğünde iç kısımdaki ampulün düşmemesine dikkat edilmelidir.
- Ampermetreler ve voltmetre panonun ön kısmında kendileri için açılmış kare pencerelere önden arkaya doğru itilerek takılır.
- Ölçü aletlerinin gösterge kısımlarındaki çıkıntı, aletin cam bölümünün dışarıda kalmasını sağlar. Bu ölçü aletleri için panoya vidalama işlemi yapılmaz. Aletin pano içinde kalan kısmında pano sacına baskı yapacak şekilde çalışan sıkıştırma vidaları vardır. Ölçü aletleri bu vidalar sayesinde panoya montaj edilir.
- Voltmetre komitatörü ve paket şalterler, panonun arka kısmından kumanda ucu ön tarafta kalacak şekilde takılır. Pano sacında bunlar için milleri genişliğine delik açılması yeterlidir. Malzemelerin gövdeleri pano önünden takılan iki adet vida ile montaj edilir. Konumları belirten durum etiketi, plastik muhafazası ve kavrama plastiği önden şalter mili üzerine geçirilir. Kavrama plastiği şalter mili göbeğine vidalanır. Enerji giriş çıkış uçları pano içinde kalır.

2.4. Alçak Gerilim Dağıtım Pano Malzemeleri Prensip Şemaları

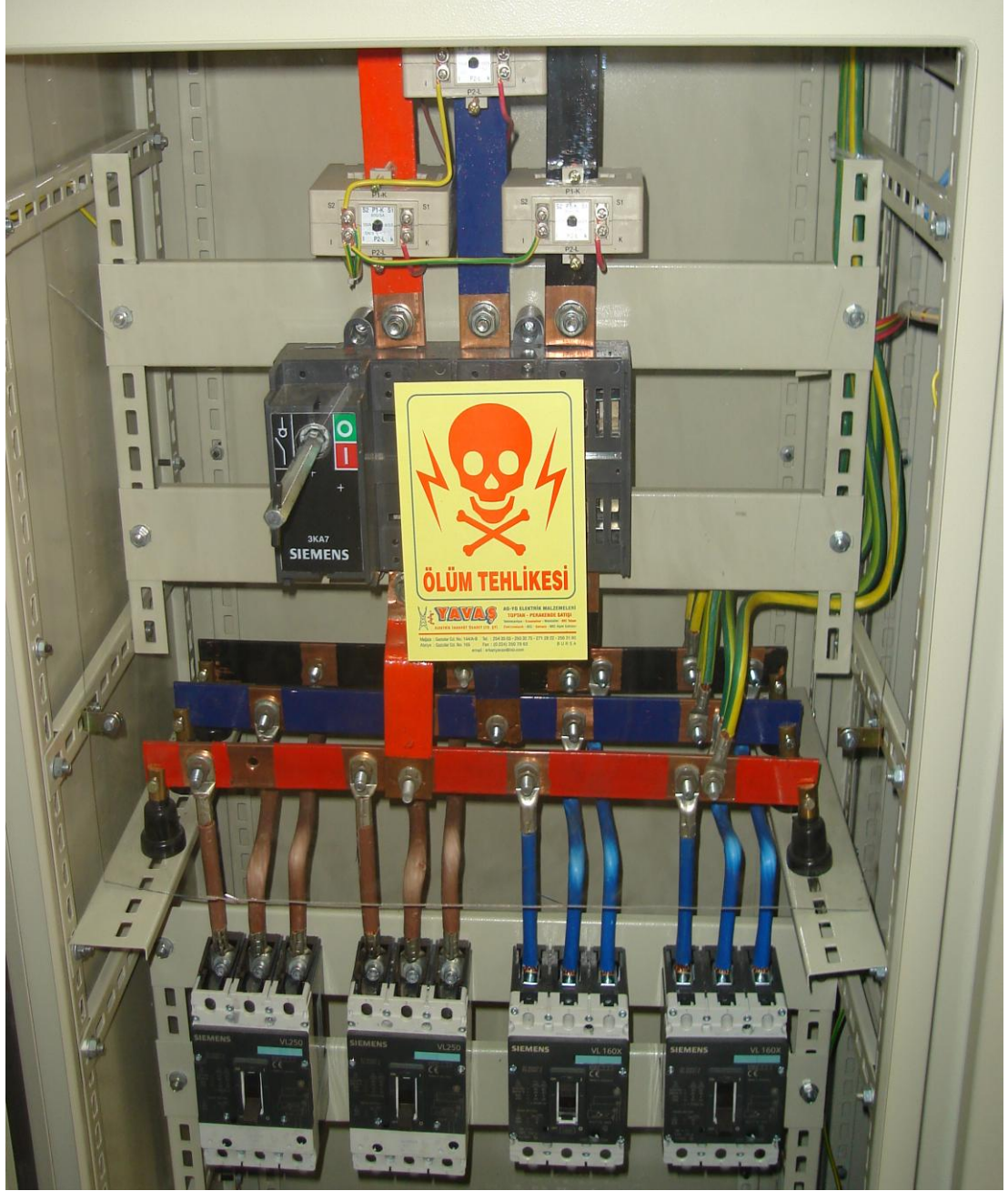
Alçak gerilim dağıtım panolarında kullanılan malzemelerin prensip şemaları, şalterler 3 fazlı ise üç giriş üç çıkış bağlantı yerleri vardır, şalterin giriş çıkış yerleri ters bağlanmamalıdır. Akım trafolarının primer ve sekonder bağlantı yerlerine dikkat edilmelidir. Ölçü aletlerinden ampermetrenin seri bağlanacağını, voltmetrelerin paralel bağlanacağı unutulmamalıdır. Malzemelerin çalışma gerilimlerine dikkat etmelidir.

2.5. Pano Bağlantı Şeması

AG dağıtım pano bağlantı şeması Şekil 2.3'te verilmiştir. Şekilde verilen panoda şalterler, akım trafoları, ölçü aletleri, sinyal lambaları, baraların bağlantılarını inceleyiniz. AG dağıtım panolarında tesisin özelliğine göre başka malzemelerde kullanılabilir (Sayaç, multimetre, vantilatör vb.).



Şekil 2.3: AG Dağıtım pano bağlantı şeması



Resim 2.5: AG Dağıtım panosu malzeme bağlantıları

2.6. Malzeme Bağlantıları

Panoda yerlerine tespit edilen malzemelerin kablolama işlemlerinin ve kablo giriş çıkış bağlantılarının tekniğine uygun olarak yapılması gerekir.

2.6.1. Bağlantı İşlem Sırası

➤ Ana dağıtım pano bağlantısı

AG dağıtım panosu bara bağlantılı olarak yapılacaksa öncelikle fazlara ve topraklama hattına ait baraların mesnet izolatörleri yardımı ile panoya tespit edilmiş olması gerekir.

Ana dağıtım panolarında enerji giriş bağlantıları NH sigorta altlığına yapılmak üzere boş bırakılır(Kompakt şalterlerde bu işlem yoktur.).

Şalter çıkış bara veya kabloları akım transformatörlerinin içinden geçerek üst kısımdaki her faza ait baralara bağlanır.

Akım transformatörlerinin sekonder uçları ampermetrelere çoklu kablolarla bağlanır.

NH sigorta altlıklarının çıkışından alınan bağlantı, ilgili dağıtım tablolarına ait pako veya kompakt şalterlere verilir.

Şalter çıkışları tablo çıkış klemenslerine bağlanır veya NYY kablo ile ilgili tali dağıtım tablosuna bağlanır.

Klemense bağlanacak tüm kablolarla bağlantı şemasına uygun numara halkası takılır.

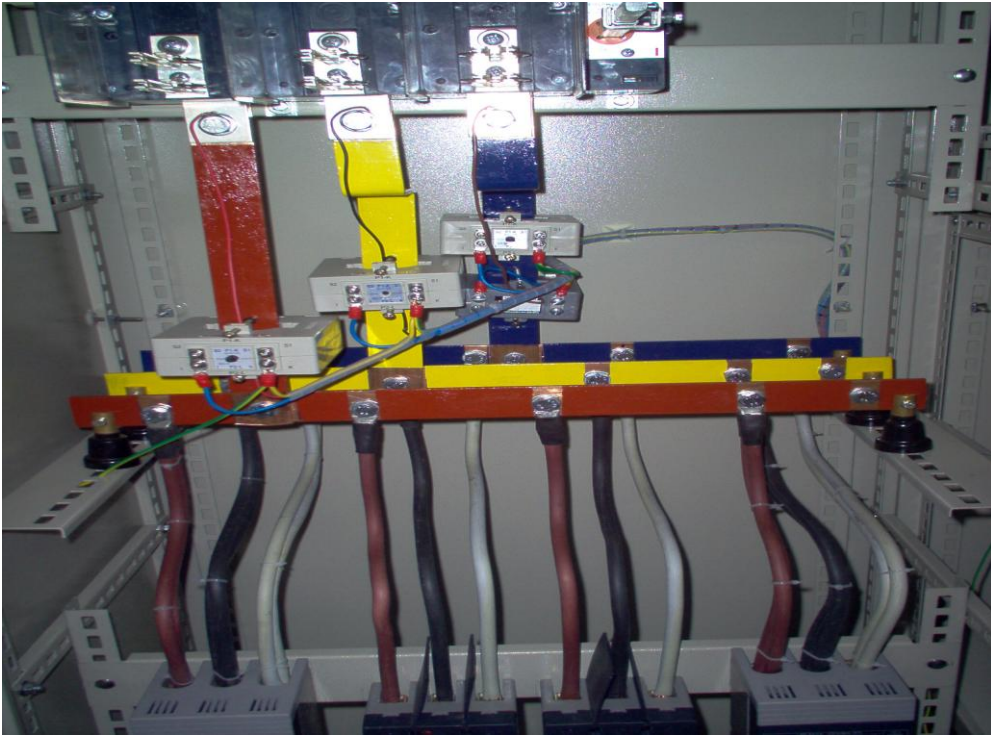
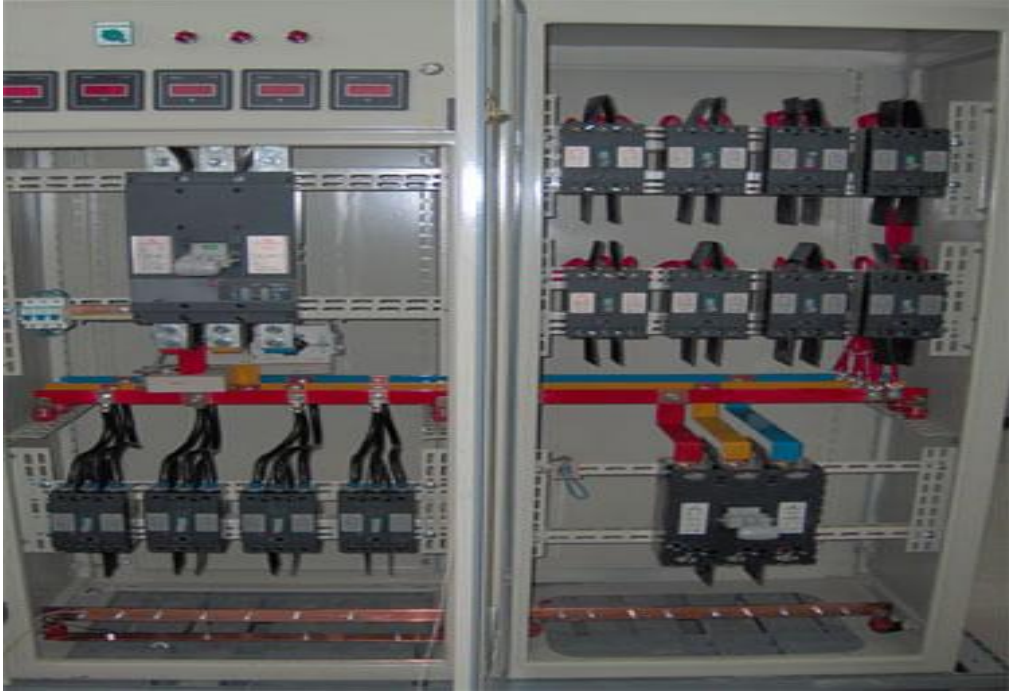
Sinyal lambalarına ilgili şalterin çıkış fazları bağlanır ve nötr barasından alınan nötr kablosu da paralel olarak dağıtılır.

Pano malzemelerinin elektriği olmayan tüm metal aksamaları topraklama barasına bağlanır. Topraklama barası da topraklayıcıya bağlanır.

Ölçü aletleri, sinyal lambaları gibi yardımcı eleman bağlantıları kablolarla şekil verilerek düzgün bir formda yapılır.

2.6.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar

- Bağlantısı yapılacak tüm pano malzemeleri için uygun araç gereç seçilmelidir.
- Malzemelere bağlanacak kabloların yalıtkanları uygun boyutta soyulmalıdır.
- Malzemelerin kablo bağlantıları yapılırken vidaları yavaşça ve yeterince sıkılmalıdır. Aşırı sıkıştırma kablonun kesilmesine neden olabilir.
- Gevşek bağlantı elektrik akımına karşı direnç oluşturarak veya ark oluşumuna sebep olarak malzeme kontaklarında aşırı ısınmalar meydana getirir ve sistemin arızalanmasına yol açar. Gevşek bağlantı olmamasına dikkat edilmelidir.



Resim 2.6: AG dağıtım pano bağlantıları

2.7. Alçak Gerilim Pano Montaj Yerleri

2.7.1. Dâhilî Tip Montaj

Bina içine yapılan montajlardır. Pano için tesis edilmiş 10 cm yüksekliğindeki platform üzerine montaj edilir. Pano önünde en az 90 cm'lik boşluk bulunmalıdır.

2.7.2. Harici Tip Montaj

Açık havada bina dışına yapılan montajlardır. Buralara montaj edilecek dağıtım panolarının açık hava tipinde imal edilmiş olması gerekir. Bu panolar ayrıca bir sacdan koruyucu dolap içine alınır. Koruyucu dış dolap, en az 2 mm kalınlığında sacdan yapılacaktır. Bu dolabın yüzeylerinde 4x40 mm yassı demirden pekiştirme çaprazları ve ön yüzeylerinde açılıp kapanabilir iki kanatlı kilitli kapıları olmalıdır. Koruyucu dolapların üst sacı yağmur ve kar birikmesine karşı öne ve arkaya doğru 15 derece eğik olmalıdır(Resim 2.7'ye bakınız.) Koruyucu dolabın kablo giriş deliklerinin su girmesine karşı yalıtılması gerekir.



Resim 2.7: AG dağıtım pano harici montajı ve platform

2.8. Alçak Gerilim Pano Montaj Platform Özelliği

Dâhilî tip panoların oturtulacağı platformlar, düz zemin üzerine en az 10 cm yükseklikte yapılmış beton kaideden oluşur. Harici tip panoların oturtulacağı platformlar düz zemin üzerine en az 30 cm yükseklikte yapılmış beton kaideden olur. Harici tip panolara ait platformları kurarken yağmur suyunun birikmeyeceği sel, su baskını gibi tehlikelerin olmadığı zeminlerin sečilmesine dikkat edilmelidir(Resim 2.7.'ye bakınız.).

2.9. Alçak Gerilim Pano Yerine Montajı Yapma

2.9.1. Yerine Montaj İşlem Sırası

- Beton platform, pano alt montaj yerlerine uygun olarak işaretlenir.
- İşaretlenen yerler beton matkabı ile delinir.
- Delinen yerlere uygun çelik dübellere takılır(Resim 2.8'e bakınız.).
- Dağıtım panosu montaj delikleri, platformdaki çelik dübellere geçirilerek platforma yerleştirilir.
- Çelik dübellere uygun bir şekilde sıkılarak yerine montajı bitirilir.
- Yerine montajda iş güvenliği ve emniyet tedbirlerine uyulmalıdır.
- Topraklama iletkeni pano topraklama barasına bağlanır.



Resim 2.8: Montaj platformu

2.9.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

- Taşıma sırasında panoya monte edilmiş malzemelerin zarar görmemesine dikkat edilmelidir.
- Taşıma ve montaj sırasında pano sacının çizilmemesine dikkat edilmelidir. Bu hata sacın paslanmasına ve yıpranmasına neden olur.
- Platformun üzerinin temiz olmasına bakılıp panonun yerine iyi oturup oturmadığına dikkat edilmelidir.

- Kullanılan tüm cıvatalar vazelinlenmeli ve somunlar rondela ile birlikte sıkılmalıdır.
- Tüm işlemler için uygun el takımları kullanılmalıdır.

2.10. Alçak Gerilim Pano Giriş Çıkış Bağlantıları

- Kablo pabuçları kullanılan iletken kesitlerine ve giriş yapılacak malzemenin sıkıştırma çeşidine uygun olarak seçilmelidir.
- Giriş ve çıkışlara ait iletkenlerin uçların kablo pabuçlarına uyacak şekilde soyulmalıdır.
- Kablo pabuçlarını iletkenlere takarak kablo pensiyle iyice sıkınız.
- Giriş kablolarını bağlayınız.
- Pano çıkış kablolarını bağlantı şemasına uygun olarak bağlayınız.
- Giriş ve çıkış kabloları bağlantı yerinden sarkmayacak şekilde kısaltılmalıdır.

2.11. Alçak Gerilim Pano Malzeme Çalışma Test ve Ayarları

Alçak gerilim panoları işletmeye alınmadan önce bazı testlerden geçirilmesi gerekir. Bunlar panoya, işletme akımı kadar akım yükleyen ve yalıtım değeri kadar gerilim yükleyen cihazlarla yapılır. Panonun dağıtım şalter çıkışları kısa devre edilerek ana şalter girişinden akım test cihazı ile işletme akımı uygulanır ve pano akımın taşıyan malzemelerin işletme akımı şartlarında görev yapıp yapmadıklarına bakılır.

Yalıtım test cihazı ile pano ana şalteri üzerinden 1kV değerinde gerilim uygulanır ve pano malzemelerinin yalıtımının sağlamlığı kontrol edilir. Pano gövdesine gerilim atlamaları olup olmadığına bakılır.

➤ **Kompakt şalter test ve ayarları**

Kompakt şalterin konumunu gösteren üç durum mevcuttur.

ON / I: Şalterin kontaklarının kapalı olduğunu gösterir. Bu durumda şalter kolu en üst pozisyondadır.

TRİP: Şalterin herhangi bir arızadan (aşırı yük veya kısa devre) dolayı açıldığını gösterir. Bu durumda şalter kolu ON ile OFF konumları arasında orta pozisyondadır.

OFF / 0: Şalterin kontaklarının açık olduğunu gösterir. Bu durumda şalter kolu en alt pozisyondadır.

Trip pozisyonundaki şalteri ON pozisyonuna almak için şalter kolunu OFF yazısı istikametinde aşağı doğru bastırırız. Şalter 'KLİK' sesiyle beraber kurulacaktır (reset pozisyonu). Şalteri kapatmak için kolu ON istikametine doğru bastırırız.

NOT: Şaltire düşük gerilim bobini takılmışsa şalteri kapatmak ancak düşük gerilim bobini gerilimi anma değeri ile enerjilendirilmiş iken mümkündür.

Trip butonu: Açma mekanizmasının çalışmasını kontrol etmek amacıyla kapak üzerinde bulunan kırmızı renkli butondur. Bu butona basıldığında mekanizma çalışır ve şalterin kontaktları ani olarak açılır.

Mekanik çalışma kontrolü (testi): Şalteri beş kez kapayıp açınız. Kol, rahatça hareket edebilmeli, I ve 0 konumlarında sabit olarak kalabilmelidir.

Termik/manyetik ayarlarının yapılması: Resim 2.9’da bulunan şalterin, anma akımı ayar düğmesini (0,8- 1) x In işletme akımına ayarlayınız. Ani açma değeri bazı şalterler için sabittir. Bazı şalterlerde ise (5-8) x In arasına ayarlanır. Ancak şalterin koruma yapacağı yükün özelliğine göre istenirse üretici nominal akımın 2,5- 12 katı arasında ani açma yapacak şekilde sevk edilebilmektedir.



Resim 2.9: Kompakt şalter ayar bölümü ve trip butonu

Alçak gerilim dağıtım panolarında en az üç çıkış şalteri olmalıdır, bir adette yedek şalter bırakılmalıdır. Kompanzasyon panosu içinde bir adet şalter konulmalıdır.

2.12. Alçak Gerilim Pano Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri

- Ana panoda gerilim taşıyan çıplak kısımlar dokunmaya karşı muhafaza altına alınmalıdır.
- Gerilim taşıyan kısımlar muhafaza altına alınmamış ise çıplak kısımlar ile oda hududu arasında en az 1 metre mesafe bırakılacaktır. Her iki yanda çıplak kısım mevcut ise ara yerin genişliği 2 metre olmalıdır. Panonun önünde en az 90

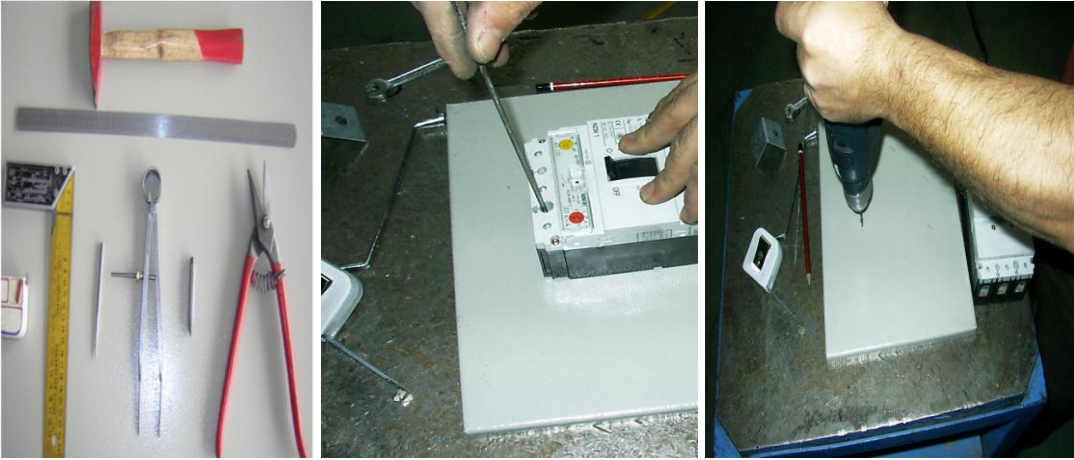
cm'lik boş bir geçit yeri bırakılmalıdır. Pano üzerine ölüm tehlikesi levhası asılmalıdır.

- Panonun elektriki olmayan tüm metal aksamaları topraklanmalıdır.
- Pano arkasındaki servis geçidin zemini PVC ile kaplanmalıdır.
- Yetkisiz kişilerin müdahalesini engellemek için pano kilidi sürekli kilitli tutulmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ



Pano gövde topraklaması



Resim 2.10: Termik manyetik şalter montajı

İş güvenliği ve emniyet tedbirlerine uygun olarak termik manyetik şalterin panoya montajını yapınız. Montaj için Resim 2.10. ve proje şeklinizden faydalanınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Pano bağlantı şemasını okuyunuz.➤ Pano içinde malzemelerin montaj yerini uygun standartlara göre tespit ediniz.➤ Şalterin montaj yerlerini markalayınız ve deliniz.➤ Şalteri yerine montaj ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Proje ve şemaları okurken sembollere dikkat ediniz.➤ Malzeme montaj yerlerini tespit ederken yerleştirilecek malzemenin boyutlarını göz önünde bulundurunuz.➤ Montaj yerlerini markalamadan önce ölçülerin tam alındığına emin olunuz.➤ Markalanmış yerlere delik açarken uygun ölçüde matkap ucu kullanınız.➤ El matkabı kullandığınız yerlerde delici ucun malzemeye dik konumda çalışmasını sağlayınız. Ucu kayarak kazaya sebep olmasını engellemiş olursunuz.➤ Malzemeleri yerine monte etmeden önce ayrılan yerdeki deliklere uygunluğunu kontrol ediniz.➤ Montaj sırasında malzemelere zarar verecek darbelerden kaçınınız.➤ İş güvenliği tedbirlerine uyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği tedbirlerini aldınız mı?		
2. Panoya uygun termik manyetik şalteri seçebildiniz mi?		
3. Şalter montaj yerlerini uygun ve yöntemine göre işaretleyebildiniz mi?		
4. İşaretlenen yerleri uygun bir şekilde markalayabildiniz mi?		
5. Markalanan yerleri uygun ve emniyetli biçimde delebildiniz mi?		
6. Şalteri uygun (emniyetli) olarak deliklerinden montaj yapabildiniz mi?		
7. Şalterin çalışma testini (ON- OFF- TRIP) yapabildiniz 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 cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Ana dağıtım panosunda en az üç adet çıkış şalteri bulunmalıdır.
2. () Akım trafolarının primer sargısı ucunun birisi topraklanmalıdır.
3. () Açma mekanizmasının çalışmasını kontrol etmek amacıyla şalter kapağı üzerinde bulunan kırmızı renkli buton triptir.
4. () Harici tip panoların oturtulacağı platformlar düz zemin üzerine en az 30 cm yükseklikte yapılmış beton kaideden olur.
5. () Pano önünde en az 20 cm'lik boşluk bulunmalıdır.
6. () Ana dağıtım pano şalter çıkışları NYY kablo ile ilgili tali dağıtım tablosuna bağlanır. Dağıtım pano ölçü aleti boyutları standart olarak 72x72 mm veya 96x96 mm'dir.
7. () Panolarda delinip kesilecek yerlerin işaretlenmesine markalama denir.
8. () Standartlara göre baralar 75 dereceden daha fazla bükülmemelidir.
9. () Dağıtım pano ölçü aletleri dahili tiplerde pano kapağına monte edilir.

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- 3

AMAÇ

Standartlara- iş güvenliği yönetmeliği, elektrik ile ilgili yönetmeliklere ve tekniğine uygun olarak kompanzasyon pano ve malzemelerini hatasız olarak seçebilme bilgi, beceri ve deneyime sahip olacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Kompanzasyon panoları ve malzemeleri hakkında kitaplardan, internetten, kataloglardan vb. kaynaklardan bilgi toplayınız.
- Çevrenizde bulunan sanayi kuruluşları veya atölyelere giderek tesislerin kompanzasyon panolarını inceleyiniz.
- Ayrıca bu panoların imalat ve bakım işlerini yapan iş yerlerinden ön bilgi edinebilirsiniz.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz. Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla paylaşıp tartışınız.

3. KOMPANZASYON PANO VE MALZEMELERİ

3.1. Kompanzasyon Panosu

3.1.1. Görevi

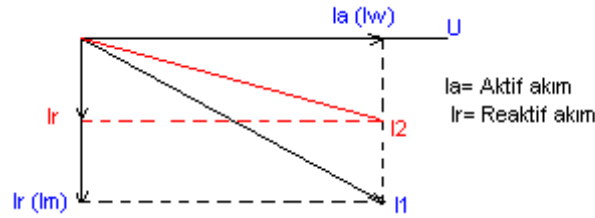
Tesisin güç kat sayısını düzeltmek için gerekli cihaz, kondansatör ve ölçü aletlerinin bulunduğu panodur. Endüktif yükler (motorlar, trafolar, balastlar vb.) reaktif güç de çeker. Reaktif gücün ihtiyaç duyulduğu noktaya en yakın yerde üretilmesinde, elektrik sisteminin en iyi şartlarda çalıştırılması açısından büyük yararları vardır.

Kompanzasyon olayı kısaca şöyledir: Elektrik sisteminin ve yüklerin reaktif güç ihtiyaçlarının belirli teknikler kullanılarak karşılanmasına **reaktif güç kompanzasyonu** denir.

Diğer bir tanımlama ile bobinli bir yükün küçük olan güç kat sayısının daha büyük bir değere yükseltilmesi işlemine güç kat sayısının düzeltilmesi veya kompanzasyon denir. Güç kat sayısının düzeltilmesi ile $\cos \phi$ 1'e yaklaştırılır fakat tam 1 yapılması ekonomik olmadığından genellikle 0,95- 0,99'e çıkartılır.

Güç kat sayısını düzeltmekle reaktif güç, dolayısıyla akımın reaktif (I_r) bileşeni küçültülür. Böylece devre akımı (I_2) küçülerek aynı iş daha küçük akımla yapılır. Bu sırada aktif akım (I_a) bileşeninde ve aktif güçte bir değişiklik olmaz.

Şekil 3.1 incelendiğinde, I_r (reaktif akım) kompanzasyondan önce daha fazladır, kompanzasyondan sonra (I_r) akım küçülmüştür. Kompanzasyon öncesi devre akımı (I_1)'nın kompanzasyondan sonra (I_2) olarak daha küçüldüğü görülmektedir.



Şekil 3.1: Akım bileşenleri vektörü

Yükler endüktif özellikte olduğundan reaktif güç de endüktif özelliktedir. Bu endüktif reaktif güç, zıt etkili olan kapasitif reaktif güç çekilerek küçültülür. Kapasitif reaktif güç çeken elemanlardan biri kondansatör olduğundan, kompanzasyon işleminde genellikle kondansatör kullanılır. Elektrik sistemlerinde kullanılan kondansatörler birer reaktif güç üreticisidir ve endüktif alıcıların ihtiyacı olan reaktif gücü üretir.

3.1.2. Boyutları

Daha önceden de belirtildiği gibi kompanzasyon panoları genellikle tesislerde ana dağıtım panoları ile birlikte montaj yapılır. Biz de ana dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birlikte olan tipte panoları inceleyeceğiz. Kompanzasyon panoları yüksekliği 200-210 cm, derinliği 40 cm'den az olmayacak şekildedir. Eni ise tesisin gücünün büyüklüğüne göre değişmektedir.

3.1.3. Özellikleri

Kompanzasyon panoları harici ve dâhili olarak montaj yapılabilir. Harici panoların üstü eğimli olarak çatı yapılmalı ve havalandırma pancurları olmamalıdır. Dâhili tip panoda havalandırma pancurları bulunmalı, büyük panolarda kondansatörlerin havalandırılması için aspiratörler konulmalıdır (Resim 3.1'e bakınız). Kondansatörlerin konulacağı yeterli özellikte raflar bulunmalıdır. Ana dağıtım panosundan bara ile (büyük güçlülerde) veya kablo geçiş yerleri bulunmalıdır. Ana dağıtım panosunda kompanzasyon için termik manyetik şalter konulması tercih edilmelidir.



Resim 3.1: Kompanzasyon pano kapak topraklaması, pano aspiratörü, panonun eğimli üstü

3.2. Kompanzasyon Pano Malzemeleri ve Özellikleri

Kompanzasyon panolarında standart olarak baralar, bağlantı iletkenleri, akım trafoları, şalterler, ampermetre, kondansatörler, sigortalar, kontaktörler, voltmetre komitatörü ve voltmetre, kosinüsfi metre, reaktif güç kontrol rölesi (regler) kullanılır. Yeni tesislerde voltmetre ve komitatörü yerine multimetreler, kosinüsfi metre yerine de kosinüsfi metreli reglerler kullanılmaktadır. Alçak gerilim dağıtım panoları ve kompanzasyon panoları beraber montajlı kullanılacak ise akım trafoları genellikle alçak gerilim dağıtım panolarında bulunur.

3.2.1. Baralar

Baralar olarak elektrolitik bakır baralar kullanılmaktadır.

➤ Görevi

Ana dağıtım panosu ile kompanzasyon panosu birlikte olan panolarda, kompanzasyon panosuna enerji şalter çıkışından sonra dağıtım panosundan baralar veya kablolar ile verilebilir (Resim 3.2'ye bakınız).

➤ Boyutları

Tesisin gücüne göre baraların boyutu veya kabloların kesiti değişebilir. Tablo 3.1'de enerji besleme bara boyutları ve kablo kesitleri verilmiştir.

Örnek: Toplam kondansatör gücü 150 kVAR için kondansatör normal şartlarda yaklaşık 216 A. Çeker. Kompanzasyon pano otomatik şalteri standart akım kapasitesi 300 A. olmalı, besleme kablosu 3x95 mm² NYY, kompanzasyon pano ana besleme barası 30x5 boyutunda olmalıdır.

Örnek: 350 kVAR için besleme hattı, otomatik şalter, bara ve kablo değerlerini bulunuz?

Kondansatör gücü kVAr	Kompanzasyon Pano Ana Beslenme Hattı Devre Elemanları				
	Nominal Akım A	Otomatik Şalter A	Kablo NYY mm ²	Ana Bara mm ² Cu	Kademe Barası mm ² Cu
5	7,6	16	3x2.5	-	-
10	15	25	3x4	-	-
15	22	40	3x6	-	-
20	29	63	3x6	-	-
25	36	100	3x6	-	-
30	43	100	3x6	-	-
40	58	100	3x10	25x3	25x3
50	72	125	3x16	25x3	25x3
60	87	125	3x25	25x3	25x3
80	115	160	3x35	25x3	25x3
100	144	200	3x50	25x3	25x3
125	180	250	3x70	30x5	
150	216	300	3x95	30x5	
200	288	400	2x(3x50)	30x5	
250	361	400	2x(3x70)	40x5	
300	433	630	2x(3x95)	40x5	
350	505	630	3x(3x70)	40x5	
400	577	800	3x(3x95)	40x5	
450	650	800	3x(3x95)	40x10	
500	722	1000	3x(3x95)	40x10	
550	793	1000	4x(3x70)	40x10	
600	866	1000	4x(3x95)	40x10	

Tablo 3.1: Kompanzasyon panosu besleme hattı malzemelerinin özellikleri



Resim 3.2: Kompanzasyon panosuna AG dağıtım panosundan enerji girişi

3.2.2. İletkenler

Ölçü aletleri ve reaktif güç rölesi için çok telli (1,5- 2,5- 4- 6- 10- 16 mm²) kablolar kullanılır. Kondansatörler için en az 2,5 mm² kesitinde H07V-K (NYAF) kabloları ve kondansatör gücü arttıkça kalın kesitli kablo kullanılmalıdır.

(H07V-K: **H**= Harmonize, **07**= 450/750 V, **V**= pvc, **K**= İnce çok telli) anlamına gelmektedir.



Resim 3.3: H07V-K çok telli kablo

3.2.3. Akım Trafoları Görevi

Ana dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birlikte olan panolarda akım trafoları, ana dağıtım panosunda bulunur. Tesis akımına uygun standart değerde akım trafoları seçilmelidir. Akım trafoları üç faz ampermetreleri için veya kullanılacaksa multimetre beslemeleri için kullanılır. Reaktif güç rölesi içinde (regler bir fazlı ise) bir adet akım trafosu kullanılır. Sistemin akımını ölçmek için bağlanmış akım transformatörlerinin herhangi birinin sekonderinden reaktif güç rölesi için paralel alınmamalıdır. Akım trafolarının sekonder sargı birer ucu birleştirilerek topraklanır. (Resim 3.4'e bakınız.).



Resim 3.4: Akım trafosu ve topraklama bağlantısı

3.2.4. Şalterler

➤ Görevi

Kompanzasyon pano beslemesi genellikle termik manyetik şalterden geçirilerek yapılır (Resim 3.2'ye bakınız). Bazen tesis için sabit kompanzasyon yapmak gerekebilir, sabit kompanzasyon içinde şalter kullanılmaktadır. Şalter, güce uygun seçilmelidir.

➤ Standart akım değerleri

Termik manyetik şalterler 20A, 32A, 40A, 50A, 63A, 80A, 100A, 125A, 160A, 200A, 250A, 315A, 400A, 500A, 630A, 800A, 1000A, 1250A, 1600A standart akım değerlerinde üretilir.

3.2.5. Ampermetre

➤ Görevi

Tesis üç faz ana akımlarının ölçülmesi için kullanılır. Akım trafosu ile birlikte kullanılır. Tesis akımına uygun değerde seçilmelidir. Dijital veya analog tipleri kullanılabilir. Son zamanlarda ampermetre ve voltmetrelerin yerine multimetreler kullanılmaktadır. Multimetrelerin gerilimi, güç değerini, akımı ve frekansı ölçebilme özellikleri vardır.



Resim 3.5: Ampermetre ve arka bağlantısı

➤ **Standartları**

Ampermetreler 72x72 veya 96x96 mm ölçülerinde standart olarak üretilir.

3.2.6. Kondansatörler

➤ **Görevi**

Kondansatörler kompanzasyon panosunun en önemli elemanıdır. Güç kat sayısının düzeltilmesi görevinde bulunur.

Büyük şebekelerin yükleri çoğu zaman endüktif karakterdedir. Endüksiyon prensibine göre çalışan trafolar, motorlar, bobin vb. tüketiciler çalışmaları için manyetik alanın oluşturulmasında mıknatıslanma akımı çeker. Mıknatıslanma akımı elektroteknikte reaktif akımdır. Bu akıma karşı gelen güç ise reaktif güçtür. Bu tüketiciler, bağlı oldukları şebekelerin güç kat sayılarını küçültür. Güç kat sayısının küçülmesi enerji iletim ve dağıtım hatlarında gerilim düşümlerine ve güç kayıplarına neden olur. Bu durum verimi azaltır. Düşük güç kat sayılı yükler alternatör, transformatör ve devre elemanlarının kapasitelerinin gereksiz yere büyük tutulmalarına da neden olur.

Yükün güç faktörü, görünürdeki güce aktif gücün oranı olarak tanımlanır. $\cos \phi$, 1'e ne kadar yakın olursa şebekeden daha az güç çekilir.

Cos Ø=1 olursa 400 V trifaze ana hatlarda 500 kW'ın iletimi 722 A akıma ihtiyaç duyar. Cos Ø=0,6'daki aynı efektif gücün iletimi çok daha yüksek akıma (1203 A) ihtiyaç duyacaktır. ($P=V \times I \times \text{Cos } \theta$)

Bundan dolayı besleme trafoları gibi dağıtım ve iletim ekipmanları da bu yüksek yük için boyutlandırılmak zorundadır. Fazla masrafın nedeni, trafo ve jeneratörlerin sargıları olduğu gibi, sistemin tüm akımının neden olduğu iletkenlerde oluşan ısıdan kaynaklanan kayıplardır.

Genel şartlarda, bir trifaze sistemin güç faktörü düşerken akım artar. Sistemdeki ısı kaybı akım artışının karesine orantılı olarak artar. Kondansatörün sisteme sağladığı karşıt kapasiteli reaktif güç, elektrik yükünün ihtiyaç duyduğu endüktif reaktif güçle telafi edilebilir. Bu şebekeden çekilen reaktif güç de bir düşüşü temin eder ve güç faktörü düzeltme (GFD) adını alır.

Güç faktörü düzeltmenin (kompanzasyon) en yaygın metotları:
Tek veya sabit kompanzasyon (büyük güçte tek alıcılar için)
Grup kompanzasyon (grup çalışan endüktif yükler için)
Merkezi kompanzasyon (reaktif güç rölesi kontrolü ile)

➤ **Kondansatörlerin yapısı ve özellikleri**

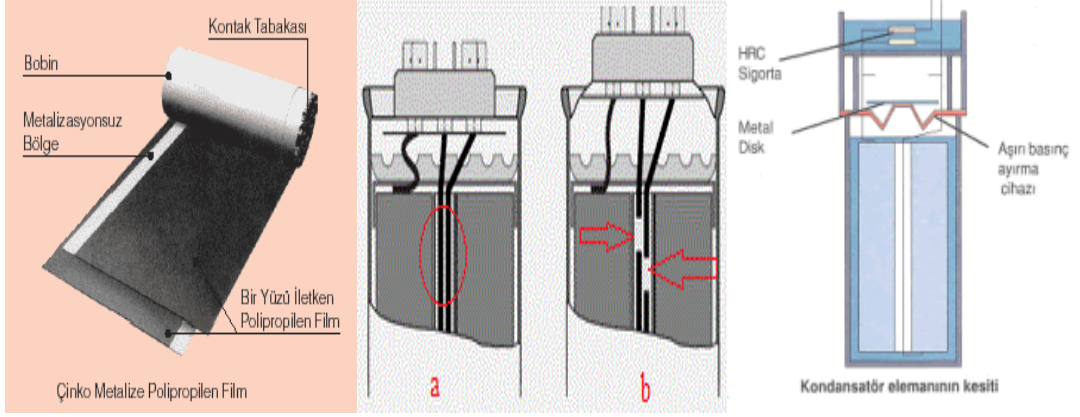
Alternatif akım devrelerinde, elektrik yükünü biriktirmek, kapasitif reaktans sağlamak amacıyla kullanılan gereçlerdir. İnce bir yalıtkan ile birbirinden ayrılmış iki iletken levhadan oluşur. Bir kondansatörün elektrik yükü taşıyabilme yeteneği yani kapasitesi C ile gösterilir ve levhalarda birikmiş elektrik yükünün ($Q=\text{coulomb}$), levhalar arasındaki potansiyel farkına ($V=\text{volt}$) oranına eşittir. $C=Q/V$ (farad)

Tüketicilerin güç kat sayısını düzeltmek için kullanılan güç kondansatörlerinin imalatında, saf polipropilenden yapılmış, iki çinko metalize polipropilen film üst üste sarılır (Znpp). Kondansatörün kapasite değerini, filmlerin genişliği, filmlerin kalınlığı, sarım sayısı, aktif genişlik ve kaydırma aralığı belirler. Çinko metalize film, polipropilen filmin vakumda çinko buharına tutularak kaplanması ile elde edilir. Sonuçta bir yüzü iletken, ikinci yüzü yalıtkan bir film elde edilmiş olur. Çinko metalize polipropilen film, vakum teknolojisi ile üretilmektedir. Silindirik şeklindeki elemanların taban alanları çinko ile kaplanır.

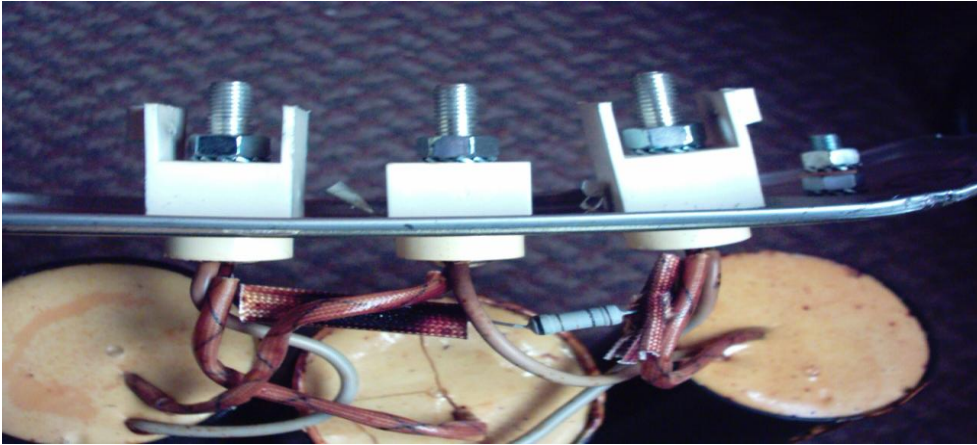
Üç fazlı alternatif akım tesislerinde kondansatörler şebekeye veya tüketici uçlarına üçgen veya yıldız olarak bağlanabilir. Her iki sistemde de Q_c gücünün eşit olduğu kabul olunursa $C_y=3C\Delta$ olacaktır. Yıldız bağlamada her bir faza bağlanan kondansatörün kapasitesi, üçgen bağlamadaki kondansatör kapasitesinin üç katına eşittir. Bu yüzden üçgen bağlama, yıldız bağlamaya göre 1/3 oranında daha ucuza mal olur.

Bazı firmaların ürettiği güç kondansatörlerinin içinde ayırıcı sigorta sistemi ile aşırı yüklemeye dolaylı oluşabilecek basınç karşı koruma sağlanmıştır (Şekil 3.2'ye bakınız). Bu sistemde kondansatör içindeki basınç genişleme yapar ve bu basınç kondansatör elektrik

kablolarını kopararak kondansatörün erlektriğini keser. Ayrıca kondansatör içerisinde deşarj dirençleri vardır. (Resim 3.6'ya bakınız.)



Şekil 3.2: Kondansatör iç yapısı ve aşırı basınçta koruma sistemi



Resim 3.6: AG kompanzasyon güç kondansatörü ve deşarj dirençleri

➤ Güç değerleri

Kompanzasyon kondansatörleri kVAR olarak güç değerlerine göre adlandırılır. Alçak gerilim güç kondansatörlerinin standart güç değerleri, 1- 1,5- 2,5- 5- 7,5- 10- 15- 20- 30- 40- 50 kVAR'dır. Tablo 3.2'de güç kondansatörleri özellikleri verilmiştir, inceleyiniz.

STANDARD DEĞERLER				BOYUTLAR						AĞIRLIK		AMBALAJ	
TIP KODU	GÜÇ KVAR	KAPASİTE μ F	AKIM A	A	B	C	D	E	F	KG	AD	AĞIRLIK KG.	
ZN	1	3x5.5	1.3				70	130	155	0.7	12	12	
ZN	1.5	3x8.3	2				70	130	155	0.7	12	12	
ZN	2.5	3x13.7	3.3				70	130	155	1	12	12	
ZN	5	3x27.4	6.6		95	115	70	130	240	2.3	12	13	
ZN	7.5	3x41.1	9.8		95	115	75	210	270	2.3	6	14	
ZN	10	3x54.8	13.1		95	115	75	210	270	2.6	6	16	
ZN	15	6x41.1	19.7	155	175	195	75	210	270	4.6	6	14	
ZN	20	6x54.8	26.2	155	175	195	75	210	270	5.2	3	16	
ZN	30	9x54.8	39.3	235	255	275	75	210	270	7.8	3	16	
ZN	40	12x54.8	52.4	315	235	355	75	210	270	10.4	3	11	
ZN	50	15x54.8	65.6	395	415	435	75	210	270	13.4	2	14	

TABLO 2

SICAKLIK KATEGORİLERİ		ORTAM SICAKLIĞI		
Sembol	Anlam	Max.	Herhangi bir periyotta en yüksek ortalama	
			24 Saat	1 Yıl
-25/A	-25 ++40°C	40	30	20
-25/B	-25 ++45°C	40	35	25
-25/C	-25 ++ 50°C	50	40	30
-25/D	-25 ++ 55°C	55	45	35

TABLO 3

GERİLİM KATEGORİLERİ	
1. ve 2. harf	Çalışma gerilimi
	V
ZG	400
ZH	415
ZN	440
ZI	500
ZO	525

TABLO 4

İZİN VERİLEN EN YÜKSEK GERİLİM	
ŞARTLAR	ÇALIŞMA GERİLİMİ
	V
sürekli	1.05 UN
8 saat/gün	1.1 UN
30 dak.gün	1.15 UN
5 dak./200 kez	1.2 UN
1 dak./200 kez	1.3 UN

TABLO 5

Tablo 3.2: Güç kondansatörleri özellikleri

3.2.7. Sigortalar

➤ Görevi

Kondansatörlerin korunması, kompanzasyon pano besleme girişinde ve regler kumandası için kullanılır. Anahtarlı otomatik sigorta veya NH bıçaklı sigortalar kullanılabilir. Anahtarlı otomatik sigorta kullanılacak ise **3 fazlı tip yerine 3 tane ayrı ayrı 1 fazlı kullanılması** tercih edilmelidir. Bunun sebebi 3 fazlı kondansatörün tamamen devre dışı kalmasını önlemek, hangi kondansatör arızalı ise onun sigortası atarak diğer 2 kondansatörün görevini yapmasına devam etmesini sağlamaktır.

➤ Çeşitleri

Kompanzasyon panosunda NH (bıçaklı) ve anahtarlı otomatik sigortalar kullanılır. NH sigortalar altlık ve buşon olmak üzere iki parçadan oluşur.

NH sigortalar standart olarak 00- 0- 1- 2- 3 boy olarak üretilir (Tablo 3.3'e bakınız). 63 amperden sonra kesinlikle NH sigorta kullanılmalıdır.

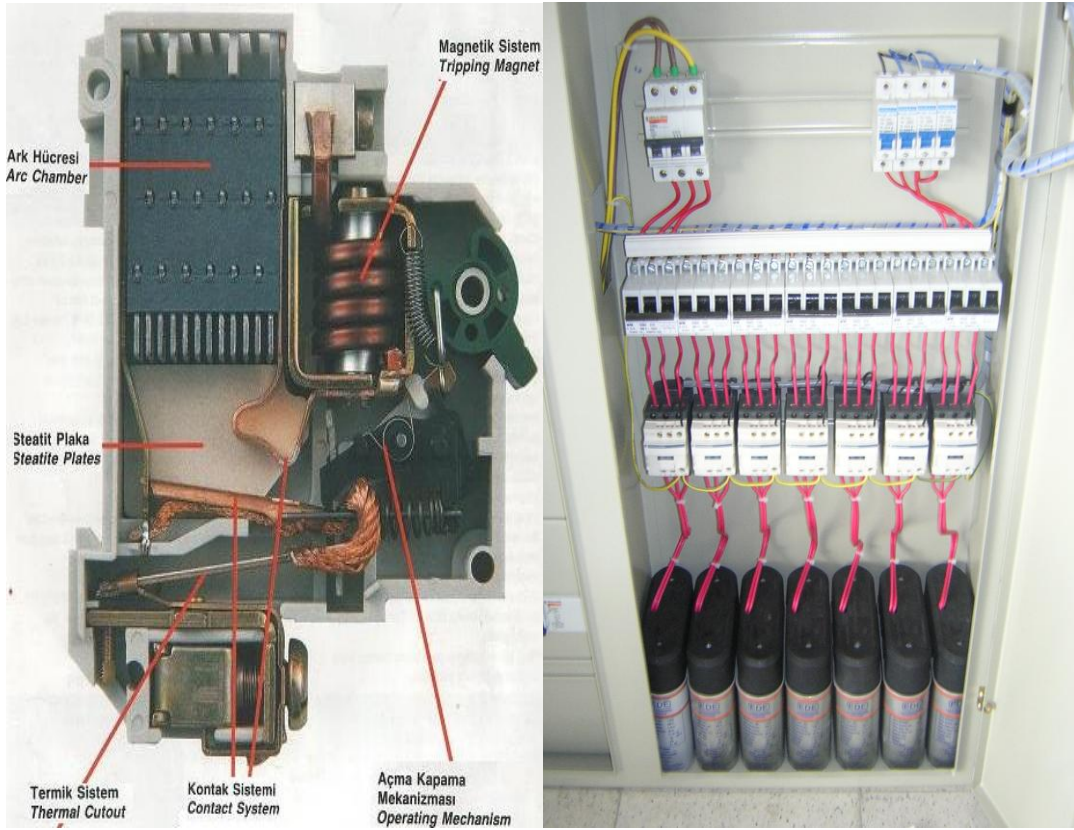
Anahtarlı otomatik sigortalar C, B ve G tipi olmak üzere üç tipte standart olarak üretilir. B tipler sabit iç tesisatlarda, C tipler motor devrelerinde, G tipler gecikme istenen devrelerde kullanılır. Kondansatörler için G tipi sigortalar kullanılmalıdır. Kondansatörler ilk çalışma anında yüksek akım çeker. Anahtarlı otomatik sigortaların standart akım değerleri, 6- 10- 16- 20- 25- 32- 40- 50- 63 amperdir.



Resim 3.7: Kompanzasyon panosunda NH sigortalar

BOY	00	0	1	2	3
Buşon Akımları	6 A	25 A	80 A	125 A	500 A
	10	32	100	160	630
	16	36	125	200	
	20	40	160	250	
	25	50	200	315	
	32	63	250	400	
	36	80			
	40	100			
	50	125			
	63	160			
	80				
	100				
	125				
	160				
Altık Akımı	160 A	160 A	250 A	400 A	630 A

Tablo 3.3: NH sigorta akım değerleri



Resim 3.8: Kompanzasyon panosunda anahtarlı otomatik sigortalar

3.2.8. Kontaktörler

➤ Görevi

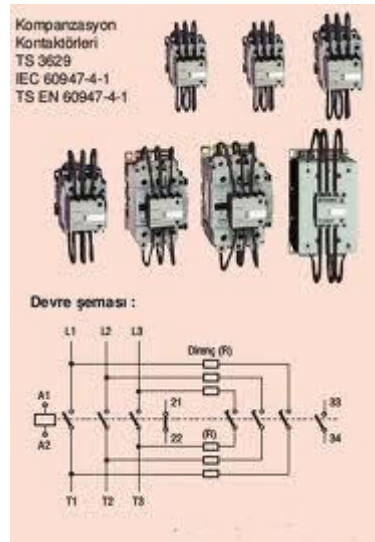
Devre açıp kapama işlemini elektromanyetik olarak yapan devre elemanlarıdır. Kompanzasyon panolarında kullanılan kontaktörler kondansatör guruplarını devreye alıp çıkarma işleminde kullanılır.

➤ Özelliği

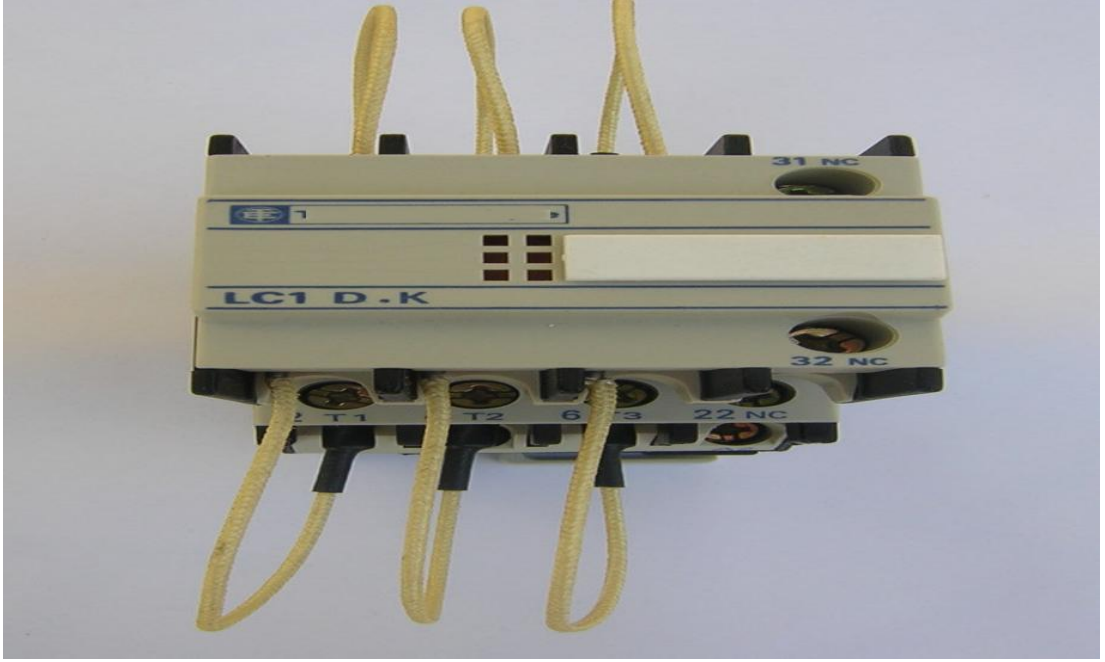
Kompanzasyon panosunda kullanılan kontaktörlerin özellikleri şunlar olmalıdır: Ana kontaktarı yanında ilave iki açık ve iki de kapalı kontağı bulunmalıdır. Kontaktör bobinlerinin çalışma gerilimleri 220 Volt olmalı ve %10 toleransı bulunmalıdır.

Kontaktörün kontak akım değerleri, kondansatörün nominal akımının 1,25 katından büyük seçilmelidir. İlk kademe kondansatörlerini kumanda eden kontaktörlerin daha sık devreye girip çıktıkları göz önünde bulundurularak kontak akımları, kondansatör çalışma akımının 1,5 katı değerindeki kontaktörler seçilmelidir.

Kompanzasyona özel kontaktörler kullanılması tercih edilmelidir. Kompanzasyon kontaktörlerinde (kondansatör ilk çalışmaya başlarken fazla akım çektiği için) iki kontak tipi vardır. İlk anda çok kısa zaman için kondansatör akımı kontaktör dirençlerinden geçer sonra kontaktörün normal kontağından kondansatör akımı geçer. Böylece kontaktördeki ilave seri direnç kondansatörün fazla olan ilk çalışma akımını azaltır(Resim 3.9'da beyaz kablolar seri ilave dirençtir).



Şekil 3.3: Kompanzasyon kontaktörü



Resim 3.9: Kompanzasyon panosunda kullanılan kontaktörler

Kompanzasyon panosunda kullanılacak elemanların özellikleri Tablo 3.4'te verilmiştir, inceleyiniz.

Kondansatör gücü (kVAr)	Sabit ve Otomatik Kompanzasyon Kademeleri Devre Elemanları							
	Sigorta NH tip (A)	Kontaktör (A)	Anahtarlı Otomatik Sigorta (A)	Kademe Kablosu NYY mm ²	Deşarj Dirençleri			
					Otomatik		Sabit	
					KOhm	W	KOhm	W
5	16	9	16	3x2.5	31	4	205	3
10	25	16	25	3x4	15	4	102	5
15	36	32	40	3x6	10	6	68	8
20	50	32	50	6	6.8	6	51	10
25	63	40	63	6	1.5	6	41	12
30	80	45	80	6	1.5	6	34	15
40	100	63	100	10	1.5	6	25	20
50	125	80	125	16	1.5	6	20	25
60	160	90	-	25	1	12	17	30
80	200	115	-	35	1	12	14	34
100	250	160	-	50	1	12	10	50
125		185						
150		225						

Tablo 3.4: Kompanzasyon pano devre elemanları seçim tablosu

3.2.9. Voltmetre Komütatörü ve Voltmetre

➤ Görevi

Voltmetre komitatörü, tek bir voltmetre ile fazlar arası ve faz nötr arası gerilimleri ölçmemizi sağlayan paket şalter tipleridir. Voltmetre, fazlar arası ve faz nötr arası gerilimleri ölçmek için panoda bir adet bulundurulur.

➤ Özelliği

Panoya gelen gerilimleri voltmetre komitatörü yardımı ile analog veya dijital olarak gösterir. Yeni teknolojide akımın yanında gerilim ve frekans gibi değerleri de ölçen multimetreler geliştirilmiştir. 1 veya 1,5 hata sınıfında 0- 500 volt ölçme alanı olarak seçilir.



Resim 3.10: Voltmetre ve komütatörü- multimetre

3.2.10. Kosinüsfi metre

Bağlı bulunduğu tesisin güç kat sayısını ölçmekte kullanılır. Aletin doğru ölçüm yapabilmesi için akım bobini uçlarının uygun polaritede bağlanmış olması gerekir. Alet hata mesajı veriyorsa (Analog ise ters sapar.) akım bobini giriş uçlarının yerlerinin değiştirilmesi sorunu çözer. Dijital veya analog tipte kullanılabilir. Regler akım trafosunun sekonder ucu kosinüsfi metre akım bobini ucuna bağlanır, daha sonra akım bobininin çıkışı regler akım bobinine bağlanır. Regler akım bobini diğer ucu, akım trafosu sekonder diğer ucuna bağlanır.

Böylece regler ile kosinüsfi metre akım bobinleri birbirine seri bağlanmış olur. Yeni nesil reaktif güç rölelerinde kosinüsfi metre özelliği vardır. Ayrıca kompanzasyon panolarında kosinüsfi metre kullanılmasına gerek yoktur.



Resim 3.11: Analog kosinüsfi metre

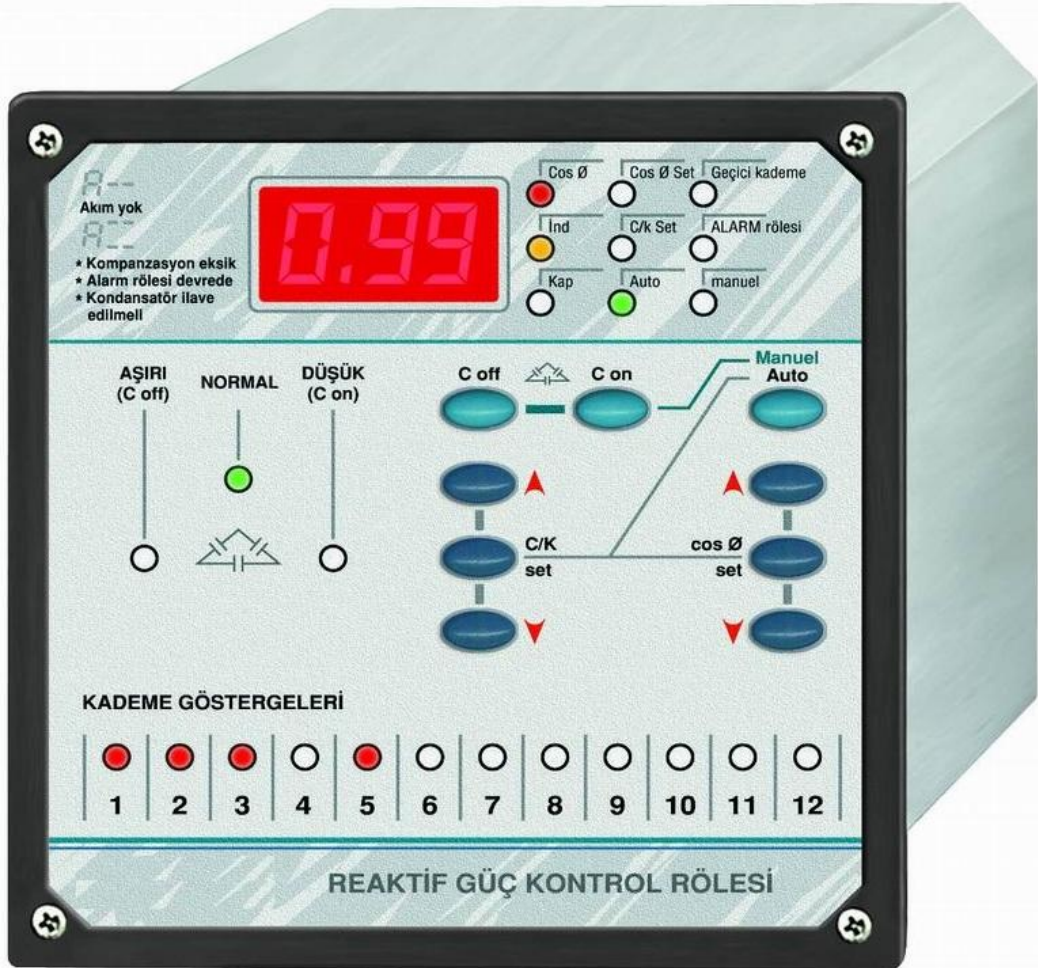
3.2.11. Reaktif Güç Kontrol Rölesi

➤ Görevi

Reaktif güç kontrol rölesi otomatik olarak ayarlanan güç katsayısına ulaşmak için kondansatörleri devreye alıp çıkartma görevini yapan elektronik cihazdır.

➤ Yapısı ve çalışma prensibi

Gösterge, kıyaslama ünitesi ve çıkış röle devre katlarından oluşur. Sistemde bulunan gerilim ile çekilen akımın faz farkını algılayarak çıkış röle gurubu aracılığı ile kondansatörleri kumanda eder. Güç kat sayısı düşünce kondansatörleri sıralı olarak devreye alır. Bir yandan da değişen güç kat sayısını ölçerek döngüsel kontrol yapar. Ayarlanan güç faktörünü sağlayacak kadar kondansatörü devrede tutar. Tek fazın akım bilgisi ile işlem yapan röleler yanında üç fazın da akımına göre işlem yapan röleler mevcuttur.



Resim 3.12: Reaktif güç kontrol rölesi (regler)

İyi bir kompanzasyon yapabilmenin iki önemli koşulu, gereken kondansatör gücünün dikkatli saptanması ve kondansatör adımları ile akım trafosunun doğru seçimidir.

Aşağıda bu değerlerin doğru seçimi için pratik bir yöntem bir örnek ile açıklanmıştır. Bizim örnek uygulamamızda 5 kademeli kompanzasyon rölesi (regler) kullanılmıştır.

- **Gerekli kondansatör gücünün seçimi:** Gerekli kondansatör gücünün tayini için tesisin $\cos \phi$ 'sinin ve kurulu aktif gücünün bilinmesi gerekmektedir.

Tesisin $\cos \phi$ 'si pratik olarak faturalardan bulunur. O dönemde harcanan aktif ve reaktif enerji bilindiğine göre,

$\tan \phi = \text{Harcanan reaktif enerji} / \text{Harcanan aktif enerji}$ ve buradan trigonometrik cetveldен $\cos \phi$ bulunur. Tesisin kurulu aktif gücü ise tesisteki tüm alıcıların (motorlar, aydınlatma elemanları, fırın rezistansları vb.) etiketleri üzerindeki güçler toplanarak belirlenir.

Örnek olarak tesisimizin aktif gücü 60 kW $\cos \phi = 0.68$ olsun. Hedefimiz $\cos \phi$ 'yi 0.95'e çıkartmaktır. Bunun için Tablo 3.5'ten yararlanarak K değerini bulup aktif güçle çarparak kVAR olarak kullanılacak kondansatör değerini (Q_c) buluruz. Bu ifadeyi formüle dökersek

$$Q_c = P \cdot K \text{ tablo 3.5'ten } K \text{ değeri } 0.75 \text{ bulunur. } Q_c = 60 \cdot 0,75 = 45 \text{ kVAR bulunur.}$$

- **Kondansatör adımının tayini:** Dikkat edilmesi gereken en önemli husus 1. adımda seçilen kondansatör değeri diğer adımlardakilerden daha küçük seçilmelidir. Yukarıdaki örnekte 45 kVAR'lık kondansatör ile yapılacak kompanzasyon panosunda beş kademeli röle kullanılması durumunda adımlar aşağıdaki gibi olmalıdır:

1. kademe 5 kVAR
2. kademe 10 kVAR
3. kademe 10 kVAR
4. kademe 10 kVAR
5. kademe 10 kVAR

- **Akım trafosunun tayini:** Akım trafoları, içlerinden etiketlerde yazılı akım değerlerinin 0,1 katından çok, 1,2 katından az akım geçtiğinde hatasız çalışır. Bu nedenle akım trafoları ne çok büyük ne de çok küçük seçilmelidir. Örnek tesiste güç 60 kW, çalışma gerilimi 380 V ise işletmenin nominal akımı $I = P / 1,73 \cdot V = 60 / 1.73 \cdot 380 = 91,26$ amperdir.

Bu formülden elde edilen akım değerlerine en yakın bir üst standart akım trafosu seçilir. Örnekte 100/ 5'lik trafo kullanmak yeterlidir.

Şimdiki Cos φ	Ulaşılmak İstenen Cos φ				
	0.80	0.85	0.90	0.95	1
0.54	0.81	0.94	1.08	1.23	1.56
0.56	0.73	0.86	1.00	1.15	1.48
0.58	0.66	0.78	0.92	1.08	1.41
0.60	0.58	0.71	0.85	1.01	1.33
0.62	0.52	0.65	0.78	0.94	1.27
0.64	0.45	0.58	0.72	0.87	1.20
0.66	0.39	0.52	0.66	0.81	1.14
0.68	0.33	0.46	0.59	(K) 0.75	1.08
0.70	0.27	0.40	0.54	0.69	1.02
0.72	0.21	0.34	0.48	0.64	0.96
0.74	0.16	0.29	0.43	0.58	0.91
0.76	0.11	0.23	0.37	0.53	0.86
0.78	0.05	0.18	0.32	0.47	0.80
0.80		0.13	0.27	0.42	0.75
0.82		0.08	0.21	0.37	0.70
0.84		0.03	0.16	0.32	0.65

Tablo 3.5: K değeri hesaplama tablosu

UYGULAMA FAALİYETİ



Multimetre ve regler

Kompanzasyon pano malzemelerinden multimetre ve regleri seçerek özelliklerini inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Tesis proje ve şemalarını okuyunuz.➤ Tesis kompanzasyon panosu seçiniz.➤ Kompanzasyon panosunda kullanılan multimetreyi seçiniz.➤ Kompanzasyon panosunda kullanılan regleri seçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Proje ve şemaları okur iken sembollere dikkat ediniz.➤ Malzemeleri tesis edilecek pano gücüne ve cinsine göre seçiniz.➤ Kompanzasyon pano malzemelerinin etiket değerlerinden özelliklerini seçiniz.➤ Pano malzemelerini seçerken panonun çalışma ölçütlerini göz önünde bulundurunuz.➤ Kompanzasyon pano malzemeleri seçiminde modülümüzde verilen tablo ve şekillerden, ürün kataloglarından faydalanınız.➤ 1 ve 3 fazlı reglerin yapılarının farklı olduğunu hatırlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği tedbirlerini aldınız mı?		
2. Tesis proje ve şemalarını doğru olarak okuyabildiniz mi?		
3. Kompanzasyon panosuna uygun multimetreyi seçebildiniz mi?		
4. Seçtiğiniz multimetrenin etiket değerlerini doğru olarak okuyabildiniz mi?		
5. Kompanzasyon panosuna uygun regleri seçebildiniz mi?		
6. Seçtiğiniz reglerin etiket değerlerini doğru olarak okuyabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () Kompanzasyon panoları güç katsayısını düzeltmek için kullanılır.
2. () Reaktif güç rölesinde kullanılmak üzere ana dağıtım panosu fazlarından birine ayrıca bir akım transformatörü bağlanır.
3. () Metal kılıf içindeki üç fazlı kondansatörler yıldız bağlıdır.
4. () Kompanzasyon panolarında hızlı karakterli sigortalar kullanılır.
5. () Kondansatörlerin boşaltma direnci, kontaktör bobinine paralel bağlanır.
6. () Kondansatör kontaktörlerinin kontak akımları, kondansatör normal akımının 5 katı seçilmelidir.
7. () Kosinüsfitre güç katsayısı ölçmekte kullanılır.
8. () Multimetre direnç ölçmede kullanılır.
9. () Kompanzasyon pano ampermetreleri 150x150 mm ölçülerindedir.
10. () Akım trafolarının sekonder çıkış akımları standart olarak 5 amperdir.

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- 4

AMAÇ

Kompanzasyon pano montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabilme bilgi, beceri ve deneyime sahip olacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Kompanzasyon panoları ve malzemeleri hakkında kitaplardan, internetten, kataloglardan vb. kaynaklardan bilgi toplayınız.
- Reaktif güç rölesinin görevini araştırınız.
- Panolarda alınan emniyet ve güvenlik tedbirlerini araştırınız.
- Çevrenizde bulunan sanayi kuruluşları veya atölyelere giderek tesislerin kompanzasyon panolarını inceleyiniz.
- Ayrıca bu panoların imalatını yapan iş yerlerine giderek pano montaj ve bağlantılarının nasıl yapıldığını inceleyiniz.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz. Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla paylaşıp tartışınız.

4. KOMPANZASYON PANO MONTAJ VE BAĞLANTILARI

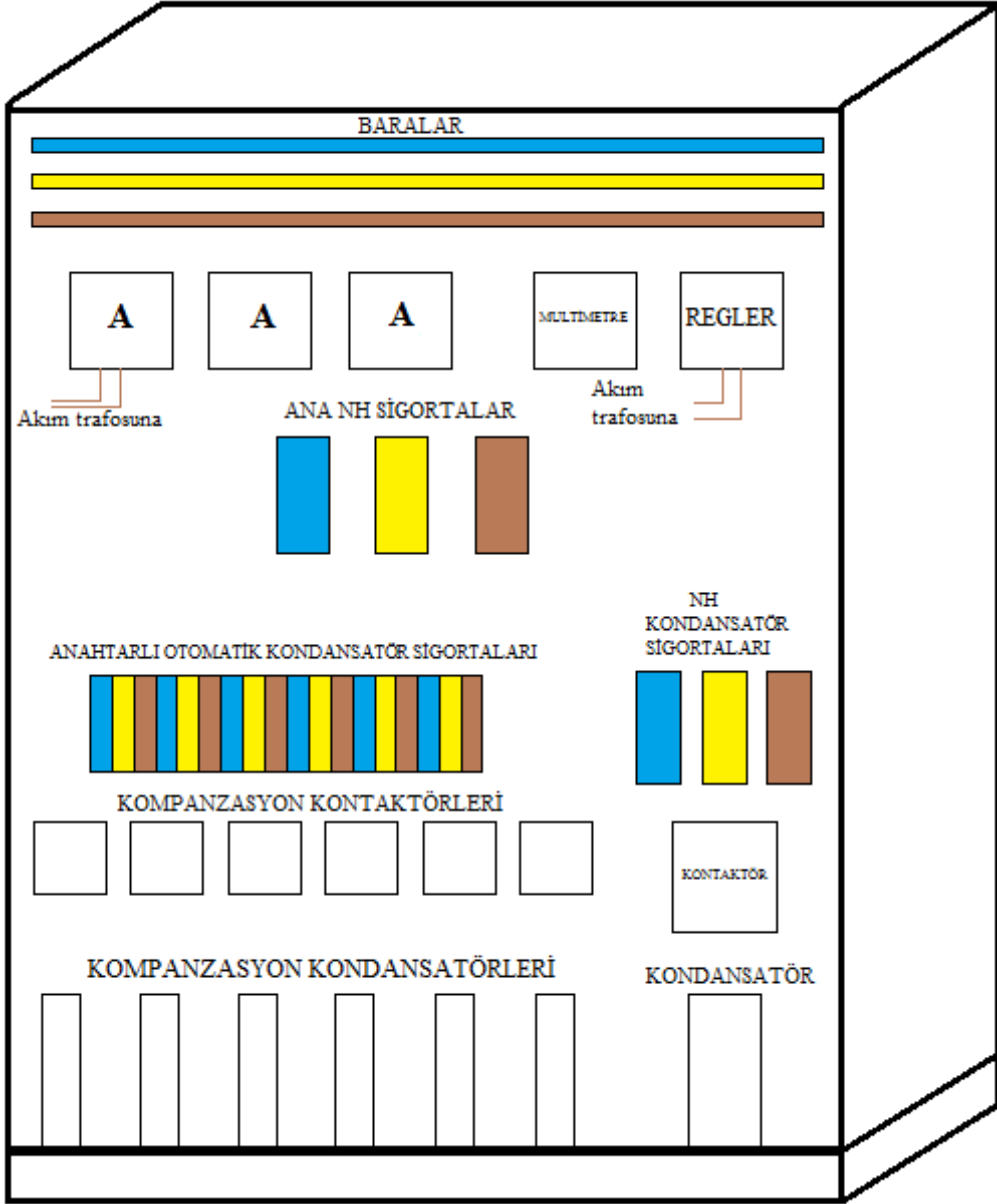
4.1. Kompanzasyon Pano Malzemeleri Standart Boyutları

Kompanzasyon panolarında genellikle hatırlayacağımız üzere ampermetreler veya multimetreler, regler, bakır baralar, güç kondansatörleri, kompanzasyon kontaktörleri, sigortalar kullanılmaktadır. Tüm bu malzemeler TS(Türk Standartları), VDE(Alman standardı), IEC(uluslararası elektrik komisyonu) standartlarına uygun ölçülerde üretilmelidir. Pano üretimi yapan firmalar malzeme standart boyutlarına göre montaj yerleri hazır satış yaparlar.

4.2. Kompanzasyon Pano Malzeme Yerleşim Planı

Kompanzasyon panoları yeni tesislerde ana dağıtım panoları ile birlikte montaj yapılır. Kompanzasyon panoları yüksekliği 200- 210 cm, derinliği 40 cm'den az olmayacak şekilde,

eni ise tesisin gücünün büyüklüğüne göre değişmektedir. Şekil 4.1’de bir tesisin kompanzasyon panosu yerleşimi verilmiştir, inceleyiniz.



Şekil 4.1: Kompanzasyon pano yerleşim planı

4.3. Kompanzasyon Pano Malzemeleri Yerine Montajı

4.3.1. Montaj İşlem Sırası

Pano malzemeleri genellikle montaj aparatları ile (vida, cıvata vb.) birlikte satılır. Malzemelerin yerleştirilecekleri bölümün yerlerinin bu montaj malzemelerine uygun olarak hazırlanmış olması gerekir.

Kondansatörler panonun alt ve üst bölümüne yerleştirilebilir. Üst bölüme yerleştirilen kondansatörler ray üzerine bağlanır veya ayrı raf yapılır. Baralar, sigortalar, kontaktörler panonun orta bölümüne yerleştirilir. Eğer panoda sinyal lambası kullanılacak ise lamba üzerindeki renkli kapak sökülerek pano içinden takılır. Ucu ön kısımdan çıkınca renkli kapak çevrilmek suretiyle sıkıştırılır. Ayrıca vidalama işlemine gerek yoktur. Enerji bağlama uçları pano içinde kalır.

Reaktif güç rölesi panonun ön kısmında kendisi için açılmış kare pencerelere önden arkaya doğru itilerek takılır. Rölenin gösterge kısmındaki çıkıntı aletin cam bölümünün dışarıda kalmasını sağlar. Bu cihazlar için panoya vidalama işlemi yapılmaz. Aletin pano içinde kalan kısımda pano sacına baskı yapacak şekilde çalışan sıkıştırma vidaları vardır. Regler ve ölçü aletleri bu vidalar sayesinde panoya montaj edilir.

Kontaktörler panonun orta kısmında düzgün bir sıra ile ray üzerine montaj edilir. Kondansatörler ise aralarına yumuşak bir yalıtkan malzeme konularak pano tabanına yan yana veya pano üst kısmına ray veya raf üzerine montaj edilir. Pano havalandırması iyi olmalıdır çünkü kondansatörler çalışma süresince ısınır. Kesici şalterler kumanda kısmı ön tarafta kalacak şekilde monte edilir. NH sigortaların (bıçaklı) altlıkları, pano gövdesinde ray üzerine tutturulur. Anahtarlı otomatik sigortalar içinde montaj rayları kullanılır.

Panoların imalatı sırasında yerleşim planına göre malzemelerin kumanda bölümü ön tarafta kalacak şekilde yerleştirilmesi ve tespiti gerekir. Ayrıca sigorta altlıklarının ve bara mesnet izolatorlerinin yerleştirilmesi için kullanılan tespit demirinin malzeme ölçülerine göre delinmesi gereklidir. Malzeme yerleştirme planına ve malzeme ölçülerine göre kesilecek ve delinecek kısımlar sac üzerinde önce işaretlenir. Delinecek kısımlar matkap ucunun kaymaması için noktalanmak suretiyle markalanır. Delme işleminde kullanılan matkap ucu kalınlığının yerleştirilecek malzemenin vidalama deliklerine uygun olması gerekir.

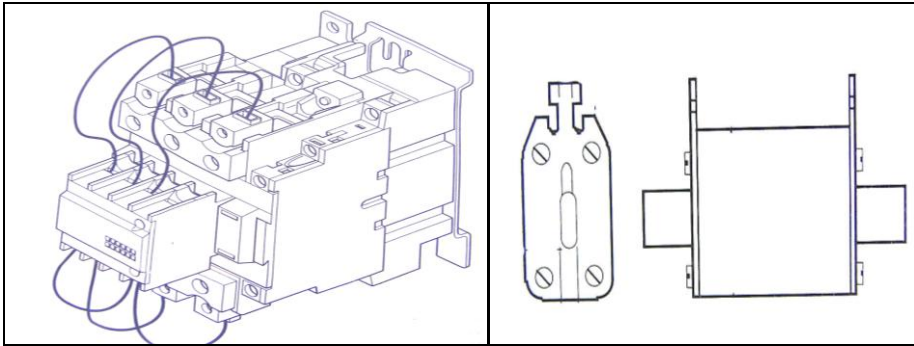
Baraların, panoya montajından önce pano ölçülerine göre kesilerek hazırlanması gerekir. Baraların pano malzemelerine bağlantı amacı ile bükülüp şekillendirilmesi esnasında kesitinin incelmemesine ve çatlamamasına dikkat edilmelidir. Baralar pano gövdesine mesnet izolatorleri yardımı ile tutturulur. Baralar genellikle üç fazı temsil eden kırmızı, sarı, kahverengi ve mavi renklere boyanır.

4.3.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

- Reaktif güç rölesi ve multimedre hassas bir cihaz olduğundan montaj sırasında sert darbelerden kaçınılmalıdır.
- Malzemelerin çalışma gerilimlerine dikkat edilmelidir.
- Kondansatörlerin yerleştirilmesi sırasında metal muhafaza kutularının delinip zarar görmemesine dikkat edilmelidir.
- Kondansatörlerin birbirine yapışık olarak montajından kaçınılız. Bu işlem kondansatörlerin ısınarak şişmesine hatta patlamasına neden olabilir.
- Bütün pano malzemeleri yerleştirilirken pano gövdesinde kendileri için ayrılan pencere ve deliklere uygun olup olmadıklarına dikkat edilmelidir.
- Vida ve civatalar yavaşça ve yeterince sıkılmalıdır. Acele tavırlar malzeme gövdesinde fazla sıkımadan dolayı çatlaklar oluşturabilir.
- Paket şalterlerin konumlarını belirten kısımdaki etiketin yanlış yerleşmemesine dikkat edilmelidir.
- Sinyal lambalarının yerine montajı sırasında renkli kapaklar söküldüğünde iç kısımdaki ampulün düşmemesine dikkat edilmelidir.

4.4. Kompanzasyon Pano Malzemeleri Prensiş Şemaları

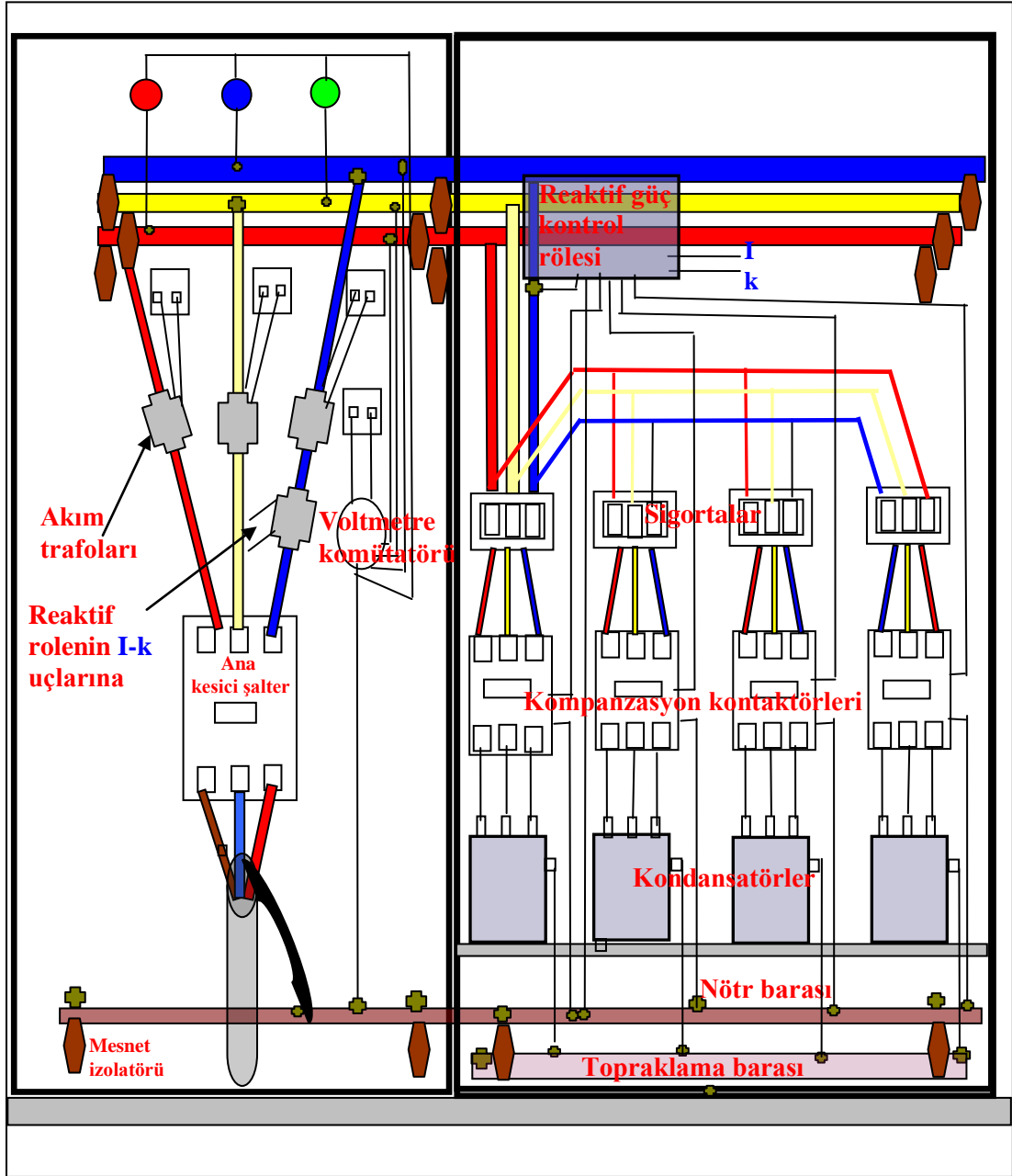
Kompanzasyon panolarında kullanılan malzemelerin prensip şemaları ya malzemelerin üzerlerinde veya malzeme kutusunda ayrı bir şekilde bulundurulması zorunludur. Multimedre ve regler akım trafolarının sekonder uçlarına bağlanır. Kondansatörler 1 fazlı veya 3 fazlı olabilir, buna göre bağlantı yapılmalıdır. Kontaktörlerin bobin çalışma gerilimlerine dikkat edilmelidir. Sigortalar 63 amperden sonra NH sigorta olmak zorundadır.



Şekil 4.2: Kompanzasyon kontaktörü ve NH sigorta görünüşleri

4.5. Pano Bağlantı Şeması

Şekil 4.3'te bir kompanzasyon panosunun prensip bağlantı şeması verilmiştir, inceleyiniz.



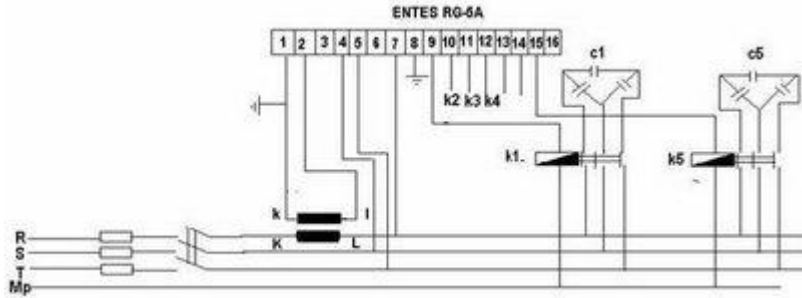
Şekil 4.3: Kompanzasyon panosu bağlantı şeması

4.6. Malzeme Bağlantıları

4.6.1. Bağlantı İşlem Sırası

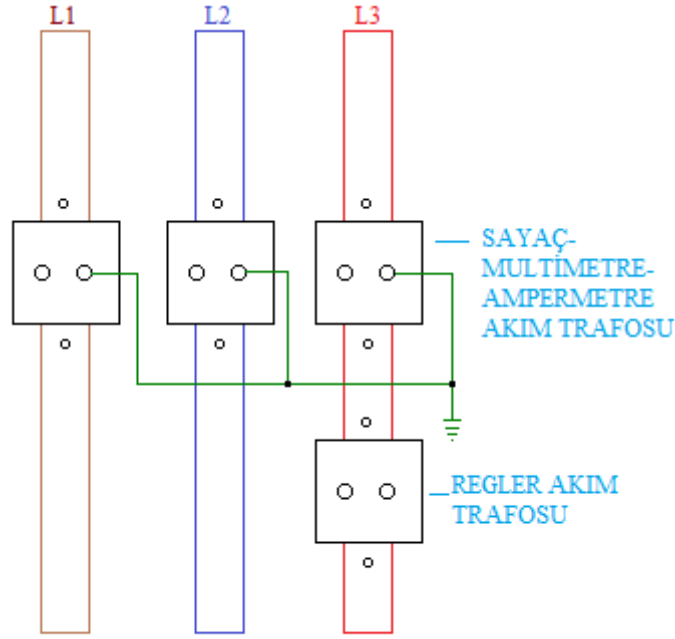
- Kondansatör uçlarına kablo bağlantılarını direkt olarak soket veya cıvata kullanarak yapınız. Kontaktör çıkışlarını hazır hâle getiriniz.

- Dağıtım panosundan gelen faz bağlantılarını sigorta üzerinden ana kesici şaltere bağlayınız.
- Kesici şalter çıkışı pano faz baralarına bağlayınız.
- Şekil 4.4'te örnek bir regler bağlantısı verilmiştir, dikkatle inceleyiniz.
- Akım trafosunu, ana şalter çıkışına veya ana giriş sigortalarından birinin ayağına bağlayınız. En çok karşılaşılan hata, akım trafosunun kompanzasyon panosundan sonra bağlanmasıdır. Bu durumda röle çalışmaz.
- Akım trafosu daima kondansatörlerden önce ve işletmenin ilk girişine bağlanmalıdır. Ayrıca akım trafosundan çıkan telleri en kısa yoldan (panonun demir aksamına ve diğer kablolarla sarmadan) tercihen 2x1,5 çok telli kablo kullanarak rölenin 1 ve 2 numaralı uçlarına bağlanır.
- Akım trafosunun bağlı olduğu faz R olsun. Rölenin 4 ve 5. nu.lı klemenslerine mutlaka diğer iki fazı yani S ve T fazını bağlayınız (Şekil 4.4'e bakınız.).
- Reaktif güç rölesinin çıkışlarını projede belirtilen kontaktörlerin bobinlerine bağlayınız.
- Kontaktörlerin ve reaktif güç rölesinin nötr hattı beslemesini yapınız.
- Kontaktörlerin güç kontaklarına üç faz bağlantısını baradan kablo ile yapınız. Kontaktör çıkışlarına kondansatörlere bağladığınız kabloları karıştırmadan bağlayınız.
- Kondansatörler için en az 2,5 mm² kesitli kablolar kullanınız.
- Kondansatörler için her faza ayrı sigorta kullanınız.
- Akım trafolarının sekonder uçlarından birer tanesini topraklama ile irtibatlandırınız (Şekil 4.5'e bakınız.).



Şekil 4.4: Örnek bir reaktif güç kontrol rölesi bağlantı şeması

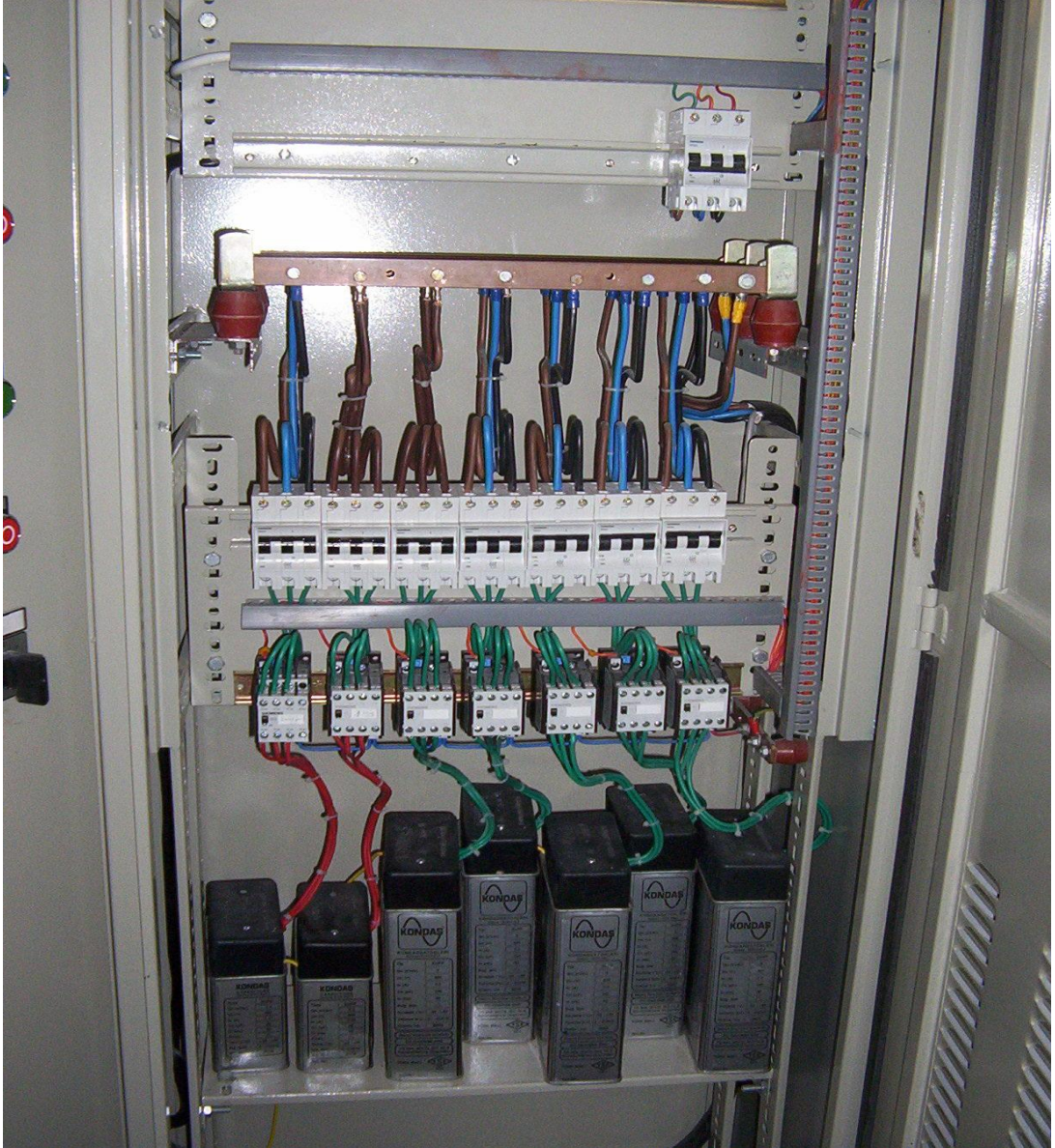
Akım trafolarının sekonder tarafının birer uçları mutlaka topraklanmalıdır.



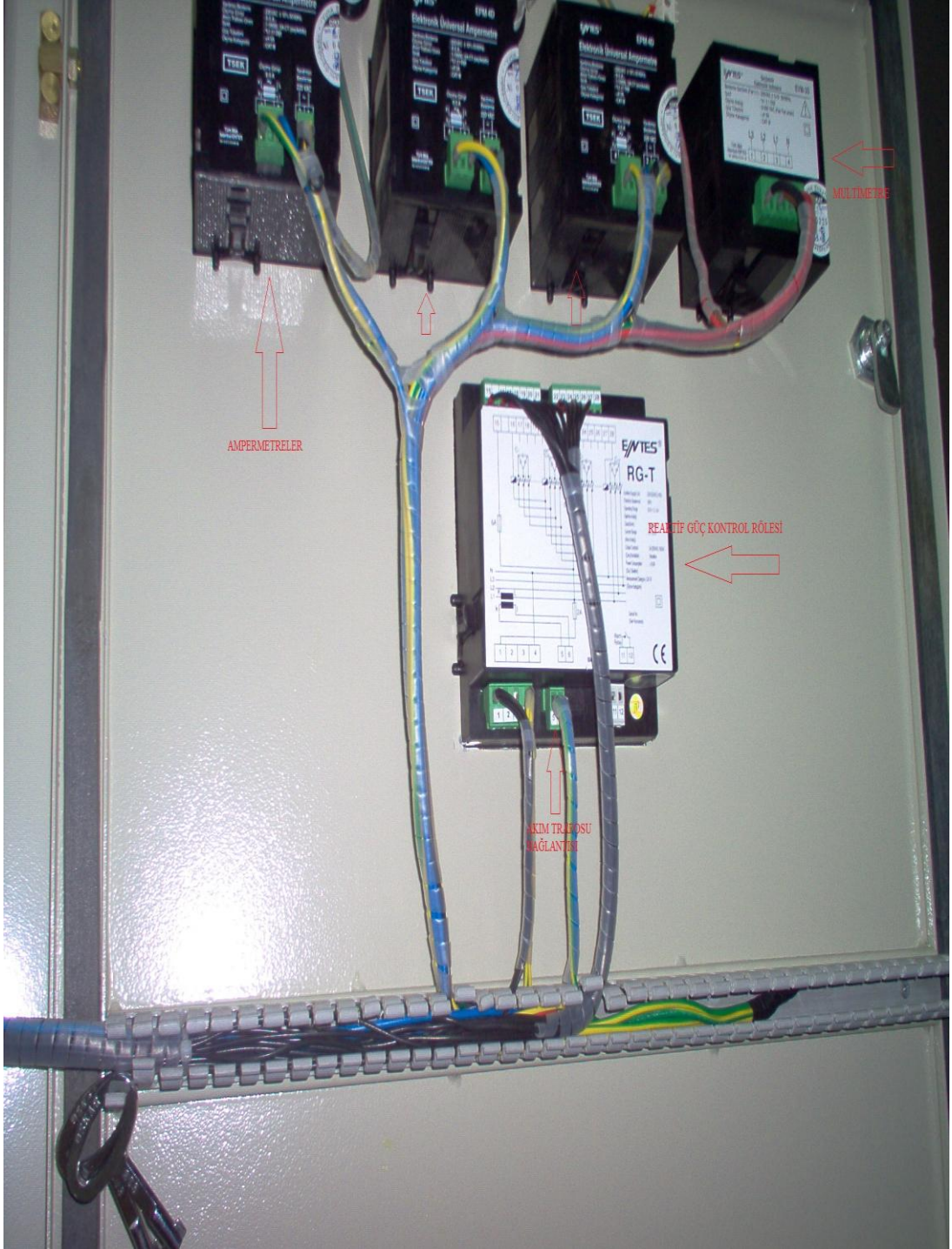
Şekil 4.5: Kompanzasyon pano akım trafoları topraklama bağlantısı

4.6.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar

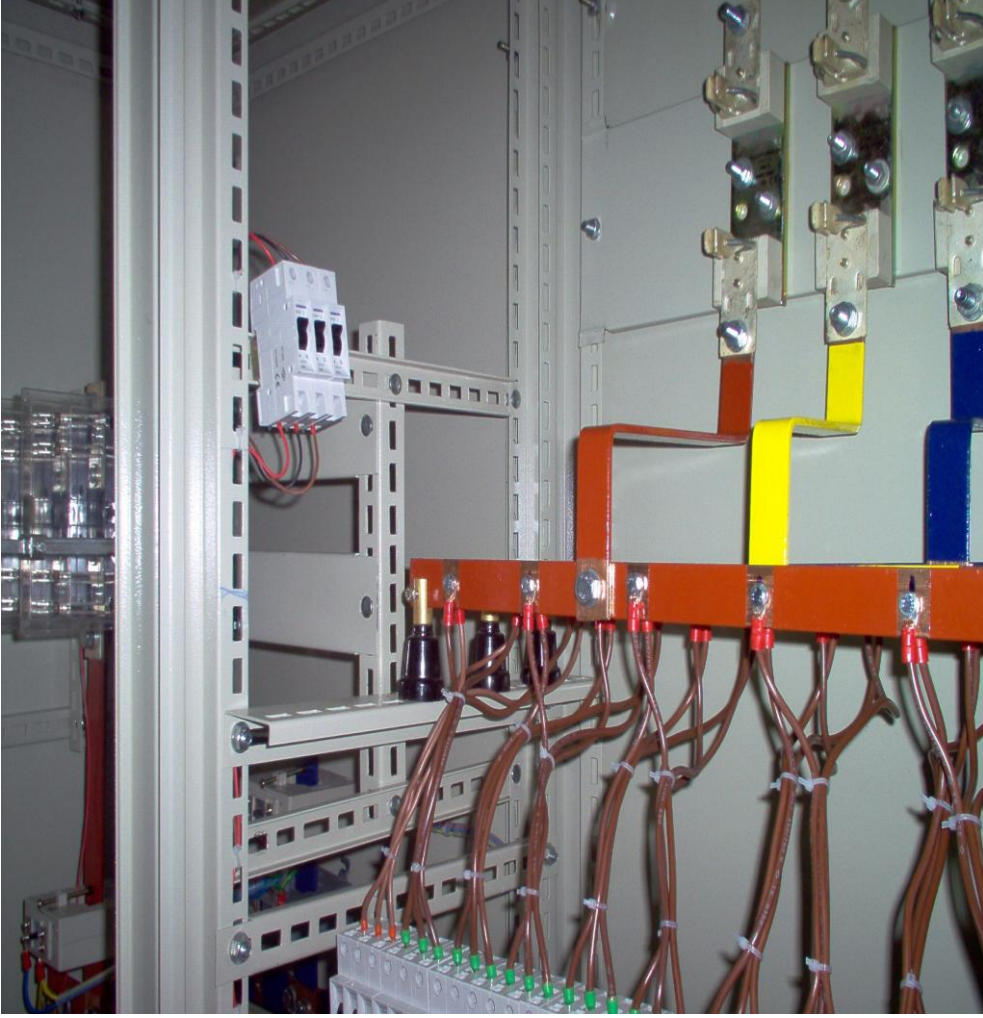
- Reaktif güç rölesinin ve kontaktörlerin besleme gerilimine uygun bağlanmasına dikkat ediniz.
- Reaktif güç rölesinin çıkışlarının doğru kontaktörleri kumanda ettiğine emin olunuz.
- Reaktif güç rölesinin gerilim besleme fazının akım transformatörünün de bağlandığı faz olmasına dikkat ediniz. Yanlış işlem rölenin hatalı ölçümüne neden olur.
- Kontaktör girişlerinin baradan yapılmasına ve ana akımı taşımayan yardımcı (ölçü aletleri gibi) bağlantılarda kablo pabucu kullanmaya özen gösteriniz.
- Kablo pabuçların, kablo kesitlerine uygun seçiniz ve kablo pensi ile iyi sıkıştırınız.
- Kondansatör uçları bağlantılarının gevşek olmamasına önemle dikkat ediniz. Kondansatör gövdesini topraklayınız.



Resim 4.1: Kompanzasyon panosu bağlantıları



Resim 4.2: Kompanzasyon panosu regler ve ölçü aletleri bağlantısı



Resim 4.3: Kompanzasyon panosu bara ve sigortaların bağlantısı

4.7. Kompanzasyon Pano Montaj Yerleri

4.7.1. Dâhilî Tip Montaj

Bina içine veya korunaklı transformatör evlerine yapılan montajlardır. Transformatör merkezlerinde otomatik kompanzasyon panosu AG dağıtım panosu yanına en az 10 cm'lik beton kaide üzerine cıvatalarla tutturulur.

4.7.2. Haricî Tip Montaj

Su pompaları için yapılan direk tipi trafolu tesislerde harici pano, direk dibine en az 30 cm beton platform üzerine montaj yapılır. Pano kapalı tipte, içine su girmeyecek şekilde olmalıdır. Pano çatısı eğik olmalıdır.



Resim 4.4: Harici tip kompanzasyon panosu

4.8. Kompanzasyon Pano Montaj Kaidesi Özelliği

Dâhili tip platformlar AG dağıtım panosu yanına ve en az 10 cm'lik yükseklikte tesis edilir. Üzerine pano bağlantısı için civatalar bırakılır. Haricî tip panoların oturtulacağı platformlar düz zemin üzerine en az 30 cm yükseklikte yapılmış beton kaideden olur. Harici tip panolara ait platformları kurarken yağmur suyunun birikmeyeceği ve sel, su baskını gibi tehlikelerin olmadığı zeminlerin seçilmesine gayret edilmelidir (Resim 4.5'e bakınız.).



Resim 4.5: Kompanzasyon pano montaj platformu(kaidesi)

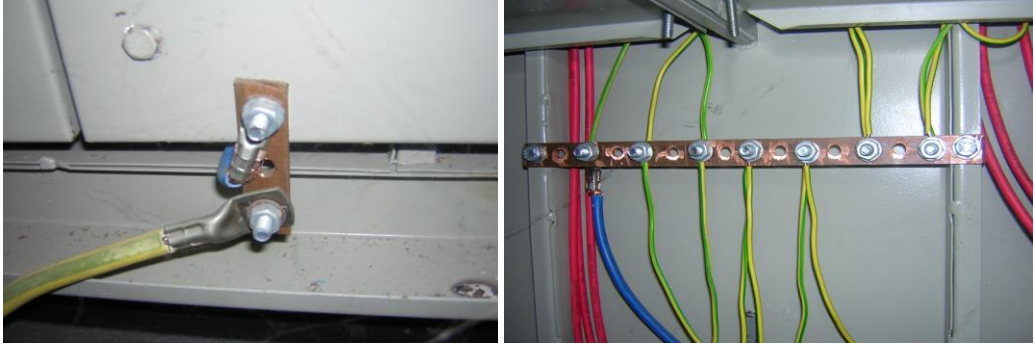
4.9. Kompanzasyon Panosu Yerine Montajı

4.9.1. Yerine Montaj İşlem Sırası

- Platform üzerine bırakılan bağlantı unsurların pano montaj deliklerine uygun olup olmadıklarına bakılarak pano platform üzerine yerleştirilir. Pano civata ve somunları asitsiz vazelin ile vazelinlenerek takılır.
- Civatalar uygun bir şekilde sıkılarak montaj tamamlanır.

4.9.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

- Taşıma sırasında panoya monte edilmiş malzemelerin zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Taşıma ve montaj sırasında pano sacının çizilmemesine dikkat edilmelidir. Bu hata sacın paslanmasına ve pano bağlantılarının daha çabuk yıpranmasına neden olur.
- Platformun üzerinin temiz olmasına bakılıp panonun yerine iyi oturup oturmadığına dikkat edilmelidir.
- Kullanılan tüm cıvatalar vazelinlenmeli ve somunlar rondela ile birlikte sıkılmalıdır.
- Panoların gövdelerinin topraklama işlemleri yapılmalıdır (Resim 4.6'ya bakınız.).
- Montaj esnasında havalandırma panjur deliklerinin kapanmamasına ve hava akımını engelleyecek bir durumun oluşmamasına dikkat edilmelidir.
- Harici tip montajlarda kablo giriş deliklerinin suya karşı yalıtımının iyi olmasına dikkat edilmelidir.
- Tüm işlemler için uygun araç gereçler kullanılmalı, iş güvenliği tedbirlerine uyulmalıdır.



Resim 4.6: Pano topraklama bağlantısı

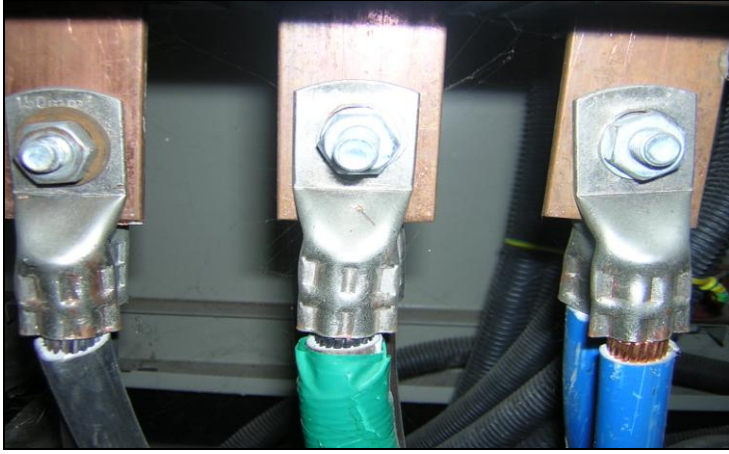
4.10. Kompanzasyon Pano Giriş Bağlantıları

4.10.1. Bağlantı İşlem Sırası

Genellikle kompanzasyon panosu ile alçak gerilim dağıtım panosu beraber montajlıdır. Alçak gerilim dağıtım panosunun içinden baralar ile kompanzasyon panosuna enerji girişi yapılır. Bazı tesislerde ayrı olabilir o zaman da YVV (NYY) tipte kablo ile enerji girişi yapılır.

4.10.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar

Bağlantıların gevşek olmamasına dikkat edilmelidir. Eğer bağlantı bara ile yapılacak ise dağıtım panosundan şalter çıkışından enerji alınmalıdır. Bağlantılarda mutlaka kablo pabuçları kullanılmalıdır. Kablo pabuçları mutlaka pabuç pensesi ile sıkılmalıdır, çekiç gibi aletlerle sıkıştırılmamalıdır. Kablo pabuçları iletken kesitlerine uygun seçilmelidir (Resim 4.7'ye bakınız.)



Resim 4.7: Kablo pabuçları

4.11. Kompanzasyon Pano Malzeme Çalışma Test ve Ayarları

Test ve ayarlarda regler ayarlarını inceleyelim.

Reaktif rölenin işletmeye alınması:

- Rölenin akım trafosu oranını, rölenin kontaktörü devreye alma ve çıkartma zamanlarını ayarlayınız.
- Röleyi otomatik konumuna alınız.
- Devreye indüktif bir yük (örneğin motor) alınız. Röle üzerindeki İndüktif ışığı yanmalıdır. Kapasitif yanıyorsa 4 ve 5 numaralı uçları ters çeviriniz.
- Bundan sonra geriye kalan tek işlem c/k ayarının düzgün olarak yapılmasıdır.

Buradaki oranda c : 1. Adımdaki kondansatör gücünü k : akım trafosunun dönüştürme oranını göstermektedir. Örneğimizde bu oran

$$\frac{c}{k} = \frac{5}{100/5} = 0.25$$

olarak bulunur ve bu ayar reglerde 0.25'e getirilir. Yeni nesil reglerler c/k ayarını otomatik olarak yapabilmektedir.

Akım Trafosu	1. Kademedeki Kondansatör Gücü								
	5	10	15	20	25	30	40	50	100
30/5	0.83								
50/5	0.50	1							
75/5	0.33	0.67	1						
100/5	0.25	0.50	0.75	1					
150/5	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1			
200/5	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	1		
300/5	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.67	0.83	
400/5	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.50	0.63	
600/5		0.08	0.13	0.17	0.21	0.25	0.33	0.42	0.83
800/5		0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.25	0.31	0.63
1000/5		0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.20	0.25	0.50
1500/5			0.05	0.07	0.08	0.10	0.13	0.17	0.33
2000/5				0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.25

Tablo 4.1: C/K ayar değerleri

Reaktif güç kontrol rölesi ve kompanzasyon sisteminde olabilecek sorunlar ve nedenleri:

Arıza 1: Röle sürekli kondansatör alıyor. Cos ϕ metre kapasitif gösterdiği hâlde çıkarmıyor.

Sebepleri:

- Kondansatör panosunu besleyen güç kablosu akım trafosundan önce alınmıştır.
- Rölenin 4 ve 5 numaralı klemenslerine akım trafosunun bağlı olmadığı diğer iki faz yerine(S T) akım trafosunun bağlı bulunduğu faz (R) bağlanmıştır. Bu durumda ind veya kap ledlerinden biri sürekli yanar ve röle devreye sürekli kondansatör alır veya çıkarır.

Arıza 2: Röle çalışıyor. Kademelerin devreye girdiği röle üzerindeki ışıklardan belli oluyor. Kontaktörler çekiyor fakat Cos ϕ yükselmiyor ve röle kondansatör almak istiyor.

Sebepleri:

- Kondansatör sigortaları atmıştır.
- Kontaktör kontakları kirlenmiştir.
- Kondansatörler değer kaybetmiştir.
- Kurulu kondansatör gücü, tesisin kompanzasyonuna yetmemiştir. Kondansatör ilavesi gerekmektedir.

Arıza 3: Motorlar çalışıyor. Devrede kondansatör olmadığı hâlde **kap.**(kapasitif)ışıği yanyyor.

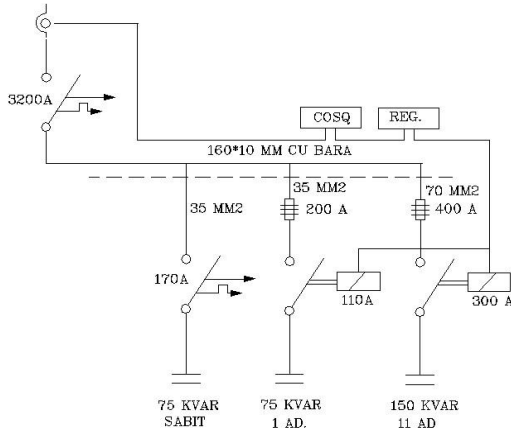
Sebepleri:

- Rölenin 4 ve 5 numaralı uçlarını değiştiriniz.

Arıza 4: Aynı akım trafosundan hem röle hem de cos ϕ metre besleniyor ancak her iki cihaz da düzgün çalışmıyor.

Sebepleri:

- Bağlantı hatası vardır. Röle ve cos ϕ metre akım devreleri seri bağlanmalıdır (Şekil 4.6'ya bakınız.). Yeni nesil reglerler cos ϕ metrelidir.
- Akım trafosu büyük seçilmiştir.
- Cos ϕ metre gerilim devresi bağlantısı R fazından alınmıştır. (Reaktif güç kontrol rölesinin tersine cos ϕ metrenin gerilim devresi, akım trafosu ile aynı faza bağlanmalıdır.)



Şekil 4.6: Kompanzasyon panosu tek hat şeması Resim 4.8: Regler ve cos ϕ metre montajı

4.12. Kompanzasyon Pano Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri

- Kompanzasyon panosu yanındaki AG dağıtım panosunda koruma topraklaması yapıldığından, kompanzasyon panosu üzerindeki cihazların şaseleri, sac muhafazalı kondansatör bataryalarının gövdeleri topraklama civatasına

bağlanacak ve AG dağıtım panosundaki koruma topraklama cıvatası ile irtibatlanacaktır.

- Panoların üzerine ölüm tehlikesi işareti veya levhası konulacaktır.
- Panoda kullanılan malzemelerin elektriki olmayan tüm metal kısımları topraklama barasına irtibatlanacaktır.
- Kondansatörlerin aşırı ısılarda patlama riski bulunduğundan pano havalandırma işleminin sağlıklı olması temin edilecektir. Gerekirse aspiratör takılacaktır.
- Harici tip kompanzasyon panolarında, pano malzemelerinin su ile temas etmemeleri için kablo giriş kanallarının iyi yalıtılmış olması gerekir.

4.13. Dağıtım Panoları Genel Teknik Şartnamesi

- Panolar, şartname ve projelere göre hazırlanıp tasdik ettirilecek imalat resimlerine uygun olarak serbest dikili sistemde en az 2 mm kalınlığında düzgün yüzeyli DKP sac levhalardan imal edilecektir. Kimyasal temizlemeden sonra fosfat kaplanacaktır.
- Panoların taşıyıcı çerçevesi delikli L ve U profillerin, kadmiyum kaplı cıvatarla birleştirilmesi ile yapılacak ve panolar birbirlerinden sac levhalarla ayrılacaklardır. Ayrıca kısa devre akımının meydana getireceği kuvvetlere dayanıklı olacaktır (en az 50 kA).
- Vida bağlantılarının, özel olarak temizlenmiş ve asitsiz vazelin ile iyice yağlanmış dokunma yüzeylerine sahip olması gerekir. Vidalar galvanizli veya paslanmaz maddeden olacaktır.
- Panolar, modüler yapıda olup önden kontrol edilebilir tarzda olacak, gerekli sinyal lambaları, kumanda şalteri ve ölçü aletleri kapakta; sigorta, şalter, kontaktör vb. teçhizatlar panolar içinde kalacak şekilde imal edileceklerdir. Panonun içerisine siviç vasıtası ile kapıların açılması ile yanan lamba konulacaktır.
- Pano için zemin üzerinde en az 10 cm yüksekliğinde beton kaide yaptırılarak pano bunun üzerine monte edilecektir.
- Pano ölçüleri resimlerde belirtildiği gibi olacaktır. Detaylara uyulacaktır.
- 160 A'den büyük sigorta ve şalter bağlantıları bakır bara ile yapılacak bütün ek yerleri, temizlenmiş olacak ve bağlantı için kadmiyum kaplı cıvatarlar kullanılacaktır.
- Pano içerisinde kullanılan şalter ve sigortalar TSE ve uluslararası standartlara uygun, kaliteli markalardan seçilecektir.
- Panoda faz, nötr ve toprak baraları bulunacak, faz ve nötr baralarının gövdeden izolesi için yalıtkan levhalar veya izolatörler kullanılacaktır. Baralar saf bakır olacak ve boyutları kısa devre akımı ile kısa devre mukavemetlerine göre tayin edilecek, klemensler ısıya dayanıklı yanmaz malzemeden olacaktır.
- Hareketli kapaklar tek tip anahtarla açılacak, tablonun rutubet ve tozdan korunması için gövde ile kapak arasında lastik conta bulunacaktır. Kullanılan contalar yapıştırma şeklinde olmayıp kanala geçmeli şekilde olacaktır.
- Hareketli kapakların topraklanması, 16mm² çok telli, örgülü ve sarı-yeşil izoleli iletkenle yapılacaktır. Bu bağlantıda iletken her iki ucundan pabuçlanarak gövdeye ve kapağa uygun bir şekilde kaynatılmış cıvatarlarla bağlanacaktır.

- Panonun metal kaplama yapılmayan sac aksamının temizleme işlemleri tamamlandıktan sonra epoksi-polyester elektrostatik toz mat boya ile boyanacaktır.
- Cihaz etiketleri, üzerindeki yazılar, siyah eloksalı alüminyum plaka üzerine pantografla yazılı olacaktır.
- Pano içindeki kablolar düzgün bir form verilecek, gerekli yerlerde plastik kablo kanalları kullanılacaktır. Pano teçhizatları ve kendisi bir sistem dâhilinde etiketlenecektir.
- Pano giriş ve çıkışları kontrollüğün uygun gördüğü şekilde yerine göre üstten veya alttan olacaktır.
- Panoların uygun yerine, projelerde belirtilen tablo numaraları yazılacaktır. Yazılar siyah eloksalı alüminyum plaka üzerine pantografla yazılı olacaktır.
- Panoların ortasından yatay giden ve yan yana sıralanmış yeterli amperajda faz baraları bulunacaktır. Faz baraları boyalı ve fazların boya rengi, aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.
- Faz 1 (L1) : SARI
- Faz 2 (L2) : KIRMIZI
- Faz 3 (L3) : MAVİ
- Nötr ve toprak barası, panonun alt ve üst bölümünde yatay olarak götürülecek ve boya renkleri aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.
- Nötr (N) : SİYAH
- Toprak (PE) : SARI-YEŞİL
- Terminal klemenslerine, çok telli fleksibl iletkenler bağlanacak ise iletkenlerin ucuna mutlaka yüksük takılacak veya uçları lehimlendikten sonra klemenslere bağlantı yapılacaktır. Kullanılan klemensler ve kablolar ısıya dayanıklı ve yanmaz özellikte olacaktır. Isıyla büzüşen makaron kullanılacaktır.
- Klemenssiz bağlantıları çok telli iletkenlerde, iletken kesitine uygun yarısız tip kablo pabucu ile yapılacaktır.
- Panonun alt bölümünde, kabloların kablo bağı ile bağlanacağı, delikli U profilden bir kuşak bulunacaktır.
- İmalat resimlerinin bir kopyası naylon kılıf içinde ana pano odasında muhafaza edilecektir. Ayrıca tek hat şeması, camlı çerçeve içine alınacak ve bu bölümdeki uygun bir yere asılacaktır.
- Ana dağıtım tabloları, IEC 439-1'e göre imal edilecek ve rutin testleri yapılacaktır.
- Panoların yan yüzlerindeki sac plakalar dış taraftan tespit edilecektir. Böylece bir tablonun tevsii mümkün olabilecektir.
- Panonun önünde menteşeli sac kapak bulunacak ve şalter kumanda kolları ön kapak üzerinde olacaktır. Şalter kumanda kolları için sac kapakta açılan delikler düzgün bir şekilde delinmiş ve panonun imalatında esas alınan IP sınıfına göre izole edilmiş olacaktır.
- Tüm kumanda ve ölçü aletleri, klemensleri ile birlikte ayrı bir bölümde olacaktır.
- Kullanılan akım trafolarının zaman içerisinde gevşeyerek bulunduğu yerden hareket etmemesi için bara üzerine sabitlenecektir.
- Kompanzasyon kontaktörleri kondansatörleri için özel kontaktör kullanılacaktır.
- Kompanzasyon panosunda yanmaz özellikte kablo kullanılacaktır.

- Panoların imalatında kullanılacak malzemeler en az 1 (bir) yıl garantili olacaktır.

4.14. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

- Kuvvetli akım elektrik aygıtları, kullanılmaları ya da işletilmeleri sırasında oluşacak ark ve kıvılcıklar, insanlar ve eşyalar için tehlikeli olmayacak biçimde yapılmalı ya da düzenlenmelidir. Bu durum kullanılan her aygıt için yürürlükteki TS'da (yok ise sırasıyla EN, HD, IEC, VDE'de) belirtilen tip deneyleri ile doğrulanmış olmalıdır.
- Yangın tehlikesi bulunan yerlerdeki sigortalı ayırıcılarda oluşabilecek arkların yaratacağı yangın tehlikesini en aza indirmek üzere, bu tip ayırıcıların bulunduğu direklerin altına 10 cm kalınlığında ve 3 metre yarıçapında bir bölgeye mıcır dökülecek veya grobeton atılacaktır.
- Kuvvetli akım tesisleri her türlü işletme durumunda cana ve mala herhangi bir zarar vermeyecek ve tehlike oluşturmayacak bir biçimde yapılmalıdır.
- Topraklamalar ve endirekt temasa karşı diğer koruma yöntemleri: Elektrik kuvvetli akım tesislerinin topraklanmasında Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği hükümleri uygulanır.
- Endirekt temasa karşı şebeke tiplerine göre uygulanabilecek diğer koruma yöntemleri ve şebeke tip sınıflamaları için Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilen ilgili hükümler de göz önüne alınır.
- Aşırı gerilimlerin oluşmasını önlemek veya aşırı gerilimleri zayıflatmak için alınacak önlemler: İç aşırı gerilimlerde; toprak teması sonucunda oluşacak aşırı gerilimlere karşı alınacak önlemler: 3 amperden küçük kapasitif toprak temas akımlarında ark, özel bir önlem alınmadan kendi kendine söner. Toprak temas akımının daha büyük değerlerinde, şebekenin yıldız noktası topraklanmalıdır.
- Tesislerin bütün bölümleri, işletme koşulları nasıl olursa olsun, kısa devre akımının kesilmesine ve bu kesilme anında dâhil olmak üzere en büyük kısa devre akımının etkisiyle insanlar için herhangi bir tehlike oluşmasına, yangın çıkmasına ya da tesisin zarara uğramasına engel olacak şekilde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır.
- Her koruma elemanı hemen önündeki işletme elemanının korunmasını sağlayacak şekilde bu elemanın anma değerine göre ayarlanmalı, gerekirse daha sonraki işletme elemanları için de yedek koruma görevi yapabilmelidir.
- Tesislerdeki elektrik donanımlarının aşırı akımlara karşı korunması genel kural olarak sigortalarla ya da kesicilerle yapılacaktır. Sigortalar minyatür kesiciler, kesiciler ve kesicilerin buldukları yerde ulaşılacak en büyük devre akımını güvenle kesebilecek değerde seçilmelidir. Üzerine tel sarılarak köprülenmiş veya yanmamış sigortalar kullanılmamalıdır.
- Aşırı akımlara karşı koruma düzeni, arıza olduğunda tehlike altında kalan iletkenlerin akımının kesilmesini sağlayacak biçimde yerleştirilmelidir. Buna karşılık topraklanmış sistemlerde, aşırı akımlara karşı koruma düzeninin çalışması sırasında topraklama tesisleri sistemden ayrılmamalı, topraklama tesisleri direnci yükseltilmemelidir.

- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümleri işletme gerilimi ve yerel koşullar göz önüne alınarak toprağa karşı, kendi aralarında güvenli ve sürekli bir biçimde yalıtılmalıdır.
- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümlerine rastgele dokunmayı önlemek için yapılan kutular, bir arıza anında oluşabilecek iç ve dışarıdan gelebilecek mekanik zorlamalara karşı dayanıklı ve aygıtta ark oluşsa bile tehlikesiz bir manevra yapılabilecek biçimde olmalıdır. Bu koruyucu kutular aygıtın bulunduğu yerin koşullarına uygun koruma derecesine sahip olmalıdır. Koruma derecelerinin tanımı, ilgili standartlarda belirtildiği gibidir. (Burada **kutu** kelimesi mahfaza anlamında kullanılmaktadır.)
- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümleri işletme gerilimi ve yerel koşullar göz önüne alınarak toprağa karşı ve kendi aralarında güvenli ve sürekli bir biçimde yalıtılmalıdır.
- Bu Yönetmeliğin kapsamına giren tesislerde Türk Standartlarına uygun kablolar kullanılacaktır. Bunlar bulunmadığında belirtilen standartlara uygun kablolar kullanılacaktır.

4.15. Topraklamalar Yönetmeliği

Topraklama tesislerinin kurulması için temel koşullar:

- Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılığın sağlanması
- Isıl bakımdan en yüksek hata akımına (hesap yolu ile bulunan) dayanıklılık
- İşletme araçları ve nesnelerin zarar görmesinin önlenmesi
- En yüksek toprak hata akımı esnasında, topraklama tesislerinde ortaya çıkabilecek gerilimlere karşı insanların güvenliğini sağlanmasıdır.

Bu koşulların sağlanması için aşağıdakiler önemlidir:

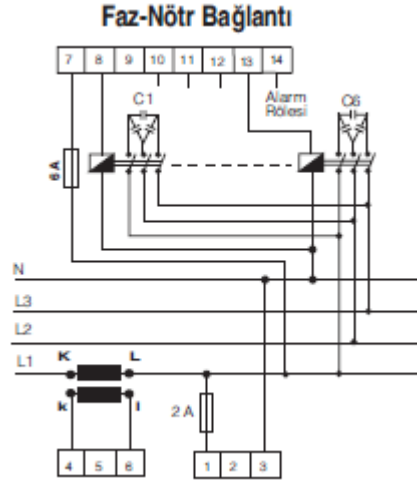
Hata akımının değeri

Hatanın süresi

Toprağın özellikleri

- Bütün topraklamalar, Topraklama Yönetmeliğine, Elektrik Dağıtım Tesisleri Genel Teknik Şartnamesine, Tip Projelerine, TEDAŞ şartname ve uygulama esaslarına uygun olarak yapılacaktır.
- Topraklama iletkeni olarak işletme topraklamalarında 50 mm² kesitinde bakır iletkenli NYY kablo, koruma topraklamalarında 95 mm² galvanizli örgülü çelik iletken veya muadili en az 100 mm² kesitinde 3 mm kalınlığında sıcak daldırma galvanizli şerit kullanılacaktır.
- Aydınlatma direklerinin veya AG saha dağıtım kutularının topraklama elektrodu yerine gerektiğinde topraklama sistemi olarak 35, 50 veya 95 mm² örgülü bakır iletken kullanılacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ



1 fazlı 6 kademeli reaktif güç kontrol rölesi ve bağlantı şeması

Kompanzasyon panosu 1 fazlı regler, kondansatör montaj ve bağlantılarını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pano bağlantı şemasını okuyunuz. ➤ Kondansatörleri seçiniz. ➤ Kondansatörlere güç kablolarını bağlayınız. ➤ Regler bağlantılarını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bütün malzemelerin katalog ve varsa CD'lerini inceleyiniz. ➤ Örnek olarak 45kVAR'lık kondansatörleri seçiniz (5-10-10-10-10). ➤ Kondansatörler için kabloları seçiniz. ➤ Kablo seçiminizde faaliyette verilen tablolardan faydalanınız. ➤ Kabloları kondansatör terminallerine bağlayınız, bağlantılarınızda kablo pabucu kullanınız. ➤ Kablonun diğer uçlarını kontaktörlere bağlayınız. ➤ Kontaktör bobinlerini 8-12 numaralı reglere bağlayınız. ➤ 6 kademeli regler seçiniz. ➤ Uygun bağlantı kablolarını seçiniz. ➤ Akım trafosundan gelen uçları reglere bağlayınız. (4-6) ➤ 1 ve 3 numaralı regler klemensine faz ve nötrü bağlayınız. ➤ Bağlantılarınızda resim 4.9'dan faydalanınız. ➤ Regler c/k ayarını yapınız. ➤ Bağlantıları yaparken iş güvenliği tedbirlerine uyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği tedbirlerini aldınız mı?		
2. Tesis proje ve şemalarını doğru olarak okuyabildiniz mi?		
3. Kompanzasyon panosuna uygun 6 kademeli regleri seçebildiniz mi?		
4. Seçtiğiniz regleri akım trafosuna doğru olarak bağlayabildiniz mi?		
5. Seçtiğiniz reglerin kontaktör bobin bağlantılarını doğru olarak yapabildiniz mi?		
6. Seçtiğiniz reglerin besleme faz nötr bağlantılarını doğru olarak yapabildiniz mi?		
7. 45 kVAR'lık kondansatörleri uygun olarak seçebildiniz mi?		
8. Kondansatör güç kablolarını doğru olarak yapabildiniz mi?		
9. Kondansatör topraklama kablolarını doğru olarak bağlayabildiniz 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 cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Kompanzasyon kondansatörleri güç kablosunun kesiti en az 2,5 mm² olmalıdır.
2. () Akım trafolarının sekonder sargı bir ucu topraklanmalıdır.
3. () Kompanzasyon pano ampermetreleri devreye direkt olarak bağlanır.
4. () Kondansatörlerin üçgen bağlanmasının maliyeti yıldız bağlamaya göre daha pahalıdır.
5. () 5 kVAR'lık iki kondansatörü seri olarak bağladığımızda toplam kapasite 10 kVAR olur.
6. () Kompanzasyon kontaktörlerinin, kontak akım değerleri kondansatör nominal akımının 1,25 katından fazla seçilmelidir.
7. () Metal muhafazalı kondansatörle yerleştirilirken soğutma amacı ile gövdelerine delikler açılır.
8. () Kondansatörler panonun alt ve üst bölümüne birbirine temas etmeyecek şekilde yerleştirilir.
9. () Reaktif güç rölesinin gerilim besleme uçları, kendisine ait akım transformatörünün bağlanmadığı fazdan alınmalıdır.
10. () Harici tip montaj platformu en az 30 cm yüksekliğindedir.

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

1. () Mesnet izolatörleri baraları taşıırken gövdeden yalıtma işlemleri de yapar.
2. () Pako şalterler panolarda giriş ve çıkış şalteri olarak kullanılır.
3. () Termik manyetik şalterlerde oluşan ark seperatörler vasıtasıyla söndürülür.
4. () Boyalı baraların akım taşıma kapasitesi boyasız baradan daha azdır.
5. () 400/ 5 akım trafosu dönüştürme oranı 75'tir.
6. () Ana dağıtım panosunda en az üç adet çıkış şalteri bulunmalıdır.
7. () Açma mekanizmasının çalışmasını kontrol etmek amacıyla şalter kapağı üzerinde bulunan kırmızı renkli buton triptir.
8. () Standartlara göre baralar 75 dereceden daha fazla bükülmemelidir.
9. () Kompanzasyon panolarında hızlı karakterli sigortalar kullanılır.
10. () Kosinüs-fimetre güç katsayısı ölçmekte 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 sonraki modüle geçmek için öğretmenimize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış (80)
10	Yanlış(0,2)

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış(90)
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış (45)
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Doğru

KAYNAKÇA

- HÜRER S.Ali, **Elektrik Meslek Resmi**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği Resmi Gazete:**
24.11.2000/24264
- YILMAZ Ünsal, Hayati DURMUŞ, **Elektrik Tesisat Projesi Meslek Resmi**, Ankara 2002.
- **Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği**, Ankara 2002.
- **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**, Ankara 2000.
- GÖRKEM Abdullah, **Atelye 2**, Ankara 1998.
- **TEİAŞ iş güvenliği yönetmeliği**, Ankara 2010
- ALTIN Mahir, Mustafa ÜSTÜNEL, Mehmet KIZILGEDİK, **Elektrifikasyon Ders Kitabı**, Ankara, 2001