



SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



Havaalanları Daire Başkanlığı

HAVAALANI ELEKTRİK SİSTEMLERİ



T.C.
Ulaştırma Denizcilik ve
Haberleşme Bakanlığı
bağlı kuruluştur.

Yayın No: HAD/T-26



SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

HAVAALANI ELEKTRİK SİSTEMLERİ



T.C.
Ulaştırma Denizcilik ve
Haberleşme Bakanlığı
bağlı kuruluştur.

SİVİL HAVACILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YAYINLARI

Yayın No: HAD/T-26

Yayın Türü: Çeviri

Konu: Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından yayımlanan "Aerodrome Design Manual (Doc 9157), Part 5 Electrical Systems, First Edition, 1983" dokümanının Türkçe'ye tercüme edilmiş halidir.

İlgili Birim: Havaalanları Daire Başkanlığı

1. Basım Tarihi Eylül 2016, Ankara

© 2016 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
Telif Hakları Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne aittir.
Her hakkı saklıdır. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından özel olarak izin verilmedikçe bu yayının kopyalanarak çoğaltılması, dağıtılması ve kullanılması yasaktır.

İlk yayımlanma tarihi Eylül 2016'dır.

Bu yayın bilgilendirme amacıyla hazırlanmıştır. Yapılacak uygulamalarda ICAO tarafından yayımlanmış olan orjinal dokümanın son şeklinde yer alan hususlara uyulması

www.shgm.gov.tr

Bu yayının basılı hâli Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Havaalanları Daire Başkanlığından temin edilebilir.

E-Posta: HAD@shgm.gov.tr

ISBN: **978-975-493-076-4**

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No:128/A
06570 Maltepe / ANKARA
Tel: +90 312 203 60 00
Fax: +90 312 212 46 84
www.shgm.gov.tr

Tasarım - Baskı
Art Ofset Matbaacılık Ltd. Şti.
Tel : 0312 284 41 25
Fax: 0312 284 29 89
artofset@ttmail.com

ÖNSÖZ

Gerek görsel gerekse görsel olmayan seyrüsefer yardımcılarına yönelik elektrik sistemlerinin uygun tasarımı, tesisatı ve bakımı, sivil havacılıkta emniyet, intizam ve verimlilik bakımından ön koşullar teşkil etmektedir. Bu amaçla, bu el kitabı, havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarına yönelik elektrik sistemlerinin tasarımı ve tesisatı hakkında rehberlik sağlamaktadır.→

Havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarına yönelik elektrik sistemleri, diğer elektrik tesisatlarında genelde yer almayan özellikler içermektedir. Bu sebeple, bu el kitabında sadece elektriksel uygulamaların ve tesisatların genel özellikleri değil, aynı zamanda havaalanı tesisatları bakımından özel önem arz eden özellikler de ele alınmaktadır. Bu el kitabının okuyucularının elektrik devrelerine ve genel tasarım kavramlarına aşina olacakları, ancak havaalanı tesisatlarının diğer tesisatlarda nispeten daha az karşılaşılan belirli özellikleri hakkında bilgi sahibi olmayabilecekleri varsayılmaktadır.→ Bu el kitabında sunulmakta olan materyalin amacının, elektrik tesisatlarına ilişkin ulusal emniyet kurallarını tamamlamak olduğunun kayda alınması önem arz etmektedir.

Bu el kitabı, havalimanında bulunan binaların birincil ve ikincil güç kaynaklarına ilişkin toplam güç ihtiyacı üzerindeki etkileri haricinde, herhangi bir havalimanında bulunan binalara ait elektrik sistemlerini ele almamaktadır. Aynı şekilde, bu el kitabı, elektrik sistemlerinin bakımı konusuna da değinmemektedir. Bu ikinci konu hakkında kılavuz bilgi için okuyucuların, Havalimanı Hizmetleri El Kitabı (Doc 9137), Kısım 9, Havalimanı Bakım Uygulamaları başlığına başvurmaları tavsiye olunur.

Bu el kitabının gelecek basımları, edinilen tecrübeler ile bu el kitabının kullanıcılarından alınan yorumlar ve öneriler esas alınarak geliştirilecektir. Bu el kitabının okuyucularının görüşlerini, yorumlarını ve önerilerini ICAO Genel Sekreterine sunmaları rica olunur.

İçindekiler

1. BÖLÜM	2
GİRİŞ	2
1.1 AMAÇ	2
1.2 EL KİTABININ YAPISI	2
2. BÖLÜM	4
ELEKTRİK KAYNAKLARI	4
2.1 GÜÇ KAYNAKLARI	4
2.1.1 Genel	4
2.1.2 Birincil güç kaynakları	4
2.1.3 İkincil güç kaynakları	4
2.1.4 Ara gücün dağıtımı	5
2.2 GÜÇ AKTARMA ÖZELLİKLERİ	7
2.2.1 Aktarma (geçiş) süresi gereklilikleri	7
2.2.2 Sürekli güç kaynakları	7
2.2.3 Aktarma yöntemleri	7
2.3 İKİNCİL GÜÇ DONANIMI	9
2.3.1 Bileşenler	9
2.3.2 Motor jeneratör grupları	9
2.3.3 Güç aktarma anahtarlama	11
2.3.4 Kesintisiz güç kaynağı (UPS) sistemleri	11
2.3.5 Özel ikincil güç cihazları	12
2.4 ELEKTRİK DONANIMLARINA İLİŞKİN DEPOLAR VE MUHAFAZA YERLERİ	12
2.4.1 Muhafaza yerleri	12
2.4.2 Konum	14
2.4.3 Özel koşullar	14
2.5 GÜÇ DAĞITIMI	15
2.5.1 Genel	15
2.5.2 Birincil güç besleme devreleri	15
2.5.3 Yer üstü (hava) birincil dağıtım sistemleri	16
2.5.4 Hat voltajı regülatörleri	16
2.5.5 Güç hatları	16
2.5.6 İletkenler	17
2.5.7 İzolatörler	18
2.5.8 Kilitleme somunları	18
2.5.9 Transformatörler	18
2.5.10 Kondansatörler	19
2.5.11 Devre kesme cihazları	19
2.5.12 Yıldırımdan korunma	20
2.5.13 Açıklık mesafeleri	20
2.5.14 Topraklama	20
2.5.15 Yeraltı dağıtım sistemleri	21
3. BÖLÜM	24
HAVAALANI IŞIKLANDIRMA VE RADYO SEYRÜSEFER YARDIMCILARINA YÖNELİK ELEKTRİK DEVRELERİ	24

3.1 ELEKTRİK DEVRELERİNİN TÜRLERİ	24
3.1.1 Elektriksel karakteristikler	24
3.1.2 Seri devreler.....	24
3.1.3 Paralel devreler.....	25
3.1.4 Seri ve paralel bağlı ışık devrelerinin karşılaştırılması.....	26
3.2 HAVAALANI IŞIKLANDIRMASINA YÖNELİK SERİ DEVRELER ŞEMASI	26
3.2.1 Dikkate alınması gereken faktörler	26
3.3 PARALEL (ÇOKLU) DEVRE ŞEMASI	40
3.3.1 Havaalanı ışıklandırmasında paralel (çoklu) devre şemasının kullanımı.....	40
3.4 HAVAALANI IŞIKLANDIRMA SİSTEMLERİNİN KUMANDASI.....	41
3.4.1 Kumanda devre şeması.....	41
3.4.2 Kumanda panelleri	42
3.4.3 Rölelerin kullanımı	43
3.4.4 Kumandaların arabağlantıları.....	43
3.4.5 Otomatik kumandalar.....	44
3.4.6 Radyo/telsiz uzaktan kumandalar	44
3.5 LAMBALAR	45
3.5.1 Akkor lambaların özellikleri	45
3.5.2 Gaz boşalmalı (deşarj) lambaların özellikleri.....	47
3.6 HAVAALANI IŞIKLANDIRMASINDA BÜTÜNLÜĞÜN VE GÜVENİLİRLİĞİN SAĞLANMASINA	48
YÖNELİK YÖNTEMLER.....	48
3.6.1 Terimlerin tanımları.....	48
3.6.2 Elektriksel bütünlüğün ve güvenilirliğin geliştirilmesine yönelik araç ve yöntemlerin özeti	48
3.7 HAVAALANI IŞIKLANDIRMA DEVRELERİNİN İZLENMESİ.....	49
3.7.1 İzleme yöntemleri	49
3.7.2 İzleme cihazlarının tasarımı	49
3.7.3 İzleme cihazı sınıfları	49
3.7.4 İzleme cihazını geçersiz kılma kumandaları	50
3.8 RADYO SEYRÜSEFER YARDIMCILARINA İLİŞKİN ELEKTRİK DEVRELERİ	50
3.8.1 Radyo seyrüsefer yardımcıları türleri.....	50
3.8.2 Elektriksel karakteristikler.....	50
3.8.3 Radyo seyrüsefer yardımcılarının kumanda devreleri.....	51
3.8.4 Radyo seyrüsefer yardımcılarının güvenilirliği ve bütünlüğü	52
3.8.5 Radyo seyrüsefer yardımcılarının izlenmesi.....	52
3.9 HAVAALANI ELEKTRİK DEVRELERİNİN KABUL TESTİ	53
3.9.1 Uygulama.....	53
3.9.2 Garanti süresi.....	53
3.9.3 Muayene usulleri.....	53
3.9.4 Seri devre donanım üzerinde yapılan elektrik testleri.....	55
3.9.5 Diğer kablolar üzerinde yapılan elektrik testleri	56
3.9.6 Regülatörler üzerinde yapılan elektrik testleri.....	57
3.9.7 Sorun giderme testleri.....	58
3.9.8 Diğer donanımlar üzerinde yapılan elektrik testleri.....	59

3.9.9. İzleme cihazlarına yönelik testler.....	59
4. BÖLÜM	62
YERALTI ELEKTRİK SİSTEMLERİ	62
4.1. GENEL GEREKLİLİKLER.....	62
4.1.1. Dikkate alınması gereken başlıca hususlar	62
4.1.2. Yapım çalışmaları öncesi düzenlemeler	62
4.1.3. Kablo döşeme yöntemleri	62
4.2. KABLONUN DOĞRUDAN GÖMÜLMESİ.....	62
4.2.1. Kablo döşeme adımları	62
4.2.2. Hendek açma	62
4.2.3. Kabloların birbirinden ayrılması	63
4.2.4. Doğrudan gömme kabloların döşenmesi.....	63
4.2.4.4. Son dolgu. kablo döşendikten sonra, hendek aşağıdaki şekilde doldurulmalıdır:	64
4.3. KANALLARIN (ELEKTRİK BORULARININ) DÖŞENMESİ	65
Döşeme teknikleri ve usulleri	65
4.4. İNİŞ DELİKLERİ VE EL DELİKLERİ	66
4.4.1. Seçim	66
4.4.2. Konum	66
4.4.3. Ağızlıklar.....	66
4.4.4. Donanım Malzemesi.....	66
4.4.5. İki bölümlü iniş delikleri.....	66
4.5. YERALTI KABLONUN DÖŞENMESİ.....	67
4.5.1. Kanalların hazırlanması	67
4.5.2. Kanallara kablo çekilmesi	68
4.5.3. İniş deliklerine ve el deliklerine kablo döşenmesi.....	69
4.5.4. Basınçlı tip koaksiyel kablolar	70
4.5.5. Testere kesikleri içerisine kablo döşeme.....	70
4.5.6. Kablo işaretleme.....	72
4.5.7. Bağlantı mahfazaları.....	72
5. BÖLÜM	76
HAVAALANLARINDA YERALTI HİZMETİNE YÖNELİK KABLONUN DÖŞENMESİ	76
5.1 KABLONUN ÖZELLİKLERİ.....	76
5.1.1 Yeraltı hizmetine yönelik kabloların özellikleri.....	76
5.1.1.3 Kablo kılıfları	76
5.1.2 Hizmet sınıfları.....	77
5.1.3 Kablo hasarının nedenleri.....	79
5.2 KABLO BAĞLANTILARI	81
5.2.1 Kablo ekleri	81
5.2.2 Bantlı eklemeler	81
5.2.3 Havaalanı ışıklandırmasına yönelik bağlantı elemanı kiti.....	83
5.2.4 Koaksiyel kablolar.....	83
5.2.5 İletkenlerin bağlanması	83





BÖLÜM
1

GİRİŞ

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 AMAÇ

1.1.1 Havacılıkta intizam ve emniyeti sağlamak için havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarının bütünlüğünün ve güvenilirliğinin yüksek seviyede olmasını sağlamak gereklidir. İyi tasarlanmış ve iyi bir şekilde bakımı yapılmakta olan ışıklandırma yardımcılarının ve radyo/telsiz yardımcılarının kritik bir anda arızalanma olasılığının son derece düşük olduğu düşünülmektedir.

1.1.2 Aşağıdaki materyalin, havaalanında mevcut sabit ışıklandırma sistemlerinin değiştirilmesi veya yeni sistemlerin tasarlanması ve tesisatı ile radyo seyrüsefer yardımcılarının dağılımının tasarlanmasına ve tesisatına ilişkin tavsiye edilen elektrik mühendisliği uygulamaları hakkında rehberlik sağlaması amaçlanmaktadır. Burada yer alan bilgiler, mevcut tesisatların farklı olması durumunda yanlış olduğu ve otomatikman değiştirilmesi gerektiği anlamına gelmemektedir. Sadece kullanılan daha eski tasarımların bazılarının yerine daha yeni fikirler geldiği için bunların tekrardan tavsiye edilmediği anlamına gelmektedir. Çeşitli ülkelerdeki mühendislik stillerinin ve teçhizatın farklılık göstermesi nedeniyle, bu materyalde sadece temel tasarım esasları belirlenmiştir. Herhangi bir Devlete özgü sistemlerin veya teçhizatın detay tasarımını veya belirli parçalarını özel olarak göstermek amaçlanmamıştır.

1.1.3 Havaalanı görsel kolaylıklarına ve seyrüsefer sistemlerine yönelik elektrik sistemleri, kaliteli tesisatın yanı sıra normalde diğer elektrik tesisatlarında bulunmayan özelliklerin değerlendirilmesini gerektirir. Bu el kitabında, havaalanı operasyonlarında daha az yer verilen veya özel önem arz eden bu özellikler üzerinde durularak, elektrik uygulamalarının ve tesisatlarının genel özellikleri ele alınmaktadır. Bu el kitabının kullanıcılarının elektrik devrelerine ve genel uygulamalara aşina olacakları, ancak havaalanı tesisatlarının diğer elektrik sistemlerinde nispeten daha az karşılaşılan belirli özellikleri hakkında bilgi sahibi olmayabilecekleri varsayılmaktadır. Bu özelliklerden bazıları, elektrik devrelerinin çoğunun yeraltına döşenmesi, ışıklandırma sistemlerinin çoğunda seri devreler kullanılması, giriş güç kaynaklarında daha yüksek güvenilirliğin gerekmesi ve güç kesintisi durumunda ikincil güce hızlı otomatik geçiştir. Her havaalanı tektir ve elektrik tesisatı, emniyetli, güvenilir ve bakımı kolay olan ekonomik güç ve kumanda sistemleri sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

1.2 EL KİTABININ YAPISI

1.2.1 Bu el kitabında, 2. Bölümde Elektrik Kaynakları, 3. Bölümde Havaalanı Işıklandırma ve Radyo/Telsiz Seyrüsefer Yardımcılarına Yönelik Elektrik Devreleri, 4. Bölümde Yeraltı Elektrik Sistemleri, 5. Bölümde ise Havaalanlarında Zemin Altında Gerçekleştirilen Hizmete Yönelik Kablolar hakkında bilgi verilmektedir.



BÖLÜM
2

ELEKTRİK KAYNAKLARI

2. BÖLÜM

ELEKTRİK KAYNAKLARI

2.1 GÜÇ KAYNAKLARI

2.1.1 Genel

2.1.1.1 Havaalanı ışıklandırma tesisatlarının ve radyo seyrüsefer yardımcılarının tasarımlarına başlanmadan önce havaalanlarına ait birincil güç kaynakları tespit edilmelidir. Bu tesisatlara yönelik elektrik gücü, genellikle havaalanında kullanılan elektrik gücünün sadece küçük bir bölümüdür. Görsel kolaylıklar ve radyo seyrüsefer yardımcıları ister yeni bir havaalanı için isterse mevcut havaalanının modernizasyonu ve büyütülmesi için kuruluyor olsun, güç kaynaklarının hazır bulunma durumu, kapasite, güvenilirlik, önerilen tesisat için ve ileride yapılabilecek büyütme çalışmaları açısından kullanılabilirlik gibi özelliklerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Hem birincil güç kaynağı hem de birincil güç kaynağının kesilmesi veya arızalanması durumlarında kullanım için Annex 10, Cilt I, 2.9 ve Annex 14, 8.1 hükümlerine göre gereken ikincil güç kaynakları bu analize dahil edilmelidir.

2.1.2 Birincil güç kaynakları

2.1.2.1 Pek çok havaalanında birincil güç kaynakları, genellikle ticari veya kamusal bir şebeke kaynağı olan, havaalanı dışındaki geniş bir ağ (enterkonnekte) elektrik şebekesine bağlı besleme sistemleridir (fiderler). Bazı durumlarda, güç yerel bir elektrik santralinden veya sınırlı bir dağıtım sisteminden sağlanabilir. Büyük havaalanlarında tek bir birincil güç kaynağı yerine birbirinden bağımsız gelen iki güç kaynağı tercih sebebidir. Bu güç kaynakları, havaalanının dışında elektrik şebekesinin iyice ayrılmış bölümlerinden gelmeli ve her biri, güç kaynaklarından biri arızalandığında tesislerin bütünlüğünü sağlayacak şekilde ayrı devreleri beslemelidir. Bu kaynakların ayrı şalt sahalarından ve ayrıca farklı jeneratörlerden gelen ayrı besleme sistemlerine sahip olması tercih edilmektedir. Belirli bir durum için geçerli güvenlik, güvenilirlik, istatistikler veya ekonomik durum gibi özelliklere bağlı olarak başka besleme düzenleri kullanılabilir.

2.1.2.2 Bu güç, genellikle havaalanı ana güç şalt sahasına yüksek voltajda sağlanır (5000 volt üzeri).

2.1.3 İkincil güç kaynakları

2.1.3.1 Havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcıları bulunan çoğu havaalanında, operasyonlar için gerekli olan asgari yardımcılar için ikincil elektrik gücü temin edilmelidir. İkincil güç sağlanacak devreler ve kolaylıklar uçuş operasyonlarının en kritik sınıfına veya kategorisine göre değişiklik göstermektedir. İkincil güç beslemesi tavsiye edilen havaalanı kolaylıkları, görsel kolaylıklar için Annex 14, Bölüm 8'de, radyo seyrüsefer yardımcıları için ise Annex 10, Cilt I, Kısım I, Bölüm 2 içerisinde belirtilmiştir. İkincil gücün gerekli olduğu bu kolaylıklar, birincil kaynaktan gelen gücün kesilmesi üzerine otomatik olarak ikincil güç beslemesine bağlanacak şekilde düzenlenmelidir.

2.1.3.2 İkincil güç kaynakları. Annex 14, Bölüm 8'de tavsiye edildiği üzere, ikincil güç kaynakları bağımsız kamu şebekesi güç kaynakları veya yedek güç üniteleri olabilir.

2.1.3.3 Bağımsız ticari veya kamusal ana şebeke güç kaynağı. Birincil elektrik beslemesi tek bir kay-

naktan olan havaalanlarında, ikincil güç sağlamak için ayrı bağımsız elektriksel güç iletim hatları kullanılabilir. Bu bağımsız güç kaynakları genellikle havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarının yüklerine bağlı değildir ancak birincil güç kaynağının kesilmesi durumunda otomatik olarak bu yüklere bağlanabilir. Bu bağımsız güç kaynakları sadece yedek durumunda olabilir veya havaalanındaki diğer kolaylıklara elektrik gücü sağlıyor olabilir. Diğer kolaylıklara güç beslemesi yapan bağımsız kaynağın, genel yüke ek olarak, daha zaruri olan havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarında güç sağlayacak kapasitede olması gerekir veya ışıklandırma yardımcılarının ve radyo/telsiz yardımcılarının yüküne bağlandığında genel yükünden ayırmak için bir anahtarlama düzeneği sağlanmalıdır. Bağımsız güç kaynaklarının operasyon bütünlüğünde iyileşme sağlaması; bu kaynağın birincil kaynaktan ayrı ve bağımsız olmasına bağlıdır. Bu iki kaynağın, arabağlantılı dağıtım şebekelerinden gelmesi durumunda, şebeke arızası her iki kaynağın da kesilmesine neden olabilir. Bağımsız bir güç kaynağı, kendi yükünün yanı sıra havaalanı ışıklandırma yardımcılarının ve radyo/telsiz yardımcılarının yükünü besleme kapasitesine sahip olması ve herhangi bir nedenle birincil kaynaktan gelen gücün kesilmesinin diğer kaynaktan gelen gücü etkilememesini sağlayacak şekilde ayrılmış olması halinde, ikincil güç kaynağı olarak kullanılabilir. Bağımsız kaynağın birincil kaynaktan tamamen izole edilmediği ve birincil kaynağın kesilmesi durumunda aşırı yüklenme oluşmayacak durumlarda, havaalanı operasyonları için zaruri olan görsel ve radyo seyrüsefer yardımcılarını için yerel ikincil güç sağlanmalıdır.

2.1.3.4 Bağımsız yerel güç kaynağı. Bazı havalimanlarında kritik olmayan kolaylıklara güç beslemesi için kullanılan turbo-alternatör motor üniteleri bulunabilmektedir. Bu yerel güç kaynakları, kritik havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarını için ikincil güç kaynağı olarak kullanılabilir. Birincil gücün kesilmesi durumunda, kritik ışıklandırma ve radyo/telsiz yardımcılar otomatik olarak yerel güç kaynağına aktarılır. Yerel güç kaynağı yeterli kapasiteye sahipse, ışıklandırma ve radyo/telsiz yardımcılarının yükü genel yüke eklenebilir. Yerel güç kaynağının kapasitesi sınırlı ise, kritik ışıklandırma yardımcılarının ve radyo/telsiz yardımcılarının yüküne bağlanmadan önce, kritik olmayan yükünün bir kısmını devreden çıkarması gerekebilir.

2.1.3.5 Yerel güç kaynağından birincil güç kaynağına geçiş. Bir başka düzenleme ise, havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarını için gerekli güç beslemesinin aynı zamanda diğer kolaylıklara güç beslemede de kullanılabilecek olan turbo-alternatör motor ünitelerinden yapılmasıdır. Bu güç kaynağının kesilmesi durumunda, kritik ışıklandırma yardımcılarını ve radyo/telsiz yardımcılar otomatik olarak havaalanının birincil güç kaynağına aktarılır.

2.1.3.6 Yedek güç kaynakları. Elektrik gücü elde etmeye yarayan ve ikincil güç gerektiren kolaylıklara otomatik olarak bağlanabilen motor jeneratör grupları veya türbin jeneratörler de ikincil güç kaynağı olarak kullanılabilir. Bağlanabilecek maksimum yük, yedek ünitelerin kapasitesi dahilinde olmalıdır. Havalimanlarında ikincil güç kaynağı olarak, kapasitesi 50 ila 1000 kilovolt-amperin üzerinde değişen yedek üniteler kullanılmaktadır. İkincil güç kaynağı, birincil kaynaktan gelen gücün arızasının giderilmesi için gereken azami süreden daha uzun süre güç besleme kapasitesine sahip olmalıdır. Motor jeneratör gruplarının genelde yakıt ikmali yapılmaksızın 24 ila 72 saat çalışması beklenir. Genelde küçük yükler için kullanılan diğer ikincil güç kaynakları arasında ise akü üniteleri, yakıt hücreleri vb. sayılabilir.

2.1.4 Ara gücün dağıtımı

2.1.4.1 Birincil güç kaynağından gelen voltaj genelde havaalanı şalt sahasında havaalanı bünyesinde dağıtılmak üzere orta seviye voltaja (2000 - 5500 volt) düşürülür.

Tablo 2-1. Görsel Kolaylıklara ve Radyo/Telsiz Yardımcılara İlişkin İkincil Güç Besleme Gereklilikleri (Annex 14 ve Annex 10'dan alıntı)

Pist Sınıflandırması	Işıklandırma		Radyo/Telsiz Yardımcıları	
	Güç gereksinimi olan görsel kolaylıklar	Maksimum geçiş süresi	Güç gereksinimi olan radyo/telsiz yardımcılar	Maksimum geçiş süresi
Aletsiz yaklaşma	Görerek yaklaşma eğim göstergeleri ^a	2 dakika		
	Pist kenarı	2 dakika		
	Pist eşiği	2 dakika		
	Pist sonu	2 dakika		
	Mania ^a	2 dakika		
Hassas olmayan yaklaşma	Yaklaşma ışıklandırma sistemi	15 saniye	SRE	15 saniye
	Görerek yaklaşma eğim göstergeleri ^a	15 saniye	VOR	15 saniye
	Pist kenarı	15 saniye	NDB	15 saniye
	Pist eşiği	15 saniye	D/F kolaylığı	15 saniye
	Pist sonu	15 saniye	ILS yer saptayıcı	10 saniye
	Mania ^a	15 saniye	ILS süzülme yolu	10 saniye
Hassas yaklaşma kategori I	Yaklaşma ışıklandırma sistemi	15 saniye	ILS orta marker	10 saniye
	Pist kenarı	15 saniye	ILS dış marker	10 saniye
	Pist eşiği	15 saniye	PAR	10 saniye
	Pist sonu	15 saniye	ILS yer saptayıcı	0 saniye
	Mania ^a	15 saniye	ILS süzülme yolu	0 saniye
Hassas yaklaşma kategori II	Yaklaşma ışıklandırma sistemi	15 saniye	ILS iç marker	1 saniye
	Pist kenarı	1 saniye	ILS orta marker	1 saniye
	Pist eşiği	15 saniye	ILS dış marker	10 saniye
	Pist sonu	1 saniye		
	Pist merkez hattı	1 saniye		
	Pist konma bölgesi	1 saniye		
	Taksi-bekleme pozisyonlarında durdurma çubukları	1 saniye		
	Taksi-bekleme pozisyonları dışında durdurma çubukları dahil zaruri taksiyolu	1 saniye		
Mania ^a	15 saniye			
Hassas yaklaşma kategori III	(bütün durdurma çubukları hariç II. kategori ile aynı - 1 saniye)		(II. kategori ile aynı)	

a. Söz konusu operasyonun uçuş işletme emniyeti açısından zaruri nitelikte olduğu durumlarda ikincil güç beslemesi sağlanır.

Bu güç, genelde ilgili teçhizatın giriş voltajına uyması için tekrar voltaj düşürmek üzere, "paralel" bir sistemle çeşitli trafo merkezlerine dağıtılır. Havaalanı dışındaki elektrik şebekesinin birbirinden iyice ayrılmış olan bölümlerinden gelen iki ayrı elektrik beslemesi tavsiye edilmektedir. Havaalanı bünyesinde, istasyonların her birine gelen güç beslemesinin güvenilirliği, kapalı halka (ring) yüksek voltaj giriş devresi kullanılarak dağıtım transformatörleri üzerinde dengeli bir voltaj korumasıyla veya her istasyonda iki transformatörü besleyen açık halka (ring) şeklinde çalışan bağımsız birincil güç kaynaklarından çift devre sistemi kullanılarak artırılabilir. Bu ikinci sistem, Şekil 2-1'de gösterilmiştir. Her istasyondaki devre anahtarlarının ve her bölümde görülmesi muhtemel kaçak akımların merkezi izleme sistemi pratik bir şekilde kullanıldığı takdirde, trafo merkezlerindeki güç kesintilerinin tamamen ortadan kalkması sağlanabilir. Daha küçük olan havalimanlarında nispeten düşük güvenilirlik sağlayan daha basit düzenlemeler kullanılabilir.

2.2 GÜÇ AKTARMA ÖZELLİKLERİ

2.2.1. Aktarma (geçiş) süresi gereklilikleri

2.2.1.1. Daha kritik olan görsel kolaylıklara, tesislere ve radyo seyrüsefer yardımcılarında birincil güç beslemesinin kesilmesi durumunda, yükün ikincil güç kaynağına aktarılması gerekmektedir. İkincil güç kaynağı çalıştırılmalı ve yük aktarılmadan önce hız ve voltaj stabil hale getirilmelidir.

2.2.1.2. İzin verilen aktarma veya geçiş süreleri havaalanlarının işletimindeki en kritik araç sınıflandırmasına bağlıdır. Annex 14, Bölüm 8 ve Annex 10, Cilt I, Kısım I, Ek C içerisinde aletsiz, hassas olmayan ve hassas yaklaşma pist kategorileri I, II ve III ile ilgili havaalanı ışıklandırma sistemlerinin ve radyo/telsiz yardımcılarının bileşenleri için izin verilen azami aktarma süreleri liste halinde belirtilmiştir. (Bkz. Tablo 2-1.)

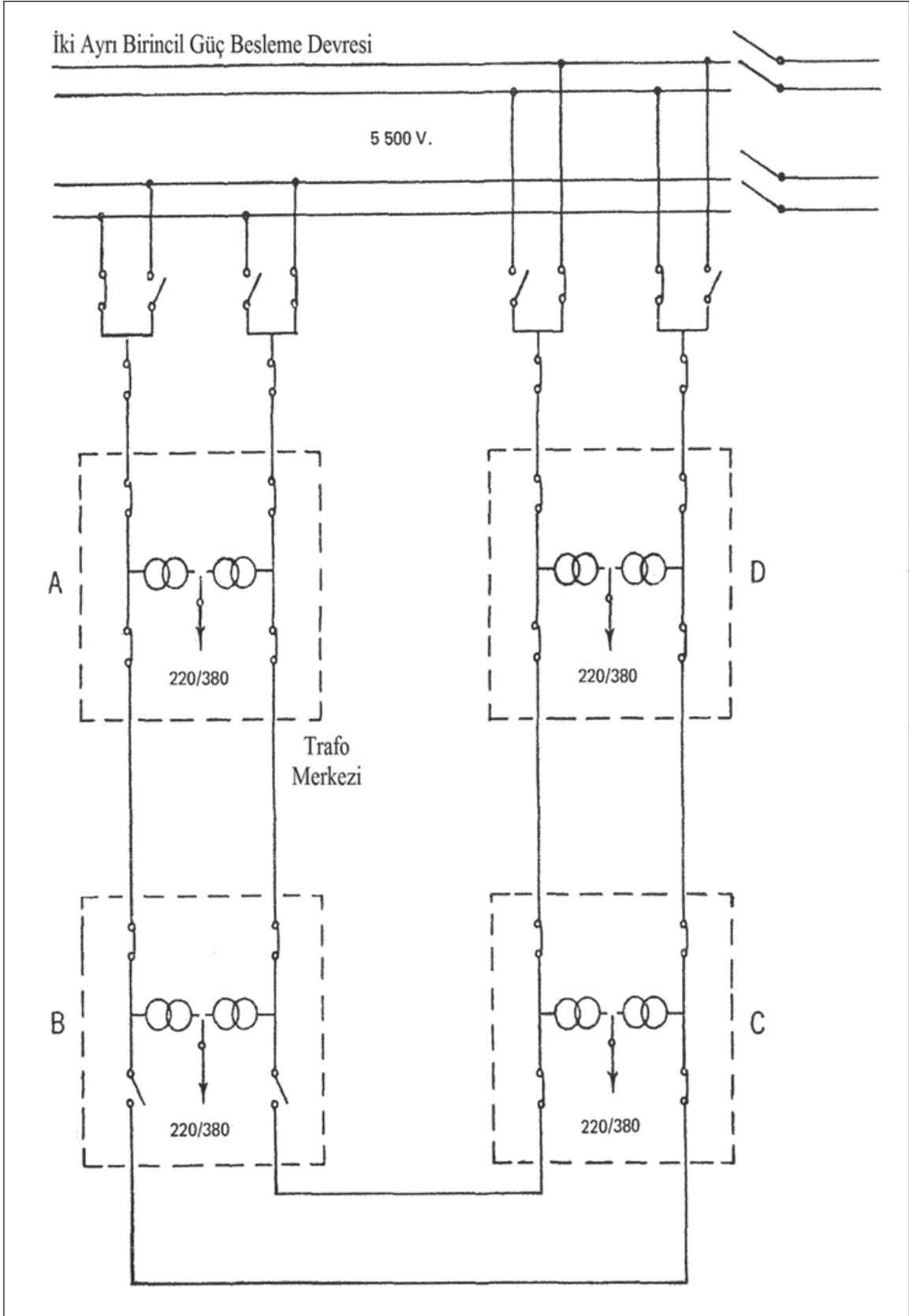
2.2.2. Sürekli güç kaynakları

2.2.2.1. Bazı lamba türlerinde lambadan geçen akımda saniyenin onda birkaçı kadar kesinti olması durumunda birkaç dakika boyunca tekrar çalıştırılmaz. Radyo seyrüsefer ve bilgisayar cihazlarının bazı türleri güç kesintisine müsaade etmez. Birincil güç kaynağı bu tür donanımlara güç sağlayamadığında kesintisiz veya sürekliye yakın bir güç kaynağı sağlanması gereklidir. Bilgisayarlar gibi bazı cihazlar, sadece çok sınırlı frekans ve voltaj dalgalanmalarını kaldırabilir ve tamamen kesintisiz güç beslemesi gerektirir.

2.2.3. Aktarma yöntemleri

2.2.3.1. Güç beslemesinin belirtilen azami aktarma süreleri içerisinde tekrar eski haline getirmenin olası yolları olarak aşağıdaki yöntemler önerilmektedir. Aktarma süresi limitleri benzer olan yüklerin aynı ikincil kaynaktan gelen besleme sistemi dağıtım bağlantılarında veya transformatör kaynağında kumanda edilebilecek şekilde gruplandırılmasında fayda vardır.

- 2 dakikalık aktarma süresi. 2 dakikalık aktarma süresine izin verilen durumlarda, otomatik veya uzaktan çalışma veya anahtarlama özelliğine sahip yerel benzinli veya dizel motor jeneratör veya gaz türbin jeneratör grupları yeterlidir. Bu 2 dakikalık sürede, motor veya türbin çalıştırılarak hız ve voltaj ayarı sabitlenebilir.
- 15 saniyelik aktarma süresi. 15 saniyelik aktarma süresinin gerekli olduğu durumlarda, hızlı başlatma ve hızlı etkili otomatik anahtarlama özelliğine sahip yedek dizel veya benzinli jeneratör grupları veya otomatik aktarma anahtarlama özelliğine sahip bağımsız bir kaynak kullanılabilir.
- 10 saniyelik aktarma süresi. 10 saniyelik aktarma süresinin gerekli olduğu durumlarda, uygun çalıştırma ve geçiş kapasitesine sahip ikincil güç üniteleri kullanılabilir.
- Bir saniyelik aktarma süresi. Bir saniyelik geçiş süresinin gerekli olduğu durumlarda, bu hızlı güç aktarma işlemi için genellikle aşağıdaki iki yöntemden biri uygulanmaktadır. Yöntemlerden biri, RVR 600 m sırasına gelir gelmez yedek dizel motor veya gaz türbin jeneratör grubunu çalıştırarak, kritiklik düzeyi daha yüksek olan ışıklandırma yardımcılarını ve radyo/telsiz yardımcılarını, ikincil gücün kesilmesi durumunda otomatik olarak birincil güç kaynağına aktaracak şekilde, bu jeneratörden çalıştırmaktır. Kritik yük gücü, kararlı bir iyileşme trendiyle 800 m RVR'ye ulaşıncaya dek ikincil güç kaynağından sağlanmaya devam etmelidir. İkinci yöntem ise, otomatikman yeterli özelliklere sahip bağımsız bir güç beslemesine geçmektir.



Şekil 2-1. Çift devre açık halka (ring) orta voltaj dağıtım şebekesi örneği

- e) Sıfıra yakın aktarma süresi. Deşarj lambalarının kullanıldığı ışıklarda boşalmanın sürdürülmesi için, yükün çalışan yedek jeneratörden birincil kaynağa geçmesini sağlayan çok hızlı etkili (0.3 saniyede veya daha kısa süre geçiş) otomatik aktarma cihazları gerekmektedir. Sıfıra yakın aktarma süresi elde etmek için bir başka yöntem ise, ikincil güç kaynağının çalıştırılması sırasında güç beslemesinin sürdürülmesini sağlayan volan atalet sistemiyle çalışan jeneratör kullanmaktır.
- f) Sıfır aktarma süresi. Kesintisiz güç kaynağı gerektiren ve voltajda veya frekansta sadece sınırlı değişikliklere izin veren kolaylıklarda, akülü statik invertör(ler) veya jeneratör(ler) kullanılabilir (Bkz. Şekil 2-2). İkincil güç aktarma işleminin genellikle sadece birkaç saniyede yapılması gerekmele birlikte, akü set(ler)i ilgili kolaylıkları tekrar şarj edilmeden en az 15 dakika boyunca çalıştırabilme kapasitesine sahip olmalıdır.

2.3 İKİNCİL GÜÇ DONANIMI

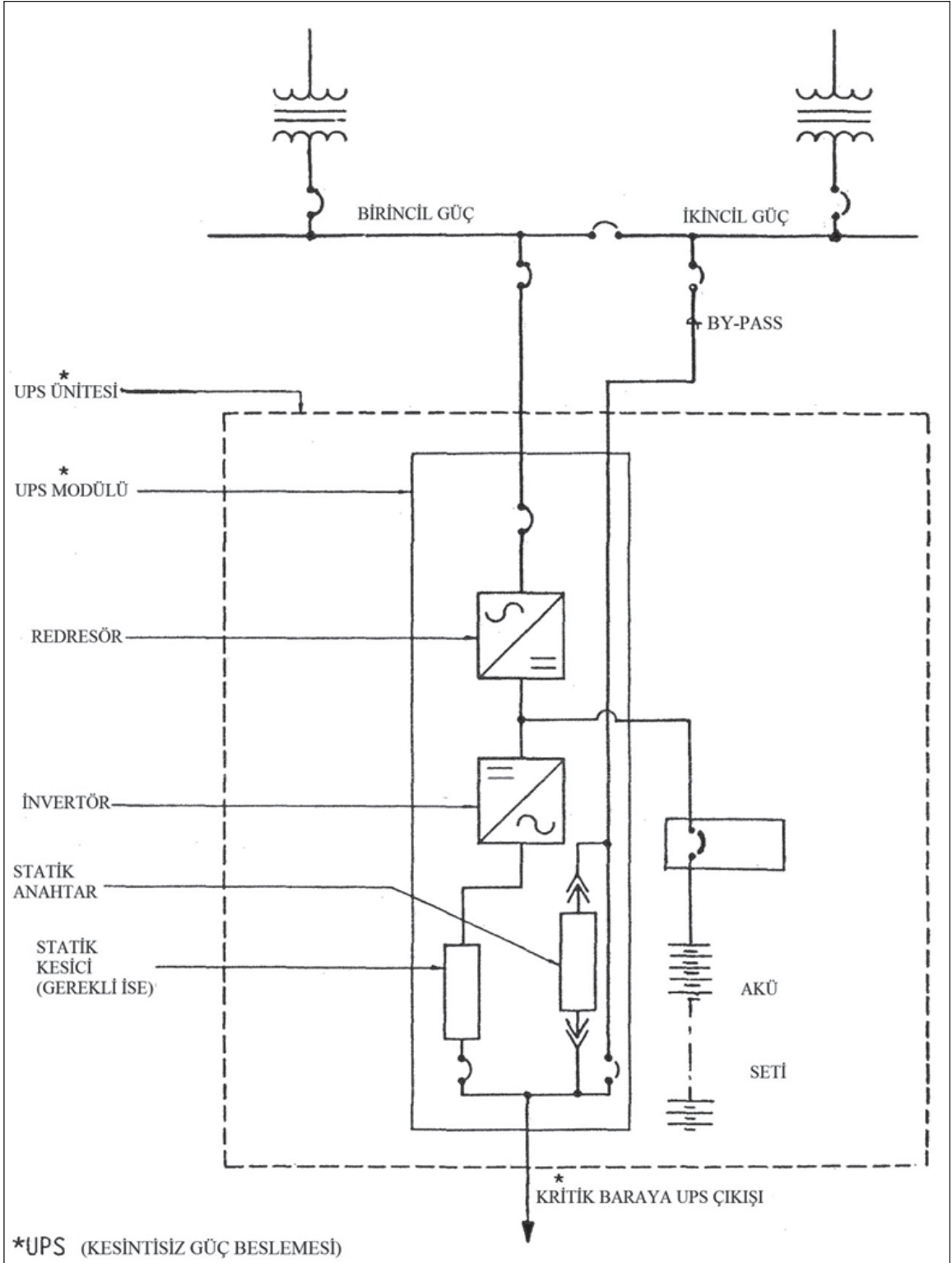
2.3.1. Bileşenler

2.3.1.1. İkincil elektrik gücü, söz konusu kolaylık için ihtiyaç duyulan güvenilirlik, hazır bulunurluk, voltaj ve frekans özelliklerini sağlayacak kalitede olmalıdır. Havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcıları için yaygın olarak kullanılan ikincil güç donanımının başlıca unsurları motor jeneratör grupları, güç aktarma anahtarlama cihazları, motor jeneratörlerin çalıştırılması için güç sağlayan aküler ve akü şarj cihazları ile bu donanımın muhafaza edildiği depolar veya muhafaza yerleridir. Daha az sıklıkta ve genellikle özel kolaylıklar için kullanılan sistemler arasında ise kesintisiz güç (UPS) sistemler, yedek akülü sistemler, akülü güneş ve rüzgar jeneratörleri, termoelektrik, nükleer veya yakıt hücreleri gibi bağımsız üreteçler. İkincil güç kaynağı, hizmet verilen kolaylığın girişine mümkün olduğunca yakın bir konumda olmalıdır.

2.3.2. Motor jeneratör grupları

2.3.2.1. Temel ikincil güç motor jeneratör grubu, ana itici güç, jeneratör veya alternatör, yol verme cihazı, çalıştırma kumandaları ve yakıt deposu veya beslemesinden oluşur. İkincil güç ünitesi olarak kullanılan motor jeneratör grupları genellikle 100 - 500 kilovolt-ampere kapasitesindedir ancak kapasiteleri 50 ila 1000 kilovolt-ampere arasında değişebilmektedir.

- a) Ana itici güç. Çoğu ikincil güç ünitesi için kullanılan ana itici güç benzin, dizel veya gaz motorlar veya türbinler olup, bu tercih yakıtların maliyetine ve bulunurluk durumuna dayanmaktadır. Bu ana itici güç, genellikle standart ölçülerde olup, jeneratörün kilovolt-ampere anma değerini kaldırmaya yetecek güçtedir. Büyük havaalanlarının çoğunda kullanılan ana itici güçler, otomatik çalışabilme, hız sabitleme ve 10 saniye içinde yüke bağlanabilme kapasitesine sahip olan hızlı başlatma özellikli türlerdir.
- b) Jeneratörler. Genellikle alternatör olan jeneratörler ise mekanik olarak ana itici güce bağlıdır ve söz konusu ünitenin frekans, voltaj ve güç anma değerinde ikincil elektrik gücü sağlar. Bu jeneratörler tek fazlı veya üç fazlı olabilir. Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmede yüksek verimliliğe sahip olmaları gerekmektedir.
- c) Yol verme cihazları. Çoğu ikincil güç motor jeneratör gruplarında motora yol vermek için gereken enerjisi depolamak için akü grupları kullanılır. Kullanım sıklığının az olması, çalışma sürelerinin kısalığı, yüksek yol verme akımı istemesi ve maliyeti nedeniyle, kurşun-asit aküler bu ünitelere yol vermek için en sık kullanılan akülerdir. Akü grubu (çoğunlukla seri ve/veya paralel bağlantılı akülerden oluşan bir takım), ikincil güç ünitesinin çalışması beklenen en ağır koşullarda (genellikle -7°C gibi düşük bir sıcaklıkta) ve gereken zaman limitleri içerisinde



Şekil 2-2. Tipik yedeksiz kesintisiz güç kaynağı

motora yol vermek için gerekli voltajı ve akımı sağlayabilecek kapasitede olmalıdır. Akülerde depolanan elektrik enerjisini idame ettirmek için, aşırı akım ve aşırı yük kontrollü bir akü şarj cihazı daima elektrik gücüne bağlıdır. Hidrojen gazı birikmesini önlemek için akü grubu iyice havalandırılmalıdır ve herhangi bir birikmiş gaz patlamasına neden olabilecek ark, kıvılcım

veya alevlerden korunmalıdır. Özel koşullar gereği, yüksek başlangıç maliyetlerinin mazur görüldüğü durumlarda, nikel-kadmiyum bataryalar kullanılabilir. Volanlar, pnömatis basınçlı kaplar, akü dışındaki enerji depolama cihazları, güvenilir olmamaları veya maliyetleri nedeniyle motora yol vermede seyrek olarak kullanılmaktadır.

- d) Çalıştırma kumandaları. Motor jeneratör grubunun kumandaları genel olarak otomatik başlatma ile birlikte aktarma anahtarlama cihazının bir parçası olan birincil güç kesintisi sensörüdür. Kritik gereklilikleri düşük olan kolaylıklar için zaman zaman manüel veya uzaktan kumandalar kullanılmaktadır. Çalıştırıldığında, hız ve güç motor tarafından otomatik olarak düzenlenmektedir ve elektrik yükü aktarma anahtarıyla bağlanmaktadır. Motor jeneratör herhangi bir ayar veya başka bir müdahale gerektirmeden otomatik olarak çalışmalıdır. Gücün tekrar birincil kaynağa aktarılması ve motorun durdurulması otomatik olarak veya uzaktan kumanda ile sağlanabilir.
- e) Yakıt besleme. İkincil güç için gereken sıvı yakıt genellikle motor jeneratörünün bulunduğu yerin yakınlarındaki depolarda depolanır. Yakıt depolarının kapasitesi, motor jeneratörden beklenen azami çalışma süresi için yeterli olmalıdır.

Bazı otoriteler asgari 72 saatlik ikmal koşulu getirmektedir. Bazıları ise daha kısa süreli tasarımlar öngörmektedir ancak söz konusu süre genellikle ikincil gücün kullanılmasını gerektirecek koşulların yaşanması beklenen azami sürenin en az iki katı olmalıdır. Yakıt depoları ve bağlantıları tüm emniyet gerekliliklerine uygun olmalı ve yakıt ikmali için uygun erişim imkanı sağlamalıdır. Bu depolarda ayrıca yakıt kontaminasyon testleri, özellikle de yakıt deposunda su birikme testi için gerekli düzenlemeler de bulunmalıdır.

2.3.3. Güç aktarma anahtarlama

2.3.3.1. Gücün birincil kaynaktan ikincil kaynağa aktarılması için uygun bir aktarma cihazına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu cihaz, manüel yol verme ve kumanda işlemi için, yükü birincil kaynaktan ayırarak diğerine bağlayan basit bir anahtar veya röle olabilir. Otomatik aktarma için ise ilave kumandalara ihtiyaç vardır. Bunlar genellikle tek bir kumanda ünitesi veya kumanda dolabı içerisinde bir araya toplanmıştır. Bu ünite, birincil gücün kesildiğini algılayarak, ikincil jeneratör grubunun ana itici gücüne yol vermeyi başlatma, jeneratörün voltajının ve frekansının yeterli bir şekilde sabitlendiğini tespit etme ve yükü jeneratöre bağlama kapasitesine sahip olmalıdır. Bu ünite aynı zamanda, ikincil kaynaktan enerji sağlanmayacak olan zaruri olmayan yükleri ve kolaylıkları devreden ayırarak, birincil güç onarıldıktan sonra bu yükleri tekrar birincil güç kaynağına aktarabilir. Yükü ayırmaya ve bağlamaya yarayan anahtarlar veya röleler, jeneratörünün anma yükünü kaldıracak kapasitede olmalıdır. Bu anahtarların veya rölelerin işleyişi, 2 dakikalık, 15 saniyelik veya 1 saniyelik aktarma sürelerinin her biri için benzerdir fakat en kısa aktarma süresi için daha hızlı etkili rölelere ihtiyaç duyulabilmektedir. 2 dakikalık aktarmada, güç kesintisi sensörleri birincil gücün kesildiğini mi yoksa sadece dalgalanma mı olduğunu ve de ikinci gücün stabil hale gelip gelmediğini tespit etmede birkaç saniyelik gecikme yaşayabilir. 15 saniyelik aktarma da, sensörler 3 saniyeden daha kısa sürede yanıt vermelidir çünkü motorları hızlı başlatmak için 10 saniyelik çalıştırma ve stabilizasyon süresine ihtiyaç duyulur. 1 saniyelik veya daha kısa aktarma sürelerinde ise, motora yol verme süresi çok kısadır ancak bu süre içerisinde yük bir güç kaynağından çalışmakta olan diğer kaynağa geçirilebilir; bununla birlikte güç kesintisi sensörünün birkaç döngü içerisinde yanıt vermesi gerekmektedir.

2.3.4. Kesintisiz güç kaynağı (UPS) sistemleri

2.3.4.1. Kritik bir işlev gören ve düzgün çalışması için sürekli, sorunsuz elektrik gücü gereken elektronik veya diğer donanımlar için kesintisiz elektrik gücü kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır.

2.3.4.2. UPS donanımı. Kesintisiz güç kaynağı (UPS) sistemi bir veya daha fazla sayıda UPS modülü, enerji depolayan bir akü ile güvenli ve kaliteli güç beslemesi için gereken aksesuarlardan oluşur. UPS sistemi yükü birincil ve ikincil kaynaklardan izole eder ve güç kesintisi durumunda kritik yüke belirli bir süre boyunca ayarlı güç sağlar. (Genelde akünün tam yükte çalışma kapasitesi 15 dakikadır.) (Bkz. Şekil 2-2.)

- a) UPS modülü. UPS modülü UPS sisteminin statik güç çevirici kısmı olup, bir redresör, bir invertör ve bağlantılı kumandaların yanı sıra senkronize edici, koruyucu ve yardımcı cihazlardan oluşur. UPS modülleri tek başına veya paralel olarak çalışacak şekilde tasarlanabilir.
- b) Yedeklilik. Yedeksiz UPS sistemi pek çok operasyon için uygundur. Bununla birlikte, yapılacak masrafın gerekli görülmesi durumunda, modül arızasına veya çok sık yaşanan birincil güç kesintilerine karşı koruma sağlamak için yedekli bir UPS konfigürasyonu (bkz. Şekil 2-3) kullanılabilir.
- c) UPS aküsü. Kullanılan akü, UPS sistemi üreticisinin kurulum talimatlarına göre invertöre doğru akım sağlamak için yeterli amper-saat anma değerine sahip, ağır sanayi tipi kurşun kadmiyum akü olmalıdır. Genellikle akü beraberinde iki katlı rafla birlikte temin edilir; ancak alanın sınırlı olduğu durumlarda üç katlı raflara ihtiyaç duyulabilir.
- d) Uzak alarmlar. UPS donanımı ile birlikte, UPS ünitesinin hizmet verdiği çalışma alanına veya nöbetçi ofisi gibi sürekli birilerinin bulunduğu başka bir odaya kurulacak bir uzak alarm paneli de temin edilmelidir. UPS donanım odası genelde boş olduğundan, UPS modülü ve akü odalarının çevre kontrolü ve yangın alarm sistemini izlemek için uzağı gösteren ilave cihazlar da temin edilmelidir.
- e) UPS ve akü odası gereklilikleri. UPS modülleri ve bu modüllerle bağlantılı akü seti ayrı odalara kurulmalıdır. Tertibatı kalıcı türde olmalıdır. UPS modülü odasını akü odasından ayıran duvar ateşe dayanır nitelikte olmalıdır (1 saat anma değeri). Uygulanabilirliği olan durumlarda, UPS modülü ve akü odalarında ilerde eklenecek UPS donanımları için alan bırakılmalıdır.
- f) Çevre kontrolü. Gerek UPS modülü gerekse akü odalarında öngörülen oda koşullarını idame ettirmeye yönelik bir çevre kontrol sistemi temin edilmelidir. Kontrol sistemlerinin her biri, bir birincil sistem bir de ikincil sistem özelliği içermelidir. Birincil çevre kontrol sisteminin kesilmesi durumunda, ikincil sisteme otomatik aktarma yapılmalı ve bakım gerektiğini belirten bir alarm çalmalıdır.

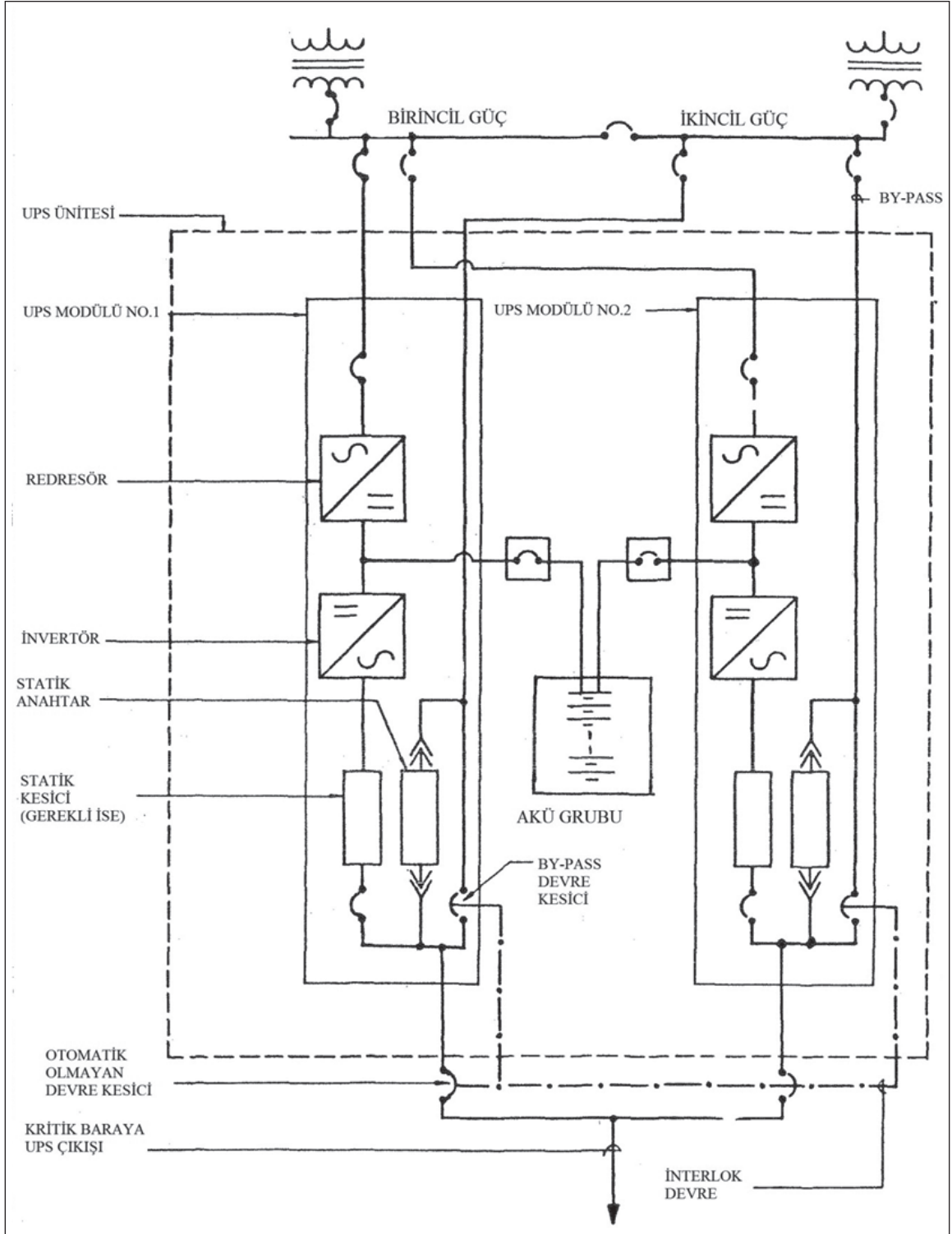
2.3.5. Özel ikincil güç cihazları

2.3.5.1. Özel kolaylıklar için kullanılabilecek diğer ikincil güç cihazları, dc veya ac invertör bulunan veya bulunmayan yedek akü güç sistemleri; dc veya ac invertör bulunan veya bulunmayan ve akü sistemli fotovoltaik jeneratör veya rüzgar jeneratörleri; termoelektrik, nükleer veya yakıt hücreleri gibi bağımsız üreteçler ve volan atalet sistemiyle çalışan jeneratörlerdir. Bu cihazların işleyişi ve kurulumu üretici bilgilerinde açıklanmalıdır.

2.4 ELEKTRİK DONANIMLARINA İLİŞKİN DEPOLAR VE MUHAFAZA YERLERİ

2.4.1. Muhafaza yerleri

2.4.1.1. Havalimanı ışıklandırma ve diğer kolaylıklar için kullanılan elektrik donanımının çoğu hava şartlarından korunmak ve daha yüksek güvenlik sağlamak için özel depolarda veya muhafaza yerlerinde bulunur. Yüksek voltaj şalt sahaları genelde açık havadadır; orta voltaj dağıtım transformatörleri çoğunlukla direklerle monte edilmiştir veya çitlerle çevrili transformatör altlıkları üzerinde yerleştirilmiştir. Elektrik depolarının çoğu yer üstündedir ve ateşe dayanıklı malzemelerden yapılmıştır.



Şekil 2-3. Tipik UPS yedek artık konfigürasyon

Bu depolarda en çok kullanılan malzemeler, zeminde kullanılan betonarme ve beton ile, duvarlarda kullanılan beton veya cüruf briketi ve/veya tuğladır. Bu malzemelerin kullanılması, elektrik çarpması, elektrik devrelerinin kısa devre yapması ve yangın riski gibi tehlikeleri azaltmaktadır. Transformatörlerin ve motor jeneratör setlerinin muhafazası için zaman zaman prefabrik metal yapılar da kullanılmak-

tadır. Güç dağıtım ve kumanda teçhizatı, ikincil güç donanımı ve havaalanı ışıklandırma sistemlerine güç vermek ve bu sistemleri kumanda etmek için kullanılan çeşitli cihazlar bu depolarda tutulmaktadır. Bu depolar, kabalık yapmadan gerekli teçhizat ve donanımı alacak büyüklükte olmalıdır. Bu depolar, donanım ve faaliyetlerin daha iyi ayrılması için odalar halinde bölünmüş olabilir.

2.4.2. Konum

2.4.2.1. Elektrik depoları, mania sınırlandırma yüzeyleri üzerinde ihlal oluşturabilecekleri yerlerde kurulmamalıdır. Kontrol kulesi ile bu depolar arasındaki mesafeler kumanda kablolarında aşırı voltaj düşmesini önleyecek kadar kısa olmalıdır. Bu kablolar için izin verilebilen uzunluk, kablo kesitine, kumanda voltajına ve kullanılan kumanda rölelerinin türlerine göre değişiklik gösterir ancak daha uzun kumanda sistemlerinin bazıları kumanda kablolarının uzunluğunu yaklaşık 2250 metre ile sınırlandırmıştır. Elektrik depolarına tüm hava durumlarında araçla erişim sağlanabilmesi gereklidir ve uçak trafiğiyle çakışmanın asgari seviyede olması tercih sebebidir. Odaların konumu, fider kablo uzunluklarının mümkün olduğunca kısa tutulması için uygun ışıklandırma devrelerine ve kolaylıklarına bağlamaya elverişli olmalıdır. Elektrik depoları, yangınların ve patlamaların yayılmasını önlemek amacıyla, diğer binalardan ve kolaylıklardan ayrılmış olmalıdır; fakat ikincil motor jeneratör gruplarının muhafaza yerleri, kablo uzunluğunu ve kesitini azaltmak ve güç aktarma sistemini kolaylaştırmak için elektrik deposunun yakınlarında olabilir. Yaklaşma ışıklandırma sistemleri bulunan havaalanlarında, her bir yaklaşma ışıklandırma sistemi için ayrı yaklaşma ışıklandırma depolarına ihtiyaç olabilir. Büyük havaalanlarında, bazı otoriteler ışıklandırma devrelerinin daha kolay serpiştirilmesi ve sistemlerin bütünlüğünün artırılması için pistin veya yaklaşma ışıklandırma sisteminin her iki ucunda bir elektrik deposu kullanmaktadır.

2.4.3. Özel koşullar

2.4.3.1. Özel amaçlı binalarda olduğu gibi, elektrik depolarında da emniyet ve güvenilir donanım performansı sağlamak için bazı özel özellikler gerekebilmektedir. Bu özelliklerden bazıları şunlardır:

- a) Havalandırma. Transformatör sıcaklıklarının üreticinin öngördüğü değerleri geçmesini önlemek için yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Elektriksel ısı kayıplarının büyük bir bölümü havalandırma yoluyla giderilmelidir; sadece küçük bir bölümü ise deponun duvarlarıyla dağıtılabilir. Bazı elektrik kurallarında, her bir kilovolt-amper transformatör kapasitesi için 20 santimetre karelik açık ızgara alanı bulunması tavsiye edilmektedir. Tropik ve dönence altı iklimler gibi sıcaklık değerlerinin ortalamasının üzerinde seyrettiği yerel koşullarda, havalandırma ızgarasının alanı artırılmalı veya cebri havalandırma takviyesi yapılmalıdır.
- b) Erişim. Donanımın onarımı, bakımı, kurulumu ve sökülmesi için yeterli erişim imkanı sağlanmalıdır.
- c) Drenaj. Bütün elektrik depolarında drenaj sistemi bulunmalıdır. Normal drenajın mümkün olmadığı durumlarda, taşınır pompa kullanılabilmesi için bir drenaj çukuru bulunmalıdır.
- d) Güvenlik. Elektrik depolarının her biri, yetkili olmayan kişilerin yanlışlıkla veya kasten erişimini önleyecek şekilde donatılmalıdır. Bu güvenlik uygulaması, donanımın çalışmasına müdahaleyi önlemek ve bu kişileri olası elektrik çarpması risklerinden korumak açısından gereklidir. Kullanılan bazı yöntemler arasında, demir parmaklıklı ve tel kafesli pencereler, asma kilitli ağır metal kapılar ve güvenlik çiti/duvarı yer almaktadır.
- e) Depo ışıklandırması. Elektrik depoları, gerek gündüz gerekse gece kullanım için iyi aydınlatılmış olmalıdır. Bu ışıklandırma genellikle tüm alanlarda iyi bir görüş imkanı sağlayacak boyutta, türde veya konumdaki iç ışıklarla sağlanmaktadır. Düşük görüş imkanı, kaza potansiyelini artırarak elektrik çarpması veya yanlış kumanda ve ayar gibi sonuçlar doğurabilir.

- f) Yerel haberleşme. Elektrik depolarının çoğunda, kontrol kulesi, diğer elektrik depoları ve belki diğer tesisler veya ofisler ile rahat ve güvenilir haberleşme imkanı sağlanmalıdır. Özel telefon ve dahili haberleşme sistemlerinin kullanılması bu devrelere dış kaynaklı girişi önleyebilir; ancak bunun için diğer güvenilir düzenlemelerden de yararlanılabilir.
- g) Elektrik boruları. Elektrik depolarında, ileride ilave giriş veya çıkış devrelerinin döşenmesi için yapılması gerekebilecek yapısal değişikliklerin önüne geçmek amacıyla yeterli sayıda kablo borusu ve kablo giriş erişimi sağlanmalıdır. Bu kablo girişleri genellikle mevcut kablo kanallarına bağlanabilen yer altı boruları, doğrudan gömme kablolar veya ilerideki genişletme çalışmaları için sağlanmış mevcut kullanılmayan kanal boruları üzerindedir. Kullanılmayan kablo borularının uçları tıkanmalıdır; kablo olan kanallar ise mühürlenerek kapatılmalıdır.
- h) Donanım kurulumu. Donanım özellikle de regülatör, dağıtım transformatörleri, kumanda panoları ve devre seçici veya kumanda cihazları gibi büyük parçalar sade, düzenli ve sıkışık olmayan bir plan şeklinde düzenlenmelidir. Bu düzenleme yapılırken, emniyet, özellikle de yüksek voltajlı elektrik bağlantıları ile birlikte donanıma ve kumandalara erişim hususları dikkate alınmalıdır. Ayrıca elektrik devreleri mümkün olduğunca sade bir şekilde düzenlenmelidir. Bütün elektrik devrelerinin ve kumandalarının döşenmesine/kurulumuna ilişkin geçerli elektrik emniyet kurallarına uyulmalıdır.

2.5 GÜÇ DAĞITIMI

2.5.1. Genel

2.5.1.1. Bu bölümde ele alınan donanım, sadece havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcıları için havaalanı ana şalt sahası/sahaları ile ışıklandırma depoları veya yerel tesis dağıtım transformatörleri arasındaki elektrik gücü iletiminde kullanılanlar ile ilgilidir. Donanım açıklamalarında genel özellikler ve ihtiyaçlar üzerinde durulmuştur ve bu açıklamalar genel olarak herhangi bir özel donanım türüne veya parçasına ilişkin değildir. Donanım türleri ve cihaz sayısı havaalanının büyüklüğüne ve karmaşıklık düzeyine göre büyük ölçüde farklılık gösterecektir. Ekonomik boyut, tesisatların önemli bir unsurdur ve sadece performansa, emniyete, güvenilirliğe ve bütünlüğe katkı sağlayan donanım kullanılmalıdır. Kullanılan devreler ve donanım, kolaylıkların/tesislerin makul bir şekilde büyütülmesine imkân sağlamalıdır. Elektrik gücünün verimli kullanılması daima makbul amaçlardan biridir ancak havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrüsefer yardımcılarının güç/enerji maliyeti, genellikle havaalanının toplam enerji maliyetinin çok küçük bir bölümüdür ve tesisat masraflarını fazlasıyla artıracak veya performansı, emniyeti ya da güvenilirliği azaltacak kadar üzerinde durulmamalıdır. Yerel elektrik emniyet kuralları uygulanmalıdır.

2.5.2. Birincil güç besleme devreleri

2.5.2.1. Birincil güç, genellikle havaalanının ana şalt sahasında voltajı düşürüldükten sonra havaalanına dağıtılır. Büyük havaalanlarında ilk aşamada bu gücün voltaj değeri orta seviyenin üzerinde (genelde 5000 ila 20000 volt) olabilir, ancak daha küçük, karmaşıklık düzeyi daha az olan havaalanlarında bu güç orta voltajda dağıtılabilir (genelde 1000 ila 5000 volt). İletim voltaj seviyesinin belirlenmesinde mesafe ve devre üzerindeki toplam yük önemli faktörlerdir. Voltaj değeri orta seviyenin üzerinde olan bir dağıtım sisteminde, elektrik gücü çoğu zaman büyük güç kullanım alanlarının yakınlarındaki şalt sahalarına aktarılır ve burada yerel dağıtım için orta voltaja düşürülür. Bu voltaj dağıtım sistemleri kombinasyon halinde kullanılabilir. Birincil güç, genellikle yer üstü (havai) devreler, yeraltı devreler veya bu devrelerin birlikte kullanımı vasıtasıyla çok fazlı devreler şeklinde ana şalt sahasından yerel şalt sahasına veya dağıtım yerlerine iletilir. Yer üstü devrelerin döşenme maliyeti daha düşüktür ve uy-

gulanabilirliği olan durumlarda genellikle yer üstü devreler kullanılmaktadır ancak bu devreler hasar görmeye daha açıktır ve bazı bölgelerde hava aracı için tehlike oluşturabilirler ve diğer teçhizat için elektromanyetik parazit yaratabilirler. Yeraltı fider kabloları genellikle kanallar içinde döşenir ancak zaman zaman doğrudan gömme yöntemi de kullanılmaktadır. İster yer üstü ister yeraltı olsun, bu iki devre türü de spesifik donanım ve tasarım türleri içermektedir.

2.5.3. Yer üstü (havai) birincil dağıtım sistemleri

2.5.3.1. Havai güç dağıtım sisteminin tasarımı sırasında aşağıdaki etkenler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Uygulama. Uygulanabilirliği olan her durumda, yer altı dağıtım yerine havai dağıtım kullanılmalıdır.
- Kapasite. Devrenin her bir kısmında yedek kapasite sağlanmalıdır. Puant yükler, yedek kapasite ile doğrudan ilgili değildir.
- Tel ölçüsü. Elektrik teli ölçüsü, gereken akım taşıma kapasitesine ve ilgili durumlarda voltaj düşümü sınırlandırılmasına göre seçilmelidir.

2.5.4. Hat voltajı regülatörleri

2.5.4.1. Yük değişikliklerinden veya elektrik şirketinin giriş voltajı değişikliklerinden kaynaklanan hat voltajı değişikliklerinin düzeltilmesi için regülatörler kullanılmaktadır. Bu regülatörler, aşırı voltaj düşümlerini düzeltmek için kullanılmamalıdır. Voltaj düşümünü düzelten booster transformatörler sadece nadir durumlarda kullanılmalıdır zira çoğu durumda doğru tasarım aşırı voltaj düşümünü ortadan kaldırmaktadır.

- Güç sınıflandırması. Düzenleyici (regülatör) cihazların anma değeri, gereken düzenleme miktarına uygun olarak seçilmelidir.
- Seçim. Sabit kondansatörler, anahtarlamalı kondansatörler, kademeli (motorlu kademe ayarlı) regülatörler ve endüksiyonlu (kademersiz voltaj değiştirme) regülatörler arasından regülatör tipi seçilmelidir.
- Kademeli veya endüksiyonlu regülatörler. Bu regülatörlerin birden fazla kaynaktan kullanıldığı durumlarda veya tek bir devre üzerinde birden fazla regülatörün kullanıldığı durumlarda otomatik çalışma için hat düşüşü dengelemesi sağlanmalıdır.

2.5.5. Güç hatları

2.5.5.1. Güç hatlarının türü, ilgili devre türüne ve aşağıda belirtilen maruz kalım koşullarına göre seçilmelidir:

- İzolatör üzerine açık tel (çıplak veya hava şartlarına dayanıklı)
- Kendinden destekli veya yüksek mukavemetli çelik (kılavuz) kabloyla desteklenen, yalıtımlı, demetli, tek iletkenli kablodan veya çok iletkenli kablodan oluşan havai hat kablosu.

2.5.5.2. Hat destek malzemeleri:

- Direkler. Ahşap, beton (öngermeli veya ardgermeli betonarme) veya metal (çelik ya da alüminyum) malzeme kullanılabilir. Beton veya metal direkler, sadece daha ekonomik olmaları durumunda veya kullanılmalarının özel hususlar nedeniyle mazur görüldüğü durumlarda kullanılmalıdır.

- b) Ayaklar. Direğin dip kısmında temel koşullarının gerektirdiği şekilde ayaklar veya takviye sağlanmalıdır.
- c) Konfigürasyon. Havai hatlar için genellikle maliyeti travers yapısına göre daha düşük olan kol-suz yapının kullanılması tercih edilmektedir; keza ayrı ayrı destekli iletkenler üzerinde destek elemanı olarak büyük bir nötr iletkenin bulunduğu çok iletkenli ikincil kablo için de bu durum geçerlidir.

Donanım desteği için ağırlıklı olarak traversler kullanılmalıdır.

- d) Gergiler ve ankrajlar. Direkleri veya hat kulelerini, hat açıları, köşeleri veya sonlarının neden olduğu yatay dengesiz yüklere karşı korumak için ve gerekli durumlarda aşırı rüzgar yükü nedeniyle gergiler ve ankrajlar temin edilmelidir. Yer ankraj elemanlarının türleri ve tasarım verileri için üreticilerin kataloglarına başvurulmalıdır. Belirli toprak koşullarına ve kullanılacak olan inşaat yöntemine uygun malzemeler seçilmelidir.

2.5.6. İletkenler

2.5.6.1. Ölçü sınırlamaları. Tesisat, çalışma ve bakım açısından ekonomik bir sistem için direk hattı iletkenlerinin kullanımı Tablo 2-2'ye göre sınırlandırılmalıdır. Bazı özel durumlarda, daha büyük iletkenler kullanılması gerekebilir. Her durumda, kullanılan iletkenlerin tipinin ve ölçüsünün mesafe uzunlukları ve yükleme koşulları için yeterli mukavemet sağladığından emin olunmalıdır.

Tablo 2-2

İletken tipi	Ölçü	
	Maksimum büyüklük	Minimum küçüklük
Bakır	110 mm ²	8,3 mm ²
Alüminyum	170 mm ²	13,0 mm ²

2.5.6.2. Bileşimi. Temel tel ölçüsü aralıkları Tablo 2-2'de gösterilmektedir. Birincil tel ölçüleri genellikle bakır için 13.0 mm²'den, alüminyum için ise 33.0 mm²'den az olmamalıdır. Birincil iletkenler için, aşağıdaki seçeneklerden biri seçilmelidir:

- a) Çıplak bakır iletken, örgülü veya som bakır.
- b) Çıplak alüminyum alaşımı iletken, örgülü veya som alüminyum alaşımı.
- c) Çıplak alüminyum iletken, çelik takviyeli
- d) Çıplak, yüksek mukavemetli tam alüminyum alaşımli iletken.

2.5.6.3. Özel iletkenler. Bazı özel durumlarda, birincil iletkenler için aşağıdaki iletkenlerin kullanılması uygun olabilir:

- a) Gerekli durumlarda, açık kablo tehlikelerine maruz kalmaktan kaçınmak amacıyla, örneğin yoğun fırtınalı bölgelerde yüksek güvenilirliğe sahip hizmet için yalıtımlı iletken, bakır veya alüminyum, ön montajlı metal olmayan veya metal kılıflı, çelik kablo destekli (kılavuz kablo destekli) havai kablolar kullanılır.
- b) Yüksek mukavemet ve korozyon direnci sağlamak için bakır kaplama çelik, alüminyum kaplama çelik, galvaniz çelik veya bronz gibi maddelerden üretilen iletken malzemeler kullanılmaktadır.

2.5.6.4. Benzemez iletkenler. Alüminyum iletkenleri bakır iletkenlere bağlamak gerektiğinde, bu amaçla özel olarak tasarlanmış olan uygun iletkenler, üreticinin talimatlarına uygun şekilde döşenmelidir.

2.5.7. İzolatörler

2.5.7.1. İzolatör türleri. Çıplak veya hava şartlarına dayanıklı yalıtılmış iletkenleri desteklemek için aşağıdaki listede yer alan yalıtkanlardan biri seçilmelidir.

- a) Askı tip izolatörler, tek elemanlı veya çok elemanlı
- b) Makara tipi.
- c) Hat mesnet tipi (direğin yanındaki tutturma yuvasına veya traverslere monte etmeye yarayan bir cıvata üzerinde tek parça porselen).
- d) Gergi tipi (genelde bir veya üç ekstra disk kısmı ve ark boynuzu veya halkaları olan, mukavemeti iletkenin kopma mukavemetine eşit veya daha fazla olan asılı üniteler)
- e) Pin tipi (porselen, genellikle çimentoyla birbirine yapıştırılmış iki veya daha fazla kabuktan oluşur).
- f) Kombinasyonlar. Çeşitli izolatör tipleri bir arada kullanılabilir; örneğin ankraj direkleri için gergi tipi izolatör veya pin tipi ya da hat mesnet tipi izolatörlerle sonlandırmalar. Hat mesnet tipi izolatörlerin pin tipi izolatörden daha üstün ve daha ucuz olduğu düşünülmektedir.

2.5.7.2. Elektromanyetik girişime duyarlı bir lokasyonda havai hatların kullanılması durumunda, parazit önleyici tip izolatörler kullanılmalıdır.

2.5.8. Kilitleme somunları

2.5.8.1. Parazite yol açabilecek gevşek bağlantıları önlemek için donanım bileşenlerinde kilitleme somunları bulunmalıdır. Kilitleme somunları dişli ve ahşap elemanlar çektiğinde bağlantının gevşemesini önleyecek türde olmalıdır.

2.5.9. Transformatörler

2.5.9.1. Transformatörlerin montajı. Transformatörler direklerin üstüne veya yer seviyesine monte edilmelidir. Sac metal kutular kurcalamaya dayanıklı değilse, yere monte ünitelerin etrafı çitlerle çevrilmelidir. Olumsuz hava koşulları nedeniyle tavsiye edilmesi durumunda beton veya tuğla yapılar kullanılmalıdır.

- a) Tek direğe monte. Tek direğe montajda, tek fazlı veya üç fazlı ünitelerin boyutu onaylı uygulamalara göre sınırlandırılmalıdır.
- b) Direk platformu üzerine monte. Diğer yöntemlerin tatmin edici olmadığı durumlar hariç, direk platformu üzerine monte (iki direkli yapılar) yöntemi kullanılmamalıdır. 225 veya 500 kilovolt-amperlik döşemelerde, altlık üzerine monte, kompartıman tipi transformatörler direğe monte ünitelere kıyasla cazip ve ekonomik bir seçenek haline gelmektedir.
- c) Yere monte. Yerde, beton taban üzerine monte etmek için kilovolt-amper limiti bulunmamaktadır. Genellikle 500 kilovolt-amperin üzerindeki anma değerleri için (altlık üzerine monte, kompartıman tipi üniteler olarak sınıflandırılan) kurcalamaya dayanıklı transformatörler belirlenmemelidir.

2.5.9.2. Anma Değerleri. Kilovolt-amper anma değeri standart olan, giriş ve çıkış voltajı tek fazlı veya üç fazlı ünitelerden oluşan transformatörler seçilmelidir. En uygun giriş voltajı seviyesini seçmek için giriş voltaj kademesi bulunan transformatörler bazı tesisatlar için tercih sebebi olabilir.

2.5.9.3. Kapalı alan tesisatları. Geçerli elektrik kurallarının gerekliliklerine uygun olan depolar haricin-

deki kapalı alanlara yağlı (yanıcı) transformatörler döşenmemelidir. Bu tür depolar, sadece diğer transformatör türlerinin daha az ekonomik olduğu veya özel hususlar nedeniyle yasaklandığı durumlarda temin edilmelidir. Bu tür bir deponun bulunmadığı durumlarda, kapalı alan tesisatları için aşağıdaki transformatörlerden biri seçilmelidir:

- yanma noktası yüksek, sıvıya daldırılmış transformatör
- kuru tip, havalandırılmalı transformatör
- kuru tip, sızdırmaz depolu transformatör ve
- tehlikeli olmayan gazlarla yalıtılmış transformatör.

2.5.9.4. Toksik yalıtım sıvıları. Transformatörlerde poliklorlu bifenil (PCB) veya diğer ileri derecede yüksek yalıtım sıvıları kullanılmamalıdır. Bu kimyasalların sızıntısı veya bakım testi sırasında yanlış kullanılması personel açısından tehlikeli olabilir.

2.5.10. Kondansatörler

2.5.10.1. Kondansatör türleri. Devrenin taşıdığı yükün güç katsayısını artıracak şönt kondansatörler kullanılmalıdır. Kondansatör uygulamalarında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Sabit sığa. Sabit sığa, azalmış yükte aşırı voltaj yükselmesi olmaksızın sürekli uygulanabilecek sığa miktarıdır.
- Anahtarlama sığa. Anahtarlama sığa, uygulanan ilave miktarı talep azaldığında kapatma imkanı bulunduğu sürece, uygulanabilecek ilave sığa miktarıdır.
- Kondansatör anahtarlama. Mevcut duruma uygun bir kondansatör anahtarlama türü seçilmelidir. Olası seçenekler arasında, kondansatör anahtarlama cihazının uzaktan kumandası, saatli kumanda, güç katsayısı röle kumandası veya voltaj duyarlı röle kumandası yer almaktadır.

2.5.10.2. Kondansatörlerin konumu. Kondansatörler, direklerdeki banklara, yer seviyesine veya düzeltme işleminin gerekli olduğu durumlarda alanın ağırlık merkezine mümkün olduğunda yakın olacak şekilde bir şalt sahasına yerleştirilir.

2.5.11. Devre kesme cihazları

2.5.11.1. Sigortalar. Gerekli akım taşıma kapasiteleri, kesme görevleri ve zaman-akım ergime ve temizleme özellikleri göz önüne alındıktan sonra, aşağıdaki sigorta türlerinden biri seçilir:

- eriyen telli (buşonlu) sigortalar;
- patlamalı tip sigortalar;
- borik asitli sigortalar ve
- akım sınırlayıcı sigortalar.

2.5.11.2. Devre kesiciler. Devre kesicinin anma değeri, yük kesme göreviyle ve devre kesicisinin önce-sonrasındaki sigortalar ve devre kesiciler ile koordine edilir.

2.5.11.3. Otomatik devre tekrar kapatıcıları. Otomatik tekrar kapatıcıların havai hat yükleri dışında kullanımı yüksek dirençli toprak kaçaklarından kaynaklanan problemlere neden olabilir. Otomatik devre tekrar kapatıcısı kullanılacak ise, hizmetin güvenilirlik ve süreklilik gereklilikleri göz önüne alınmalıdır. Tekrar kapatıcılar bir devre kesici ile birden çok anahtarlama cihazından oluşabilir. Tekrar kapatıcılar, arızalı bir devre açılıp ardından anlık olarak veya planlı bir süre gecikmeli olarak tekrar kapatılabilir.

Çeşitli zaman aralıklarına sahip en fazla üç tekrar kapatıcı kullanılabilir. Otomatik devre tekrar kapatıcılarının koordinasyonu, aynı devre üzerindeki sigortalar ve devre kesicilerle sağlanır.

2.5.11.4. Anahtarlar. Havai ve yeraltı devrelerin kusurlu kısımlarının yerini tespit etmek ve gerilimsiz devre çalışması yapmak için anahtarlar kullanılır. Aşağıdaki başlıca türlerden biri seçilir:

- a) Yüksüz devre ayırıcı anahtarlar. Yüksüz devre ayırıcı anahtarlar, sadece kayda değer bir yük taşımayan devrelerin kesilmesi için kullanılır. Devrenin önemine, yüküne, voltajına ve arızalı devrenin görevine bağlı olarak uygulanacak tip seçilir. Mevcut tipler, porselen ayırıcı sigorta kesici, düz veya sigortalı tek kutuplu hava ayırma anahtarları ve çeşitli türlerde ayırıcı sigorta kesicilerdir. Ayırma ve ark boynuzu aralığı anahtarları da yüksüz devre ayırıcı anahtarlar olarak kullanılabilir.
- b) Yük ayırıcı anahtarlar. Yük ayırıcı anahtarlarda, yük altındaki devreleri ayırabilen bir kesici cihaz bulunmaktadır. Yük ayırıcı ve yük kesici anahtar olarak tasarlanmış olan sigorta kesicileri mevcuttur. Ayrıca vakum anahtarları da yük ayırma özelliği sağlamaktadır.

2.5.12. Yıldırımdan korunma

2.5.12.1. Yıldırımdan korunma gereksinimlerini tespit etmek için, havai topraklama teli, açık aralıklar veya dışarı atma açıklıkları veya dağıtım tipi parafudrlar (paratonerler) değerlendirilmelidir. Hava koşulları da göz önünde bulundurulmalıdır. Yıldırım fırtınalarının yılda birkaç kez görüldüğü yerlerde yıldırıma bağlı ani akımlara yönelik koruma gereksiz olabilmektedir. Genel olarak idari politika veya yerel enerji şirketinin uygulaması takip edilmelidir. Devrenin kurulması için seçilmiş olan temel darbe yalıtım seviyesine göre uygun durdurucu cihazı seçiniz.

2.5.13. Açıklık mesafeleri

2.5.13.1. Binalar, yapılar ve diğer elektrik hatları gibi yakında bulunan fiziksel cisimler ile elektrik hatları arasında, geçerli elektrik emniyet kurallarında öngörülen yatay ve diğer açıklık mesafeleri bulunmalıdır. Direklerin kırılması, traverslerin kırılması veya devre iletkenlerinin kopması gibi beklenmedik engellere karşı hazırlıklı olunmalıdır. Direklerin çok amaçlı ortak kullanımından doğan açıklık mesafesi koşulları sağlanmalıdır. Tırmanma mesafesi açıklıkları, ortak kullanım ve besleme iletkeni koruması için geçerli elektrik emniyet kurallarına bakınız.

2.5.14. Topraklama

2.5.14.1. Havai dağıtım sistemlerinin topraklanması hakkında bilgi edinmek için, geçerli elektrik emniyet kurallarından veya İdari politikadan yararlanılmalıdır. Emniyet için, statik veya dinamik voltaj elektrik çarpmasını önlemek amacıyla elektrik sistemleriyle ilişkili tüm donanım ve yapılar için topraklama sağlanmalıdır. Azami toprak direnci, geçerli elektrik emniyet kurallarında belirtilen değerleri geçmemelidir. Elektrik gücünün kaynağı, kapasitesi, kaçak akımın büyüklüğü ve sistem topraklama yöntemi bu direnci etkilediğinden bu hususlar dikkate alınmalıdır.

2.5.14.2. Topraklama çubukları. Topraklama çubukları tek başına veya kümeler halinde kullanılabilir. Tesisatın etkin ve kalıcı olması için, topraklama çubukları yer altı suyu seviyesine çakılmalıdır. Uygun malzeme seçimiyle veya katodik koruma yoluyla korozyon önlemi alınmalıdır. Yeraltı suyu seviyesine ulaşılamayan durumlarda, gerekirse toprağın iletkenliğini artırmak için magnezyum sülfat ($MgSO_4$) veya bakır sülfat ($CuSO_4$) gibi kimyasal maddeler kullanılabilir. Topraklama çubuklarının üreticilerinden bu uygulamaya ilişkin bilgiler temin edilebilir. Kolay bakım ve periyodik test imkanları sağlanmalıdır. Topraklama çubuklarının daha derine çakılması (kesitli tip) birden çok çubuk kullanımından daha

etkili olabilmekle birlikte, çoğu durumda topraktaki değişimler ve ana kayaya denk gelme olasılığı nedeniyle ilave çubukların kullanılması daha düşük maliyetli olabilmektedir.

2.5.14.3. Topraklama şebekesi. Yeraltına gömülü bir topraklama iletkenleri şebekesi, zayıf toprak koşullarında etkili bir emniyet zemini sağlayarak, havaalanlarının kamu hizmet arabağlantıları için şalt sahalarında büyük voltaj gradyanlarını ortadan kaldıracaktır. 3 ila 3,5 metrelik kafes aralıkları yaygın olarak kullanılmakta olup; genellikle bu aralıklarda toprak direnci nispeten yüksek olabilse bile, yüzey voltaj gradyanları kontrol edilebilmektedir.

2.5.14.4. Su borusu bağlantıları. Su borusu sisteminde metal olmayan boruların, katodik korumalı metal boruların veya yalıtıcı manşonların kullanıldığı durumlar haricinde, elektrik sistemi su şebekesi sistemine bağlanarak da topraklanabilir. Geçerli elektrik emniyet kurallarının gerektirdiği durumlarda, su borusu bağlantısı diğer topraklama elektrotlarıyla takviye edilmelidir.

2.5.14.5. Topraklama yöntemlerinin bir arada kullanılması. Mevcut bir sistemde toprak direncinin yüksek olduğu durumlarda, iyileştirici etki için yukarıda belirtilen yöntemlerden ikisi veya daha fazlası bir arada kullanılabilir.

2.5.14.6. Topraklama bağlantıları. Koruyucu cihazlardan (örneğin boşalma aralıkları, korona halkaları, dışarı atma veya koruma tüpleri ve parafudrlar) toprağa giden teller mümkün olduğunca düz ve kısa olmalıdır. Bükülmelerin gerekli olduğu durumlarda, ani dalgalanma empedansını mümkün olduğunca düşük tutmak için yarı çapları geniş olmalıdır.

2.5.14.7. Havai topraklama telleri. Elektrik hatlarının korunması için havai topraklama tellerinin kullanıldığı durumlarda, her direğin tabanında, havai topraklama kablосundan mevcut toprak koşullarına bağlı olarak kablo devresine veya topraklama levhasına ya da çakılı topraklama çubuğuna bağlanan bir topraklama bağlantısı bulunmalıdır. Sadece toprak direnci çok düşük olan bölgelerde tel sargıların veya direk dip levhalarının kullanılmasına izin verilmektedir.

2.5.14.8. Toprak direncinin ölçümü. Toprak direncinin ölçümünde kullanılan iki yöntem şunlardır:

- Üç elektrotlu yöntem. Üç elektrotlu (probu) yöntemde, iki test elektrodu kullanılarak, yer elektrodu olan üçüncü elektrodun direnci ölçülmektedir. Doğrudan okuma sağlayan, bağımsız bir alternatif akım kaynağı veya pille çalışan bir titreşim kaynağı cihazı mevcuttur.
- Potansiyel düşüş yöntemi. Potansiyel düşüş yöntemi, ölçülmüş akımı toprağa deveren eden topraklanmamış bir alternatif akım kaynağı içerir. Yardımcı topraklama bağlantısının voltaj ölçümlerinin alınmasıyla, Ohm kanunundan yararlanılarak yer direnci tespit edilebilmektedir.

2.5.15. Yeraltı dağıtım sistemleri

2.5.15.1. Havaalanlarındaki veya havaalanlarının yakınlarındaki bazı bölgelerde birincil güç dağıtım devreleri yeraltına döşenmelidir. Yeraltı tesisatlarının havai sistemlerden daha yüksek maliyetli olmasına karşın, radyo girişimi problemleri veya ışıklandırma kolaylıklarının hava aracı operasyonlarının yapıldığı alanlara yakın olması çoğu zaman yeraltı dağıtım sistemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Yeraltı devreleri doğrudan gömme yoluyla veya kablo çekme yöntemiyle (elektrik borularının içinden kablo çekilmesi) döşenebilir. Dağıtım devrelerinin doğrudan gömülmesi genellikle kanalların içine döşemeden (kablo çekme yöntemi) daha düşük maliyetlidir ancak korunaklılığı daha zayıf olduğundan, doğrudan gömme yöntemi genellikle sadece güvenilirlik gerekliliklerinin düşük olduğu küçük yükler için kullanılmaktadır.

Orta voltaj doğrudan gömme kablolarında, mekanik yaralanmaya karşı koruyucu metal zırh kaplama veya kılıf bulunmalıdır. Korozyon direncinin önemli olduğu durumlarda, zırhlı kablolarında zırhın üzerine plastik veya suni kauçuk bir kablo kılıfı gerekebilir. Havaalanı ışıklandırma ve radyo seyrişer kolaylıklarında kullanılan yeraltı dağıtım devreleri, çekme kablolu devrelerdir.

2.5.15.2. Yeraltı dağıtım sistemlerinin döşenmesine ilişkin ayrıntılı bilgi 4. Bölümde, yeraltı hizmetine uygun kablo özellikleri ise 5. Bölümde yer almaktadır.



BÖLÜM
3

HAVAALANI İŞIKLANDIRMA VE RADYO
SEYRÜSEFER YARDIMCILARINA YÖNELİK
ELEKTRİK DEVRELERİ

3. BÖLÜM

HAVAALANI IŞIKLANDIRMA VE RADYO SEYRÜSEFER YARDIMCILARINA YÖNELİK ELEKTRİK DEVRELERİ

3.1 ELEKTRİK DEVRELERİNİN TÜRLERİ

3.1.1 Elektriksel karakteristikler

3.1.1.1 Havaalanı ışıklandırma yardımcılarında kullanılan elektrik gücünün neredeyse tamamı alternatif akımdır (ac). (Bazı kumanda devreleri doğrudan akımdır (dc) ve ikincil güç motorlarına yol vermek için veya bazı kesintisiz güç kaynakları için gereken enerji akülerde depolanmaktadır.) Alternatif akım genellikle 50 - 60 hertz'dir. Bu ışıklandırma tesisatlarında hem seri hem de paralel devreler kullanılmaktadır. Havaalanı ışıklarının çoğuna seri devrelerle enerji verilmektedir ancak gelen güç paralel devrelerle dağıtılmaktadır ve bazı tek ünitelere veya daha kısa ışık devrelerine paralel devrelerde enerji verilebilmektedir. Yaklaşma ışıklandırma sistemlerinin sıralı yanıp sönen ışıkları, bazı projektörler ve bazı mania ışıkları paralel devrelerin kullanıldığı daha önemli ışıklandırma sistemleridir.

3.1.2 Seri devreler

3.1.2.1 Seri devrelerin devre elemanları, her bir elemanın içinden geçen aynı akımla dizi halinde bağlanmıştır. Devre, giriş güç kaynağında başlayıp biten sürekli bir döngüdür. Yüke sabit giriş voltajı bağlanırsa, devredeki akım bağlanan yüklerle birlikte değişiklik gösterecektir; bununla birlikte sabit akım regülatörleri devredeki yükten bağımsız olarak sabit bir akımı sürdürecektir.

Dolayısıyla, aynı akım uzun bir devrede de daha kısa olan bir devredeki gibi akacak ve lambalardan bazıları bozulsa bile aynı kalacaktır. Bu sabit akım, sabit akım regülatörünün çıkışında kısa devre olmasının yüksüz durum olduğu, açık devrenin ise aşırı yük olduğu anlamına gelmektedir. Basit doğrudan bağlı seri devrede, lambanın bozulması açık devreye yol açar; dolayısıyla her bir ışıklandırma armatüründe sigortalı film kesici veya ayırma transformatörü gibi bir by-pass cihazının sağlanması gerekmektedir. Havaalanı ışıklandırma devrelerinde ayırma transformatörleri tercih edilmektedir.

3.1.2.2 Seri ışıklandırma devrelerinin avantajları. Havaalanı ışıklandırmasında seri devrelerin avantajlarından bazıları şunlardır:

- bütün lambaların aynı akımda dolayısıyla da aynı yoğunlukta çalışması. Lambaların bu şekilde yeknesak yoğunluk ve görüntü sağlaması yararlıdır;
- devre içerisinde bir iletken kesitinde ve izolatör anma voltaj değerinde olan tek bir iletken kablosunun kullanılabilmesi;
- daha geniş bir aralıkta ışık yoğunluk kontrolü sağlanabilmesi;
- devre boyunca herhangi bir noktada olabilecek tek bir topraklama arızasının ışıkların çalışmasını etkilemeyecek olması ve
- topraklama arızalarının yerini belirlemenin kolay olması.

3.1.2.3 Seri ışıklandırma devrelerinin dezavantajları. Işıklandırma için kullanıldığında seri devrelerin en büyük dezavantajları şunlardır:

- tesisat maliyetleri yüksektir; sabit akım regülatörü ve ayırma transformatörleri veya by-pass cihazları bu maliyete hatırı sayılır bir katkı sağlamaktadır;

- b) özellikle oynar bobinli sabit akım regülatörü için geçerli olmak üzere, elektrik gücünün kullanımını açısından verimliliği düşüktür;
- c) ayırma transformatörleri kullanılmıyorsa, bütün bileşenlerin (kablo, ayırma transformatörü ve lamba soketleri) tam voltaj için izole edilmesi gerekmektedir;
- d) devrenin herhangi bir yerinde açık devre arızası bütün devrenin çalışmaz hale gelmesine yol açar ve kablo izolasyonuna veya sabit akım regülatörüne zarar vermesi olasıdır ve
- e) özellikle açık devre arızalarında, arızaların yerinin saptanması güç olabilmektedir.

3.1.3 Paralel devreler

3.1.3.1 Paralel (çoklu) devrelerin devre elemanları, giriş voltajının uygulandığı iletkenlere paralel bağlanırlar. Teoride, her ışığa aynı voltaj uygulanmaktadır; ancak iletkenlerden geçen akım voltajın azalmasına (hat düşmesi) yol açar; bu durum daha uzun olan devrelerde voltajı hatırı sayılır ölçüde azaltarak, devrenin en uzak ucundaki ışıkların yoğunluğuna düşürür. Voltajın yüksek, akımın düşük olabileceği dağıtım devrelerinde, hatlardaki voltaj düşmesinin önemi daha az olup; bu tür devrelerde paralel devreler sıklıkla kullanılmaktadır. Işıkların yoğunluk kontrolü gerekli ise, endüksiyonlu voltaj regülatörlerinin kademeli transformatörleri kullanılabilir ancak bunlar tesisat masrafını artırmakta ve devrenin verimliliğini azaltmaktadır.

3.1.3.2 Paralel ışıklandırma devrelerinin avantajları. Havaalanı ışıklandırmasında paralel devrelerin avantajlarından bazıları şunlardır:

- a) özellikle voltaj düzenlemeye ve yoğunluk kontrolüne gerek olmadığında, tesisat maliyeti daha düşüktür;
- b) elektrik gücü daha verimli kullanılır;
- c) mevcut bir devreye ekleme çıkarma yapmak kolaydır;
- d) çoğu kişi bu devreleri daha iyi bilmektedir;
- e) kablo arızalarının, özellikle de açık devre arızalarının yerinin saptanması daha kolay olabilmektedir;
- f) açık devre bütün devreyi etkisiz halde getiremeyebilir ve
- g) bu devreler by-pass cihazı gerektirmez ve ayırma transformatörlerine ihtiyaç duyulmayabilir.

3.1.3.3 Paralel ışıklandırma devrelerinin dezavantajları. Havaalanı ışıklandırmasında paralel devrelerin başlıca dezavantajlarından bazıları şunlardır:

- a) Devrede hat düşüşü oldukça ışıkların yoğunluğu azalır. Bu durum, bir ışık düzeninde fark edilebilir düzeyde olduğunda yanlış yorumlanabilir.
- b) tüm devre boyunca iki iletken gerekmektedir ve hattaki voltaj düşmesini azaltmak için daha büyük kesitli iletkenlere ihtiyaç duyulabilir.
- c) lamba filamanları genelde daha uzun olup, daha geniş optik ve daha büyük ışık armatürleri gerektirebilir;
- d) yoğunluk kontrolünün, özellikle de daha düşük yoğunluklarda doğru bir biçimde sağlanması daha zordur veya donanım maliyeti tesisat maliyetine hatırı sayılır ölçüde artırabilir;
- e) yüksek voltajlı fiderde tek bir topraklama kaçağı/arızası, devreleri etkisiz hale getirecektir ve
- f) topraklama arızalarının yerini belirlemek zordur.

3.1.4 Seri ve paralel bağlı ışık devrelerinin karşılaştırılması

3.1.4.1 Seri veya paralel devrelerle çoğu zaman kabul edilebilir düzeyde ışıklandırma sağlanabilmektedir. Işık yoğunluğunun daha yeknesak olması ve yoğunluk kontrolünün daha iyi olması nedeniyle, seri devreler genellikle kullanılan düzenin kılavuz bilgi sağladığı havaalanı ışıklandırma sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemler arasında çoğu pist ve taksi yolu ışıkları ile yaklaşma ışıklandırma sistemlerindeki sabit yanan ışıkların çoğu yer almaktadır. Çoğu alanın aydınlatılması, münferit veya az sayıdaki görsel kolaylıklar ve güç dağıtımı için ise paralel devreler kullanılmaktadır. Genellikle paralel devrelerin kullanıldığı havaalanı ışıklandırma sistemleri, apron projeksiyonları, diğer apron ışıkları, sıralı yanıp sönen ışıklar, bıkınlar ve rüzgar yönü göstergeleri gibi özel amaçlı görsel kolaylıklar, bazı mania ışıkları ve elektrik dağıtım devreleridir.

3.2 HAVAALANI IŞIKLANDIRMASINA YÖNELİK SERİ DEVRELER ŞEMASI

3.2.1 Dikkate alınması gereken faktörler

3.2.1.1 Seri devre kullanılacaksa, kullanılacak olan donanım ile ilgili belirli seçenekler değerlendirilmelidir. Çoğu zaman bir seçim yapıldığında, yapılan seçim diğer donanım seçeneklerini azaltmaktadır. Öncelikle, tüm devre kritik performans, güvenilirlik, tesisat ve çalışma ekonomisi, bakım kolaylığı ve bazı donanım türlerinin aralarındaki ilişki bakımından analiz edilmelidir. Tercihe bağlı faktörlerin bazıları aşağıdaki maddelerde belirtilmektedir.

3.2.1.2 Akım seçimi. Donanım gelişimi, belirli bir seri devrede kullanacak mevcut akım seçeneklerini sınırlandırmaktadır. Zaman zaman başka akımların da kullanılmasına rağmen, havaalanı ışıklandırmasında kullanılan seri devrelerin çoğu nominal tam yoğunlukta 6.6 veya 20 amperdir. 6.6 amper devrelerde sabit kablolu iletkenin hat gücü kaybı ve uzunluk 20 amper devrelerdekinin yaklaşık dokuzda biri kadardır. Bu iki akım da, aşırı sıcaklık artışı olmadan 4 mm çapında iletkenlerle 5000 voltluk izolasyon kablosunda taşınabilir. Seri devrelerin regülatörü üzerindeki yük, anma kapasitesinin en az yarısı olmalıdır. 6.6 amper devreler elektrik yükü daha az olan uzun devreler için yaygın olarak kullanılırken, 20 amperlik devreler ise daha büyük yükler ve daha kısa kablo uzunlukları için kullanılmaktadır (regülatör kapasiteleri için 3.2.1.4 sayılı maddeye bakınız.) Pist kenar ışıkları ve taksi yolu kenar ışıkları genellikle 6.6 amper devrelerdir; yaklaşma ışıkları ve konma bölgesi ışıkları ise çoğunlukla 20 amperlik devrelerdir. Pist merkez hattı ve taksi yolu merkez hattı ışıkları 6.6 amperlik veya 20 amperlik devreler olabilir.

Devre akımının muhakkak armatürlerdeki lambaların akımıyla belirlenmediğini belirtmek gerekmektedir. Örneğin, ayırma transformatörlerini doğru seçerek, 20 amperlik devrelerde 6.6. amperlik lambalar ve 6.6. amperlik devrelerde 20 amperlik lambalar veya bu devrelerden herhangi birinde çeşitli lamba akımlarının kombinasyonu kullanılabilir.

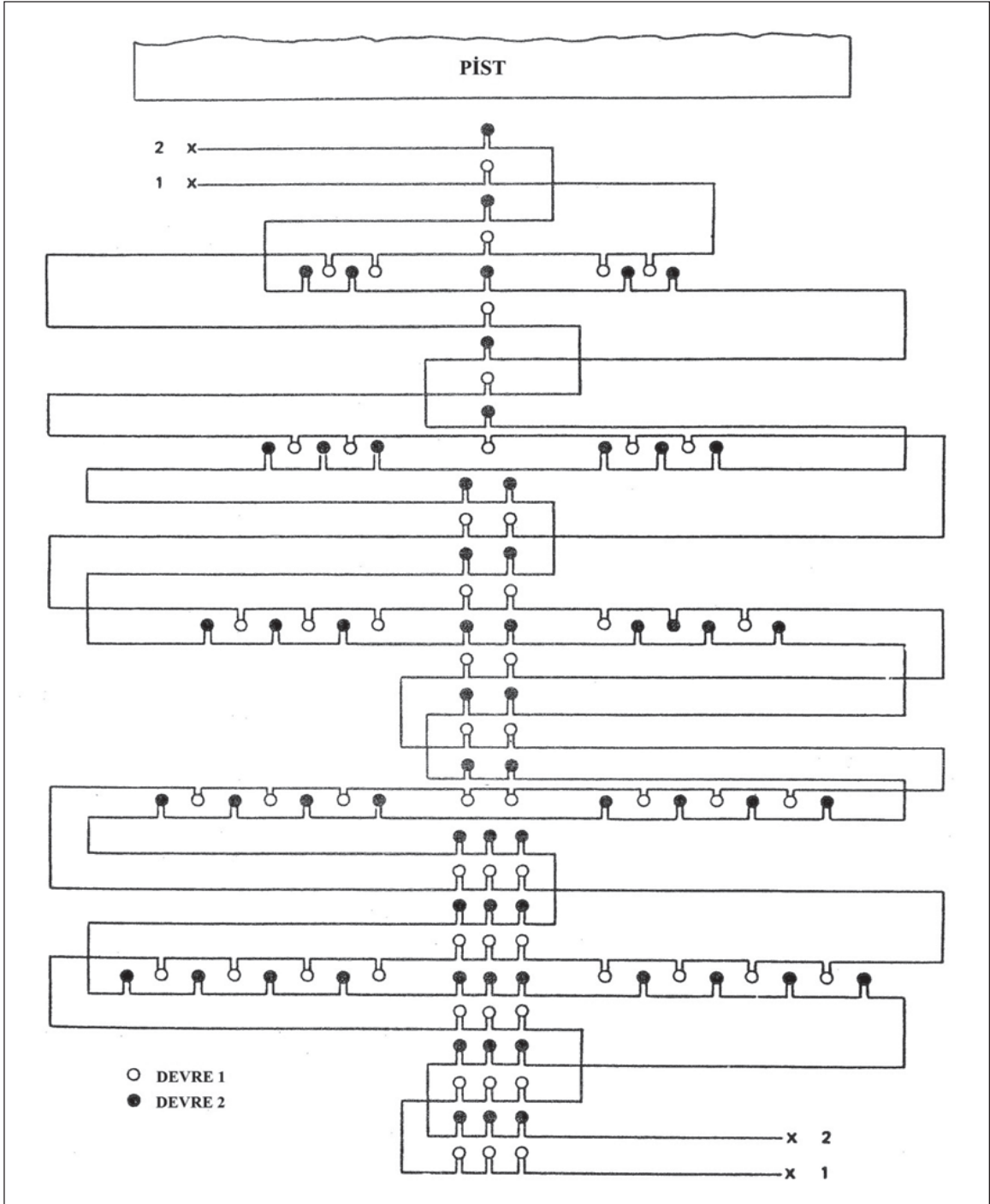
3.2.1.3 Havaalanı ışıklandırma devreleri. Havaalanı ışıklandırma devreleri için tercih edilen düzen, her tertibat için bir seri ayırma transformatörünün bulunduğu ve her devrenin pist başının yanındaki elektrik besleme şalt sahasından beslendiği bir takım yüksek voltaj seri devre döngüleri şeklindedir. Tüm havaalanlarında her pist başına bir şalt sahası olması tercih edilmektedir.

- Annex 14, Bölüm 8.2'de hassas yaklaşma pisti için elektrik devrelerinin, herhangi bir devre arızasının pilotu görsel kılavuzsuz bırakmayacağı ve yanıltıcı bir düzenin oluşmasına yol açmayacağı şekilde tasarlanması gerektiği belirtilmektedir.
- Yaklaşma ve pist ışıklandırma sistemleri. Her yaklaşma ve pist ışıklandırma sistemi en az iki devre üzerinden boşluk verilerek serpiştirilmiş olmalıdır. Bütünlüğü artırmak için devrelere boşluk verme örnekleri Şekil 3-1 ile 3-7 arasında gösterilmektedir. Serpiştirilmiş hizmetteki

her devre söz konusu hizmetin bütününe yayılmalı ve devrelerin birinde veya daha fazlasında arıza olması durumunda dengeli simetrik bir ışıklandırma düzeninin devam edeceği şekilde düzenlenmiş olmalıdır. Eşik ışıkları genellikle ayrı devrelerdedir. Pist merkez hattı ışıkları, bu ışıkların renk kodlamasına zarar vermeyecek şekilde serpiştirilmelidir. Merkez hat sisteminin sadece beyaz ışıklardan ve sadece kırmızı ışıklardan oluşan kısımları Şekil 3 -5a'da gösterilen şekilde serpiştirilebilir. Annex 14'te, pistin, pist başına 900 metre mesafedeki noktasından (veya uzunluğu 1800 metrenin altında olan pistler için pistin orta noktasından) pist başına 300 metre mesafedeki noktasına kadar olan bölümü içinde kalan merkez hat ışıklarının, sırasıyla değişen beyaz ve kırmızı ışıklar olması öngörülmektedir; ancak pist merkez hattında, 7.5 metre aralıklarla sırasıyla değişen beyaz ve kırmızı ışık çifti olması gerekmektedir. Gereken renk kodlamasının korunduğu devre serpiştirme örnekleri, Şekil 3-5b ve 3-5c'de gösterilmektedir. Işıkların düzeni ve serpiştirilme şekli Şekil 3-5c'deki gibi olduğunda, bir devrenin arızalanması durumunda, normal aralığın iki katı aralıkta bir örnek bir şekilde sıralanmış olan dönüşümlü kırmızı ve beyaz ışıklardan oluşan bir düzen görülecektir. Bu aralık, bir devre bozulduğunda tamamı beyaz veya tamamı kırmızı ışık olan bölümlerdeki aralık için de geçerlidir. Şekil 3-5b'de gösterilen ışık ve serpiştirme düzeniyle ise, söz konusu aralık sırasıyla normal aralığın üç katı ve ardından normal aralık şeklinde olacaktır.

- c) Görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemleri. Görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemlerinde her pist başında iki devre bulunmalıdır. Görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemi VASIS, 3-BAR VASIS veya T-VASIS ise, pistin bir tarafındaki tüm ışık ünitelerine giden güç aynı devreden beslenmelidir. Bu düzenleme, bir devrenin bozulması durumunda pistin diğer tarafında tam bir düzenin sürdürülmesini sağlar. PAP I, AVASIS, 3-BAR AVASIS ve AT-VASIS ile olduğu gibi sadece pistin bir tarafında yaklaşma eğim göstergeleri döşendiğinde, her bir ışık ünitesindeki lambaların bir kısmı bir devreye geri kalanı ise başka bir devreye bağlanmalıdır böylece söz konusu düzenin yoğunluğu azalmakla birlikte bütünlüğü korunmuş olacaktır. Herhangi bir ışık ünitesinin bozulması sonucu yanıltıcı bir işaret ortaya çıkarsa görsel yaklaşma eğim göstergesi sistemlerinin enerjisi kesilmelidir.
- d) Taksi yolu ışıklandırması. Taksi yolu ışıklandırması, seri devrelere göre tasarlanmalıdır. Taksi yolu merkez hattı ışıklandırma devreleri, taksi yolu sisteminin Kategori III koşullarında kullanılan parçalarında Şekil 3-5a'da gösterilen şekilde serpiştirilmiş olmalıdır ancak ekonomik nedenlerden ötürü, diğer taksi yollarında tek bir devre kullanılabilir. Taksi yolu ışıklandırma sisteminin devreleri, sistemin segmentlerinin pilotlara rota rehberliği sağlamak için seçici olarak ışıklandırılmasına imkan verecek şekilde olmalıdır. Bu özellik, her segment için ayrı bir sabit akım regülatörü kullanılarak veya çeşitli segmentleri tek bir regülatöre bağlayıp rotada yer almayan segmentlere kısa devre yaptırmak için sahada veya regülatörde seçici röleler kullanılarak sağlanabilir. Seçici rölelerin anma voltaj değerinin regülatörün açık devre voltajından daha yüksek olması gerektiği unutulmamalıdır. Seçici anahtarlama çeşitli yollarla sağlanabilmektedir. Bunlardan bazıları:
- 1) her segment için bir kumanda anahtarının kullanılması. Bu anahtarlar için tercih edilen konum, kontrol kulesindeki kumanda paneli üzerinde, her bir anahtarın, kendi kumanda ettiği segmentte yer aldığı bir faksimile şemadır.
 - 2) regülatörlere veya seçici röleye enerji veren kumandaların, tek bir anahtarı çalıştırarak belirli bir rota üzerindeki tüm segmentlerin ışıklandırılmasını sağlayacak şekilde birbirine bağlanması ve
 - 3) operatör kullanılacak pist çıkışı ve uçağın güzergahını belirledikten sonra ideal rotayı ışıklandırmak için programlanmış bir minibilgisayarın kullanılması.
- e) Durdurma çubukları. Durdurma çubukları, birbirinden ve taksi yolu ışıklarından bağımsız olarak kumanda edilmelidir. Elektrik devreleri, bir durdurma çubuğundaki tüm ışıkların aynı anda bozulmayacağı şekilde tasarlanmalıdır.

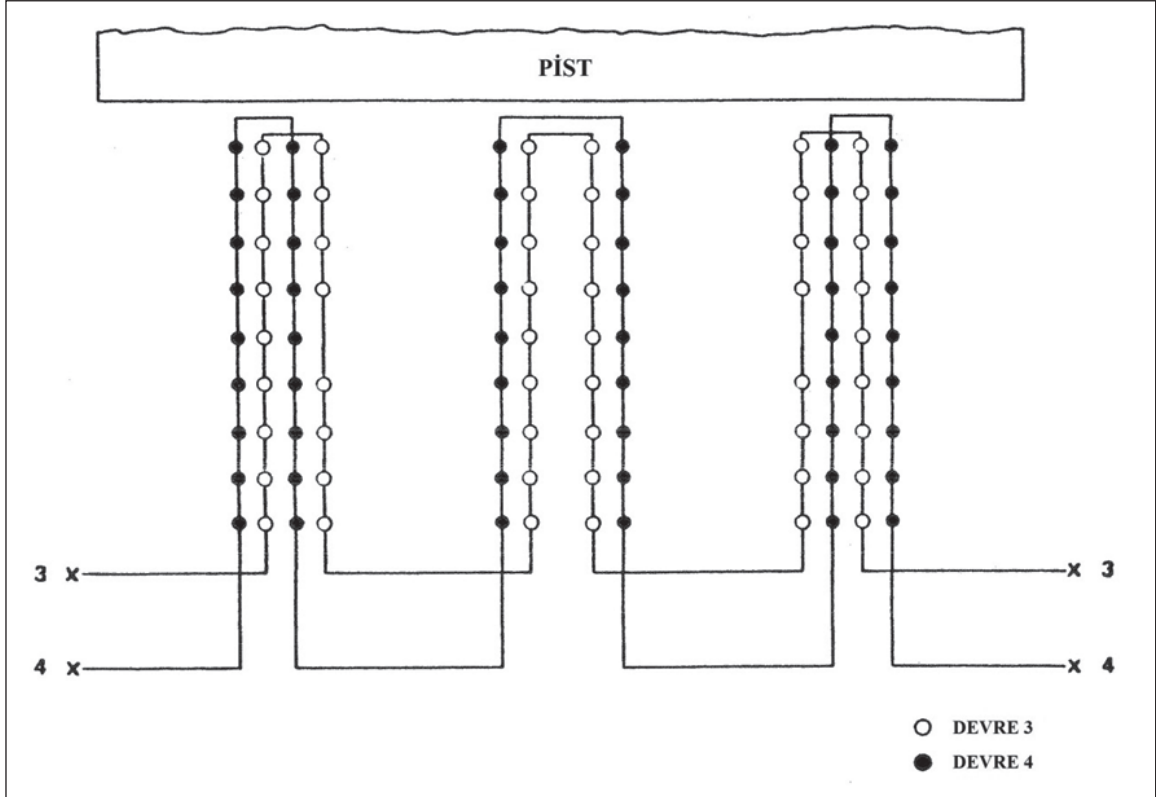
Durdurma çubuğunun ışıkları serpiştirilmiş olmalıdır. Işıklar ayrı devrelerle veya durdurma çubuğunun yanında kumanda röleleri bulunan iki ortak devreden beslenebilir. Durdurma çubukları, serpiştirilmiş olan pist veya taksi yolu sistemlerine bağlanarak, her bir durdurma çubuğu, enerjisinin kesilmesi istendiğinde durdurma çubuğunun ışıklarına kısa devre yaptıran rölelerle kumanda edilebilir. Bu rölelerin voltaj gereksinimlerini azaltmak için, durdurma çubuğunun ışıkları, uygun kapasitede bir ayırma transformatörü vasıtasıyla pist veya taksi yolu ışıklandırma devresine bağlanmalı ve kısa devre rölesi ayırma transformatörünün ikincil devresine bağlanmalıdır. Durdurma çubuğunun kullanılması gerektiğinde ge-



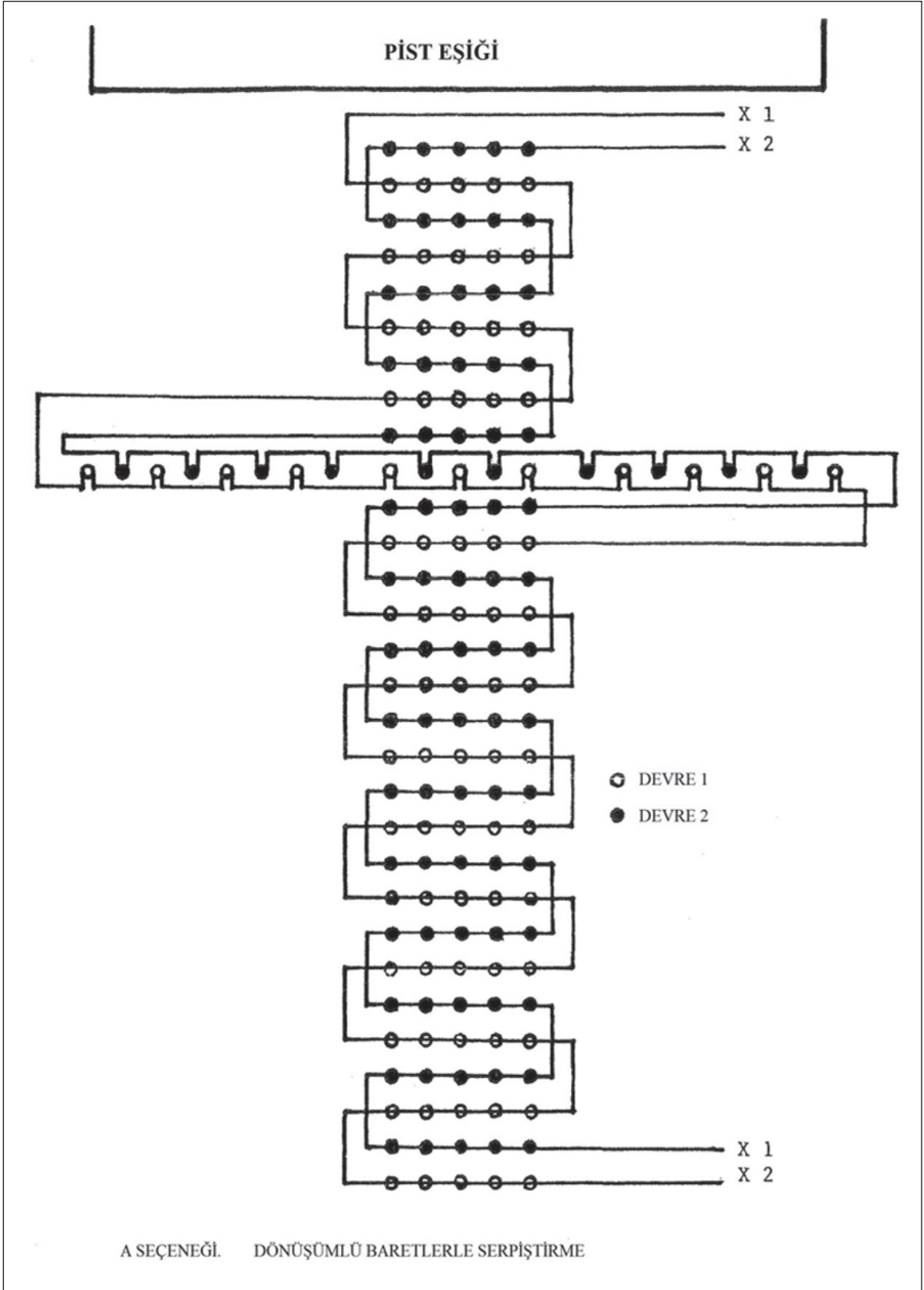
Şekil 3-1. Hassas yaklaşma ışıklandırma sistemi, A tipi (merkez hattı mesafe kodlu sistem)

çerli pist veya taksi yolu ışıklandırma devresine enerji verilmelidir. Durdurma çubuğunu kumanda eden röleler, durdurma çubuğunu kapatmak için kumanda gücü uygulanmasını gerektirecek şekilde bağlanmalıdır. Böylece, kumanda devresinin arızalanması durumunda, durdurma çubuğunun ışıkları yanacaktır.

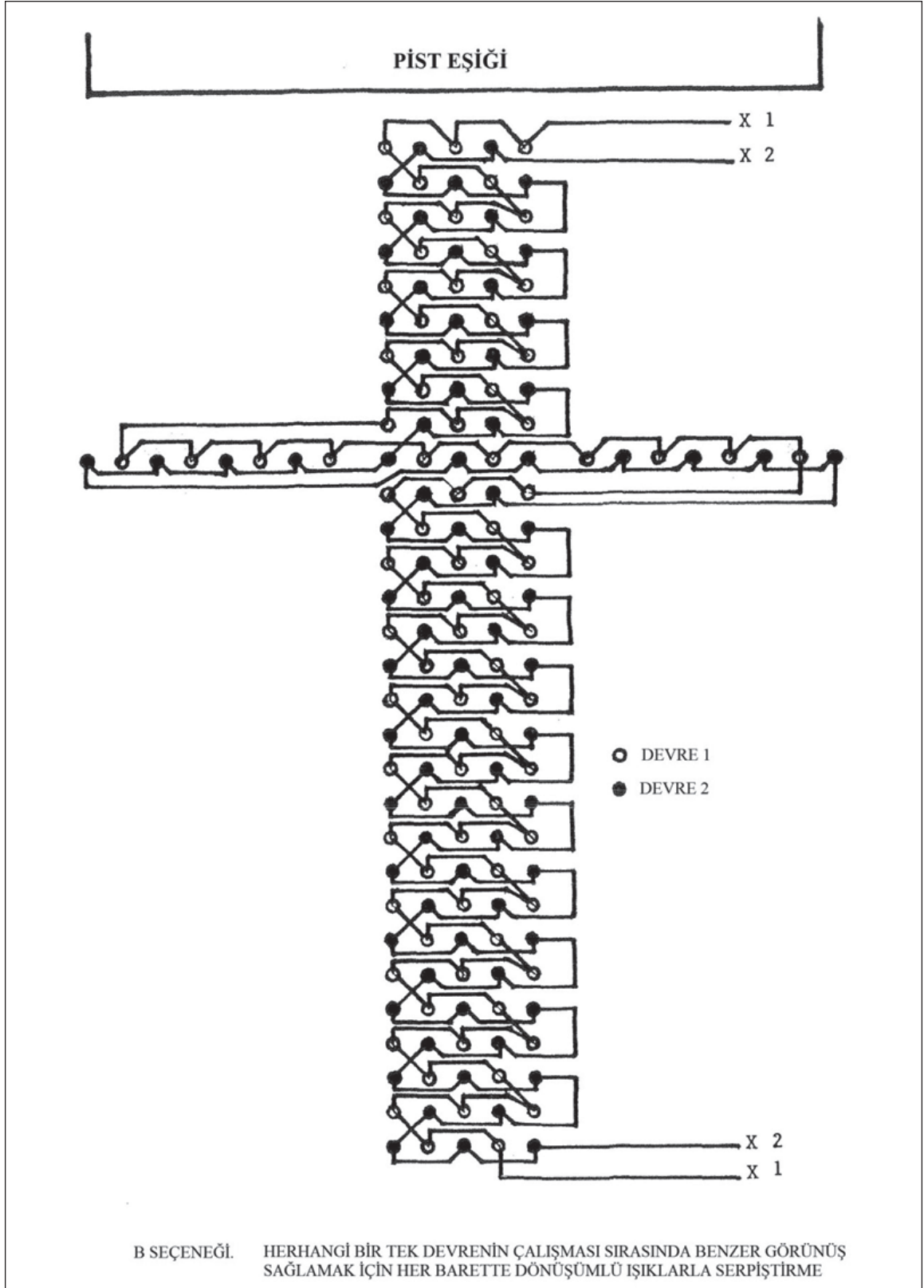
- f) Topraklama. Kumanda/dağıtım merkezindeki tüm donanım toprağa bağlanmalıdır. Ayrıca, dağıtım merkezlerinden seri devre kablolarıyla bir topraklama teli (elektrik dengesi) geçmelidir. Tüm ayırma transformatörlerinin ikincil tarafı ve tüm yükseltilmiş ışıkların mesnetleri bu tele bağlı olmalıdır. Topraklama teli, devre kablolarının üzerinde yüzeye daha yakın bir elektrik borusunun içinde veya aynı kablo hendeğinde en üstteki kablodan en az 10 cm yukarıda olmalıdır. Topraklama teli olarak genellikle yalıtılmamış iletkenler kullanılmaktadır.



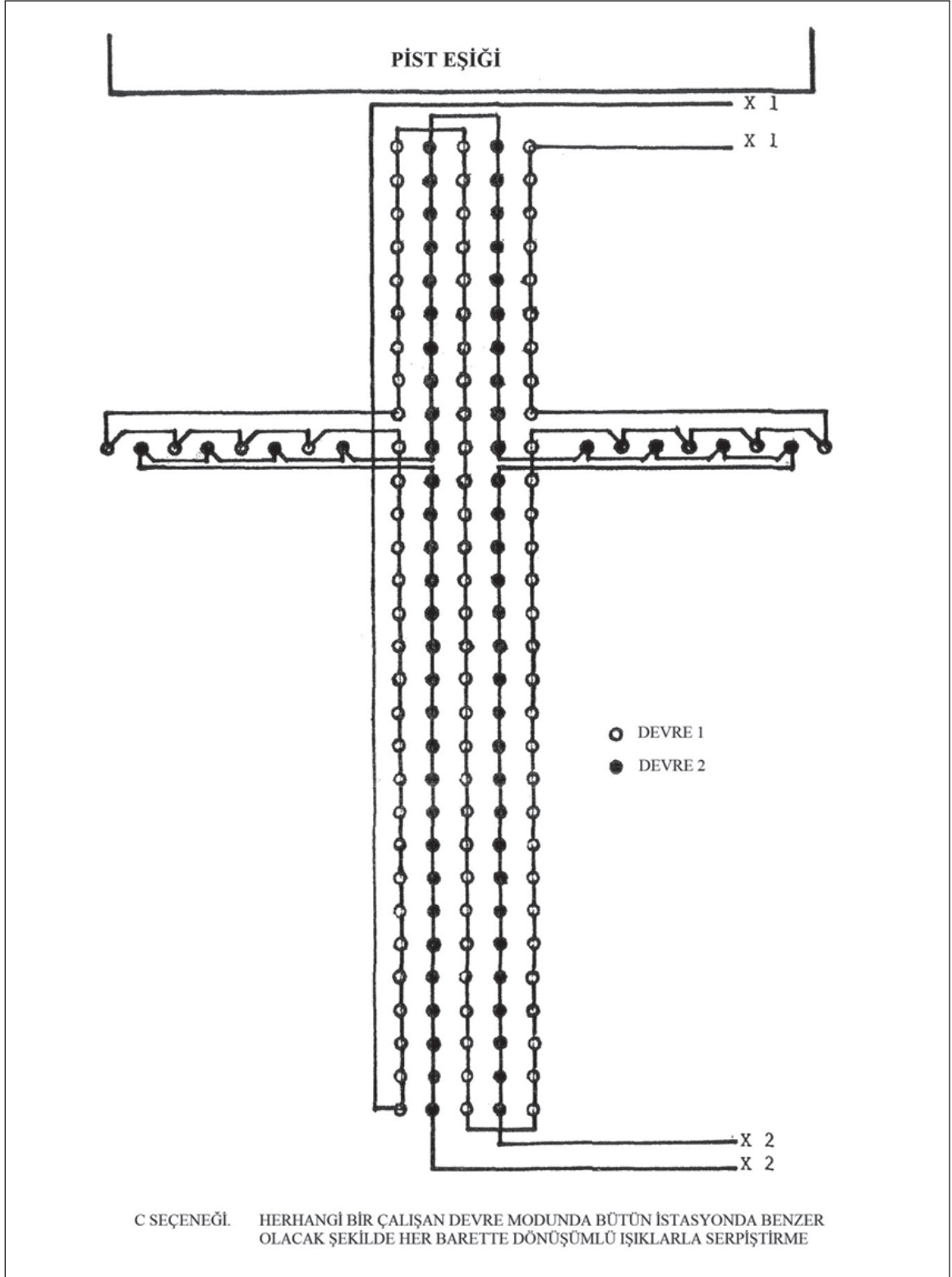
Şekil 3-2. A tipi hassas yaklaşma ışıklandırma sistemini (merkez hattı mesafe kodlu sistem) Kategori II ve III hassas yaklaşma ışıklandırma sistemine genişletmek için ek ışıklandırma



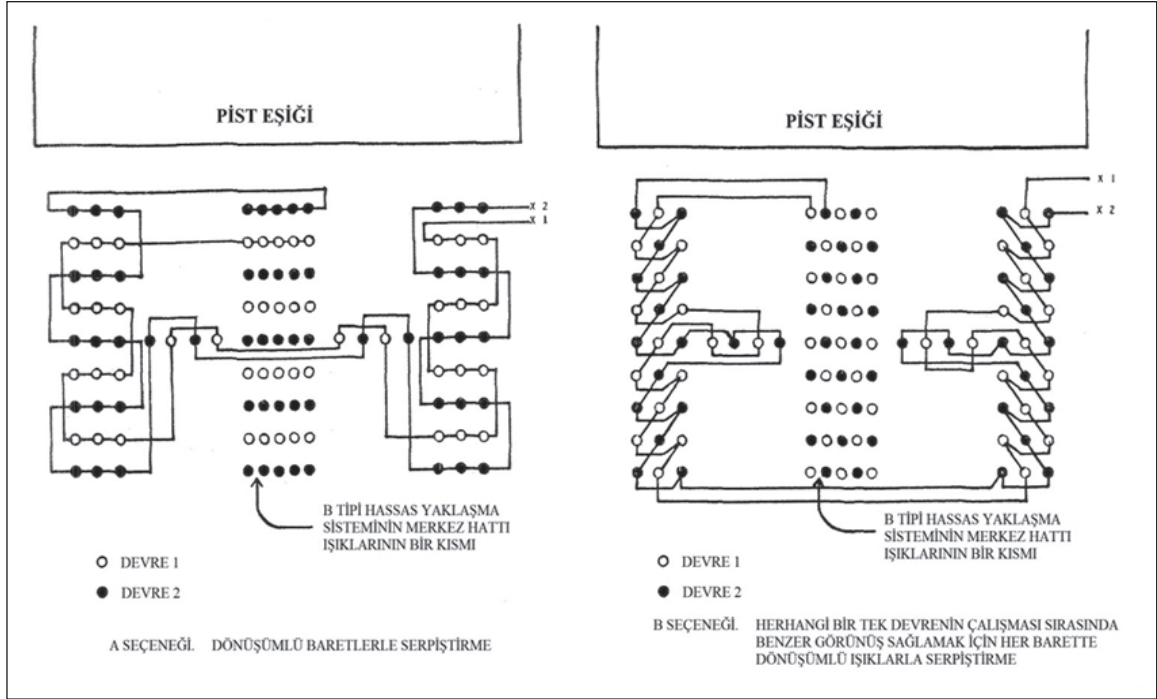
Şekil 3-3. Hassas yaklaşma ışıklandırma sistemi, B tipi
(merkez hattı baretle kodlu sistem)



Şekil 3-3. Hassas yaklaşma ışıklandırma sistemi, B tipi
(merkez hattı baret kodlu sistem)



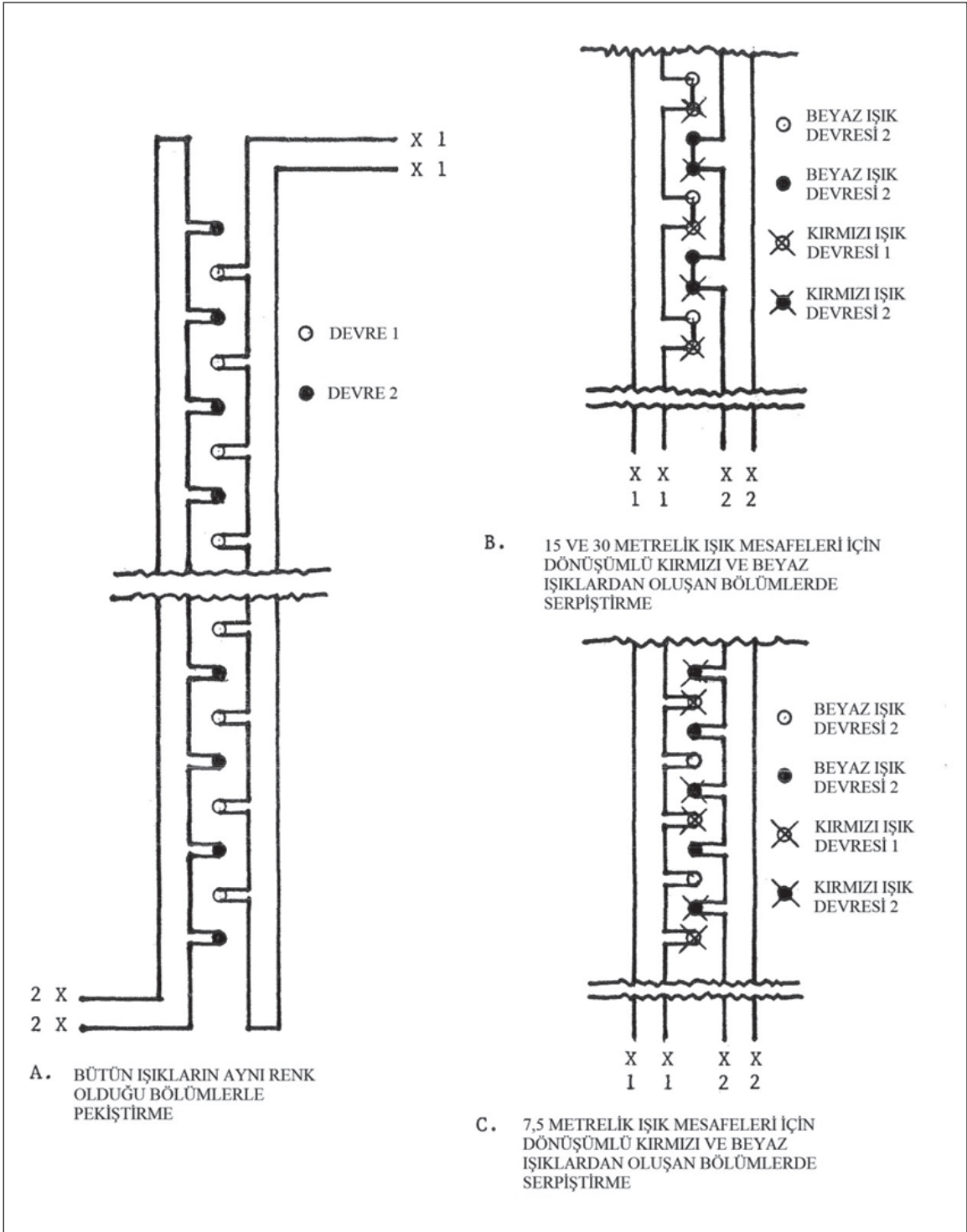
Şekil 3-3. Hassas yaklaşma ışıklandırma sistemi, B tipi
(merkez hattı baret kodlu sistem)



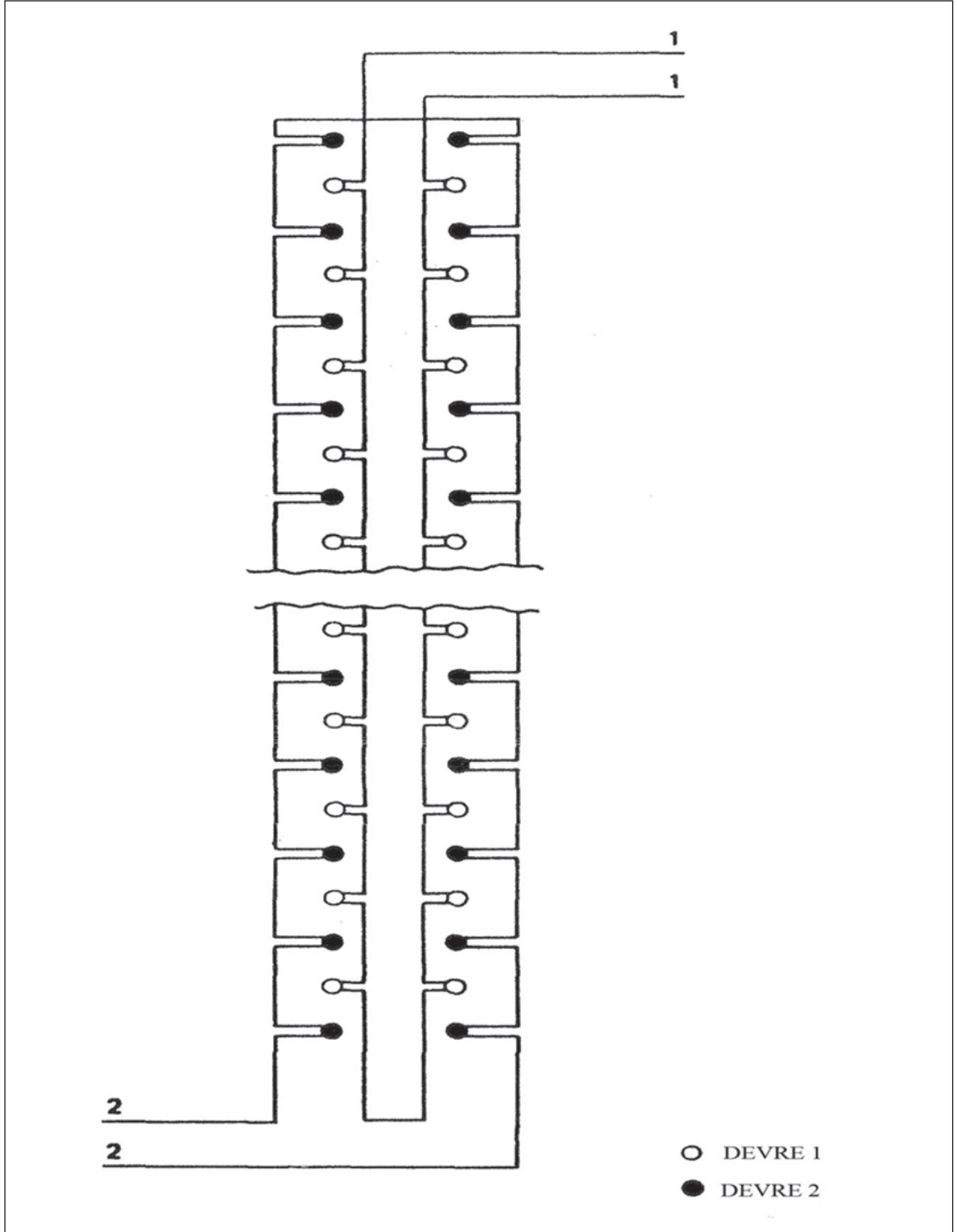
Şekil 3-4. b tipi hassas yaklaşma ışıklandırma sistemini (merkez hattı baretli sistem) Kategori II ve III hassas yaklaşma ışıklandırma sistemine genişletmek için ek ışıklandırma (Merkez hattı mesafe kodlu olan sistem için ek ışıklandırma Şekil 3-2'de gösterilmektedir.)

3.2.1.4 Sabit akım regülatörleri. Çoğu havaalanı yer ışıklandırma devrelerindeki elektrik gücü sabit akım (seri devre) regülatörleriyle sağlanır. Bu regülatörler, devre yükünde ve güç kaynağının voltajındaki değişikliklerden bağımsız sabit akım çıkışı üretmek için tasarlanmıştır. Ayrıca, ışıkların kısılması gerektiğinde iki veya daha fazla çıkış akımı sağlamak üzere tasarlanmışlardır. Havaalanı ışıklandırmasında kullanılan bazı sabit akım regülatörü tipleri şu şekildedir:

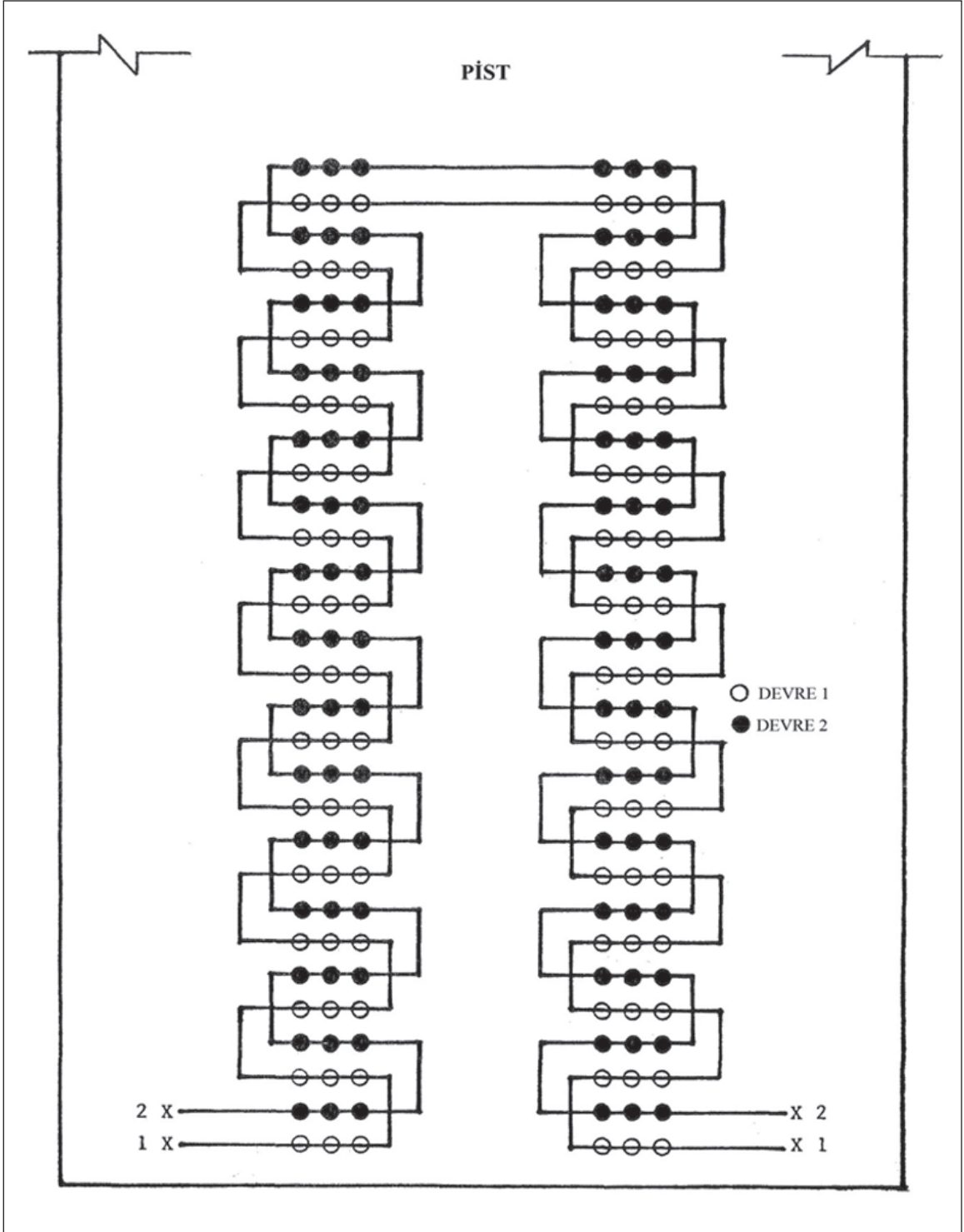
- Oynar bobinli regülatörler. Oynar bobinli regülatörler seri ışıklandırma devrelerine güç beslemede uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu regülatör tipinde, birbirinden ayrı birincil ve ikincil bobinler bulunmakta olup, bu bobinler birbirlerinden bağımsız hareket edebilmekte, böylece giriş ve çıkış devrelerinin manyetik kaçak reaktansını değiştirebilmektedir. Bu reaktans değeri kendi kendine otomatik olarak, yük empedansına eklendiğinde sabit akım akışına imkan veren bir değere ayarlanır. Arzu edilen çıkış akımı, bir geri tepme kuvveti oluşturarak, oynar bobini bu akımı üreten pozisyonda tutar. Geri tepme kuvvetinin oynar bobinin ağırlığını tam olarak dengelediği bir mekanik denge durumu elde edilir. Yükte veya giriş voltajında yaşanan herhangi bir değişiklik, derhal oynar bobinin hareketiyle dengelenerek mekanik elektriksel denge tekrar sağlanır. Regülatör çıkışında kademeli transformatör kullanılarak yoğunluk kontrolü sağlanır. Oynar bobinli regülatörlerin başlıca dezavantajları bobinlerin mekanik hareketi ve anma yükünün altındaki yükler için güç katsayılarının düşük olmasıdır. Anma yükünün yüzde 50'si oranındaki bir yük için, güç katsayısı yüzde 75 veya daha az olabilmektedir. Ayrıca, bazı oynar bobinli regülatörlerin hassas bir şekilde dengelenmiş ve titreşimden izole edilmiş olması gerekmektedir.
- Tek döngü köprü tipi regülatörler. Seri devreler için tek bir statik tip (oynar parçası olmayan) sabit akım regülatörüne tek döngü köprü tipi regülatör adı verilmektedir. Akımı düzenleyici şebeke genellikle iki endüktif ve iki kapasitif reaktörden oluşur; bunların her biri köprü tipi bir devre halinde düzenlenmiş, güç frekansında eşit reaktanstadır (rezonans). Böyle bir şebekede, ikincil akım yük empedansından bağımsızdır. Kademeli giriş veya çıkış transformatörüyle veya sürekli değişken giriş transformatörüyle yoğunluk kontrolü sağlanabilir.



Şekil 3-5. Serpiştirilmiş iki devrede pist veya taksiyolu merkez hattı ışıklandırması



Şekil 3-6. Serpiştirilmiş iki devrede pist kenar ışıkları



NOT: A tipi hassas yaklaşma ışıklandırma sistemleriyle bağlantılı olarak kullanıldığında, her barette dört ışık olmalıdır.

Şekil 3-7. Serpiştirilmiş iki devrede konma bölgesi ışıkları

Bu regülatör tipinin avantajları oynar parçasının olmaması ve güç katsayısının yüksek olmasıdır. Dezavantajları ise giriş voltajındaki değişimler için dengeleyici unsurun olmaması ve gaz-buhar lambaları ve seri ayırma transformatörlerinin açık devre ikincil voltajları gibi, rezonans devresinde yüksek harmonik frekanslara yol açan yüklerin regülasyon üzerindeki olumsuz etkileridir.

- c) Dengeleyici statik tip regülatörler. Tek döngülü karede veya akım düzenleyici şebekede, regülatörden gelen ikincil akım algılanarak, birincil voltaj değişikliklerini ve ayırma transformatörlerinin açık devre ikincil voltajlarının neden olduğu harmonik frekansları dengelemek için ayarlama yapılabilir. Bu dengeleme işlemi, gelişmiş akım düzenlemesi sağlar ve anma değerinin üzerindeki ikincil akım nedeniyle lamba ömrünün kısılmasını önler.
- d) Katı hal kumandalı sabit akım regülatörleri. Bu regülatörlerde, transformatörün kaçak reaktansını kumanda etmek için alternatif akım katı hal devreleri kullanılmaktadır. Bu teknik, düşük kumanda seviyeleri kullanarak, sabit voltaj, seri rezonant devre elektrik özellikleriyle regülatörlerden sabit akım elde etmeye imkan verir.

Bu katı hal kumandaları, hızlı yanıt, yüksek güç katsayısı, bakım kolaylığı sunan regülatör kumandalarına sahip kompakt regülatörler sağlamaktadır.

3.2.1.5 Sabit akım regülatörlerinin çalışma özellikleri. Havaalanı ışıklandırma devrelerine güç besleyen sabit akım regülatörleri aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- a) ayırma transformatörlerinin yüzde 30'una kadarında açık devre ikincil voltajlar bulunurken, tam yükün yarısından yüzde ± 2 aralığındaki herhangi bir yükte sabit akım çıkışını sürdürmesi;
- b) tek bir topraklama arızası hakim olduğunda, devrenin normal çalışmasına imkan verirken, devredeki topraklama arızasını göstermesi;
- c) yüksek derecede güvenilirliğe sahip olması; dolayısıyla oynar parçasının bulunmaması;
- d) birincil voltajı iki saniyede kilitleyen ve regülatörün yeniden başlatılmasını gerektiren bir açık devre cihazın bulunması;
- e) devredeki değişikliklere 15 döngü içinde yanıt vermesi;
- f) aşırı akım durumunda regülatörü hizmet dışı bırakan veya akımın azaltılmasını sağlayan bir güvenlik cihazının bulunması;
- g) gerekli sayıda yoğunluk ayarı veya gereken şekilde sürekli değişebilen kumanda bulunması. Regülatör, enerjisi kesilmeden yoğunluk ayarı yapılabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır;
- h) birincil güç devresini ikincil ışıklandırma devresinden elektronik olarak izole etmesi ve
- i) -40°C ila $+55^{\circ}\text{C}$ arası ortam sıcaklıklarında ve yüzde 10 ila yüzde 100 arası bağıl nem koşullarında ve de 2000 metreye kadar rakımda tam yükte sürekli olarak çalışması.

3.2.1.6 Sabit akım regülatörlerinin anma değeri özellikleri. Aşağıda mevcut sabit akım regülatörlerinin anma değeri özelliklerinin örnekleri yer almaktadır:

- a) Güç. 4 ve 70 kilowatt arasındaki çıkış (ikincil) yükler. Bu aralıkta pek çok boyut seçeneği mevcuttur.
- b) İkincil (çıkış) akım. En yaygın olanları 6.6 ve 20 amperdir. 30 kilowatta kadar olan yükler için 6.6 amper, 10 kilowatt ve üzeri yükler için ise 20 amper besleyen üniteler sıklıkla kullanılmaktadır.
- c) Frekans. Birincil gücün frekansına göre genellikle 50 veya 60 hertz'dir.

- d) Birincil voltaj, 120 ve 12000 volt arasındaki anma birincil voltajlar kullanılmaktadır. Bir Devlette, 30 kilowatta kadar olan ölçüler için 240 voltluk birincil voltajlar; 10 ila 70 kilowattlık ölçüler için ise 2400 voltluk birincil voltajlar kullanılmaktadır. Ayrıca diğer birincil voltajlar da kullanılabilir.

3.2.1.7 Ayırma transformatörleri. Havaalanı ışıklandırma devrelerinin çoğunda, seri devrelerin sürekliliğini sağlamak, böylece de bir lamba arızasının açık devre hatası yapmasını önlemek için ayırma transformatörleri kullanılmaktadır. Ayırma transformatörlerinin ikinci işlevi, emniyet amacıyla lambanın yüksek voltaj devresinden elektrik izolasyonunu sağlamaktır. Devre sürekliliği lamba bozulduğunda lambada kısa devre yaptıran film kesiciler gibi by-pass cihazları kullanılarak da sağlanabilmektedir ancak bu düzenekte lamba devreye enerji verildiğinde lamba yüksek potansiyelde olmayabilir. Ayırma transformatörleri, lambadaki akımın seri devredeki akımdan farklılık göstermesi durumunda lambaya düzgün akım sağlamak için kullanılmaktadır.

- a) Transformatör tasarımı. Ayırma transformatörü, su geçirmez bir kutu içerisindeki manyetik nüve üzerinde bulunan birincil ve ikincil bobin sargısı ile seri devreyi lambaya bağlamaya yarayan birincil ve ikincil uçlardan oluşmaktadır. Birincil ve ikincil bobinler arasında elektrik izolasyonu sağlanmıştır ancak bu iki bobin manyetik devreyle bağlıdır. İkincil devre, daha az bir elektrik potansiyeline tabi tutulmaktadır ve ikincil devrenin bir tarafı dışarı çıkarılarak topraklama bağlantısına bağlanmalıdır. Ayırma transformatörünün nüvesi çalışma sırasında manyetik doygunlukta değildir ancak lambanın bozulması veya ikincil devrenin açık devre olması durumunda doygun hale gelir; böylece de birincil devrenin bütünlüğü sürdürülür. Lamba devresine kısa devre yaptırılması gerekiyorsa, ayırma transformatörü yüksüz durumda olacak ve seri devre üzerinde minimum etkiye sahip olacaktır. Bu transformatörler, anma yükünde, açık devrede veya kısa devrede hasarsız olarak sürekli çalışma kapasitesine sahip olmalıdır. Bir seri/seri transformatörün birincil bobininin ikincil bobine kıyasla dönüş oranı, lamba akımı seri devre akımıyla aynı ise 1:1'dir ancak aksi durumda akım oranıyla ters orantılıdır.
- b) Mahfaza. Nüvenin, sargıların ve uçların mahfazası olarak kullanılan su geçirmez kutu metal, kauçuk veya plastik olabilir ve doğrudan gömme yöntemiyle, su altında, kaidelerde veya hava şartlarına açık olarak kuruluma uygun olmalıdır. Bu kutu, transformatörün düşmesi veya tek bir uçla taşınması durumunda üniteyi hasar görmekten korumalıdır. Kutu, içine su girmesini önlemelidir veya uçlara takılı olduğunda çok düşük sıcaklıklarda parçalanmayı veya hasarı önlemek için esnekliğini sürdürmelidir ve elleçleme, depolama, kurulum ve servis sırasında üniteyi korumalıdır. Birincil uçların kesiti 8.4 mm²'den az olmamalıdır ve bu uçlar en az 5000 volt için yalıtılmış olmalıdır. Bu uçların uzunluğu 50 cm'den az olmalıdır. Genellikle bu uçlarla birlikte uçlarının birinde fiş tipi bir bağlantı elemanı, diğerinde ise seri devre kablosuna bağlamak için uygun bir priz bulunur. İkincil uçlar, iki iletkenli olmalı ve iletken en az 3.3 mm² kesitli, en az 600 volt için yalıtılmış ve en az 100 cm uzunluğunda olmalıdır. Genellikle bu uçlarda ışığa bağlamak için iki iletkenli uygun bir bağlantı elemanı bulunmaktadır.
- c) Ortam sıcaklığı. Bu transformatörler, -55°C ila +65 °C arasındaki sıcaklıklarda çalışabilecek özellikte olmalıdır.
- d) Seri/seri ayırma transformatörü anma değerleri. Ayırma transformatörlerinin değerleri, çıkış gücü, birincil ve ikincil akım, frekans ve ayrıca birincil ve ikincil devrelerin yalıtım voltajıdır. Bu transformatörler, istenen anma değerlerinin hemen hemen hepsinde kolaylıkla üretilebilmektedir. Yaygın olarak bulunan anma değerlerinden bazıları şu şekildedir:
- 1) Güç. 30/45, 65, 100, 200, 300 ve 500 watt'lık değerler sıklıkla kullanılmaktadır; zaman zaman 1000 ve 1500 watt'lık üniteler de kullanılmaktadır.
 - 2) Akım. Anma akım değerleri genellikle birincil akımın ikincil akıma oranı olarak verilmektedir. Yaygın anma akım değerleri 6.6/6.6, 20/20, 6.6/ 20 ve 20/6.6 amper'dir.

- 3) Frekans. Yaygın frekanslar 50 ve 60 hertz'dir. Tercihen transformatör tasarlanmış olduğu frekansta kullanılmalıdır.
- 4) Yalıtım. Ayırma transformatörlerinin çoğu birincil devrede 5000 volt için, ikincil devrede ise 600 volt için yalıtılmıştır. Gücü daha fazla olan transformatörlerin açık devre voltajı da daha yüksek olduğundan daha yüksek ikincil yalıtım gerekebilir.
- e) Tek transformatörden birden çok lambanın beslenmesi. Tercihen her lamba kendi ayırma transformatöründen beslenir. Zaman zaman, mevcut pistlere merkez hattı ışıklarının kurulması gibi kurulum maliyetlerini düşürmek veya uzun kırılabilir yaklaşma ışığı desteklerinde olduğu gibi kablo kitlesini ve mukavemetini azaltmak için, bazı lambalar tek bir ayırma transformatöründe seri olarak bağlanabilmektedir. Elbette transformatörün toplam lamba yükü artı hat kayıplarını besleyecek kapasiteye sahip olması gerekmektedir. Bu düzenekte iki problem söz konusudur: birincisi, lambalardan biri bozularak açık devreye yol açarsa, uygun by-pass cihazları kullanılmadığı takdirde diğer lambalar çalışmaz; ikincisi açık devre arızası anında, özellikle daha büyük ayırma transformatörleri için anlık ikincil voltaj çok büyük olabilir. Bu problemler aşağıda ele alınmaktadır.
- f) Ayırma transformatörlerinin açık devre ikincil devrelerinin etkileri. Çoğu ayırma transformatörünün tasarımı, açık devre ikincil voltajların ortalama karekök (rms) voltajını 300 volt veya altına sınırlandırmaktadır. Ancak, açık devre meydana geldiği sırada bazı ayırma transformatörlerinin anlık voltajı 1000 voltu aşabilmektedir. Çalışma voltajından sadece biraz yüksek bir voltajda uygunluğa ulaşacak şekilde tasarlanmış manyetik nüveli ayırma transformatörleri genellikle daha az uygunluktaki transformatörlerden daha düşük rms değerine ve anlık pik açık devre ikincil voltajlara sahiptir. Yüksek rms değerine sahip açık devre voltajlar daha yüksek ikincil yalıtım gerektirir ve daha yüksek elektrik çarpması riski teşkil eder ancak aynı zamanda film kesicilerin çalışmasını daha güvenilir hale getirir. Açık devre ikincil voltajlı seri/seri ayırma transformatörlerinin reaktansı birincil akımın dalga biçimini bozar ve bunun sonucunda ortaya çıkan harmonik frekanslar bazı sabit akım regülatörü türlerinin düzenleme işlemini etkileyebilir.
- g) Lamba by-pass cihazları. Lambalar ister doğrudan seri devreye, ister tek bir ayırma transformatöründe seri halinde grup olarak bağlı olsun, bir lambanın filamanı söndüğünde, bozulan lambanın bağlantı uçlarında uygun bir by-pass cihazı bağlı olmadığı takdirde gruptaki tüm lambalar söner. Ayırma transformatörü olmayan seri ışıklandırma devrelerinin ilk zamanlarında, boyun lambaları by-pass etmek için sigortalı film kesiciler kullanılmıştır. Bu cihazda, her lambanın bağlantı uçlarına yaylı kontaklar bağlanmıştır.

Yaylı kontaklar, iletken dış yüzeyler arasında iletken olmayan, küçük bir disk şeklindeki ince bir film tabakası olan film kesiciyle ayrılmıştır. Lamba çalışırken, film disk lamba bağlantı uçlarının birbirinden yalıtılmasını sağlar ve lamba filamanı seri devreyi tamamlar. Lamba filamanı bozulursa, lamba terminallerindeki voltaj hızla filmi delen bir değere (belki de 1000 volt) yükselir ve lambanın bağlantı uçlarına kısa devre yaptırarak, sabit akım regülatörünün açık devre koruması çalışmadan önce seri devreyi eski durumuna getirir. Lamba değiştirilirken yeni bir sigortalı film kesici takılmalıdır. Bir lamba bozulduğunda, ayırma transformatörünün ikincil devresiyle seri bağlı küçük bir devrenin diğer lambalarının gitmesi kabul edilemeyebilir ve bu lambalar için by-pass cihazları gereklidir. Bazı ayırma transformatörlerinin açık devre ikincil voltaj piki 100 ila 200 volt veya daha az olabilir. Bu voltajlarda çalışan sigortalı film kesiciler mevcuttur ancak açık devre voltajı film kesiciyi delemeyip bozulan lambaya kısa devre yaptıramayabileceğinden bu film kesiciler güvenilir olmayabilmektedir. Bu devrelerdeki lambalar için by-pass cihazlarındaki son gelişmelerden biri de kısa devre rölesidir. Bu röleler sigortalı film kesicilerden daha pahalıdır ancak daha güvenilir çalışma sağlarlar.

3.2.1.8 Seri devrelerde bağlantılar. Seri devrelerde, devre sürekliliğini sağlamak ve topraklama kaçaklarının gelişmesini önlemek için bağlantılar çok dikkatli yapılmalıdır. Birincil voltajdaki bir açık devre hatası, o devredeki tüm ışıkların gitmesine yol açacaktır. Sabit akım regülatöründe açık devre koruması

bulunmadığı takdirde regülatör zarar görebilir. Seri devrelerdeki topraklama tipi kaçakların çoğu bağlantılarda meydana gelmektedir. Tek bir topraklama kaçağı/arızası ışıkların gitmesine yol açmaz ancak iki veya daha fazla topraklama kaçağı/arızası kaçaklar arasındaki tüm ışıklara kısa devre yaptıracaktır.

3.3 PARALEL (ÇOKLU) DEVRE ŞEMASI

3.3.1 Havaalanı ışıklandırmasında paralel (çoklu) devre şemasının kullanımı

3.3.1.1 Aşağıdaki nedenlerden ötürü, havacılıkta büyük havaalanları ve/veya karmaşık ışıklandırma sistemleri için yer ışıklandırmasında paralel (çoklu) devrelerin kullanılması tavsiye edilmemektedir:

- paralel devreler genellikle yüksek voltaj seri devresinden çok daha pahalı bir kablo tesisatı gerektirmektedir;
- belirli bir düzen içerisindeki tüm ışıkların hassas parlaklık dengesi kolayca sağlanamamaktadır ve
- ortalama voltaj regülatörlerinin gelen besleme voltlarında yaşanan çok hızlı dalgalanmaları kontrol edememesi nedeniyle bir devredeki lambaların topluca bozulup sönmeye olasılığı çok daha fazladır.

3.3.1.2 Bu hususlar göz önüne alındığında, paralel devreler sadece devrede ancak birkaç tertibat mevcut olduğunda ve hassas yoğunluk dengesi kritik olmadığına (örneğin kısa bir taksi yolunda) kullanılmalıdır. Pistleri ve taksi yolları kısa olan daha küçük ölçekli havaalanlarında ışıklandırma için paralel voltaj kullanılabilir.

3.3.1.3 Arızaların etkileri. Işık armatürleri ışıklandırma devresine bağlı ise, bu armatürlerden herhangi birindeki bozuk bir lamba veya açık devre arızası ışık devresini ciddi ölçüde etkilemez ancak kısa devre arızası bir tür aşırı yüklenme durumu olacaktır ve hangi koruyucu cihazın (sigorta veya devre kesici) çalıştığına bağlı olarak, ışık devresini çalışmaz hale getirebilir.

Işıklandırma devresini korumak için, çoğunlukla lambaların her biri devrenin hat voltajı tarafına sigortayla bağlanmaktadır.

3.3.1.4 Voltaj özellikleri. Çoğu paralel tip ışık armatürü, düşük uygulama voltajları için tasarlanmıştır (300 volttan az) ve lambaların gerektirdiği devre voltajı veya voltaj düşürücü transformatörler kullanılmaktadır. Işıklar, nötrün her iki tarafında nötr ile hat voltajı arasında dönüşümlü olarak veya hat ile nötr arasında bağlı tek bir devreden beslenebilir. 120 volt hat-nötr ve 240/120 volt (240 volt hat-hat ve 120 volt hat-nötr) devreler bu devrelere örnektir. Diğer voltajlar da sıklıkla kullanılmaktadır. Genellikle paralel ışıklandırma devrelerinin kablo yalıtımının en az değeri 600 volt olup; bu değer paralel ışıklandırma devrelerinin voltajını en fazla 500 volt ile sınırlandırmaktadır.

3.3.1.5 Voltaj düşürme transformatörleri. Gücü iletmek için yüksek voltajların kullanılması hat voltajı düşüşünü azaltır; ardından da voltaj düşürücü dağıtım transformatörleri voltajı yerel dağıtım için daha uygun olan düzeye düşürür. Benzer şekilde, havaalanı ışıklandırma devrelerine gelen güç besleme (fider) devrelerinde daha yüksek voltajda olabilir ve ışıklandırma devresinin başlangıcında voltaj düşürücü transformatör ile azaltılarak, istenen devre voltajına uygun hale getirilebilir. Elbette, bu fider kabloları fider voltajı için yeterli düzeyde yalıtılmış olmalıdır. Zaman zaman besleme devreleri için uzun, düşük voltaj kablolar kullanılması tercih edilebilir (örneğin bu kabloların zaten döşenmiş ve mevcut olduğu durumlarda). Bu fiderler 600 volt yalıtımlıdır; hat düşüşü fiderlerdeki kablonun yalıtım sınırları dahilinde daha yüksek bir voltaj kullanılarak ve voltajı devre girişinde veya her bir ışık armatürünün girişinde voltaj düşürücü transformatörlerle düşürerek azaltılabilir. Fiderlerde 480 volt

kullanıp, ışıklandırma devresinde 120 volta düşürmek de bu duruma bir örnektir. Havaalanı ışıklandırma armatürlerinde 6 ila 30 voltluk voltaj aralığındaki lambaların kullanılması genellikle 120 veya 240 voltluk lambaların kullanılmasından daha etkilidir. Dolayısıyla, her bir ışık için veya bir baret içerisindeki küçük bir grup için ayrı ayrı voltaj düşürme transformatörlerinin kullanılacağı durumlarda, düşük voltajlı lamba kullanılan ışıkların seçilmesi göz önüne alınmalıdır. Ayrı ayrı sigortalı olmadığı takdirde, yukarıda belirtilen şekilde kullanılan voltaj düşürme transformatörleri yüksek reaktans tipi olmalıdır böylece ışıklandırma sisteminin bir transformatör tarafından beslenen kısmında meydana gelen kısa devre bütün sistemin arızalanmasına neden olmayacaktır.

3.3.1.6 Sabit voltaj transformatörleri. Hat voltajı düşüşü değişikliklerini dengelemek için uzun bir fider kabloyla beslenen bir ışığın bulunduğu konumda sabit voltaj transformatörü kullanmak avantajlı olabilir. Örneğin, aynı zamanda birçok fasıllı yük beslemesi de yapan uzun bir fider kabloyla beslenen bir havaalanı bini hat voltajı düşüşünün büyük ölçüde dalgalanmasına yol açar.

3.4 HAVAALANI IŞIKLANDIRMA SİSTEMLERİNİN KUMANDASI

3.4.1 Kumanda devre şeması

3.4.1.1 Havaalanı ışıklandırması için kullanılan kumanda devre şeması, çeşitli ışıklandırma sistemleri açıp kapatma veya yoğunluklarını değiştirme imkanı sağlar. Bu kumandalar manüel veya otomatik olabilir.

3.4.1.2 Yerel elle kumanda. En basit kumanda sistemi, devrenin güç besleme ünitesinde bulunan ve devreye enerji vermek veya enerjiyi kesmek için bir kişi tarafından çalıştırılan anahtardır.

Bu kumanda yöntemi bazı küçük havaalanlarında veya bazı muhtelif ilişkili ışıklandırma devrelerinde kullanılmaktadır. Bazı havaalanlarında acil durum operasyonlarında alternatif kumanda noktası olarak lokal manüel kumandalar kullanılabilir.

3.4.1.3 Uzaktan kumanda. Daha büyük havaalanlarına yönelik ışıklandırma sistemleri karmaşıktır ve düzgün kumanda edilmesi, atmosfer koşulları, günün saati, belki pilotun tercihi, bazı uçakların konumları ve manevraları ve de sahadaki diğer faaliyetler ile ilişkilidir. Bu koşullar hakkında en bilgili kişi veya kişiler hava trafik kontrolörleridir; bu nedenle havaalanı ışıklandırma kumandalarının çoğu havaalanı kontrol kulesindeki uzaktan ışıklandırma kumanda panelinde bulunmakta ve trafik kontrolörleri tarafından kullanılmaktadır. Bazı havaalanlarında kontrol kulesinden başka özel kumanda merkezleri bulunabilmektedir; bu merkezlerde operatör hava trafik kontrolörleriyle doğrudan iletişim halindedir. Uzaktan ışıklandırma kumanda paneli, çeşitli ışıklandırma devrelerinin kumanda edilebilmesini sağlamak için kumanda kablolarından oluşan bir sistemle uygun ışıklandırma deposuna bağlıdır.

3.4.1.4 Uzaktan kumanda sistemlerinin türleri. Havaalanı ışıklandırmasında çeşitli türlerde kumanda sistemleri kullanılmaktadır. Kumandalara enerji vermek için çoğunlukla alternatif akım (ac) güç kullanılmaktadır. Bu ac güç düşük dağıtım voltajında veya kumanda kablosunun uzandığı uzunluk ve iletkenin kesiti için daha uygun olan özel bir voltajda olabilir. Bu kumandalar, uzaktan kumanda panelinden doğrudan veya yardımcı röleler vasıtasıyla güç kumanda cihazına bağlanarak, kumanda cihazlarını çalıştırabilir. Bazı kumanda devrelerinde, kumanda voltajı için, özellikle de devreler arası endüktif kuplajı azaltmak amacıyla, doğrudan akım kullanılmaktadır. Çok karmaşık kumanda devreleri bulunan bazı büyük havaalanlarında, ışıklandırma düzenlerinde yapılacak uzatmalar ve değişikliklerde daha fazla esneklik sağlamak ve kumanda gerekliliklerinde yapılacak değişiklikleri kolaylaştırmak için çoklamalı kumanda sistemleri kullanılmaktadır. Bazı havaalanlarında, ya pilotlar için havadan yere ya da

kumanda devrelerine kolay erişim sağlanamayan alanlarda bulunan donanım için yerden yere olmak üzere, kumanda için radyo sinyalleri kullanılmaktadır. Bu kumanda sistemleri, ileri derecede çalışma güvenilirliği sağlayacak yetkinlikte olmalı ve mümkün olduğunca, kumanda kablosu arızalarından veya donanım arızalarından bağımsız olarak seçilen ışıklandırma düzenlerinin bütünlüğünü sağlamalıdır. Uygun olan durumlarda katı hal donanımlar kullanılabilir ancak kumanda devreleri ile ışıklandırma devresi güç donanımı arasındaki arayüzde röleler daha makbul olabilmektedir.

3.4.2 Kumanda panelleri

3.4.2.1 Birincil kumanda paneli. Birincil kumanda paneli, genellikle kontrol kulesindeki ışıklandırma kumanda masasında veya panelinde bulunur. Bu panel, operatörün kumanda düğmelerini, anahtarları, çalışan devre gösterge ışıklarını ve yoğunluk kontrollerini ve de bunlarla ilişkili özellikleri, kumanda odasındaki tüm aydınlatma koşulları altında kolayca fark etmesini sağlayacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Bunun için kumanda seçiciler için kendinden aydınlatmalı lejantlar ve gösterge lambaları için bir masa parlaklık seviyesi seçici bulunması gerekebilir. Kumanda ve gösterge kolaylıkları için standart hale getirilmiş bir yerleşim düzeninden sağlanacak avantajlar söz konusudur ve mevcut akım, standart modüler panel yerleşimlerine dönüktür. Her hizmetin kendi kumanda seçicisi ve gösterge lambaları grubu bulunmalıdır. Her pist için ayrı bir kumanda masasının bulunduğu durumlarda, kumanda masasıyla bir şema kombinasyonu oluşturabilir ancak tek bir kumanda masasının bütün havalimanına hizmet verdiği durumlarda, ayrı bir faksimile şemanın bulunması gerekebilir. Merkez hattı ışıklarının ve durdurma çubuklarının seçici anahtarlamasının kullanıldığı karmaşık taksi yönlendirme sistemleri, en iyi, taksiyolu güzergahlarına ait durdurma çubukları ve gösterge lambaları için kombine gösterge lambaları/düğmeleri bulunan bir çalıştırma şemasından kumanda edilebilir.

3.4.2.2 Faksimile şemalar. Karmaşık düzenlerin bulunduğu havaalanları için faksimile şemalar gereklidir. Bu şemalar, ayrı ayrı yerleşim düzenlerine uyacak şekilde özel olarak yapılmaktadır, dolayısıyla da kayda değer bir maliyeti bulunmaktadır. Işıkların hizmetlerinin şematik bir gösterimini sağlamak için pistler ve taksi yolları zıt renklerde gösterilmiştir. Bu amaçla fiber optik de kullanılabilir.

3.4.2.3 Kumandalar. Bu anahtarlar ve kumandalar, kolayca göze çarpan türlerde olmalı, çalışma durumu hakkında pozitif gösterge sağlamalı ve ilgili fonksiyonlarla ve devrelerle bağlantılı olacak şekilde gruplandırılmalıdır. Bu kumandalar, anahtarlarının konumu yanlışlıkla kolayca değiştirilebilecek türde olmamalıdır.

3.4.2.4 Alternatif kumanda paneli. Işıkların sistemlerinin uzaktan kumanda sistemi çalışmadığı zamanlarda çalıştırılabilmesini sağlamak için ışıklandırma depolarında veya kumanda merkezlerinde havaalanı ışıklandırmasının yerel olarak kumanda edilebilmesi sağlanmalıdır. Havaalanı işletimi için elzem olan bütün ışıklandırma sistemlerinde alternatif bir kumanda paneli bulunmalıdır.

Alternatif kumanda paneli, operatörün, yüksek voltaj donanımının veya şalt panosunun bulunduğu alana girmek zorunda kalmadan ulaşabileceği bir konumda olmalıdır.

Çoğunlukla, alternatif kumanda paneli, ışıklandırma panosunun girişine yakın, güç donanımının bulunduğu alandan ayrılmış olan bir bölümünde bulunur. Genelde sadece bir adet alternatif kumanda paneli bulunmakta olup; bu panel, ilgili ışıklandırma devrelerine güç beslemesi yapan donanımın da içinde bulunduğu depoda yer almaktadır. Dolayısıyla, her biri farklı devreleri kumanda eden birden çok alternatif kumanda paneli bulunabilmektedir.

Bazı havaalanlarında, acil durum operasyonları için, kumanda merkezinde bulunan birincil uzaktan kumanda paneline benzer, merkezi bir alternatif kumanda paneli kullanılabilir. Sabit akım re-

gülatörleri genellikle, her regülatör üzerinde, söz konusu regülatörün bakım için veya acil durum sırasında çalıştırılması için kumandalar sağlamaktadır. Genellikle bu kumandaları sadece yetkili kişilerin çalıştırmasına izin verilmektedir.

3.4.2.5 Transfer rölesi paneli. Bakım personelinin emniyeti için ve kumandaların birbiriyle çakışacak şekilde çalışmasını önlemek amacıyla, herhangi bir zamanda belirli bir devre sadece tek bir kumanda merkezinden çalıştırılabilir. Transfer rölesi panelleri, çalıştırma özelliğini birincil kumanda panelinden alternatif kumanda paneline geçirmek için kullanılır. Transfer işlemine dahil olan bütün kumanda devrelerini bulundurmamak için birden çok transfer kumanda paneli kullanılabilir; ancak genellikle bütün kumanda panelleri tek bir transfer anahtarıyla etkin hale getirilmektedir.

Transfer kumanda panelleri ve transfer anahtarı genellikle alternatif kumanda panelinin olduğu yerde bulunur.

3.4.3 Rölelerin kullanımı

3.4.3.1 Uzun kumanda devreleri için röle panelleri. Kumanda devreleri uzun olduğunda, hatlardaki voltaj düşüşü, güç kumanda cihazlarının doğrudan birincil uzaktan kumanda panelinden çalıştırılmayacağı kadar çok olabilir. Daha önceleri yeterli bir düzeyde çalıştırılabilen devreler dahi, ilave kumanda devreleri eklendikten sonra çalışmaz hale gelebilir. Daha uzun mesafede kumanda imkanı sağlamak amacıyla, güç donanımının kumandalarına enerji vermek için düşük akım bobinli röleler kullanılabilir. Bu röleler çoğunlukla birçok (16 veya üzeri) röle içeren panellerde bir araya toplanmıştır. (Bu röle panellerine zaman zaman pilot röle panelleri de denilmektedir.) Birincil uzaktan kumanda panelinden çıkan her bir kumanda hattı için bir röle bulunabilir. Bu rölelerin kontakları güç donanımı fonksiyonlarının anahtarlarına veya kumandalarına gelen gücü kumanda eder.

3.4.3.2 Sahadaki röleler. Bazı münferit görsel kolaylıklar veya kısa ışıklandırma devreleri (havaalanı binaları, rüzgar yönü göstergeleri, mania ışıklarının bölümleri, basit yaklaşma ışıklandırma sistemleri vs.) bir ışıklandırma deposundan veya yerel güç kaynağından güç alabilir.

Güç yerel bir kaynaktan sağlanıyor ise, bu ışıkları kumanda eden röle genellikle ışığın veya güç kaynağının üzerinde veya yakınında bulunur. Kumanda kabloları uzunsa, voltaj düşüşünü azaltmak için kumanda kablosunun iletkenlerinin geniş olması gerekmektedir. Röle, etkin hale getirildiğinde mevcut olan kumanda voltajından çalışacak şekilde seçilmelidir. Ayrıca, eğer röle açık alanda bulunacak ise, maruz kalacağı en ağır hava koşullarına karşı korunmasının sağlanması gerekecektir. Güvenlik için kilitlenmesini sağlayan bir özelliği de bulunmalıdır.

3.4.4 Kumandaların arabağlantıları

3.4.4.1 Çoğunlukla, havaalanındaki operasyonlar, belirli ışık kombinasyonlarının daima bir arada kullanıldığı veya başka kombinasyonların yasak olduğu yerlerdir. Örneğin;

- pist kenar ışıkları, pist eşik noktası ışıkları ve pist sonu ışıkları, gücün farklı devrelerden sağlanabilmesine rağmen, aynı anda çalıştırılabilir;
- pist kenar ışıkları, pist merkez hattı ışıkları olmadan çalıştırılabilir ancak eğer pist merkez hakkı ışıkları kullanıyor ise, pist kenar ışıklarına daima enerji verilir;
- yaklaşma ışıklandırma sistemindeki sıralı yanıp sönen ışıklar sadece sistemdeki akkor ışıklar daha yüksek yoğunluk kademelerinde olduğunda kullanılabilir;

- d) belirli bir atmosfer durumuna ilişkin yoğunluk kontrolü ayarı, yaklaşma ışıklandırma sistemini bir yoğunluk kademesinde, pist ışıklarını başka bir yoğunluk kademesinde, taksi yolu ışıklarını ise daha başka bir yoğunluk kademesinde çalıştırabilir ve
- e) kesişen pistler eş zamanlı olarak ışıklandırılmamalıdır. Ancak kumandaların ve kumanda devrelerinin uygun arabağlantılarının yapılması suretiyle, kontrolörün yapacağı işlemler kolaylaştırılarak ve hata şansı azaltılarak istenen bağlantılar elde edilebilir veya istenmeyen kombinasyonlar yasaklanabilir. Her havaalanı, kendi tesisatları ve işletme prosedürleri ile ilgili olası kumanda arabağlantısı kombinasyonlarını göz önünde bulundurmalıdır.

3.4.5 Otomatik kumandalar

3.4.5.1 Bazı havaalanı ışıklandırma yardımcısı türleri otomatik kumandalarla uzaktan yeterli bir şekilde kumanda edilebilmektedir. Bu otomatik kumandalar genellikle daha küçük ölçekli havalimanlarında kullanılmaktadır ancak büyük havaalanlarında, özellikle de kumanda devreleriyle kolay bağlantı kurulamayan lokasyonlarda, kritiklik düzeyi daha az olan görsel kolaylıklar için kullanılabilir. Kritiklik düzeyi daha az olan alanlarda havaalanı binalarına, rüzgar yönü göstergelerine ve mania ışıklarına enerji vermek ve verilen enerjiyi kesmek için fotoelektrik kumandalar kullanılabilir. Bu kumandalar genellikle gökyüzü aydınlık şiddeti seviyelerine göre etkin hale getirilmektedir. Bu kumandaların çoğu gökyüzünün kuzeyindeki aydınlık şiddeti yaklaşık 400 lüks seviyesine düştüğünde devreye enerji vermekte, aydınlık şiddeti 600 lüks seviyesine çıktığında ise devrenin enerjisini kesmektedir. Sadece aletsiz yetkinliklerin bulunduğu havaalanlarında havaalanı ışıklandırmasını otomatik olarak kumanda etmek için saatli kumandalar kullanılabilir. Saatli kumandalar, enerji tasarrufu için gece belli bir saatten sonra görsel kolaylıkların kapatıldığı havaalanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Buz, kar veya buğu oluşmasını veya birikmesini önlemek üzere bazı görsel kolaylıkların ısıtıcılarını etkin hale getirmek için termal kumandalar kullanılabilir. Bu termal kumandalar, pek çok farklı sıcaklıklarda sabit veya ayarlanabilir kumanda özelliğiyle sağlanabilmektedir. Bazı tesisatlarda, belirli ışıklandırma devrelerinin otomatik kumandasını geçersiz kılmak için manüel kumandaya ihtiyaç duyulabilmektedir.

3.4.6 Radyo/telsiz uzaktan kumandalar

3.4.6.1 Havaalanı ışıklandırma sistemlerini kumanda etmek için hava aracından gönderilen telsiz sinyalleri, daha küçük ölçekli havaalanlarında bir kaç yıldır sınırlı ölçüde kullanılmaktadır. Bu kumanda yönteminin kendi içinde, pilota istediği ışık yoğunluğunu seçme imkanı vermesi, yüksek maliyetli kumanda kablolarına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırması ve ışıklandırma sistemine ihtiyaç duyulmadığında sistemin enerjisini kesmek suretiyle güç tasarrufu sağlaması gibi bazı avantajları bulunmaktadır. Uçaktan yere, yerden yere ve uçak-yer ile yer-yer sistemlerinin birlikte kullanıldığı sistemlere yönelik radyo/telsiz kumandalar mevcuttur. Radyo/telsiz kumanda, ışıklandırma devrelerine enerji vermenin yanı sıra yoğunluk kontrolü de sağlayabilir. Radyo/telsiz kumandaların çoğu ışıklandırma devrelerinin enerjisini son kontakten 15 ila 60 dakika sonra otomatik olarak keser. Radyo/telsiz kumandalar, pist kenar ışıklarını, taksi yolu kenar ışıklarını, basit yaklaşma ışıklandırma sistemlerini, görerek yaklaşma eğim gösterge sistemlerini ayrı ayrı sistemler şeklinde veya önceden belirlenmiş kombinasyonlar halinde kumanda etmek için kullanılmaktadır. Havaalanı ışıklandırma sistemlerinin hava aracından radyo/telsiz kumandası sadece trafik kontrolü bulunmayan havaalanlarında veya diğer havaalanlarında trafik kontrolünün çalışmadığı zamanlarda kullanılmalıdır. Radyo/telsiz kumandalı olmaması gereken ışıklandırma sistemleri arasında mania ışıkları, havaalanı binaları, hassas yaklaşma ışıklandırma sistemleri, pist merkez hattı ışıkları ve konma bölgesi ışıkları yer almaktadır.

3.4.6.2 Uçaktan yere çalışma sisteminde, havaalanında sadece bir alıcı ve bir dekoder kuruludur. Etkinleştirme sinyali, bir uçak haberleşme alıcısının mikrofonunu ayarlamak suretiyle elde edilen belirli

bir seri kısa tık sesiyle sağlanabilir. Yerden yere kumanda çoğunlukla kablolu kumanda devreleri bulunmadığında veya döşenmesi elverişli olmadığında kullanılmaktadır. Yerden yere kumanda sadece kablolar döşenene kadar geçici olarak ya da bilhassa uzak lokasyonlarda kalıcı olarak kullanılabilir.

3.5 LAMBALAR

3.5.1 Akkor lambaların özellikleri

3.5.1.1 Havaalanı ışıklandırma sistemlerine kurulan tertibatların çoğunda akkor lambalar kullanılmaktadır. Akkor lambaların aşağıdaki özellikleri, havaalanı ışıklandırma devrelerinin tasarımı ile ilgilidir.

3.5.1.2 Şekil 3-8’de ve Tablo 3-1’de görüldüğü üzere, akkor lambaların ışıksal geriverimi, lamba ömrü, güç tüketimi ve etkinliği (verimliliği), uygulanan voltajın veya akımının karmaşık bir fonksiyonudur. Örneğin, bir lambaya uygulanan anma voltaj değerinden yüzde beş daha fazla ise, lambanın ışıksal geriverimi anma ışıksal geriveriminin yaklaşık yüzde 120’si civarında, lamba ömrü ise tasarlanan kullanım ömrünün yaklaşık yarısı kadar olacaktır. Lamba akımındaki değişikliklerin etkileri daha büyüktür. Bir lambadan geçen akım anma akımının yüzde beş üzerinde ise, lambanın ışıksal geriverimi anma ışıksal geriveriminin yaklaşık yüzde 135’si civarında, lamba ömrü ise tasarlanan kullanım ömrünün yaklaşık onda üçü kadar olacaktır. Bu değerler, uygulanan voltajın veya akımının yakın kontrol altında tutulması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 3-1. Lamba Üsleri Tablosu

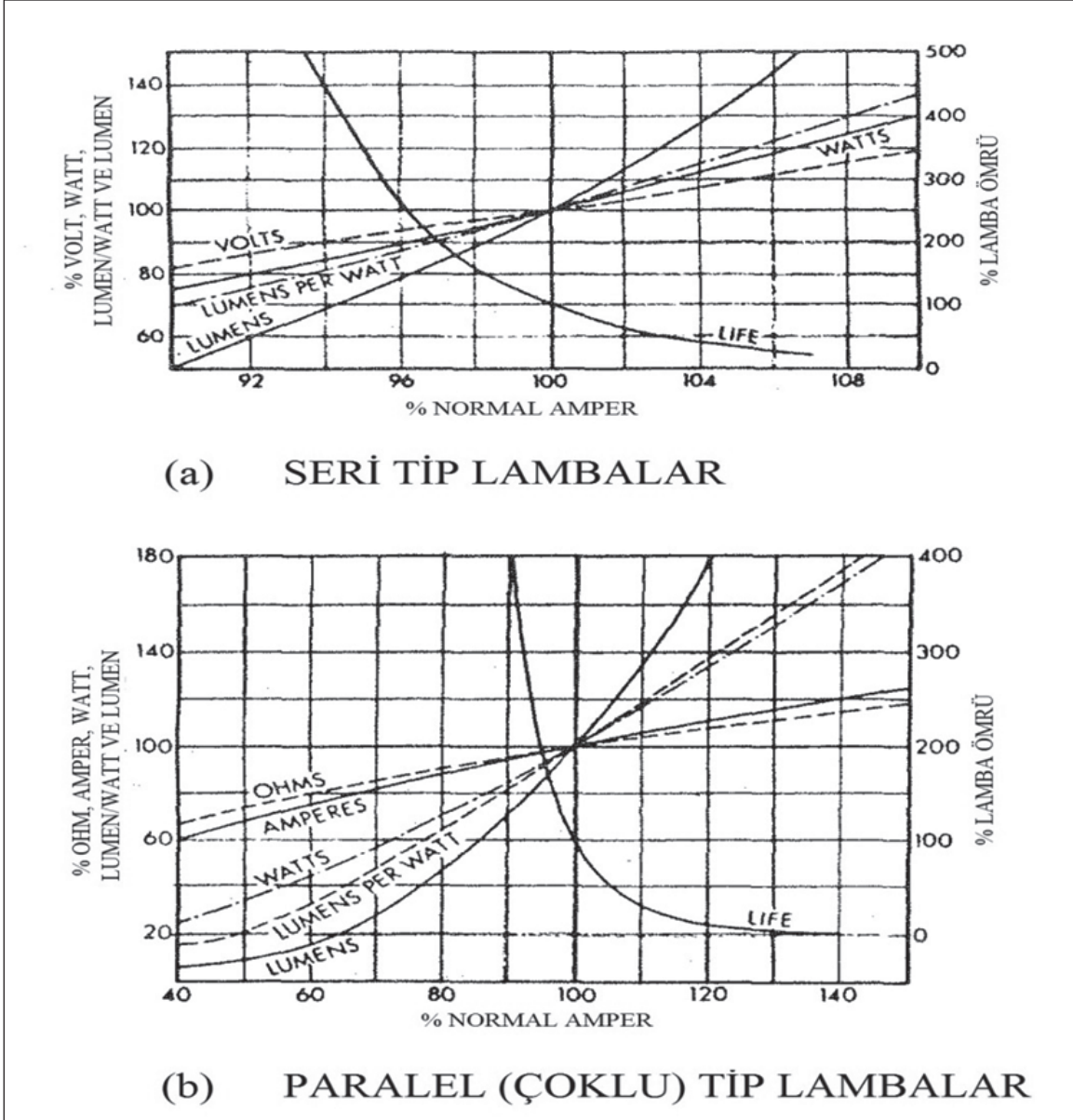
Geriverim	=	(volt) 3.38	=	(amper)
GERİVERİM		(VOLT)		(AMPER)
Lamba Ömrü	=	(volt) 13.1	=	(amper) 24.1
Lamba Ömrü		(VOLT)		(AMPER)
Watt	=	(volt) 1.54	=	(amper)2.85
WATT		(VOLT)		(AMPER)
Amper	=	(volt) 0.54		
AMPER		(VOLT)		

Not: Büyük harfler anma değerlerini göstermektedir.

3.5.1.3 Bir havaalanı ışıklandırma sisteminin tasarımcısı, havaalanındaki belirli ışık armatürlerinde kullanılacak lambaların seçiminde bir miktar serbestliğe sahip olup, seri lamba, düşük voltaj çoklu lamba veya yüksek voltaj çoklu lamba seçebilir. Bu seçimi ilgilendiren başlıca faktörler şunlardır:

- seri lambalardaki voltaj düşüşü genellikle “düşük voltaj” kategorisine girmektedir; 6.6 amper, 200 watt’lık bir pist kenar ışığındaki voltaj düşüşü 30 volttur; 20 amper, 500 watt’lık bir yaklaşma ışığı lambasındaki voltaj düşüşü ise 25 volttur;

- b) tasarım toleranslarındaki farklılıklardan ötürü, seri lambalar paralel devrelerde kullanılmamalıdır; aynı şekilde çoklu lambalar da seri devrelerde kullanılmamalıdır ve
- c) belirli bir anma güç tüketimi ve ışıksal geriverim değeri için, "düşük voltaj" lambaların ömrü, "yüksek voltaj" lambalardan daha yüksek olacaktır.



Şekil 3-8. Akım ve voltaj değişikliklerinin akkor lambaların çalışma özellikleri üzerindeki etkileri

3.5.1.4 Tungsten-halojen lambalar. Günümüzde havaalanı ışıklandırmasında kullanılmakta olan lambaların çoğu tungsten halojen lambalardır. Bu lambaların filamanları, gaz dolusunda kullanılan klasik soy gazlara ek olarak az miktarda iyot gibi halojen içeren küçük kuvars tüplerin içindedir. Filaman ısıtıldığında, filamandan buharlaşan tungsten, lamba zarfının iç duvarları üzerinde yoğunlaşır. Buharlaşan halojen yoğunlaşan tungsten ile birleşerek buhar oluşturur. Bu buhar, sıcak filamana doğru giderek,

* Bu bölümde kullanılan "yüksek voltaj" ifadesi normalde ev tipi ışıklarda kullanılan voltaj anlamına gelmektedir.

burada ayrılır ve tungsten yeniden filamanın üzerinde çöker. Bu işlem, lamba ampulünün kararmasını azaltır, lambanın ömrünü artırır, ışık yoğunluğunu daha iyi sürdürür ve lambanın verimliliğini artırır. Ancak lambaların maliyeti de artar.

3.5.2 Gaz boşalmalı (deşarj) lambaların özellikleri

3.5.2.1 Sıralı yanıp sönen yaklaşma ışıklarının lambaları ("stroboskoplar"). Sıralı yanıp sönen yaklaşma ışıklarında kullanılan lambalar akkor lamba değil; gazlı, kondansatördeşarj ışıklarıdır. Bu lamba, argon veya kripton gibi bir soy gaz içeren ve gazın içinde ark oluştuğunda ışık veren, çeşitli biçimlerde şekil verilebilen bir tüptür. Güç beslemesi elektrik kondansatörlerini yüklenilerek, arka güç verir ve tetikleme sinyalinin uygulanması üzerine arkın başlatılması için bir tetikleme voltajı sağlar. Gazın içerisindeki ark, kısa süreli (mikrosaniyeler), yüksek yoğunlukta ani bir ışık verir; bu da kondansatörlerin yükünün hızla harcanarak, arkın söndürülmesini sağlar. Güç beslemesi ve lamba için çok yüksek voltajlar kullanılması söz konusudur.

Işıklandırma sistemi tasarlanırken bu tehlike göz önüne alınmalıdır. Bu ışıkların pik yoğunluğu çok yüksek olabilir ancak kısa sürelidir. Yayılan ışığın etkin yoğunluğunun ve görsel kolaylık olarak etkililik düzeyinin belirlenmesi için yanıp sönen ışık da entegre edilmelidir. Bu ışıkların yanıp sönmeye sıklığı, kondansatörlerin yeniden şarj edilmesi için gereken süreyle sınırlı olup, genellikle saniyede sadece birkaç kezdir. Işığın geriverim değeri, ayarlı bir güç kaynağı bulunmadığı sürece, ışık tertibatına uygulanan voltajın karesiyle orantılıdır.

3.5.2.2 Diğer gazlıdeşarj lambaları. Gazlıdeşarj lambalarının verimliliğinin daha yüksek olması, bu lambaların kullanımını teşvik etmektedir. Bu lambaların çeşitleri arasında flüoresan, cıva buharlı, metal halide ve düşük veya yüksek basınçlı sodyum buharlı ışıklar yer almaktadır. Bu tür ışıkların kullanımı genellikle, apron alanları gibi alanların aydınlatılmasıyla sınırlıdır ancak bazı taksit yolu ışıklarında ve aydınlatma tabelalarında flüoresan lambalar kullanılmaktadır.

Bu lamba türlerinin kullanılması düşünülen durumlarda, aşağıdaki etkenler araştırılmalıdır.

- Yeniden başlatma. Bu lambaların bazıları ark söndürüldükten sonra birkaç saniye ile birkaç dakika boyunca yeniden başlatılamaz. Güç kesintileri veya anahtarlaması, kritik zamanlarda ışıkların kaybedilmesine yol açabilir. Diğer tipteki lambalarla acil durum ışıklandırması tercih edilebilir.
- Soğuk başlatma. Bu lambalardan bazıları düşük ortam sıcaklıklarında başlatılamaz veya zor başlatılır.
- Yoğunluk kontrolü. Bu lambalarda yoğunlukla yoğunluk kontrol özelliği bulunmaz veya akkor lambalara kıyasla sınırlı bir kontrol aralığı mevcuttur.
- Stroboskopik etkiler. Lambaların stroboskopik etkileri rahatsız edici olabilir. Alanların aydınlatılması için kullanım da dahil olmak üzere, bu tür ışıklar kullanıldığında ışıkların bağlanmasında denge sağlanarak üç fazlı elektrik besleme sistemlerinin kullanımını tercih edilebilir.
- Renk kayması. Genelde, bu lambalardan yayılan ışık görülür tayfin sadece belirli bir kısmını kapsar. Bu durum renk kodlamasının fark edilmesini zorlaştırır zira gazlıdeşarj lambalarla aydınlatmada renkler olağan görünümünde olmayabilmektedir. Bu durumdan özellikle "kırmızı" renk etkilenir.

3.6. HAVAALANI IŞIKLANDIRMASINDA BÜTÜNLÜĞÜN VE GÜVENİLİRLİĞİN SAĞLANMASINA YÖNELİK YÖNTEMLER

3.6.1 Terimlerin tanımları

3.6.6.1 Havaalanı ışıklandırması bağlamında bütünlük ve güvenilirlik terimleri, kolayca tanımlanan veya ölçülen net terimler değildir. Bu terimlerin tanımlanmasına yönelik geçmiş çalışmalar sonucunda, güvenilirliğin bileşen arızaları arasındaki ortalama süre meselesi, bütünlüğün ise sistemin genelinde arıza durumunda ayakta kalabilmesi gibi hususları içeren bir mesele olduğu görülmektedir. Görsel kolaylıkların, görsel olmayan kolaylıklardakine benzer bir bütünlüğe ve güvenilirliğe sahip olması gerektiği düşünülmektedir.→ Dolayısıyla, güvenilirlik bileşenlerin seçiminden ve operasyonel kullanımdan etkilenir; bütünlük ise sistemlerin tasarım ve kurulumundan ve de donanımın bakım çalışmalarından etkilenir.→

Mevcut bir görsel kolaylığın güvenilirliğinin ne olduğunu ifade etmek güçtür. Genel olarak, iyi tasarlanmış ve iyi bakılmakta olan görsel kolaylıkların çok yüksek bir bütünlüğe sahip olduğu ve kritik bir anda arıza meydana gelme olasılığının son derece düşük olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, bütünlüğü ve güvenilirliği artırmak için makul olan her türlü çaba sarf edilmelidir.→ Bütünlüğü ve güvenilirliği etkileyen elektrik faktörleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:→

- a) Devre arızası;
- b) Güç besleme arızası ve
- c) Kumanda devresi arızası.

3.6.2 Elektriksel bütünlüğün ve güvenilirliğin geliştirilmesine yönelik araç ve yöntemlerin özeti

3.6.2.1 Devre arızasının azaltılması. Bir devre arızasının tüm ışıklandırma sisteminin gitmesine neden olmasını önlemek amacıyla birkaç devre kullanmak standart bir uygulamadır.

Yaklaşma ve pist eşiği ışıklandırmasında kimi zaman dört devre kullanılmaktadır. Devrelerden biri eşik ışıklarında, üçü ise yaklaşma ışıklandırma sisteminde kullanılmaktadır.

Bu son üç devre, devrelerden birinin bozulması durumunda, her üç baretten sadece üçüncüsü çalışmayacak şekilde tasarlanmıştır. Bir ışıklandırma düzeni birkaç devreden besleniyorsa, her devrenin söz konusu düzenin belirli bir coğrafi kesimini beslemesi şeklinde bir uygulama tavsiye edilmemektedir çünkü bir devrenin gitmesi düzeni tamamen farklı bir şeye dönüştürebilir. Örneğin, bir merkez hattı ile beş yatay çubuktan oluşan bir yaklaşma ışıklandırma düzeni, eğer iki yarısı iki ayrı devreyle besleniyorsa, tek bir devrenin gitmesiyle, bir merkez hatlı ve beş çubuklu sistemden, bir merkez hatlı ve üç çubuklu bir sisteme dönüşebilir.

3.6.2.2 Güç besleme arızasının azaltılması. Işıklandırma sistemine sürekli güç beslemesi sağlamak için çeşitli adımlar atılabilir.→ En basit ve en güvenilir adımlardan biri, gücün kesilmesi durumunda otomatik olarak çalışma kapasitesine sahip iki farklı jeneratörden sağlanan alternatif güç kaynaklarının bulunmasıdır.→ Güç kesintisi ile alternatif sistemden akımın gelmesi arasındaki süreyi çok kısa bir zaman aralığına indirecek donanım geliştirilmiştir.→ Hassas yaklaşma pistleriyle bağlantılı olarak kurulan donanımlar için 0.3 ila 0.5 saniye gibi düşük geçiş hızları sağlanmaktadır. Diğer sistemler için geçiş hızları 10 ila 20 saniye arasında değişiklik göstermektedir. Kullanılan bir başka usul ise, düşük görüş koşulları veya fırtına beklenmesi gibi kritik zamanlarda sürekli olarak ikincil jeneratörlerden çalıştırmaktır. Jeneratörün arızalanması durumunda, birincil güç kaynağına geçiş yapılır. Bu sistemler ve düzenekler 2. Bölümde tartışılmaktadır.

3.6.2.3 Kumanda devresi arızasının azaltılması. Zaman zaman alternatif kumanda devreleri ihmal edilmektedir.- Işıklıandırma devrelerine özel ihtimam gösterilmekte ve bu devreler için ikincil güç beslemeleri sağlanmaktadır ancak ışıkların kontrol kulesinden kumanda edilmesi için alternatif devrelerin temin edilmesi hususu göz ardı edilmektedir. Kumanda devresinin arızalanma olasılığı, ışıklandırma devresinin arızalanma olasılığına eşit olabilir ve çift kumanda devreleri sağlanmalıdır.-

3.6.2.4 Bütünlüğe ve güvenilirliğe yönelik tasarım yapılması. Havaalanı ışıklandırma sistemlerinin tasarımı ve kurulumu, bütünlüğü ve güvenilirliği, bileşenlerin seçilmesi ve devrelerin serpiştirilmesinden başka yollarla da etkileyebilmektedir. Bu özellikler çoğu zaman bakımı azaltmak ve sadeleştirmek için kullanılanlarla aynıdır. Tasarım kararlarında belirlenen özelliklerden bazıları, kabloların doğrudan gömmek yerine elektrik boruları (kanallar) içine çekilmesi, yüzeydeki trafiğin sık sık ışık armatürleriyle çakıştığı alanlarda yükseltilmiş ışıklar yerine gömme ışıkların kullanılması,- yıldırımın ve yüksek voltaj dalgalanmalarının etkilerini azaltmak için topraklama teli devrelerinin bulunması, nem yoğunlaşmasını ve buzlanma problemlerini ortadan kaldırmak için ışık armatürlerinin ısıtma elemanlarıyla donatılması vb. şeklindedir. Güvenilirlik ve bütünlük tasarım ve kurulum sırasında göz önüne alınması gereken faktörlerdir.-

3.7. HAVAALANI IŞIKLANDIRMA DEVRELERİNİN İZLENMESİ

3.7.1. İzleme yöntemleri

3.7.1.1. Annex 14'ün 8.3 sayılı maddesinde, ışıklandırma sisteminin güvenilirliğini sağlamak için görsel kolaylıkları izleme sisteminin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Bu izleme işlemi, görsel gözlemlerle veya otomatik sensörlerle yapılabilir. Hava Trafik Kontrol biriminin gördükleri ve pilotların rapor ettikleri durumlar haricinde, görsel izleme nadiren kullanılmaktadır. Kullanılmakta olan bazı ışıklandırma izleme sistemleri, sadece devreleri kumanda eden anahtarların AÇIK konuma geçirildiği veya bir devredeki bir ya da daha fazla ışığın arızalandığını gösteren gösterge ışıklarından oluşmaktadır. Güvenilir bir izleme sistemi kesinlikle tercih sebebidir; ancak kısmi veya eksik bir izleme sistemi güvenilirliğe yardımcı olmak yerine engel olan bir güvenlik hissi yaratabilir. Örneğin, sadece anahtar konumuna veya kumanda rölesinin çalışmasına yanıt veren gösterge ışıkları arızalı bir sabit akım regülatörünü veya bozuk bir ışıklandırma devresini tespit edemeyebilir veya lamba arızalarını tespit etmeye yönelik güç dalga biçimi bozulma monitörleri, ışıklandırma devrelerindeki arızalara veya güç kesintisine ya da kumanda cihazlarındaki arızalara yanıt vermeyebilir.

3.7.2. İzleme cihazlarının tasarımı

3.7.2.1. Havaalanı ışıkları için ideal izleme cihazı, her ışığın yoğunluğunu gözlemleneceği yönden ölçer ve her türlü eksikliğin yerini ve miktarını gösterir. Bu tür bir izleme sisteminin kullanılması elverişli veya mümkün olmayabilir. İzleme cihazlarının tasarımı sırasında, yardımcı olabilecek ilgili bilgilerin yanı sıra bu cihazların tespit edebileceği arızalar da dikkate alınmalıdır. Bazı cihazlar, göstergenin sağlamadığı önemli bilgiler algılayabilir. İzleme sisteminin kullanma talimatlarında, sistemin kapasitesinin yanı sıra sınırlılıkları da açıklanmalıdır. Genellikle ölçülen nicel değerler, akım, voltaj, güç, dalga biçimi, zaman ve fotoelektrik emisyonudur. Bu verileri kaydeden cihaz da bir tür izleme cihazıdır ancak bu tür bilgiler acil müdahale için veya otomatik tedbirler alınması için nadiren kullanılmaktadır.

3.7.3. İzleme cihazı sınıfları

3.7.3.1. İzleme cihazları aktif veya pasif olarak sınıflandırılabilir. Aktif izleme cihazları özel bir durum algılandığında veya söz konusu durum meydana geldikten belirli bir süre sonra, önceden belirlenmiş

olan işlemi gerçekleştirir. Bu sınıfa giren izleme cihazı örnekleri arasında, birincil güç kaynağı kesildiğinde motor jeneratör grubunu otomatik olarak başlatan birincil güç kaynağı voltaj sensörleri veya ışıklar 15 dakika boyunca tam yoğunlukta yandıktan sonra otomatik olarak daha düşük bir yoğunluk kademesine geçiren ve bir alarm çalan ve/veya gösterge lambasına enerji veren yüksek yoğunluk zaman limiti kontrolü yer almaktadır.”

Pasif izleme cihazları, önceden belirlenmiş olan bir durum meydana geldiğinde gösterge lambası veya zil sesi gibi sinyal verir ancak sistemlerin hiçbirinin çalışmasında değişiklik yapmaz. Operatör olarak görev yapan kişinin bu sinyalin ne anlama geldiğini değerlendirerek uygun tedbiri alması gerekmektedir. Pasif izleme örnekleri arasında, önceden seçilmiş sayıdaki ışıklar çalışmaz duruma geldiğinde alarm veren, sıralı yanıp sönen ışık monitörü veya belirli devrelere enerji verildiğini ve bu devrelerin çalıştığını gösteren gösterge lambası yer almaktadır.

3.7.4. İzleme cihazını geçersiz kılma kumandaları

3.7.4.1. Çoğu zaman izleme cihazının çalışmasını geçersiz kılmak veya engellemek için kullanılabilecek kumandalar veya usuller bulunmaktadır. Operatör, özel bir devreyi aktif hale getirerek veya bir kumandayı yeniden ayarlayarak, yeni veya belirsiz bir süre boyunca herhangi bir değişiklik yapılmadan sistem çalışmasını sürdürebilir. İzleme cihazı, sistemin istenmeyen bir çalışma durumunda olduğundan operatörün haberdar olmasını sağlamak için, devre dışı bırakıldığında bile yanıtı gösteren bir sinyal verebilir. Yaklaşma sırasında ışıkların otomatik olarak daha düşük bir yoğunluğa geçmemesini sağlamak amacıyla, düşük görüş koşullarında her yaklaşmanın başında zamanlayıcının tam yoğunlukta çalışmaya ayarlanması bu duruma bir örnektir.

3.8. RADYO SEYRÜSEFER YARDIMCILARINA İLİŞKİN ELEKTRİK DEVRELERİ

3.8.1. Radyo seyrüsefer yardımcıları türleri

3.8.1.1. Havaalanında veya havaalanı yakınlarında bulunabilecek ve havaalanının güç sisteminden ya da ayrı bir sistem olarak elektrik gücüne ihtiyaç duyulan radyo seyrüsefer yardımcıları türleri havaalanına göre değişiklik göstermektedir. Bu radyo seyrüsefer yardımcıları arasında çoğunlukla aletli iniş sistemleri (ILS), çok yüksek frekanslı, tüm istikametlere açık telsiz menzili (VOR), yönsel olmayan bıkın (NDB), yön bulma (DF) kolaylıkları, hassas yaklaşma radar sistemleri, mesafe ölçüm cihazı (DME), hava gözlem radarı (ASR) ve benzeri donanım yer almaktadır. Çoğu havaalanı bu cihazlardan bazılarıyla donatılmış olup, elektrik gücü gereksinimlerine özel dikkat gösterilmesi gerekebilmektedir. II. ve III. kategori operasyonlar için ILS'nin, I. kategori operasyonlar için gerekli olandan daha hassas bir donanım olduğunu belirtmek gerekir.

3.8.2. Elektriksel karakteristikler

3.8.2.1. Radyo seyrüsefer yardımcılarında kullanılan elektrik gücü genellikle alternatif akımdır (ac). İkincil güç kaynaklarına yol vermek ve bazı kesintisiz güç sistemlerine enerji beslemek için aküler kullanılabilir. Bu alternatif akım genellikle 50 ya da 60 hertz'dir.

3.8.2.2. Birincil güç. Havaalanında veya havaalanının yakınlarında bulunan radyo seyrüsefer cihazları için, birincil güç kaynağı genellikle havaalanının birincil güç kaynağıyla aynı olmaktadır. Bu kaynaklar 2.1.2 sayılı maddede ele alınmaktadır. Radyo seyrüsefer yardımcıları için gereken toplam kilowatt de-

** Yoğunluğun otomatik olarak yeniden ayarlanması, bu değişiklik pilot yaklaşmasının kritik bir bölümündeyken yapılabileceğinden tercih edilmemektedir.

ğerleri genellikle çok fazla olmadığından, bu tesisatlara giriş gücü çoğunlukla ara voltaj seviyesinde iletilmekte ve söz konusu donanım için uygun voltaja düşürülmek üzere yerel dağıtım transformatörlerine beslenmektedir.

3.8.2.3. İkincil güç. Bu radyo seyrüsefer yardımcıları, hava aracı cihazlarının yönlendirilmesine yönelik sinyaller verdiği için ve en azından bazı durumlarda operasyon için zaruri nitelikte olduklarından, Annex 10, Cilt I, Kısım 1, Bölüm 2’de bu radyo/telsiz yardımcılarının çoğu için ikincil güç kaynaklarının bulunması öngörülmektedir. Bu radyo seyrüsefer yardımcılarının bazıları için geçiş süresi Tablo 2-1’de gösterilmiş ve bu el kitabının 2.2 ve 2.3 sayılı maddelerinde ele alınmıştır. Radyo seyrüsefer yardımcıları çoğunlukla izole alanlarda veya elektrik gücü gereken diğer binalardan iyice ayrılmış alanlarda bulunmaktadır. İkincil güç, genellikle motor jeneratör güç üniteleriyle verilmektedir çünkü ihtiyaç duyulan güç miktarı için, ikincil güç tesis etmek söz konusu bölgeye ikinci bir fider tesis etmekten daha ekonomik olabilmektedir. Bağımsız bir güç kaynağı kullanılıyorsa, bu kaynaktan gelen fider ayrı bir kanalda hatta birincil güç fiderinden ayrı bir güzergahta olmalıdır. Radyo seyrüsefer yardımcılarının bazıları kesintisiz güç kaynağı gerektirme olasılığı havaalanı ışıklandırma sistemlerinden daha fazladır. Bazı radyo seyrüsefer yardımcıları ve ilgili bilgisayarlar için Şekil 2-3’te gösterilen artık konfigürasyon sıklıkla tavsiye edilebilmektedir.

3.8.2.4. Topraklama. Radyo seyrüsefer yardımcıları, havaalanı ışıklandırma sistemlerine kıyasla daha düşük direnç ve daha kararlı topraklama gerektirmektedir. 2.5.14 sayılı maddede ele alınan topraklama hususları geçerlidir ancak topraklama şebekeleri daha çok gereklidir. Gerek radyo/telsiz yardımcılarının binasındaki gerekse antendeki elektrik sisteminin topraklama gereklilikleri dikkatle değerlendirilmelidir. Antenlerin bazıları kimi yerlerde özel topraklama yüzeyleri gerektirebilir. Bazı radyo seyrüsefer yardımcıları için topraklama sistemlerinin korozyondan korunmasına ihtiyaç duyulabilir.

3.8.2.5. Paratonerler. Radyo seyrüsefer yardımcıları için yıldırımdan ve ani dalgalanmadan koruma çoğu elektrik sisteminden daha önemlidir çünkü radyo sinyalleri daha kolay etkilenmektedir ve antenler sık sık yıldırım çarpmasına hedef olmaktadır. Yıldırımdan korunma konusu 2.5.12 sayılı maddede ele alınmaktadır. Ayrıca bu radyo/telsiz yardımcılarda çoğunlukla voltaja ve güç dalgalanmalarına karşı hassas olan katı hal cihazları kullanılmaktadır. Yıldırım ve güç dalgalanması problemlerini ortadan kaldırmak veya azaltmak amacıyla, katı hal cihazlarına dc güç sağlamak için çoğunlukla aküler ve dönüştürücüler kullanılmaktadır.

3.8.2.6. Anten dizilerine beslemeler. Radyo/telsiz donanım ile anten arasındaki kablolama çoğu zaman özel işlem gerektirmektedir. Bu sinyalleri taşımak için genellikle koaksiyel kablolar kullanılmaktadır. Kablonun sinyal üreticinin çıkışı ile anten girişi arasında doğru bir empedans sağlaması gerekli olabilir ancak aynı zamanda frekans fazlama için doğru uzunlukta olması da gerekebilmektedir. Radyo/telsiz donanımda kablo ihtiyaçları çoğunlukla açık bir şekilde belirtilmektedir ancak bazı radyo/telsiz yardımcılarda bu detaylar temin edilmemiş olabilir. Anten dizilerine beslemeler, donanımın tedarikçisiyle ve anten ve radyo/telsiz donanımının kurulumunu yapan kişilerle birlikte dikkatli bir şekilde koordine edilmelidir.

3.8.3. Radyo seyrüsefer yardımcılarının kumanda devreleri

3.8.3.1. Kumanda devrelerinin kullanımları. Radyo seyrüsefer yardımcılarının kumanda devreleri esas itibarıyla sistemlere enerji vermek ve verilen enerjiyi kesmek, birincil veya yedek ya da alternatif vericiden aktarma yapmak ve birincil ya da ikincil güç kaynağından aktarma yapmak için kullanılmaktadır.

3.8.3.2. Kumanda devrelerinin türleri. Radyo seyrüsefer yardımcıları havaalanında ya da birkaç mil uzaklıkta bulunabilir. Çoğu radyo seyrüsefer yardımcısı vericinin bulunduğu yerde yerel kumanda veya bir ya da daha fazla hava trafik kontrol ya da donanım kumanda yerinde uzaktan kumanda sağlayabilir. Radyo/telsiz yardımcılar havaalanında veya havaalanı yakınların bulunuyorsa ve kumandalar nispeten basit ise, havaalanı ışıklandırmasında kullanılan benzer ac veya dc güç kumanda devreleri kullanılabilir. Bu kumanda devreleri kılavuz olarak 3.4.1.4, 3.4.2.3, 3.4.3.1 ve 3.4.3.2 sayılı maddelerde ele alınmaktadır. Mesafeler fazla ise veya kumanda devreleri karmaşık ise, uzaktan kumanda için çoğunlukla telefon devreleri kullanılmaktadır. Bir, iki veya üç haneli belirli bir kod tuşlanarak, istenen anahtarlama elde edilebilir. Telefon tuşuyla kumanda sistemi, çok karmaşık sistemleri kumanda etmek için genişletilebilecek çoklamalı bir kumanda şeklindedir.

3.8.4. Radyo seyrüsefer yardımcılarının güvenilirliği ve bütünlüğü

3.8.4.1. 3.6.1 sayılı maddede ele alındığı üzere, görsel olmayan yardımcılarının (radyo seyrüsefer yardımcılarının) güvenilirliği ve bütünlüğü görsel kolaylıklarına benzer olmalıdır. Havaalanı ışıklandırmasını etkileyen devre arızası, güç kaynağı arızası ve kumanda devresi arızası gibi elektriksel ilgili faktörlere ek olarak, radyo seyrüsefer yardımcılarının, çeşitli özellikleri kabul edilebilir toleranslar dahilinde olan bir sinyal iletilmesi gerekmektedir. Bu sinyal özellikleri ve bu yardımcılara ilişkin toleranslar Annex 10, Cilt I, Kısım 1, Bölüm 3'te ele alınmaktadır. Donanımın sadece çalışır durumda ve sinyal gönderiyor olması değil aynı zamanda kabul edilebilir bir sinyal güvencesi için izlenmesi gerekmektedir. Genellikle hiç sinyal olmaması kötü sinyale tercih edilir. Güvenilirliği artırmak için, pek çok radyo seyrüsefer yardımcısının, birincil vericinin veya yetersiz sinyalin kesilmesi üzerine enerji verilerek üretime geçmeye hazır hale gelen alternatif vericileri bulunmaktadır. Radyo seyrüsefer yardımcılarında çoğunlukla, birincil güç kaynağının kesilmesi halinde otomatik olarak gücü üstlenen ayrı ikincil güç kaynakları bulunmaktadır. Kumanda sistemi, söz konusu yardımcı uzaktan elle kumanda vasıtasıyla çalıştırılmakta iken kumandanın bozulması durumunda radyo/telsiz yardımcının çalışmaya devam edeceği ve otomatik kumandaya geçeceği şekilde tasarlanmalıdır. Annex 10, Kısım I, Ek F'de radyo seyrüsefer yardımcılarının güvenilirliğine ve hazır bulunurluğuna ilişkin ilave kılavuz materyal yer almaktadır.

3.8.5. Radyo seyrüsefer yardımcılarının izlenmesi

3.8.5.1 Sinyal izleme. Donanıma enerji verildiğini gösteren ışıklar haricinde, radyo seyrüsefer yardımcılarının izlenmesi, sinyalin kabul edilebilir olup olmadığını tespit etmeye yönelik otomatik sensörler gerektirir. Donanımın çalışan kısımlarının ve sinyalin çeşitli özelliklerinin izlenmesi gerekebilir. Bu radyo/telsiz yardımcılara ilişkin sinyal kalitesinin izlenmesi Annex 10, Cilt I, Kısım 1, Bölüm 3'te ele alınmaktadır. İzleme cihazının otomatik olarak alternatif vericiye geçmesi veya söz konusu donanımı devre dışı bırakması ve de belirlenen kontrol noktalarına iletilen sinyal eksiklikleri hakkında sinyal vermesi gerekebilir. Zarureti daha az olan diğer radyo seyrüsefer yardımcılarının kontrol noktalarında çalışma durumunun yeterli düzeyde olup olmadığını gösteren izleme cihazları bulunabilir. Çalışma durumu yeterli düzeyde değilse, operatör gerekli aktarma işlemlerini yapabilir. Kritik sinyal gereklilikleri olan radyo/telsiz yardımcılar için, alternatif vericiden yeterli sinyal alınmıyorsa, izleme cihazı, yetersiz sinyal iletilmesini önlemek için söz konusu donanımı otomatik olarak devre dışı bırakabilir.

3.8.5.2 Yardımcı fonksiyonların izlenmesi. Radyo seyrüsefer yardımcılarının yeterli düzeyde çalışmasını sağlamak için diğer bazı işlevler de izlenebilir. Bu işlevler arasında, ikincil güç takımına yol vermek veya kesintisiz güç kaynaklarının çalışması için akü voltajları, donanım için uygun ortamların idame ettirilmesine yönelik ortam ve oda sıcaklığı ve ikincil güç kaynağına yakıt beslemesi sayılabilir. Bu izleme sistemlerinde, belirlenmiş kriterleri aşan işlevleri gösteren alarmlar ve göstergeler bulunabilir.

3.9. HAVAALANI ELEKTRİK DEVRELERİNİN KABUL TESTİ

3.9.1. Uygulama

3.9.1.2. Bu bölümde açıklanan test usulleri, yeni tesisatların kabul testleri için geçerli olup, sistem çalışır hale getirilmeden önce yapılmaları gerekmektedir.

3.9.2. Garanti süresi

3.9.2.1 Her kurulum sözleşmesinde, kurulumu gerçekleştiren yüklenicinin en az bir yıl boyunca, kötü işçilik veya kusurlu malzeme veya donanımdan kaynaklanan tüm kablo ve donanım arızalarının onarılmasından ve değiştirilmesinden sorumlu tutulabileceği bir garanti maddesi bulunmalıdır. (Nemli veya kirli kablo bağlantı elemanlarının bozulması veya hatalı kurulum uygulamalarına bağlı kablo hasarı çoğu zaman kurulumdan birkaç ay sonra ortaya çıkmaktadır.)

3.9.3. Muayene usulleri

3.9.3.1 Gözle muayene. Tüm muayene ve test usulleri içinde en önemlisi gözle yapılan etraflı muayenelerdir. Kurulum sırasında, kurulum tamamlandığında ve devrelere enerji verilmeden önce sık sık gözle muayene yapılmalıdır. Dikkatli bir gözle muayene işlemi, kabul testlerinden ve enerji verme işleminden önce düzeltilebilecek kusurları ortaya çıkaracaktır. Kusurların elektrik testlerine veya enerji verme işlemine tabi tutulması durumunda ciddi hasar meydana gelebilir. Gözle muayene kapsamında aşağıdaki hususların muayene edilerek değerlendirilmesi gerekir:

- dış bağlantıların doğruluğu;
- iyi çalışma performansı;
- temizlik;
- emniyet tehditleri ve
- ayrı ayrı maddelere ilişkin özel gereklilikler.

Teknik özelliklere uygun olarak imal edilmiş olan tüm donanım sevkiyat öncesinde katı fabrika testlerinden geçirilmelidir ancak teslim alındıktan hemen sonra da sevkiyat hasarı tespiti için gözle kontrol edilmelidir.

3.9.3.2 Kablo, bağlantı elemanları ve ayırma transformatörünün muayenesi. Transformatörlerin birincil ve ikincil kablo uçlarında, fabrikada takılmış olan kalıplanmış bağlantı elemanlarının bulunması gerekmektedir. Tesisat sırasında bu unsurların gözle muayene edilmesi özellikle önem arz etmektedir zira önemsiz kesikler, ezilmeler veya yanlış kullanım giderek ilerleyecek olan bir bozulmaya yol açabilir ve nihayetinde tam arıza ortaya çıkabilir ancak bu durum kabul testlerinden bir süre sonra yaşanabilir. Kurulum sırasında bu unsurlar muayene edilerek, aşağıdaki hususlar tespit edilmelidir:

- kalıplanmış bağlantı elemanları birbirine takıldığında birleşme yüzeylerinin temiz ve kuru olması. İçleri temiz ve kuru ise, yüksek voltaj bağlantı elemanları bantlamayla bilindik yüksek voltaj eklemelere eşdeğer veya daha üstün bir bağlantı oluşturur. Bunun aksine, eğer içleri kuru veya kirli ise, hiç bir bantlama miktarıyla yeterli düzeyde bir bağlantı elde edilemez. Bağlantı elemanlarını bir arada tutmak ve birleşme yerlerini temiz tutmak için iki veya üç tur bant sarılması tavsiye edilmektedir. Birleşme yüzeylerinin temizliği, en iyi fabrikada takılan kapakların son bağlantı yapılarına kadar yerinden çıkarılmaması suretiyle sağlanabilir. Kapaksız bağlantı elemanlarının birleşme yüzeyleri yere bırakılmamalı, bu yüzeylere dokunulmamalı veya üstlerine nefes verilmemelidir. Bir bağlantıyı koparmak gerekiyorsa, bağlantı elemanlarının ağızı derhal kapatılmalıdır;

- b) bağlantı elemanlarının birbirine tam takılması. İlk takma işleminin ardından, içeride kalan hava basıncı, kilit dili ile yuvasını kısmen birbirinden ayırabilir. Bu durumda, birkaç saniye bekleddikten sonra bu iki parça tekrar birbirine itilmelidir. Parçaların yerinde durması için iki veya üç tur bant uygulanmalıdır;
- c) kabloların kürekle kesilmemiş, birbirine dolaşmamış, araç tekerlekleriyle ezilmemiş, taşlarla berelenmemiş veya elleçleme ve tesisat sırasında herhangi bir şekilde hasar görmemiş olması;
- d) kabloların bitmiş zemin altında belirtilen derinliğe gömülmüş olması ve tesisat şartnamesindeki diğer tüm ayrıntılı gerekliliklerin yerine getirilmiş olması;
- e) kabloların doğrudan birbirinin üzerinden geçmemesi ve aralarında gerekli mesafeler bırakılarak ayrılmış olması;
- f) kabloların altına ve üstüne taranmış malzeme yerleştirilmiş olması ve kablolarla temas eden taş veya çakıl olmaması ve
- g) kabloların bir elektrik borusuna girerken veya borudan çıkarken sert bir şekilde bükülmemiş olması ve ileride meydana gelebilecek çökmelerin keskin bükülmelere yol açmayacağı şekilde, sıkıştırılmış zeminle güzelce desteklenmiş olması.

3.9.3.3 Sabit akım regülatörünün muayenesi. Her sabit akım regülatörü kontrol edilerek, porselen buşinglerde çatlak olmadığı, sevkiyat sırasında hasar oluşmadığı, bağlantıların doğru olduğu, anahtarların ve rölelerin rahat çalıştığı ve bağlı ya da herhangi bir engele takılı olmadığı, sigortaların (eğer gerekli ise) doğru olduğu ve yağlı regülatörlerin yağ seviyesinin doğru olduğu doğrulanmalıdır. Bu muayene için sadece röle panelinin kapakları çıkarılmalıdır. Yağlı regülatörlerin ana deposunun açılmasına gerek yoktur. Regülatör muayene plakasındaki bilgiler takip edilmelidir. Tüm kapaklar temizlenerek muayeneden sonra sıkıca değiştirilmeli ve testler tamamlanmalıdır.

3.9.3.4 Işık armatürü ve bıkın muayenesi. Işıkların renginin, miktarının ve yerlerinin tesisat çizimlerine uygun olup olmadığını tespit etmek için muayene yapılmalıdır. Işıkların her biri muayene edilerek, çalışır durumda oldukları, camlarında kırık veya çatlak olmadığı, doğru lambaların takılı olduğu ve uygun şekilde dengelenerek, yönlendirildiği doğrulanmalıdır.

3.9.3.5 Çeşitli parçaların muayenesi. Kumanda panelleri, röle kabinleri, elektrik panoları vb. bileşenler gözle muayene edilerek, hasar olup olmadığı, bağlantıların doğruluğu, sigorta ve devre kesici anma değerlerinin uygunluğu ve tesisat çizimlerine uygunluk durumu kontrol edilmelidir.

3.9.3.6 Sistem çalışma testi. Önceki paragraflarda belirtilen şekilde bileşenlerin ve devrelerin muayeneleri yapıldıktan sonra tüm sistem aşağıda belirtilen şekilde test edilmelidir:

- a) kontrol kulesindeki ışıklandırma panellerinin anahtarlarının her biri, her anahtar konumuna en az iki kez gelinecek şekilde çalıştırılmalıdır. Bu işlem sırasında, bütün ışıklar ve depo donanımı gözlemlenerek, her anahtarın ilgili devreyi düzgün bir şekilde kumanda ettiği doğrulanmalıdır;
- b) yukarıda belirtilen test, alternatif kumanda merkezindeki (depo) panolar kullanılarak tekrarlanmalıdır; ardından da regülatörler üzerindeki yerel kumanda anahtarları kullanılarak bir kez daha tekrarlanmalıdır ve
- c) ışıklandırma devrelerinin her biri, en az 6 saat boyunca azami yoğunlukta kesintisiz çalıştırılarak test edilmelidir. Bu testin başlangıcında ve sonunda gözle muayene yapılarak, doğru sayıda ışığın tam yoğunlukta çalıştığı doğrulanmalıdır. Devredeki ışıklarının bazılarının ya da tamamının kısılması, topraklama hatalarının/arızalarının göstergesidir. Ayrıca her çoklu devrede en az bir ışıkta lamba bağlantı ucunun voltajı ölçülerek, voltaj değerinin lambanın üzerindeki belirtilmiş olan anma lamba voltajının yüzde ± 5 'i aralığında olduğu doğrulanmalıdır.

3.9.4. Seri devre donanım üzerinde yapılan elektrik testleri

3.9.4.1 Elektrik testleri, tesisat kalitesinin yeterli olup olmadığının ve performansının operasyonel gereklilikleri karşılayıp karşılamayacağını tespit edilmesinde yardımcı olmaktadır. Bu testlerden bazıları, yüksek voltaj devrelerinin kullanılmasını ve ölçülmesini de içermektedir. Bu testler sadece yüksek voltajlı elektrik donanımlarına ve uyulması gereken emniyet tedbirlerine aşına olan, gerekli yetkinliklere sahip kişilerce yapılmalıdır.

3.9.4.2 Kablo üzerinde yapılan elektrik testleri. Toprağa gömülen kablolar (yani kanal içine çekili olmayan kablolar) kablo hendeği doldurulmadan önce ve doldurulduktan sonra test edilmelidir.

3.9.4.3 Dirençölçer yardımıyla veya eşdeğer bir yöntemle seri devrelerin her birinin sürekliliği test edilmelidir. Ardından, uygun bir takım testlerle devrenin toprak direnci kontrol edilerek, topraksız olduğundan emin olunmalıdır. Bu testlerde görülen her türlü hatanın/kaçağın yeri tespit edilerek, yüksek voltaj testlerine geçmeden önce onarılmalıdır.

3.9.4.4 Seri devrelerin her biri yüksek voltaj yalıtım direnci testlerine tabi tutularak, tamamen topraksız oldukları doğrulanmalıdır. Mümkünse, bu testler toprak iyice ıslakken yapılmalıdır. Geçmiş deneyimler, kuru havalarda yalıtım direnci testlerini geçen devrelerin yoğun yağış sonrası testi geçemediklerini göstermektedir. Transformatörler dahil her devre, aşağıda belirtilen şekilde test edilmelidir:

- Regülatörün çıkış terminallerinden her iki uç sökülür. Uçların ikisi de çıplak iletkenler ile toprak arasında birkaç inçlik hava boşlukları olacak şekilde desteklenir. Kablo kılıfının, kablonun ucundan en az 30 cm'lik mesafe boyunca temiz ve kuru olduğundan emin olunmalıdır. Ayrıca, kablonun her iki ucunda açıkta kalan yalıtımın temiz ve kuru olması sağlanmalıdır.
- Her devre, kurulumdan hemen sonra e) maddesinde açıklanan "Yeni Devrelerde İlk Test" uygulamasına göre test edilmelidir. 60 gün veya üzeri için kurulan herhangi bir devre, çalıştırılmamış olsa dahi, "Devam Testi ve Eski Devreler" uygulamasına göre test edilmelidir. (Bkz. e) maddesi.)
- Kabul edilebilir azami kaçak akım, mikroamper cinsinden, 3.9.4.7 sayılı maddede belirtilen değerleri aşmamalıdır.
- Eski devrelere eklemeler yapıldığında, sadece yeni kısımlar "Yeni Devrelerde İlk Test" uygulamasına göre test edilmelidir. Devrenin tamamı, güvenilir çalışmasını sağlamak için düşük voltajlarda kontrol edilmelidir.
- İletkenlerin ikisini de bağlayarak, iletkenler ile toprak arasında 5 dakika boyunca aşağıda belirtilen test voltajı uygulanır.

	Yeni Devrelerde İlk Test	Devam Testleri ve Eski Devreler
Yaklaşma ışıklandırma sisteminin tamamı (5000 voltluk primer uçlu transformatörler)	9000 v, dc	5000 v, dc
Konma bölgesi ve merkez hattı ışık devreleri (5000 voltluk primer uçlu transformatörler)	9000 v, dc	5000 v, dc
Yüksek yoğunluklu pist kenar ışık devreleri (5000 voltluk primer uçlu transformatörler)	9000 v, dc	5000 v, dc
Orta yoğunluklu pist ve taksit yolu ışık devreleri (5000 voltluk primer uçlu transformatörler)	6000 v, dc	3000 v, dc
600 voltluk devreler	1800 v, dc	600 v, dc

3.9.4.5 Aşağıda ana hatlarıyla açıklanan testler, kararlı, filtreli dc çıkış voltajı olan uygun bir yüksek voltaj test cihazıyla yapılmalıdır. Yüksek voltaj test cihazında, devreye uygulanan voltajı ve yalıtım kaçak akımını okumak için hassas bir gerilimölçer ve mikroamper ölçer bulunmalıdır.

3.9.4.6 Bu testler, gereken yetkinliklere sahip personel tarafından dikkatle denetlenerek aşırı voltaj uygulanmadığı tespit edilmelidir.

3.9.4.7 Testlerin son dakikasında, mikroamper cinsinden ifade edilen yalıtım kaçak akımı ölçülmeli ve ölçülen değer, her devre için aşağıda belirtilen şekilde hesaplanmakta olan değeri aşmamalıdır:

- a) her seri transformatör için 2 mikro amper verilir;
- b) her 100 metre kablo için 1 mikroamper verilir (Bu değere normal sayıda iletkenler ve eklemeler için izin verilen miktarlar da dahildir) ve
- c) elde edilen değerler toplanarak, her tam devre için izin verilen toplam mikroamper kaçığı tespit edilir.

3.9.4.8 Kaçak akım, yukarıda açıklanan değeri aşıyorsa, devre bölümlere ayrılarak test her bir bölüm için tekrar edilmelidir. Kusurlu bileşenler saptanarak onarılmalı veya devrenin tamamı testi geçene kadar değiştirilmelidir.

3.9.4.9 3.9.4.4 e) maddesinde belirtilen test voltajının, kaçak akımın ölçülmesi sırasında devreye gerçekten uygulandığından emin olunmalıdır. Voltaj, kaçak akım okunmadan önce gerilimölçerin istenen değeri göstereceği şekilde ayarlanmalıdır. İstenen voltajın elde edilmesinde herhangi bir güçlük yaşanması durumunda, ya test edilmekte olan devre ya da test takımı arızalıdır ve teste devam etmeden önce düzeltilmesi gerekir.

3.9.4.10 Yeni devrelerde, devre, havaalanı bakımında kullanılan test setiyle yapılan yüksek voltaj testlerini geçtikten hemen sonra direnç ölçümü yapılmalıdır. Okunan bu ölçüm değeri daha sonra bakım sırasında devre koşullarını tespit etmek üzere ileride yapılacak okumalarla karşılaştırma yapmak için kullanılabilir. Test sırasında ortam sıcaklığı ve hava koşulları kaydedilmelidir.

3.9.5. Diğer kablolar üzerinde yapılan elektrik testleri

3.9.5.1 5000 volt ve üzeri güç kabloları. Güç kabloları, 3.9.4.4 sayılı maddede yer alan yöntemler kullanılarak, belirtilen şekilde test edilmelidir; ancak 5000 voltluk kablolar 10000 voltta, 5000 voltun üzerindeki güç kabloları ise kablo anma voltaj değerinin iki katı artı 1000 volt değerinde test edilmelidir. Test, iletkenler arasında ve iletkenlerle toprak arasında, kablonun kılıfı ve zırhı topraklanmış olarak ve cihazın okuduğu değerler sabitlendikten sonra en az bir dakika süreyle yapılmalıdır. Kabul edilebilir asgari direnç değeri 50 megohm'dur. Kablo uzunluğunu, iletken yalıtımının eskimesini ve gerek tesisat işleminden önce gerekse tesisat sırasında test sonuçlarını etkileyebilecek olan diğer faktörleri dengelemek için kablonun orijinal yalıtım değerleri büyük ölçüde azaltılarak belirtilen 50 megohm değerine indirgenmiştir. Kablo değeri 3000 metreyi kayda değer miktarda aşmadığı sürece, belirtilen yalıtım direncinde herhangi bir azaltma düşünülmemelidir. (Not. Kablo ölçüm cihazı tarafından tamamen yüksele dolduruluncaya kadar yapılan yalıtım okumaları hatalı olacaktır.) Kablonun kılıfının veya zırhının sürekliliği de test edilmelidir. Dirençölçer tipi bir cihaz kullanılabilir.

3.9.5.2 600 volt ve altı güç kabloları. Işıklıdırma ve güç tesisatında kullanılan 600 volt ve altı ikincil güç kablolarının direnci, en az 500 volt doğrudan akımda ölçümler yapıldığında, iletkenler arasında ve iletkenlerle toprak arasında en az 50 megohm olmalıdır.

3.9.5.3 Kumanda ve telefon kablosu. Bu kablolar döşendikten sonra aşağıdaki gerekliliklere uygun olmalıdır:

Kablo ölçüleri	Kabul edilebilir iletkenlerin asgari sayısı
12 çift veya daha az	Tümü
12 çift ila 25 çift (dahil)	Tümü, bir çift hariç
25 çift üzeri	Tümü, 2 çift hariç

Kabul edilebilir iletkenlerde, süreklilik olmalı, kısa devre olmamalı ve en az 500 voltluk doğrudan akımda test edildiğinde, iletkenler arasında ve her bir iletken ile topraklanmış kablo koruyucu kılıf arasında en az 50 megohm direnç olmalıdır.

3.9.5.4 Koaksiyel kablolar. Radyo frekans kabloları, döşenmeden önce yalıtım ve devre direnç testinden geçirilmeli ve elde edilen sonuçlar kaydedilmelidir. 500 voltluk doğrudan akım cihazı kullanılarak, merkez iletken ile kablo koruyucu kılıf arasında yalıtım testi yapılmalıdır. Ayrıca yukarıda anlatılan şekilde, fakat merkez iletkenler kablonun uzak ucunda kablo koruyucu kılıfa kısa devre yaptırılarak, direnç testi yapılmalıdır. Bu test, köprü, dirençölçer veya uygun olan başka bir aletle yapılabilir. Kablo döşendikten sonra, iletken-kablo kılıfı ve iletken-toprak direnci 500 voltluk doğrudan akımda ölçüldüğünde 50 megohm aşmalıdır. Devre direnci, kurulumdan önce ölçülen değerlerin yüzde artı veya eksi 10'u aralığında olmalıdır; örneğin makaradaki 1000 metre kablo başına ölçülen direnç çarpı her 1000 metre ve döşenen kablonun ilgili kesimi. Kablo kılıfı-toprak direnci de ölçülmeli ve sonuçlar kaydedilmelidir.

3.9.5.5 Koaksiyel kablo, basınçlı. Kablo yalıtımının tamamlanmasının ardından, aşağıdaki test yapılmalıdır.

- Elektrik testi. Mikroamperölçerli akım kaçak ölçüm cihazı bulunan bir yüksek voltaj yalıtım test cihazı kullanılarak, iç ve dış iletkenlere üç dakika boyunca 3000 volt dc uygulanmalıdır. Bu voltaj uygulanırken, şarj akımı kararlı hale geldikten sonra iletkenler arasında fark edilir bir akım akışı olmamalıdır.
- Azot gazı testi Kabloya belirtilen basınç değerinde azot gazı uygulandıktan sonra, gaz valfi kapatılarak, ortam sıcaklığı kaydedilmelidir. Peş peşe altı kez, her saat başı basınç ölçümü yapılarak ölçülen değer kaydedilmelidir. Altıncı ölçümden sonra, yaklaşık 24 saatlik bir sürenin ardından yedinci bir ölçüm daha yapılmalıdır. Gaz basıncındaki değişiklikler sadece ortam sıcaklığındaki değişikliklerden kaynaklanıyor ise, kablo uzunluğu kabul edilebilir düzeydedir. Her bir C derece için 0.017 sıcaklık düzeltme faktörü kullanılmalıdır.

3.9.6. Regülatörler üzerinde yapılan elektrik testleri

3.9.6.1 Regülatörün besleme voltajı ve giriş kademesi kontrol edilerek uygun olup olmadığına bakılmalıdır.

3.9.6.2 Yük ayrılarak, regülatöre bir kez enerji verilir ve açık devre koruyucu gözlemlenerek, regülatörün enerjisini 2-3 saniye içinde kesip kesmediğine bakılır.

- 3.9.4.3 ve 3.9.4.4 sayılı maddelerde öngörülen açık devre ve toprak kontrolleri yapıldıktan ve bütün transformatör lambalarının uygunluğu kontrol edildikten sonra, yük devresi bağlanır.
- Tam ölçekli hata payı ± 1 'i geçmeyen bir gerilimölçer ve akımölçer temin edilerek, her bir yığınluk ayar kademesi için giriş voltajı ve çıkış voltajı aynı anda ölçülür (akımölçer, regülatörün çıkış devresine yerleştirilen ayırma transformatörünün terminallerine bağlanır).

- c) Kayıt özelliği olan bir gerilimölçer kullanılarak veya hem gündüz hem de gece boyunca yeterli aralıklarla okuma yapılarak, ortalama besleme voltajı alınır.
- d) Regülatörün giriş voltaj kademeleri var ise, ortalama besleme voltajına en yakın kademe seçilir. Gerekli besleme voltajı düzeltilmesi yapıldıktan sonra, her bir yoğunluk ayarı kademesi için çıkış akımı, ürünün tabelasında belirtilen değerlerin yüzde ± 2 'si aralığında olmalıdır.

3.9.6.3 Giriş voltaj kademeleri bulunan tüm akım regülatörlerinde, çıkış akımı, giriş akımındaki değişikliklere orantılı olarak değişiklik gösterecektir. 2400 volt kademesinde 2350 voltluk besleme voltajı uygulandığı takdirde, çıkış akımı değerleri ürün tabelasındaki değerlerin yüzde 2 altında olmalıdır.

3.9.6.4 Giriş kademeleri yerine otomatik besleme voltajı düzeltme özelliği olan regülatörlerde, besleme voltajı değişikçe çıkış akımı değişmez.

- a) Tam yoğunlukta çıkış akımı, ürünün tabelasındaki değerden yüzde 2'den fazla sapma gösterirse (ve regülatör aşırı yüklü değilse), regülatörün talimat tabelasında açıklanan şekilde, iç ayar kontrolü yapılmalıdır. Bu ayarlama işlemi hassas olabileceğinden, regülatörü yeniden ayarlamaya kalkmadan önce daha düşük ayarlarda yüzde ± 5 oranında bir sapmaya izin verilmesi tavsiye edilmektedir.
- b) Ayrıca, söz konusu ayarın olağandışı bir yerel uçuş işletme gerekliliği nedeniyle kasıtlı olarak değiştirilip değiştirilmediği de kontrol edilmelidir.

3.9.7. Sorun giderme testleri

3.9.7.1 Yapılan testler sonucunda, herhangi bir hatalı çalışma olduğunun görülmesi durumunda, aşağıdaki test söz konusu hatanın yerini saptamaya yardımcı olacaktır.

3.9.7.2 Yük ayrılır, ampermetre vasıtasıyla regülatör çıkış terminallerine kısa devre yaptırılır ve çıkış akımı ölçülür. Ölçülen değerler ürünün tabelasında belirtilen değerlere eşit veya bu değerlerden biraz yüksekse regülatör yeterli bir şekilde çalışmaktadır ve yük devresinde hata kontrolü yapılmalıdır.

3.9.7.3 (Yük devresi 3.9.4.3 ve 3.9.4.4 sayılı maddelerde belirtilen şekilde açık devre ve toprak kontrollerinden geçirildikten ve muayene edilerek tüm transformatörlere düzgün bir şekilde lamba takıldığı görüldükten sonra) yük kabloları bağlanır ve regülatör en yüksek yoğunluk ayarında çalışırken çıkış akımı ve çıkış voltajı eş zamanlı olarak ölçülür. Okunan değerlerin önemi şu şekildedir:

- a) Doğru çıkış akımı ve söz konusu yük için tahmin edilen değerden biraz daha yüksek olan ancak çıkış voltajını aşmayan bir çıkış voltajı, sistemin yeterli bir düzeyde çalıştığını gösterir. Yük için gerekli olan voltaj tahmini, anma yükünde ayırma transformatörünün birincil voltajı (watt/birincil akım) ile yük devresinde seri bağlı olan transformatörlerinin sayısı çarpılarak hesaplanabilir.
- b) Tahmini yük voltajından hatırı sayılır ölçüde az olan bir çıkış voltajıyla doğru çıkış akımı, yükün tamamen veya kısmen kısa devre yaptığını gösterir.
- c) Anma yükü çıkış voltajını aşan bir çıkış voltajıyla doğru çıkış akımı, aşırı yük olduğunu gösterir.
- d) Aşırı yük gösteren bir çıkış voltajı ile azalan çıkış akımı muhtemelen yük devresindeki zayıf bir bağlantıdan kaynaklanmaktadır. Hasar meydana gelmesini önlemek için derhal regülatörün enerjisi kesilmelidir.
- e) Anma çıkış voltajını aşmayan bir çıkış voltajıyla azalan bir çıkış akımı, regülatör arızası olduğunu veya besleme voltajının azaldığını gösterir.

- f) Aşırı çıkış voltajıyla sıfır çıkış akımı, yük devresinde açık devre olduğunu ve regülatördeki açık devre korumasında arıza olduğunu gösterir. Bu durumda, ciddi bir hasar oluşmasını önlemek için derhal regülatörün enerjisi kesilmelidir.
- g) **ÖNEMLİ UYARI:** Bu testler sırasında regülatörün açık devre koruması devre dışı bırakılmamalı veya by-pass edilmemelidir.

3.9.8. Diğer donanımlar üzerinde yapılan elektrik testleri

3.9.8.1 Çıkış voltajları ve akımları ölçülür ve bağlı devrelerin yüklerini tespit edilir. Bu voltajların ve yüklerin, üreticinin söz konusu donanım için belirtmiş olduğu anma değerleri dahilinde olup olmadığı kontrol edilir. Bu ölçüler, ileride bakım sırasında veya devrenin değiştirilmesinde referans alınmak üzere kaydedilir.

3.9.9. İzleme cihazlarına yönelik testler

3.9.9.1 Yukarıda belirtilen testler tamamlandıktan sonra ve sistem tasarlanan şekilde çalışırken, açık devre, toprak hatası, ışık arızası, gerek ışıklandırma devrelerinde gerekse kumanda devrelerinde güç kaybı gibi arızalar simule edilerek izleme cihazları test edilmeli ve performansları gözlemlenmelidir. İstenilen performansı gösteremeyen izleme cihazları sistem kabul edilmeden önce onarılmalıdır.





BÖLÜM
4

YERALTI ELEKTRİK SİSTEMLERİ

4. BÖLÜM

YERALTI ELEKTRİK SİSTEMLERİ

4.1. GENEL GEREKLİLİKLER

4.1.1. Dikkate alınması gereken başlıca hususlar

4.1.1.1. Elektrik kablolarının yer altına döşenmesi pahalı bir işlemdir ve asgari bakımla uzun ve etkili hizmeti güvence altına alacak teknikler kullanılmalıdır. Bütün çalışmalar, kendi iş tipindeki işlerle düzenli olarak uğraşan deneyimli personel tarafından yapılmalıdır. Yeraltı kabloların çoğu havaalanının manevra alanından veya bu alanın çok yakınından geçecektir. Dolayısıyla, faal havaalanlarında bu tesisatın hava araçları veya tesisat işlemini yapan kişiler açısından herhangi bir tehlike arz etmemesini sağlamak için çok büyük özen gösterilmelidir.

4.1.2. Yapım çalışmaları öncesi düzenlemeler

4.1.2.1. Malzemelerden, işçilerden, gündüze ve gece çalışma saatlerinden, tesisat yöntemi ve usulünden ve yapılacak olan her nevi geçici veya kalıcı onarım işleminden sorumlu mühendisin ön onayı alınır. Hava Trafik Kontrol sürece dahil olacak ise, çalışmanın koordinasyonu için gerekli düzenlemeler yapılır. Kabloların güzergahı titizlikle belirlenerek işaretlenir. Yakıt depoları, su hatları, gömme kumanda ve güç kabloları vb. mevcut yeraltı tesisatlarının korunması için tüm makul tedbirler alınır. Genel olarak bölge yakınlarında herhangi bir çalışmaya başlanmadan önce, çalışan herhangi bir kolaylığa giren/çıkan tüm güç ve kumanda kabloları ile bilinen tüm yardımcı tesisler işaretlenmelidir. Daha sonra ve tüm yapım çalışması süresince, bu kablolar ve tesisler olası her türlü hasardan korunmalıdır. Tesisat sırasında hasar gören tüm yeraltı kabloları, derhal aynı kalitede malzemeyle onarılmalıdır.

4.1.3. Kablo döşeme yöntemleri

4.1.3.1. Yeraltı kablolar, doğrudan gömme veya kanal (elektrik borusu) çekme olmak üzere iki yöntemle döşenmektedir. Bu yöntemler aşağıda ele alınmaktadır.

4.2. KABLONUN DOĞRUDAN GÖMÜLMESİ

4.2.1. Kablo döşeme adımları

4.2.1.1. Elektrik kablolarının doğrudan gömülerek döşenmesinde başlıca adımlar hendek açma, kabloların yerleştirilmesi ve dolgudur.

4.2.2. Hendek açma

4.2.2.1. Temel şartlar. Aksi belirtilmediği sürece, aynı yerde bulunan ve aynı genel istikamette uzanan tüm kablolar aynı hendek içerisine döşenmelidir. Hendeğin duvarları mutlaka dikey olmalıdır böylece banket yüzeyindeki bozulma en düşük seviyede tutulacaktır. Hendeklerin alt yüzeyi mutlaka engebesiz olmalı ve kalın taneli agrega içermemelidir. Mümkünse hendek açma işlemi, kablolar aynı iş günü içerisinde döşenip hendek kapatılacak şekilde yapılmalıdır. Çimlerin sağlam olduğu ve çim tabakasının kaldırabileceği yerlerde, çimler dikkatle sıyrılarak düzgün bir biçimde muhafaza edilmelidir.

4.2.2.2. Hendeğin derinliği. Hendeğin derinliği, en düşük kablonun seviyesinin en az 5 cm aşağısında olmalıdır. Kablolar, havaalanı arazisinde bitmiş zeminin en az 50 cm altında, havaalanı arazisi dışında ise bitmiş zeminin en az 75 cm altında olmalıdır. Kablolar, birden fazla seviyede yerleştirilecek ise, aralarındaki dikey ayırım mesafesi, 4.2.3 sayılı maddede belirtilen yatay ayırım mesafesi ile aynı olmalıdır; ancak kumanda ve telefon kablolarının ve düşük voltaj güç kablolarının dikey ayırım mesafesi 6 cm'den az olmamalıdır. Topraklama teli veya elektrik dengesi, en üstteki kablo tabakasının en az 15 cm üzerinde olmalıdır. Hendeğin, bu dikey ayırım mesafelerine imkan verecek derinlikte olmalıdır.

4.2.2.3. Trafiğin yoğun olduğu bölgeler. Kablolar, kaplamalı alanların, kara yollarının, demiryolu hatlarının veya arkların altında doğrudan gömülmemelidir. Bu bölgelerde kablolar beton mahfazalı kanallar veya sert çelik elektrik borular içerisinde döşenmelidir.

4.2.2.4. Kayalık bölgeler. Kaya kazısı yapılması gereken yerlerde, kaya tabakası, gereken kablo derinliğinin en az 8 cm altına kadar çıkarılmalı ve yerine çapı 6 mm'den büyük mineral agrega partikülleri içermeyen toprak veya kum altlık malzeme serilmelidir. Sert kaya ile karşılaşıldığında, hendeğin güzerhahının değiştirilmesi veya sert çelik elektrik boruları içerisinde döşeme gibi alternatifler değerlendirilmelidir.

4.2.2.5. Hendeğin genişliği. Tek bir kablo için hendeğin genişliği en az 15 cm olmalıdır. Bir hendeğin birden fazla kablonun bulunduğu durumlarda, hendeğin genişliği aşağıda belirtilen ayırım mesafeleri korunacak şekilde ayarlanmalıdır.

4.2.3. Kabloların birbirinden ayrılması

- Aynı devreye ait güç kabloları, aşağıda belirtilen durumlar hariç, ayırım mesafesi olmaksızın yan yana serilebilir. Seri ışıklandırma kabloları aynı devreye ait olarak kabul edilebilir.
- 600 volttan düşük aynı veya farklı devrelerin güç kabloları, yatay ayırım mesafesi olmaksızın aynı hendeğin birlikte serilebilir.
- Voltajı 600 ila 5000 volt arası olan farklı devrelerin güç kabloları aralarında en az 10 cm olacak şekilde ayrılmalıdır.
- 5000 volt veya altı tüm güç kabloları, tüm kumanda kablolarından, telefon kablolarından veya koaksiyel tip kablolar ile arasında en az 15 cm olacak şekilde ayrılmalıdır.
- 5000 volt üzeri güç kabloları diğer tüm kablolardan en az 30 cm mesafeyle ayrılmalıdır.
- Kumanda kabloları, telefon kabloları ve koaksiyel kablolar hendeğin içine aralarında yatay ayırım mesafesi olmadan serilebilir.
- Dikey ayırım mesafeleri a) ila f) maddelerinde belirtilen hususlara benzer olmalıdır ancak yatay ayırım mesafesi gerektirmeyen kablolar arasında dikey olarak en az 6 cm ayırım mesafesi bırakılmalıdır. Kabloların hiçbiri başka bir kabloyla doğrudan üst üste gelmemelidir zira sıkışma kablolarına hasar verebilir.
- Topraklama telleri ve elektrik dengeleri en üst seviyedeki kabloların yaklaşık 15 cm üzerinde olmalıdır.

4.2.4. Doğrudan gömme kabloların döşenmesi

4.2.4.1. İlk dolgu. Kablolar yerleştirilmeden önce, çapı 6 mm'den büyük agrega partikülleri içermeyen toprak veya kum dolgu malzemesi serilerek, 5 cm kalınlığında, sıkıştırılmış bir tabaka haline getirilmelidir.

4.2.4.2. Kabloların yerleştirilmesi. Mükün olan durumlarda, kablo, bir bağlantıdan diğer bağlantıya kadar ek yeri olmadan, tek parça halinde uzanmalıdır. Ek yeri gerekliliklerini asgari düzeye indirmek için elverişli olan en uzun kablo uzunlukları kullanılmalıdır. Kablonun kesilmesi gerekiyor ise, kesme işleminin ardından neme karşı korumak için kabloların uçları etkili bir biçimde kapatılmalıdır. Yarıçapı, kauçuk ve plastik kaplı kabloların çapının sekiz katından veya metal zırlı kabloların çapının on iki katından az olan bükümler yapılmamalıdır. Dolaşmış/bükülmüş olan kablolar döşenmemelidir. Kablo serilirken, makaranın başında gözlemlenmek için biri durmalı ve kablodaki her türlü aksaklığı bildirmelidir. Doğrudan toprağa gömülecek olan kabloyu makaradan çözme işlemi, kablonun döşeneceği yerde, açılan hendekte veya hendeğin yakınlarında yapılmalı ve kablo hendeğin dibine dikkatle yerleştirilmelidir. Kablonun yerde sürünerek hendeğin içine çekilmesine izin verilmemelidir.

4.2.4.3. Kablo gevşeklik payı ilmekleri. Kablo sıralarının her bir ucunda ve kablo bağlantılarının yer üstüne çıktığı tüm noktalarda yaklaşık bir metrelik bir kablo gevşeklik payı ilmeği bırakılmalıdır. Gevşeklik payı ilmeği, kablonun geçtiği asgari derinlikle aynı derinlikte döşenmelidir. Bu ilmeklerde, iç yarıçapı kablonun dış çapının on iki katından az olmayan bükümler bulunmalıdır. Kablonun yer üstüne çıktığı yerlerde, yer üstünde ilave gevşeklik payı bırakılmalıdır. Tüm kablo ek yerlerinde, ek yerinde veya ek yerinin uçlarından 30 santimetrelilik mesafe içerisinde bükümsüz gevşeklik payı ilmekleri bulunmalıdır.

4.2.4.4. Son dolgu. kablo döşendikten sonra, hendek aşağıdaki şekilde doldurulmalıdır:

- Kabloları ayıran dolgu, iyice bastırılarak yerine sıkıştırılmalıdır. 4.2.3 sayılı maddede belirtilen kablo ayırım mesafeleri korunmalıdır. Bu ayırım mesafeleri yatay, dikey veya bu ikisinin kombinasyonu şeklinde olabilir.
- İlk dolgu tabakasının derinliği, sıkıştırılmamış halde ölçüldüğünde, 7.5 cm'den az olmamalıdır ve çapı 6 mm'den büyük agrega partikülleri içermeyen toprak veya kum malzeme kullanılmalıdır. Bu tabaka, kablo ayırım mesafelerinin korunması için bastırarak sıkıştırma işlemi haricinde sıkıştırılmayacaktır.
- İkinci tabakanın derinliği, sıkıştırılmamış halde ölçüldüğünde, 12 cm'den az olmamalıdır ve çapı 25 mm'den büyük agrega partikülleri içermeyen malzeme kullanılmalıdır.
- Dolgu malzemesinin geri kalan kısmı hafriyat malzemesi veya ithal malzeme olabilecek olup, çapı 100 mm'den büyük taş veya agrega içermemelidir. Üçüncü ve daha sonraki dolgu tabakalarının azami derinliği, sıkıştırılmamış halde ölçüldüğünde, 20 cm'yi geçmemelidir. İkinci ve daha sonraki tabakalar, en azından yanındaki işlem görmemiş toprak kadar yoğun olacak şekilde iyice bastırılarak sıkıştırılmalıdır. Gerekliyse, istenen sıkıştırma seviyesine ulaşmak için dolgu malzemesi gereken şekilde ıslatılmalı veya havalandırılmalıdır. Hendekler aşırı ıslak olmamalıdır ve dolgu işlemi sırasında hendeklerin içinde su birikintileri bulunmamalıdır. Hendek dolgu malzemesiyle tamamen doldurulmalı ve bastırılarak yanındaki yüzeyle aynı seviyede olacak şekilde sıkıştırılmalıdır.
- Hendeğin üzerine çim tabakası yerleştirilecek ise, dolgu işlemi kullanılacak olan çim tabakasının kalınlığına eşit bir derinlikte durdurulmalıdır. Kazılan dolgu malzemesinin fazlası kaldırılmalıdır.
- Mevcut çim tabakasının kaldırıldığı yerlerde, çim tabakası dolgu işlemi tamamlanır tamamlanmaz tekrar yerleştirilmelidir. Hendek açma, toprak yığma, kablo serme, rampa yapımı ve diğer çalışmalarla değiştirilen alanların hepsi tekrar eski haline getirilmelidir. Bu restorasyon işlemi sırasında üst toprak işleri, gübreleme, kireçleme, ekim, çim kaplama, başsız çivi çakma veya malçlama gibi gerekli tüm işlemler yapılacaktır. Hendek açma işlemleri kaplamalı alanlarda yapılırsa, açılan yerler uygun dolgu malzemesiyle doldurulduktan sonra, orijinal kaplamaya benzer bir kaplama ile üzeri yeniden kaplanmalıdır. Üzeri yeniden kaplanan kesimler orijinal kaplamayla aynı seviyede olmalı, üzerinde herhangi bir çatlak olmamalı ve üzerindeki trafik yüklerini çökmeden veya çatlamadan çekebilecek kapasitede olmalıdır.

4.3. KANALLARIN (ELEKTRİK BORULARININ) DÖŞENMESİ

Döşeme teknikleri ve usulleri

4.3.1.1. Güzergah seçimi. Asgari maliyetle azami esneklik dengesini sağlamak ve ileride yapılabilecek binaların ve diğer yapıların temellerinden geçmemek için kanal hattı güzergahları seçilmelidir. Elektrik güç dağıtım hatlarıyla haberleşme hatlarının çekilmesinin gerekli olabileceği durumlarda, ayrı iniş deliği bölmelerinde iki izole sistem sağlanmalıdır. Mümkünse, kanallar ayrı bir beton zarf içine döşenmelidir. Elektrik ve haberleşme kanalları, diğer yeraltı tesislerinden, özellikle de yüksek sıcaklıktaki su veya buhar borularından uzak tutulmalıdır.

4.3.1.2. Kanal malzemeleri. Kanallar için kabul edilebilir standart malzemeler arasında fiber, asbestli çimento, karo ve plastik gibi standart malzemeler yer almaktadır. Sert çelik elektrik borusu da zemin altına döşenebilir ve gerekli durumlarda sahada veya fabrikada uygulanan kaplamalar sağlanmalıdır.

4.3.1.3. Kanalların kesiti. Bir kanal bankı içerisindeki elektrik borularının iç çapı 10 cm'den az olmamalıdır; ancak haberleşme hatları için çapı en az 7.5 cm olan kanallar kabul edilebilir seviyededir.

4.3.1.4. Beton mahfazasız kanal döşeme. Tek kanallı hatlar için açılan hendeklerin genişlikleri, 15 cm'den az, 30 cm'den fazla olmamalıdır; aynı seviyede döşenen iki veya daha fazla kanal için açılan hendeğin genişliği ise orantılı olarak daha fazla olmalıdır. Beton mahfazasız kanallar için açılan hendeklerin dipleri, kanala bütün uzunluğu boyunca eşit destek verecek seviyeye tam olarak uygun olacak şekilde yapılmalıdır. Hendeğin dibine kanal için altlık malzemesi olarak, en az 10 cm kalınlığında (sıkıştırılmamış halde ölçüldüğünde) ince toprak malzemeden oluşan bir tabaka yerleştirilmelidir. Altlık malzemesi, yumuşak toprak, kum veya diğer ince dolgulardan oluşmalı ve çapı 6 mm'den büyük partiküller içermemelidir. Altlık malzemesi, iyice sağlam olana dek bastırılarak sıkıştırılmalıdır. Aynı beton mahfazasız hendeğin içine iki veya daha fazla kanal döşenmesi durumunda, kanallar arasında yatay istikamette en az 5 cm (dış cidardan dış cidara ölçüm), dikey istikamette ise en az 15 cm mesafe bırakılmalıdır. Sert çelik veya kalın cidarlı elektrik borusu doğrudan toprağa gömülebilir. Diğer tüm elektrik boruları mahfaza içinde gömülmelidir.

4.3.1.5. Beton mahfaza içine kanal döşeme. Beton mahfaza içine döşenen tüm kanallar, en az 7.5 cm kalınlığında beton tabakası üzerine yerleştirilmelidir. İki veya daha fazla kanalın, beton mahfaza içine gömüleceği durumlarda, kanallar arasında en az 5 cm (dış cidardan dış cidara ölçüm) mesafe bırakılmalıdır.

Kanal yerleştirme işlemi devam ederken, kanal bankının kenarlarına ve üzerine en az 7.5 cm kalınlığında beton yerleştirilmelidir. Kanalların genişleyen ağızları veya manşonları beton mahfaza ile aynı hizada veya iniş deliklerinin ya da el deliklerinin iç duvarlarına döşenmelidir. İç içe geçmeli ara parçalar, kanallar arasında eşit mesafe kalacak şekilde en fazla 1.5 metrelik aralıklarla kullanılmalıdır. Yan yana kanallar içerisindeki bağlantı parçaları aralarında en az 60 cm mesafe olacak şekilde düzenlenmeli ve beton dökme işleminden önce su geçirmez hale getirilmelidir. Kusurlu bir bağlantı parçası olan hiçbir kanal döşenmemelidir. Beton mahfazalı kanallar veya sert çelik elektrik boruları, karayollarının, demir yollarının, pistlerin, taksi yollarının, diğer kaplamalı alanların veya arkların altına döşeniyorsa, beton zarfın veya elektrik borusunun üst kısmı kaplamanın alt kısmından en az 40 cm aşağıda olacak şekilde, diğer herhangi bir bölgede ise bitmiş zeminin en az 40 cm altında olacak şekilde döşenmelidir.

4.3.1.6. Topraklama buşingleri. Sert çelik elektrik borusunun bir iniş deliğine veya el deliğine girdiği/çıktığı yerlerde, tüm devreler için bir topraklama buşingi bulunmalıdır.

4.3.1.7. Kanal banklarının düzeni. Isının en iyi şekilde dağılması için iki kanal genişliğinde veya yüksekliğinde düzenlemeler kullanılmalıdır. Buna paralel olarak, kanal bankları birkaç kanal yüksekliğinde

veya genişliğinde olabilir. (Çok sayıda kanal söz konusu olduğunda bu mümkün olmayabilir). İki kanal genişliğindeki dikey düzen, kabloların iniş deliğinin duvarlarında daha kolay asılmasına imkan sağlar ancak iki boru yüksekliğindeki yatay düzen kadar ekonomik olmayabilir. Kanal banklarının ebatları ve düzenleri hakkında bilgi için Şekil 4-1'e bakınız.

4.3.1.8. Drenaj. Bütün kanal hatları, drenaj için eğim el deliklerine, iniş deliklerine ve kanal uçlarına doğru olacak şekilde döşenmelidir. Eğim bir metrede en az 2.5 milimetre olmalıdır. Eğimi tek yön boyunca sürdürmenin elverişli olmadığı durumlarda, kanal hatları merkezden iniş deliklerine, el deliklerine veya kanal sonlarına doğru her iki yönde eğimli olabilir. Nemin birikebileceği ceplerden veya tuzaklardan kaçınılmalıdır.

4.3.1.9. Kablo çekme. Döşenen yedek kanalların her birinde, alan ölçüsü en az 5 mm² olan bakır kaplanmış çelik çekme tel bulunmalıdır. Yedek kanalların açık uçları, çıkarılabilir konik tapayla tıkanmalıdır. Tapa, çekme telini sıkıca sabitlemelidir.

4.3.1.10. Yedek kapasite. Tüm yeni yeraltı sistemlerinde, planlanan tesisatlar ve ileride yapılabilecek genişletmeler için yeterli kanal artı asgari yüzde 25 oranında yedek kanal bulunmalıdır.

4.4. İNİŞ DELİKLERİ VE EL DELİKLERİ

4.4.1. Seçim

4.4.1.1. İniş deliklerinin ve el deliklerinin seçilmesinde etkili olan faktörler çekilen kanalların sayısı, yönü ve konumu; kablo rafı düzenlemeleri; drenaj yöntemi; çalışma alanı yeterliliği (özellikle iniş deliğine herhangi bir donanım kurulacak ise) ile donanımın kurulması ve kaldırılması için gerekli açıklığın boyutudur.

4.4.2. Konum

4.4.2.1. İniş delikleri veya el delikleri, bağlantılar veya ek yerleri için gerekli olan ve diğer yardımcı tesislerle çakışmadan kaçınılacak yerlere yerleştirilmelidir. İniş deliği ayırım mesafesi, düz kanal hatlarında 200 metreyi, kavisli kanal hatlarında ise 100 metreyi aşmamalıdır.

Kablolar çekilirken, gerekirse tesisat hasarını önlemek için aralık mesafeleri azaltılmalıdır. Döşeme işleminin sırasında gerginlik, kablo yalıtımına zarar vermeyecek veya kabloların biçiminin bozulmasına yol açmayacak noktaya kadar sınırlandırılmış olmalıdır (bkz. Tablo 4-1).

4.4.3. Ağızlıklar

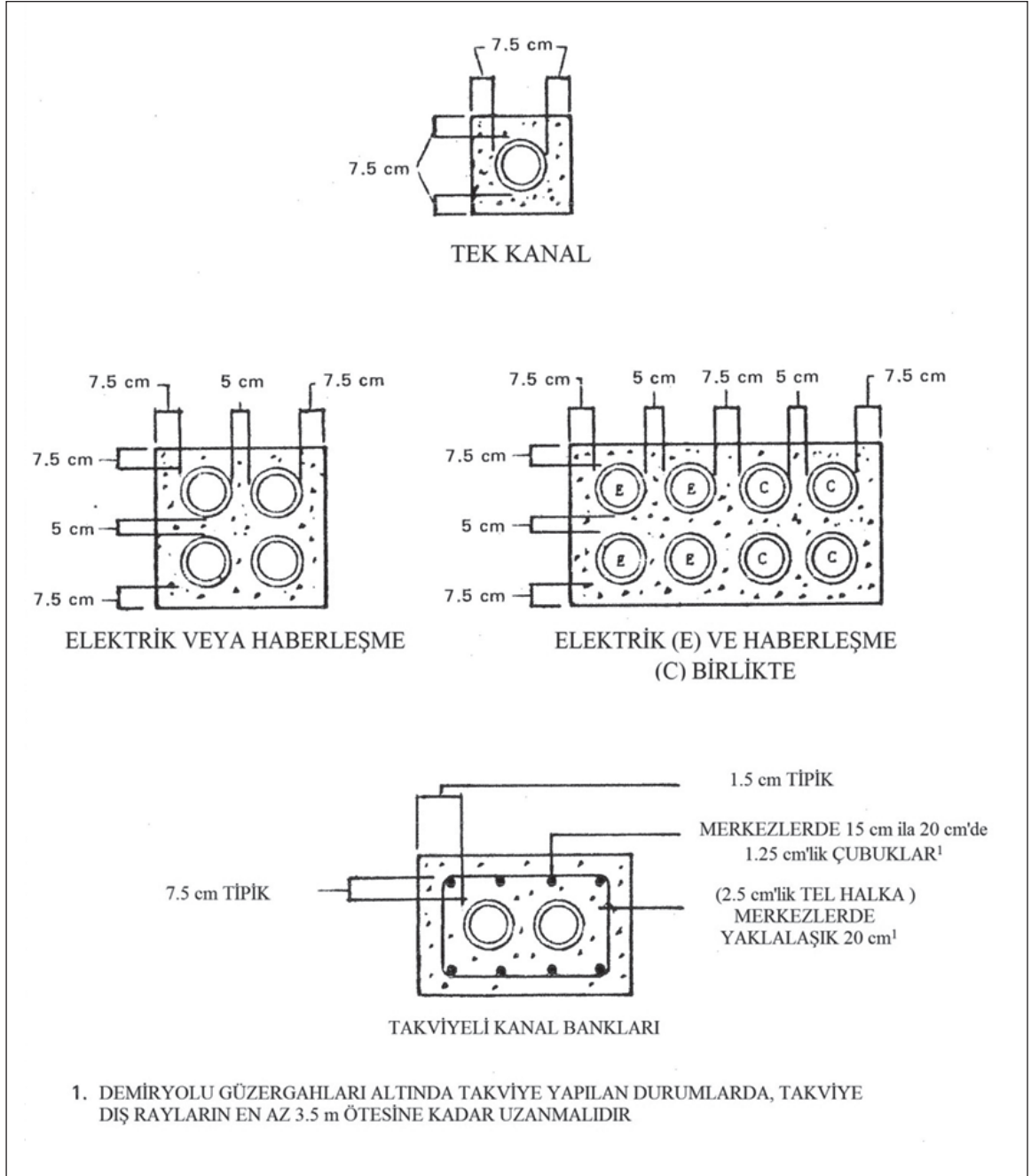
4.4.3.1. İleride genişletme yapılacağı zaman iniş deliğinin duvarının bozulmasına gerek olmaması için iki veya daha fazla yedek ağızlık (iniş deliğinden çıkan kısa kanallar) bulunması iyi bir uygulamadır. Ağızlıkların her iki ucu tıkaçlarla kapatılmalıdır.

4.4.4. Donanım Malzemesi

4.4.4.1. Tesisat için uygun olan donanım malzemesi seçilmelidir. Kanalların genişleyen ağızları varsa, sadece metal kılıflı kablolar için kablo kanalı kılıfları gereklidir.

4.4.5. İki bölümlü iniş delikleri

4.4.5.1. Elektrik ve haberleşme hatlarının aynı kanal bankı içerisine döşendiği veya aynı iniş deliğinin kullanıldığı durumlarda, devreler arasındaki ayrımın korunması için iki bölümlü iniş delikleri kullanılmalıdır.



Şekil 4-1. Kanal hattı kesitleri

4.5. YERALTI KABLULARIN DÖŞENMESİ

4.5.1. Kanalların hazırlanması

4.5.1.1. Kanal döşeme işlemi tamamlandıktan sonra, kablolar kanallara sürülerek veya kanalların içinden çekilerek döşenir. Kablo döşenmeden önce kanal açık ve sürekli olmalı ve kanalda herhangi bir döküntü/birikinti bulunmamalıdır. Kablo, iletkenin zararlı bir şekilde gerilmesini, yalıtım malzemesinin zarar görmesini veya koruyucu dış örtünün hasar görmesini önleyecek şekilde döşenmelidir. Bütün kabloların uçları kurulumdan önce nem geçirmeyen kapatma bandıyla kapatılmalı ve bağlantı yapılarına kadar kapalı tutulmalıdır. Bir kanala veya elektrik borusuna birden çok kablo döşenecekse, bütün

kablolar aynı anda döşenmelidir. Bir kanala veya elektrik borusuna hiçbir durumda ek veya bağlantı yapılmamalıdır.

4.5.2. Kanallara kablo çekilmesi

4.5.2.1. Kablo çekme yöntemi. Bir kanala döşenecek kablo, elektrikli vinçle veya elle çekilebilir. Tüm çekme işlemlerinde yeterli miktarda kablo çekme maddesi kullanılmalıdır. Petrol yağı kullanılmamalıdır. Herhangi bir kablo kılıfının veya ceketinin yüzeyi, orijinal kalınlığının onda birinden daha derine inen hasar görmüş olmamalıdır. Kablo, dış çapının onda birinden daha basık/ovalleşmiş olmamalıdır.

Yaygın olarak döşenen kablolar için azami kablo çekme gerginlikleri Tablo 4-1'de listelenmiştir. Tablo 4-1'de belirtilen limitlerde, çekme aracı olarak çelik veya tel halatların kullanımının önüne geçmek amaçlanmamaktadır. Ancak, çekilen kablo için uygun gerginliği gösterecek bir dinamometre kullanılmıyor ise, çekme gerginliğini Tablo 4-1'de gösterilen kuvvetlerle sınırlandıracak olan uygun boyutta bir halat takımı kullanılmalıdır.

Tablo 4-1

DİNAMOMETRE VEYA HALAT KULLANILARAK İZİN VERİLEN AZAMİ ZIRHSIZ KABLO ÇEKME DEĞERLERİ

Kablo	Gerginlik	Halat çapı		
2 – 1c 8.4 mm ² Sol	125 kg	4.8 mm C		
3 – 1c 8.4 mm ² Sol	165 kg	6.4 mm C	4.8 mm M	
4 – 1c 8.4 mm ² Sol	250 kg		6.4 mm M	
2 – 1c 13.3 mm ² Str	190 kg	6.4 mm C	4.8 mm M	
3 – 1c 13.3 mm ² Str	285 kg	8.0 mm C	6.4 mm M	
4 – 1c 13.3 mm ² Str	380 kg	9.6 mm C		4.8 mm D
1 – 2c 8.4 mm ² Str	140 kg	6.4 mm C		
1 – 3c 8.4 mm ² Str	180 kg	6.4 mm C		
1 – 4c 8.4 mm ² Str	265 kg		6.4 mm M	
1 – 2c 13.3 mm ² Str	220 kg	6.4 mm C	4.8 mm M	
1 – 3c 13.3 mm ² Str	310 kg	8.0 mm C		
1 – 4c 13.3 mm ² Str	400 kg	9.6 mm C	8.0 mm M	4.8 mm D
1 – 6c 3.3 mm ² Str	140 kg	6.4 mm C		
1 – 12c 3.3 mm ² Str	245 kg	8.0 mm C	6.4 mm M	
1 – 12PR 0.6 mm ²	105 kg	4.8 mm C		
1 – 25PR 0.6 mm ²	245 kg		6.4 mm M	
1 – 50PR 0.6 mm ²	480 kg	11.5 mm C		4.8 mm N
1 – 100PR 0.6 mm ²			12.0 mm M	8.0 mm D
RG – 11/U	40 kg	4.8 mm C		
RG – 213/U	55 kg	4.8 mm C		(önceden RG-8/U)
RG – 214/U	65 kg	4.8 mm C		(önceden RG-9/U)
RG – 216/U	60 kg	4.8 mm C		(önceden RG-13/U)
RG – 217/U	115 kg		6.4 mm M	(önceden RG-14/U)
RG – 218/U	360 kg	11.5 mm C		(önceden RG-17/U)
c – İletken	Sol – Katı		Str – Damarlı	PR – Çift
C – Pamuk	M - Manila		D – Dakron	N – Naylon

Listede yer almayan kabloların azami çekme gerginliği bilgileri, söz konusu kablonun üreticisinden temin edilmelidir.

Bir kanala çekilecek herhangi bir kablo grubu kombinasyonu, her bir kablo için izin verilen gerilim toplamı artı yüzde 15 değerini geçmemelidir.

4.5.2.2. Kablo çekme uzunluğu. Ek yerlerini en aza indirmek için kanallara bir seferde elverişli olan en büyük uzunluklarda kablo çekilmelidir. Aksi gerekmediği sürece, iniş delikleri ve el delikleri arasında döşenen kablo tipi için elverişli olan en fazla uzaklık mesafesi bırakılmalıdır ancak iniş delikleri veya el delikleri arasındaki mesafe hiçbir koşulda 200 metreyi aşmamalıdır.

4.5.2.3. Tek kanal içine birden çok kablo döşenmesi. Aynı kanal içinde iki veya daha fazla kablo döşenmesi durumunda aşağıdaki hususlar geçerlidir.

- a) Voltaj değeri aynı olan güç kabloları aynı kanal içine döşenebilir.
- b) Voltaj değeri 600 voltun altında olan güç kabloları aynı kanal içine döşenebilir.
- c) Voltaj değeri 600 voltun altında olan güç kabloları, kumanda kabloları, telefon kabloları veya koaksiyel kablolar ile aynı kanal içine döşenmemelidir.
- d) Voltaj değeri 600 voltun üzerinde olan güç kabloları, kumanda kabloları, telefon kabloları veya koaksiyel kablolar ile veya voltaj değeri 600 voltun altında olan güç kabloları ile aynı kanal içine döşenmemelidir.
- e) Kumanda kabloları, telefon kabloları ve koaksiyel kablolar aynı kanal içerisine döşenebilir.
- f) Güç, kumanda ve telefon kabloları, g) ve h) maddelerinin hükümlerine tabi olarak, aynı kanal sistemi içerisine döşenebilir.
- g) İniş deliklerinde veya el deliklerinde kablo döşeme. Güç ve kumanda kabloları, aksi gerekmedikçe ayrı iniş deliklerine ve el delikleri içerisine döşenmelidir. Yer olması durumunda, her iniş deliğinde her bir kablo için bir ek yerine yetecek kadar kablo gevşeklik payı bırakılmalıdır.
- h) İniş deliklerindeki ve el deliklerindeki kabloların ayrılması. Güç kablolarını ve diğer kablo çeşitlerini ayrı iniş delikleri veya el delikleri içine döşemenin mümkün olmadığı durumlarda, kablolar ayrı bölmelerde veya iniş deliğinin ya da el deliğinin karşıt taraflarına döşenmelidir.-

4.5.3. İniş deliklerine ve el deliklerine kablo döşenmesi.

4.5.3.1. Kablo rafı. Kablolar, iniş deliklerinin veya el deliklerinin iç kısmında, keskin bükümlerden veya dolaşmalardan kaçınılarak, dikkatli bir şekilde biçimlendirilmelidir.- Bütün ek yerleri ve kablolar, 3.2. mm çapında naylon ip kullanılarak kablo raflarına bağlanmalıdır. El deliklerindeki ve iniş deliklerindeki raflar plastik tipte olmalı ve bu raflarda porselen izolatörler bulunmalıdır. Ek yerleri ve bağlantı elemanları, kanalın iniş deliğinde veya el deliğine açıklan ağzından en az 0.6 metre mesafede olmalıdır. Uygulanabilir olması durumunda, farklı kablolardaki ek yerleri de kademeli olarak düzenlenmelidir.

4.5.3.2. Kablo sonlandırma. Tüm kumanda kabloları, telefon kabloları ve koaksiyel kablolar gereken şekilde sonlandırılmalıdır. Anma değeri 5000 voltun üzerinde olan tüm güç kablolarının sonlandırma işlemi, gerilim giderme cihazı kullanılarak yapılmalıdır. Kablo başlıklarının kullanıldığı durumlarda, üreticinin tavsiyelerine sıkı bir şekilde uyulmalıdır. Sonlandırmalar, transformatör buşinglerinde yapıyorsa, gerek yüksek voltaj tarafında gerekse düşük voltaj tarafında açıkta kalan iletken yüzeyler tam voltaj için bantlanmalı ve yüksek yalıtımlı suya dayanıklı kaplamayla boyanmalıdır.

4.5.3.3. Kablo topraklama. Kabloların topraklanmasında aşağıdaki koşullar geçerlidir.

- Bütün kılıflı güç kablolarının kılıfları her iki uçta da topraklanmalıdır. Topraklama iletkeni, bu amaç için özel olarak tasarlanmış olan bir topraklama bağlantı elemanı vasıtasıyla topraklama çubuğuna bağlanmalıdır. Doğrudan toprağa gömülen güç kabloları üzerindeki kılıflar veya zırh, ek yerlerinden değil ancak her iki uçtan topraklanmalıdır.
- Bütün kılıflı kumanda kablolarının kılıfları her iki uçta da topraklanmalıdır. Her ek yerinde kılıfın topraktan yalıtım direnci orijinal kablonun yalıtım direncine eşit olmalıdır.
- Telefon kablolarının kılıfları sadece bir uçta topraklanmış olmalıdır. Her ek yerinde kılıfın topraktan yalıtım direnci orijinal kablonun yalıtım direncine eşit olmalıdır.
- Koaksiyel kablo kılıfları, kablonun çekildiği uzunluk boyunca topraktan yalıtılmış olmalıdır. Kılıflar sadece çekilen kablonun her iki ucundaki donanımda sonlanan koaksiyel bağlantı elemanında topraklanmalıdır.

4.5.4. Basınçlı tip koaksiyel kablolar

4.5.4.1. Önlemler. Gazlı koaksiyel kabloların döşenmesi sırasında bazı özel önlemlere uyulmalıdır. Bu kablolar, tek parça halinde temin edilmeli ve azot gaz basıncı altında tek parça halinde döşenmeli; kablolar ve kapaklar kabloların elleçlenmesi, nakliyesi ve döşenmesi sırasında daima yerinde ve sıkıca kapatılmış olmalıdır. Bu kablo hiçbir zaman kesilmemeli veya kabloya ek yapılmamalıdır. Kablo makaradan çözülürken, bu kabloyu düzeltmek için ek bir cihazın kullanılması tercih sebebidir. Kablo döşeme işlemi sırasında kablonun herhangi bir bölümün dolaşmasını önlemek için daima azami özen gösterilmelidir.

4.5.4.2. Kablo döşeme işlemi öncesi kontrol. Kabloda hasar veya delik olup olmadığını tespit etmek için, azot gazı yükleme basıncının hala kablo içinde tutulup tutulmadığı tespit edilmelidir. Ölçülen bu gaz basıncı değeri azalmışsa ve söz konusu kayıp sıcaklık değişiminden kaynaklanmıyor ise, azot gazı testi yapılmalıdır.

4.5.4.3. Styroflex ve heliax kablolar. 45 mm'lik Styroflex koaksiyel kablo, kablo döşeme işlemi sırasında bir metrenin altında veya yerine sabitlendiğinde 0.6 metreden az bir bükülme yarıçapına maruz bırakılmamalıdır. Bu kablo kesiti için izin verilen azami çekme gerginliği 800 kg'dır. Heliax koaksiyel kablo, kablo döşeme işlemi sırasında 0.75 metrenin altında veya yerine sabitlendiğinde 0.5 metreden az bir bükülme yarıçapına maruz bırakılmamalıdır. Bu kablo kesiti için izin verilen azami çekme gerginliği 380 kg'dır.

4.5.4.4. Basınçlı koaksiyel kablolar için gevşeklik payı sargılı kablo ilmekleri kullanılmamalıdır. Kablo ucunun, binanın dışında bulunan makaradan binadaki açıklık boyunca beslenmelidir. Yapının girişi ile ilgili kablonun ucu arasındaki kablo nispeten aynı yatay düzlem üzerinde binanın içine kadar devam etmelidir. Bükümler, yukarıda belirtilen asgari değerlerin altında olmamalıdır. Kablo ucu elektronik aparata nihai olarak bağlanmayı beklerken "aşağıya doğru bükülmeyecek" veya "sarkmayacak" şekilde geçici olarak desteklenmelidir.

4.5.5. Testere kesikleri içerisine kablo döşeme

4.5.5.1. Testere kesiklerinin kullanımı. Mevcut kaplamalara, örneğin pist merkez hattına veya konma bölgesi ışıklarına ve taksi yolu merkez hattı ışıklarına yeni ışıklar kurulurken, testere kesiklerinin veya kerflerin içine kablo döşenmesi gerekebilir. Sadece ayırma transformatörlerinin ikincil devreleri testere kesikleri içine döşenmelidir. Bu teknik, kaplamayı zayıflattığı için yeni kaplamada kullanılmamalıdır.

4.5.5.2. Kaplamanın kesilmesi. Testere kesikleri, elmas bıçaklı testereleler kullanılarak yapılmalıdır. Testere kesigi veya kerf en az 1 cm genişliğinde ve en az 2 cm derinliğinde olmalıdır. Aynı testere derinliğinde veya ışık armatürlerinin, transformatör mahfazalarının ve ekleme bölmelerinin girişlerinde birden fazla kablo döşenecek ise bu genişlik ve derinlik artırılmalıdır. Kerfin derinliği, testere kesiginin kaplamadaki bir yapı birleştirme yeriyle kesiştiği yerlerde, kaplamanın altında tel gevşeklik payı bırakmaya yetecek kadar artırılmalıdır. Tüm testere kesikleri, dikey tarafları düz sıra halinde dizilecek şekilde olmalıdır. Testere kesiklerinin kesiştiği yerlerde, kesişen kenarlarda kablo yalıtımında meydana gelebilecek hasarı azaltmak için oluk açılmalıdır. Testere kesikleri açılırken ortaya çıkan birikintilerin toplanarak, elmas pütürlerini düzeltmek için işlenmesi tercih edilebilir.

4.5.5.3. Testere kesiginin temizlenmesi. Testere kesigi kumlanarak tüm yabancı cisimler ve gevşemiş maddeler giderilmelidir. Kumlama işleminde kullanılan kum, bu iş için uygun boyutta ve kalitede olmalıdır ve uygun ölçekli başlıklarla ve uygun hava basıncıyla uygulanmalıdır. Kablolar ve teller döşenmeden hemen önce, testere kesigi yüksek hızlı su veya buhar jetiyle yıkanarak, yüksek hızlı hava jetiyle kurulanmalıdır. Bu alan, iş tamamlanana kadar temiz tutulmalıdır.

4.5.5.4. Kabloların testere kesikleri içine döşenmesi. Bu kablolar, ayırma transformatörlerinin ikincil devresine yönelik olduğundan, ıslak ve nemli yerler için uygun 600 voltluk yalıtkan kullanılmalıdır. Polivinil klorür, polietilen, kauçuk ve etilen propilen kauçuk uygun yalıtkan türleridir. Yalıtkan üzerinde cekete gerek yoktur. Örgülü bakır iletken kullanılmalı ve iletkenin kesiti en az 3.3 mm² olmalıdır. İletkenin toplam uzunluğu 350 metreden fazlaysa, iletken kesiti 5.2 mm²'en az olmamalıdır. Genellikle tek iletken tel kullanılmaktadır ancak iki iletkenli kablo da kabul edilebilir. Testere kesiklerinde kabloya ek yapılmamalıdır; sadece tam boy uzanan kablo kullanılmalıdır. Kablolar testere kesiklerinin dibine yerleştirilmeli ve kauçuk ya da plastik pabuçlarla ya da paslanmaz metal klipslerle sabitlenmelidir. Aynı kesige birden fazla kablo yerleştirildiğinde kabloların birbirinden ayrılmasına gerek yoktur. Pabuçlar veya klipler arasında en az bir metre aralık bırakılmalıdır ancak kaplama birleşim yerlerinde, testere kesiklerinin kesişme noktalarında ve ekleme bölmelerinin ya da ışıkların girişlerinde daha yakın aralıklar tercih edilebilir. Kablolar, kaplamalardaki birleşim yerlerinde en az 0.3 metre uzunluğunda, polietilen veya başka bir esnek makaronla kaplanmalıdır. Makaronun ölçüsü, kabloların rahat hareket edebileceği şekilde olmalıdır. Makaron birleşim yerine ortalanmalı ve kapatma maddelerinin girmesini önlemek için uçları bantla sarılmalıdır.

4.5.5.5. Testere kesiginin kapatılması. Testere kesigi, kabloların döşendiği uzunluğun tamamı boyunca uygun yapışkan maddelerle kapatılmalıdır. Bu maddeler genellikle ilgili kablo yalıtkanı ve beton tipi için uygun, iki bileşenli sıvı tip maddelerdir. Dolgu maddesinin test numunelerinin uzama kapasitesi en az yüzde 45 oranında olmalıdır. Yapışkan bileşikler, üreticinin tavsiye ettiği kadar eski olmamalı ve sıcaklık değerlerinin 30°C'yi geçmediği veya üreticinin tavsiyelerine uygun olan yerlerde saklanmalıdır. Karıştırma ve döşeme işlemi sırasında üreticinin talimatlarına uyulmalıdır. Genellikle, yapışkan bileşikler karıştırma işleminden önce ve karıştırma işlemi sırasında ön ısıtma işlemi uygulanarak 25°C'ye getirilmektedir; ortam sıcaklığı 7°C veya üzeri ise, bileşik harici ısı uygulanmadan tatmin edici bir şekilde uygulanabilir ve işlenebilir. Testere kesiklerinin olduğu alanlardaki kaplama birleşim yerleri, kapatma maddesinin açık birleşim yerinden içeri akmasını önlemek için kenevir, jüt, pamuk veya keten gibi fitil malzemeyle doldurulmalıdır. Fazlalık olan veya dökülen malzemenin tamamı alınmalıdır.

4.5.5.6. Kablo sonlandırma. Kablolar, armatürlerde, transformatör mahfazalarında veya ekleme bölmelerinde düzgün bir şekilde sonlandırılmalıdır. Bu sonlandırma ünitelerine girişler kapatılmalıdır. Kabloların bağlantı sonlandırma uçları uygun şekilde bağlanmalı ve yalıtkanın ucu ile iletken arasından kabloya nem girmesi önlenmelidir.

4.5.6. Kablo işaretleme

4.5.6.1. Bütün kablolar ve kablo güzergahları ileride kolayca ayırt edilebilecek şekilde işaretlenmelidir.

4.5.6.2. Kablo etiketleme. Bütün kablolar, her iniş deliğinde ve el deliğinde, her kanal giriş deliğinin yanında bir etiket olmak üzere, kablo başına en az iki etiketle etiketlenmelidir. Etiketler, kablolar döşendikten hemen sonra kabloya iliştilmelidir. Kablo sonları ve başlıkları, işlevlerini, hizmet verdikleri kolaylığı ve diğer ilgili verileri gösterecek şekilde etiketlenmelidir.

Etiketler, tercihen bakırdan yapılmış ve uygun boyutta ve kalınlıkta olmalıdır. Naylon başcıklar kullanılarak kabloya sağlam bir şekilde iliştilmelidir. Etiket işaretlemesi, kablonun hizmet verdiği kolaylığın veya kolaylıkların adının kısaltması ve kablonun sunduğu hizmet türünü (güç, telefon, kumanda ve radyo frekansı (koaks)) gösteren harf kodundan oluşmalıdır. Kumanda fonksiyonları için telefon tipi kabloların kullanıldığı durumlarda, bu kablo telefon kablosu olarak değil kumanda kablosu olarak işaretlenmelidir. Aynı kolaylığa hizmet vermek için iki veya daha fazla türdeş kablonun kullanılması durumunda, bu kablolar tek bir etiket altında toplanabilir.

4.5.6.3. Kablo güzergahı işaretleyicileri. Doğrudan gömme kablo güzergahları, kablo boyunca her 60 metrede bir, kablo yönü her değiştiğinde ve her kablo ek yerinde uygun boyutta ve kalınlıkta beton levhadan bir işaretleyici ile işaretlenmelidir. Bu işaretleyiciler kablo hendeğinin son dolgusundan hemen sonra yerleştirilmelidir. İşaretleyiciler, üst kısmı bitmiş zeminin yaklaşık 2.5 cm üzerinde olacak şekilde düz olarak yerleştirilmelidir. Beton işaretleyici en az 24 saat kuruduktan sonra, üst yüzeyi, işlem görmemiş beton dış yüzeyler için uygun boya kullanılarak parlak turuncu renge boyanmalıdır. Her bir kablo işaretleyicisinin üst yüzeyinde aşağıdaki bilgiler basılı olmalıdır:

- “KABLO” veya “EK YERİ” sözcüğü Ek yapılan kablonun tipi belirten harf “EK YERİ” sözcüğünün önünde yer almalıdır;
- hizmet verilen kolaylığın adı;
- döşenen kablonun tipi “GÜÇ”, “KUMANDA”, “TELEFON” veya “KOAKSİYEL” sözcüğü ile ya da bu terimlerin uygun kısaltmalarıyla işaretlenmelidir; Döşenen tüm kablo türlerinin adı işaretleyici üzerinde gösterilmelidir;
- döşenen kablonun yönünü veya yön değişikliğini gösteren oklar;
- harfler en az 10 cm yüksekliğinde, 7 cm genişliğinde ve 1 cm derinliğinde olmalıdır;
- kanala veya elektrik borusuna döşenen kablolarda, her 60 metrede bir veya her kablo yönü değişikliğinde kablo işaretleyici bulunmalıdır; ancak beton veya asfalt yüzeylere işaretleyici yerleştirilmemelidir ve
- iniş delikleri veya el delikleri kullanıma amacına göre tanımlanmış olmalıdır.

4.5.7. Bağlantı mahfazaları

4.5.7.1. Mahfazaların kurulumu. Ayırma transformatörlerine gelen kablo bağlantılarının çoğu transformatör mahfazalarında, ışıklandırma armatürlerinin kaidelerinde olup, bunlar kaplamalı pistlerin veya taksi yollarının kenarındaki yüzeyin altında veya kaplamanın içinde yer almaktadır. Tercihen, bu mahfazalar, alt tarafta ve kenarlarda en az 10-15 cm'lik betonla mahfaza kabını kuşatan dökme beton bir temel içerisinde, belirlenmiş olan yerlere yerleştirilir. Devre kablolarını almak için kabın girişlerine bağlanan metal elektrik boruları beton duvarların içinden uzanmalıdır. Bu elektrik borularında, topraklama tellerinin veya elektrik dengelerinin bağlanması için kısaçıklar bulunmalıdır. Kabın üst kısmı aynı seviyede ve ışık armatürünün veya da kapak levhasının monte edileceği betonun üst yüzeyinin altında uygun derinlikte olmalıdır. Kurulum ve betonun kürlenmesi sırasında mahfaza kabının üst kısmının

seviyesini, hizasını ve uygun derinliğini korumak için bir tutucu veya master kullanılmalıdır. Kabloların uçları mahfaza kabının içine çekilir ve elektrik borusunun beton temelini dışındaki ucu, mahfazanın içine su girmesini önlemek için, kablonun etrafından uygun bir bileşikle doldurularak kapatılır. Bu kapların üzerine monte edilen yükseltilmiş ışıklarda, yarı gömme ışıklarda veya boş kapaklarda, kabın içine su girmesini önlemek için sızdırmaz bir conta veya başka bir kapatma aracı bulunmalıdır.

4.5.7.2. Mevcut kaplamanın içine kurulum. Işıklar mevcut kaplamalara kurulacaksa, transformatör mahfazasının beton temeller üzerine kurulması pratik olmayabilir. Genellikle transformatör mahfazası kaplamanın kenarında bulunur; ışığa gelen ikincil kablolar ise testere kesikleri içine döşenir. Işık bağlantılarının yapılması için ışığın bulunduğu yerde, kaplamanın içine uygun boyutta ve derinlikte bir delik açılarak trafo mahfazası, buat kutusu veya ışık armatürü yerleştirilebilir. Işık armatürü bir mahfazanın üzerine kurulabilir veya doğrudan deliğe yerleştirmeye uygun tipte olabilir. Elmas kenarlı uçlar kullanılarak, kaplamanın içine armatürler veya mahfazalar için uygun boyutta delikler açılmalıdır. Buat kutuları ve ışık armatürleri için açılan deliğin dibi düz veya hafif içbükey olmalıdır ancak çevresindeki en az 2.5 cm'lik bir alan düz olmalıdır. Eğer delikler fazla derin açılmışsa, istenen derinliğe gelecek şekilde dolgu macunıyla doldurulmalıdır ve kurulumu devam etmeden önce bu macunun kuruması beklenmelidir.

4.5.7.3. Mahfazanın yerleştirilmesi. Transformatör mahfazasının, buat kutusunun veya armatürün kenarları kurulumdan hemen önce kumlanmalıdır. Ayrıca açılan deliğin iç cephesi de kumlanmalıdır. Mahfazanın veya armatürün dibi ve kenarları ile açılan deliğin cepheleri ve dibi, beton ile armatür veya mahfaza arasındaki boşluğu doldurmaya yetecek asgari miktardaki uygun dolgu maddesiyle hazırlanan bir astarla kaplanmalıdır. Dolgu maddesi genellikle, üreticinin talimatlarına göre karıştırılarak uygulanan iki bileşenli bir macundur. Her ışık veya mahfazanın kurulumu sırasında, uygun yükseklikte ve hizada olmasını sağlamak için bir tutucu veya master kullanılmalıdır. Tutucu, dolgu maddesi donuncaya kadar yerinden çıkarılmamalıdır. Kablolar çekilerek, bağlantı veya ekleme yapmak için gereken konuma getirilmeli ve girişleri doldurularak kapatılmalıdır. Dolgu maddesinin veya gömme maddesinin fazlalık olan kısmının tamamı alınmalıdır.

4.5.7.4. Ayırma transformatörlerinin doğrudan gömülmesi. Doğrudan gömme ayırma transformatörleri genellikle transformatörlere bağlanan kablolarla aynı derinlikte olacak şekilde yerleştirilmelidir. Transformatörler ve kablolar bağlantı elemanları üzerinde bükülme veya gerilme olmayacak şekilde düzenlenmelidir ve kablolar ve uçlarda toprak çökmesini ve don kabarmasını kaldıracak gevşeklik payı bırakılmalıdır. Uygun bağlantı elemanları kullanılarak, dış birleşim yeri 2-3 tur elektrik bantıyla bantlanmalıdır. Kabloların transformatörlere bağlanması için ek yapılmamalıdır.

4.5.7.5. Ayırma transformatörlerinin transformatör mahfazalarına yerleştirilmesi. Ayırma transformatörleri, transformatör mahfazalarına yerleştirilirken, mümkünse ayırma transformatörleri mahfazaların dibine düz tarafı gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Kablolar, transformatörlerin uçlarına uygun bağlantı elemanı ile, ek yapılmadan bağlanır ve birleşim yerleri bantlanır. Bağlantı elemanları mümkünse bükülme veya gerilme olmadan mahfazaların dibinde düz konumda olmalıdır. Ayırma transformatörleri üzerindeki topraklama bağlantıları, eğer bu tür bağlantılar bulunuyor ise, topraklama teline bağlanmalıdır. Mahfazaların iç sıcaklığı 120°C'nin üzerinde olacaktır; ışık armatürleri ile transformatörler arasında konulacak bir parça alüminyum folyo, ısının transformatörler üzerindeki etkilerini azaltacaktır.-





BÖLÜM
5

HAVAALANLARINDA YERALTI HİZMETİNE
YÖNELİK KABLOLAR

5. BÖLÜM

HAVAALANLARINDA YERALTI HİZMETİNE YÖNELİK KABLolar

5.1 KABLolarIN ÖZELLİKLERİ

5.1.1 Yeraltı hizmetine yönelik kabloların özellikleri

5.1.1.1 Yalıtım. Anma değeri azami 35 kilovoltta kadar olan kablolar için çalışma, aşırı yük ve kısa devre koşullarında azami iletken anma sıcaklık değerleri sağladıkları için aşağıdaki yalıtkan maddeler yaygın olarak belirtilmektedir:

- Çapraz bağlı polietilen (XLP). Sıcakta sertleşen bu madde, mükemmel elektriksel özelliklere, iyi bir kimyasal dirence, iyi fiziksel mukavemet özelliklerine sahiptir ve düşük sıcaklıklarda esnekliğini korur.
- Etilen propilen kauçuk (EPR). Bu bileşen, çapraz bağlı polietilene eşdeğer kabul edilen elektriksel özelliklere sahiptir bu nedenle yüklenici firmaya bu iki tipten herhangi birini temin etme opsiyonu verilmelidir.→

5.1.1.2 Özel koşullarda daha düşük iletken anma sıcaklık değerlerine sahip oldukları veya daha düşük azami anma voltaj sınıfına girdikleri garanti edilen aşağıdaki yalıtkan maddeler kullanılabilir.

- Kauçuk. Kauçuk yalıtkanlı iletkenler, ek yapma kolaylığı, iyi nem direnci ve düşük dielektrik kayıpları sağlar.
- Cilalı patiska. Ozona ve yağa karşı dayanıklılık veya ek yapma kolaylığı için yalıtkan malzeme olarak cilalı patiska kullanılmaktadır. Cilalı patiska prensip olarak, yağ sızma probleminin söz konusu olduğu durumlarda, kağıtla yalıtılmış kabloyla bağlantılı olarak kullanılır.→ Islak veya nem oranının yüksek olduğu yerlere veya yer altına döşendiğinde cilalı patiska yalıtkanın üzerinde uygun bir kılıf bulunmalıdır.→
- Kağıtla yalıtım. Düşük iyonlaşma, uzun ömür, yüksek dielektrik mukavemeti, düşük dielektrik kayıpları ve değişen sıcaklık koşulları altında iyi bir kararlılık sergileyen özelliklerinden dolayı kağıtla yalıtılmış kablo kullanılır. Cilalı patiskayla yalıtımda olduğu gibi, kağıtla yalıtım da uygun bir koruyucu metal kılıf gerektirmektedir. Bu husus, mevcut kablolar kağıtla yalıtılmış ise bir seçenek olarak, ekstra maliyet gerekçelerinin haklı bulunduğu durumlarda ise bir gereklilik olarak belirtilebilir zira ne çapraz bağlı polietilen ne de etilen propilen kauçuk gerekli özellikleri sağlamaktadır.
- Butil kauçuk. Sıcaklıkta sertleşen bu yalıtkan, yüksek dielektrik mukavemetine sahiptir ve neme, ısıya ve ozona karşı yüksek direnç gösterir. 35 kilovoltta kadar olan gerilimlerde kullanılabilir ancak çapraz bağlı polietilene veya etilen propilen kauçuğa göre daha düşük iletken anma sıcaklık değerlerine sahiptir.
- Silikon kauçuk. Sıcaklıkta sertleşen bu yalıtkan ısıya, ozona ve koronaya karşı yüksek direnç gösterir. Islak veya kuru yerlerde, açıkta veya elektrik borusu içinde kullanılabilir. En yüksek iletken anma sıcaklık değerlerine sahiptir ancak sadece beş kilovoltta kadar olan uygulamalarda kullanılabilir.

5.1.1.3 Kablo kılıfları

- Ametal kılıflar. Ametal kılıflar esnek, nem itici ve uzun süre dayanıklı yapıda olmalıdır. Ametal kablo kılıfı malzemesi olarak sıklıkla kullanılan neopren pek çok yerde kullanıma uygun değil-

dir. Bu madde, sıklıkla, yalıtkanın içine sızabilecek aşırı miktarlarda su emmektedir.– Özellikle tropik bölgelerde, bazı ametal kılıf malzemelerinin, mikroorganizmalardan, böceklerden veya bitkisel yaşamdan zarar görebildiği bildirilmektedir. Yeraltına veya elektrik borularının içine döşendiğinde iyi performans sergileyen bazı kılıf malzemeleri, güneş ışığına maruz kalacakları yerlere döşendiklerinde hızla bozulmaktadır. Düşük sıcaklıklarda kırılğan hale gelen malzemeler soğuk bölgelerde kullanılmamalıdır.– Bazı bölgelerde, kemirgenler de ametal kılıflı kablolarla sıklıkla zarar verebilmektedir. Bu bölgelerde kablolar kanalların içine döşenmeli veya metal kılıflı kablo kullanılmalıdır.

- b) Metal kılıflar. Mekanik hasara veya yüksek iç basınca maruz kalan kablolarla, kurşun, alüminyum veya çelik gibi metal bir kılıf kullanılması gerekir. Kağıt veya cilalı patiska gibi bazı yalıtkanlarda bu korumanın her durumda bulunması gerekmektedir.

5.1.1.4 Kablo örtüleri. Metal kılıfların korozyondan korunması için uygun bir kablo örtüsünün veya kablo ceketinin kullanılması gerekebilir.

5.1.1.5 Ekranlı kablolar. Elektrik alanını yalıtkanın kendisine hapsedmek ve kaçak akımların kablonun yüzeyine ulaşmasını önlemek için orta voltaj dağıtım kablolarının ekranlanması gerekmektedir. Havaalanı ışıklandırmasında kullanılan seri devre kabloları ve anma gerilimi beş kilovolt ve üzeri olan tüm metal kılıflı kablolar hariç olmak üzere, anma gerilimi iki kilovolt ve üzeri olan tüm metal olmayan koruyucu kılıflı kablolarla yalıtkanın ekranlanması gerekmektedir. Koruyucu ekranlar elektrik çarpması riskini azaltmak için topraklanmalıdır. Topraklama işleminin her uçta yapılması gerekmektedir aksi takdirde tehlikeli düzeyde endüklenen voltaj ortaya çıkabilir.

5.1.1.6 Kabloların ateşe dayanıklı hale getirilmesi. İniş deliklerindeki, el deliklerindeki ve 2400 volt veya üzeri gerilimde çalışan transformatör depolarındaki kablolar veya bu voltaj seviyelerinde çalışan diğer kablolar uygun püskürtmeli kaplamayla ateşe karşı dayanıklı hale getirilmelidir. Fiziksel ayırım mesafesinin, bariyerle ayırımın veya diğer hususların elverdiği durumlarda istisnalar yapılabilir.

5.1.1.7 Korona hasarına karşı koruma. Ozondan hasar görebilecek yüksek voltaj kablolarının yalıtkanı, ozonu üreten korona kontrol altına alınarak, iletken ile yalıtkanı arasında ince bir yarı iletken film yerleştirilerek bu hasara karşı korunmalıdır. Bu film, iletken ile yalıtkan arasındaki boşlukları doldurarak, korona oluşumunu dolayısıyla da ozon oluşumunu önler. (Bkz. 5.1.3.6.)

5.1.1.8 Kablo iletkenleri. İletkenlik özelliğinin yüksek olması, esnekliği ve kullanım kolaylığı nedeniyle, çoğu yalıtımlı iletken formlarında tavlı bakır kullanılmaktadır.– Yarı sert çekilmiş bakırın çekme mukavemeti tavlı bakırdan daha fazladır. Aşındırıcı koşulların kullanımlarını sınırlandırdığı durumlar haricinde, iletken seçimi olarak alüminyum iletkenlere izin verilebilir.–

5.1.2 Hizmet sınıfları

5.1.2.1 Düşük voltaj kabloları. Seri/seri ayırma transformatörlerinin ikincil devrelerini armatürlerdeki lambalara bağlamak için, düşük voltaj dağıtım devreleri için ve de tek birimlere ve daha kısa devrelere düşük voltaj besleme devreleri olarak (yalıtım anma gerilimi 600 volt veya altı olan) düşük voltaj kabloları kullanılmaktadır. Kullanılan iletkenler genellikle bakırdır ancak alüminyum da olabilmektedir ve tek veya çok iletkenli kablolar kullanılmaktadır. Hem som hem de örgülü iletkenler kullanılmaktadır ancak kablonun sık sık esnemesi bekleniyor ise örgülü iletken tercih edilmektedir. İletkenin kesiti 2 mm² ila 8 mm² arasında veya voltaj düşüşünü azaltmak için gerekirse daha fazla olabilir.

5.1.2.2 Yüksek voltaj kabloları. Havaalanı ışıklandırmasında, yüksek voltaj kabloları çoğunlukla güç dağıtım kaynağı için veya besleme kabloları için kullanılmaktadır. İlgili kriterler ve malzemeler, 2.5.5

ila 2.5.7. sayılı maddelerde ele alınan güç dağıtım kablolarıyla aynıdır. Kullanılan voltajlar genellikle 1000 - 5000 volt arasındadır. İletkenlerin kesit ölçüsü 3.3 mm² ila 21 mm² arasındadır ancak zaman zaman daha büyük kesitli iletkenler de kullanılmaktadır. Bu kablolar tek iletkenli veya iki ya da üç iletkenli kablolar olabilmektedir. Bu kablolar için yalıtkan, kablo ceket, kablo kılıfı ve koruyucu seçilirken toprak, çevre, döşeme yöntemi, kimyasal maddelere maruz kalım ve her tür özel problem göz önünde bulundurulmalıdır.

5.1.2.3 Seri havaalanı ışıklandırma kabloları. Bu amaçla kullanılan kablolarla ilişkin gereklilikler, çoğu güç kablosuna ilişkin kablo gerekliliklerinden daha fazla standardize edilmiştir. Bu devrelerde kullanılan seri akım 6 ila 20 amper arasındadır. Yaygın olarak kullanılan iletken ölçüsü, 8.4 mm² kesitlidir ancak bazı 3.3 mm²'lik kablolar da kullanılmaktadır. Bu kablolar tek iletkenlidir. İletken genellikle örgülüdür ancak som iletken de kullanılabilir. Yalıtkanın anma değeri genellikle 5000 voltur. Yalıtkan üzerinde ametal kablo ceket yaygın olarak kullanılmaktadır. Yalıtkan ile kablo ceket arasında veya kablo ceket ile ametal kablo örtüsü arasında metal bantla koruma sıklıkla kullanılan bir yöntemdir ancak bazı tesisatlarda buna gerek olmayabilir.→ Tercih edilen seri ışıklandırma kabloları; 8.3 mm²'lik, örgülü, bakır iletkenli; çapraz bağlı polietilen, etilen propilen kauçuk veya buna kauçuk yalıtkanlı; klorosülfolanmış polietilen, polivinil klorür, polietilen veya dayanıklı neopren ceketli; meta bant korumalı kablolardır.

5.1.2.4 Kumanda kabloları. Kumanda kabloları genellikle çift veya çok iletkenli düşük voltaj kablolarıdır. Bazı basit kumanda devrelerinde bir grup tek iletkenli kablo kullanılabilir. Bazı kumanda kablolarında, hat voltajı ve/veya nötr için bir veya iki büyük iletken; ayrı ayrı kumandalar için de daha küçük iletkenler bulunmaktadır. Diğer tesisatlarda, hat veya nötr için bir çift büyük tel, ayrı ayrı kumandalar içinse çok sayıda küçük iletken tel kullanılabilir. Çok iletkenli kumanda kablolarında 7, 12, 16 veya çok daha fazla iletken kullanılır. Kumanda kablolarının çoğunda örgülü bakır iletkenler bulunur. İletken ölçüsü, hat voltajı düşüşünü kabul edilebilir bir aralık içerisinde tutacak şekilde seçilir. İletkenlerin kesit ölçüsü genellikle 3.3 mm² ila 0.5 mm² aralığındadır. Yalıtım direnci değeri, genellikle 250 volt veya altındaki kumanda voltajı için uygun olmalıdır. Kauçuk, polietilen, polivinil klorür, cilalı patiska ve kağıt kumanda kabloları için kullanılan yalıtkan çeşitlerinden bazılarıdır.→ Kablo çarpını düşürmek için ince bir yalıtkanın kullanılması tercih edilir. Alternatif akım kumanda devrelerinde, devreler arasında endüklenen voltajı azaltmak için iletkenlerin çift burgulu veya sarmal olması tercih sebebidir.→ Çok iletkenli kablolar da dış ceket bulunmalıdır ve kablolar metal bantla korunabilir.

5.1.2.5 Haberleşme kablosu. Kontrol kulesi, ışıklandırma depoları ve ofisler veya istasyonlar arasında haberleşmeyi sağlamak için özel iç haberleşme ve telefon devreleri kurulmalıdır. Bu devrelerde genellikle bir adet veya daha fazla sayıda çift burgulu telefon tipi kablo kullanılmaktadır.

Bu kablolar, yeraltı tesisatlarına uygun olmalıdır. Kumanda kabloları bazı tesisatlarda haberleşme için de kullanılabilir de, ayrı elektrik boruları içinde veya doğrudan gömme yöntemi kullanılacak ise açılan hendek içerisinde birbirinden iyice ayrılmış olan ayrı ayrı kabloların kullanılması tercih edilmektedir.

5.1.2.6 Topraklama telleri. Yıldırım çarpmasına bağlı hasarların beklenebileceği bölgelerde, yeraltı güç ve kumanda kablolarını yüksek toprak akımı dalgalanmalarından korumak için bir topraklama teli veya elektrik denge teli döşenmelidir. Topraklama teli, toprak yüzeyi ile yeraltı kabloların arasında döşenmelidir.→ Bu tel, genellikle yalıtımsız, örgülü bir bakır iletkenidir.→ Bu topraklama telinin ölçüsü, koruduğu en büyük kesitli iletkenlerden az olmamalıdır. İletkenin kesiti 8.4 mm² ila 21 mm² arasında veya daha büyük olabilir. Kesintisiz bir iletken olmalı ve güzergahı boyunca uzanan her armatüre, ışık kaidesine ve topraklama çubuğuna veya bağlantıya bağlanmalıdır.

5.1.3 Kablo hasarının nedenleri

5.1.3.1 Havaalanı ışıklandırma arızalarının sık görülen nedenlerinden biri kablo hataları/arızalarıdır ve bunların yerinin tespit edilerek onarılması için ciddi zaman gerekmektedir. Etkin kablo arızası azaltma yöntemleri sistemin güvenilirliğini artırmaktadır. Kablo hasarının nedenlerinin daha iyi bilinmesi, kablo tiplerinin ve kablo döşeme usullerinin seçilmesinde yardımcı olacaktır. Bu nedenlerden bazıları aşağıda ele alınmaktadır.

5.1.3.2 Mekanik hasar. Kablo arızalarının çoğu muhtemelen mekanik hasardan kaynaklanmaktadır. Mekanik hasarın en yaygın nedeni muhtemelen zayıf tesisat teknikleri ve prosedürleridir ancak don şişmesi, uçak veya araç trafiğinin titreşimi, kemirgenler, yer kayması veya çökmesi ve daha pek çok neden kablolarda fiziksel hasara yol açabilmektedir. Bazı mekanik hasar tipleri şunlardır:

- Yalıtım maddesindeki çentik ve sıyrıklar.
- Kanallardan çekilirken veya doğrudan gömme işlemi için sererken kabloların aşırı gerilmesi.
- Kablo hendeklerinin yataklarında veya dolgularındaki taşlar veya yabancı maddeler.
- El deliklerinde, iniş deliklerinde, ışık kaidelerinde, elektrik borularında, armatürlerde, donanım bağlantılarında, bağlantı elemanlarında, ek yerlerinde, kablo hendekleri ve elektrik boruları boyunca veya çökme, bakım, tesisat veya hava durumunun gerginliği artırabileceği diğer yerlerin içinde veya girişlerinde yetersiz gevşeklik payı bırakılması.
- Ek yerlerinde veya bağlantı yerlerinde iletkende oluşabilecek çentiklerin daha sonra iletkenin kopmasına yol açabilmesi.
- Gerek dikey gerekse yatay kablo hendeklerinde, kablo gevşeklik payı ilmeklerinde veya toprak sıkışmasının ya da donmanın etkisiyle iki ayrı kablo bölümünün doğrudan temas edebileceği yerlerde- kablo ayırımının yetersiz olması
- Donma veya don şişmesi nedeniyle kabloların buz, donmuş toprak veya herhangi bir katı cisim veya maddeyle zorlanması. Bu gibi noktalarda gerginliği azaltmak için uygun tamponlama yapılması ve gevşeklik payı bırakılması gerekmektedir.
- İniş deliklerinde veya kabloların sarkık veya açıkta bırakılması sonucu cisimlerin veya kişilerin kablolara basınç uygulayabileceği diğer alanlarda kabloların yeterince desteklenmemesi.
- Kabloların üzerinden geçen trafiğin veya kablolara bağlı ya da kabloların yakınlarındaki teçhizatın çalışmasından kaynaklanan titreşim sonucu meydana gelebilecek iletken, kaplama veya yalıtım maddesi yorulması. Bu durumların görüldüğü veya yaşanabileceği durumlarda, kablolar titreşim alanının iyice ötesinde uzanan kanallar içerisinde dōşenmelidir.
- Elektrik borularının veya kanallarının kırılması sonucu meydana gelebilecek kablo kopmaları. Elektrik kanalları ve boruları iyice bağlanmış ve uygun dolgu maddesiyle sıkıştırılmış olmalıdır.

5.1.3.3 Su sızması. Su kablo kılıfından veya yalıtım malzemesinden geçerek iletkene sızdığına top-
raklama arızası meydana gelir. Su girmesi veya sızıntısı ek yerlerinde, bağlantı yerlerinde, kablo bağlantı uçlarında, fiziksel hasarlı bölgelerde, yalıtımın yetersiz düzeyde olduğu yerlerde, yıldırım veya aşırı voltajdan kaynaklanan deliklerde ve diğer kusurlarda görülebilir.

- Yanlış yapılmış ek yerleri ve yanlış takılmış olan bağlantı takımları da su sızmasının sık kaynaklarından biridir. Ek yerlerinin bırakılması ve bağlantı elemanlarının takılması ile ilgili talimatlar için 5.2. sayılı maddeye bakınız.
- Kabloların ucundan su girmesini önlemek için bu uçlar donanıma bağlanmadan önce ve de bağlandıktan sonra temiz ve nemden uzak tutulmalıdır. Yedek kabloların uçları da aynı şekilde korunmalıdır. Bazı yalıtım türleri, özellikle kağıt ve mineral dolgu, nem oranının yüksek olduğu

dönemlerde atmosferden nem çekebilir. Bu tür kabloların uçları, donanımına bağlandıktan sonra daima kapalı tutulmalıdır.

- c) Bazı yalıtım malzemelerin yapıları gereği veya kusurlu yerlerinden içlerine aşırı su girebilir-. Yalıtım direnci üzerinde yapılan kalite testleriyle bu tür kusurlar tespit edilmelidir. Bazı neopren ceketli kabloların suya yeterince dirençli olmadığına dair bildirimler bulunmakla birlikte, diğer bildirimlerde bu kablo tipinin iyi performans sergilediği belirtilmiştir. Kablo alınmadan önce, tercihen aynı üreticiden temin edilmiş olan, aynı kablo tipinin diğer tesisatlardaki performansı araştırılmalıdır.
- d) Yıldırım çarpması, kabloları ciddi hasar verebilir veya ortaya çıkan voltajlar, gözenek oluşumuna yol açarak yalıtkanın zarar görmesine yetecek düzeyde olabilir. Bu gözeneklerin, kablo geçiş noktalarında veya kablonun metal iletkenlere yakın ya da metal iletkenlere temas halinde olduğu yerlerde görülme olasılığı daha yüksektir. Düzgün bir şekilde yerleştirilmiş olan topraklama teli veya elektrik dengeleri yıldırım çarpmasından kaynaklanan hasarı azaltacaktır.
- e) Kazara veya hatalı çalıştırma sonucu bir kabloya aşırı voltaj uygulanabilir. Kabloda oluşan hasar hemen fark edilemeyebilir.

5.1.3.4 Kimyasal hasar. Çoğunlukla, havaalanı ışıklandırma kabloları, düzenli olarak ya da zaman zaman yakıtların, yağların, asitlerin veya başka kimyasalların mevcut olabileceği alanlarda bulunmaktadır. Bu kimyasallar bazı kablo türlerinin yalıtım direncini olumsuz etkiler. Kabloların bu tür kimyasallara maruz kalabileceği biliniyor veya bu durumdan şüpheleniliyor ise, bu kimyasallara dirençli bir kablo tipi seçilmelidir.

5.1.3.5 Kemirgenlerden kaynaklanan hasar. Bazı bölgelerde, kemirgenler, özellikle de yalıtım malzemesini kemiren tarla sincapları doğrudan gömme kabloları zarar vermektedir. Kabloların yaydığı ısıdan veya tadından dolayı kemirgenleri çekebileceğine dair bazı bulgular mevcuttur. Kemirgenlerden kaynaklanan hasarın ciddi bir sorun olduğu durumlarda, kabloların kanal içine döşenmesi veya metal kılıflı kabloların kullanılması tercih edilebilir.

5.1.3.6 Mikroorganizma veya bitki hasarı. Mikroorganizmaların veya bitkilerin tropik veya dönence altı alanlarda bazı kablo tiplerine zarar verdiği bildirilmektedir. Diğer kablo türleri ciddi ölçüde etkilenmemektedir. Bu tür problemlerin yaşanabileceği öngörüldüğü ise, söz konusu mikroorganizmalara ve bitkilere karşı dayanıklı olduğu bilinen bir kablo tipi seçilmelidir.

5.1.3.7 Ozon ve korona hasarı. Bazı kablo yalıtkanları, ozondan veya buna bağlı olarak söz konusu devrenin veya yakın devrelerin ürettiği koronadan hasar görür. Bu etkilere karşı yeterli direnç gösteren kablo yalıtkanları mevcuttur. Kablo yüksek voltaj taşıyorsa veya diğer ozon ya da korona kaynaklarına maruz kalma olasılığı varsa, bu niteliklere sahip kablolar seçilmelidir. Geçmişte, bazı Devletlerde, pist ve yaklaşma ışığı seri sistemlerinde, bu sistemlerin bir yıl içerisinde tam yoğunlukta kullanıldığı saat sayısının nispeten az olduğu gerekçesiyle, korona hasarına karşı korumalı olmayan kablolar kullanılmıştır. Sonuç olarak, bu kablolar hizmet süresinin sadece küçük bir bölümü boyunca yüksek voltaja maruz kalmaktadır. Maliyet azaltımı az olduğundan ve bu kablolar her durumda güç dağıtım devrelerine takıldığı ve sürekli olarak yüksek voltaj stresine maruz kaldığı için bu uygulamanın makbul olmadığı tespit edilmiştir.

5.1.3.8 Ultraviyole hasarı. Yeraltı tesisatlarında yeterli düzeyde performans gösteren bazı kablo yalıtkanları, havaalanı ışık kuleleri gibi yükseltilmiş mesnetler üzerinde kullanıldığında güneş ışığına maruz kalınca hızla gevreyerek kırılabilir hale gelebilmekte ve bozulabilmektedir. Kablo bu tür bir duruma maruz kalacak ise, ultraviyole ışınlarına dayanıklı yalıtkan kullanılan kablolar seçilmeli veya kablo metal elektrik borusu içine döşenmelidir.

5.1.3.9 Kablonun durumun bozulması. Çoğu kablo zaman içinde yavaş yavaş bozulur. Yeraltı kabloların kullanım ömrü, 10 - 20 yıl olmalıdır.

5.2 KABLO BAĞLANTILARI

5.2.1 Kablo ekleri

5.2.1.1 Tüm kablo ekleri, yüksek standartlı işçilik kullanılarak, deneyimli ve kalifiye ustalar tarafından yapılmalıdır. Ek yöntemleri ve malzemeleri, ek yapılan belirli bir kablo tipine yönelik ek malzemesinin üreticisi tarafından tavsiye edilen tipte olmalıdır. Tüm kablo ekleri aşağıdaki gerekliliklere uygun olmalıdır.

5.2.1.2 5000 volt üzeri voltaj değerleri için yalıtımlı güç kabloları. Ek yapılan kablo tipi için tasarlanmış olan ek kitleri kullanılmalıdır. Bu tür kitlerin bulunmadığı durumlarda, 5.2.2. sayılı maddeye uygun olarak yapılmış bantlı ekler kullanılabilir. Epoksi veya reçine ekler kullanılmamalıdır.

5.2.1.3 610 ila 5000 volt yalıtımlı güç kabloları. Kablo için tasarlanmış olan basınçlı epoksi reçine ek yeri kaplamaları ve dökme ek malzeme kitleri, üreticinin talimatlarına sıkı bir şekilde uyularak kullanılmalıdır. Bantlı eklemeler sadece gerekli olduğu takdirde kullanılmalıdır.

5.2.1.4 600 volt veya altındaki voltaj değerleri için yalıtımlı güç kabloları. Tüm doğrudan toprağa gömme kablolar için uygun olan dökme ek malzeme kitleri veya basınçlı epoksi reçine ek yeri kaplamaları kullanılabilir. Kaplama örtüsü olarak öngermeli veya ısıyla daralan makaron kullanılarak yapılan bantlı eklemeler de kullanılabilir.

5.2.1.5 Kumanda ve telefon kabloları. Termoplastik yalıtımlı basınçsız kablolarda yeniden girilebilir dolgulu türde bir ek yeri kaplaması mevcuttur. Mevcut basınçlı, kurşun kaplama veya kağıtla yalıtılmış kabloların yapılan ekler, ilgili otoritesinin gerekliliklerine uygun şekilde olmalıdır.

5.2.2 Bantlı eklemeler

5.2.2.1 Uygun bağlantı elemanları ve ek malzemesi kitleri temin edilemediğinde genellikle bantlı eklemeler kullanılmaktadır. Bantla ekleme yapılacaksa, tatmin edici düzeyde hizmet elde etmek için doğru teknik kullanılacaktır. Aşağıda açıklanan teknik, sadece tek iletkenli kabloları yöneliktir ancak uygun düzenlemelerle, çok iletkenli kablo ekleri için de geçerlidir.

5.2.2.2 Birleştirilecek olan kablo uçları temiz tutulmalı ve daima nemden korunmalıdır.

5.2.2.3 Dikkatle sıyrarak, birleştirilecek olan kabloların uçlarından kablo kaplaması, kablo ceketi, metal koruyucu, kablo kılıfı ve yalıtkanı çıkarılır. İletkende çentik oluşmaması için çok dikkatli bir şekilde, iletkenin yaklaşık 2 cm'lik kısmındaki tüm yalıtkan kalıntıları çıkarılır. Yalıtkan iletkenden düzgün bir şekilde en az 2 cm kadar geri sıyrılır. Kablo kılıfı, metal bant, kablo ceketi vs. yalıtkan tabakasının dış yüzeyi boyunca yine 2 cm kadar geri sıyrılır (bkz. Şekil 5-1a). Sıyrılarak kaydırılan bu kısım, sıyrılan kısma gelen su yollarını kapatacaktır. Eğer varsa, kabloyu korumak için kullanılan metal bandın bütünlüğü tüm ek yeri boyunca bozulmaz. Aynı şekilde, ametal kılıf da en az 2 cm kadar sıyrılır. Bütün çelik veya metal zırh ya da dış metal kaplama çıkarılır ancak ek parçaya yeniden bağlamak için ağızlıklar ve uçlar bırakılır.

5.2.2.4 İletkenin uçlarını birleştirmek için sıkıştırılmalı tip bağlantı elemanı kullanılır Çıkarılmadan tam sıkışma sağlayacak şekilde tasarlanmış bir alet kullanılarak, iletken iletkenlerin uçlarına sıkıştırılır (bkz. Şekil 5-1b). Ayrıca, arzu edilirse, iletken bağlantı elemanı lehimlenebilir.

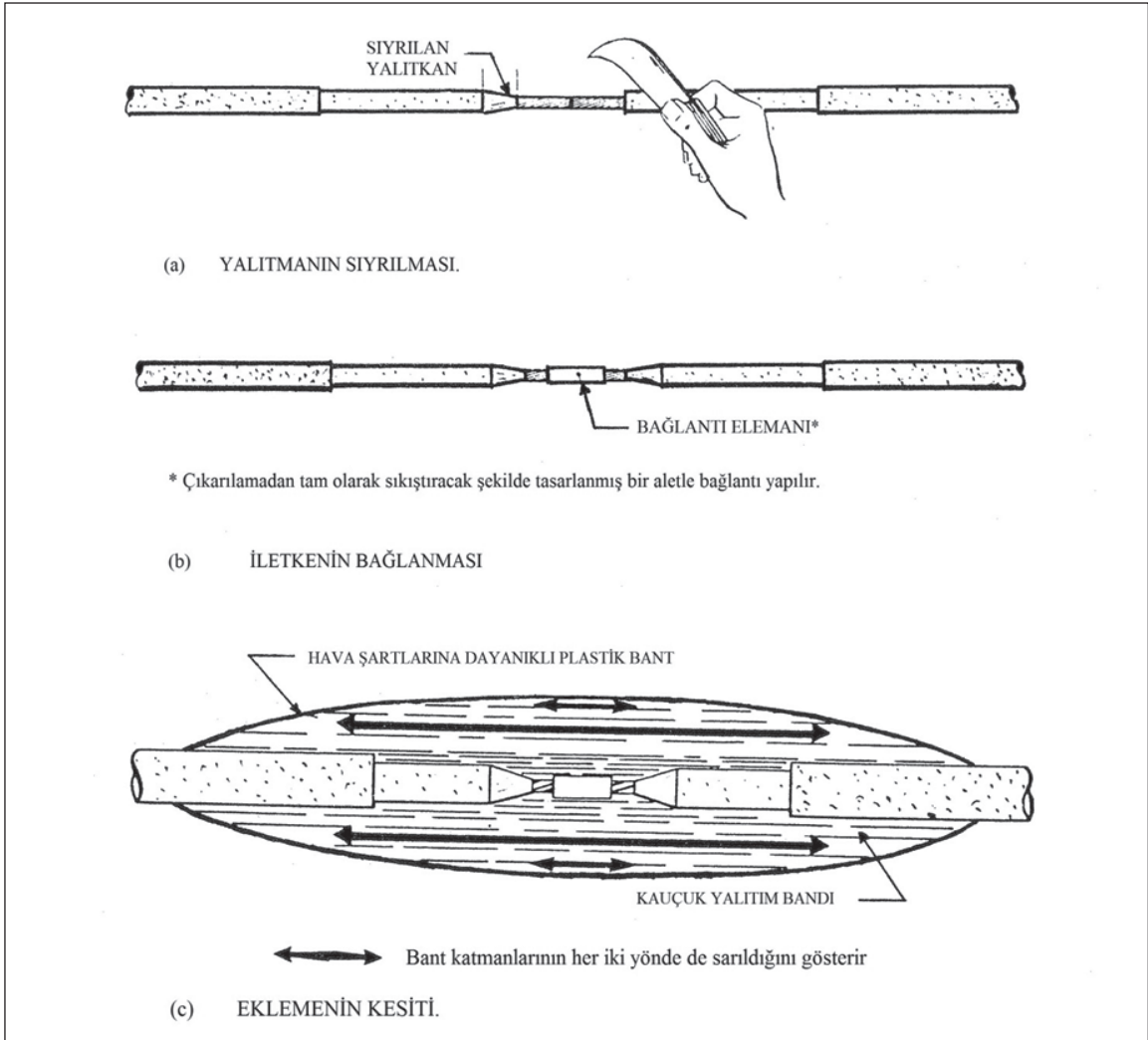
5.2.2.5 Kaliteli bir kauçuk veya suni kauçuk bant kullanılarak, bant üzerinde yaklaşık yüzde 25 uzama için yeterli gerginlik korunarak ve bant genişliğinin yakalılık yüzde 50'si üst üste gelecek şekilde, her seferinde bir kat bant dikkatle sarılır.

Katların her biri, sıyrılan kesim boyunca biraz daha yukarı çıkarak yalıtkan boyunca uzanacaktır. Kauçuk bant katları bu şekilde, yalıtkan tabakanın tam boyutuna gelene kadar artırılır. (Bkz. Şekil 5-1c.)

5.2.2.6 Yalıtkanın üzerinde koruma bandı kullanılıyorsa, ek yeri boyunca bütünlüğü bozulmaması gereken metal bant lehimlenerek veya uygun bağlantı elemanları kullanılarak bağlanır. Gerekirse aynı tip ekstra metal bantla sarılır.

5.2.2.7 Kauçuk bant, 5.2.2.5 sayılı maddede anlatılan şekilde, kablo çapının en az 1.5 katı olana kadar sarılmaya devam edilir. Boşluk kalmasını önlemek için ve kablunun yüzeylerine ve iç taraftaki her bir bant katmanına içine iyice yapışması için bant dikkatli bir şekilde gerilmelidir.

5.2.2.8 Kauçuk bant üzerine, birkaç kat yüksek yalıtım dirençli, alev geciktirici, hava şartlarına ve soğuğa dayanıklı bant eklenir. Uygun gerginlikle ve her turda genişliğinin yaklaşık yüzde 50'si üst üste



Şekil 5-1. Tek iletkenli kabloda bantlı ekleme

gelecek şekilde plastik bant uygulanır.→ Plastik bant, ek yerinin her iki tarafında kılıf yalıtkanının yüzeyi boyunca en az 3 cm uzanmalıdır.

5.2.2.9 Kablo çelik zırlıysa veya başka bir metal kaplaması varsa, ek yeri boyunca topraklama şeridi bağlanır ve uygun kısaçallı bağlantı elemanlarıyla ve/veya lehimle eklemelerin her bir tarafında kablonun zırlına bağlanır (bkz. Şekil 5-2a). Kablo kurşun kaplamalıysa, kablonun üzerindeki kurşun kaplamaya su geçirmez bir dolgu sağlamak için ek yerinin üzerine uygun bir kurşun lehimleme yapılır. Korozyona karşı koruma için metal örtünün üzerine kaplama yapılmışsa, söz konusu çalışmanın yapıldığı alanda kablonun tüm yüzeyine ve ek yerine benzer malzemeden bir kaplama uygulanır.

5.2.3 Havaalanı ışıklandırmasına yönelik bağlantı elemanı kitleri

5.2.3.1 Bağlantı elemanı kitlerinin kullanımı. Son yıllarda, seri devre bağlantılarının çoğu bağlantı elemanı kitleri kullanılarak yapılmaktadır. Bağlantı elemanı kitlerinin maliyetinin ciddi düzeyde olmasına rağmen, tesisattaki zaman tasarrufu ve arızaların yeri belirlenirken devrelerin kolayca açılıp tekrar kapatılabilmesini sağlamaları sebebiyle, kullanılmaları tercih edilmektedir. Günümüzde çoğu ayırma transformatörü uçlarında bağlantı elemanlarıyla birlikte üretilmekte olduğundan, kablo bağlantı elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır ve bu bağlantı elemanları trafonun seri devreye veya ışığa kolayca bağlanması veya ayrılması için kolay bir yöntem sağlamaktadır. Tek iletkenli bağlantı elemanları Şekil 5-3'te gösterilmektedir.

5.2.3.2 Bağlantı elemanlarının takılması. Kablo uçları, talimatlara uygun şekilde, gerek her iki kablo ucu gerekse bağlantı elemanının yüzeyleri kirden ve nemden arındırılmış olarak, dikkatle hazırlanmalıdır. Boşluk kalmasını önlemek için, kablo ile bağlantı elemanının iç tarafı arasındaki her türlü boşluğun jelle doldurulduğundan emin olunmalıdır. Bağlantı elemanları takıldıktan sonra, içeride bağlantının zorlanarak ayrılmasına yol açabilecek hava kalmaması sağlanmalıdır. Bağlantı yerinin temiz tutulması ve ayrılmasını önlemek için birleşim yerinin üzerinin vinil elektrik bandıyla bantlanması tavsiye edilmektedir.

5.2.4 Koaksiyel kablolar

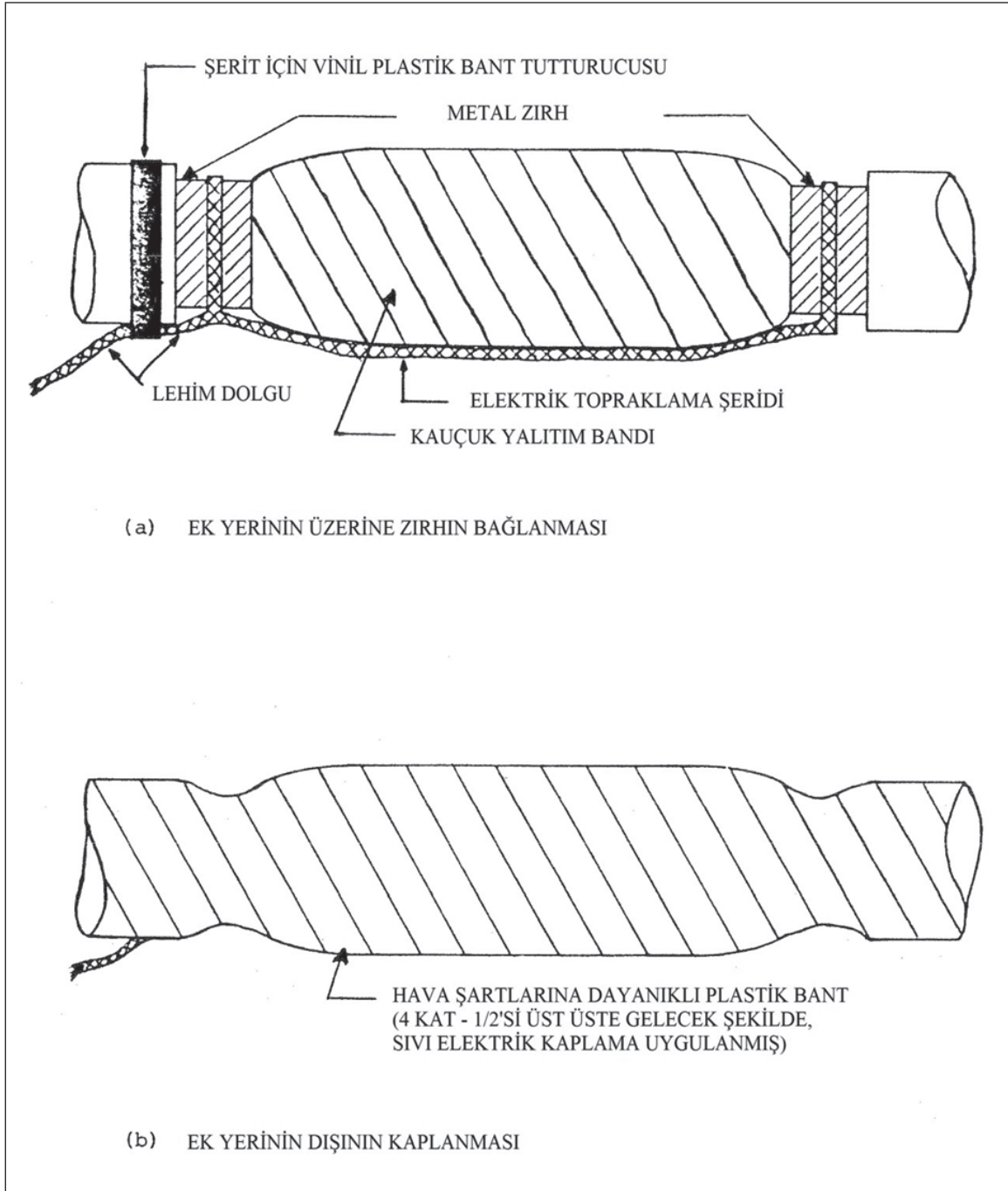
5.2.4.1 Basıncısız koaksiyel kablolar. Koaksiyel kablo, uygun koaksiyel bağlantı elemanları kullanılarak birleştirilmelidir.→ Bağlantı elemanlarının her biri en az 15 cm uzunluğunda, büzülme oranı 3:1 veya daha yüksek olan ısıyla daralan makaronla kaplanmalıdır. Kablonun üzerine büzülmeden önce uygun bir püskürtmeli kablo yapıştırıcı bağlantı elemanına gelmeyecek şekilde sıkılabilir. Isıyla büzülen makaron için alevsiz ısı tabancası kullanılmalıdır.→ Alternatif olarak, üreticinin tavsiyeleri doğrultusunda, ön germeli, mekanik büzülen makaron uygulanabilir.

5.2.4.2 Koaksiyel kablolardaki ekler. Özel olarak izin verilmediği takdirde, basınçlı koaksiyel kablolar da sahada takılan eklemelere izin verilmemektedir.

5.2.5 İletkenlerin bağlanması

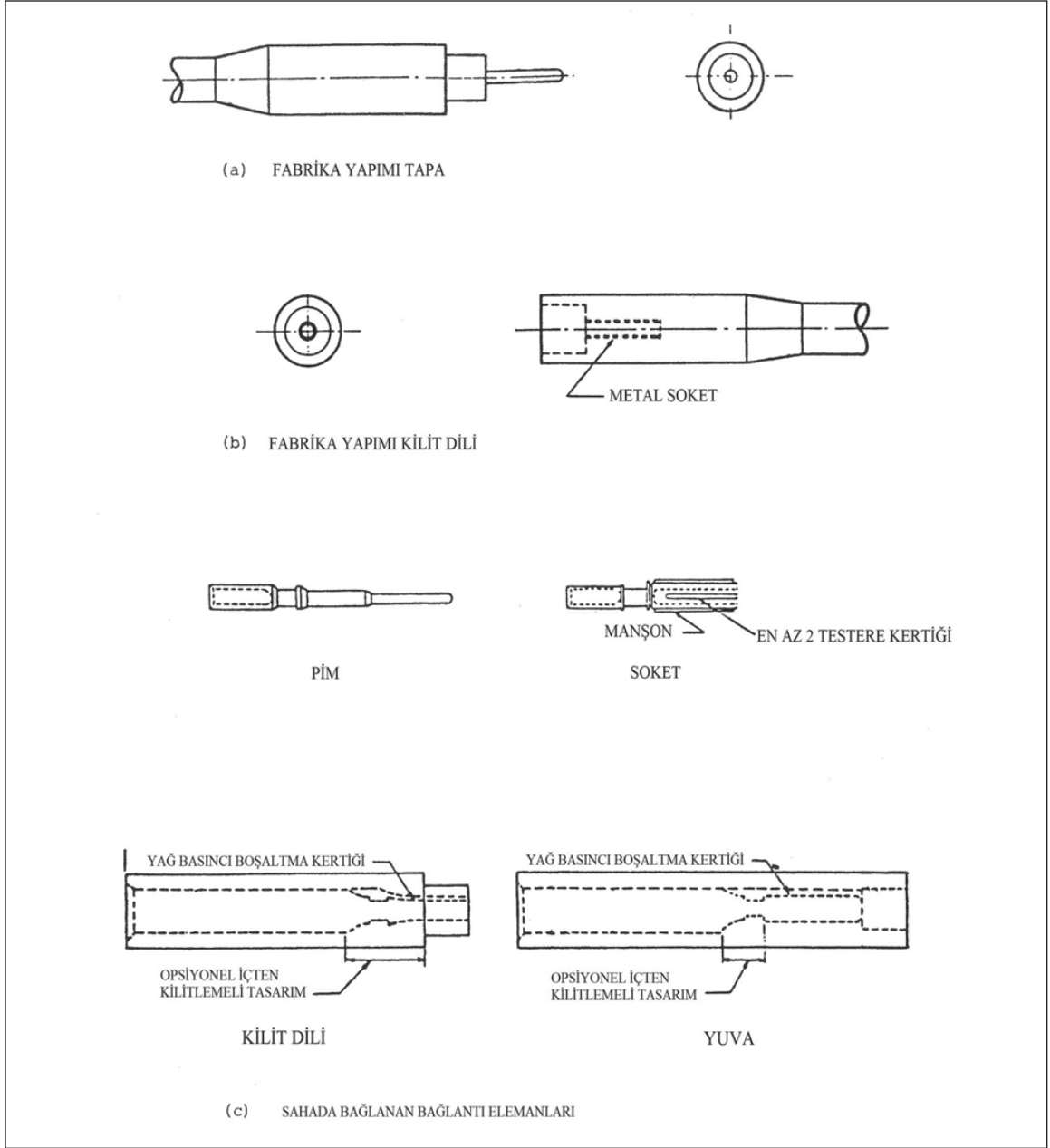
5.2.5.1 Güç iletkenleri. Kablo iletkenlerinin bağlantıları, çıkarılmadan tam olarak sıkıştırılacak şekilde tasarlanmış bir sıkıştırma aleti kullanılarak, sıkıştırılmalı bağlantı elemanlarıyla yapılmalıdır. 600 volt veya altı düşük voltaj devreler için ek ve tespit klemensleri kullanılabilir.

5.2.5.2 Kumanda ve telefon kabloları. Telefon ve kumanda iletkenlerinin birleştirilmesi, bükülü ve lehimli bir ekle veya uygun kendinden yalıtımlı, ön izolasyonlu bağlantı elemanı ile bu bağlantı elemanını sıkıştırmak için tasarlanmış olan özel alet kullanılarak yapılabilir. Tesisat işlemi sırasında iletkenlerin renk kodlamasına uyulmalıdır.



Şekil 5-2. Çelik zırlı kablo için bantlı ekleme

5.2.5.3 Kablo zırh ve korumaları. Zırh korumalar, temizlenerek ve lehimlenerek ek yerine elektriksel olarak bağlanmalıdır. Gerekirse, metal şerit ve iletken bant parçaları kullanılabilir. 4.5.3.3. sayılı maddede belirtilen hususlar hariç olmak üzere, kablo zırhı ve koruyucusu, birbirinden ve topraktan tam olarak izole edilmiş olmalıdır.



Şekil 5-3. Tek iletkenli ametal ceketli kablo için bağlantı elemanları



**SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

www.shgm.gov.tr

Yayın No: HAD/T-26

ISBN 978-975-493-076-4



9 789754 930764