



**TÜRK STANDARDI**

**TS EN 62305-3**

Kasım 2011

TS EN 62305-3:2007 yerine

ICS 29.020; 91.120.40

**Yıldırımdan korunma - bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati tehlike  
(IEC 62305-3:2010, modified)**

Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard  
(IEC 62305-3:2010, modified)

Protection contre la foudre -  
Partie 3: Dommages physiques sur les  
structures et risques humains  
(IEC 62305-3:2010, modified)

Blitzschutz -  
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und  
Personen  
(IEC 62305-3:2010, modified)

EN 62305-3:2011 Standardının Türkçe Tercümesidir.

**TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ**  
**Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA**

## Milli Önsöz

- Bu standard; CENELEC tarafından onaylanan ve Kasım 2011 tarihinde TS EN 62305-3:2011 numaralı Türk standardı olarak kabul edilen EN 62305-3:2011 standardı esas alınarak, Türk Standardları Enstitüsü Elektrik İhtisas Grubu'na bağlı Elektroteknik Güvenlik ve Aydınlatma Özel Daimi Komitesi marifetiyle Türkçeye tercüme edilmiş, TSE Teknik Kurulu'nun 19.07.2012 tarihli toplantısında kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.
- Bu standard yayımlandığında TS EN 62305-3:2007 yerini alır.
- CEN/CENELEC resmi dillerinde yayınlanan diğer standard metinleri ile aynı haklara sahiptir.
- Bu standardda kullanılan bazı kelime ve/veya ifadeler patent haklarına konu olabilir. Böyle bir patent hakkının belirlenmesi durumunda TSE sorumlu tutulamaz.
- Bu standardda atıf yapılan standartların milli karşılıkları aşağıda verilmiştir.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No <sup>1)</sup>	Adı (Türkçe)
EN 50164-1	Lightning Protection Components (LPC) – Part 1: Requirements for connection components	TS EN 50164-1*	Yıldırımdan korunma bileşenleri (YKB) - Bölüm 1: Bağlantı bileşenleri için kurallar
EN 50164-2	Lightning Protection Components (LPC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes	TS EN 50164-2*	Yıldırımdan korunma bileşenleri (YKB) - Bölüm 2: İletkenler ve toprak elektrotları için kurallar
EN 50164-3	Lightning Protection Components (LPC) – Part 3: Requirements for isolating spark gaps	TS EN 50164-3*	Yıldırımdan korunma bileşenleri (LPC) – Bölüm 3: Kure aralıklarının ayrılması için kurallar
EN 50164-6	Lightning Protection Components (LPC) – Part 6: Requirements for lightning strike counters	TS EN 50164-6*	Yıldırımdan korunma bileşenleri (LPC) – Bölüm 6:Yıldırım darbe sayıcıları için özellikler
EN 50164-7	Lightning Protection Components (LPC) – Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds	TS EN 50164-7*	Yıldırımdan korunma bileşenleri (LPC) – Bölüm 7: Topraklamayı geliştiren bileşikler için özellikler
EN 60079-10-1: 2009	Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres (IEC 60079-10-1:2008)	TS EN 60079-10-1*	Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-1: Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması-Patlayıcı gaz atmosferler
EN 60079-10-2: 2009	Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres (IEC 60079-10-2:2009)	TS EN 60079-10-2*	
EN 60079-14: 2008	Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection (IEC 60079-14:2007)	TS EN 60079-14	Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan - Bölüm 14: Elektriksel tesislerin tasarımı, seçimi ve monte edilmesi
EN 61557-4	Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 4: Resistance of earth connection and equipotential bonding (IEC 61557-4)	TS EN 61557-4	Alçak gerilim dağıtım sistemlerinde elektriksel güvenlik - 1000 V a.a. ve 1500 V d.a.'ya kadar - Koruyucu düzenlerin denenmesi, ölçülmesi veya izlenmesi ile ilgili donanımlar - Bölüm 4: Toprak bağlantısının ve eş potansiyel kuşaklamanın direnci
EN 61643-11	Low-voltage surge protective devices – Part 1: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Requirements and tests (IEC 61643-1)	TS EN 61643-11*	Alçak Gerilim Şok Koruma Cihazları-Bölüm 11:Alçak Gerilim Güç Sistemlerine Bağlı Şok Koruma Cihazları-Kurallar ve Deneyler
EN 61643-21	Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods (IEC 61643-21)	TS EN 61643-21*	Parafudurlar- Alçak Gerilim- Bölüm 21: Haberleşme ve İşaretleşme Şebekelerine Bağlı Parafudurlar- Özellikler ve Deney Metotları
EN 62305-1: 2011	Protection against lightning – Part 1: General principles (IEC 62305-1:2010, modified)	TS EN 62305-1*	Yıldırımdan korunma - Bölüm 1: Genel kurallar
EN 62305-2: 2011	Protection against lightning – Part 2: Risk management (IEC 62305-2:2010, modified)	TS EN 62305-2	Yıldırımdan korunma - Bölüm 2: Risk yönetimi
EN 62305-4: 2011	Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures (IEC 62305-4:2010, modified)	TS EN 62305-4*	Yıldırımdan korunma – Bölüm 4: Yapılarda bulunan elektrik ve elektronik sistemler
EN 62561	Lightning Protection System	-	-

serisi <sup>2)</sup>	Components (LPSC) (IEC 62561 series)		
EN 62561-1 <sup>3)</sup>	Lightning Protection System Components (LPSC) – Part 1: Requirements for connection components (IEC 62561)	-	-
EN 62561-3 <sup>3)</sup>	Lightning Protection System Components (LPSC) – Part 3: Requirements for isolating spark gaps (IEC 62561-3)	-	-
ISO 3864-1	Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas	TS ISO 3864-1	Grafik semboller - Emniyet ile ilgili renk ve işaretler - Bölüm 1: İş yerleri ve halka açık alanlardaki emniyet işaretleri için tasarım prensipleri

<sup>1)</sup> **TSE Notu:** Atıf yapılan standartların TS numarası ve Türkçe adı 3. ve 4. kolonda verilmiştir. \* İşaretili olanlar İngilizce metin olarak basılan Türk Standardlarıdır

ICS 29.020; 91.120.40

**Yıldırımdan korunma - bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati  
tehlike  
(IEC 62305-3:2010, modified)**

Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard  
(IEC 62305-3:2010, modified)

Protection contre la foudre -  
Partie 3: Dommages physiques sur les  
structures et risques humains  
(IEC 62305-3:2010, modified)

Blitzschutz -  
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und  
Personen  
(IEC 62305-3:2010, modified)

Bu Avrupa standardı CENELEC tarafından 2 Ocak 2011 tarihinde kabul edilmiştir.

CEN/CENELEC üyeleri, bu Avrupa Standardına hiçbir değişiklik yapmaksızın ulusal standard statüsü veren koşulları öngören CEN/CENELEC İç Tüzüğü'ne uymak zorundadırlar. Bu tür ulusal standartlarla ilgili güncel listeler ve bibliyografik atıflar, CEN/CENELEC Yönetim Merkezi'ne veya herhangi bir CEN/CENELEC üyesine başvurarak elde edilebilir.

Bu Avrupa Standardı, üç resmi dilde (İngilizce, Fransızca, Almanca) yayınlanmıştır. Başka herhangi bir dile tercümesi, CEN/CENELEC üyesinin sorumluluğundadır ve resmi sürümleri ile aynı statüde olduğu CEN/CENELEC Yönetim Merkezi'ne bildirilir.

CENELEC üyeleri sırasıyla, Almanya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan'ın millî standard kuruluşlarıdır.

## CENELEC

Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Yönetim Merkezi : Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

## Önsöz

CENELEC TC 81X 'Yıldırımdan korunma' teknik komitesi tarafından hazırlanan ortak değişikliklerle birlikte IEC/TC 81 'Yıldırımdan korunma' teknik komitesi tarafından hazırlanan IEC 62305-3:2010 Uluslararası Standardın metni resmi oylamaya gönderilmiş ve 02-01-2011 tarihinde CENELEC tarafından EN 62305-3 olarak kabul edilmiştir.

Bu Avrupa Standardı EN 62305-3:2006 + corr. Nov.2006 + corr. Sep.2008 + A11:2009 standardının yerini alır.

Bu EN 62305-3:2011 standardının, EN 62305-3:2006 + corr. Nov.2006 + corr. Sep.2008 + A11:2009 standardından önemli farklılıkları şöyledir:

- 1) Hava sonlandırma sistemleri için Çizelge 3'te verilen metal levhalar veya metal boruların en küçük kalınlıkları en sıcak nokta problemlerinin ortaya çıkmasını engelleyemediği kabul edilmiştir;
- 2) LPS için uygun bir malzeme olarak elektrolitik bakırlı çelik eklenmiştir;
- 3) LPS iletkenlerin bazı kesit alanları çok az değiştirilmiştir;
- 4) Kuşaklama amaçları bakımından metal tesisler için ayırıcı kıvılcım aralıkları ve dahili sistemler için SPD kullanılmıştır;
- 5) Ayırma mesafesinin değerlendirilmesi için - basitleştirilmiş ve ayrıntılandırılmış- iki yöntem verilmiştir;
- 6) Elektrik çarpması nedeniyle canlıların yaralanmalarına karşı koruma tedbirleri, ayrıca yapı içerisinde değerlendirilmiştir;
- 7) Patlama riski bulunan yapılar durumunda LPS için geliştirilmiş bilgi Ek D (normatif)'de verilmiştir.

Bu dokümanın bazı unsurlarının patent haklarına konu olabileceğine dikkat edilmelidir. Böyle herhangi bir patent hakkının belirlenmesi durumunda CEN ve CENELEC sorumlu tutulamaz.

Aşağıdaki tarihler tespit edilmiştir:

- Özdeş ulusal standart olarak yayınlamak veya onay duyurusu yaparak EN'nin ulusal düzeyde uygulamaya konması gereken en son tarih (dop) 02-01-2012

- EN ile çelişen ulusal standartların yürürlükten kaldırılması gereken en son tarih (dow) 02-01-2014

### Onay bilgisi

IEC 62305-3:2010 Uluslararası Standardının metni, CENELEC tarafından kabul edilen ortak değişikliklerle birlikte Avrupa Standardı olarak onaylanmıştır.

Resmi sürümünde, aşağıdaki notların Kaynaklar'a eklenmesi gerekmektedir:

[2] IEC 61400-24 Not – EN 61400-24 olarak harmonize edilmiştir.

### Ortak değişiklikler

CENELEC tarafından yapılan ortak değişiklikler standard metni içerisine dahil edilmiştir.



# ULUSLARARASI STANDARD

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONAL

**Yıldırımdan korunma - bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati tehlike**

**Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard**

**Protection contre la foudre -  
Partie 3: Dommages physiques sur les**





## TELİF HAKKI KORUMALI DOKÜMAN

© Copyright 2011 IEC, Geneva, Switzerland

Tüm hakları saklıdır. Aksi belirtilmedikçe, bu yayının herhangi bir bölümü herhangi bir şekilde ya da fotokopi ve mikrofilm dahil aşağıda adresi verilen IEC'den yazılı izin alınmaksızın ya da dokümanı talep edenin ülkesindeki IEC üyesi Ulusal Komitenin yazılı izni olmaksızın elektronik veya mekanik herhangi bir yolla çoğaltılamaz ya da kullanılamaz.

IEC telif hakları ile ilgili herhangi bir sorunuz olması halinde ya da bu yayınlara ilgili ilave haklar konusunda bilgi talebiniz olması halinde, detaylı bilgi için lütfen aşağıdaki adresle veya IEC üyesi Ulusal Komitenizle temasa geçiniz.

IEC Merkez Ofis  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
İsviçre  
e-posta: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch) <<http://www.iec.ch>>

### IEC hakkında

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), tüm elektrik, elektronik ve ilgili teknolojiler konusunda Uluslararası Standartlar hazırlayan ve yayınlayan önde gelen(lider) küresel kuruluştur.

### IEC yayınları hakkında

IEC yayınlarının teknik muhtevası, IEC tarafından sürekli gözden geçirilmektedir. En son baskıyı aldığınızdan emin olun, bir düzeltme ya da tadil yayınlanmış olabilir.

§IEC Yayınları kataloğu için: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

IEC on-line kataloğu, çeşitli kriterlerle (atıf numarası, metin, teknik komite) arama yapabilmeyi sağlar. Ayrıca projeler, yürürlükten kaldırılmış ve yerine geçen yayınlar konusunda da bilgi verir.

§IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Tüm yeni IEC yayınlarını hakkında bilgi sahibi olun. Just Published, yeni çıkan tüm yayınları ayda iki kez detaylı olarak verir. On-line ya da e-posta yoluyla da mevcuttur.

§Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

İngilizce ve Fransızca 20 000'in üzerinde terim ve tanımı kapsayan dünyanın önde gelen çevrimiçi elektronik ve elektrik terimleri sözlüğü . Online Uluslararası Elektroteknik Sözlük olarak da bilinir.

§Müşteri Hizmetleri Merkezi: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

Bu yayınlara ilgili düşüncelerinizi iletmek isterseniz ya da daha fazla yardıma ihtiyacınız varsa, lütfen Müşteri Hizmetleri Merkezi Sık Sorulan Soruları ziyaret ediniz ya da bizimle temas kurunuz:

e-posta: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tel.: +41 22 919 02 11  
Faks: +41 22 919 03 00

# ULUSLARARASI STANDARD

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONAL

**Yıldırımdan korunma - bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati tehlike**

**Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard**

**Protection contre la foudre -  
Partie 3: Dommages physiques sur les**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### Yıldırımdan korunma - bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati tehlike

#### Bölüm 1 : Genel Özellikler

#### ÖNSÖZ

1) Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), tüm ulusal elektroteknik komitelerden (IEC Ulusal Komiteler) oluşan dünya çapında bir standardizasyon kuruluşudur. IEC'nin amacı, elektrik ve elektronik alanlarda standardizasyonla ilgili tüm sorulara dair uluslararası işbirliğini desteklemektir. IEC, bu amacı gerçekleştirmek için ve diğer faaliyetlerine ek olarak Uluslararası Standardlar, Teknik Spesifikasyonlar, Teknik Raporlar, Herkesin Kullanımına Açık Spesifikasyonlar (PAS) ve Rehberler (bundan böyle 'IEC Yayını/ları' olarak anılacaktır.) yayınlar. Yayınların hazırlanması görevi teknik komitelere verilmiştir; üzerinde çalışma yapılan konu ile ilgilenen herhangi bir IEC Ulusal Komitesi, bu hazırlık çalışmasına katılabilir. IEC ile işbirliği içindeki Uluslararası kuruluşlar, kamu kuruluşları ve sivil toplum kuruluşları da bu hazırlık çalışmalarına katılabilir. IEC, iki kuruluş arasındaki anlaşma çerçevesinde belirlenen şartlara uygun olarak Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu (ISO) ile yakın işbirliği içindedir.

2) IEC'nin teknik konulara dair resmi kararları veya mutakabatlari, teknik komitelerin konuyla ilgilenen tüm IEC Ulusal Komitelerinden üyeleri olduğu için, mümkün olduğunca ilgili konulardaki uluslararası fikir birliği anlamına gelir.

3) IEC Yayınları, uluslararası kullanım için tavsiyeler şeklindedir ve IEC Ulusal Komiteleri tarafından da bu anlamda kabul edilirler. IEC Yayınlarının teknik muhtevasının doğru olmasını sağlamak için her türlü gayret gösterilmiş olsa da, IEC yayınlarının nihai kullanıcı tarafından kullanım yolları ya da nihai kullanıcıların yanlış yorumlamaları konusunda sorumlu tutulamaz.

4) IEC Ulusal Komiteleri, uluslararası tekipliği desteklemek için IEC yayınlarını kendi ulusal ve bölgesel yayınlarına azami ölçüde şeffaf bir biçimde uygulamayı taahhüt ederler. Herhangi bir IEC Yayını ile karşılık gelen ulusal veya bölgesel yayın arasındaki herhangi bir farklılık, ulusal veya bölgesel yayında açıkça belirtilmelidir.

5) IEC, uygunluk onaylaması yapmaz. Bağımsız belgelendirme kuruluşları uygunluk değerlendirmesi hizmeti verir ve bazı alanlarda IEC uygunluk markalarını kullanır. IEC, bağımsız belgelendirme kuruluşlarının gerçekleştirdiği herhangi bir hizmetten sorumlu tutulamaz.

6) Tüm kullanıcılar, bu yayının son baskısına sahip olduklarından emin olmalıdırlar.

7) Herhangi bir kişisel yaralanma, mal hasarı ya da herhangi bir diğer hasardan ve bu IEC yayınının ya da diğer herhangi bir IEC yayınının yayınlanmasından, kullanımdan, ya da buna dayanılmasından kaynaklanan masraflar (yasal ücretler dahil) veya harcamalardan dolayı IEC ve IEC'nin yöneticileri, çalışanları, hizmetlileri veya teknik komitelerinin üyeleri ve uzmanları ve IEC Ulusal Komiteleri dahil temsilcileri doğrudan ya da dolaylı olarak sorumlu tutulamaz.

8) Bu yayında verilen Normatif atıflara dikkat edilmelidir. Atıf yapılan yayınların kullanımı, bu yayının doğru uygulaması için kaçınılmazdır.

9) Bu IEC Yayınının bazı unsurlarının patent haklarına konu olma ihtimaline dikkat edilmelidir. IEC bu tür herhangi bir ya da tüm patent haklarının belirlenmesi durumunda sorumlu tutulamaz.

IEC 62305-3 Uluslararası Standardı, IEC 81 'Yıldırımdan korunma' teknik komitesi tarafından hazırlanmıştır .

Bu ikinci baskı, 2006 yılında yayınlanan birinci baskıyı iptal eder ve yerine geçer ve teknik bir revizyon oluşturur.

Önceki baskıyla önemli teknik farklılıkları şöyledir:

- 1) Hava sonlandırma sistemleri için Çizelge 3'te verilen metal levhalar veya metal boruların en küçük kalınlıkları en sıcak nokta problemlerinin ortaya çıkmasını engelleyemediği kabul edilmiştir;
- 2) LPS için uygun bir malzeme olarak elektrolitik bakırlı çelik eklenmiştir;
- 3) LPS iletkenlerin bazı kesit alanları çok az değiştirilmiştir;
- 4) Kuşaklama amaçları bakımından metal tesisler için ayırıcı kıvılcım aralıkları ve dahili sistemler için SPD kullanılmıştır;
- 5) Ayırma mesafesinin değerlendirilmesi için - basitleştirilmiş ve ayrıntılandırılmış- iki yöntem verilmiştir;
- 6) Elektrik çarpması nedeniyle canlıların yaralanmalarına karşı koruma tedbirleri, ayrıca yapı içerisinde değerlendirilmiştir;

7) Patlama riski bulunan yapılar durumunda LPS için geliştirilmiş bilgi Ek D (normatif)'de verilmiştir.;

Bu standart metni aşağıdaki dokümanlara dayalıdır:

FDIS Oylama raporu

81/372/FDIS 81/382/RVD

Bu standardın onaylanması ile ilgili oylamaya dair bilgi, yukarıdaki tabloda gösterilen oylama raporunda bulunabilir.

Bu yayın, ISO/IEC Direktifleri, Bölüm 2'ye uygun olarak yazılmıştır.

IEC 62305 serisindeki tüm bölümlerin listesi Yıldırıma karşı korunma genel başlığı altında IEC web sitesinde bulunabilir .

Komite, yayınlarla ilgili bilgilerin yer aldığı "http://webstore.iec.ch" web adresinde gösterilen değişmezlik tarihine kadar, bu yayının muhtevasının değişmemesine karar vermiştir. Bu tarihte, yayın-

- yeniden onaylanır,
- yürürlükten kaldırılır,
- revize bir baskı ile yer değiştirir, veya
- tadil edilir.

Amerikada NFPA 780: Yıldırımdan korunma sistemleri için standard: 2008 [1] 1) kurallarına ve yatay toprak elektrotlarının kullanımında pratik tecrübelerle dayalı olarak, yatay toprak elektrotlarının asgari uzunluğu düşey elektrotlar için gerekli olanın iki katı olması gerekmez.

Fransa ve Portekizde:

- Tabi bileşenler yıldırımdan korunma bileşenlerinin yerine kullanılamaz ancak LPS'yi tamamlamak /iyileştirmek için kullanılabilir;
- Yekpare alüminyum yuvarlak iletkenlerin çapları 8 mm'den 10 mm'ye kadar artırılmalıdır;
- Örgülü iletkenler aşağı doğru inen iletkenler olarak kullanılamaz;
- Yekpare yuvarlak iletkenlerin çapı 16 mm'den 18 mm'ye kadar artırılmalıdır;
- Sıcak daldırılmalı galvanizlenmiş çelik yekpare band kalınlıkları 2 mm'den 3,5 mm'ye kadar artırılmalıdır;

Rusya'da tabi hava sonlandırma bileşenleri veya aşağı doru inen iletkenlerin tabi bileşenleri olarak kolayca yanabilen veya patlayıcı malzemeler taşıyan borular ve bu malzemeleri ihtiva eden tankların kullanılmasına hiç bir durumda izin verilmez.

Japonya'da asgari kesit alanı değerleri aşağıdaki biçimde azaltılır:

- Farklı kuşaklama baralarını bağlayan kuşaklama iletkenleri ve baraları toprak sonlandırma sistemine bağlayan iletkenler için bakır kullanılması durumunda 16 mm<sup>2</sup>'den 14 mm<sup>2</sup>'ye, alüminyum kullanılması durumunda 25 mm<sup>2</sup>'den 22 mm<sup>2</sup>'ye azaltılır;
- Dahili metal tesisleri kuşaklama baralarına bağlayan kuşaklama iletkenleri için bakır kullanılması durumunda 6 mm<sup>2</sup>'den 5 mm<sup>2</sup>'ye, alüminyum kullanılması durumunda 10 mm<sup>2</sup>'den 8 mm<sup>2</sup>'ye azaltılır;

Bu yayının iki dildeki versiyonu gelecekte yayınlanabilir.

1) Köşeli parantez içerisinde verilen referanslar kaynaklara atıf yapar.

# İçindekiler

<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>4</b>
<b>0 Giriş</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Kapsam</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Terimler ve tarifler</b> .....	<b>9</b>
<b>4 Yıldırımdan korunma sistemi (LPS)</b> .....	<b>11</b>
4.1 LPS sınıfı .....	11
4.2 LPS'nin tasarımı .....	12
4.3 Betonarme yapılarda çelik iskeletin sürekliliği .....	12
<b>5 Dış yıldırımdan korunma sistemi</b> .....	<b>13</b>
5.1 Genel.....	13
5.1.1 Dış LPS'nin uygulanması .....	13
5.1.2 Dış LPS'nin seçimi .....	13
5.1.3 Doğal bileşenlerin kullanımı .....	13
5.2 Hava sonlandırma sistemleri .....	13
5.2.1 Genel.....	13
5.2.2 Konumlandırma.....	14
5.2.3 Yüksek yapıların cephelerine olan yıldırım çakmalarına karşı hava sonlandırmaları .....	15
5.2.4 Yapılış .....	15
5.2.5 Doğal bileşenler .....	15
5.3 İnşaat iletken sistemi .....	16
5.3.1 Genel.....	16
5.3.2 Ayrılmış LPS için konumlandırma .....	17
5.3.3 Ayrılmamış bir LPS için konumlandırma .....	17
5.3.4 Yapılış .....	17
5.3.5 Doğal bileşenler .....	18
5.3.6 Deney ekleri .....	19
5.4 Toprak sonlandırma sistemi .....	19
5.4.1 Genel.....	19
5.4.2 Genel şartlarda topraklama düzenlemesi.....	19
5.4.3 Toprak elektrotlarının tesis edilmesi.....	21
5.4.4 Doğal toprak elektrotları .....	21
5.5 Bileşenler.....	22
5.5.1 Genel.....	22
5.5.2 Sabitleme .....	22
5.5.3 Bağlantılar .....	23
5.6 Malzemeler ve boyutlar .....	23
5.6.1 Malzemeler.....	23
5.6.2 Boyutlar .....	23
<b>6 İç yıldırımdan korunma sistemi</b> .....	<b>24</b>
6.1 Genel.....	24
6.2 Yıldırım eş potansiyel kuşaklaması .....	25
6.2.1 Genel.....	25
6.2.2 Metal tesisatlar için yıldırım eş potansiyel kuşaklama.....	25
6.2.3 Dış iletken bölümler için yıldırım eş potansiyel kuşaklama .....	26
6.2.4 İç sistemler için yıldırım eş potansiyel kuşaklama.....	26
6.2.5 Korunacak yapıya bağlanmış hatlar için yıldırım eş potansiyel kuşaklama .....	27
6.3 Dış LPS'nin elektriksel yalıtımı .....	27
6.3.1 Genel.....	27
6.3.2 Basitleştirilmiş yaklaşım .....	28
6.3.3 Ayrıntılı yaklaşım.....	29
<b>7 LPS'nin bakımı ve muayenesi</b> .....	<b>29</b>
7.1 Genel.....	29
7.2 Muayenelerin uygulanması .....	29
7.3 Muayenelerin sırası .....	29
7.4 Bakım .....	29
<b>8 Dokunma ve adım gerilimlerinden dolayı canlıların yaralanmasına karşı koruma tedbirleri</b> .....	<b>30</b>
8.1 Dokunma gerilimlerine karşı koruma tedbirleri .....	30

8.2 Adım gerilimlerine karşı koruma tedbirleri .....	30
<b>Ek A (normatif) Hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması .....</b>	<b>31</b>
<b>Ek B (normatif) Tehlikeli kıvılcım atlamasından kaçınmak için giren kablo ekranının en küçük kesiti.</b>	<b>36</b>
<b>Ek C (Bilgi için) Ayırma mesafesi s'nin değerlendirilmesi.....</b>	<b>37</b>
<b>Ek D (normatif) Patlama riski bulunan yapılar olması durumunda LPS için ilâve bilgiler .....</b>	<b>43</b>
<b>Ek E (Bilgi için) Yıldırımdan korunma sistemlerinin tasarımı, yapılışı, bakımı ve muayenesi için kılavuz</b>	
<b>Kaynaklar.....</b>	<b>135</b>

## 0 Giriş

Bu standard, bir yapının içinde ve etrafında fiziksel hasar oluşmasına ve dokunma ve adım gerilimlerinden dolayı canlılara zarar verilmesine karşı olan korunma ile ilgilidir.

Fiziksel hasara karşı yapıların korunması için temel ve en etkili tedbirin, yıldırımdan korunma sistemi (LPS) olduğu kabul edilmektedir. Yıldırımdan korunma sistemi, genellikle iç ve dış yıldırımdan korunma sisteminden oluşmaktadır.

Dış LPS;

- a) Yapıya yıldırım çakmasını yakalamak (bir hava sonlandırma sistemi ile),
- b) Yıldırım akımını güvenli bir şekilde toprağa iletmek (bir iniş iletken sistemi kullanılarak),
- c) Yıldırım akımını toprak içinde dağıtmak (bir toprak sonlandırma sistemi kullanılarak).

için amaçlanır.

Bir iç LPS, bir dış LPS (Madde 3.2'de tarif edildiği şekilde) bileşenleri ile yapı içindeki diğer elektriksel iletkenliği sağlayan elemanlar arasında eş potansiyel kuşaklama veya bir ayırma mesafesi kullanılarak (ve böylece elektriksel yalıtım sağlanır) yapı içindeki tehlikeli kıvılcım atlamasını önler.

Dokunma veya adım gerilimlerin canlılarda sebep olduğu yaralamaya karşı temel korunma tedbirleri ise;

- 1) Açıkta kalan iletken bölümlerin yalıtılması ve/veya yüzey toprak öz direncini artırmak suretiyle gövdeden akan tehlikeli akımı azaltmak,
- 2) Fiziksel sınırlamalar ve/veya uyarı ilanları vasıtasıyla tehlikeli dokunma ve adım gerilimlerinin ortaya çıkmasını azaltmak,

için amaçlanır.

LPS'nin tipi ve yeri, yeni bir yapının ilk tasarımında dikkatli bir şekilde göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sayede yapının elektriksel olarak iletken bölümlerinden en fazla yararlanılması imkânı elde edilmiş olur. Böyle yapmak suretiyle, bir tümleşik tesisin tasarım ve yapımı daha kolay olmakta, tüm estetik hususlarda ilerleme sağlanmakta ve LPS'nin etkinliği en düşük maliyet ve çaba ile artırılabilir.

Toprak içine girilmesi ve etkin bir toprak sonlandırılmasının oluşturulması amacıyla, temeldeki uygun çelik iskeletin kullanılması yapımı tamamlanmış bir yerde tam olarak mümkün olmayabilir. Bu nedenle, toprak öz direnci ve toprağın yapısı projenin en erken aşamasında mümkün olduğunca dikkate alınmalıdır. Bu bilgiler, bir toprak sonlandırma sisteminin tasarımının temelini oluşturur ve bu husus yapı için temel tasarım çalışmasını etkileyebilir.

LPS tasarımcıları ile montajı yapan kişiler, mimarlar ve inşaatçılar arasında düzenli görüşmeler yapılması en düşük maliyetli en iyi sonucun elde edilmesi için gereklidir.

Bir yıldırımdan korunma sistemi mevcut bir yapıya monte edilecekse, bu işin bu standarddaki prensiplere uygun olmasını sağlamak amacıyla her türlü gayret sarf edilmelidir. Bir LPS'nin yeri ve tipinin tasarımında mevcut yapının özellikleri dikkate alınmalıdır.

## Yıldırımdan korunma - Bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati tehlike

### 1 Kapsam

Bu standard, bir yapının yıldırımdan korunma sistemi (LPS) vasıtasıyla fiziksel hasara karşı korunması ve bir LPS'nin yakınında oluşan dokunma ve adım gerilimlerinden dolayı canlılara vereceği yaralanmadan korunması ile ilgili özellikleri kapsar (EN 62305-1).

Bu standard, aşağıdakilere uygulanır:

- Yüksekliklerinde sınırlama olmaksızın yapılarda kullanılan bir LPS'nin tasarımı, monte edilmesi ve bakımı,
- Dokunma ve adım gerilimlerinin oluşturduğu yaralanmaya karşı canlıları korumaya yönelik tedbirlerin belirlenmesi.

**Not 1** - Patlama riski nedeniyle çevrelerinde tehlike oluşturan yapılardaki bir LPS için ilgili özellikler inceleme safhasındadır. Bu gibi durumlar için ek bilgiler, geçici bir süre kullanım amacıyla Ek D'de verilmiştir.

**Not 2** - Bu standard, aşırı gerilimler nedeniyle elektriksel ve elektronik sistemlerin arızalanmasına karşı koruma sağlamayı amaçlamamaktadır. Bu gibi durumlar için ilgili özellikler EN 62305-4'te verilmiştir

**Not 3** - Rüzgar türbinlerinin yıldırıma karşı korunması için ilgili özellikler IEC 61400-24<sup>[4]</sup>'te verilmiştir..

### 2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Aşağıdaki atıf dokümanları, bu dokümanın uygulanması için zaruridir. Tarih belirtilen atıflarda, belirtilmiş olan baskı geçerlidir. Tarih belirtilmemiş atıflarda, atıf yapılan dokümanın en son baskısı (tadiller dahil) kullanılır.

IEC 60079-10-1:2008, Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres

IEC 60079-10-2:2009, Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres

IEC 60079-14:2007, Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection

IEC 61557-4, Electrical safety in low-voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures –Part 4: Resistance of earth connection and equipotential bonding

IEC 61643-1, Low-voltage surge protective devices – Part 1: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Requirements and tests

IEC 61643-21, Low-voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods

IEC 62305-1, Protection against lightning – Part 1: General principles

IEC 62305-2, Protection against lightning – Part 2: Risk management

IEC 62305-4, Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures



IEC 62561 (all parts)<sup>2)</sup>, Lightning protection system components (LPSC)

IEC 62561-1<sup>3)</sup>, Lightning protection system components (LPSC) – Part 1: Requirements for connection components

IEC 62561-3<sup>3)</sup>, Lightning protection system components (LPSC) – Part 3: Requirements for isolating spark gaps

ISO 3864-1, Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas

---

<sup>2)</sup> Hazırlik safhasındadır.

<sup>3)</sup> Taslak aşamasındadır.

**Not** – Yukarıda belirtilen EN 50164 serisi standartlar ileride EN 62561 seri standartlar ile değiştirilecektir. Bununla birlikte EN 50164 serisi, her bir bölümünün yayınlanma tarihinden itibaren 72 ay daha geçerli olacaktır.

### 3 Terimler ve tarifler

Bu standardın amacı bakımından aşağıdaki terimler ve tarifler uygulanır. EN 62305'in diğer bölümlerinde verilenler de dâhil, bunlardan bazıları, EN 62305-1'de verilmiş ancak referans kolaylığı bakımından bu standardda tekrar edilmiştir.

#### 3.1 Yıldırımdan korunma sistemi, LPS

Bir yapıya yıldırım düşmesinden dolayı meydana gelebilecek fiziksel hasarı azaltmak için kullanılan sistemin tamamı.

**Not** - Bu sistem iç ve dış yıldırımdan korunma sistemlerinden meydana gelir.

#### 3.2 Dış yıldırımdan korunma sistemi

LPS'nin bir hava sonlandırma sistemi, bir iniş iletkeni sistemi ve bir toprak sonlandırma sisteminden meydana gelen bölümü.

#### 3.3 Korunacak yapılardan ayrılmış dış LPS

Yıldırım akım yolunun korunacak yapıyla teması olmayacak şekilde konumlandırılan hava sonlandırma sistemi ve iniş iletken sistemi bulunan LPS.

**Not-** Ayrılmış LPS'de, LPS ile yapı arasındaki tehlikeli kıvılcım atlamasından kaçınılır.

#### 3.4 Korunacak yapılardan ayrılmamış dış LPS

Yıldırım akım yolu korunacak yapıya temas edebilecek şekilde konumlandırılan hava sonlandırma sistemi ve iniş iletken sistemi bulunan LPS.

#### 3.5 İç yıldırımdan korunma sistemi

LPS'nin eş potansiyel kuşaklama ve/veya dış LPS'nin elektriksel yalıtımından meydana gelen bölümü.

#### 3.6 Hava sonlandırma sistemi

LPS'nin çubuklar, kafes iletkenler veya havai teller kullanılarak yıldırım çakmalarını yakalaması amaçlanan bölümü.

#### 3.7 İniş iletkeni sistemi

LPS'nin yıldırım akımını hava sonlandırma sisteminden toprak sonlandırma sistemine iletmesi amaçlanan bölümü.

#### 3.8 Halka iletken

Yapı etrafında kapalı bir döngü oluşturan ve iniş iletkenleri arasında yıldırım akımını dağıtmak için bu iletkenleri birbirlerine bağlayan iletken.

#### 3.9 Toprak sonlandırma sistemi

LPS'nin yıldırım akımını toprağa iletmesi ve orada dağıtması amaçlanan bölümü.

#### 3.10 Topraklama elektrotu

Toprakla doğrudan elektriksel teması sağlayan ve yıldırım akımını toprak içinde dağıtan toprak sonlandırma sisteminin bir bölümü veya bölümlerinden meydana gelen bir grubu.

#### 3.11 Halka topraklama elektrotu

Yerin altında veya yüzeyinde yapının etrafında kapalı bir döngü oluşturan topraklama elektrotu.

#### 3.12 Temel topraklama elektrotu

Binanın temelinin altında bulunan toprağa veya tercihen bir binanın beton temeline gömülmüş ve genel olarak kapalı döngü biçimindeki iletken bölümü.

<sup>2)</sup> Hazırlık safhasındadır.

<sup>3)</sup> Taslak aşamasındadır.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-08] <sup>[3]</sup>

### 3.13 Konvansiyonel topraklama empedansı

Genel olarak genlikle eş zamanlı olarak meydana gelmeyen toprak sonlandırma geriliminin ve toprak sonlandırma akımının tepe değerlerinin oranı.

### 3.14 Toprak sonlandırma gerilimi

Toprak sonlandırma sistemi ile uzaktaki toprak arasındaki potansiyel farkı.

### 3.15 LPS'nin doğal bileşeni

Yıldırımdan korunma için özel olarak tesis edilmeyen LPS'ye ilâve olarak kullanılabilen veya bazı durumlarda LPS'nin bir veya birden fazla fonksiyonunu sağlayabilen iletken bileşen.

**Not** - Bu terimin kullanımına ait örnekler aşağıdakileri kapsar:

- Doğal hava sonlandırma,
- Doğal iniş iletkeni,
- Doğal topraklama elektrotu.

### 3.16 Bağlama bileşeni

EN 50164 serisinde tanımlandığı gibi, LPS'nin iletkenlerin birbirlerine veya metal tesislere bağlanması için kullanılan bölümü

**Not** – Bu tarif ayrıca köprüleme bileşeni ve uzatma parçasını da kapsar.

### 3.17 Sabitleme bileşeni

EN 50164 serisinde tanımlandığı gibi, LPS'nin kendi elemanlarını korunacak yapıya tutturmak amacıyla kullanılan bölümü.

### 3.18 Metal tesisler

Korunacak yapıdaki döşenmiş borular, merdivenler, asansör kılavuz rayları, havalandırma, ısıtma ve klima kanalları ve birbirlerine bağlı takviye çeliği, yapısal metal bölümler gibi yıldırım akımı için bir yol oluşturabilen uzatılmış metal malzemeler.

### 3.19 Dış iletken bölümler

Borular, kablo metal elemanları, metal kanallar,vb. gibi yıldırım akımı için bir yol oluşturabilen korunacak yapıya giren veya çıkan uzatılmış metal malzemeler.

### 3.20 Elektriksel sistem

Alçak gerilim güç kaynağı bileşenlerini birbirine bağlayan sistem.

### 3.21 Elektronik sistem

Haberleşme cihazları, bilgisayar, kontrol ve ölçü sistemleri, radyo sistemleri, güç elektroniği tesisleri gibi hassas elektronik bileşenleri birbirine bağlayan sistem.

### 3.22 İç sistemler

Bir yapı içindeki elektriksel ve elektronik sistemler.

### 3.23 Yıldırım eş potansiyel kuşaklama, EB

Yıldırım akımının sebep olduğu potansiyel farklarını azaltmak üzere, ayrı metal bölümlerin doğrudan iletken bağlantılar veya ani darbe koruyucu cihazlar üzerinden LPS'ye kuşaklanması.

### 3.24 Kuşaklama barası

Metal tesisler, dış iletken bölümler, elektrik güç ve haberleşme hatları ve diğer kablolarının bir LPS'ye kuşaklanabildiği metal bara.

### 3.25 Kuşaklama iletkeni

Ayrılmış iletken bölümleri LPS'ye bağlayan iletken.

### 3.26 Birbirine bağı takviye çeliği

Elektriksel olarak süreklilik sağladığı kabul edilen bir beton yapı içindeki çelik iskelet.

### 3.27 Tehlikeli kıvılcım atlaması

Korunacak yapıda fiziksel hasara sebep olan yıldırımın meydana getirdiği elektriksel boşalma.

### 3.28 Ayırma mesafesi

İki iletken bölüm arasında tehlikeli kıvılcım atlamasının meydana gelemediği mesafe.

### 3.29 Ani darbe koruyucu cihaz, SPD

En az bir adet doğrusal olmayan bileşen bulduran, geçici rejim aşırı gerilimlerini sınırlandırması ve ani darbe akımlarının yönünü değiştirmesi amaçlanan cihaz.

### 3.30 Deney eki

LPS bileşenlerinin elektriksel deney işlemi ve ölçmenin yapılmasını kolaylaştırmak için tasarlanmış ek.

### 3.31 LPS sınıfı

Tasarımlanmış olduğu yıldırımdan korunma seviyesine göre bir LPS'nin sınıflandırılmasını belirten sayı.

### 3.32 Yıldırımdan korunma tasarımcısı

LPS'nin tasarlanması yetkili ve yetenekli uzman kişi.

### 3.33 Yıldırımdan korunma tesisçisi

LPS'nin tesis edilmesinde yetkili ve yetenekli uzman kişi.

### 3.34 Patlama riskine sahip yapılar

IEC 60079-10-1 ve IEC 60079-10-2'ye uygun olarak belirlenen katı patlayıcı maddeleri ve tehlike bölgelerini içeren yapılar.

### 3.35 Yalıtıcı kıvılcım aralığı, ISG

Elektriksel olarak tesisin iletken bölümlerini ayırmak için boşalma mesafesi olan bileşen.

**Not** – Bir yıldırım darbesi olması durumunda tesis bölümleri boşalma tepkisinin bir sonucu olarak geçici olarak iletken bir biçimde bağlanır.

### 3.36 Ayırıcı ara yüzler

LPZ'ye giren hatlar üzerinde iletilen ani darbeleri azaltma yeteneğinde olan cihazlar.

**Not 1** – Bu ara yüzler, sargılar, metal olmayan fiber optik kablolar ve optik yalıtıcılar arasında topraklanmış ekranı bulunan ayırma transformatörlerini ihtiva eder.

**Not 2** – Bu cihazların yalıtım dayanım karakteristikleri kendiliğinden veya SPD vasıtasıyla bu uygulama için uygundur.

## 4 Yıldırımdan korunma sistemi (LPS)

### 4.1 LPS sınıfı

Bir LPS'nin karakteristikleri, korunacak yapının karakteristikleri ve dikkate alınan yıldırımdan korunma seviyesi ile belirlenir.

EN 62305-1'de tanımlanan yıldırımdan korunma seviyelerine karşılık gelen LPS'ye ait dört sınıf (I - IV), Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1** – Yıldırımdan korunma seviyeleri (LPL) ile LPS sınıfı arasındaki ilişki (EN 62305-1)

LPL	LPS sınıfı
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Her bir LPS sınıfı aşağıdakiler ile nitelendirilir:

- a) LPS sınıfına bağlı veriler;
- Yıldırım parametreleri (EN 62305-1'deki Çizelge 3 ve Çizelge 4),
  - Yuvarlanan küre yarıçapları, kafes büyüklüğü ve koruma açısı (Madde 5.2.2),
  - İniş iletkenleri arasındaki tercih edilen tipik mesafeler (Madde 5.3.3),
  - Tehlikeli kıvılcım atlamalarına karşı ayırma mesafesi (Madde 6.3),
  - Topraklama elektrotlarının en küçük uzunluğu (Madde 5.4.2).
- b) LPS sınıfına bağlı olmayan veriler;
- Yıldırım eş potansiyel kuşaklama (Madde 6.2),
  - Hava sonlandırma sistemindeki metal levhaların veya metal boruların en küçük kalınlığı (Madde 5.2.5),
  - LPS malzemeleri ve kullanma şartları (Madde 5.5.1),
  - Hava sonlandırma sistemleri, iniş iletkenleri ve toprak sonlandırma sistemleri için malzeme, konfigürasyon ve en küçük boyutlar (Madde 5.6),
  - Bağlantı iletkenlerinin en küçük boyutları (Madde 6.2.2).

Her LPS sınıfı ile ilgili performans EN 62305-2, Ek B'de verilmiştir.

Gerekli olan LPS sınıfı, bir risk değerlendirme esasına bağlı olarak seçilmelidir (EN 62305-2).

## 4.2 LPS'nin tasarımı

LPS'nin tasarım ve yapımındaki aşamaların, özellikle korunacak yapının tasarım ve inşa aşamaları ile koordineli olarak yürütülmesi durumunda, teknik ve ekonomik olarak en uygun LPS tasarımını gerçekleştirmek mümkündür. Özellikle, yapı tasarımında yapının metal bölümleri LPS bölümleri olarak kullanılmalıdır.

Mevcut yapılar için sınıf tasarımında ve LPS'nin yerinin seçiminde, mevcut duruma ait kısıtlamalar göz önüne alınmalıdır.

LPS'nin tasarım dokümanı, doğru ve tam montajı sağlamak için gerekli bütün bilgileri içermelidir. Ayrıntılı bilgi için Ek E'ye bakılmalıdır.

LPS iyi eğitilmiş ve uzman tasarımcılar ve tesisçiler tarafından tasarlanmalı ve tesis edilmelidir (Madde E.4.2).

## 4.3 Betonarme yapılarda çelik iskeletin sürekliliği

Betonarme yapılar içindeki çelik iskeletin, düşey ve yatay çubukların birbirlerine bağlantılarını sağlayan ana bölümlerinin kaynak yapılması veya başka bir şekilde güvenli olarak bağlanması şartıyla, elektriksel olarak süreklilik sağladığı kabul edilir. Düşey çubukların bağlantıları, kaynaklanmalı, sıkıştırılmalı veya çaplarının en az 20 katı kadar üst üste getirilmeli ve bağlantısı yapılmalı veya başka bir şekilde güvenli olarak bağlanmalıdır (Şekil E.5). Yeni yapılar için takviye elemanları arasındaki bağlantılar, tasarımcı veya montajı yapan kişi tarafından, müteahhit ve inşaat mühendisi ile birlikte çalışılarak belirlenmelidir.

Çelik betonarmenin kullanıldığı yapılar için (ön döküm, ön gerilmeli takviyeli birimler dâhil) takviye çubuklarının elektriksel sürekliliği, en üst bölüm ile toprak seviyesi arasında elektriksel deney yapmak suretiyle belirlenmelidir. Bu amaç için uygun bir deney teçhizatı kullanılarak ölçülen toplam elektriksel direnç, 0,2  $\Omega$ 'dan daha büyük olmamalıdır. Bu değer elde edilememesi veya böyle bir deneyin yapılmasının pratik olmaması durumunda, takviye çeliği, Madde 5.3.5'te bahsedildiği gibi doğal bir iniş iletkeni olarak kullanılmamalıdır. Bu durumda, bir dış iniş iletkenin tesis edilmesi tavsiye edilir. Ön döküm betonarme yapılar olması durumunda, birbirine en yakın münferit beton birimler arasında takviye çubuklarının elektriksel sürekliliği sağlanmalıdır.

**Not 1** - Betonarme yapılarda çelik iskeletin sürekliliği ile ilgili daha fazla bilgi için Ek E'ye bakılmalıdır.

**Not 2** - Betonarme yapılarda çelik iskeletin sürekliliğinin kelepçeleme ile sağlanması amaçlandığında özellikle EN 50164-1'e uygun olarak tasarlanmış ve EN 50164-1'e göre deneyden geçirilmiş kelepçeler kullanılmalıdır.

**Not 3** - Betonarme yapılarda çelik iskeletin sürekliliğini sağlayan kelepçeler ileride hazırlanacak IEC 62561-1 standardına uygun olmalıdır.

## 5 Dış yıldırımdan korunma sistemi

### 5.1 Genel

#### 5.1.1 Dış LPS'nin uygulanması

Dış LPS, yapı yan yüzeyleri de dâhil yapıya doğrudan yıldırım çakmalarını yakalamak ve yıldırım akımını çarpma noktasından toprağa iletmek için amaçlanır. Dış LPS ayrıca, bu akımı ısı veya mekanik hasara veya ne yangını tetikleyebilen tehlikeli kıvılcım atmasına ne de patlamalara sebep olmaksızın toprak içinde dağıtmak için de amaçlanır.

**Not** - Yapıdaki değişikliklerin, yapı içinde bulunanların veya yapının kullanımının LPS'de değişiklik gerektireceğinin önceden kestirilmesi durumunda, ayrılmış bir LPS'nin kullanılması uygun olabilir.

İçindekilerin duyarlılığı, iniş iletkenindeki yıldırım akım darbesi ile birlikte yayılan elektromanyetik alanda düşüşü garanti etmesi durumunda, ayrılmış bir dış LPS ayrıca dikkate alınabilir.

#### 5.1.2 Dış LPS'nin seçimi

Birçok durumda, dış LPS korunacak yapıya tutturulabilir.

Çarpma noktasındaki ısı ve patlama etkilerinin veya yıldırım akımını taşıyan iletkenler üzerindeki etkilerin yapıya veya içindekilere hasar verebilmesi durumunda, ayrılmış bir dış LPS dikkate alınmalıdır (Ek E). Yanabilen kaplamaya sahip yapılar, yanabilen duvarlara sahip yapılar ve patlama ve yangın riski altındaki alanlar tipik örneklerdir.

**Not** - Yapıdaki değişikliklerin, yapı içinde bulunanların veya yapının kullanımının LPS'de değişiklik gerektireceğinin önceden tahmin edilmesi durumunda, ayrılmış bir LPS'nin kullanılması uygun olabilir.

İçindekilerin duyarlılığı, iniş iletkenindeki yıldırım akım darbesi ile birlikte ışılan elektromanyetik alanda düşüşü garanti etmesi durumunda, ayrılmış bir dış LPS ayrıca dikkate alınabilir.

#### 5.1.3 Doğal bileşenlerin kullanımı

Yapının içinde/üzerinde kalan ve değişiklik yapılmayacak olan (örneğin, birlerine bağlı takviyeli çelik, yapının metal iskeleti, vb.) iletken malzemelerin yapıldığı doğal bileşenler, LPS'nin bölümleri olarak kullanılabilir.

Diğer doğal bileşenler, bir LPS'ye yapılan ilave olarak kabul edilmelidir.

**Not** - Daha fazla bilgi için Ek E'ye bakılmalıdır.

## 5.2 Hava sonlandırma sistemleri

### 5.2.1 Genel

Yıldırım akımının yapıya nüfuz etme olasılığı, uygun olarak tasarlanmış bir hava sonlandırma sisteminin varlığı ile önemli ölçüde azaltılır.

Hava sonlandırma sistemleri, aşağıdaki elemanların birleşiminden meydana gelebilir:

- Çubuklar (serbest duran direkler dâhil),
- Zincir biçimli teller,
- Kafes biçimli iletkenler,

Bu standarda uygun olması için, hava sonlandırma sistemlerine ait bütün tipler Madde 5.2.2, Madde 5.2.3 ve Ek A'ya uygun olarak konumlandırılmalıdır. Hava bağlantı uçlarının bütün tipleri bu standarda tamamen uygun olmalıdır.

Münferit hava sonlandırma çubukları, akımın bölünmesini sağlamak amacıyla çatı seviyesinde birbirine bağlanmalıdır.

Radyoaktif hava sonlandırmalarına izin verilmez.

### 5.2.2 Konumlandırma

Bir yapıya tesis edilen hava sonlandırma bileşenleri, aşağıdaki metotlardan birine veya birden fazlasına uygun olarak köşelere, maruz kalma noktaları ve kenarlarına (özellikle binanın dış yüzeylerinden herhangi birisinin üst seviyesi üzerinde) yerleştirilmelidir.

Hava sonlandırma sisteminin konumunun belirlenmesinde kullanılacak kabul edilebilir metotlar aşağıda verilmiştir:

- Koruma açısı metodu,
- Yuvarlanan küre metodu,
- Kafes metodu.

Bütün durumlarda yuvarlanan küre metodu uygundur.

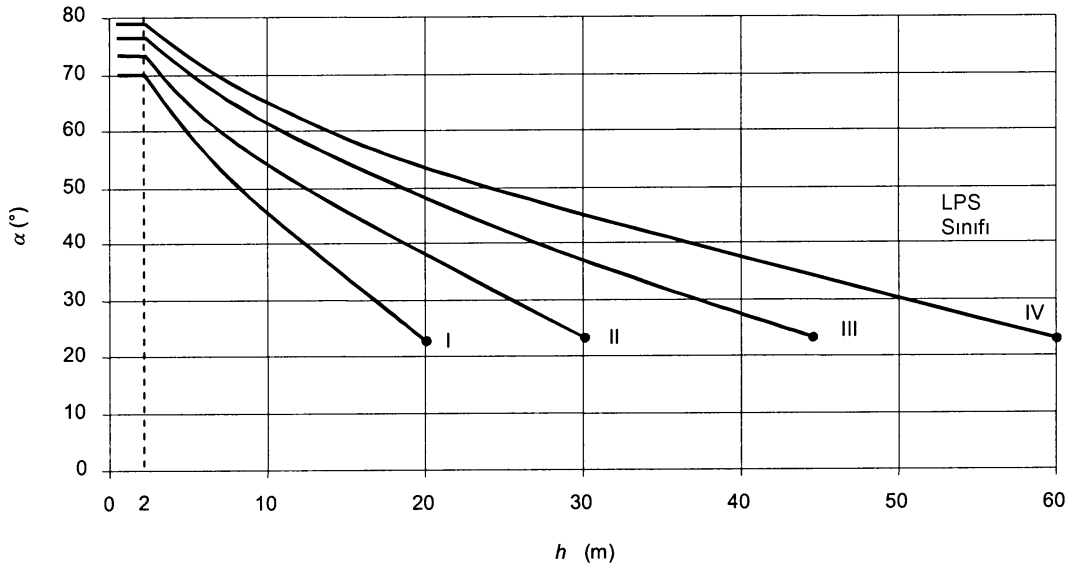
Koruma açısı metodu, basit biçimli binalar için uygundur. Ancak Çizelge 2'de belirtilen hava sonlandırma yükseklik sınırlarına tâbidir.

Kafes metodu, düzlem yüzeylerin korunacak olduğu durumda uygun bir koruma biçimidir.

Her LPS sınıfı için koruma açısı, yuvarlanan küre yarıçapları ve kafes büyüklüğü ile ilgili değerler, Çizelge 2 ve Şekil 1'de verilmiştir. Hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması ile ilgili ayrıntılı bilgiler, Ek A'da verilmiştir.

**Çizelge 2** – LPS sınıfına karşılık gelen yuvarlanan küre yarıçapı, kafes büyüklüğü ve koruma açısının en büyük değerleri

LPS sınıfı	Koruma metodu		Koruma açısı $\alpha^\circ$
	Yuvarlanan küre yarıçapı, r m	Kafes büyüklüğü, $W_m$ m	
I	20	5 x 5	Şekil 1'e bakılmalıdır.
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	



**Not 1** - • ile işaretli değerlerin ötesinde geçerli değildir. Bu durumlarda sadece yuvarlanan küre ve kafes metodu uygulanır.

**Not 2** -  $h$ , korunacak alanın referans düzlemi üstünde hava sonlandırmanın yüksekliğidir.

**Not 3** - 2 m'nin altındaki  $h$  değerleri için açı değişmemektedir.

**Şekil 1** – LPS sınıfına karşılık gelen koruma açısı

### 5.2.3 Yüksek yapıların cephelerine olan yıldırım çakmalarına karşı hava sonlandırmaları

#### 5.2.3.1 Yüksekliği 60 m'den daha az olan yapılar

Yüksekliği 60 m'den daha az olan yapıların düşey cephesine olan düşük genlikli darbelerin olasılığının dikkate alınmayacak kadar düşük olduğunu araştırmalar göstermiştir. Çatılar ve yatay çıkıntılar EN 62305-2'deki risk hesaplamalarıyla belirlenen LPS sınıfına uygun olarak korunmalıdır.

#### 5.2.3.2 Yüksekliği 60 m ve daha fazla olan yapılar

60 m'den daha yüksek yapılarda, yapının cephesine, özellikle yüzeylerdeki noktalara, köşelere ve kenarlara yıldırım çakabilir.

**Not 1** - Genellikle, bu çakmaların sebep olduğu risk, yüksek binalara olan bütün çakmaların çok az bir yüzdesinin yapıların cephesinde oluşmasından dolayı düşüktür. Üstelik bunlarla ilgili parametreler, yapının tepesinde oluşan çakmalarinkinden önemli ölçüde daha düşüktür. Bununla birlikte, yapıların dış duvarları üzerinde bulunan elektriksel ve elektronik teçhizat, düşük akım tepe değerlerine sahip yıldırım çakmaları ile dahi tahrip olabilir.

Hava sonlandırma sistemi, yüksek yapıların üst bölümlerini (bir başka ifadeyle, bu bölümün yüksekliği 60 m'yi aştığı müddetçe tipik olarak yapının yüksekliğinin % 20'lik en üst kısmı) ve bunun üstüne monte edilen teçhizatı korumak amacıyla tesis edilmelidir (Ek A).

Bir yapının üst bölümleri üzerindeki hava sonlandırma sistemlerinin konumlandırılması için kurallar, hava sonlandırma cihazlarının köşelerde, kenarlarda ve önemli çıkıntılarda (balkonlar, gözetleme yerleri, vb. gibi) yerleştirilmesine önem vererek en az LPL IV için olan özellikleri karşılamalıdır.

Uzun yapının cephesi hava sonlandırma özelliği, Çizelge 3'teki en küçük boyut özelliklerini sağlamaları şartıyla metal kaplama veya metal perde duvarları gibi dış metal malzemelerin varlığıyla sağlanabilir. Ayrıca hava sonlandırma özelliği doğal dış metal iletkenler ile sağlanmadığında yapının düşey cephelerine yerleştirilen dış iniş iletkenlerinin kullanılmasını da ihtiva edebilir.

Bu özellikleri karşılayan tesis edilen veya doğal olarak meydana gelen hava sonlandırmaları tesis edilmiş iniş iletkenlerini kullanabilir veya yapının çelik iskeleti veya Madde 5.3.5'teki özellikleri karşılayan elektriksel olarak sürekli olan betonarmenin metali gibi doğal iniş iletkenleriyle uygun şekilde birbirlerine bağlanabilir.

**Not 2** – Uygun toprak sonlandırma sistemi ve doğal iniş iletkenlerinin kullanılması tavsiye edilir.

#### 5.2.4 Yapılış

Korunacak yapıdan ayrılmamış bir LPS'ye ait hava sonlandırmaları, aşağıda belirtildiği şekilde tesis edilebilir:

- Çatı yanmayan malzemedan yapılmış ise, hava sonlandırma iletkenleri çatı yüzeyi üzerinde konumlandırılabilir.
- Çatı kolayca yanabilen malzemedan yapılmış ise, hava sonlandırma iletkenleri ile malzeme arasındaki mesafeyle ilgili gerekli azami özen gösterilmelidir. Kamışın dizilmesi için çelik çubukların kullanılmadığı sazla kaplı çatılarda, en az 0,15 m'lik bir mesafe yeterlidir. Diğer yanabilen malzemeler için 0,10 m'den daha az olmayan bir mesafenin yeterli olduğu kabul edilir.
- Korunacak yapının kolayca yanabilen bölümleri, dış LPS'nin bileşenleri ile doğrudan temas hâlinde olmamalı ve bir yıldırım çakması ile delinebilen metalden yapılmış ince çatı malzemesinin doğrudan altında bulunmamalıdır (Madde 5.2.5).

Ahşap tabakalar gibi daha az yanabilen ince çatı malzemeleri ayrıca dikkate alınmalıdır.

**Not** - Düz bir çatı üzerinde su birikebilme ihtimalinin olması durumunda, hava sonlandırmaları en büyük muhtemel su seviyesinin üstüne tesis edilmelidir.

#### 5.2.5 Doğal bileşenler

Bir yapının aşağıda belirtilen bölümleri dikkate alınmalıdır ve bunlar doğal hava sonlandırma bileşenleri ve Madde 5.1.3'e uygun LPS bölümü olarak kullanılabilir.

a) Aşağıdakilerin sağlanması şartıyla korunacak yapıyı örten metal levhalar:

- Çeşitli bölümler arasındaki elektriksel sürekliliğin sağlam yapılması (örnek olarak, sert lehimle lehimleme, kaynak yapma, sıkıştırma, dikiş yapma, vidalama veya civatalama suretiyle),



- Levha malzemesinin delinmesini önlemek veya altında bulunan kolayca yanabilen malzemelerin tutuşmasını dikkate almak önemli değilse, metal levha kalınlığının, Çizelge 3'te verilen  $t'$  değerinden daha küçük olmaması,
- Delinmeye karşı tedbirler almak veya sıcak benek problemlerini göz önünde bulundurmamak gerekli ise, metal levha kalınlığının, Çizelge 3'te verilen  $t$  değerinden daha küçük olmaması,

**Not 1** – Sıcak benek veya tutuşma problemlerinin ortaya çıkabildiği durumda çarpma noktasında iç yüzeyin sıcaklık artışının bir tehlike oluşmasına katkı sağlamayacağı doğrulanmalıdır. Sıcak benek veya tutuşma problemleri metal levhalar LPZ0<sub>B</sub> veya daha yükseklerinin iç tarafında bulunduğu dikkate alınmayabilir.

- Metal levhaların yalıtkan malzeme ile kaplanmaması.

**Çizelge 3** – Hava sonlandırma sistemlerindeki metal levhalar veya metal boruların en küçük kalınlıkları

LPS sınıfı	Malzeme	Kalınlık <sup>a</sup> $t$ mm	Kalınlık <sup>b</sup> $t'$ mm
I - IV	Kurşun	-	2,0
	Çelik (paslanmaz, galvanizli)	4	0,5
	Titanyum	4	0,5
	Bakır	5	0,5
	Alüminyum	7	0,65
	Çinko	-	0,7

<sup>a</sup>  $t$  delinme, sıcak benek veya tutuşmayı önler.

<sup>b</sup>  $t'$  delinme, sıcak benek veya tutuşma önemli değil ise sadece metal levhalar içindir.

- b) Metal olmayan çatıdaki hasarın kabul edilebilir olması şartıyla alttaki metal olmayan çatı, çatı yapımında kullanılan metal bileşenler (payandalar, birbirlerine bağlanmış takviye çelikleri, vb.),
- c) Standard hava sonlandırma bileşenleri için belirtilenlerinkinden daha küçük olmayan kesitlere sahip süslemeler, tirabzanlar, borular, parapet kaplamaları, vb. metal bölümler,
- d) Çizelge 6'ya uygun kalınlıklara ve kesitlere sahip malzemeden yapılması şartıyla, çatıda bulunan borular ve tanklar,
- e) Çizelge 3'te verilen  $t'$ 'ye tahsis edilen değerden daha küçük olmayan kalınlığa sahip malzemeden yapılmış olmaları ve çarpma noktasında iç yüzeydeki sıcaklık artışının bir tehlike oluşturmaması şartıyla, kolayca yanabilen veya patlayıcı karışımları taşıyan metal borular ve tanklar (ayrıntılı bilgi için Ek D'ye bakılmalıdır).

Kalınlıkla ilgili şartlar sağlanmadığı takdirde, borular ve tanklar korunacak yapıya dahil edilmelidir.

Flanş bağlantılarındaki contanın metalik olmaması veya flanş kenarlarının uygun şekilde bağlanmaması durumunda, kolayca yanabilen veya patlayıcı karışımları taşıyan boru sistemi hava sonlandırma doğal bileşeni olarak dikkate alınmamalıdır.

**Not 2-** İnce bir koruyucu boya kaplaması veya yaklaşık 1 mm'lik asfalt veya 0,5 mm'lik PVC yalıtıcı olarak dikkate alınmaz. Ayrıntılı bilgiler Madde E.5.3.4.1 ve Madde E.5.3.4.2'de verilmiştir.

## 5.3 İniş iletken sistemi

### 5.3.1 Genel

LPS'de akan yıldırım akımının neden olduğu hasar ihtimalini azaltmak için, iniş iletkenleri çarpma noktasından toprağa kadar aşağıdaki biçimde düzenlenmelidir:

- a) Birçok paralel akım yolları mevcuttur,
- b) Akım yollarının uzunluğu en az olacak şekilde tutulur,
- c) Yapının iletimi sağlayan bölümlerinin eş potansiyel kuşaklamaları, Madde 6.2'deki özelliklere uygun yapılır.

**Not 1-** İniş iletkenlerinin yanal bağlanmasının pratikte iyi bir uygulama olduğu kabul edilir.

İniş iletkenleri ile halka iletkenlerinin geometrisi, ayırma mesafesine etki eder (Madde 6.3).

**Not 2** - Halka iletkenler vasıtasıyla yaklaşık eşit aralıklarla çevreden birbirlerine bağlı mümkün olduğunca çok sayıda iniş iletkeninin tesisi, tehlikeli kıvılcım atlama ihtimalini azaltır ve içindeki tesislerin korunmasını kolaylaştırır (EN 62305-4). Bu şart, metal kafes yapılarda ve birbirlerine bağlanmış çelikte, elektriksel sürekliliği sağlayan betonarme yapılarda sağlanır.

İniş iletkenleri arasında tercih edilen mesafeye ait tipik değerler, Çizelge 4'te verilmiştir.

İniş iletkenleri arasında yıldırım akımının bölünmesi ile ilgili daha fazla bilgi Ek C'de verilmiştir.

### 5.3.2 Ayrılmış LPS için konumlandırma

Konumlandırma aşağıdaki gibi olmalıdır:

a) Hava sonlandırma metalden yapılmamış veya takviye çeliğine bağlanmamış ayrı direkler üzerinde (veya bir direk üzerinde) bulunan çubuklardan meydana gelirse, her direk için en az bir iniş iletkenine ihtiyaç duyulur. Metalden yapılmış direkler veya takviye çeliğine bağlı direkler için ilâve iniş iletkenlerine ihtiyaç duyulmaz.

**Not** - Birçok ülkede, LPS'nin bir bölümü olarak betonarmenin kullanılmasına izin verilmez.

b) Hava sonlandırma zincir biçimindeki tellerden (veya bir telden) meydana gelirse, destek amacıyla kullanılan her yapıda en az bir iniş iletkenine ihtiyaç vardır.

c) Hava sonlandırma iletkenlerden meydana gelen bir şebeke biçiminde ise, en az her destek telinin ucunda bir iniş iletkenine ihtiyaç vardır.

### 5.3.3 Ayrılmamış bir LPS için konumlandırma

Her bir ayrılmamış LPS için iniş iletkenlerinin sayısı, mimari ve uygulamadaki kısıtlamalara tâbi olarak ikiden az olmamalı ve korunacak yapının çevresi etrafında dağıtılmalıdır.

İniş iletkenlerinin çevre etrafında eşit aralıkta olması tercih edilir. İniş iletkenleri arasındaki mesafeye ait tercih edilen tipik değerler, Çizelge 4'te verilmiştir.

**Not** - İniş iletkenleri arasındaki mesafeye ait değer, Madde 6.3'te verilen ayırma mesafesi ile ilişkilidir.

**Çizelge 4** – LPS sınıfına göre iniş iletkenleri arasındaki mesafeye ait tercih edilen tipik değerler

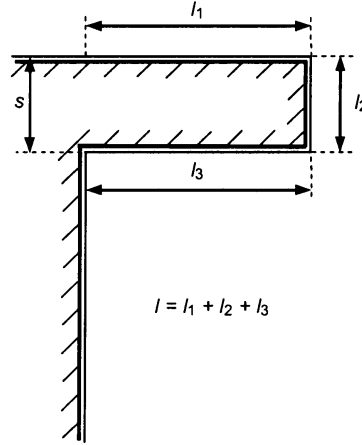
LPS sınıfı	Tipik mesafeler m
I	10
II	10
III	15
IV	20

İniş iletkeni, mümkün olması durumunda, yapının her bir açık köşesine tesis edilmelidir.

### 5.3.4 Yapılış

İniş iletkenleri, uygulanabilir olduğu kadarıyla, hava sonlandırma iletkenlerinin doğrudan sürekliliğini sağlayacak bir şekil oluşturacak biçimde tesis edilmelidir.

İniş iletkenleri, toprağa kısa ve en kestirme yol oluşturacak şekilde düz ve düşey tesis edilmelidir. Döngüler oluşmasından kaçınılmalı, ancak bunun mümkün olmadığı yerlerde, iletken üzerinde iki nokta arasında ölçülen s mesafesi ve bu noktalar arasında iletkenin l uzunluğu (Şekil 2) Madde 6.3'e uygun olmalıdır.



**Şekil 2** – Bir iniş iletkenindeki döngü

İniş iletkenleri, yalıtkan malzeme ile kaplanmış olsalar dahi, olukların içine ve su oluk ağızlarına monte edilmemelidir.

**Not** - Oluklardaki nemin etkileri, iniş iletkenin aşırı paslanmasına yol açar.

İniş iletkenlerinin, bu iletkenler ile kapılar ve pencereler arasında Madde 6.3'e uygun bir ayırma mesafesi olacak şekilde konumlandırılması tavsiye edilir.

Korunacak yapıdan ayrılmamış LPS'nin iniş iletkenleri, aşağıdaki gibi tesis edilebilir:

- Duvar yanmayan malzemeden yapılmış ise, iniş iletkenleri duvarın yüzeyine veya içine konumlandırılabilir,
- Duvar çabuk yanabilen malzemeden yapılmış ise, iniş iletkenleri, yıldırım akımının akmasından dolayı bu iletkenlerdeki sıcaklık artışının duvar malzemesi için tehlikeli olmaması şartıyla, duvar yüzeyi üzerine konumlandırılabilir,
- Duvar çabuk yanabilen malzemeden yapılmış ve iniş iletkenindeki sıcaklık artışı tehlikeli ise, iniş iletkenleri, duvarla bu iletkenler arasındaki mesafe daima 0,1 m'den büyük olacak şekilde yerleştirilmelidir. Montaj bağlantı elemanları duvarla temas edebilir.

İletkenlerden yanabilen bir malzemeye olan mesafeden emin olunamadığı durumlarda, çeliğin veya ısı eşdeğer iletkenin kesit alanı 100 mm<sup>2</sup> den daha az olmamalıdır

### 5.3.5 Doğal bileşenler

Yapının aşağıda belirtilen bölümleri, doğal iletkenler olarak dikkate alınabilir:

- a) Aşağıdaki şartları sağlayan metal tesisler.
  - Madde 5.5.3'e uygun çeşitli bölümler arasındaki elektriksel sürekliliğin devamlılığının sağlam yapılması,
  - Boyutların, en azından standard iniş iletkenleri için Çizelge 6'da belirtilenlere eşit olması.

Flanş bağlantılarındaki contanın metalik olmaması veya flanş kenarlarının başka uygun bir şekilde bağlanmaması durumunda, kolayca yanabilen veya patlayıcı karışımları taşıyan boru sistemi iniş iletkeni doğal bileşeni olarak dikkate alınmamalıdır.

**Not 1** - Metal tesisler, yalıtkan malzeme ile kaplanabilir.

- b) Yapının betonarme iskeletindeki elektriksel sürekliliği sağlayan metal.

**Not 2** - Prefabrik betonarmede, takviye elemanları arasında bu elemanların birbirlerine bağlanmasını sağlayacak noktalar tesis etmek önemlidir. Betonarmelerde, birbirine bağlantı noktaları arasında bir iletken bağlantısının olması ayrıca önemlidir. Münferit bölümler, montaj sırasında yapıldığı yerde bağlanmalıdır (Ek E).

**Not 3** - Ön gerilmeli beton olması hâlinde, yıldırım akımından dolayı veya yıldırımdan korunma sistemine bağlantının bir sonucu olarak kabul edilemez mekanik sonuçların doğurduğu riske dikkat edilmelidir.

c) Yapıda birbirlerine bağlanmış metal iskelet.

**Not 4** - Çelik yapılardaki metal iskeletin veya birbirine bağlı takviye çubuklarının iniş iletkeni olarak kullanılması durumunda, halka iletkenlere gerek yoktur.

d) Aşağıdaki şartları sağlayan yapı dış cephesinde kullanılan elemanlar, profil raylar ve dış cephelerin metalik alt konstrüksiyonları:

- Bunlara ait boyutların iniş iletkenleri için istenenlere uygun olması (Madde 5.6.2) ve metal levhalar veya metal borular için kalınlıklarının 0,5 mm'den daha az olmaması,
- Düşey yöndeki elektriksel sürekliliğin Madde 5.5.3'te belirtilen özellikleri sağlaması.

**Not 5** - Daha fazla bilgi için Ek E'ye bakılmalıdır.

### 5.3.6 Deney ekleri

Toprak sonlandırma bağlantısında, yapı temel toprak elektrotları ile birleştirilen doğal iniş iletkenlerinin olması durumu dışında, her iniş iletkeni üzerine bir deney eki tespit edilmelidir.

Ölçme amaçları için, ek bir alet yardımıyla açılabilir özellikte olmalıdır. Normal kullanımda ek kapalı kalmalıdır.

## 5.4 Toprak sonlandırma sistemi

### 5.4.1 Genel

Yıldırım akımının (yüksek frekanslı davranış) toprağa dağıtılması söz konusu olduğunda, potansiyel olarak tehlikeli aşırı gerilimleri en aza indirmede, toprak sonlandırma sisteminin biçimi ve boyutları önemli kriterlerdir. Genel olarak, düşük topraklama direnci (alçak frekansta ölçüldüğünde 10  $\Omega$ 'dan daha küçük ise) tavsiye edilir.

Yıldırımdan korunma açısından yaklaşıldığında, tek bir tümleşik yapıdaki toprak sonlandırma sistemi tercih edilebilir ve her türlü amaç için (bir başka ifadeyle, yıldırımdan korunma, güç sistemleri ve haberleşme sistemleri) uygundur.

Toprak sonlandırma sistemleri, Madde 6.2'deki özelliklere uygun olarak kuşaklanmalıdır.

**Not 1** - Başka toprak sonlandırma sistemlerinin ayırma ve kuşaklama şartları, genellikle bu amaç için ilgili milli kurumlar tarafından belirlenir.

**Not 2** - Farklı malzemelerden yapılan topraklama sistemlerinin birbirlerine bağlanması durumunda, ciddi korozyon problemleri ortaya çıkabilir.

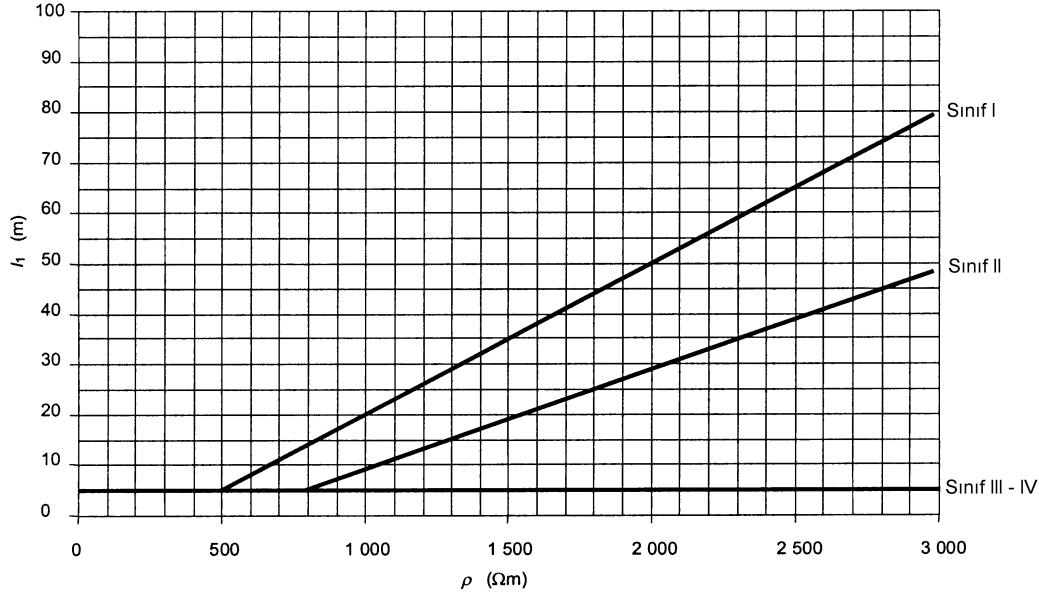
### 5.4.2 Genel şartlarda topraklama düzenlemesi

Toprak sonlandırma sistemleri için toprak elektrot düzenlemelerinin iki temel tipi uygulanır.

#### 5.4.2.1 A tipi düzenleme

Bu düzenleme tipi, her iniş iletkenine bağlı korunacak yapının dışında tesis edilen yatay veya düşey toprak elektrotlarından veya kapalı bir döngü oluşturan temeldeki toprak elektrotlarından meydana gelir.

A tipi düzenlemelerde, toplam elektrot sayısı ikiden az olmamalıdır.



**Not** - III ve IV sınıfları, toprak öz direncinden bağımsızdır.

**Şekil 3** – LPS sınıfına göre her bir toprak elektrotuna ait en küçük  $l_1$  uzunluğu.

Her bir iniş iletkeninin tabanında her bir toprak elektrotuna ait en küçük uzunluk aşağıda gibidir:

- $l_1$  yatay elektrotlar için veya
- $0,5 l_1$  düşey (veya eğik) elektrotlar için.

Burada;

$l_1$ , Şekil 3'te ilgili bölümde gösterilen yatay elektrotların en küçük uzunluğudur.

Birleştirilmiş elektrotlar için (düşey veya yatay) toplam uzunluk dikkate alınmalıdır.

Şekil 3'te belirtilen en küçük uzunluklar, toprak sonlandırma sisteminin topraklama direncinin  $10 \Omega$ 'dan daha az bir değerde elde edilmiş olması şartıyla (şebeke frekanslarında ve girişimden kaçınmak için şebeke frekansının katlarında ölçülen) dikkate alınmayabilir.

**Not 1** - Yukarıda belirtilen özellikler karşılanamadığında B tipi düzenleme kullanılmalıdır.

**Not 2** - Toprak elektrotlarının uzatılmasıyla topraklama direncinin azaltılması pratikte 60 m'ye kadar uygundur. 3000  $\Omega\text{m}$  den daha yüksek öz dirençli toprakta B tipi toprak elektrotlarının veya topraklamayı artırıcı bileşiklerin kullanılması tavsiye edilir.

**Not 3** - Daha fazla bilgi için Ek E'ye bakılmalıdır.

#### 5.4.2.2 B tipi düzenleme

Bu düzenleme tipi, korunacak yapının dışında toplam uzunluğunun en az % 80 toprakla temas hâlinde olan bir halka iletkeninden veya kapalı bir döngü oluşturan bir yapı temel elektrotundan meydana gelmektedir. Bu gibi toprak elektrotları ayrıca kafes biçiminde olabilir.

**Not** - % 20 toprak ile temas halinde olamamasına rağmen halka iletken daima toplam uzunluk boyunca tamamen bağlanmalıdır.

Halka toprak elektrotu (veya yapı temeli toprak elektrotu) için halka toprak elektrotu (veya yapı temeli toprak elektrotu) tarafından çevrelenen alanın ortalama yarıçapı  $r_e$ ,  $l_1$  değerinden daha küçük olmamalıdır.

$$r_e \geq l_1 \quad (1)$$

Burada;

$l_1$ , LPS sınıfı I, II, III, ve IV göre Şekil 3'te gösterilmiştir.

Gerekli  $l_1$  değeri uygun  $r_e$  değerinden daha büyük olduğunda, aşağıdaki formüllerde verilen her birisi  $l_r$  (yatay) ve  $l_v$  (düşey) uzunluklarına sahip ilâve yatay veya düşey (veya eğik) elektrotlar eklenmelidir:

$$l_r = l_1 - r_e \quad (2)$$

ve  $l_v = (l_1 - r_e) / 2 \quad (3)$

En az iki olması şartıyla, elektrot sayısının iniş iletkeni sayısından daha az olmaması tavsiye edilir.

İlâve elektrotlar, iniş iletkenlerinin bağlandığı noktalarda halka toprak elektrotuna, mümkün olduğunca, eşit uzaklıklarda bağlanmalıdır.

### 5.4.3 Toprak elektrotlarının tesis edilmesi

Halka toprak elektrotu (B tipi düzenleme) dış duvarların etrafında yaklaşık 1 m mesafede ve en az 0,5 m'lik bir derinliğe gömülmelidir.

Toprak elektrotları (A tipi düzenleme), üst ucu en az 0,5 m derinlikte olacak şekilde tesis edilmeli ve topraktaki elektriksel kuplaj etkilerini en aza indirmek için mümkün olduğunca düzgün dağıtılmalıdır.

**Not 1** – A tipi toprak elektrotu sırasıyla yüksek dirençli yol kaplamasına veya bitişik betona yerleştirilmiş bir muayene odasının içine konumlandırılırsa bu durumda 0,5 m özelliği dikkate alınmayabilir.

Toprak elektrotları, yapım sırasında muayene edilmesine izin verecek şekilde tesis edilmelidir.

Gömme derinliği ve toprak elektrotlarının tipi, korozyon, toprağın kuruma ve donma etkilerini en aza indirecek ve böylece konvansiyonel toprak direnç değerini kararlı kılacak şekilde olmalıdır. Donmuş toprak derinliğine eşit olan düşey bir toprak elektrotunun üst bölümünün don şartlarında etkili olduğunun dikkate alınmaması tavsiye edilir.

**Not 2** - Böylece, her düşey elektrot için, Madde 5.4.2.1 ve Madde 5.4.2.2'de hesaplanan  $l_1$  uzunluğun değerine 0,5 m ilâve edilmelidir.

Çıplak sert kaya için, sadece B tipi topraklama düzenlemesi tavsiye edilir.

Yoğun elektronik sistemlerin bulunduğu veya yüksek yangın riskine sahip yapılar için B tipi topraklama düzenlemesi tercih edilir.

### 5.4.4 Doğal toprak elektrotları

Madde 5.6'ya uygun beton temellerdeki birbirlerine bağlı takviye çelikleri veya diğer uygun yer altındaki metal yapılar tercihen bir toprak elektrotu olarak kullanılmalıdır. Betondaki metalik takviye bir toprak elektrotu olarak kullanıldığında, betonun mekanik yarılmasını önlemek amacıyla yapılan bağlantılara özel dikkat edilmelidir.

**Not 1** - Ön gerilmeli beton olması durumunda, kabul edilemeyen mekanik zorlamaları meydana getirebilen yıldırım boşalma akımlarının akmasının sonuçları göz önünde bulundurulmalıdır.

**Not 2** - Yapı temeli toprak elektrotu kullanılırsa, uzun dönemde topraklama direncinde artış olması mümkündür.

**Not 3** - Bu konu hakkında çok daha ayrıntılı bilgi Ek E'de verilmiştir.

## 5.5 Bileşenler

### 5.5.1 Genel

Bir LPS'nin bileşenleri, yıldırım akımının elektromanyetik etkilerine dayanmalı ve hasar meydana gelmeksizin kazara oluşan zorlamalar önceden tahmin edilebilmelidir. Bu durum, IEC 62561 serisine uygun olarak başarılı bir şekilde deneyden geçirilmiş bileşenlerin seçilmesiyle sağlanabilir.

Bütün bileşenler EN 50164 serisine uygun olmalıdır.

Bir LPS'nin bileşenleri, Çizelge 5'te verilen malzemelerden veya eş değer mekanik, elektriksel ve kimyasal (korozyon) performans karakteristiklerine sahip diğer malzemelerden imal edilmelidir.

**Not** - Metalden farklı malzemedan yapılan bileşenler, sabitleme için kullanılabilir.

**Çizelge 5** – LPS malzemeleri ve kullanım şartları <sup>a</sup>

Malzeme	Kullanım			Korozyon		
	Açık havada	Toprakta	Betonda	Direnç değeri	Aşağıdaki ile artan	Aşağıdaki ile galvanik kuplajla tahrip olabilen
Bakır	Katı Örgülü	Katı Örgülü Kaplama olarak	Katı Örgülü Kaplama olarak	Pek çok ortamda iyi	Sülfür bileşikleri Organik malzemeler	-
Sıcak galvanizli çelik <sup>c,d,e</sup>	Katı Örgülü <sup>b</sup>	Katı	Katı Örgülü <sup>b</sup>	Havada, betonda ve yumuşak toprakta kabul edilebilir	Yüksek klorür içeriği	Bakır
Elektrolitik bakırlı çelik	Katı	Katı	Katı	Pek çok ortamda iyi	Sülfür bileşikleri	
Paslanmaz çelik	Katı Örgülü	Katı Örgülü	Katı Örgülü	Pek çok ortamda iyi	Yüksek klorür içeriği	-
Alüminyum	Katı Örgülü	Uygun değil	Uygun değil	Derişimleri düşük sülfür ve klorür içeren atmosferlerde iyi	Alkali çözeltileri	Bakır
Kurşun <sup>f</sup>	Katı Kaplama olarak	Katı Kaplama olarak	Uygun değil	Yüksek derişimli sülfatlar içeren atmosferde iyi	Asitli topraklar	Bakır Paslanmaz çelik

<sup>a</sup> Bu çizelge sadece genel yol gösterme amacıyla verilmiştir. Özel durumlarda, korozyona karşı bağımsızlık hususlarına daha fazla dikkat edilmelidir (Ek E).

<sup>b</sup> Örgülü iletkenler, katı iletkenlere göre korozyona daha fazla duyarlıdır. Örgülü iletkenler, toprak/betona girdiği ve çıktığı yerlerde ayrıca duyarlıdır. Örgülü galvanizli çeliğin toprak içinde tercih edilmemesinin sebebi budur.

<sup>c</sup> Galvanizli çelik, killi toprak veya nemli toprakta paslanabilir.

<sup>d</sup> Beton içindeki galvanizli çelik, betonun tam dışında çeliğin muhtemel korozyona uğramasından dolayı, toprak içine doğru uzatılmamalıdır.

<sup>e</sup> Beton içindeki takviye çeliği ile temas eden galvanizli çelik, toprak suyunda tuz bulunabilen kıyı alanlarında kullanılmamalıdır.

<sup>f</sup> Toprak içinde kurşun kullanılması, çevre sorunları nedeniyle genellikle yasaklanmış veya kısıtlanmıştır.

### 5.5.2 Sabitleme

Hava sonlandırma sistemleri ve iniş iletkenleri, elektrodinamik veya kazaen meydana gelen mekanik kuvvetler (örnek olarak, titreşimler, kalın kar kütesinin kayması, ısıl genleşme vb.) sebebiyle kopma veya gevşeme olmayacak şekilde sıkıca tutturulmalıdır (EN 62305-1, Ek-D).

**Not** – Sabitleme noktaları arasında tavsiye edilen mesafeler Çizelge E.1’de verilmiştir.

### 5.5.3 Bağlantılar

İletken boyunca bağlantıların sayısı, en az olacak şekilde tutulmalıdır. Bağlantılar, sert lehimle lehimleme, kaynak yapma, sıkıştırma, dikiş atma, vidalama veya civatalama gibi yollarla güvenli hale getirilmelidir.

Bunu sağlamak için takviyeli çelik yapılar içindeki çelik iskeletteki bağlantılar Madde 4.3’e ve EN 50164-1’e göre ola

## 5.6 Malzemeler ve boyutlar

### 5.6.1 Malzemeler

Malzeme ve buna ait boyutlar, korunacak yapının veya LPS’nin korozyona uğrama ihtimali göz önünde bulundurularak seçilmelidir.

### 5.6.2 Boyutlar

Hava sonlandırma iletkenleri, hava sonlandırma çubukları, iniş iletkenleri ve toprak giriş çubuklarının malzemeleri, konfigürasyonları ve en küçük kesit alanları Çizelge 6’da verilmiştir ve EN 50164 serisine göre olan özelliklere ve deneylere uygun olmalıdır.

Toprak elektrotlarının malzemeleri, konfigürasyonları ve en küçük boyutları Çizelge 7’de verilmiştir ve EN 50164 serisine göre olan özelliklere ve deneylere uygun olmalıdır.

**Çizelge 6** - Hava sonlandırma iletkenleri, hava sonlandırma çubukları, toprak giriş çubukları ve iniş iletkenlerine ait malzeme, konfigürasyon ve en küçük kesit alanı <sup>a</sup>

Malzeme	Konfigürasyon	Kesit alanı mm <sup>2</sup>
Bakır	Katı şerit	50
Kalay kaplı bakır	Katı yuvarlak <sup>b</sup>	50
	Örgülü <sup>b</sup>	50
Alüminyum	Katı yuvarlak <sup>c</sup>	176
	Katı şerit	70
	Katı yuvarlak	50
Alüminyum alaşım	Örgülü	50
	Katı şerit	50
	Katı yuvarlak	50
Bakır kaplı alüminyum alaşım	Örgülü	50
	Katı yuvarlak <sup>c</sup>	176
Sıcak daldırılmış galvanizli çelik	Katı yuvarlak	50
	Katı şerit	50
	Katı yuvarlak	50
	Örgülü	50
Bakır kaplı çelik	Katı yuvarlak <sup>c</sup>	176
	Katı yuvarlak	50
	Katı şerit	50
Paslanmaz çelik	Katı şerit <sup>d</sup>	50
	Katı yuvarlak <sup>d</sup>	50
	Örgülü	50
	Katı yuvarlak <sup>c</sup>	176

<sup>a</sup> Korozyona dayanıklılık özellikleri gibi mekanik ve elektriksel karakteristikler EN 50164 serisindeki özellikleri karşılamalıdır.

<sup>b</sup> 50 mm<sup>2</sup> (8 mm çap) mekanik dayanımın gerekli bir özellik olmadığı bazı uygulamalarda 25 mm<sup>2</sup> ye azaltılabilir. Bu durumda bağlayıcılar arasındaki aralığın azaltılmasına dikkat edilmelidir.

<sup>c</sup> Hava sonlandırma çubukları ve toprak giriş çubukları için uygulanabilir. Rüzgâr yükü gibi mekanik zorlamanın kritik olmadığı hava sonlandırma çubukları için 9,5 mm çapında ve 1 m uzunluğundaki çubuk kullanılabilir.

<sup>d</sup> Isıl ve mekanik hususlar önemliyse bu durumda bu değerler 75 mm<sup>2</sup> ye kadar artırılmalıdır.



**Çizelge 7 – Toprak elektrotlarının malzeme, konfigürasyon ve en küçük boyutları** <sup>a, e</sup>

Malzeme	Konfigürasyon	Boyutlar		
		Toprak çubuğu çapı mm	Toprak iletkeni mm <sup>2</sup>	Toprak levhası mm
Bakır	Örgülü		50	
	Katı yuvarlak	15	50	
	Katı şerit		50	
Kalay kaplı bakır	Boru	20		
	Katı levha			500 x 500
	Kafes levha <sup>c</sup>			600 x 600
Sıcak daldırılmış galvanizli çelik	Katı yuvarlak	14	78	
	Boru	25		
	Katı şerit		90	
	Katı levha			500 x 500
	Kafes levha <sup>c</sup>			600 x 600
	Profil	d		
Çıplak çelik <sup>b</sup>	Örgülü		70	
	Katı yuvarlak		78	
	Katı şerit		75	
Bakır kaplı çelik	Katı yuvarlak	14	50	
	Katı şerit		90	
Paslanmaz çelik	Katı yuvarlak	15	78	
	Katı şerit		100	

<sup>a</sup> Korozyona dayanıklılık özellikleri gibi mekanik ve elektriksel karakteristikler EN 50164 serisindeki özellikleri karşılamalıdır.

<sup>b</sup> En az 50 mm derinlikte betona gömülmelidir.

<sup>c</sup> En az toplam uzunluğu 4,8 mm olan iletkenle imal edilmiş kafes levha

<sup>d</sup> Örnek olarak çapraz profil gibi en küçük kalınlığı 3 mm ve kesit alanı 290 mm<sup>2</sup> olan farklı profillere izin verilir.

<sup>e</sup> B tipi düzenlemeli temel topraklama sistemi olması durumunda toprak elektrotu takviyeli çelik ile en az her 5 m'de doğru olarak bağlanmalıdır.

## 6 İç yıldırımdan korunma sistemi

### 6.1 Genel

İç LPS , dış LPS'de veya yapının diğer iletken bölümlerinden akan yıldırım akımından dolayı korunacak yapı içinde tehlikeli kıvılcım atlamasının ortaya çıkmasını önlemelidir.

Tehlikeli kıvılcım atlaması, dış LPS ile aşağıda belirtilen diğer bileşenler arasında ortaya çıkabilir:

- Metal tesisler,
- İç sistemler,
- Dış iletken bölümler ve yapıya bağlanmış hatlar.

**Not 1** - Patlama tehlikesi olan yapı içinde oluşan kıvılcım atlaması daima tehlikelidir. Bu durumda, henüz inceleme aşamasında olan ilâve koruma tedbirlerine ihtiyaç vardır (Ek D).

**Not 2** - İç sistemlerin aşırı gerilimlere karşı korunması için, EN 62305-4'e bakılmalıdır.

Farklı bölümler arasındaki tehlikeli kıvılcım atlaması aşağıdakiler vasıtasıyla önlenebilir:

- Madde 6.2'ye uygun eş potansiyel kuşaklama veya
- Madde 6.3'e uygun bölümler arasındaki elektriksel yalıtım.

## 6.2 Yıldırım eş potansiyel kuşaklaması

### 6.2.1 Genel

Eş potansiyellik, aşağıda belirtilenlerle LPS'yi birbirlerine bağlamak suretiyle elde edilir:

- Metal tesisler
- İç sistemler
- Dış iletken bölümler ve yapıya bağlanmış hatlar.

Yıldırım eş potansiyel kuşaklaması iç sistemlerle gerçekleştirildiğinde, yıldırım akımının bir bölümü bu gibi sistemlerden akabilir ve bu etki göz önünde bulundurulmalıdır.

Birbirlerine bağlama düzenleri şunlar olabilir:

- Elektriksel sürekliliğin doğal bağlantı ile sağlanmadığı durumda kuşaklama iletkenleri,
- Kuşaklama iletkenleri ile doğrudan bağlantıların ekonomik olmaması durumunda, ani darbe koruyucu cihazlar (SPD'ler)
- Kuşaklama iletkenleri ile doğrudan bağlantılara izin verilmemesi durumunda ayırıcı kıvılcım aralıkları (ISG'ler).

Yıldırım eş potansiyel kuşaklamasının sağlanması önemli olup, özellikler konusunda ihtilaf söz konusu olabildiği durumda, haberleşme şebekesi operatörü, elektrik güç operatörü, boru hatları operatörü ve ilgili diğer operatörler veya yetkililerle konu görüşülmelidir.

SPD'ler, muayenelerine imkân verecek şekilde tesis edilmelidir.

**Not 1** - Bir LPS tesis edildiğinde, korunacak yapının dış metal iskeleti etkilenebilir. Bu durum, böyle sistemler tasarımı sırasında dikkate alınmalıdır. Dış metal iskelet için yıldırım eş potansiyel kuşaklama ayrıca gerekli olabilir.

**Not 2** - Yıldırım eş potansiyel kuşaklama yapıdaki diğer eş potansiyel kuşaklama ile bütünleştirilmeli ve koordine edilmelidir.

### 6.2.2 Metal tesisatlar için yıldırım eş potansiyel kuşaklama

Ayrılmış bir dış LPS olması durumunda, yıldırım eş potansiyel kuşaklama sadece toprak seviyesinde yapılmalıdır.

Ayrılmamış bir dış LPS için yıldırım eş potansiyel kuşaklaması aşağıdaki yerlerde tesis edilmelidir:

- a) Bodrum katında veya yaklaşık olarak toprak seviyesinde. Kuşaklama iletkenleri, muayene için kolayca erişilmesine izin verecek şekilde yapılmış ve tesis edilmiş bir kuşaklama barasına bağlanmalıdır. Kuşaklama barası, toprak sonlandırma sistemine bağlanmalıdır. Büyük yapılar için (tipik olarak 20 m'den daha yüksek), birbirlerine bağlanmaları şartıyla, halka kuşaklama barası veya birden daha fazla kuşaklama barası kullanılabilir,
- b) Yalıtım özelliklerinin yerine getirilmediği durumda (Madde 6.3).

Yıldırım eş potansiyel kuşaklamayı sağlayan bağlantılar, mümkün olduğunca doğrudan ve düz olarak yapılmalıdır.

**Not** - Yıldırım eş potansiyel kuşaklama yapının iletken bölümlerine tesis edildiğinde, yıldırım akımının bir bölümü bu yapı içinden akabilir ve bu etki göz önünde bulundurulmalıdır.

Farklı kuşaklama baralarını bağlayan bağlantı iletkenleri ile toprak sonlandırma sistemine baraları bağlayan iletkenlerin kesitlerinin en küçük değerleri, Çizelge 8'de verilmiştir.

İç metal tesisleri kuşaklama baralarına bağlayan bağlantı iletkenlerinin kesitlerinin en küçük değerleri Çizelge 9'da verilmiştir.

**Çizelge 8** – Farklı kuşaklama baralarını bağlayan veya kuşaklama baralarını toprak sonlandırma sistemine bağlayan iletkenlerin en küçük boyutları

LPS sınıfı	Malzeme	Kesit alanı mm <sup>2</sup>
I - IV	Bakır	14
	Alüminyum	22
	Çelik	50

**Çizelge 9** - İç metal tesisleri kuşaklama baralarına bağlayan iletkenlerinin en küçük boyutları

LPS sınıfı	Malzeme	Kesit alanı mm <sup>2</sup>
I - IV	Bakır	5
	Alüminyum	8
	Çelik	16

Yalıtım parçaları gaz hatları veya su borularına takılırsa, su ve gaz tedarikçileri ile anlaşma sağlanarak, korunacak yapının içinde böyle bir çalışma için tasarlanmış ISG'ler vasıtasıyla köprüleme yapılmalıdır.

ISG'ler ilerde yayınlanacak olan IEC 62561-3'e göre deneyden geçirilmeli ve aşağıdaki karakteristiklere sahip olmalıdır:

- Dış LPS'nin ilgili bölümü boyunca akan yıldırım akımı  $k_c I$  olduğu durumda,  $I_{imp} \geq k_c I$  (Ek C),
- Beyan darbe kıvılcım atlama gerilimi  $U_{RIMP}$ , bölümler arasındaki yalıtımın darbeye dayanma seviyesinden daha düşük olmalıdır,

### 6.2.3 Dış iletken bölümler için yıldırım eş potansiyel kuşaklama

Dış iletken bölümler için yıldırım eş potansiyel kuşaklama korunacak yapıya girdiği noktaya mümkün olduğunca yakın yapılmalıdır.

Kuşaklama iletkenleri, bu iletkenlerden akan ve EN 62305-1 Ek A'sına uygun olarak değerlendirilen, yıldırım akımının  $I_F$  bölümüne dayanabilme yeteneğinde olmalıdır.

Doğrudan kuşaklama kabul edilebilir değilse, aşağıdaki karakteristiklere sahip ISG'ler kullanılmalıdır:

ISG'ler ilerde yayınlanacak olan IEC 62561-3'e göre deneyden geçirilmeli ve aşağıdaki karakteristiklere sahip olmalıdır:

- Dikkate alınan dış iletken bölümü boyunca akan yıldırım akımı  $I_F$  olduğu durumda,  $I_{imp} \geq I_F$  (EN 62305-1, Ek E),
- Beyan darbe kıvılcım atlama gerilimi  $U_{RIMP}$ , bölümler arasındaki yalıtımın darbeye dayanma seviyesinden daha düşük olmalıdır.

**Not** - Eş potansiyel kuşaklama gerekli olduğunda, buna karşın LPS'nin gerekli olmaması durumunda, alçak gerilim elektriksel tesisinin toprak sonlandırması bu amaçla kullanılabilir. LPS'nin gerekli olmadığı şartlarla ilgili bilgiler EN 62305-2'de verilmiştir.

### 6.2.4 İç sistemler için yıldırım eş potansiyel kuşaklama

Yıldırım eş potansiyel kuşaklamasının Madde 6.2.2 a) ve Madde 6.2.2 b)'ye uygun olarak tesis edilmesi zorunludur.

İç sistemlerdeki kablolar ekranlı veya bir metal boru içine yerleştirilmiş ise, sadece bu ekranları ve boruları kuşaklamak yeterli olabilir (Ek B).

**Not** - Ekranların ve boruların kuşaklanması, kablolarla bağlı teçhizatın aşırı gerilimler nedeniyle arızalanmasını önleyemeyebilir. Bu gibi teçhizatın korunması için EN 62305-4'e bakılmalıdır.

İç sistemlerdeki kablolar ekranlı değilse veya bir metal boru içine yerleştirilmemiş ise, bunlar SPD'ler üzerinden kuşaklanmalıdır. TN sistemlerinde, PE ve PEN iletkenleri LPS'ye doğrudan veya bir SPD ile kuşaklanmalıdır.

Kuşaklama iletkenleri ISG'ler için Madde 6.2.2'de belirtildiği gibi aynı yıldırım akımına sahip olmalıdır. SPD'ler IEC 61643-1 ve IEC 61643-21'e uygun ve aşağıdaki karakteristiklere sahip olmalıdır:

- Dış LPS'nin ilgili bölümü boyunca akan yıldırım akımı  $k_c I$  olduğu durumda,  $I_{imp} \geq k_c I$  ile deneyden geçirilir (Ek C),
- Koruma seviyesi  $U_p$ , bölümler arasındaki yalıtımın darbeye dayanma seviyesinden daha düşük olmalıdır.

Ani darbelere karşı iç sistemlerin korunması gerekli ise, EN 62305-4, Madde 7'deki özelliklere uygun koordine edilmiş SPD sistem kullanılmalıdır.

### 6.2.5 Korunacak yapıya bağlanmış hatlar için yıldırım eş potansiyel kuşaklama

Elektriksel ve haberleşme hatları için yıldırım eş potansiyel kuşaklama, Madde 6.2.3'e uygun tesis edilmelidir.

Her bir hattın bütün iletkenleri doğrudan veya bir SPD ile kuşaklanmalıdır. Enerjili iletkenler, sadece bir SPD üzerinden kuşaklama barasına bağlanmalıdır. TN sistemlerinde, PE veya PEN iletkenleri LPS'ye doğrudan veya bir SPD üzerinden kuşaklama barasına bağlanmalıdır.

Hatlar ekranlı veya bir metal boru içinde serilmiş ise, bu ekranlar ve borular kuşaklanmalıdır. Bu ekranların veya boruların  $S_c$  kesit alanları Ek B'ye uygun olarak değerlendirilen  $S_{CMIN}$  en küçük değerinden daha düşük olması şartıyla, iletkenler için yıldırım eş potansiyel kuşaklama gerekli değildir.

Kablo ekranlarının veya boruların yıldırım eş potansiyel kuşaklaması, bunların yapıya girdiği noktaya yakın yerde yapılmalıdır.

Kuşaklama iletkenleri ISG'ler için Madde 6.2.3'te belirtildiği gibi aynı yıldırım akımına sahip olmalıdır.

SPD'ler IEC 61643-1 ve IEC 61643-21'e uygun ve aşağıdaki karakteristiklere sahip olmalıdır:

- Hatlar boyunca akan yıldırım akımı  $I_F$  olduğu durumda,  $I_{imp} \geq I_F$  ile deneyden geçirilir (EN 62305-1 Ek E),
- Koruma seviyesi  $U_p$ , bölümler arasındaki yalıtımın darbeye dayanma seviyesinden daha düşük olmalıdır.

Ani darbelere karşı yapıya giren hatlara bağlı iç sistemlerin korunması gerekli ise, EN 62305-4, Madde 7'deki özelliklere uygun koordine edilmiş SPD sistem kullanılmalıdır.

**Not** - Eş potansiyel kuşaklama gerekli olduğunda, buna karşın LPS'nin gerekli olmaması durumunda, alçak gerilim elektriksel tesisinin toprak sonlandırması bu amaçla kullanılabilir. LPS'nin gerekli olmadığı şartlarla ilgili bilgiler EN 62305-2'de verilmiştir.

## 6.3 Dış LPS'nin elektriksel yalıtımı

### 6.3.1 Genel

Hava sonlandırma veya iniş iletkeni ile yapıdaki metal bölümler, metal tesisler ve iç sistemler arasındaki elektriksel yalıtım, bölümler arasındaki ayırma mesafesi  $s$  sağlanarak elde edilebilir.  $s$  Mesafesinin hesaplanması için genel formül aşağıda verilmiştir.

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l \quad (m) \quad (4)$$

Burada;

$k_i$  Seçilen LPS sınıfına bağlıdır (Çizelge 10),

$k_m$  Elektriksel yalıtım malzemesine bağlıdır (Çizelge 11),

$k_c$  İniş iletkeni ve hava sonlandırma sistemi üzerinden akan yıldırım akımına (kısmi) bağlıdır (Çizelge 12 ve Ek C)),  
I Dikkate alınması gereken ayırma mesafesinin başladığı noktadan itibaren en yakın eş potansiyel kuşaklamaya veya toprak sonlandırmasına kadar hava sonlandırma ve iniş iletkeni boyunca metre cinsinden uzunluk (Ek E Madde E.6.3).  
dur.

**Not** – Doğal hava sonlandırma sistemi olarak işlem gören sürekli metal çatısı bulunan yapılarda hava sonlandırma boyunca I uzunluğu dikkate alınmayabilir.

**Çizelge 10** – Ayrılmış dış LPS'nin –  $k_i$  katsayısının değerleri

LPS sınıfı	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III ve IV	0,04

**Çizelge 11** – Ayrılmış dış LPS –  $k_m$  katsayısının değerleri

Malzeme	$k_m$
Hava	1
Beton, tuğlalar, ahşap	0,5
<b>Not 1</b> - Seride muhtelif yalıtım malzemesinin olması durumunda, $k_m$ için daha düşük değer kullanmak iyi bir uygulamadır.	
<b>Not 2</b> - Başka yalıtım malzemelerinin kullanılmasında yapılaş kılavuzu ve $k_m$ değeri imalatçı tarafından sağlanmalıdır.	

Yapıya giren hatlar veya dış iletken bölümlerin olması durumunda, bunların yapıya girdiği noktada yıldırım eş potansiyel kuşaklamasının (doğrudan bağlantı veya SPD ile bağlantı yapmak suretiyle) sağlanması daima gereklidir.

Yapıların betonarme iskeletine bağlanmış metal veya elektriksel sürekliliği olan yapılarda, bir ayırma mesafesine gerek yoktur.

Hava sonlandırmaları/iniş iletkenleri arasındaki akımın  $k_c$  katsayısı LPS'nin sınıfına, n sayısının tamamına, iniş iletkenlerinin konumuna, halka iletkenlerinin birbirlerine bağlantılarına ve toprak sonlandırma sisteminin tipine bağlıdır. Gerekli olan ayırma mesafesi dikkate alınan ayırma mesafesinden toprak elektrotuna veya en yakın eş potansiyel kuşaklama noktasına kadar olan en kısa yolun gerilim düşümüne bağlıdır.

### 6.3.2 Basitleştirilmiş yaklaşım

Formül (4)'ün uygulanması için tipik yapılarda aşağıdaki şartlar dikkate alınmalıdır.

$k_c$  aşağı iletken düzenlemesinde akan yıldırım akımına (kısmi) bağlıdır (Çizelge 12 ve Ek C)

I Dikkate alınması gereken ayırma mesafesinin başladığı noktadan itibaren en yakın eş potansiyel kuşaklamaya kadar iniş iletkeni boyunca metre cinsinden düşey uzunluk.

**Çizelge 12** – Ayrılmış dış LPS –  $k_c$  katsayısının yaklaşık değerleri

İniş iletkenlerinin sayısı n	$k_c$
1 (sadece ayrılmış LPS olması durumunda)	1
2	0,66
3 ve daha çok	0,44
<b>Not</b> – Bu çizelgedeki değerler, komşu toprak elektrotlarının toprak direncinin 2 faktöründen daha fazla farklılık göstermemesi şartıyla bütün B tipi topraklama düzenlemelerine ve A tipi topraklama düzenlemelerine uygulanır. Tekli toprak elektrotlarının toprak dirençleri 2 faktöründen daha fazla farklılık gösterirse $k_c = 1$ olarak kabul edilmelidir.	

İniş iletkenleri arasında yıldırım akımının bölünmesiyle ilgili ilave bilgiler Ek C'de verilmiştir.

**Not** – Basitleştirilmiş yaklaşım genellikle güvenli tarafta olan sonuçlara yol açar.

### 6.3.3 Ayrıntılı yaklaşım

Kafes biçimindeki hava sonlandırma sistemi veya birbirine bağlanmış halka iletkenleri bulunan bir LPS'de hava sonlandırma sistemleri veya iniş iletkenleri akımın bölünmesinden dolayı kendi uzunlukları boyunca akan farklı akım değerlerine sahiptir. Böyle durumlarda ayırma mesafesi s'nin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi aşağıdaki bağıntı ile yapılabilir.

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c1} \times l_1 + k_{c2} \times l_2 + \dots + k_{cn} \times l_n) \quad (5)$$

Hava sonlandırmaları veya iniş iletkenleri halka iletkenlerin birbirlerine bağlanması dolayısıyla kendi uzunluklarından akan farklı akım değerlerine sahip olduğunda Şekil C.4 ve Şekil C.5 uygulanır.

**Not 1** – Bu yaklaşım her büyük yapıda veya karmaşık biçimli yapılardaki ayırma mesafesinin değerlendirilmesi için uygundur.

**Not 2** – Münferit iletkenlerdeki  $k_c$  katsayıların hesaplanması için sayısal şebeke programları kullanılabilir.

## 7 LPS'nin bakımı ve muayenesi

### 7.1 Genel

Herhangi bir LPS'nin etkinliği tesisine, bakımına ve kullanılan deney metotlarına bağlıdır.

Muayeneler, deney işlemi ve bakım fırtına tehdidi sırasında yapılmamalıdır.

**Not** – LPS'nin muayenesi ve bakımı ile ilgili ayrıntılı bilgiler Madde E.7'de belirtilmiştir.

### 7.2 Muayenelerin uygulanması

Muayenelerin amacı, aşağıdaki hususları araştırmaktır:

- LPS'nin bu standardı esas alan tasarımının uygun olması,
- LPS'nin bütün bileşenlerinin iyi şartlarda olması ve kendi tasarımı ile ilgili fonksiyonları yerine getirme özelliğine sahip olması ve korozyon olmaması,
- Son zamanlardaki ilâve hizmet tesisleri veya yapıların LPS' de birleştirilmesi.

### 7.3 Muayenelerin sırası

Muayeneler, Madde 7.2'ye uygun olarak aşağıdaki gibi yapılmalıdır:

- Yapının inşası sırasında, gömülü elektrotları kontrol etmek için,
- LPS'nin tesisinden sonra,
- Korunacak yapının doğasına bağlı olarak tespit edilen aralıklarda, periyodik olarak, bir başka ifadeyle korozyon problemleri ve LPS sınıfı,

**Not** - Ayrıntılı bilgi için Madde E.7'ye bakılmalıdır.

- Değişikliklerden veya tamirden sonra veya yapıya yıldırım düştüğünün bilinmesi durumunda.

Periyodik muayene sırasında, aşağıdaki hususların kontrol edilmesi özellikle önemlidir:

- Hava sonlandırma elemanlarının, iletkenlerin ve bağlantılardaki bozukluk ve korozyon,
- Toprak elektrotlarının korozyonu,
- Hava sonlandırma sistemi için topraklama direnci değeri,
- Bağlantıların, eş potansiyel kuşaklarının ve tespit elemanlarının durumu.

### 7.4 Bakım

Düzenli muayeneler, bir LPS'nin güvenli bakımı için temel şartlar arasındadır. Malın sahibi, gözlemlenen bütün arızalar hakkında bilgilendirilmeli ve bu arızalar gecikme olmaksızın tamir edilmelidir.

## 8 Dokunma ve adım gerilimlerinden dolayı canlıların yaralanmasına karşı koruma tedbirleri

### 8.1 Dokunma gerilimlerine karşı koruma tedbirleri

Bazı durumlarda, bir LPS yukarıda belirtilen özelliklere uygun tasarlanmış ve yapılmış olsa bile, LPS'nin iniş iletkenlerinin bitişiğinde hayati tehlike olabilir.

Tehlike, aşağıdaki şartlardan birisi sağlanırsa, katlanılabilir bir seviyeye düşürülür:

- Normal çalışma şartları altında iniş iletkenlerinden itibaren 3 m içinde kişilerin olmaması,
- Madde 5.3.5'e uygun en az 10 iniş iletkeninden meydana gelen bir sistemin kullanılması,
- Toprağın yüzey tabakasının öz direncinin, iniş iletkeninden itibaren 3 m içinde, 100 k $\Omega$ 'dan daha az olmaması.

**Not** - Asfalt gibi, 5 cm kalınlığındaki yalıtkan malzeme tabakası (veya 15 cm kalınlığındaki çakıl tabaka), genellikle tehlikeyi katlanılabilir seviyeye düşürür.

Bu şartlardan hiç birisi yerine getirilmediğinde, aşağıda belirtildiği şekilde dokunma gerilimlerden dolayı canlıların yaralanmasını önlemek için koruyucu tedbirler alınmalıdır:

- Açıktaki iniş iletkenine ait yalıtımın, verilen 100 kV, 1,2/50  $\mu$ s'lik darbe dayanma gerilimini sağlaması, örnek olarak en az 3 mm çapraz bağlı polietilen),
- İniş iletkenlerine dokunma ihtimalini en aza indirmek amacıyla, fiziksel sınırlamalar getirilmesi ve/veya uyarı ilanları asılması.

Koruyucu tedbirler ilgili standartlara uygun olmalıdır (ISO 3864-1).

### 8.2 Adım gerilimlerine karşı koruma tedbirleri

Bazı durumlarda, bir LPS yukarıda belirtilen özelliklere uygun tasarlanmış ve yapılmış olsa bile, iniş iletkenlerinin bitişiğinde hayati tehlike olabilir.

Tehlike, aşağıdaki şartlardan birinin sağlanması durumunda, katlanılabilir bir seviyeye düşürülür:

- Normal çalışma şartları altında iniş iletkenlerinden itibaren 3 m içinde kişilerin olmaması,
- Madde 5.3.5'e uygun en az 10 iniş iletkeninden meydana gelen bir sistemin kullanılması,
- Toprağın yüzey tabakasının öz direncinin, iniş iletkeninden itibaren 3 m içinde, 100 k $\Omega$ 'dan daha az olmaması.

**Not** - Asfalt gibi, 5 cm kalınlığındaki yalıtkan malzeme tabakası (veya 15 cm kalınlığındaki çakıl tabaka), genellikle tehlikeyi katlanılabilir seviyeye düşürür.

Bu şartlardan hiç birisi yerine getirilmediğinde, aşağıda belirtildiği şekilde adım gerilimlerden dolayı canlıların yaralanmasını önlemek için koruyucu tedbirler alınmalıdır:

- Kafesli toprak sonlandırma sistemi ile eş potansiyelliğin sağlanması,
- İniş iletkeninin 3 metre içinde, tehlikeli alanlara erişme ihtimalini en aza indirmek amacıyla, fiziksel sınırlamalar getirilmesi ve/veya uyarı ilanları asılması.

Koruyucu tedbirler ilgili standartlara uygun olmalıdır (ISO 3864-1).

## Ek A

### Hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması

#### A.1 Koruyucu açı metodu kullanıldığında hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması

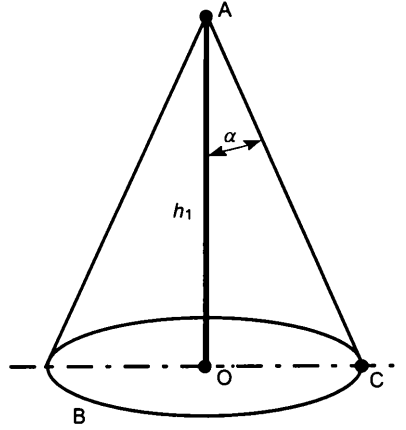
##### A.1.1 Genel

Hava sonlandırma sisteminin konumlandırılmasının, korunacak yapı hava sonlandırma sistemi ile sağlanan korunmuş hacim içinde tam olarak bulunursa, uygun olacağı kabul edilir.

Korunmuş hacmin belirlenmesi için sadece metal hava sonlandırma sistemlerinin gerçek fiziksel boyutları dikkate alınmalıdır.

##### A.1.2 Düşey çubuk hava sonlandırma sistemi ile korunan hacim

Düşey bir çubukla korunan hacmin, tepe noktası hava sonlandırma ekseninde bulunan, LPS sınıfına bağlı yarı tepe açısı  $\alpha$  olan ve Çizelge 2'de verildiği gibi hava sonlandırma sisteminin üzerinde yer alan dik dairesel koni biçimine sahip olduğu kabul edilir. Korunan hacim için örnekler Şekil A.1 ve Şekil A.2'de verilmiştir.



#### Açıklama

A Hava sonlandırma çubuğunun ucu

B Referans düzlem

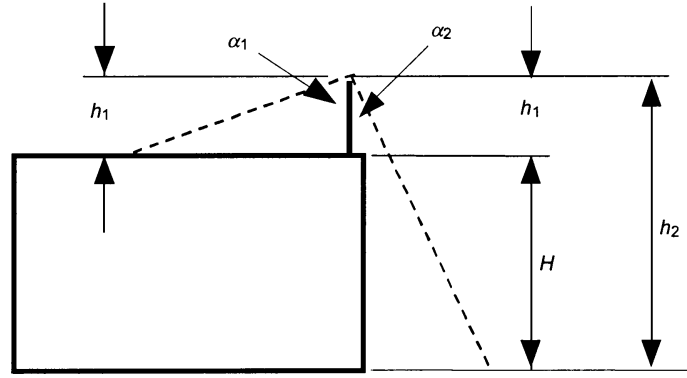
OC Korunan alanın yarıçapı

$h_1$  Korunması gereken alana ait referans düzlem üzerindeki hava sonlandırma çubuğunun yüksekliği

$\alpha$  Çizelge 2'ye göre koruma açısı

Şekil A.1 – Düşey hava sonlandırma çubuğu ile korunan hacim





### Açıklama

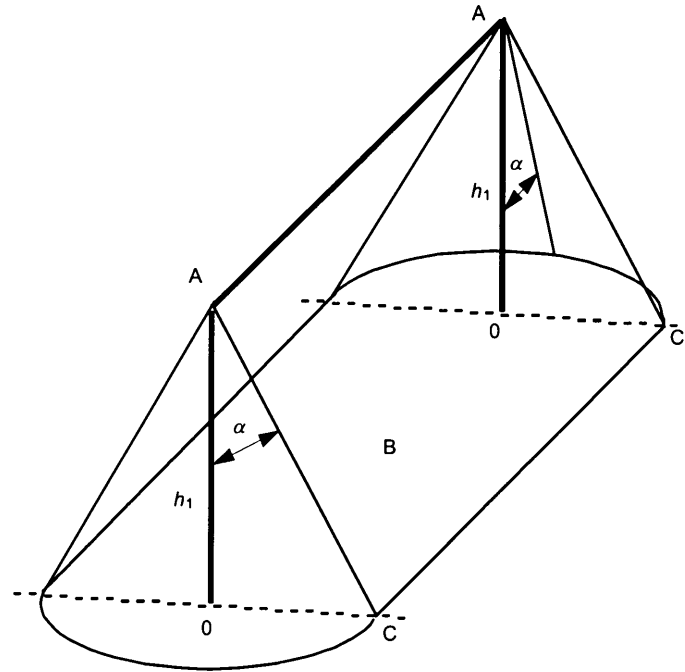
$h_1$  Hava sonlandırma çubuğunun fiziksel yüksekliği

**Not** -  $\alpha_1$  koruma açısı, korunacak çatı yüzeyi üstündeki yükseklik olan hava sonlandırma yüksekliğine karşılık gelmektedir. Referans düzlemin toprak olması durumunda koruma açısı  $\alpha_2$  ise,  $h_2 = h_1 + H$  yüksekliğine karşılık gelmektedir.  $\alpha_1$  ile  $h_1$ ,  $\alpha_2$  ile  $h_2$  birbirleri ile ilişkilidir.

**Şekil A.2** – Düşey hava sonlandırma çubuğu ile korunan hacim

### A.1.3 Tel hava sonlandırma sistemi ile korunan hacim

Bir tel ile korunan hacim, tepe noktaları tel üzerinde olan zahiri düşey çubuklar tarafından korunan hacmin birleşimi ile tanımlanır. Korunan hacimle ilgili örnekler Şekil A.3'te verilmiştir.



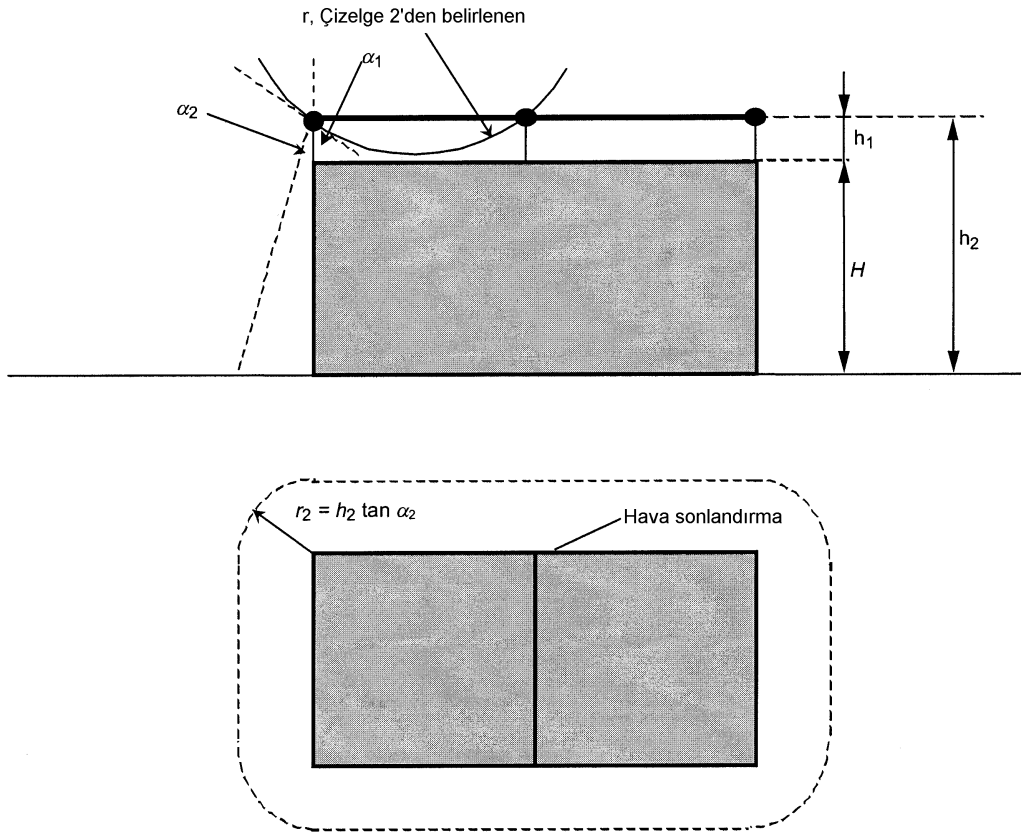
**Not** - Açıklama için Şekil A.1'e bakılmalıdır.

**Şekil A.3** – Tel hava sonlandırma sistemi ile korunan hacim

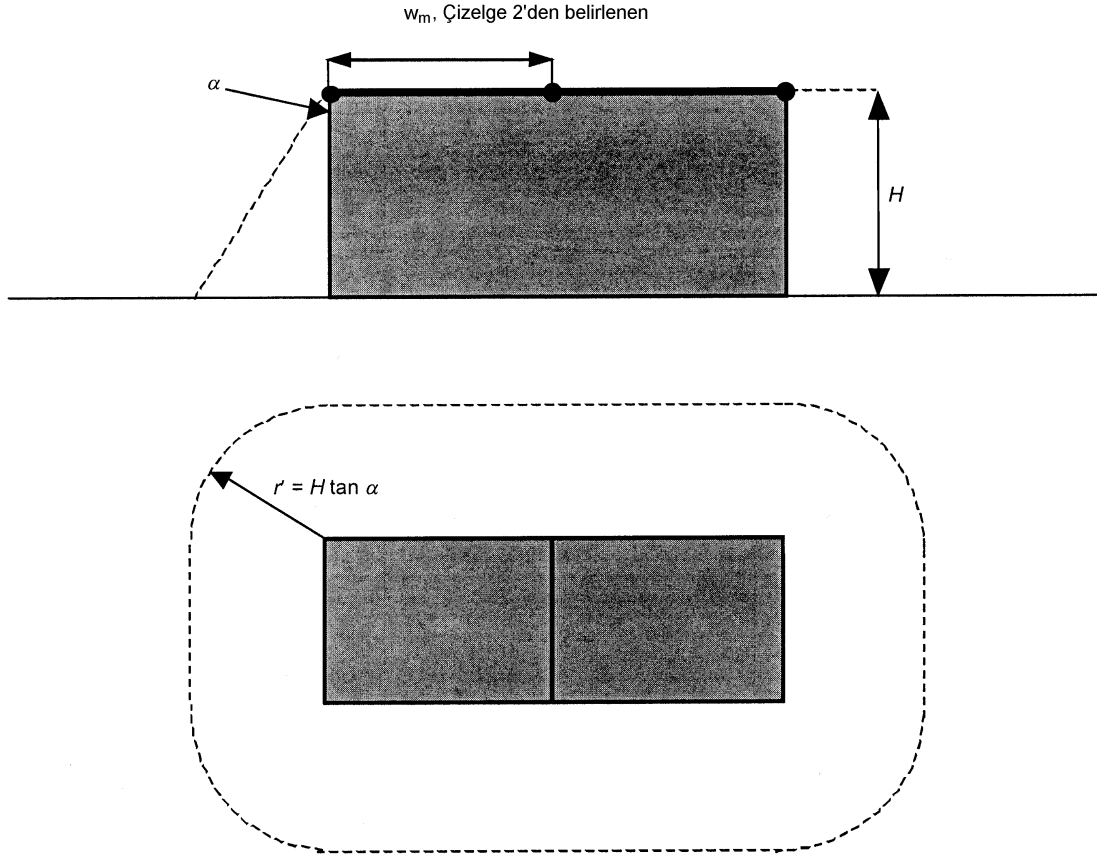
### A.1.4 Kafes oluşturacak şekilde birleştirilmiş teller ile korunan hacim

Bir kafes oluşturacak şekilde birleştirilmiş tellerle korunan hacim, kafesi oluşturan her bir telle belirlenen korunma alanların birleştirilmesi ile tanımlanır.

Bir kafes oluşturacak şekilde birleştirilmiş tellerle korunan hacim ile ilgili örnekler, Şekil A.4 ve Şekil A.5'te verilmiştir.



**Şekil A.4** – Koruma açısı metodu veya yuvarlanan küre metoduna göre bir kafes oluşturacak şekilde birleştirilmiş ayrı tellerle korunan hacim



**Şekil A.5 – Kafes metodu veya koruma açısı metoduna göre bir kafes oluşturacak şekilde birleştirilmiş ayrılmamış tellerle korunan hacim**

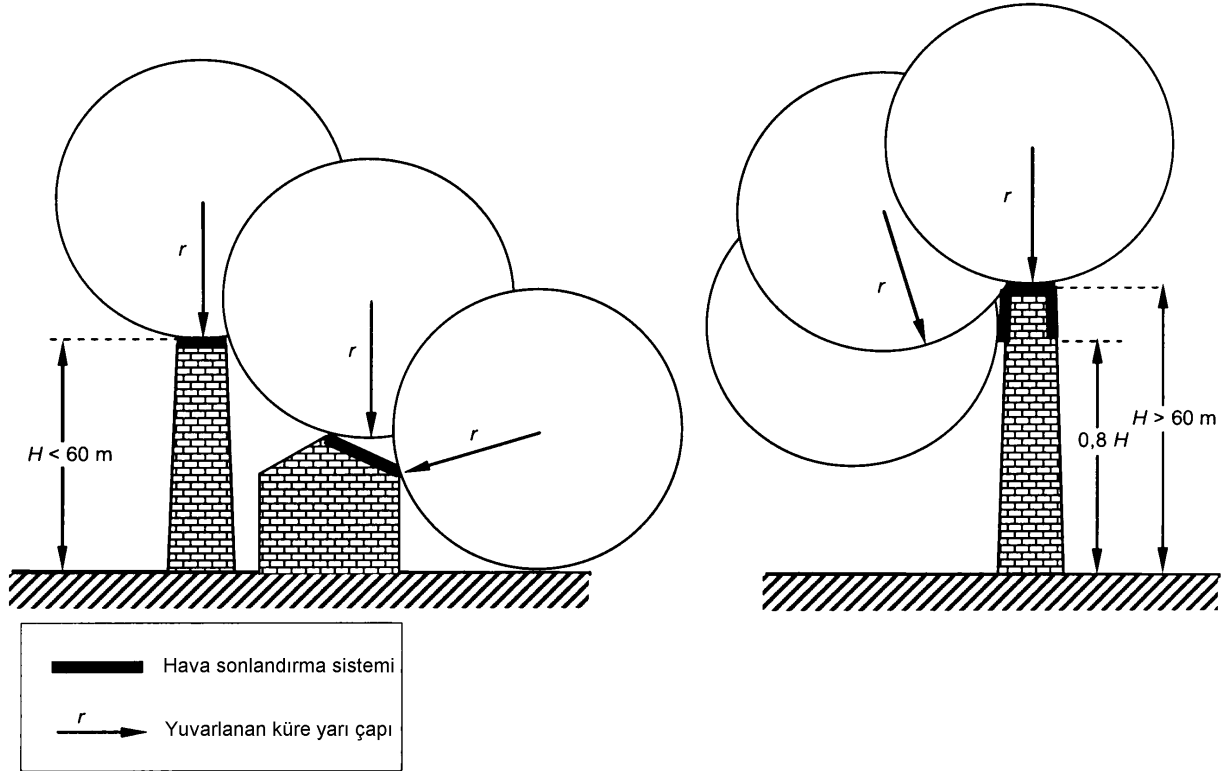
## A.2 Yuvarlanan küre metodu kullanılarak hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması

Bu metod uygulandığında LPS sınıfına bağlı olarak (Çizelge 2), korunacak yapının hiçbir noktası kendi etrafında yuvarlanan ve mümkün olan bütün yönlerde yapının tepesinde yer alan  $r$  yarı çaplı bir küre ile temas etmediği takdirde, hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması yeterlidir. Bu yolla, küre sadece hava sonlandırma sistemine temas eder (Şekil A.6).

Yuvarlanan kürenin  $r$  yarıçapından daha yüksek bütün yapılarda, yapının yüzeylerine çakmalar olabilir. Yapının, yuvarlanan küre ile temas eden yana doğru her noktası, muhtemel bir çapma noktasıdır. Ancak, 60 m'den daha az yüksekliği olan yapılar için yanlara olan çakma ihtimali genel olarak ihmal edilebilir.

Daha yüksek yapılar için, bütün çakmaların çok büyük bölümü yapının tepesine, öne çıkan yatay kenarlara ve köşelere çarpar. Bütün çakmaların çok az bir yüzdesi ise yapının yüzeyine çarpar.

Buna ilave olarak, izleme verileri yüzeylere çakma ihtimalinin topraktan itibaren ölçüldüğünde yüksek yapılara çarpma noktasının yüksekliği ile hızlı bir şekilde azaldığını göstermektedir. Bundan dolayı, yüksek yapıların üst bölümlerine (tipik olarak yapının yüksekliğinin üst tarafındaki % 20'si) yanlamasına bir hava sonlandırma sisteminin tesis edilmesi dikkate alınmalıdır. Bu durumda yuvarlanan küre metodu sadece yapının üst bölümünün hava sonlandırma sisteminin konumlandırılmasına uygulanır.



**Not** - Yuvarlanan küre yarıçapı  $r$ , seçilen LPS sınıfına uygun olmalıdır (Çizelge 2).

**Şekil A.6** – Yuvarlanan küre metoduna göre hava sonlandırma sisteminin tasarımı

### A.3 Kafes metodu kullanılarak hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması

Düz yüzeylerin korunması amacıyla, aşağıdaki şartların yerine getirilmesine bağlı olarak, bir kafesin bütün yüzeyi koruduğu kabul edilir.

- Hava sonlandırma iletkenleri;
  - Çatı kenarlarına,
  - Çatı saçaklarına,
  - Çatı eğiminin 1/10'u aşması durumunda, çatı sırtı üzerine yerleştirilir.

**Not 1** - Kafes metodu, yatay ve eğriliği olmayan eğimli çatılar için uygundur.

**Not 2** - Kafes metodu, yan çakmalara karşı korumak amacıyla düz yanal yüzeyler için uygundur.

**Not 3** - Çatı eğiminin 1/10'u aşması durumunda, teller arasındaki mesafenin istenen kafes genişliğinden daha büyük olmaması şartıyla, bir kafes yerine hava sonlandırma iletkenleri kullanılabilir.

- Hava sonlandırma şebekesinin kafes boyutları, Çizelge 2'de verilen değerlerden daha büyük değildir.
- Hava sonlandırma sistemi şebekesi, yıldırım akımının en az iki ayrı metal güzergâh takip ederek toprak sonlandırmaya akması sağlanacak şekilde yapılır.
- Hava sonlandırma sistemleri ile korunan hacmin dışına hiçbir metal tesis taşmamalıdır.

**Not 4** - İlave bilgiler Ek E'de bulunabilir.

- Hava sonlandırma iletkenleri, mümkün olduğunca, en kısa ve en doğru güzergâhı takip eder.

**Ek B****Tehlikeli kıvılcım atlamasından kaçınmak için giren kablo ekranının en küçük kesiti**

Aktif iletkenler ile bir kablonun ekranı arasındaki aşırı gerilimler, ekranla taşınan yıldırım akımından dolayı tehlikeli kıvılcım atlamasına sebep olabilir. Aşırı gerilimler, malzemeye, ekran boyutlarına ve kablonun uzunluk ve konumuna bağlıdır.

Tehlikeli kıvılcım atlamasından kaçınmak için ekran kesit alanı  $S_{CMIN}$ 'nin ( $mm^2$  cinsinden) en küçük değeri aşağıdaki formülle bulunur:

$$S_{CMIN} = (I_F \times \rho_C \times L_C \times 10^6) / U_W \text{ (mm}^2\text{)} \quad (B.1)$$

Burada;

$I_F$  kA cinsinden ekrandan akan akım,

$\rho_C$   $\Omega m$  cinsinden ekran öz direnci,

$L_C$  m cinsinden kablo uzunluğu (Çizelge B.1),

$U_W$  kV cinsinden elektriksel/elektronik sistemin darbe dayanma gerilimi

dir.

**Çizelge B.1 – Ekranın durumuna göre dikkate alınması gereken kablo uzunluğu**

Ekranın durumu	$L_C$
Öz direnci $\rho$ olan ( $\Omega m$ ) toprakla temas hâlinde	$L_C \leq 8x\sqrt{\rho}$
Topraktan yalıtılmış veya havada olması hâlinde	Yapı ile ekranın en yakın topraklama noktası arasındaki $L_C$ mesafesi,

**Not -** Yıldırım akımının hattın siperi veya iletkenleri boyunca akması durumunda, hattın yalıtımı için kabul edilemez bir sıcaklık artışının meydana gelip gelmediği incelenmelidir. Ayrıntılı bilgi için EN 62305-4'e bakılmalıdır.

Akım sınırları aşağıda verilmiştir:

- Bakır siperli kablolar için,  $I_F = 8 \times S_C$ , ve
- Siperli olmayan kablolar için,  $I_F = 8 \times n' \times S'_C$ .

Burada;

$I_F$  kA cinsinden ekran üzerinden akan akım,

$n'$  İletkenlerin sayısı,

$S_C$   $mm^2$  cinsinden ekranın kesiti,

$S'_C$   $mm^2$  cinsinden her bir iletkenin kesiti

dir.

## Ek C (Bilgi için)

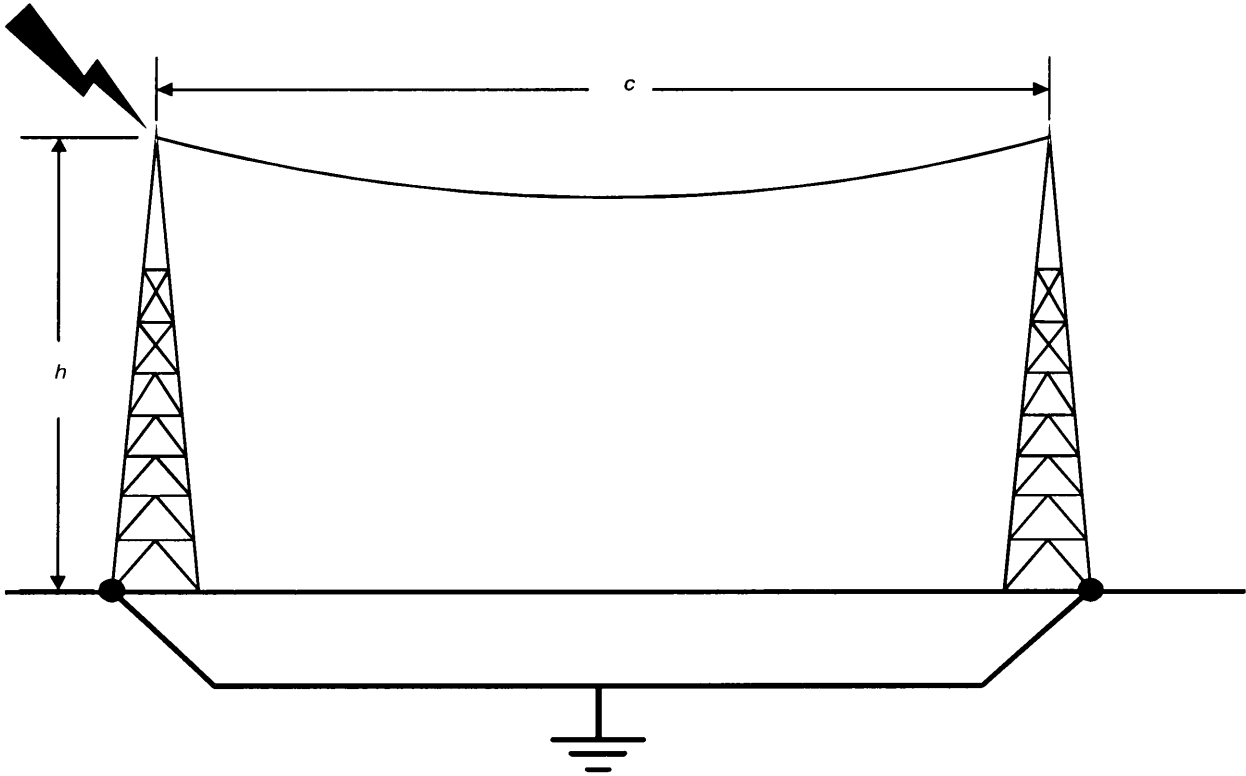
### Ayırma mesafesi $s$ 'nin değerlendirilmesi

Yıldırım akımının hava sonlandırma sistemleri/iniş iletkenleri arasındaki bölünme katsayısı  $k_c$ , hava sonlandırma sisteminin tipine, iniş iletkenlerinin toplam sayısı  $n$ 'ye ve bunların konumlarına, halka iletkenlerinin birbirlerine bağlanmasına ve toprak sonlandırma sisteminin tipine bağlıdır.

**Not 1** – Gerekli ayırma mesafesi, dikkate alınan ayırma mesafesinden en yakın eş potansiyel kuşaklama noktasına kadar olan en kısa yolun gerilim düşümüne bağlıdır.

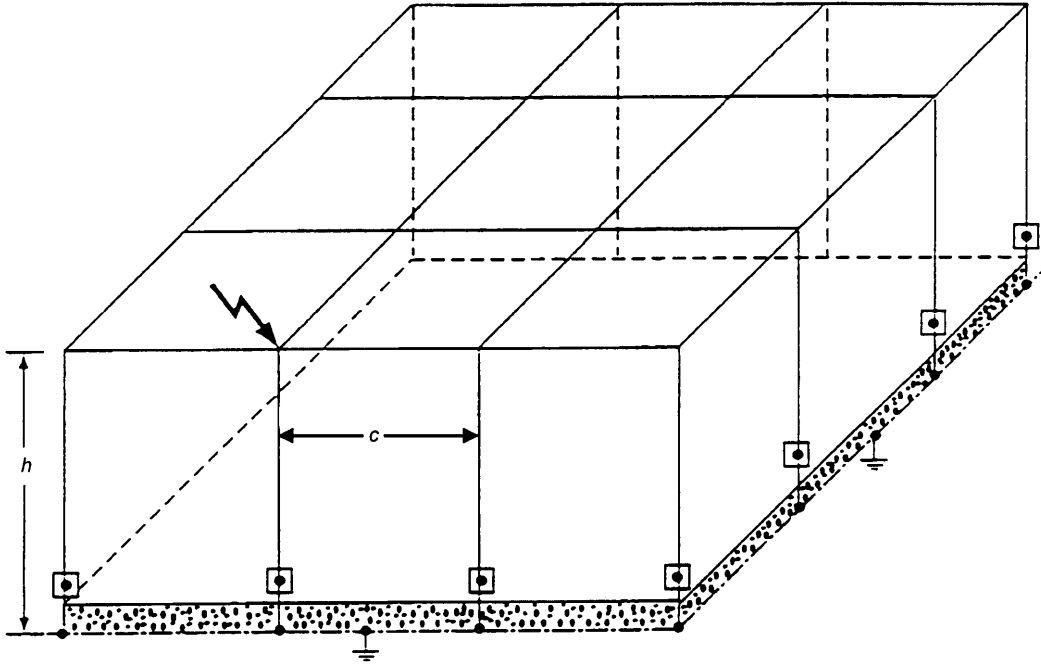
**Not 2** – Bu ekteki bilgiler bitişik toprak elektrotlarının toprak direncinin 2 faktöründen daha fazla farklılık göstermemesi şartıyla bütün B tipi ve A tipi toprak düzenlemelerine uygulanır. Tekli toprak elektrotlarının toprak dirençleri 2 faktöründen daha fazla farklılık gösterirse  $k_c=1$  değeri kabul edilmelidir.

Hava sonlandırmaları ve iniş iletkenleri iletkenlerin uzunlukları boyunca akan sabit akım değerine sahip olduğunda Şekil C.1, Şekil C.2 ve Şekil C.3 uygulanır (Madde 6.3.2, basitleştirilmiş yaklaşım).



$$k_c = \frac{h + c}{2h + c}$$

Şekil C.1 – Tel hava sonlandırma sistemi olması durumunda  $k_c$  katsayısının değerleri



$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

#### Açıklama

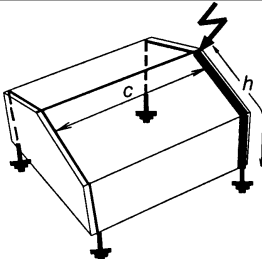
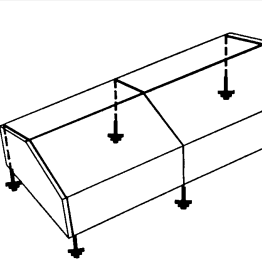
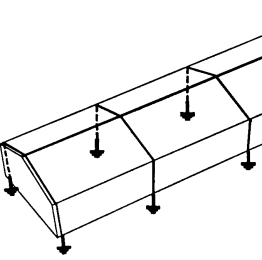
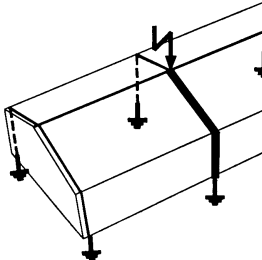
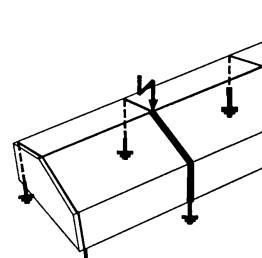
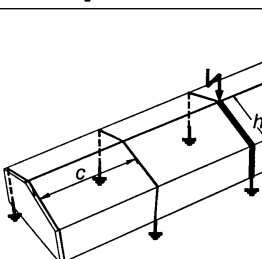


- $n$  İniş iletkenlerinin toplam sayısı
- $c$  Bir iniş iletkenin diğer iniş iletkenine olan mesafesi
- $h$  Halka iletkenleri arasındaki açıklık (veya yükseklik)

**Not 1** -  $k_c$  için formül küp biçimindeki yapılar ve  $n \geq 4$  için bir yaklaşımdır.  $h$  ve  $c$  değerlerinin 3 m ilâ 20 m aralığında olacağı kabul edilir.

**Not 2** - İç iniş iletkenleri mevcutsa, bunlar  $n$  sayısında dikkate alınmalıdır.

**Şekil C.2** – Çoklu iniş iletkenleri sistemi olması durumunda  $k_c$  katsayısının değerleri

$k_c$  katsayısının değerleri

	$\frac{c}{h}$	0,33	0,50	1,00	2,00	
	$k_c$	0,57	0,60	0,66	0,75	c sırt boyunca en yakın iniş iletkeninden olan mesafe
	$k_c$	0,47	0,52	0,62	0,73	h sırttan bir sonraki eş potansiyel kuşaklama noktasına veya toprak sonlandırma sistemine kadar iniş iletkeninin uzunluğu
	$k_c$	0,44	0,50	0,62	0,73	Çizelgede gösterilen $k_c$ değerleri kalın bir hat ve düşme noktasıyla belirtilen iniş iletkenlerini gösterir.
	$k_c$	0,40	0,43	0,50	0,60	İniş iletkeninin yeri ( $k_c$ için dikkate alınmalı) bu iniş iletkeni için olan temsil edici rakamla mukayese edilmelidir.
	$k_c$	0,40	0,43	0,50	0,60	Gerçek c/h ilişkisi belirlenmelidir. Bu ilişki sütunlardaki iki değer arasında bulunursa $k_c$ enterpolasyonla bulunabilir.
	$k_c$	0,35	0,39	0,47	0,59	<b>Not 1</b> – Şekillerde gösterilenden daha fazla bir mesafedeki ilave iniş iletkenleri önemsiz bir etkiye sahiptir.
	$k_c$	0,31	0,35	0,45	0,58	<b>Not 2</b> – Sırtın aşağısında birbirine bağlanmış halka iletkenler olması durumunda Şekil C.4'e bakılmalıdır.
	$k_c$	0,31	0,35	0,45	0,58	<b>Not 3</b> – Değerler Şekil C.1'deki formül takip edilerek paralel empedansların basit hesaplamasıyla belirlenir.

Şekil C.3 – Sırtı üzerinde hava sonlandırılmalı eğimli çatı olması durumunda  $k_c$  katsayısının değerleri



	$k_c$	0,31	0,33	0,37	0,41
	$k_c$	0,28	0,33	0,37	0,41
	$k_c$	0,27	0,33	0,37	0,41
	$k_c$	0,23	0,25	0,30	0,35
	$k_c$	0,21	0,24	0,29	0,35
	$k_c$	0,20	0,23	0,29	0,35

Şekil C.3 – Sırtı üzerinde hava sonlandırılmalı eğimli çatı olması durumunda  $k_c$  katsayısının değerleri (devam)

$$d_a \geq s_a = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c1} \times I_a$$

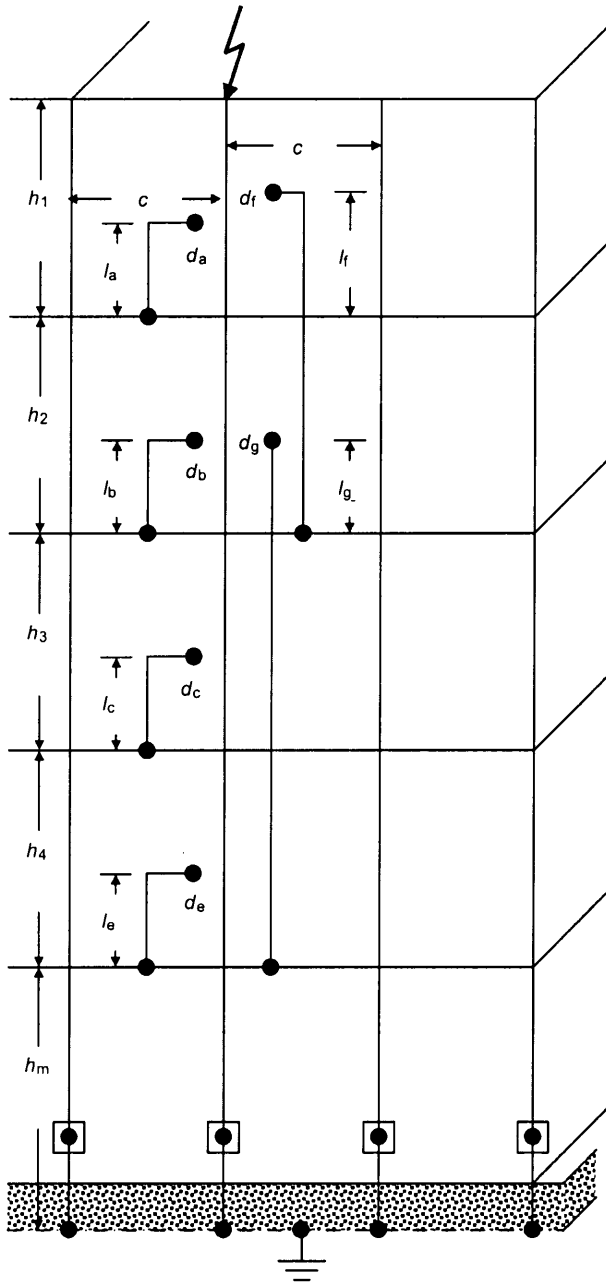
$$d_b \geq s_b = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c2} \times I_b$$

$$d_c \geq s_c = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c3} \times I_c$$

$$d_e \geq s_e = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c4} \times I_e$$

$$d_f \geq s_f = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c1} \times I_f + k_{c2} \times I_h)$$

$$d_g \geq s_g = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c2} \times I_g + k_{c3} \times I_h + k_{c4} \times I_h)$$



$$k_{c1} = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h_1}}$$

$$k_{c2} = \frac{1}{n} + 0,1$$

$$k_{c3} = \frac{1}{n} + 0,01$$

$$k_{c4} = \frac{1}{n}$$

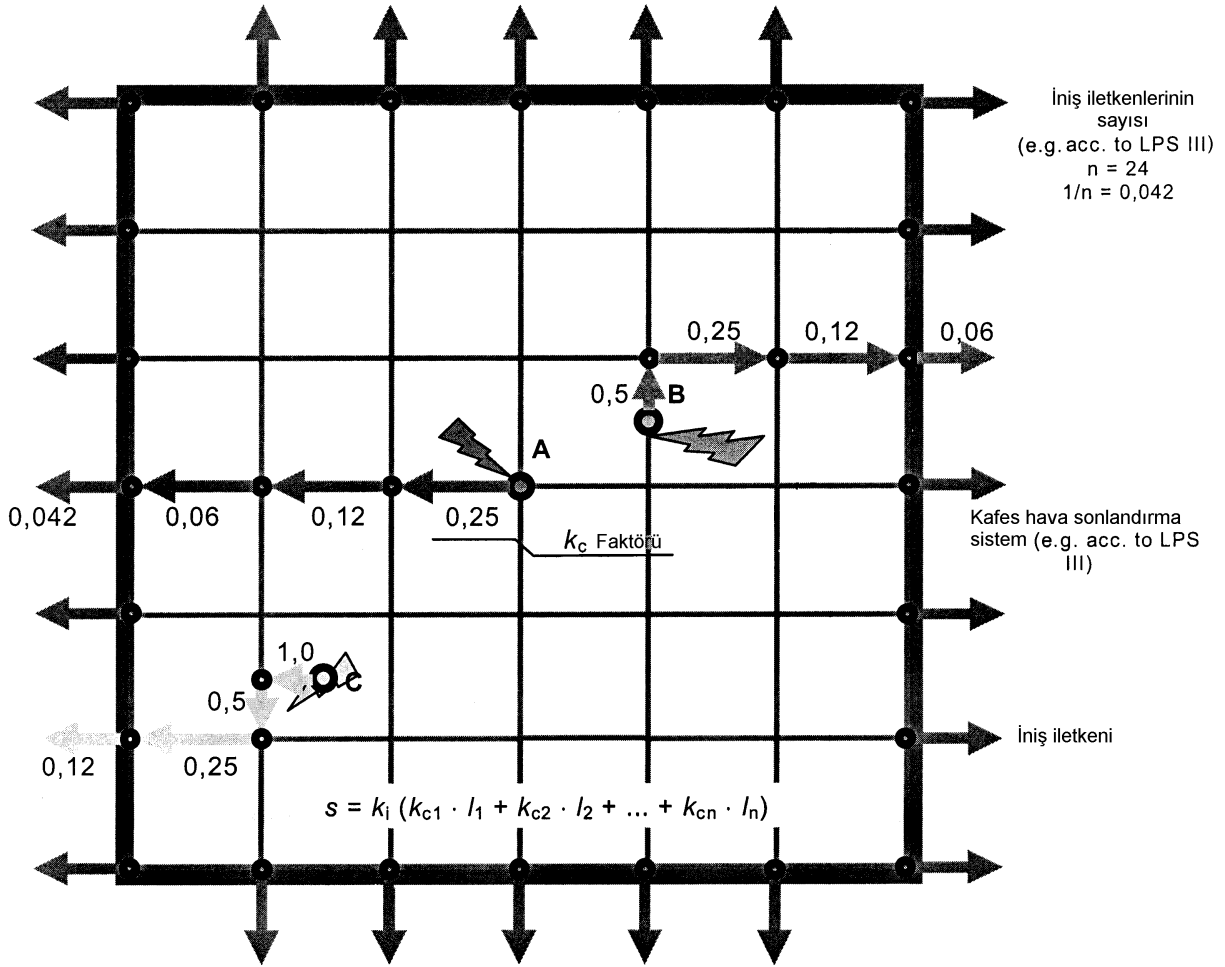
$$k_{cm} = k_{c4} = \frac{1}{n}$$

#### Açıklamalar

- n İniş iletkenlerinin toplam sayısı
- c İniş iletkenleri arasındaki açıklık
- h Halka iletkenler arasındaki açıklık (veya yükseklik)
- m Seviyelerin toplam sayısı
- d En yakın iniş iletkenine olan mesafe
- l Kuşaklama noktası üzerindeki yükseklik

**Not** – İç iniş iletkenleri mevcutsa bunlar n sayısında dikkate alınmalıdır.

**Şekil C.4** – Her bir seviyede iniş iletkenlerinin halka biçiminde birbirlerine bağlanan çoklu iniş iletkenleri olması durumunda ayrıma mesafesinin hesaplanmasıyla ilgili örnekler



### Açıklama

A, B, C Enjeksiyon noktaları

#### Not 1 – Akımı bölüşümü için kurallar

- Enjeksiyon noktası  
Akım, kafes hava sonlandırma sisteminin içine doğru olan enjeksiyon noktasında muhtemel akım yolları sayısıyla bölünür.
- İlave bağlantılar (ekler)  
Akım, hava sonlandırma kafesinin herhangi bir ilave ek noktasında % 50 azalır.
- İniş iletkenleri  
Akım, tekrar % 50 azalır, ancak k<sub>c</sub> değeri 1/n değerinden daha az olmamalıdır.  
(n.... İniş iletkenlerin toplam sayısı)

**Not 2** – k<sub>c</sub> değerleri düşme noktasından çatının kenarına kadar dikkate alınmalıdır. Çatı kenarından iniş iletkenine kadar olan yolun dikkate alınması gerekli değildir. İniş iletkenleri boyunca k<sub>c</sub> değerleri çatının kenarında bağlı hava sonlandırmasının k<sub>c</sub> değerlerine bağlıdır.

**Not 3** – Yukarıda gösterildiği gibi düşme noktasından çatının kenarına kadar birkaç kafes varsa yakın mesafenin dikkate alındığı noktadan başlayarak ilgili k<sub>c</sub> değerleri kullanılmalıdır.

**Not 4** – İç iniş iletkenleri mevcutsa bunlar n sayısının değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır.

**Şekil C.5** – Çoklu iniş iletkenleri bulunan kafes hava sonlandırma sistemi olması durumunda k<sub>c</sub> katsayısının değerleri

## Ek D

### Patlama riski bulunan yapılar olması durumunda LPS için ilâve bilgiler

#### D.1 Genel

Bu ek, patlama riski olan yapılarda kullanılan yıldırımdan korunma sistemlerinin tasarımı, yapımı, genişletilmesi ve üzerlerinde değişiklik yapılmasıyla ilgili ilâve özellikleri verir.

**Not -** Bu ekte verilen bilgiler, patlama tehlikesinin olduğu uygulamalarda tesis edilen yıldırımdan korunma sistemine ait pratik olarak ispatlanmış konfigürasyonu esas alır.

#### D.2 İlâve terimler ve tarifler

Bu standardda Madde 3'teki terimler ve tariflere ilâve olarak, aşağıda verilen terimler ve tarifler ile birlikte IEC 60079-14:2007'deki terim ve tarifler uygulanır.

##### D.2.1 Katı patlayıcı malzemeler

Birincil veya genel amaç olarak patlama fonksiyonu bulunan katı kimyasal bileşik, karışım veya cihaz.

##### D.2.2 Bölge 0

İçinde, hava ile gaz, buhar veya sis biçimindeki alev alabilen maddelerin karışımından meydana gelen bir patlayıcı ortamın sürekli veya uzun bir süre için veya sıkça bulunduğu yer.

[IEC 60050-426:2008, 426-03-03, değiştirilmiş] <sup>[4]</sup>

##### D.2.3 Bölge 1

İçinde, hava ile gaz, buhar veya sis biçimindeki alev alabilen maddelerin karışımından meydana gelen bir patlayıcı ortamın normal çalışma sırasında ara sıra muhtemelen ortaya çıktığı yer.

[IEC 60050-426:2008, 426-03-04, değiştirilmiş] <sup>[4]</sup>

##### D.2.4 Bölge 2

İçinde, hava ile gaz, buhar veya sis biçimindeki alev alabilen maddelerin karışımından meydana gelen bir patlayıcı ortamın normal çalışma sırasında ara sıra muhtemelen ortaya çıkmadığı, ancak ortaya çıktığında ise, sadece kısa bir periyot için devam ettiği yer.

**Not 1 -** Bu tariftteki "devam ettiği" ifadesi, alev alabilen ortamın var olacağı toplam süre anlamında kullanılmıştır. Bu süre, normal olarak tahliye süresi ile tahliye sona erdikten sonra alev alabilen ortamın dağılması için geçen sürenin toplamından meydana gelir.

**Not 2-** Ortaya çıkma sıklığı ile ilgili göstergeler ve süre, ilgili endüstriyel veya uygulamalara ait kodlardan elde edilebilir

[IEC 60050-426:2008, 426-03-05, değiştirilmiş] <sup>[4]</sup>

##### D.2.5 Bölge 20

İçinde, havada yanabilen toz bulutu biçimindeki patlayıcı bir ortamın sürekli veya uzun bir periyot için veya sıkça bulunduğu yer.

[IEC 60079-10-2: 2009,6.2, değiştirilmiş]

##### D.2.6 Bölge 21

İçinde, havada yanabilen toz bulutu biçimindeki patlayıcı bir ortamın normal çalışma sırasında, ara sıra muhtemelen meydana geldiği yer.

[IEC 60079-10-2: 2009,6.2, değiştirilmiş]

##### D.2.7 Bölge 22

İçinde, havada yanabilen toz bulutu biçimindeki patlayıcı bir ortamın normal çalışma sırasında meydana gelmediği, ancak meydana geldiğinde ise, sadece kısa bir periyot için devam ettiği yer.

[IEC 60079-10-2: 2009,6.2, değiştirilmiş]

### D.3 Temel özellikler

#### D.3.1 Genel

Yıldırımdan korunma sistemi, doğrudan bir yıldırım çakması hâlinde, çarpma noktası dışında erime veya püskürme meydana gelmeyecek biçimde tasarlanmalı ve tesis edilmelidir.

**Not 1-** Çarpma noktasındaki kıvılcıklar veya hasar meydana getiren darbe ayrıca incelenebilir. Bu durum, hava sonlandırma cihazının yerleştirileceği yerin belirlenmesinde dikkate alınmalıdır. İniş iletkenleri, ilgili tehlikeli alandaki kaynak tarafından verilen kendiliğinden tutuşma sıcaklığının, iniş iletkenlerini tehlikeli alanın dışına tesis etmenin mümkün olmadığı uygulamalardaki sıcaklığı aşmayacak biçimde tesis edilmelidir.

**Not 2** – Yıldırım darbesinden dolayı elektriksel teçhizat üzerindeki etkiden hiçbir durumda kaçınılamaz.

#### D.3.2 Gerekli bilgiler

Yıldırımdan korunma sistemi tesisçisine/tasarımcısına, IEC 60079-10-1 ve IEC 60079-10-2'ye göre tehlikeli alanlar ve katı patlayıcı malzemelerin üzerinde işlem yapıldığı veya depolandığı alanlar uygun şekilde işaretlenmek suretiyle, korunması gereken tesis/tesislere ait çizimler verilmelidir.

#### D.3.3 Topraklama

Patlama tehlikesi olan yapılar için Madde 5.4.2.2'ye göre toprak sonlandırma sistemi için B tipi düzenleme bütün yıldırımdan korunma sistemleri için tercih edilir.

**Not** - Bir yapının inşaatı, B tipi düzenlemedeki halka iletkenin etkin eş değerini sağlayabilir (örnek olarak, metalden yapılmış depolama tankları).

İçinde katı patlayıcı malzemeler ve patlayıcı karışımlar bulunan yapılardaki toprak sonlandırma sistemlerinin topraklama direnci, mümkün olduğunca düşük olmalı, ancak 10  $\Omega$ 'dan daha büyük olmamalıdır.

#### D.3.4 Eş potansiyel kuşaklama

Ortak eş potansiyel kuşaklama Madde 6.2'ye göre yıldırımdan korunma sistemi ve IEC 60079-10-1 ve IEC 60079-10-2'ye göre ise patlama tehlikesinin olduğu tesisler için sağlanmalıdır.

### D.4 Katı patlayıcı maddeler bulunduran yapılar

Katı patlayıcı malzeme bulunduran yapılar için yıldırımdan korunma tasarımı, bu yapılar içinde kullanma veya depolama konfigürasyonundaki malzemenin hassasiyeti göz önünde bulundurulmalıdır. Örnek olarak, bazı hassas olmayan hacimli patlayıcı malzemeye, bu ek'in kapsamında yer alanlardan daha fazla dikkat edilmesine gerek duyulmayabilir. Ancak, elektrik alanlarındaki hızlı değişime ve/veya yıldırım darbe elektromanyetik alanı tarafından yayılan ışıma duyarlı olabilen hassas patlayıcı malzemelere ait bazı konfigürasyonlarda mevcuttur. Bu gibi uygulamalar için ilave kuşaklama veya siperleme oluşturmak gerekli olabilir.

Katı patlayıcı malzemelerin bulunduğu yapılar için, ayrılmış dış bir LPS (Madde 5.1.2'de belirtildiği şekilde) kullanılması desteklenmektedir. En az 5 mm kalınlığındaki çelik veya eş değeri (alüminyum yapılar için 7 mm) bir metal kabuk içinde bulunan yapıların, Madde 5.2.5'te belirtildiği şekilde doğal bir hava sonlandırma sistemi ile korunduğu kabul edilebilir. Madde 5.4'teki topraklama özellikleri, bu gibi yapılar için uygulanabilir.

**Not** – Sıcak nokta veya tutuşma problemlerinin artabilmesi durumunda çarpma noktasında iç yüzey sıcaklığının bir tehlike oluşturmayacağı doğrulanmalıdır.

Ani darbe koruyucu cihazlar (SPD'ler), patlayıcı maddelerin bulunduğu bütün yerlerde LPS'nin bir bölümü olarak sağlanmalıdır. Uygulanabilmesi durumunda, SPD'ler katı patlayıcı malzemenin bulunduğu yerlerin dışına yerleştirilmelidir. Patlayıcılara maruz kalan veya patlayıcı toz bulunan yerlerde konumlandırılan SPD'ler, patlamaya dayanıklı tipte olmalıdır.

## D.5 Tehlikeli alanlar ihtiva eden yapılar

### D.5.1 Genel

Dış LPS'nin bütün bölümleri (hava sonlandırma ve iniş iletkenleri), mümkün olduğunca tehlikeli bölgeden en az 1 m uzakta olmalıdır. Bunun mümkün olmaması durumunda, tehlikeli bölge içinden geçen iletkenler tercihen sürekli olmalı veya bağlantılar Madde 5.5.3'e uygun olarak yapılmalıdır.

Tehlikeli alanlardaki bağlantıların kazaen gevşemesi önlenmelidir.

Tehlikeli alanın yıldırım tarafından delinebilen metal bir levhanın altına doğrudan yerleştirilmesi durumunda (Madde 5.2.5), hava sonlandırma sistemi Madde 5.2'deki özelliklere uygun olarak sağlanmalıdır.

#### D.5.1.1 Ani darbenin bastırılması

Ani darbe koruyucu cihazlar, uygulanabilir olması durumunda, tehlikeli bölgenin dışına yerleştirilmelidir. Tehlikeli bölgenin içine yerleştirilen ani darbe koruyucu cihazlar, tesis edildikleri tehlikeli bölge için onaylanmalıdır.

#### D.5.1.2 Eş potansiyel kuşaklama

Çizelge 7 ve Çizelge 8'e göre olan bağlantıların yanında Madde 5.3.5'e göre elektriksel olarak iletken olacak şekilde bağlanan boru sistemi de bağlantılar olarak kullanılabilir.

İşlem birimlerinin dışında toprak üzerindeki metal boru sistemi en az 30 m'de bir topraklanmalıdır. Boru sistemine olan bağlantılar, yıldırım akımının geçmesi durumunda hiçbir kıvılcım atlamayacağı olmayacak şekilde yapılmalıdır. Boru sistemlerine yapılan uygun bağlantılar, vidaları tutmak için flanşlardaki pabuçlara veya civatalara veya saplama veya deliklerine kaynak yapılarak sağlanır. Kelepçe düzenleri ile yapılan bağlantılara sadece, yıldırım akımı meydana geldiği anda, tutuşmadan korunmanın deneylerle ispatlanması ve bağlantı güvenilirliğinin sağlanması amacıyla gerekli işlemlerin yapılması durumunda, izin verilir. Bağlantılara ve mahfazalara, metal yapı bölümlerine gövdelere veya tanklara giden topraklama uçlarının birleştirilmesi amacıyla kullanılan ekler sağlanmalıdır.

Yıldırım koruma sistemi ve diğer tesisler/yapılar/teçhizat arasındaki yıldırım eş potansiyel kuşaklama bağlantıları sistem operatörüyle yapılan anlaşmayla yerine getirilmelidir. Kıvılcım atlama aralıkları kullanan yıldırım eş potansiyel kuşaklama bağlantıları sistem operatörü ile anlaşma olmaksızın yapılmayabilir. Bu şekildeki cihazlar tesis edilecekleri ortam için uygun olmalıdır.

### D.5.2 Bölge 2 ve Bölge 22'yi içeren yapılar

Bölge 2 ve Bölge 22 olarak tanımlanan alanların olduğu yapılarda, ek koruma tedbirlerinin alınmasına gerek duyulmayabilir.

Çizelge 3'teki özellikleri karşılayan kalınlıktaki metalden ve malzemedan yapılmış bina dışı tesisler için (örnek olarak, Bölge 2 ve Bölge 22'yi içeren alanlara sahip kolonlar, reaktörler, konteynirler) aşağıdakiler uygulanır:

- Hava sonlandırma cihazları ve iniş iletkenleri gerekli değildir,
- Tesisler, Madde 5'e göre topraklanmalıdır.

### D.5.3 Bölge 1 ve Bölge 21'i içeren yapılar

Bölge 1 ve Bölge 21 olarak tanımlanan alanların olduğu yapılarda, aşağıdaki ilâvelerle birlikte Bölge 2 ve Bölge 22'ye ait özellikler uygulanır:

- Boru hatlarında yalıtkan parçalar mevcut ise, koruyucu tedbirleri operatör belirlemelidir. Örnek olarak, kıvılcım atlama aralıklarını ayırarak, patlamaya karşı koruma sağlanmak suretiyle hasar verici boşalma önenebilir,
- Kıvılcım atlama aralıklarını ayırma ve yalıtım parçaları, patlama tehlikesi olan alanların dışında takılmalıdır.

### D.5.4 Bölge 0 ve Bölge 20'yi içeren yapılar

Bölge 0 ve Bölge 20 olarak tanımlanan alanların olduğu yapılarda, uygulanabildiğinde bu maddede verilen tavsiyelere ek olarak, Madde D.5.3'teki özellikler uygulanır.

Bölge 0 ve Bölge 20 olarak tanımlanan alanlara dıştaki tesisler için aşağıdaki ilâvelerle birlikte Bölge 1, Bölge 2, Bölge 21 ve Bölge 22'ye ait özellikler uygulanır.

- Alevlenebilir sıvılar içeren tankların içindeki elektriksel teçhizat, bu kullanım için uygun olmalıdır. Yıldırımdan korunma için olan tedbirler, yapılış tipine uygun olarak alınmalıdır,
- İçinde Bölge 0 ve Bölge 20 olarak tanımlanan alanların olduğu kapalı çelik konteynırlar, muhtemel yıldırım çarpma noktalarında, çarpma noktasının iç yüzeyinin sıcaklık artışı bir tehlike oluşturmaması şartıyla Çizelge 3'e uygun bir cidar kalınlığına sahip olmalıdır. Cidar kalınlıklarının daha ince olması durumunda, hava sonlandırma cihazları yerleştirilmelidir.

## D.5.5 Özel uygulamalar

### D.5.5.1 Dolum istasyonları

Arabalar, gemiler vb. için kullanılan tehlikeli alanları bulunan dolum istasyonlarında metal boru sistemleri, Madde 5'e göre topraklanmalıdır. Boru sistemleri, demir yolu akımları, kaçak akımlar, elektrikli tren sigortaları, katodik korozyona karşı koruma sistemleri ve benzerleri dikkate alınmak şartıyla. var olduğu durumda (gerekli olması durumunda, tesis edilmiş olduğu tehlikeli bölge için onaylı ayırma kıvılcım aralığı vasıtasıyla) çelik konstrüksiyonlar ve raylara bağlanmalıdır.

### D.5.5.2 Depolama tankları

Alevlenebilir buharlar üretebilen sıvıların depolanması ve alev alabilen gazların depolanması amacıyla kullanılan özel tipte yapılar, esasen kendiliğinden korumalı olup (kıvılcım atlama aralıkları olmaksızın, kalınlıkları sırasıyla 5 mm'den az olmayan çelik veya 7 mm'den az olmayan alüminyumdan yapılmış sürekli metal konteynırlar), çarpma noktasında iç yüzey sıcaklığının bir tehlike oluşturmaması şartıyla ilave bir korumaya gerek yoktur.

Benzer şekilde, toprakla örtülü tanklar ve boru sistemlerine hava sonlandırma cihazlarının yerleştirilmesine gerek yoktur. İçinde bu donanımın kullanıldığı cihazlar veya ölçü aletleri, bu hizmet için onaylanmalıdır. Yıldırımdan korunmaya yönelik tedbirler, yapılış tipine uygun olarak alınmalıdır.

Tank çiftliklerindeki tanklarda (örnek olarak, rafineriler ve tank depoları) her tankın sadece bir noktadan topraklanması yeterlidir. Tanklar, birbirlerine bağlanmalıdır. Çizelge 8 ve Çizelge 9'a göre bağlantılar dışında, Madde 5.3.5'e uygun elektriksel iletkenlik sağlayacak şekilde bağlanan boru sistemleri bağlantılar yapmak amacıyla kullanılabilir

**Not** - Bazı ülkelerde ilâve özellikler mevcut olabilir.

Ayrılmış tanklar veya konteynırlar, en büyük yatay boyuta bağlı olarak (çap veya uzunluk), aşağıdaki gibi Madde 5'e göre topraklanmalıdır.

- 20 m'ye kadar bir kere,
- 20 m'nin üzerinde iki kere.

Yüzen çatı tanklarının olması durumunda, yüzen çatı ana tank kabuğuna etkili bir biçimde kuşaklanmalıdır. Sızdırmazlık elemanları, şöntler ve bunlara ait yerlerin tasarımında, yangın çıkaran kıvılcım atlamasından dolayı muhtemel bir patlayıcı karışımının tutuşma riskinin mümkün olan en düşük seviyeye indirecek şekilde dikkatlice göz önünde bulundurulmasına ihtiyaç duyulur. Yürüyen bir merdivenin tutturulmuş olması durumunda, 35 mm genişliğe ve en az 3 mm kalınlığa sahip esnek bir kuşaklama iletkeni merdivenin basamakları arasına, merdiven ile tankın tepesi arasına ve merdiven ile yüzen çatı arasına uygulanmalıdır. Yüzen çatı tanklarına yürüyen bir merdivenin tutturulmamış olması durumunda, bir veya birden fazla (tankın büyüklüğüne bağlı olarak) 35 mm genişliğinde ve en az 3 mm kalınlığında esnek kuşaklama iletkeni veya eşdeğeri tank kabuğu ile yüzen çatı arasına uygulanmalıdır. Kuşaklama iletkenleri, içeri dönük döngüler meydana getirmeyecek biçimde düzenlenmelidir. Yüzen çatı tanklarının üzerine, çatının çevresi etrafında yaklaşık 1,5 m aralıklarla yüzen çatı ile tank kabuğu arasında çoklu şönt bağlantıları yapılmalıdır. Malzeme seçimi, ürün ve/veya ortam şartlarına göre yapılır. Yıldırım boşalmaları ile oluşan darbe akımları için yüzen çatı ile tank kabuğu arasında yeterli iletkenliğe sahip bağlantıyı sağlayan alternatif düzenlere, sadece deneylerle ispatlanması ve bağlantının güvenilirliğini sağlayan işlemlerin kullanılması durumunda izin verilir.

### D.5.5.3 Boru sistemleri

Üretim tesislerinin içindeki toprak üzerinde bulunan metal boru şebekesi, her 30 m'de bir olmak üzere topraklama sistemine bağlanmalı veya bir yüzey topraklama elektrotu veya bir topraklama çubuğu ile topraklanmalıdır. Boru sisteminin ayırma destekleri dikkate alınmamalıdır.

## D.6 Muayene ve bakım

### D.6.1 Genel

Patlama riski olan yapıları korumak için kullanılan bütün tesis edilmiş LPS'nin düzgün olarak bakımı yapılmalı ve muayene edilmelidir. Madde 7'de belirtilen özelliklere olan ilave özelliklere patlama riski olan yapılardaki LPS'nin muayene ve bakımı için ihtiyaç vardır.

### D.6.2 Genel özellikler

Bakım ve muayene planı tesis edilmiş koruma sistemleri için geliştirilmelidir. LPS'nin bakım kılavuzu sağlanmalı veya LPS'nin tesis edilmesi tamamlanmasında mevcut olan şemalara ilave edilmelidir.

### D.6.3 Nitelikler

Sadece gerekli eğitime sahip personele ve uzmana patlayıcı düzenleri bulunan LPS sisteminin bakımı, muayene edilmesi ve deney işlemi için izin verilmelidir.

Muayene;

- Tehlikeli alanlardaki tesis ve LPS teçhizatı ve tesisleri için teorik ve pratik özellikleri bilen ve teknik özelliklere sahip,
- Tesis edilmiş LPS teçhizatı ve tesisleri ile ilgili olan görsel ve komple muayene özelliklerini bilen

personel gerektirir.

**Not** – Yeterlilik ve eğitim ilgili milli eğitim ve değerlendirme çalışmalarında tanımlanabilir.

### D.6.4 Muayene özellikleri

Sürekli kullanım için tesislerin tatminkar bir durumda bakımının yapılmasını sağlamak için

- Düzenli periyodik bakımlar ve/veya
- Tecrübeli personel tarafından devamlı gözlem
- Ve gerekli olduğu durumda bakım

yapılmalıdır.

Bir ayar işleminden, bakımdan, tamirden, yeniden düzenlemeden, değiştirmeden veya parça değiştirmeden sonra teçhizat veya teçhizatın ilgili bölümleri muayene edilmelidir.

#### D.6.4.1 Düzenli periyodik muayeneler

Düzenli periyodik muayeneleri yapan personel, örnek olarak muayene sonuçlarını güvenli olarak rapor etmek için yeteneklerinin tartışılmaması maksadıyla bakım işleriyle ilgili isteklerden yeteri kadar bağımsız olmaları gereklidir.

**Not** – Bu şekildeki personelin dış bağımsız bir organizasyonun üyesi olması bir kural değildir.

#### D.6.4.2 Tecrübeli personel tarafından yapılan sürekli gözlem kavramı

Sürekli gözlemin amacı ortaya çıkan arızaların erkenden algılanmasını ve ardından yapılan bakımı sağlamaktır. Bu gözlem normal çalışma (örnek olarak, montaj işi, değişiklikler, muayeneler, bakım işi, arızalar için yapılan kontroller, temizlik işi, kontrol çalışmalar, sonlandırma bağlantılarının yapılması ve sökülmesi, fonksiyonel deneyler, ölçmeler gibi) döneminde tesise katılan ve arızaları ve erken safhada değişimleri algılama yeteneğini kullanan mevcut tecrübeli personelden faydalanır.

Madde D.6.3, a) ve b)'deki özelliklerin sağlanmasına ilave olarak

- Tesisteki özel teçhizatın bozulmasıyla ilgili çevresel etkiler ve işlemden haberdar olan ve
- Ayrıntılı muayeneler gibi normal çalışma programının bir bölümü olarak görülebilir ve/veya komple muayeneleri yerine getirmesi gerekli olan

tecrübeli personel tarafından normal iş esnasında bir tesis düzenli bir esasa göre ziyaret edildiği durumda düzenli periyodik muayeneden vazgeçilmesi ve teçhizatın devam eden bütünlüğünün sağlanması için tecrübeli personelin sık olarak kullanılması mümkün olabilir.



Tecrübeli personel tarafından sürekli gözlemin kullanılması başlangıç ve numune muayeneleri için olan kuralı ortadan kaldırmaz.

#### **D.6.5 Elektriksel deney özellikleri**

Yıldırımdan korunma sistemi elektriksel olarak deneyden geçirilmelidir.

- Her 12 (+ 2) ayda veya
- Uygun periyodik muayene aralığının doğru olarak tahmin edilmesi karmaşık bir konudur. Periyodik muayeneler arasındaki aralık ve muayene seviyesi teçhizatın tipi, varsa imalatçı kılavuzu, bozulmaya yol açan faktörler ve önceden yapılan muayene sonuçları dikkate alınarak belirlenmelidir.

Muayene seviyeleri ve aralıklarının benzer teçhizat, tesisler ve çevre için oluşturulmuş olduğu durumda elde edilen tecrübe muayene stratejisini belirlemede kullanılmalıdır.

Üç yılı geçen periyodik muayeneler arasındaki aralıklar ilgili bilgiler dahil bir değerlendirmeyi esas almalıdır.

LPS'nin bakım ve muayenesi tehlikeli alanlardaki diğer bütün elektriksel tesislerin bakım ve muayenesi ile birlikte yapılmalı ve bakım programına dahil edilmelidir.

Deney işlemi için olan ölçme aletleri IEC 61557-4'e uygun olmalıdır.

Yıldırımdan korunma sistemine kuşaklanmış herhangi tek bir nesnenin d.a. direnci 0,2  $\Omega$  değerini aşmamalıdır.

Deney, uygun deney teçhizatı imalatçısının talimatlarına uygun olarak yapılmalıdır.

#### **D.6.6 Topraklama direnci deney metotları**

Sadece özel olarak topraklama direnci deney işlemi için tasarlanmış ölçü aletlerine bu uygulamada kullanılması için izin verilmelidir.

Deney ölçü aletlerinin imalatçı talimatlarına uygun düzgün olarak bakımı yapılmalı ve kalibre edilmelidir.

Mümkünse üç nokta toprak direnci deney metodu patlayıcı tesisler için topraklama direncinin ölçülmesi için kullanılmalıdır.

#### **D.6.7 Ani darbe koruması**

Yıldırım ani darbe koruma cihazları (ve bunların ayırma düzenleri, sağlanırsa) 12 ayı geçmeyen aralıklarda veya LPS'nin elektriksel deney işleminin yapıldığı her zamanda imalatçının talimatlarına uygun olarak muayene edilmelidir. Ayrıca SPD'ler yapıya olan şüphe edilen yıldırım darbesinden sonra muayene edilmelidir.

#### **D.6.8 Tamirler**

Bakım personeli muayeneler sırasında bulunan bütün farklılıkların tamirlerinin kabul edilebilir bir zaman süresinde yapılmasını sağlamalıdır.

#### **D.6.9 Kayıtlar ve dokümantasyon**

Bir yapıya veya kendi LPS'sine olan yıldırım çarpması tarafından üretilen herhangi bir hasarın belirtisi hemen belirtilmeli ve doküman haline getirilmelidir.

Bakım ve muayenelerin geçmişteki kayıtları yönlendirme analizi maksadıyla her bir düzen için muhafaza edilmelidir.

## Ek E (Bilgi için)

### Yıldırımdan korunma sistemlerinin tasarımı, yapılışı, bakımı ve muayenesi için kılavuz

#### E.1 Genel

Bu ekte, bu standardda uygun bir LPS'nin fiziksel tasarımı ve yapılışı ile bakım ve muayenesi hakkında kılavuz sağlanır.

Bu ek, sadece bu standardın diğer bölümleri ile birlikte geçerli olup, bu şartla kullanılmalıdır.

Uluslararası uzmanların onayladığı koruma tekniklerine ait örnekler verilmiştir.

**Not-** Bu ekte verilen örnekler, koruma sağlayan mümkün olan bir metodu açıklamaktadır. Başka metotlar, aynı derecede geçerli olabilir.

#### E.2 Bu ek'in yapısı

Bu ek'te, ana madde numaraları ana dokümanın madde numaralarını yansıtır. Bu durum iki bölüm arasında kolayca atıf yapılmasını sağlamaktadır. Bütün maddelerin birbirini yansıtması gerekli değildir.

Bu amacı gerçekleştirmek için bu ekte Madde E.3 kullanılmamıştır.

#### E.3 Boş

#### E.4 Yıldırımdan korunma sistemlerinin (LPS) tasarımı

##### E.4.1 Genel açıklamalar

Mevcut bir yapı için LPS'nin yapılışı, daha düşük maliyetli aynı koruma seviyesini veren bu standardda uygun diğer yıldırımdan korunma tedbirlerine nazaran daima ön planda tutulmalıdır. En uygun koruma tedbirlerinin seçimi için EN 62305-2 uygulanır.

LPS, LPS tasarımcıları ve tesisçileri tarafından tasarlanmalı ve tesis edilmelidir.

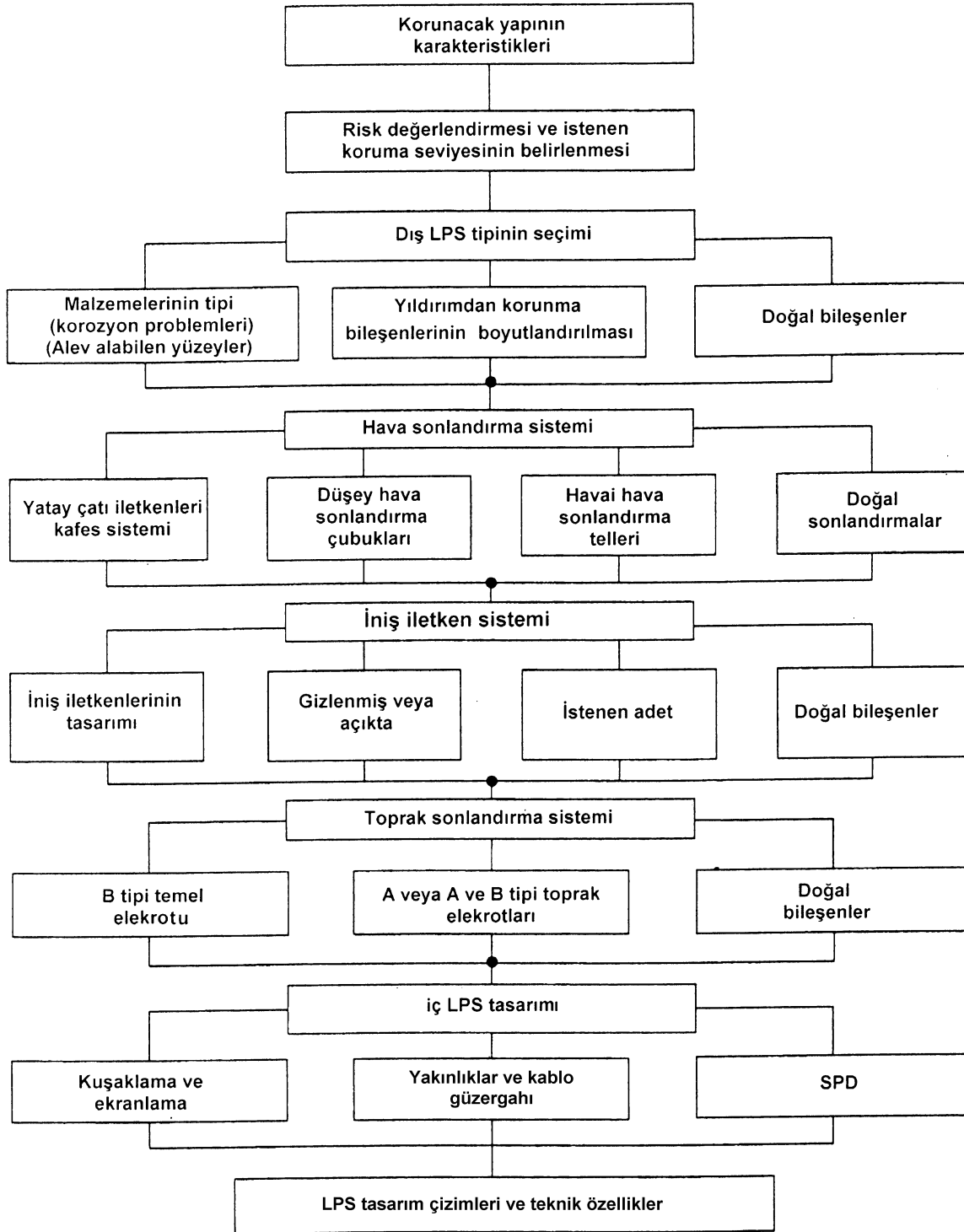
LPS tasarımcısı ve tesisçisi, yıldırım boşalmasının elektriksel ve mekanik etkilerini değerlendirme yeteneğine sahip olmalı ve elektromanyetik uyumlulukla (EMU) ilgili genel prensipleri bilmelidir.

Buna ilave olarak, yıldırımdan korunma tasarımcısı korozyon etkilerini değerlendirebilme ve ne zaman uzman yardımının gerekli olduğuna karar verebilme yeteneğine sahip olmalıdır.

Yıldırımdan korunma tasarımcısı ve tesisçisi, bu standardda belirtilen özelliklere ve yapılışı çalışması ve yapıların inşasını düzenleyen ulusal kurallara uygun olarak LPS bileşenlerinin doğru tasarımı ve tesis edebilmesi için eğitilmiş olmalıdır.

LPS tasarımcısı ve tesisçisinin fonksiyonları, aynı kişi tarafından yerine getirilebilir. Uzmanlaşmış bir tasarımcı veya tesisçisi olmak için, ilgili standartları çok iyi bilmek ve yılların tecrübesine sahip olmak gereklidir.

Bir LPS'nin planlanması, uygulanması ve deneye tâbi tutulması birçok teknik alanı kapsamakta ve en düşük maliyet ve mümkün olan en az gayretle seçilen yıldırımdan korunma seviyesinin elde edilmesini sağlamak amacıyla yapıdan sorumlu bütün taraflar arasında koordinasyona ihtiyaç duyulmaktadır. LPS yönetimi, Şekil E.1'deki adımlar izlenirse verimli olmalıdır. Kalite güvence tedbirlerinin, yoğun elektriksel ve elektronik tesisleri bulandıran yapılarda önemi çok büyüktür.



**Not -** • ile gösterilen ara yüzlerde mimar, mühendis ve yıldırımdan korunma tasarımcısı arasında tam bir koordinasyon gereklidir.

**Şekil E.1** – LPS tasarım akış diyagramı

Kalite güvence tedbirleri, bütün çizimlerin onaylandığı planlama safhasından başlayarak, yapılış çalışmalarının tamamlanmasından sonra muayene için erişilemeyen LPS'nin esas bölümlerinin kontrol edildiği LPS yapılış safhasına kadar uzanır. Kalite güvence tedbirleri, LPS ile ilgili son ölçmelerin son deney dokümantasyonunun tamamlanması ile birlikte yapılması durumunda, kabul safhası boyunca ve sonuç olarak, bakım programına uygun olarak dikkatlice periyodik muayeneler belirlenmek suretiyle LPS'nin bütün ömrü boyunca sürdürülür.

Bir yapıda veya yapıdaki tesislerde değişiklikler yapılması durumunda, mevcut korunma sisteminin bu standardda hala uygun olup olmadığını tespit etmek için kontrol yapılmalıdır. Korumanın yeterli olmadığının tespit edilmesi durumunda, gecikme olmaksızın iyileştirmeler uygulanmalıdır.

Büyükölçü ve boyutları bu standardda uygun olan hava sonlandırma sistemi, iniş iletkenleri, toprak sonlandırma sistemi, kuşaklama, bileşenler, vb. malzemelerin kullanılması tavsiye edilir.

## **E.4.2 LPS'nin tasarımı**

### **E.4.2.1 Planlama işlemi**

LPS ile ilgili ayrıntılı tasarım çalışması başlamadan önce yıldırımdan korunma sistem tasarımcısı, mümkün olduğunca pratik olabildiği durumda, yapının fonksiyonu, genel tasarımı, yapılışı ve yeri ile ilgili temel bilgileri elde etmelidir.

LPS'nin ruhsat veren yetkili, sigortacı veya alıcı tarafından henüz belirlenmemiş olması durumunda, yıldırımdan korunma sistem tasarımcısı, EN 62305-2'de verilen risk değerlendirmesi ile ilgili işlemi izlemek suretiyle yapının bir LPS ile korunup korunamayacağını belirlemelidir.

### **E.4.2.2 Konsültasyon**

#### **E.4.2.2.1 Genel bilgiler**

Yeni bir yapının tasarım ve yapım safhalarında, LPS tasarımcısı, LPS tesisçisi ve yapıdaki tesislerin veya yapının kullanımına ait düzenlemelerden sorumlu bütün diğer kişiler (örneğin olarak, satın alıcı, mimar ve inşaatçı) düzenli olarak istişarede bulunmalıdır.

Şekil E.1'de verilen akış diyagramı rasyonel bir LPS tasarımını kolaylaştırır.

Mevcut bir yapıda kullanılması amaçlanan bir LPS'nin tasarım ve yapım safhalarında, yapıdan, yapının kullanımından, tesislerden ve hizmet tesislerinden sorumlu kişilerle, olabildiğince istişarelerde bulunulmalıdır.

Yapının sahibi, yapıyı inşa eden müteahhit veya görevlendirilmiş temsilcisi arasında istişare toplantıları düzenlenmiş olabilir. Mevcut yapılar için, gerekli görülmesi hâlinde, üzerinde değişiklikler yapılması gereken çizimler, LPS tesisçisi tarafından LPS tasarımcısına verilmelidir.

Sorumlu taraflar arasında yapılan düzenli istişareler, mümkün olan en düşük maliyetli etkin bir LPS'nin ortaya çıkmasını sağlamalıdır. Örnek olarak, yapım çalışmaları ile tasarım çalışmalarının koordineli bir biçimde yürütülmesi ile genellikle bazı kuşaklama iletkenlerine duyulan ihtiyaç ortadan kaldırılmakta ve kullanılmasına gerek duyulanların ise boyları kısaltılmaktadır. Bina maliyetleri, genellikle yapıdaki çeşitli tesislerle ilgili ortak güzergâhların kullanılması ile önemli miktarda düşürülür.

Konsültasyon, bir yapıya ait bütün yapılış safhaları boyunca önemlidir. Çünkü LPS'deki değişiklikler, yapı tasarımındaki değişikliklerden dolayı gerekli olabilir. Yapının tamamlanmasından sonra gözle kontrol yoluyla LPS'ye ait erişilemeyen bölümlerin muayenesini kolaylaştırmak amacıyla yapılacak düzenlemelerde anlaşma sağlayabilmek için konsültasyon ayrıca gereklidir. Bu konsültasyonlarda, doğal bileşenler ile LPS arasındaki bütün bağlantıların yeri belirlenmelidir. Yeni bina projeleri için ilgili konsültasyon toplantılarının düzenlenmesi ve koordinasyonunda normal olarak mimarlar da bulunmalıdır.

#### **E.4.2.2.2 Konsültasyonda bulunan başlıca taraflar**

Yıldırımdan korunma tasarımcısı, binanın sahibi de dâhil olmak üzere, tasarımdan ve yapının inşa edilmesinden sorumlu bütün taraflarla ilgili teknik konsültasyonlarda bulunmalıdır.

Tüm LPS tesisine ait özel sorumluluk gerektiren özel alanlar, mimar, elektrik müteahhidi, bina müteahhidi, LPS tesisçisi (LPS tedarikçisi) ve konu ile ilgili olması durumunda, tarih danışmanı ve sahibi veya sahibinin temsilcisi ile birlikte LPS tasarımcısı tarafından tanımlanmalıdır.

LPS'ye ait tasarım ve yapılış yönetiminde görevlendirilen çeşitli taraflara yönelik sorumlulukların açıklığa kavuşturulması özel önem arz etmektedir. Çatıya monte edilmiş LPS bileşenleri veya yapı temeli altında yapılmış toprak elektrotu bağlantı iletkenleri vasıtasıyla yapının su geçirmezliğinin ortadan kalkması bu duruma bir örnek olabilir.

**E.4.2.2.2.1 Mimar**

Mimarla aşağıdaki konularda anlaşmaya varılmalıdır:

- a) Bütün LPS iletkenlerinin güzergâhı,
- b) LPS bileşenleri için malzemeler,
- c) Bütün metal borular, oluklar, raylar ve benzer maddelerin ayrıntıları,
- d) Ayırma mesafesinden dolayı tesislerin yer değiştirmesi veya LPS bileşenlerine kuşaklama yapılması talep edilebilen yapı üzerinde, içinde veya yakınında tesis edilmesi gereken, teçhizat, donanım, fabrika tesislerinin ayrıntıları. Tesislere örnek olarak alarm sistemleri, güvenlik sistemleri, iç haberleşme sistemleri, işaret veri işleme sistemleri, radyo ve TV devreleri verilebilir,
- e) Toprak sonlandırma şebekesinin konumlandırılmasına etki edebilen ve LPS'den itibaren güvenli bir mesafede yerleştirilmesi istenen gömülü iletken hizmet tesisinin derecesi,
- f) Toprak sonlandırma şebekesi için mevcut olan genel alan,
- g) Yapıya, LPS'nin birincil sabitleme elemanlarının bağlanması ile ilgili olarak işin kapsamı ve sorumluluğun dağıtılması. Örnek olarak, malzemenin su geçirmezliğine etki etmesi (özellikle çatıda kullanılan), vb,
- h) Yapıda kullanılacak iletken malzemeler, özellikle LPS'ye kuşaklanan ve sürekliliği olan metal, örnek olarak payandalar, takviye çelikleri ile yapıya giren, çıkan veya yapı içindeki metal hizmet tesisleri,
- i) LPS'nin görünüm etkisi,
- j) LPS'nin yapı malzemesi üzerindeki etkisi,
- k) Takviye çeliklerine yapılan bağlantı noktalarının yeri, özellikle bunların dıştaki iletken bölümlere (borular, kablo siperleri, vb.) nüfuz etmesi durumunda,
- l) LPS'nin yakın binalardaki LPS'ye bağlantısı.

**E.4.2.2.2.2 Kamu hizmeti veren kuruluşlar**

LPS'ye doğrudan veya, bunun mümkün olmaması durumunda, ayrılmış kıvılcım aralıkları veya SPD boyunca giriş hizmet tesislerinin kuşaklanması, isteklerde ihtilaf söz konusu olduğu takdirde, operatör veya kuruluş yetkilileri ile görüşme yapılmalıdır.

**E.4.2.2.2.3 Yangın ve güvenlik yetkilileri**

Yangın ve güvenlik yetkilileri ile aşağıdaki konularda anlaşmaya varılmalıdır:

- Alarm ve yangın söndürme sistemi bileşenlerinin konumlandırılması,
- Güzergâhlar, yapılış malzemesi ve kanalların sızdırmazlığı,
- Yapının alev alabilen bir çatıya sahip olması durumunda, kullanılacak koruma metodu.

**E.4.2.2.2.4 Elektronik sistem ve dış anten tesis edicileri**

Elektronik sistem ve anten tesisçisi ile aşağıdaki konularda anlaşmaya varılmalıdır:

- Anten desteklerinin ve kablo iletken siperlerinin LPS'den ayrılması veya LPS'ye kuşaklanması,
- Anten kabloları ve içteki şebekenin güzergâh,
- Ani darbe koruyucu cihazların tesisi.

**E.4.2.2.2.5 İnşaatçı ve tesisçi**

İnşaatçılar, tesisçiler ve yapının inşaatı ve teknik donanımından sorumlu olanlar arasında aşağıdaki konularda anlaşmaya varılmalıdır:

- a) İnşaatçı tarafından sağlanacak LPS'ye ait birincil sabitleme elemanlarının biçimi, konumu ve sayısı,
- b) İnşaatçı tarafından tesis edilecek ve LPS tasarımcısı (veya LPS müteahhidi veya LPS tedarikçisi) tarafından sağlanan her türlü sabitleme elemanları,
- c) Yapı altına yerleştirilecek LPS iletkenlerinin konumu,
- d) Yapılış safhasında kullanılacak LPS bileşenlerinin olup olmadığı, örnek olarak vinçlerin, yük asansörlerinin yapım sırasında inşaat alanında olan diğer metal maddelerin topraklanması için kullanılan kalıcı toprak sonlandırma şebekesi,
- e) Çelik kafesli yapılarda, payandaların konumu ve sayısı, toprak sonlandırmalarının bağlantısı için yapılacak sabitleme elemanının biçimi ve LPS'ye ait diğer bileşenler,
- f) Kullanılması durumunda, metal kaplamaların LPS bileşenleri olarak uygun olup olmadığı,
- g) Kaplamalara ait münferit bölümlerin elektriksel olarak sürekliliğini sağlayan metod ve metal kaplamaların LPS bileşenleri olarak uygun olması durumunda, bunların LPS'nin geri kalan kısmına bağlama metodu,

- h) Konveyör sistemleri, televizyon ve radyo antenleri ile bunların metal destekleri, metal bacalar, cam silme düzeni dâhil toprak üstünde ve altında yapıya giren hizmet tesislerinin yeri ve yapısı,
- i) Güç ve haberleşme hizmet tesislerinin kuşaklanması ile yapının LPS toprak sonlandırma sisteminin koordinasyonu,
- j) Bayrak direklerinin, çatı seviyesindeki makina odalarının konumu ve sayısı, örnek olarak asansör motor odaları, havalandırma, ısıtma ve klima makina odaları, su tankları ve diğer göze çarpan elemanlar,
- k) Özellikle yapının su geçirmezliğinin sürdürülmesi amacıyla, LPS iletkenlerinin tutturulmasına yönelik uygun metotları belirlemek için çatılar ve duvarlarda kullanılması gereken yapılış,
- l) LPS iniş iletkenlerinin yapı boyunca serbest olarak geçişine izin verecek deliklerin sağlanması,
- m) Yapının metal iskeletlerine, takviye çubuklarına ve diğer iletken bölümlerine eş potansiyel kuşaklama bağlantılarının sağlanması,
- n) Erişilebilir olmayan LPS bileşenlerinin muayene sıklığı, örnek olarak beton içinde mahfaza içine alınmış çelik takviye çubukları,
- o) Özellikle benzer olmayan metaller arasındaki temas noktalarında, korozyon dikkate alınmak suretiyle, iletkenler için en uygun metalin seçimi,
- p) Deney ek yerlerinin erişilebilirliği, mekanik hasarlara veya hırsızlığa karşı metal olmayan mahfazalar ile korunma sağlanması, bayrak direklerinin alçaltılması veya diğer hareketli cisimler, özellikle bacaların periyodik muayenesi için düzenler,
- q) Yukarıdaki ayrıntıları kapsayan ve bütün iletkenler ile ana bileşenlerin yerlerini gösteren çizimlerin hazırlanması,
- r) Takviye çeliklerine bağlantı noktalarının yeri.

### E.4.2.3 Elektriksel ve mekanik özellikler

#### E.4.2.3.1 Elektriksel tasarım

LPS tasarımcısı, en etkin yapılaşın elde edilmesi için uygun olan LPS'yi seçmelidir. Bu, ayrılmış veya ayrılmamış bir LPS'den veya yıldırımdan korunma tiplerinin her ikisinin birleşiminin oluşturduğu sistemden hangisinin kullanılmasının gerekli olduğunu tayin etmek için yapının mimari tasarımının göz önünde bulundurulması demektir

Toprak öz direnç deneyleri, tercihen LPS tasarımının bitirilmesinden önce yapılmalı ve toprak öz direncindeki mevsimsel değişiklikler dikkate alınmalıdır.

LPS'nin temel elektriksel tasarımının tamamlanması sırasında, yapının uygun iletken bölümlerinin, LPS'nin esas bileşenlerini takviye etmek veya LPS'nin esas bileşenleri gibi davranmak amacıyla LPS'nin doğal bileşenleri olarak kullanılması dikkate alınmalıdır.

LPS'nin doğal bileşenlerinin elektriksel ve fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi ve bunların bu standardda belirtilen asgari özelliklere uygunluğunun sağlanması LPS tasarımcısının sorumluluğundadır.

Yıldırımdan korunma iletkenleri olarak çelik betonarme gibi metal takviye kullanıldığında, özel dikkat sarf edilmesi ve korunacak yapıya uygulanabilen ulusal inşaat standartlarının bilinmesi gereklidir. Yıldırım akımlarının ayrılmış LPS üzerinden iletilmesinin sonucu olarak yapıda yıldırım tarafından oluşturulan elektromanyetik alanı azalmak için betonarmedeki çelik iskelet, LPS iletkenleri veya iletken siper tabakası olarak kullanılabilir. Bu LPS tasarımı, özellikle yoğun elektriksel ve elektronik tesisleri ihtiva eden özel yapılarda daha kolay koruma sağlayabilir.

Madde 5.3.5'te verilen doğal bileşenler için asgari özellikleri karşılamak amacıyla iniş iletkenleri için sıkı yapım şartları gereklidir.

#### E.4.2.3.2 Mekanik tasarım

Yıldırımdan korunma sistemi tasarımcısı, elektriksel tasarımının tamamlanmasını takiben mekanik tasarım konuları üzerinde yapıdan sorumlu kişilerle istişare etmelidir.

Estetik hususlar, korozyon riskini sınırlamak için doğru malzeme seçimi de dâhil, özellikle önemlidir.

LPS'nin çeşitli bölümleri için yıldırımdan korunma bileşenlerinin en küçük boyutu, Çizelge 3, Çizelge 6, Çizelge 7, Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmiştir.

LPS bileşenleri için kullanılan malzemeler Çizelge 5'te verilmiştir.

**Not** - Çubuklar ve kelepçeler gibi diğer bileşenlerin seçimi için EN 50164 serisine atıf yapılmalıdır. Bu bileşenlere ait sıcaklık artışının ve mekanik dayanıklılığın dikkate alınması böylece sağlanmış olur.

Çizelge 1'de verilen seçilmiş LPS sınıfı için belirtilen yıldırım boşalması elektriksel parametreleri kullanılarak Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7'de belirtilen malzemeler ve boyutlarda sapmalar olduğu durumda yıldırımdan korunma tasarımcısı veya tesisçisi boşalma şartlarında yıldırım iletkenlerindeki sıcaklık artışını ve bunun sonucu olarak iletkenlerin boyutunu tahmin etmelidir.

Üzerine bileşenlerin bağlanacağı yüzey (alev alabilen veya düşük bir erime noktasına sahip olan) için aşırı sıcaklık artışının söz konusu olması durumunda, daha büyük iletken kesit alanı belirtilmeli veya yangına dayanıklı tabakaların takılması veya uzakta bulunan sabitleme elemanlarının kullanılması gibi diğer güvenlik tedbirleri dikkate alınmalıdır.

LPS tasarımcısı, bütün korozyon problem alanlarını tanımlamalı ve uygun tedbirleri belirtmelidir.

LPS üzerindeki korozyon etkileri, malzeme büyüklüğünün artırılması, korozyona dayanıklı bileşenlerin kullanılması veya diğer korozyondan korunma tedbirlerinin alınması suretiyle azaltılabilir.

LPS tasarımcısı ve LPS tesisçisi, iletkenlerdeki yıldırım akımından dolayı meydana gelen elektrodinamik kuvvetlere dayanacak ve ayrıca ortaya çıkan sıcaklıktaki artış nedeniyle iletkenlerin genişmesine ve büzülmesine izin veren iletken sıkıştırma ve bağlantı elemanlarını belirtmelidir.

Bu durum EN 50164 serisine göre deneyden geçirilen bileşenlerin kullanılmasıyla sağlanmalıdır.

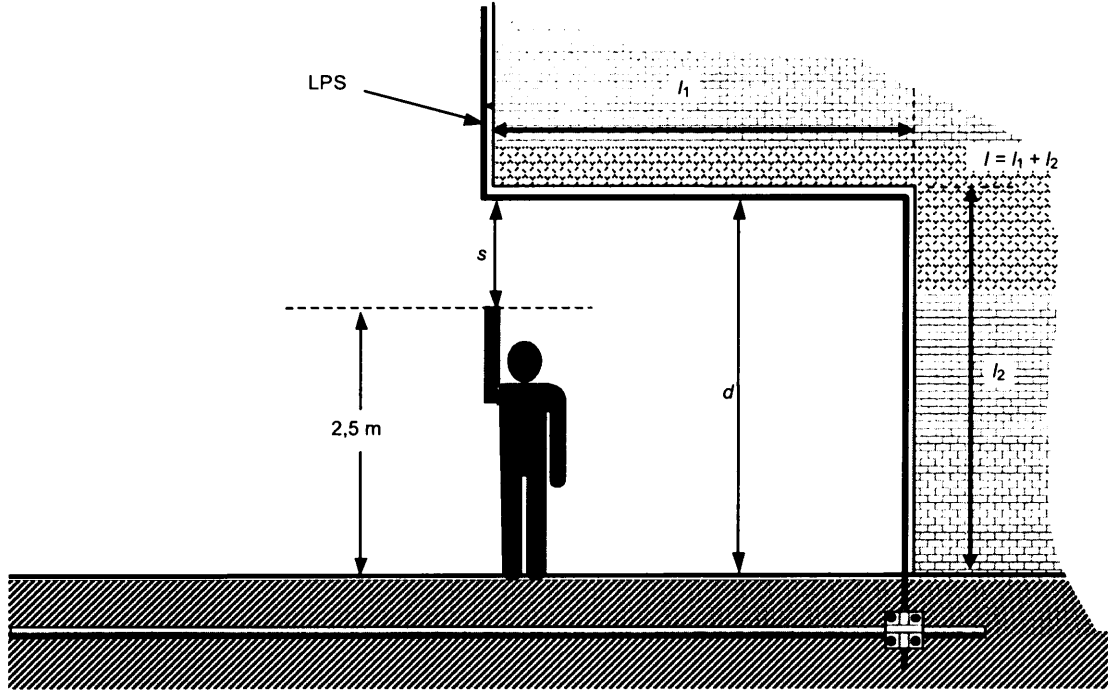
#### **E.4.2.3.3 Çıkıntılı bölüme sahip yapılar**

Çıkıntılı bir yapının altında ayakta duran bir kişinin çıkıntılı duvardan geçen iniş iletkenlerinden akan yıldırım akımı için alternatif bir yol oluşturma ihtimalini azaltmak için gerçek  $d$  mesafesi, metre cinsinden, aşağıdaki şartı sağlamalıdır:

$$d > 2,5 + s \quad (E.1)$$

Burada;  $s$  Madde 6.3'e uygun olarak hesaplanan metre cinsinden ayırma mesafesidir.

2,5 değeri, kolunu yukarı dik olarak kaldırdığında bir insanın parmaklarının uçlarına kadar olan yüksekliği temsil etmektedir (Şekil E.2).



### Açıklama

- d Gerçek mesafe  $> s$
- s Madde 6.3'e uygun ayırma mesafesi
- l  $s$  ayırma mesafesinin değerlendirilmesi için uzunluk

**Not** - Elini yukarı kaldırmış bir insanın yüksekliği 2,5 m olacak biçimde alınmıştır.

**Şekil E.2** – Yapının çıkıntılı bölümü için LPS tasarımı

Şekil E.2'de gösterildiği gibi bir iletkendeki döngüler yüksek değerlerde endüktif gerilim düşümleri meydana getirebilir. Bu endüktif gerilim düşümleri, yapının duvarlarından geçen ve hasar oluşturan bir yıldırım boşalmasına sebep olabilir.

Madde 6.3'teki şartlar karşılanmazsa, Şekil E.2'de gösterilen bu şartlar için içeri dönük yıldırım iletkeni döngülerine ait noktalarda yapı boyunca doğru bir güzergâh için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

### E.4.3 Betonarme yapılar

#### E.4.3.1 Genel

Sanayi yapıları, sık olarak yerinde üretilen betonarme bölümler içerir. Diğer birçok durumda, yapının bölümleri prefabrik beton birimler veya çelik bölümlerden meydana gelebilir.

Madde 4.3'e uygun betonarme yapılardaki çelik takviye doğal LPS bileşeni olarak kullanılabilir.

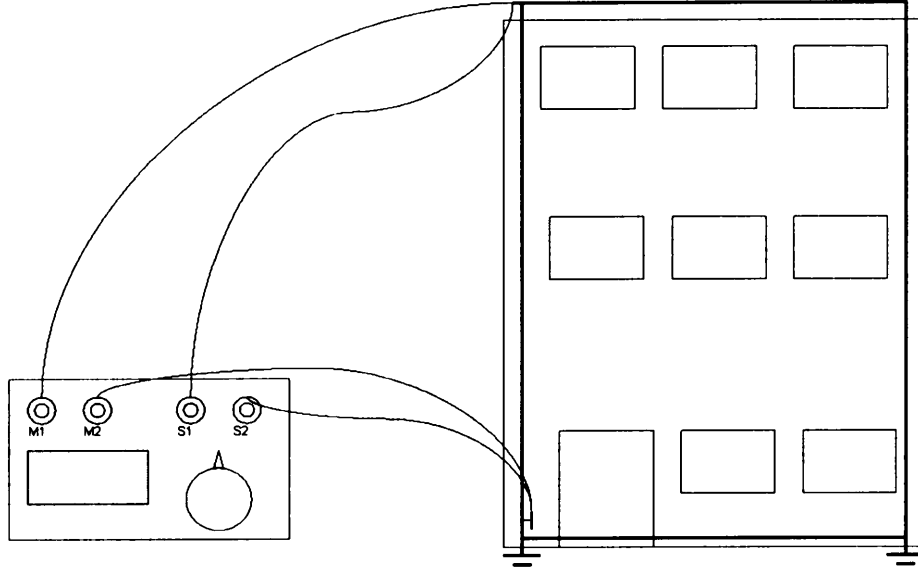
Bu gibi doğal bileşenler, aşağıdaki özellikleri sağlamalıdır:

- Madde 5.3'e göre iniş iletkenleri,
- Madde 5.4'e göre hava sonlandırma şebekeleri.

0,2  $\Omega$  olan en büyük toplam direnç özelliği Şekil E.3'te gösterildiği gibi dört uçlu konfigürasyonda (iki ölçme ucu ve iki algılama ucu) ölçme yeteneğindeki uygulama için uygun deney teçhizatı kullanılarak hava sonlandırma sistemi ile zemin seviyesindeki toprak levhası arasındaki direncin ölçülmesiyle kontrol edilebilir. Enjekte edilen ölçme akımı yaklaşık 10 A mertebesinde olmalıdır.



**Not 1** – Deneysel alanlarına erişimin veya deney kablolarını yönlendirmenin zor olduğu durumda yüksekte düşüğe doğru tahsis edilmiş bara her bir noktada deney işlemini yapmak için sağlanabilir. İniş iletkeni dahil eklerin toplam direnci daha sonra hesaplanabilir.



**Şekil E.3** – Bütün elektriksel direncin ölçülmesi

Bundan başka, uygun kullanıldığında, betondaki iletken takviye, Madde 6.2'ye göre iç LPS'nin eş potansiyel hale getirilmesi için kafes biçiminde olmalıdır.

Buna ilave olarak, uygunsa, yapının takviye çeliği, elektromanyetik siper olarak görev yapabilir. Bu siper, EN 62305-4'e göre yıldırım elektromanyetik alanlarının sebep olduğu girişimlerden elektriksel ve elektronik teçhizatın korunmasına yardımcı olur.

Beton takviyesi ve yapının diğer çelik yapıları, elektriksel sürekliliğin Madde 4.3'e uygun olacak şekilde içerden ve dışarıdan bağlanmaları durumunda, fiziksel hasara karşı etkin koruma sağlanmış olabilir.

Takviye çubuklarına enjekte edilen akımın, çok sayıda paralel yollar boyunca aktığı kabul edilir. Bu şekilde oluşan kafesin empedansı düşük olup, bunun sonucu olarak yıldırım akımından dolayı meydana gelen gerilim düşümü de az olur. Takviye çelik kafesteki akımdan dolayı meydana gelen manyetik alan, düşük akım yoğunluğu ve zıt elektromanyetik alanlar üreten paralel akım yolları nedeniyle zayıftır. Komşu iç elektriksel iletkenler ile girişim karşılıklı olarak azalır.

**Not 2-** Elektromanyetik girişime karşı korunma için EN 62305-4 ve IEC/TR 61000-5-2 <sup>[5]</sup> 'ye bakılmalıdır.

Bir odanın, Madde 4.3'e uygun elektriksel süreklilik sağlayan çelik betonarme duvarlarla tamamen çevrili olması durumunda, duvarların yakınındaki takviye üzerinden akan yıldırım akımından dolayı meydana gelen manyetik alan, konvansiyonel iniş iletkenleri ile korunan bir yapıya ait odanın içindekinden daha düşüktür. Odanın içine yerleştirilen iletken döngülerde endüklenen daha düşük gerilimler sayesinde, içteki sistemleri arızalardan koruma kolayca iyileştirilebilir.

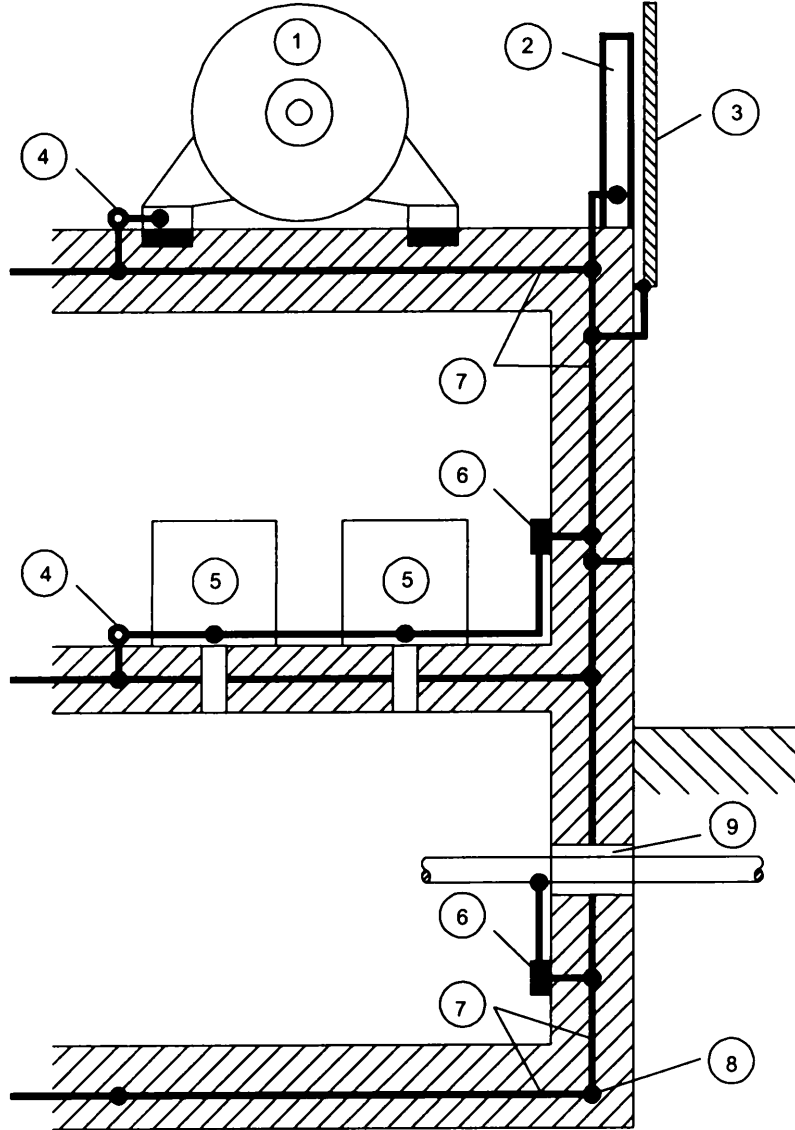
Yapılış safhasından sonra, takviye çeliğinin düzenlenme şeklini ve yapılışını belirlemek hemen hemen imkânsızdır. Bundan dolayı, yıldırımdan korunma amacıyla kullanılan takviye çeliğinin düzenlenme şekli çok iyi bir şekilde doküman haline getirilmelidir. Bu husus çizimler, açıklamalar ve yapılış sırasında çekilen fotoğraflar kullanılarak sağlanır.

#### **E.4.3.2 Betonda takviye kullanılması**

Kuşaklama iletkenleri ve topraklama levhaları, takviye çeliğine güvenilir elektriksel bağlantıyı sağlayacak şekilde tesis edilmelidir.

Örnek olarak, yapıya tutturulan iletken çerçeveler, doğal LPS iletkenleri olarak ve içteki eş potansiyel kuşaklama sistemi için ise bağlantı noktaları olarak kullanılabilir.

Potansiyel eşitleme elde etmek için temel ankrajlarına veya makinalar, cihazlar veya mahfazalara ait temel raylarının kullanılması bu uygulamaya yönelik bir örnektir. Şekil E.4'te, endüstriyel bir yapıda takviye ve kuşaklama baralarının düzenlenmesi gösterilmiştir.



#### Açıklama

- |  |   |
|--|---|
| 1 Elektrik güç teçhizatı               | 6 Kuşaklama barası  |
| 2 Çelik kiriş                          | 7 Betondaki çelik takviye (üst üste bindirilmiş kafes iletkenleri ile birlikte) |
| 3 Yüzeyle ait metal kaplama            | 8 Temel toprak elektrotu  |
| 4 Kuşaklama eki                        | 9 Farklı hizmetleri için ortak giriş  |
| 5 Elektriksel veya elektronik teçhizat |   |

**Şekil E.4 – Çelik takviyeli bir yapıdaki eş potansiyel kuşaklama**

Yapıdaki kuşaklama sonlandırmalarının yeri, LPS tasarımında erken planlama safhasında belirlenmeli ve bu yerin, inşaatı yapacak müteahhit tarafından bilinmesi sağlanmalıdır.

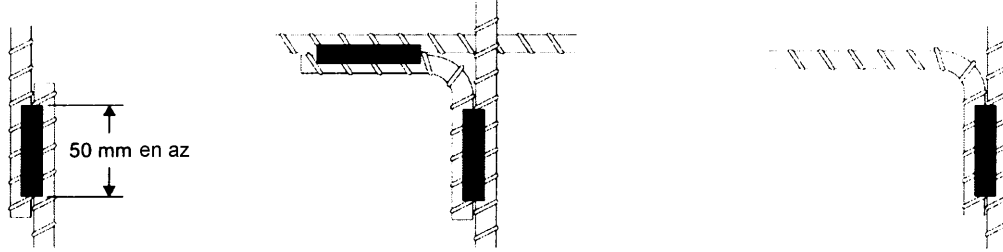
Takviye çubuklarına kaynak yapılmasına izin verilir verilmediği, sıkıştırmanın mümkün olup olmadığı veya ilâve iletkenlerin yerleştirilip yerleştirilmediğini belirlemek amacıyla inşaat müteahhidi ile istişarede bulunulmalıdır. Betonun dökülmesinden önce, gerekli bütün işler yapılmış olmalı ve muayene edilmelidir (başka bir ifadeyle, LPS'nin planlaması yapının tasarımı ile birlikte yapılmalıdır).

### E.4.3.3 Çelik takviye çubuklarına kaynak yapılması veya sıkıştırılması

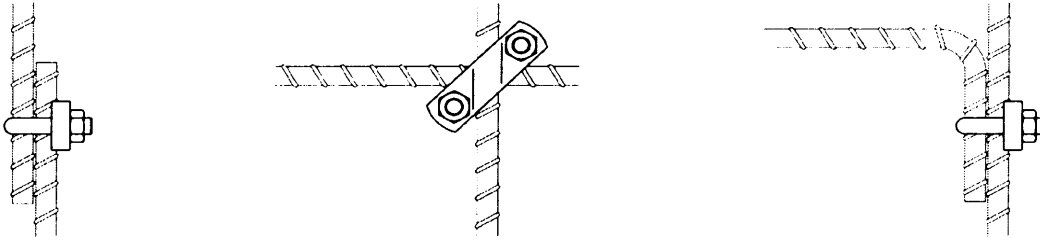
Takviye çubuklarının sürekliliği, sıkıştırma veya kaynakla sağlanmalıdır.

**Not** - EN 50164 seri standartlarına uygun kelepçeler kullanılmalıdır.

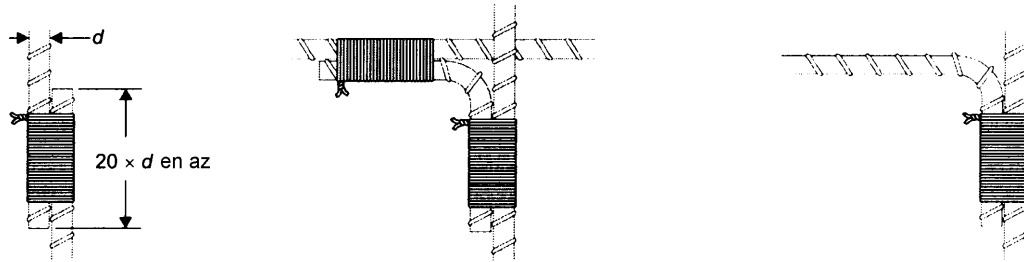
Takviye çubuklarına kaynak yapılmasına sadece, inşaat işleri tasarımcısının olurunun alınması durumunda, izin verilir. Takviye çubukları, 50 mm'den daha az olmayan bir uzunluk boyunca kaynaklanmalıdır (Şekil E.5).



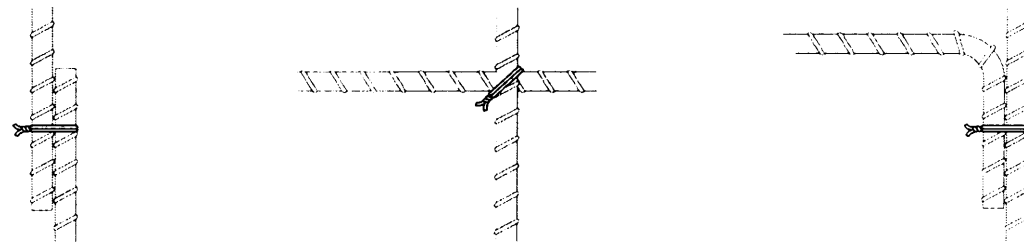
**Şekil E.5a** – Kaynaklı ekler (yıldırım akımı ve EMU amaçları için uygundur)



**Şekil E.5b** – EN 50164'e göre kelepçelenmiş ekler (yıldırım akımı ve EMU amaçları için uygundur)



**Şekil E.5c** – Bağlanmış ekler (yıldırım akımı ve EMU amaçları için uygundur)



**Şekil E.5d** – Sarmalı ekler (sadece EMU amaçları için uygundur)

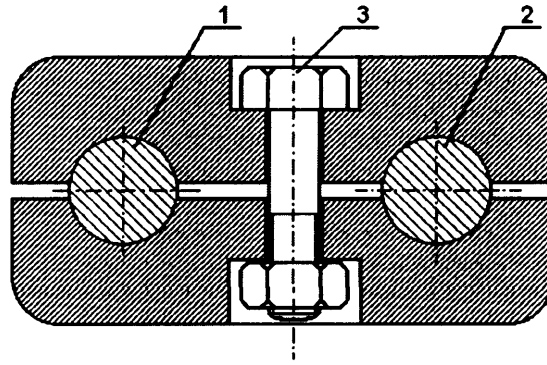
**Şekil E.5** – Betondaki takviye çubuklarının eklenmesi ile ilgili tipik metotlar (izin verildiği durumda)

Yıldırımdan korunma sisteminin dış bileşenlerine bağlantısı, belirlenen bir yerde betondan dışarı çıkarılan bir takviye çubuğu veya bir bağlama çubuğu veya takviye çubuğuna kaynak yapılarak veya kelepçe ile bağlanmış beton içinden geçen topraklama levhası ile gerçekleştirilmelidir.

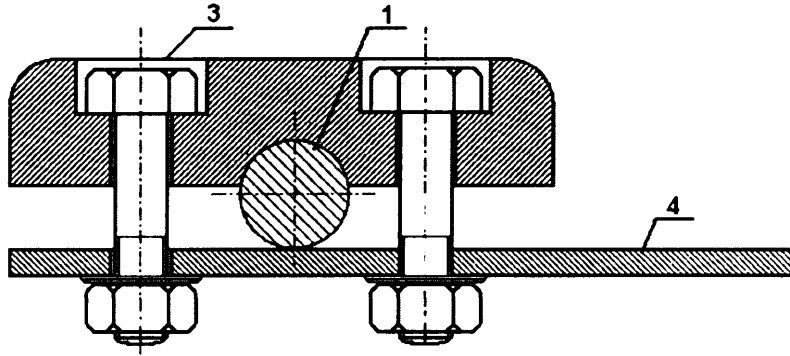
Betondaki takviye çubukları ile kuşaklama iletkenleri arasındaki bağlantıların sıkıştırma düzenleri vasıtasıyla yapılması durumunda, beton döküldükten sonra eklerin muayenesi yapılamadığından, güvenlik nedenleriyle daima iki kuşaklama iletkeni (veya farklı takviye çubuklarına iki sıkıştırma elemanı olan bir kuşaklama iletkeni) kullanılmalıdır. Kuşaklama iletkeni veya takviye çubuğu benzer metallere yapılmamış ise ek alanı nem giderici bir bileşikle tamamen sızdırmaz hale getirilmelidir.

Takviye çubukları ve katı şerit iletkenlerin eklerinde kullanılan kelepçeler Şekil E.6'da gösterilmiştir. Şekil E.7'de ise bir dış sistemin takviye çubuklarına bağlanması için olan ayrıntılar gösterilmiştir.

Kuşaklama iletkenleri, kuşaklama noktasından akan yıldırım akımı ile orantılı boyutlara sahip olmalıdır (Çizelge 8 ve Çizelge 9).



Şekil E.6a – Bir dairesel iletkenin bir takviye çubuğuna bağlanması

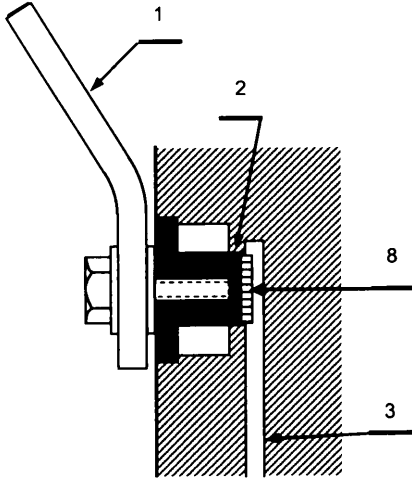


Şekil E.6b – Bir katı şerit iletkenin bir takviye çubuğuna bağlanması

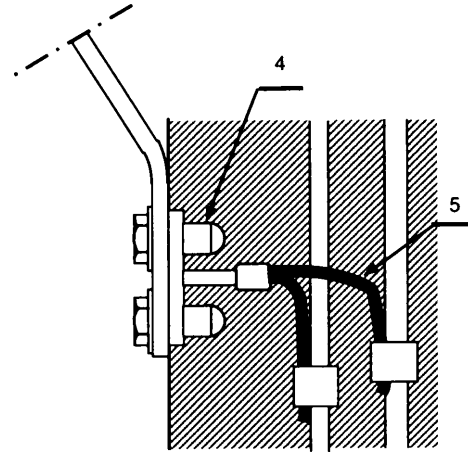
#### Açıklama:

- 1 Takviye çubuğu
- 2 Dairesel iletken
- 3 Vida
- 4 Şerit iletken

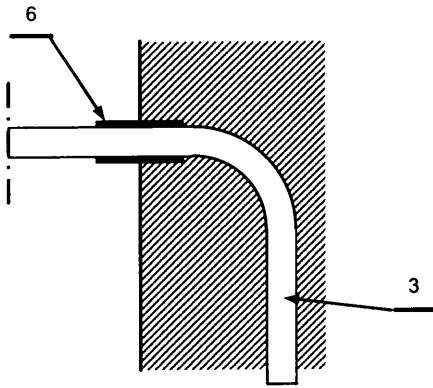
Şekil E.6 – Takviye çubukları ve iletkenler arasında ekler olarak kullanılan kelepçe örnekleri



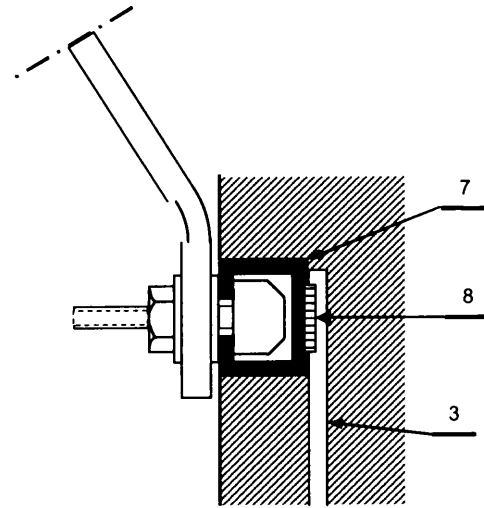
Şekil E.7a



Şekil E.7b



Şekil E.7c



Şekil E.7d

**Açıklama**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Kuşaklama iletkeni                               |
| 2 | Çelik kuşaklama bağlayıcısına kaynaklanmış somun |
| 3 | Çelik kuşaklama iletkeni*                        |
| 4 | Demir olmayan kuşaklama noktasındaki döküm       |
| 5 | Örgülü bakır kuşaklama bağlayıcısı               |
| 6 | Korozyona karşı koruma tedbiri                   |
| 7 | C çeliği (C biçimindeki montaj barası)           |
| 8 | Kaynak   |

\* Çelik kuşaklama bağlayıcısı, çelik takviye çubuklarına kaynak veya sıkıştırma elemanları vasıtasıyla birçok noktada bağlanır.

**Not** - Şekil E.7c'de gösterilen yapılaş, iyi bir mühendislik uygulamasına göre genel olarak kabul edilen bir çözüm değildir.

**Şekil E.7** – Betonarme duvar içinde takviyeye yapılan bağlantı noktalarına ait örnekler

#### E.4.3.4 Malzemeler

Yıldırımdan korunma amaçları için betona yerleştirilen ek iletkenler olarak şu malzemeler kullanılabilir: Çelik, haddelenebilir çelik, galvanizli çelik, paslanmaz çelik, bakır ve bakır kaplı çelik.

Betondaki çelikte galvanizli tabakanın davranışı çok karmaşıktır. Özellikle klorlu betonda çinko takviye ile temasta çok çabuk korozyona uğrar ve belirli şartlar altında betona zarar verebilir. Bundan dolayı galvanizli çelik kıyı alanlarında ve zemin suyunda tuz olabilen yerlerde kullanılmamalıdır. Betonda galvanizli çeliğin kullanılması birçok dış faktörün değerlendirilmesini gerektirdiğinden bu malzeme sadece dikkatli bir analizden sonra kullanılmalıdır. Bu durum bilinerek bahsedilen diğer malzemelerin kullanılması galvanizli çeliğin kullanılmasına tercih edilir.

Betondaki çelik çubukların farklı tipleri arasındaki karışıklığı önlemek için, takviye çubuklarının olağan damarlı yüzeyinin aksine, ilâve iletkenler olarak düz yüzeyli en az 8 mm çapında yuvarlak çelik çubukların kullanılması tavsiye edilir.

#### E.4.3.5 Korozyon

Çelik takviye kuşaklama iletkenlerinin bir beton duvar içinden çıkarılması durumunda, kimyasal korozyona karşı koruma için özel dikkat edilmelidir.

En basit korozyona karşı koruma tedbiri, duvardan çıkış noktasının yakınında, örnek olarak 50 mm veya daha fazla duvarın içinde, 50 mm veya daha fazla duvarın dışında gibi bir silikon kauçuk kullanılarak veya zift dökülerek elde edilir (Şekil E.7c). Ancak, bu genellikle iyi bir mühendislik çözümü olarak kabul edilmez. Geliştirilmiş bir çözüm, Şekil E.7'deki diğer örneklerde gösterildiği gibi özellikle bu amaç için geliştirilmiş bağlayıcıların kullanılmasıdır.

Bakır ve bakır kaplı çelik kuşaklama iletkenlerinin beton duvar içinden çıkarılması durumunda, katı bir iletken, özel bir kuşaklama noktası, PVC kaplamaları veya yalıtılmış telin kullanılması durumunda, hiç bir korozyon riski yoktur (Şekil E. 7b). Çizelge 6 ve Çizelge 7'ye uygun paslanmaz çelik kuşaklama iletkenleri için, korozyon önleme tedbirlerinin alınması gerekli değildir.

Aşırı kemirici ortamların olması durumunda, duvardan dışarı çıkan kuşaklama iletkenlerinin paslanmaz çelikten yapılması tavsiye edilir.

**Not** - Betondaki takviye çeliği ile temas hâlindeki betonun dışındaki galvanizli çelik, bazı şartlar altında betona hasar verebilir.

Döküm tipi somunların veya yumuşak çelik parçaların kullanılması durumunda, bunlar binanın dışında korozyona karşı korunmalıdır. Yüzeyinde koruma işlemi yapılmış somunla elektriksel teması sağlamak için tırtıllı kilitleme contaları kullanılmalıdır (Şekil E. 7a).

Korozyona karşı koruma ile ilgili daha fazla bilgi için Madde E.5.6.2.2.2'ye bakılmalıdır.

#### E.4.3.6 Bağlantılar

Araştırmalar, yıldırım akımını taşıyan bağlantılar için sarmalı eklerin uygun olmadığını göstermiştir. Sarılarak bağlanmış telin betonda patlama ve hasar meydana getirme riski mevcuttur. Ancak, daha önceki araştırmalara dayalı olarak, bütün takviye çubuklarının elektriksel olarak birbirlerine bağlanabilmesi için en az her üçüncü tel sarımının bir elektriksel iletken bir bağlantı oluşturduğu kabul edilebilir. Böylece bütün takviye çubuklarının tamamı birbirlerine elektriksel olarak bağlanmış sayılır. Betonarme yapılar üzerinde yapılan ölçmeler bu sonucu desteklemektedir.

Böylece, yıldırım akımını taşıyan bağlantılar için kaynak veya sıkıştırma metotlarının kullanılması tercih edilir. Bir bağlantı olarak sarmalı ek, sadece eş potansiyelliği sağlama ve EMU amaçları için ilâve iletkenlerin kullanılması hâlinde uygundur.

Dış devrelerin birbirlerine bağlanmış takviyeye bağlantıları, kelepçeler veya kaynakla yapılmalıdır.

Beton içindeki takviye baraları (Şekil E.5) arasındaki kaynaklar en az 50 mm uzunluğunda olmalıdır. Çapraz çubuklar, kaynak yapılmadan önce en az 70 mm birbirlerine paralel olacak biçimde bükülmelidir.

**Not-** Kaynak yapılmasına izin verilmesi durumunda, klasik kaynak ve egzotermik kaynak metotlarının her ikisi de kabul edilebilir

Kaynak yapılan çubukların beton içine gömülmesine ihtiyaç duyulması hâlinde, kesişme noktalarında sadece birkaç milimetre uzunluğundaki kaynak dikişi ile kaynak yapılması yeterli değildir. Bu gibi ekler, beton döküldüğünde sıkça kopmaktadır.

Şekil E.5'te, betonarmedeki takviye çubuklarına kuşaklama iletkenlerinin uygun olarak kaynaklanması gösterilmiştir.

Takviye çubuklarına kaynak yapılmasına izin verilmemesi durumunda, kelepçeler veya bu amaç için özel olarak belirlenen ilâve iletkenler kullanılmalıdır. Bu ilâve iletkenler, çelik, yumuşak çelik, galvanizli çelik veya bakırdan yapılabilir. İlâve iletkenler, takviye çeliğinin siperleme imkânlarının avantajlarından yararlanmak için, çok sayıda takviye çubuklarına sarılması suretiyle veya kelepçeler vasıtasıyla bağlanmalıdır.

#### **E.4.3.7 İnış iletkenleri**

Duvarlardaki veya beton kolonlardaki takviye çubukları ve çelik yapıya ait iskelet, doğal inış iletkenleri olarak kullanılabilir. Hava sonlandırma sistemi ile bağlantıyı kolaylaştırmak için çatı üzerinde bir sonlandırma eki sağlanmalı ve betonarme temel sadece toprak sonlandırma olarak kullanılmadığı takdirde, toprak sonlandırma sistemi ile bağlantıyı kolaylaştırmak amacıyla sonlandırma ekleri sağlanmalıdır.

Takviye çeliğinin özel bir çubuğu inış iletkeni olarak kullanıldığında, aynı konuma yerleştirilen çubuğun aşağı doğru bütün yol boyunca kullanılmasını sağlamak amacıyla toprağa kadar giden güzergâha dikkat edilmelidir. Böylelikle, doğrudan elektriksel süreklilik sağlanmış olur.

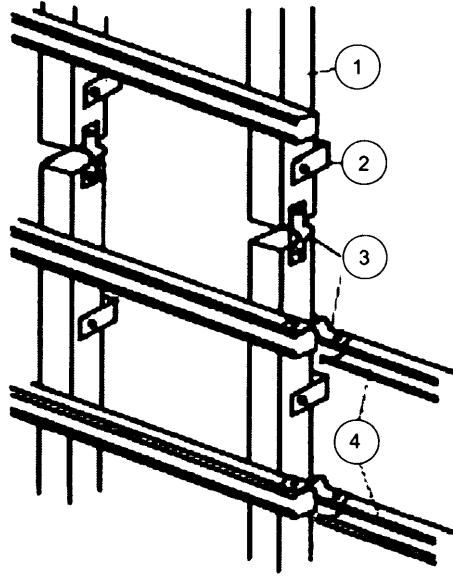
Çatıdan toprağa kadar düz bir yol oluşturan doğal inış iletkenlerinin düşey yöndeki sürekliliği garanti edilemediğinde, özel olarak belirlenen ilâve iletkenler kullanılmalıdır. Bu ilâve iletkenler takviye çeliğine sarılarak bağlanmalı veya kelepçelenmelidir.

İniş iletkeni için en doğru güzergâhtan şüphelenilmesi durumunda (diğer bir ifadeyle, mevcut binalar için), bir dış inış iletken sistemi ilâve edilmelidir.

Şekil E.4 ve Şekil E.8'de, betonarme yapılar için LPS'nin doğal bileşenlerine ait yapılaş ayrıntıları gösterilmiştir. Temel toprak elektrotları olarak betonarme elemanlarındaki çubukların kullanılması için Madde E.5.4.3.2'ye ayrıca bakılmalıdır.







### Açıklama

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 | Düşey çerçeve            |
| 2 | Duvara sabitleme elemanı |
| 3 | Bağlayıcılar             |
| 4 | Yatay çerçeve            |

**Şekil E.8b – Cephe desteklerinin bağlantısı**

### Şekil E.8 - Doğal iniş iletken sistemi olarak metal cephenin kullanılması ve cephe desteklerinin bağlantısı

Münferit kolonlardaki ve duvarlardaki iç iniş iletkenleri, bunlara ait çelik takviye çubukları vasıtasıyla birbirlerine bağlanmalı ve Madde 4.3'e göre elektriksel süreklilik ile ilgili şartlara uygun olmalıdır.

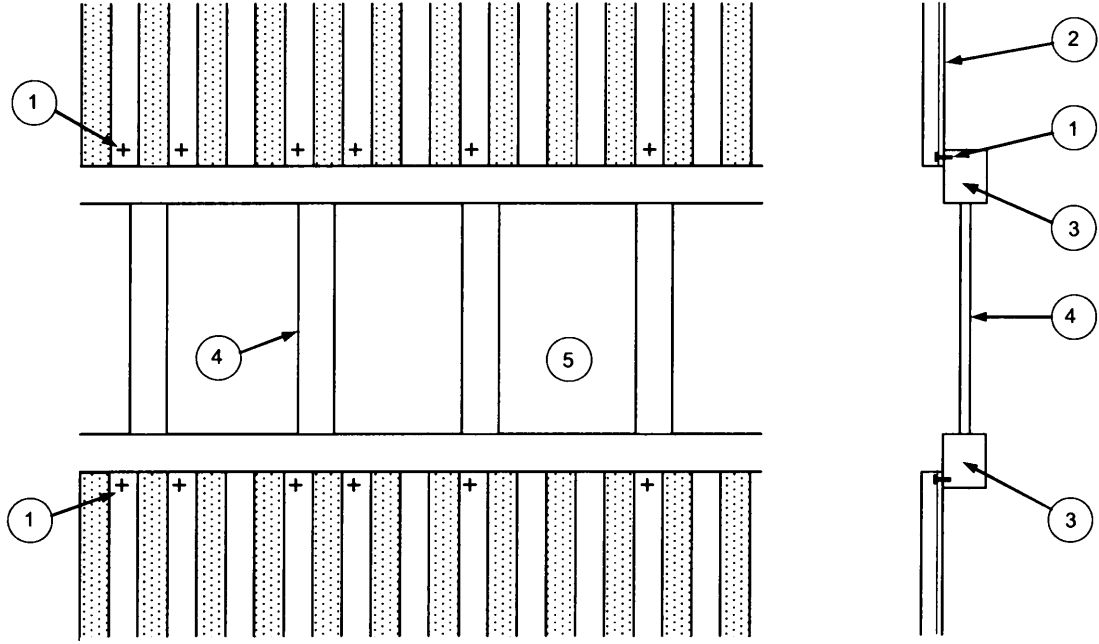
Münferit prefabrik beton elemanlarının çelik takviye çubukları ile beton kolonlar ve beton duvarlardaki takviye çubukları, çatılar ve döşemelerin betonu dökülmeden önce bu döşemeler ve çatılardaki takviye çubuklarına bağlanmalıdır.

Bulunduğu yerde beton dökülerek yapılan örnek olarak, duvarlar, kolonlar, merdivenler ve asansör boşlukları gibi bütün yapı elemanlarına ait takviye içinde çok sayıda sürekli iletken bölümler mevcuttur. Döşemelerin yerinde dökülen betonla yapılması durumunda, münferit kolonlar ve duvarlar içindeki iniş iletkenleri, yıldırım akımının düzgün dağılımını sağlamak amacıyla, bunlara ait takviye çubukları vasıtasıyla birbirlerine bağlanmalıdır. Döşemelerin prefabrik beton elemanları ile yapılmış olması durumunda, bu bağlantılar genellikle mevcut değildir. Ancak, ilâve küçük bir maliyetle, döşemelere ilâve bağlantı çubukları sokulmak suretiyle beton dökülmeden önce münferit prefabrik beton elemanlarına ait takviye çubuklarının kolonlar ve duvarlardaki takviye çubuklarına bağlamak amacıyla kullanılacak ekleri ve sonlandırmaları hazırlamak genel olarak mümkündür.

Asma cepheler olarak kullanılan prefabrik beton elemanları, kuşaklama bağlantıları olmadığı için, yıldırımdan korunmada etkili değildir. Yoğun bilgi işlem donanımı ve bilgisayar şebekelerinin bulunduğu ofis binaları gibi, bina içine yerleştirilen donanımla ilgili olarak daha etkili yıldırımdan korunmanın istenmesi durumunda, yıldırım akımının yapının dış yüzeyinin tamamından akabilecek şekilde bu gibi cephe elemanlarındaki takviye çubuklarının birbirlerine ve yapının yük taşıyan elemanlarındaki takviye çubuklarına bağlanması gereklidir (Şekil E.4).

Bir yapının dış duvarlarına sürekli şerit pencereler tesis edilirse, sürekli şerit pencerelerin üstünde ve altındaki prefabrik beton bölümlerin bağlantısının mevcut kolonlar vasıtasıyla yapılması veya bunların pencereler arasındaki mesafeye karşılık gelen daha küçük aralıklarla birbirlerine bağlanması seçeneklerinden hangisinin uygulanacağına karar verilmesi önemlidir.

Dış duvarlardaki iletken bölümlerin birlikte yoğun bir şekilde bulunması, yapı içindeki elektromanyetik siperlemeyi artırır. Şekil E.9 sürekli şerit pencerelerin metal cephe kaplamasına olan bağlantısını gösterir.



#### Açıklama

- 1 Cephe levha bölümü ile metal şerit pencere arasındaki ek
- 2 Metal cephe levhası
- 3 Yatay metal şerit
- 4 Düşey metal şerit
- 5 Pencere

**Şekil E.9 – Sürekli şerit pencerelerin metal cephe kaplaması ile bağlantısı**

Çelik yapılar iniş iletkenleri olarak kullanılırsa, her çelik kolon, EN 50164 serisine uygun olarak tasarlanmış özel kuşaklama noktaları vasıtası ile Şekil E.7'ye göre beton temeldeki çelik takviye çubuklarına bağlanmalıdır.

**Not -** Elektromanyetik siperleme amaçları için yapı duvarlarındaki çelik takviyenin kullanılması ile ilgili daha fazla bilgi için EN 62305-4'e bakılmalıdır.

Salonlar gibi geniş, alçak binalar olması durumunda, çatı sadece bina çevresinde değil aynı zamanda içteki kolonlarla da desteklenir. İç iniş iletkenleri oluşturarak kolonların iletken kısımları, tepede hava sonlandırma sistemine, döşemede eş potansiyel kuşaklama sistemine bağlanmalıdır. Bu durum bina içindeki tehlikeli kıvılcım atlmasını önler. Elektromanyetik girişimdeki artma, bu gibi iç iniş iletkenlerinin yakınında meydana gelir.

Çelik iskeletli yapılaşlarda genellikle cıvatalı ekler vasıtasıyla bağlanan çelik çatı kirişleri kullanılır. Cıvataların mekanik dayanıklılığı sağlamak amacıyla gerekli bir kuvvetle sıkılması şartıyla, bütün cıvatalı çelik bölümlerin, elektriksel olarak birbirlerine bağlandığı kabul edilebilir. İnce boya tabakaları, ilk yıldırım boşalma akımı ile delinir ve böylece iletken bir köprü oluşturulur.

Cıvata başlarının, cıvata somunlarının ve contaların oturma yüzeyini çıplak hale getirmek suretiyle, elektriksel bağlantı daha iyi bir duruma getirilebilir. Yapısal montajın tamamlanmasından sonra yaklaşık 50 mm uzunluğunda bir kaynak dikişi yapılması ile daha ileri seviyede iyileşme sağlanabilir.

Dış duvarların içinde/üstünde çok sayıda iletken bölümlere sahip mevcut yapılarda, bu iletken bölümlerin sürekliliği iniş iletkenleri olarak kullanılması için sağlanmalıdır. Bu teknik ayrıca, LEMP'e karşı koruma isteklerine ilâve olarak mimari tasarımın kültürel yönleri ilgili önemli isteklerin de yerine getirilmesi gerektiğinde tavsiye edilir.

Birbirlerine bağlı eş potansiyelliği sağlayan baralar ayrıca sağlanmalıdır. Eş potansiyelliği sağlayan her bara, dış duvarların ve döşemenin içindeki iletken bölümlere bağlanmalıdır. Bu durum, toprak seviyesinde ve takip eden her döşeme seviyesindeki yatay takviye baralarıyla bile sağlanabilir.

Mümkün olması durumunda, döşeme veya duvar içindeki çelik takviyeye bir bağlantı noktası sağlanmalıdır. Bağlantı, en az üç adet takviye çubuğuna yapılmalıdır.

#### **E.4.3.8 Eş potansiyellik**

Farklı döşemelerde takviyeye çok sayıda kuşaklama bağlantılarının yapılması gerekli olduğunda ve eş potansiyelliğin sağlanması ve yapının içteki boşluğunun siperlenmesi amacıyla beton duvarlardaki takviye çubuklarının kullanılarak düşük endüktanslı akım yollarının elde edilmesine özel önem verilmesi durumunda, ayrı döşemelerdeki betonun içine veya dışına halka iletkenler yerleştirilmelidir. Bu halka iletkenler, 10 m'den daha büyük olmayan aralıklarda düşey çubuklarla birbirlerine bağlanmalıdır.

Bu düzenleme, özellikle girişim akımına ait genlik değerinin bilinmediği durumlarda, daha büyük güvenilirliğe sahip olmasından dolayı tercih edilmelidir.

Kafes biçiminde bağlı iletken şebeke de tavsiye edilir. Bağlantılar, enerji besleme kaynağındaki bir arıza durumunda yüksek akımları taşıyacak şekilde tasarlanmalıdır.

Büyük yapılarda eş potansiyellik barası bir halka iletken olarak davranır. Bu gibi durumlarda çelik takviye baralarına olan bağlantı noktaları her 10 m'de yapılmalıdır. Yapı takviyesinin LPS'ye bağlantısı maksadıyla Madde 6.2.2 a)'daki bodrum katı için şart koşulanların dışında hiçbir özel tedbir gerekli değildir.

#### **E.4.3.9 Temelin toprak sonlandırma olarak kullanılması**

Büyük yapılarda ve sanayi tesisleri için temel normal olarak takviyedir. Madde 5.4'te belirtilen özelliklerin sağlanması şartıyla, bu gibi yapıların toprak yüzeyinin altındaki bölgede bulunan temel takviye çubukları, kalın temel beton tabakalar ve dış duvarlar, mükemmel bir temel toprak elektrotu oluşturur.

Temeldeki ve gömülü duvarlardaki takviye çubukları, temel topraklaması olarak kullanılabilir.

Bu metot, düşük maliyetli iyi bir topraklama sağlar. Buna ilâve olarak, yapının çelik takviyesinden oluşan metal mahfaza genel olarak yapıdaki elektrik güç beslemesi, haberleşme ve elektronik tesisler için iyi bir potansiyel referans sunar.

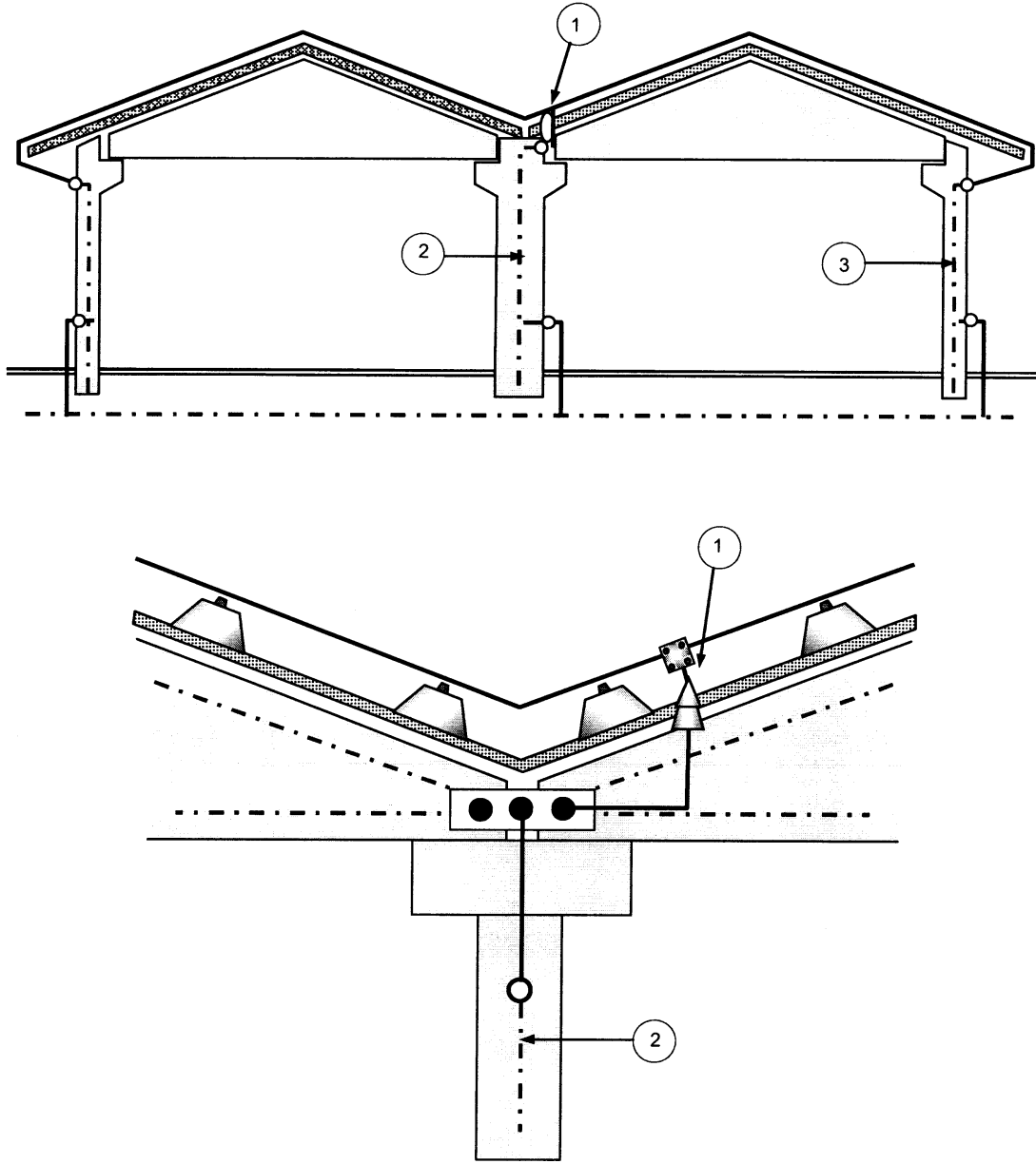
Telle sarılarak takviye çubuklarının birbirlerine bağlanmasına ilâve olarak, iyi ekler sağlamak amacıyla ilave bir kafesli metal şebeke tesisi tavsiye edilir. Bu ilave şebeke de takviye çeliğine telle bağlanmalıdır. Dış iniş iletkenlerine ait bağlantılar veya iniş iletkenleri olarak kullanılan yapı elemanları ve dıştan yerleştirilmiş toprak sonlandırmaya ait bağlantı için sonlandırma iletkenleri uygun noktalarda betondan dışarı çıkarılmalıdır.

Genel olarak bir temeldeki takviye, farklı düzenleme oranlarına izin vermek amacıyla yapının farklı bölümleri arasında boşluklar sağlanması durumu dışında, elektriksel olarak iletkenidir.

İletken yapı bölümleri arasındaki boşluklar, Madde 5.5'e uygun kelepçeler ve ekler kullanılarak Çizelge 6'ya uygun kuşaklama iletkenleri ile köprülenmelidir.

Bir temel üzerinde bulunan beton kolonlar ve duvarların takviye çubukları, temeldeki takviye çubuklarına ve çatinın iletken bölümlerine bağlanmalıdır.

Beton kolonları, duvarlar ve iletken bölümler için betonarme yapıdaki LPS tasarımı Şekil E.10'da gösterilmiştir.



### Açıklama

- 1 Su sızdırmaz bir geçit izolatöründen geçen LPS iletkeni
- 2 Beton kolondaki çelik takviye
- 3 Beton duvarlardaki çelik takviye

**Not** - Kolondaki takviye çeliği LPS'nin hava sonlandırma ve toprak sonlandırmasına bağlandığında, iç kolondaki çelik takviye doğal bir iç iniş iletkeni olur. Hassas elektronik cihazların kolonun yakına yerleştirilmesi durumunda, kolon yakınındaki elektromanyetik ortam dikkate alınmalıdır.

**Şekil E.10** – Sanayi yapılarındaki iç iniş iletkenleri

Takviyeye kaynak yapılmasına izin verilmediğinde, kolonlara ilave iletkenler tesis edilmeli veya bağlantılar deneyden geçirilen ekler vasıtasıyla yapılmalıdır. Bu ilave iletkenler, takviye çeliklerine sarılarak veya kelepçelenerek bağlanmalıdır.

Yapılışın tamamlanmasından ve bir eş potansiyel kuşaklama barası üzerinden binaya bütün hizmet tesislerinin bağlanmasından sonra, bakım programının bir bölümü olarak topraklama direncinin ölçülmesi (uygulamada) genellikle mümkün olmamaktadır.

Bazı şartlarda temel toprağının topraklama direncinin ölçülmesi mümkün değilse, yapıya yakın bir veya daha fazla referans toprak elektrotlarının tesis edilmesi, toprak elektrotu ve temel topraklama sistemi arasında bir devre ölçümü yapılmak suretiyle yıllar boyunca topraklama sistemine ait ortamdaki değişikliklerin izlenmesine yönelik muhtemel bir metot oluşturur. Ancak, iyi eş potansiyellik temel topraklama sisteminin esas avantajı olup, toprak direnci daha az önemli olmaktadır.

#### **E.4.3.10 Tesis işlemleri**

Bütün yıldırımdan korunma iletkenleri ve kelepçeler, LPS tesisçisi tarafından tesis edilmelidir.

Beton dökülmeden önce, LPS'nin tesisindeki gecikmenin sonucu olarak yapılış işi ile ilgili zaman planının aşılmasını sağlamak amacıyla, inşaat işleri müteahhidi ile yeterli süre için anlaşma sağlanmalıdır.

Yapılış sırasında düzenli olarak ölçmeler yapılmalı ve bir LPS tesisçisi inşaatı denetlemelidir (Madde 4.3).

#### **E.4.3.11 Prefabrik betonarme bölümler**

Yıldırımdan korunma için örnek olarak siperleme için iniş iletkenlerinin veya eş potansiyelliği sağlamak için iletkenlerin kullanılması gibi prefabrik betonarme bölümler kullanılırsa prefabrik takviye ile yapıdaki takviyenin basit bir şekilde daha sonra birbirlerine bağlanmasına izin vermek amacıyla, Şekil E.7'ye göre bağlantı noktaları bu prefabrik betonarme bölümlere tutturulmalıdır.

Bağlantı noktalarının yeri ve biçimi, prefabrik betonarme bölümlerin tasarımı sırasında tanımlanmalıdır.

Bağlantı noktaları, prefabrik beton bölüm içinde sürekli bir takviye çubuğunun bir kuşaklama ekinden bir sonraki eke kadar geçecek şekilde yerleştirilmelidir.

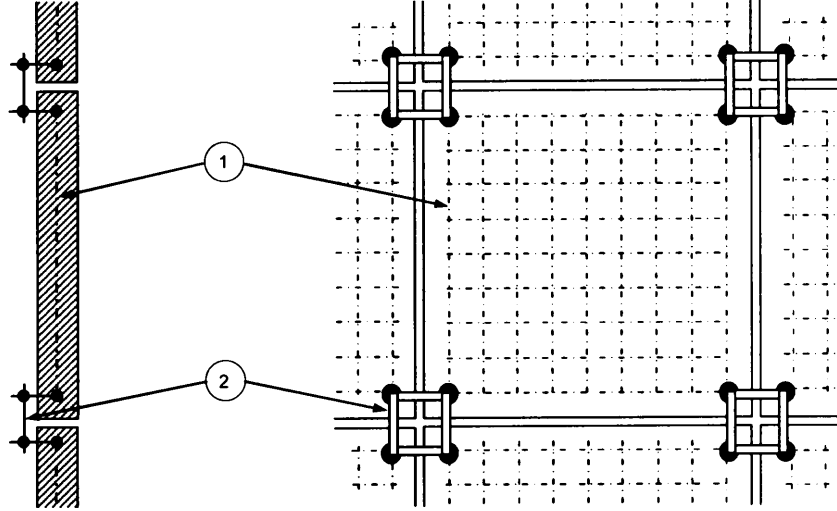
Bir prefabrik betonarme bölüm içindeki sürekli takviye çubuklarının düzenlenmesinin standart takviye çubukları ile yapılması mümkün olmadığında, ilâve bir iletken tesis edilmeli ve mevcut takviyeye sarılmalıdır.

Genel olarak, Şekil E.11'de gösterildiği gibi, levha şeklindeki prefabrik betonarme bölümün her köşesinde bir bağlantı noktası ve bir kuşaklama iletkeninin bulunması gereklidir.

#### **E.4.3.12 Genleşme ekleri**

Yapı kısımlarının yerleştirilmesine izin verilmesi şartıyla, yapı genleşme eklerine sahip çok sayıda kısımlardan meydana geldiğinde ve bina içine yerleştirilecek çok sayıda elektronik teçhizat tesis edildiğinde Çizelge 4'te belirtilen iniş iletkenleri arasındaki mesafenin yarısını aşmayan aralıklarda genleşme ekleri boyunca muhtelif yapısal kısımlara ait takviye arasında kuşaklama iletkenleri sağlanmalıdır.

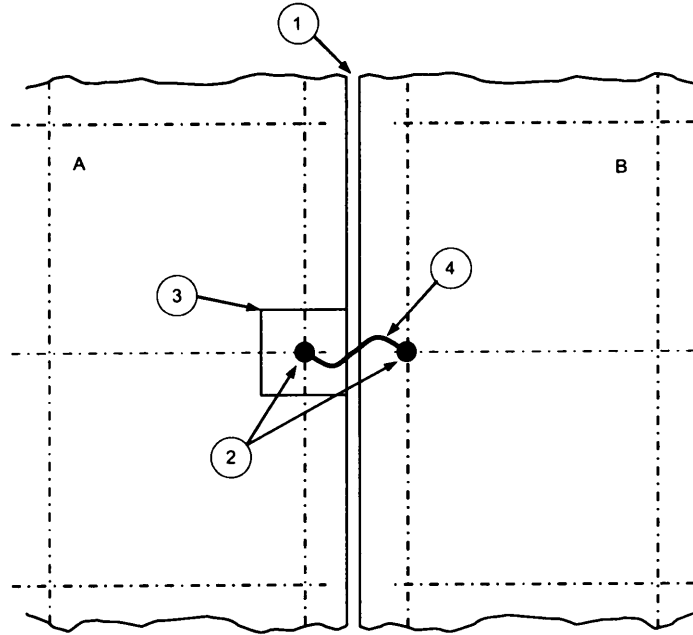
Düşük empedanslı eş potansiyelliği ve yapı içindeki boşluğun etkin bir şekilde siperlenmesini sağlamak için yapı kısımları arasındaki genleşme ekleri, Şekil E.11'de gösterildiği gibi, gerekli siperleme faktörüne bağlı olarak esnek veya kayan kuşaklama iletkenleri vasıtasıyla kısa aralıklarla bağlanmalıdır (1 m ile iniş iletkenleri arasındaki mesafenin yarısı arasında).



### Açıklama

- 1 Takviyeli ön döküm beton
- 2 Kuşaklama iletkenleri

**Şekil E.11a** – Cıvatalar veya kaynaklı iletken düzenler vasıtasıyla kuşaklama iletkenlerinin levha biçimindeki prefabrik betonarme bölümlerin üzerine tesis edilmesi



### Açıklama

- 1 Genleşme aralığı
- 2 Kaynaklı ek
- 3 Girinti
- 4 Esnek kuşaklama iletkeni
- A Takviyeli beton bölüm 1
- B Takviyeli beton bölüm 2

**Şekil E.11b** – Bir yapıdaki genişleme aralığını köprüleyen iki betonarme bölüm arasındaki esnek kuşakların yapılışı

**Şekil E.11** – Betonarme yapılarda kuşaklama iletkenlerinin ve iki betonarme bölüm arasındaki esnek kuşakların tesis edilmesi

## E.5 Dış yıldırımdan korunma sistemi

### E.5.1 Genel

Dış LPS iletkenlerinin konumlandırılması, LPS tasarımının temelini oluşturur ve korunacak yapının biçimine, gerekli koruma seviyesine ve kullanılan geometrik tasarım metoduna bağlıdır. Hava sonlandırma sistem tasarımı, genellikle iniş iletken sistemi, toprak sonlandırma sistemi ve iç LPS'nin tasarımına yön verir.

Bitişik binalar bir LPS'ye sahipse, izin verilebilir olduğu durumda bu LPS'ler incelenmekte olan binanın LPS'sine bağlanmalıdır.

#### E.5.1.1 Ayrılmamış LPS

Birçok durumda, korunacak yapıya dış LPS bağlanabilir.

Çarpma noktasındaki veya yıldırım akımını taşıyan iletkenler üzerindeki ısıl etkiler yapıya veya korunacak yapının içinde bulunanlara hasar verebildiğinde, LPS iletkenleri ile yanabilen malzeme arasındaki açıklık en az 0,1 m olmalıdır.

**Not** - Tipik durumlar aşağıda belirtilmiştir:

- Yanabilen kaplamalara sahip yapılar,
- Yanabilen duvarlara sahip yapılar.

#### E.5.1.2 Ayrılmış LPS

Kuşaklanmış iç iletken bölümlerden akan yıldırım akımı yapıya veya yapının içinde bulunanlara hasar verebildiğinde, ayrılmış dış LPS kullanılmalıdır.

**Not 1** - Ayrılmış bir LPS'nin kullanılması, yapıdaki değişikliklerin LPS'de değişiklik yapılabilmesinin gerekli olduğunun tahmin edilmesi durumunda uygun olabilir.

İletken yapısal elemanlara ve sadece toprak seviyesinde eş potansiyel kuşaklama sistemine bağlı LPS, Madde 3.3'e göre ayrılmış LPS olarak tanımlanır.

Ayrılmış LPS, korunacak yapıya bitişik hava sonlandırma çubukları veya direkleri tesis edilerek veya Madde 6.3'te belirtilen ayırma mesafelerine uygun olarak direkler arasına havai teller asılarak elde edilir.

Ayrılmış LPS, ayrıca Madde 6.3'te tanımlandığı gibi ayırma mesafesinin sağlanması ve hem yapıdaki iletken bölümlere ve hem de yapı içinde tesis edilen teçhizata bağlantı yapılmaması durumunda, toprak seviyesindeki toprak sonlandırma sistemine yapılan bağlantılar hariç olmak üzere tuğla veya ahşap gibi yalıtkan malzemeden oluşan yapı üzerine tesis edilir.

Yapı içinde bulunan iletken teçhizat ve elektriksel iletkenler, hava sonlandırma sistemi iletkenlerine ve iniş iletkenlerine Madde 6.3'te tanımlanan ayırma mesafesinden daha kısa mesafede tesis edilmemelidir. Daha sonra yapılacak bütün tesisler, ayrılmış LPS'ye ait özelliklere uygun olmalıdır. LPS tasarımı ve yapısından sorumlu müteahhit tarafından, bu özellikleri yapı sahibinin bilmesi sağlanmalıdır.

Yapı sahibi, bu özellikler ile ilgili olarak bina içinde ve üzerinde iş yapacak müteahhitlere bilgi vermelidir. Müteahhit bu özellikleri yerine getiremezse, bu tür işten sorumlu müteahhit yapı sahibine bilgi vermelidir.

Ayrılmış bir LPS'ye sahip bir yapıda tesis edilmiş teçhizatın bütün bölümleri, LPS tarafından korunan alan içine yerleştirilmeli ve ayırma mesafesi şartlarını sağlamalıdır. Yapı duvarlarına doğrudan bağlanan iletken sabitleme elemanları iletken bölümlere çok yakın ise, LPS ile içteki iletken bölümler arasındaki mesafenin Madde 6.3'te tanımlanan ayırma mesafesini aşmasını sağlamak için, LPS iletkenleri yalıtılmış bağlama elemanları üzerine monte edilmelidir.

**Not 2** – Yalıtılmış bağlama elemanları çevresel şartlar dikkate alınarak ayırma mesafelerine eşit veya bunlardan daha uzun olmalıdır.

Eş potansiyel kuşaklamaya bağlanmayan ve hava sonlandırma sistemine olan mesafenin ayırma mesafesini aşmadığı, ancak ayırma mesafesinin eş potansiyel kuşaklamaya olan mesafeyi aştığı bir mesafede bulunan gömülü iletken çatı bağlama elemanları, ayrılmış LPS'ye ait hava sonlandırma sistemine bağlanmalıdır. Bu nedenle bunun gibi yapılar ayrılmış olarak kabul edilmemeli, ancak eş potansiyel kuşaklamaya bağlanmamış gömülü iletken çatı bağlama elemanları olan bir yapı olarak kabul edilmelidir.

Bir çatı bağlama elemanının yakınında yapılan işlerde LPS tasarımı ve güvenlik talimatlarında, bu bağlama elemanları üzerindeki gerilimin bir yıldırım çarpması olayında hava sonlandırma sistemindekine kadar yükseleceği gerçeği dikkate alınmalıdır.

Ayrılmış LPS, yıldırım akımının yapı duvarlarından ve iç tarafa yerleştirilmiş teçhizat akmasının önlenmesi arzu edildiğinde, yoğun bir şekilde birbirleri ile bağlı iletken bölümlere sahip yapılar üzerine tesis edilmelidir.

Çelik yapılaş veya çelik betonarme gibi sürekli olarak birbirleriyle bağlantılı iletken bölümlerden oluşan yapılarda, ayrılmış LPS yapının bu iletken bölümlerine olan ayırma mesafesini muhafaza etmelidir. Yeterli ayırmayı sağlamak için, LPS iletkenleri, yalıtılmış iletken bağlama elemanları ile yapıya sabit bir şekilde tutturulabilir.

Kolonlar ve betonarme tavanların tuğla yapılarda sıkça kullanıldıkları dikkate alınmalıdır.

### E.5.1.3 Tehlikeli kıvılcım atlaması

LPS ile metal, elektriksel ve haberleşme tesisleri arasındaki tehlikeli kıvılcım atlaması aşağıdaki şekilde önenebilir:

- Ayrılmış bir LPS'de, yalıtım veya Madde 6.3'e göre ayırma yapılması ile,
- Ayrılmamış bir LPS'de, Madde 6.2'ye göre eş potansiyel kuşaklama veya yalıtım veya Madde 6.3'e göre ayırma yapılması ile.

## E.5.2 Hava sonlandırma sistemleri

### E.5.2.1 Genel

Bu standard, çubuklar, gerilmiş teller ve kafes biçimindeki iletkenler eş değer kabul edildiği için hava sonlandırma sisteminin seçimine yönelik kriterleri vermemiştir.

Hava sonlandırma sistemi ile ilgili düzenleme Çizelge 2'deki özelliklere uygun olmalıdır.

### E.5.2.2 Konumlandırma

Hava sonlandırma sisteminin tasarımı için, hava sonlandırmaya ait farklı bölümler tarafından oluşturulan koruma bölgelerinin çakışması ve yapının Madde 5.2'ye göre tamamen korunmasının sağlanması şartıyla, aşağıda belirtilen metotlar, bağımsız olarak veya bunların herhangi bir birleşimi biçiminde kullanılmalıdır:

- Koruma açısı metodu,
- Yuvarlanan küre metodu,
- Kafes metodu.

Bu üç metodun tamamı, LPS tasarımı için kullanılabilir. Metodun seçimi, korunacak yapının uygunluğu ve duyarlılığının uygulamadaki değerlendirilmesine bağlıdır.

Konumlandırma metodu LPS tasarımcısı tarafından seçilebilir. Ancak aşağıdaki hususlar geçerli olabilir:

- Koruma açısı metodu, basit yapılar veya büyük yapılardaki küçük bölümler için uygundur. Bu metot, LPS'nin seçilen koruma seviyesi ile ilgili yuvarlanan küre yarıçapından daha yüksek yapılar için uygun değildir.
- Yuvarlanan küre metodu, karmaşık biçimli yapılar için uygundur.
- Kafes metodu, genel amaçlı olup, genellikle düz yüzeylerin korunması için uygundur.

Yapının değişik bölümleri için kullanılan hava sonlandırma tasarım metodu ve LPS tasarım metotları, tasarım dokümantasyonunda açıkça belirtilmelidir.

#### E.5.2.2.1 Koruma açısı metodu

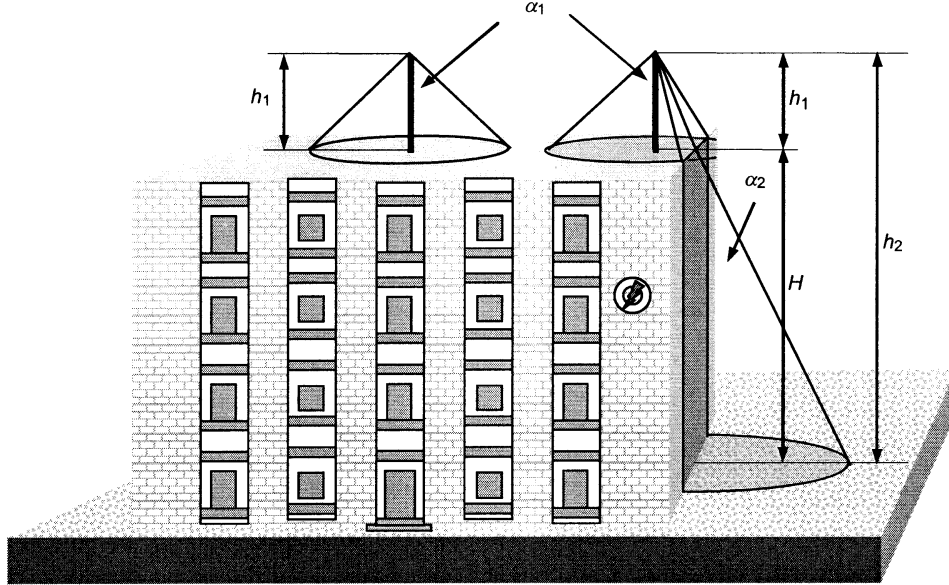
Hava sonlandırma iletkenleri, çubuklar, direkler ve teller, korunacak yapının bütün bölümleri, bütün yönlerde düşeyle  $\alpha$  açısı yapan hava sonlandırma iletkenleri üzerindeki noktaların referans düzlemindeki iz düşümü ile meydana gelen zarf yüzeyinin içinde olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

$h$  korunacak yüzeyden itibaren hava sonlandırmanın yüksekliği olup,  $\alpha$  koruma açısı Çizelge 2'ye uygun olmalıdır.



Tek nokta bir koni meydana getirir. Şekil A.1 ve Şekil A.2 korunan alanın LPS'deki farklı hava sonlandırma iletkenleri ile nasıl meydana getirildiğini gösterir.

Çizelge 2'ye göre  $\alpha$  koruma açısı, korunacak yüzeyden itibaren hava sonlandırmanın farklı yükseklikleri için farklıdır (Şekil A.3 ve Şekil E.12).



#### Açıklama

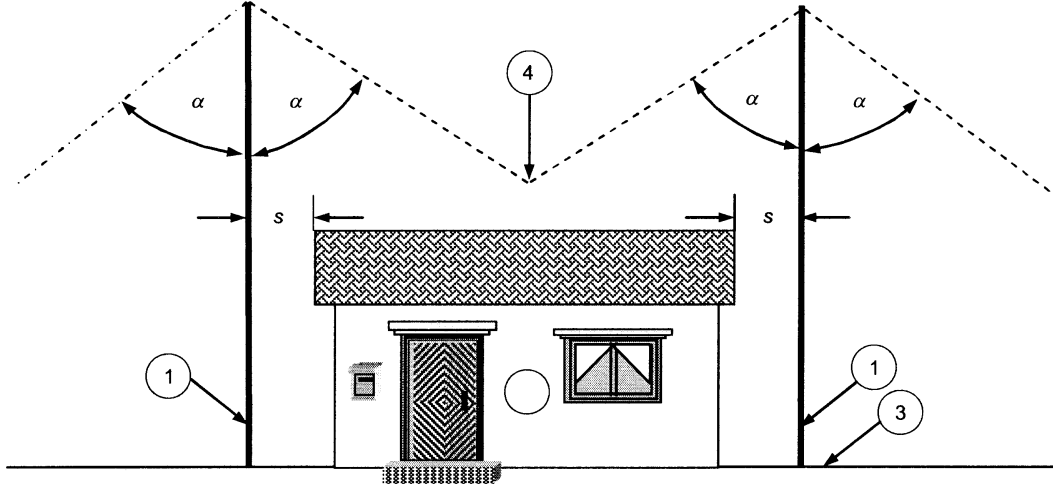
- H Toprak referans düzlemi üzerinde bina yüksekliği  
 $h_1$  Hava sonlandırma çubuğunun fiziksel yüksekliği  
 $h_2$   $h_1 + H$ , toprak üzerinde hava sonlandırma çubuğunun yüksekliği  
 $\alpha_1$   $h = h_1$  olması durumunda, hava sonlandırma yüksekliğine karşılık gelen koruma açısı, ölçülecek çatı yüzeyi (referans düzlem) üzerinde olan yükseklik  
 $\alpha_2$   $h_2$  yüksekliğine karşılık gelen koruma açısı

**Şekil E.12** - Çizelge 2'ye göre farklı yükseklikler için koruma açısı metodu hava sonlandırma tasarımı

Koruma açısı metodu, geometrik sınırlara sahip olup, Çizelge 2'de tanımlandığı gibi, H'nin yuvarlanan küre yarıçapı  $r$ 'den daha büyük olması durumunda, uygulanmayabilir.

Süslemeleri olan ve süslemelere ait koruma hacminin bina kenarında bulunduğu çatı üzerindeki yapıların korunması gerektiğinde, süslemeler yapı ile kenar arasına yerleştirilmelidir. Bunun mümkün olmaması durumunda, yuvarlanan küre metodu uygulanmalıdır.

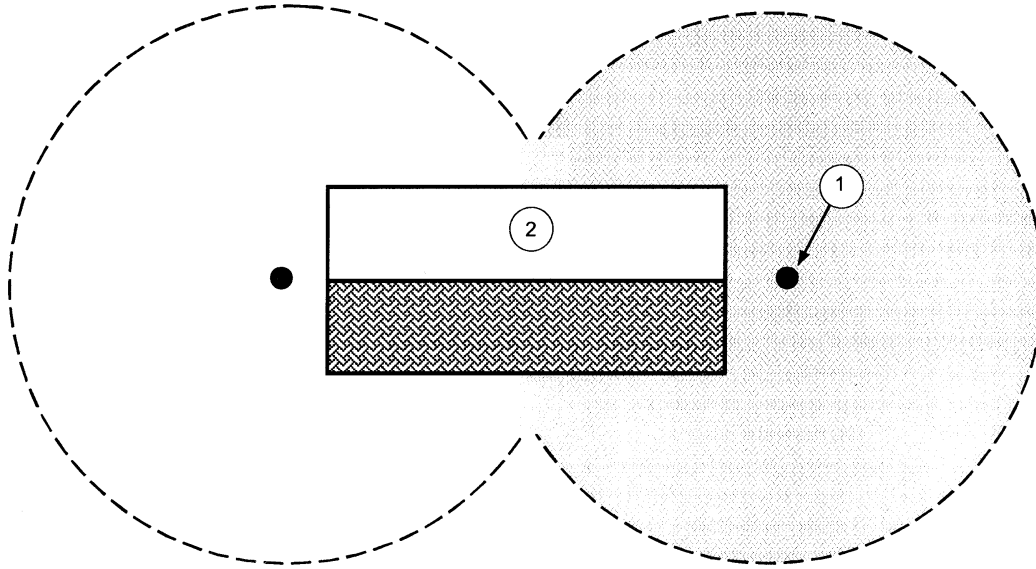
Koruma açısı hava sonlandırma tasarım metodu kullanılarak gerçekleştirilen hava sonlandırma tasarımı, ayrılmış LPS için Şekil E.13 ve Şekil E.14'te ve ayrılmamış LPS için ise Şekil E.15 ve Şekil E.16'da ayrıca gösterilmiştir.



### Açıklama

- 1 Hava sonlandırma direği
- 2 Korunan yapı
- 3 Referans düzlemi olarak alınan toprak
- 4 Koruma konileri arasındaki ara kesit
- s Madde 6.3'e göre ayırma mesafesi
- $\alpha$  Çizelge 2'ye uygun koruma açısı

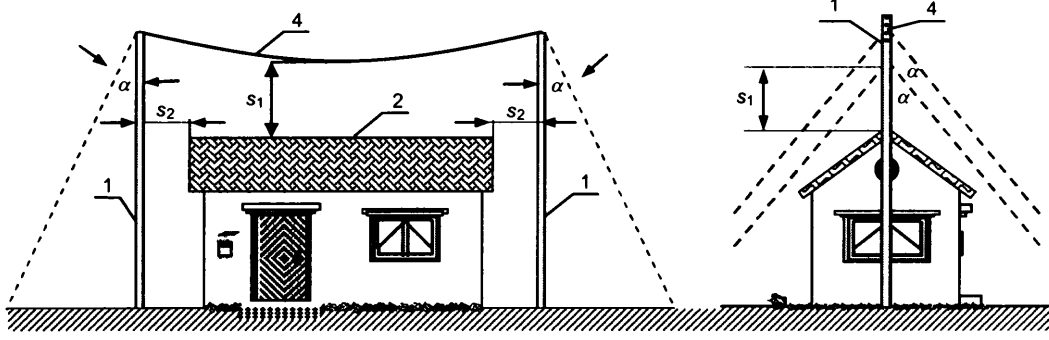
Şekil E.13a – Düşey bir düzlem üzerindeki iz düşümü



**Not** - İki çember, referans düzlem olarak toprak üzerindeki korunan alanı gösterir.

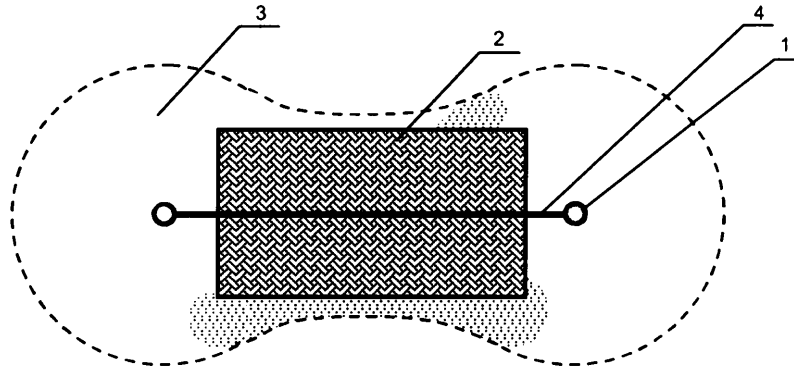
Şekil E.13b – Yatay referans düzlem üzerindeki iz düşümü

Şekil E.13 – Koruyucu hava sonlandırma tasarım metoduna göre tasarlanmış iki ayrılmış hava sonlandırma direği kullanan ayrılmış dış LPS



**Şekil E.14a** – İki direk içeren düşey bir düzlem üzerindeki iz düşüm

**Şekil E.14b** - İki direk içeren düzleme dik bir düşey düzlem üzerindeki iz düşüm



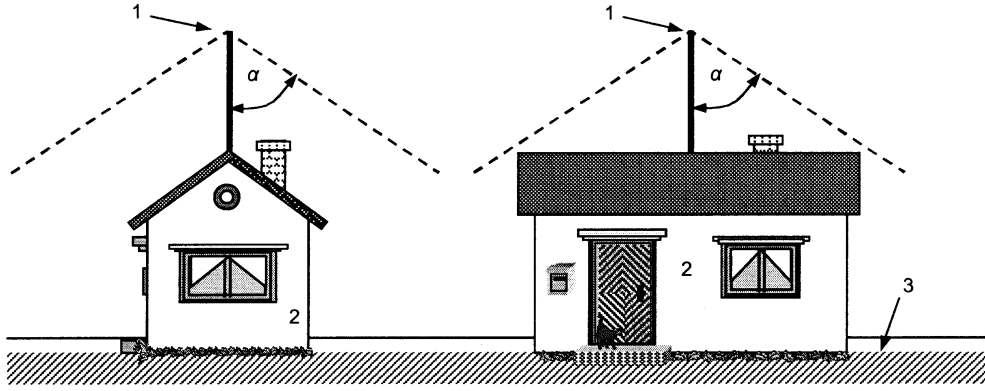
**Şekil E.14c** – Yatay referans düzlem üzerindeki iz düşüm

#### Açıklamalar

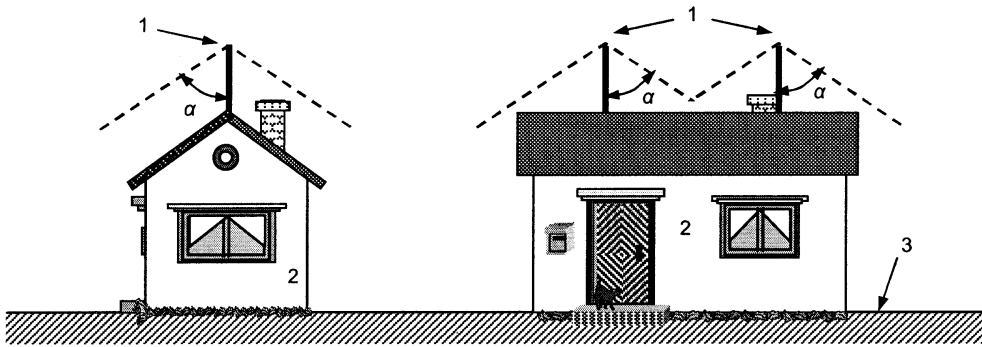
- 1 Hava sonlandırma direği
- 2 Korunan yapı
- 3 Referans düzlemi olarak alınan toprak
- 4 Yatay tel hava sonlandırma
- $s_1, s_2$  Madde 6.3'e göre ayırma mesafeleri
- $\alpha$  Çizelge 2'ye uygun koruma açısı

**Not** - Hava sonlandırma sistemi koruma açısı hava sonlandırma tasarım metoduna göre tasarlanır. Bütün yapı, korunan hacim içinde olmalıdır

**Şekil E.14** – Yatay zincir telle birbirlerine bağlanmış iki ayrılmış hava sonlandırma direkleri kullanan ayrılmış dış LPS



Şekil E.15a – Bir adet hava sonlandırma çubuğu kullanılmasına örnek



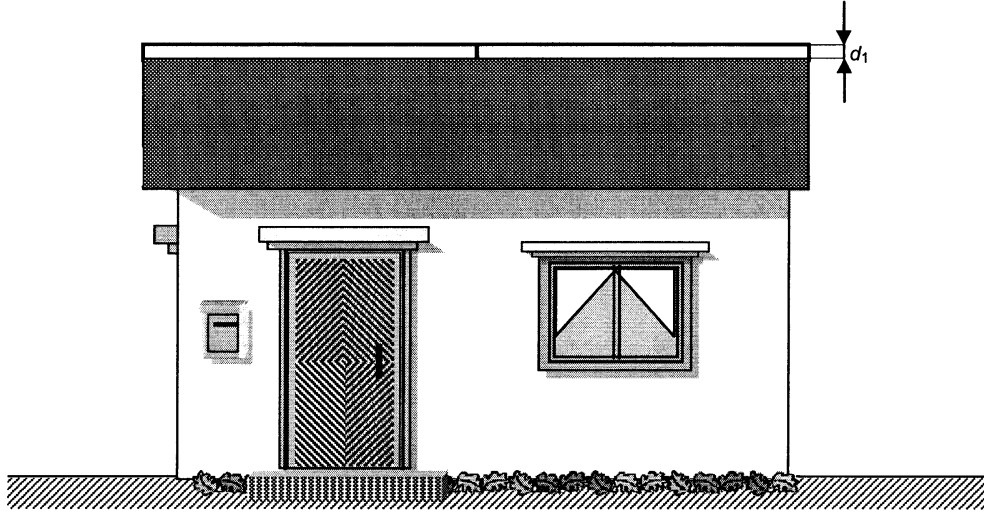
Şekil E.15b – İki adet hava sonlandırma çubuğu kullanılmasına örnek

#### Açıklama

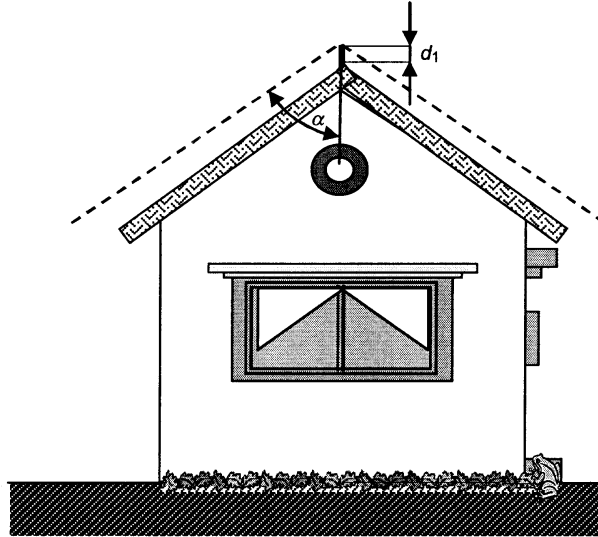
- 1 Hava sonlandırma çubuğu
- 2 Korunan yapı
- 3 Kabul edilen referans düzlem
- $\alpha$  Çizelge 2'ye uygun koruma açısı

**Not** - Yapının tümü, hava sonlandırma çubuklarına ait korunan hacmi içinde olmalıdır.

Şekil E.15 – Hava sonlandırma çubukları vasıtasıyla ayrılmamış bir LPS'nin hava sonlandırma tasarımına ait örnek



Şekil E.16a – İletken içeren düşey düzlem üzerindeki iz düşüm



Şekil E.16b – İletken içeren bir düzleme dik düşey düzlem üzerindeki iz düşüm

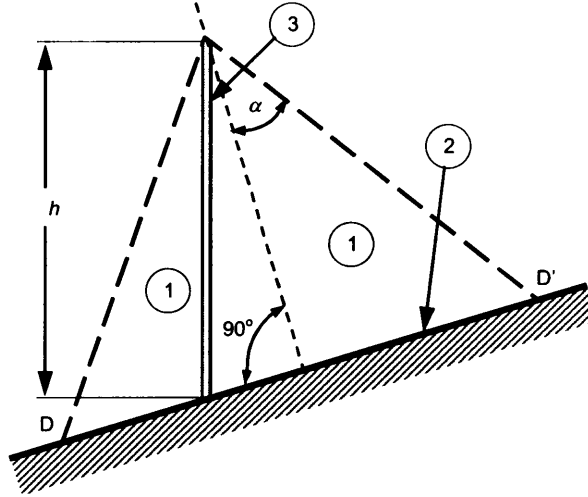
#### Açıklama

- $\alpha$  Çizelge 2'ye uygun koruma açısı  
 $d_1$  Çatıdan itibaren yatay telin mesafesi

**Not** - Bütün yapı korunan hacim içinde olmalıdır.

**Şekil E.16** – Koruma açısı hava sonlandırma tasarım metoduna göre yatay bir tel ile ayrılmamış hava sonlandırmaya ait tasarım örneği

Hava sonlandırma sisteminin yerleştirildiği yüzey eğimli ise, korunan bölgeyi oluşturan koni ekseninin hava sonlandırma çubuğu olması gerekmez. Ancak, koni tepesinin hava sonlandırma çubuğunun tepesine eşit olması şartıyla, koni eksenini hava sonlandırma çubuğunun yerleştirildiği yüzeye diktir (Şekil E.17).



#### Açıklamalar

- 1 Korunan hacim
- 2 Referans düzlem
- 3 Hava sonlandırma çubuğu
- 4 Direk
- h Çizelge 2'ye göre hava sonlandırmanın ilgili yükseklikleri
- $\alpha$  Koruma açısı
- D, D' Korunan alanın sınırı

**Şekil E.17** – Koruma açısı tasarım metodunun kullanıldığı eğimli bir yüzey üzerindeki hava sonlandırma çubuğu tarafından havanın korunan hacmi

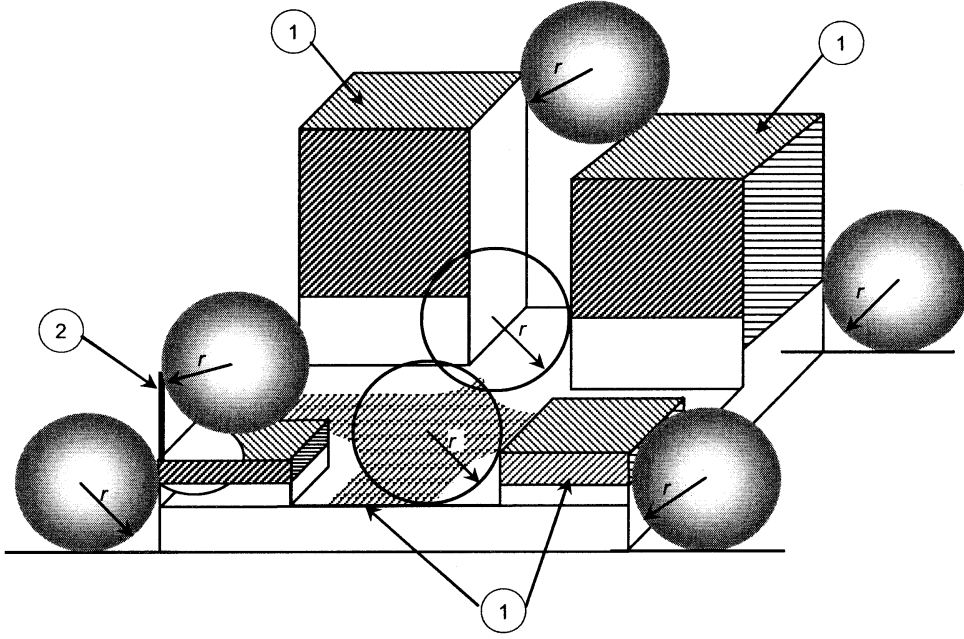
#### E.5.2.2.2 Yuvarlanan küre metodu

Çizelge 2 koruma açısı metodunun kullanılmasını hariç tuttuğunda, bir yapıya ait bölümlerin ve alanların korunan uzayını tanımlamak için yuvarlanan küre metodu kullanılmalıdır.

Korunacak hacmin hiç bir noktasının, muhtemel bütün yönlerde, toprak üzerinde, yapının etrafında ve tepesinde, yuvarlanan  $r$  yarıçaplı bir küre ile temas etmemesi durumunda, bu metod uygulanarak hava sonlandırma sisteminin konumlandırılması uygundur. Bu nedenle, küre sadece toprağa ve/veya hava sonlandırma sistemine temas etmelidir.

Yuvarlanan kürenin  $r$  yarıçapı LPS sınıfına bağlıdır (Çizelge 2). Yuvarlak kürenin yarıçapı yapıya çarpan yıldırım akımının tepe değeri ile ilişkilidir.  $r = 10 I^{0,65}$  dir. Burada  $I$ , kA olarak tanımlanmıştır.

Şekil E.18 yuvarlanan küre metodunun farklı yapılara uygulanmasını gösterir.  $r$  yarıçaplı küre, bir yıldırım iletkeni olarak davranma yeteneğine sahip toprak düzlemi ile temas eden toprak düzlemi veya herhangi bir kalıcı yapı veya cisimle karşılaşınca kadar yapının etrafında ve üzerinde yuvarlanır. Çarpma noktası, yuvarlanan kürenin yapıya değmesi ve bu gibi noktalarda hava sonlandırma iletkeni vasıtasıyla koruma istenmesi durumunda meydana gelebilir.



### Açıklamalar

- 1 Taralı alanlar, yıldırım yakalamaya açık olup, Çizelge 2'ye göre korunması gerekir.
- 2 Yapı üstündeki direk
- r Çizelge 2'ye göre yuvarlanan küre yarıçapı

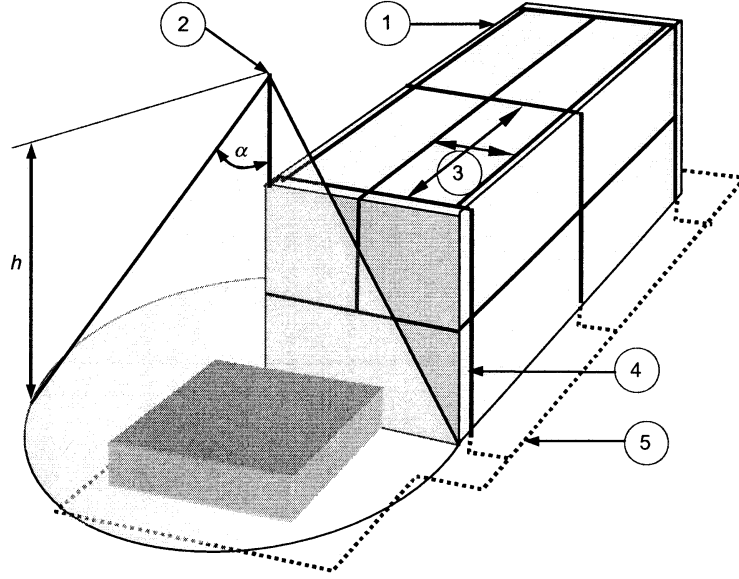
**Not** Yüzey çakmalarına karşı koruma Madde 5.2.3 ve Madde A.2'ye göre gereklidir.

### Şekil E.18 – Karmaşık biçimli bir yapı üzerindeki LPS hava sonlandırma iletken şebekesinin tasarımı

Yuvarlanan küre metodu, yapının çizimlerine uygulandığında, yapı hiçbir bölümün korunmamış bir bölgeye ve çizimler üzerinde sadece önden, yandan ve üstten görünüşleri dikkate alınır. Gözden kaçabilen bir noktaya çıkıntı yapmamasını sağlamak amacıyla bütün yönlerinden dikkate alınmalıdır.

Bir LPS iletkeni tarafından meydana getirilen korunmuş uzay, yuvarlanan kürenin iletkenle temas ettiğinde ve yapıya uygulandığında, bu kürenin nüfuz etmediği hacimdir.

Şekil E.19 kafes metodu, hava sonlandırma elemanlarının düzenlenmesi de dâhil yuvarlanan küre metodu ve koruma açısı metoduna göre LPS hava sonlandırma sistemi ile oluşturulan korumayı gösterir.



### Açıklamalar

- 1 Hava sonlandırma iletkeni
- 2 Hava sonlandırma çubuğu
- 3 Kafes büyüklüğü
- 4 İniş iletkeni
- 5 Halka iletkenli topraklama sistemi
- h Toprak seviyesi üzerinde hava bağlantı ucu yüksekliği
- $\alpha$  Koruma açısı

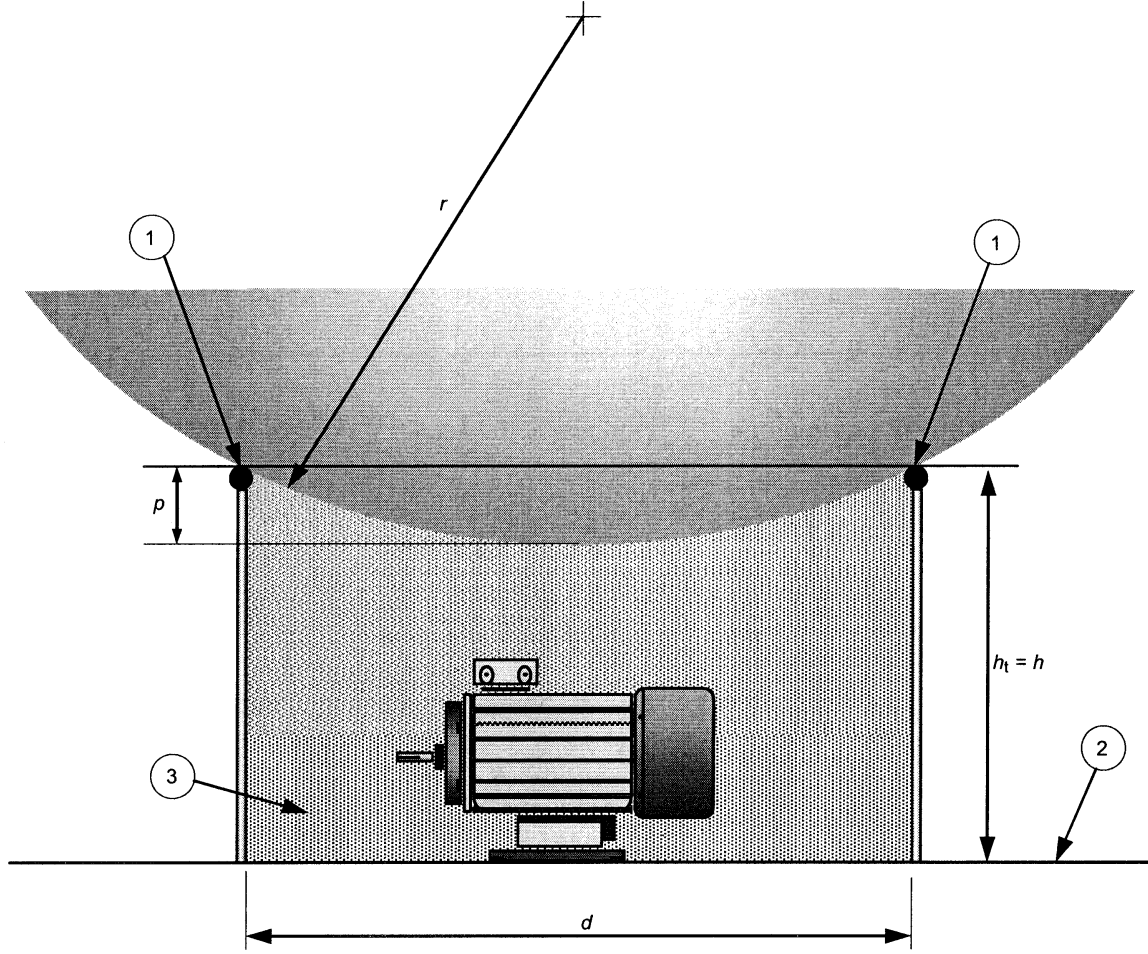
**Şekil E.19** – Koruma açısı metodu, kafes metodu ve hava sonlandırma elemanlarının genel düzenlenmesine göre LPS hava sonlandırma tasarımı

Şekil E.20'deki yatay referans düzlemi üzerine yerleştirilen iki paralel yatay LPS hava sonlandırma iletkenleri olması durumunda iletkenler arasındaki uzay içinde iletkenlerin bulunduğu seviyenin altında yuvarlanan kürenin nüfuz etme mesafesi  $p$ , aşağıdaki formülden hesaplanabilir:

$$p = r - \left[ r^2 - (d/2)^2 \right]^{1/2} \quad (E.2)$$

Nüfuz etme mesafesi  $p$ ,  $h_1$  'den korunacak cisimlerin yüksekliğinin çıkarılması ile elde edilen değerden daha küçük olmalıdır (Şekil E.20'deki motor).





### Açıklamalar

- 1 Yatay teller
- 2 Referans düzlemi
- 3 İki adet paralel hava sonlandırma yatay telleri veya iki adet hava sonlandırma çubukları ile korunan uzay
- $h_t$  Referans düzlemi üzerinde hava sonlandırma çubuklarının fiziksel yüksekliği
- $p$  Yuvarlanan kürenin nüfuz etme mesafesi
- $h$  Çizelge 2'ye göre hava sonlandırmanın yüksekliği
- $r$  Yuvarlanan küre yarıçapı
- $d$  İki adet paralel hava sonlandırma yatay telleri veya iki adet hava sonlandırma çubuklarını ayıran mesafe

**Not** Sonlandırmalar arasındaki uzay içinde bulunan cisimleri korumak için yuvarlanan küreye ait nüfuz etme mesafesi  $p$ ,  $h_t$ 'den korunacak cisimlerin en büyük yüksekliğinin çıkarılması ile elde edilen değerden daha küçük olmalıdır

**Şekil E.20** – İki adet paralel hava sonlandırma yatay telleri veya iki adet hava sonlandırma çubukları ile korunan uzay ( $r > h_t$ )

Şekil E.20'de gösterilen örnek, üç veya dört adet hava sonlandırma çubuğu için de geçerlidir. Örnek olarak, dört adet düşey çubuk aynı  $h$  uygulama yüksekliğine sahip karenin köşelerine yerleştirilir. Bu durumda, Şekil E.20'deki  $d$ , dört adet çubuğun oluşturduğu karenin köşegenlerine karşılık gelir.

Yıldırımın çarpacağı noktalar, yuvarlanan küre metodu kullanılarak belirlenebilir. Yuvarlanan küre metodu ile ayrıca, çarpmanın binanın hangi noktasında meydana gelme ihtimali de tanımlanabilir.

**Kafes metodu**

Düz yüzeyleri koruma amacı için aşağıdaki şartlar sağlanırsa, bütün yüzeyi korumak için kafes dikkate alınır.

a) Ek A'da belirtildiği gibi, hava sonlandırma iletkenleri;

- Çatı kenarları,
- Çatı saçakları,
- Çatı eğimi 1/10'u aşarsa çatı sırtları,
- Yapı yüksekliğinin % 80'inden daha yüksek seviyelerde, 60 m'den daha yüksek yapıların yan yüzeyleri üzerinde

konumlandırılır.

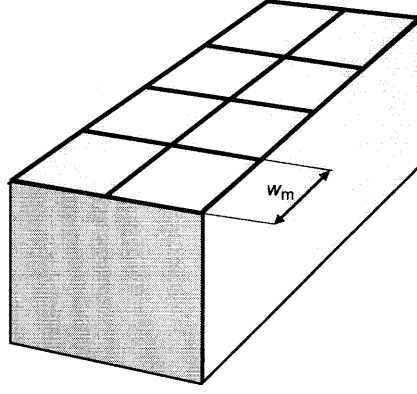
b) Hava sonlandırma şebekesinin kafes boyutları, Çizelge 2'de verilen değerlerden daha büyük olmamalıdır,

c) Hava sonlandırma sistem şebekesi, yıldırım akımı daima en az iki ayrı metal yoldan toprağa akacak şekilde gerçekleştirilir ve hiç bir metal tesis hava sonlandırma sistemleri ile korunan hacim dışına taşmaz,

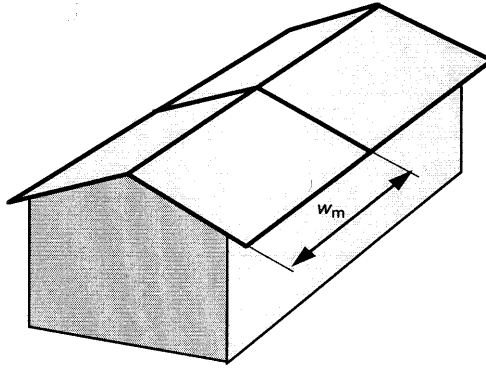
**Not** - Çok sayıda iniş iletkeni, ayırma mesafesinin azalmasına sebep olur ve bina içinde elektromanyetik alan şiddetini azaltır (Madde 5.3).

d) Hava sonlandırma iletkenleri için mümkün olduğunca kısa ve düz güzergâhtakip edilir.

Hava sonlandırma kafes metot tasarımı kullanan ayrılmamış LPS'ye ait örnekler, düz çatılı yapı için Şekil E.21a'da, eğimli çatıya sahip yapılar için Şekil E.21b'de gösterilmiştir. Şekil E21c'de, endüstriyel bina üzerinde bulunan LPS'ye ait bir örnek verilmiştir.



**Şekil E.21a** – Düz çatılı yapı üzerindeki LPS hava sonlandırma

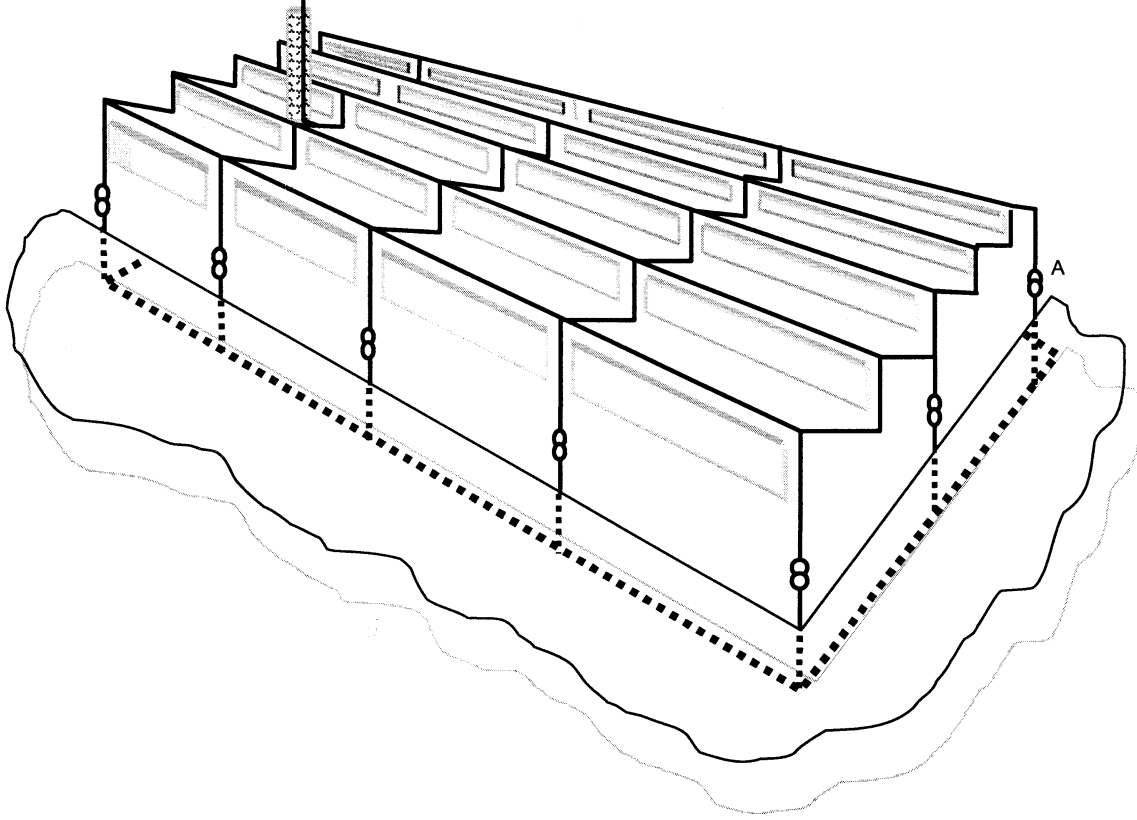


**Açıklama**

w Kafes büyüklüğü

**Not** - Kafes büyüklüğü Çizelge 2'ye uygun olmalıdır.

**Şekil E.21b** – Eğimli çatılı yapılar üzerindeki LPS hava sonlandırma sistemi



### Açıklama

A Deney eki

**Not** - Bütün boyutlar, Çizelge 1 ve Çizelge 2'ye göre seçilen koruma seviyesine uygun olmalıdır.

**Şekil E.21c** – Sundurma çatılı yapı üzerindeki LPS

**Şekil E.21** – Kafes metodu hava sonlandırma tasarımına göre ayrılmamış LPS hava sonlandırma tasarımına ait üç örnek

### E.5.2.3 Yüksek yapıların yüzeyine olan çakmalara karşı hava sonlandırmalar

60 m'den daha yüksek yapılarda yan yüzeylerin en üstteki % 20'lik kısmı hava bağlantı uçları ile donatılmalıdır. 60 m'den daha az olan korunacak bu yüzeyin bölümü için koruma ihmal edilebilir.

**Not 1** – 60 m ile 80 m arasında yüksekliği olan yapılar için korunan alanın 60 m'ye genişletilmesi gerekli değildir.

**Not 2** - Binanın üst bölümündeki duvarın dışında hassas bölümlerin (örnek olarak, elektronik teçhizat) mevcut ise, bunlar yatay süslemeler, kafes iletkenler veya eşdeğeri gibi özel hava sonlandırma tedbirleri ile korunmalıdır.

### E.5.2.4 Yapılış

#### E.5.2.4.1 Genel bilgiler

İletken kesiti Çizelge 6 ve EN 50164 serisine uygun ise bir iletken için izin verilebilen en büyük sıcaklık aşılmaz

Yanabilen malzemeden yapılan çatı veya duvar, aşağıdaki tedbirlerden biri veya birden fazlası kullanılmak suretiyle, LPS iletkenlerinin ısınmasına neden olan yıldırım akımının tehlikeli etkisinden korunmalıdır:

- Kesit alanı artırılarak iletkenlerin sıcaklığının azaltılması,
- İletkenlerle çatı kaplaması arasındaki mesafenin artırılması (ayrıca Madde 5.2.4),
- İletkenlerle alev alabilen malzeme arasına ısı koruyucu bir tabakanın sokulması.

**Not-** Araştırmalar, ucu küt olan hava sonlandırma çubuklarının kullanılmasının avantajlı olduğunu göstermiştir.

#### E.5.2.4.2 Ayrılmamış hava sonlandırma

Hava sonlandırma iletkenleri ve iniş iletkenleri, iniş iletkenleri üzerinde yeterli akım dağıtımını sağlamak için çatı seviyesinde iletkenler vasıtasıyla birbirlerine bağlanmalıdır.

Çatı üzerindeki iletkenler ile hava sonlandırma çubuklarının bağlantıları iletken veya iletken olmayan ayırıcılar ve sabitleme elemanları kullanılarak çatıya tespit edilebilir. Duvar yanmayan malzemedan yapılmışsa, iletkenler duvar yüzeyi üzerine de konumlandırılabilir.

**Not** - Daha fazla ayrıntı için EN 50164 serisine bakılmalıdır.

Bu iletkenlerle ilgili tavsiye edilen sabitleme merkezleri Çizelge E.1 gösterilmiştir.

#### Çizelge E.1 – Önerilen sabitleme merkezleri

Düzenleme	Şerit, örgülü ve yumuşak çekilmiş yuvarlak iletkenler için sabitleme merkezleri mm	Yuvarlak katı iletkenler için sabitleme merkezleri mm
Yatay yüzeyler üzerindeki yatay iletkenler	500	1000
Düşey yüzeyler üzerindeki yatay iletkenler	500	1000
Topraktan 20 m'ye kadar düşey iletkenler	1000	1000
20 m ve üzeri düşey iletkenler	500	1000

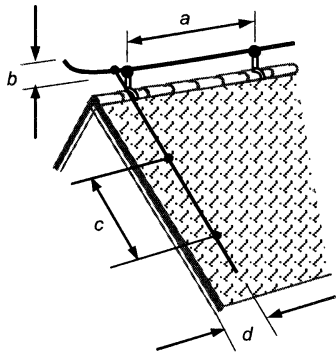
**Not 1** - Bu çizelge, özel inceleme gerektirebilen gömme tipli sabitleme elemanlarına uygulanmaz.

**Not 2** - Ortam şartlarının değerlendirilmesi (bir başka ifadeyle beklenen rüzgâr yükü) dikkate alınmalıdır. Bu tavsiye edilenlerden farklı sabitleme merkezleri gerekli olabilir.

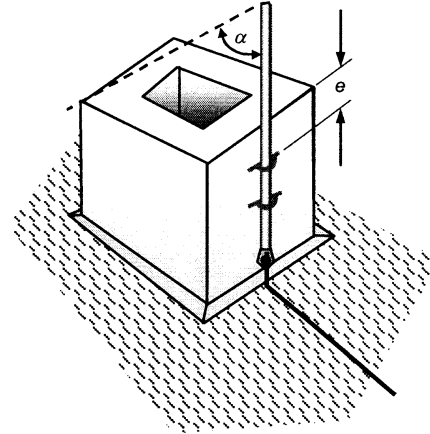
Çatı sırtı olan küçük evlerde ve benzeri yapılarda, çatı iletkeni çatının sırtı üzerine tesis edilmelidir. Yapının, tamamen çatı sırtına yerleştirilen iletken vasıtasıyla oluşturulan koruma alanı içinde olması durumunda, en az iki iniş iletkeni, yapının karşılıklı köşeleri ile uçgen teşkil eden çatı kenarları üzerinden indirilmelidir.

Çatı kenarındaki olukların Madde 5.2.5'e uygun olması şartıyla, bunlar doğal iletkenler olarak kullanılabilir

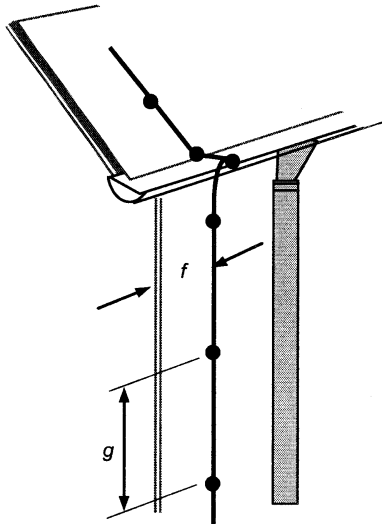
Çatı üzerindeki iniş iletkenlerinin ve eğimli çatısı olan bir yapıdaki iniş iletkenlerinin düzenlenmesine ait bir örnek Şekil E.22a, Şekil E.22b ve Şekil E.22c'de gösterilmiştir.



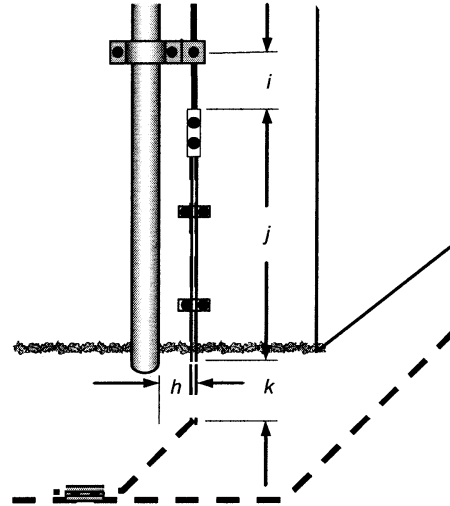
**Şekil E.22a** – Eğimli bir çatı sırtı üzerine hava sonlandırma iletkeni ile çatı iniş iletkeninin tesisi



**Şekil E.22b** – Koruma açısı hava sonlandırma tasarım metodu kullanılarak bacanın korunması için hava sonlandırma çubuğunun tesisi



**Şekil E.22c** – Oluğa bağlı iniş iletkeninin tesisi



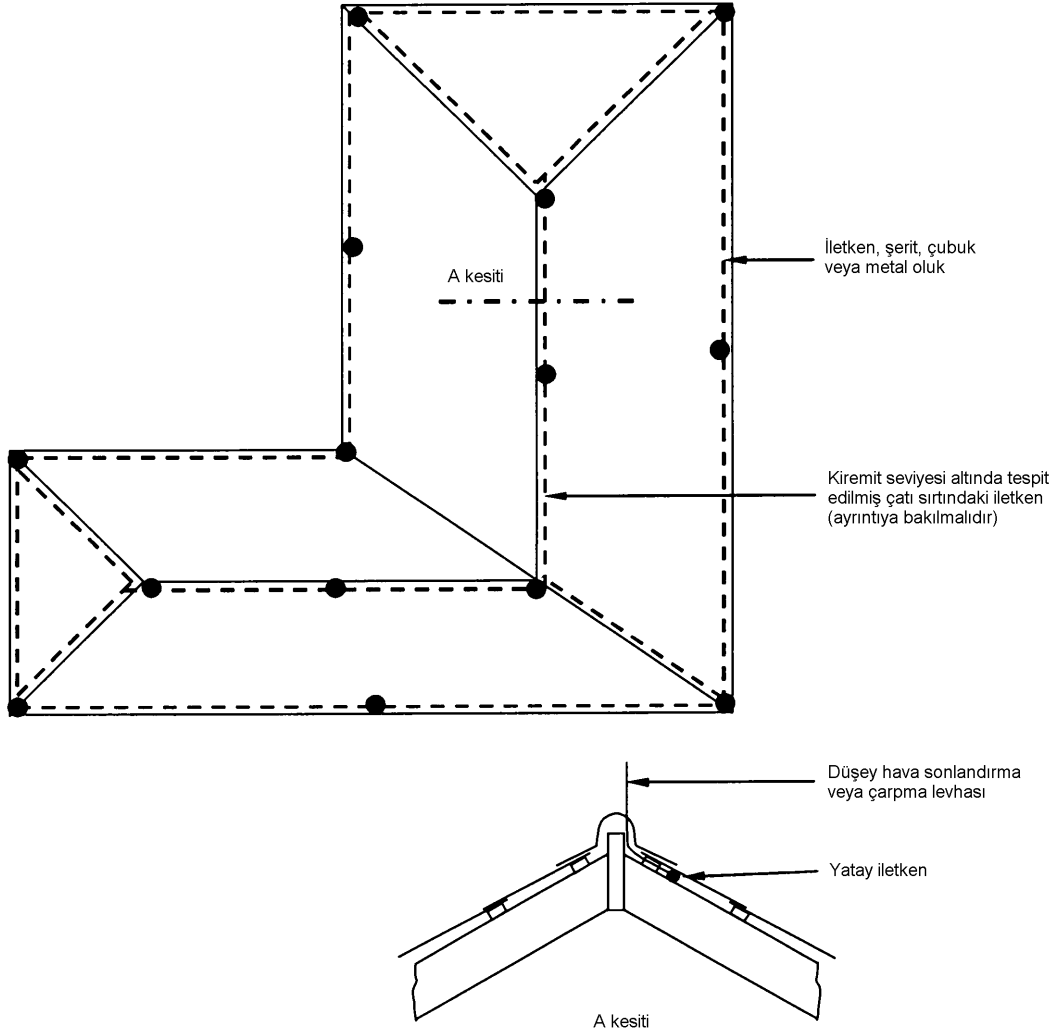
**Şekil E.22d** – Bir iniş iletkenine deney ekinin tesisi ve tahliye borusuna kuşaklama

Uygun boyutlara ait örnekler:

a	1 m
b	0,15 m (zorunlu değildir)
c	1 m
d	Mümkün olduğunca kenara yakın
e	0,2 m
f	0,3 m
g	1 m
h	0,05 m
i	0,3 m
j	1,5 m
k	0,5 m
$\alpha$	Çizelge 2'ye göre koruma açısı

**Şekil E.22** – Kiremitle kaplı eğimli çatılasahip bir yapı üzerindeki LPS ayrıntılarına ait dört örnek

Şekil E.23 gizlenmiş iletkenleri bulunan LPS örneğini gösterir.



### Açıklama

— — Gizli iletken

- Kısa aralıklarda (< 10 m) veya < 5 m aralıklardaki çarpma levhalarındaki düşey hava sonlandırma (0,3 m yükseklikte çıplak düşey çubuk)

**Şekil E.23** – Eğimli çatılara sahip, 20 m'den daha yüksek olmayan binalar için hava sonlandırma ve gözle görülmeyen iletkenler

Uzun yapılar olması durumunda, Çizelge 4'e uygun ilâve iletkenler çatı sırtına monte edilen hava sonlandırma iletkenlerine bağlanmalıdır.

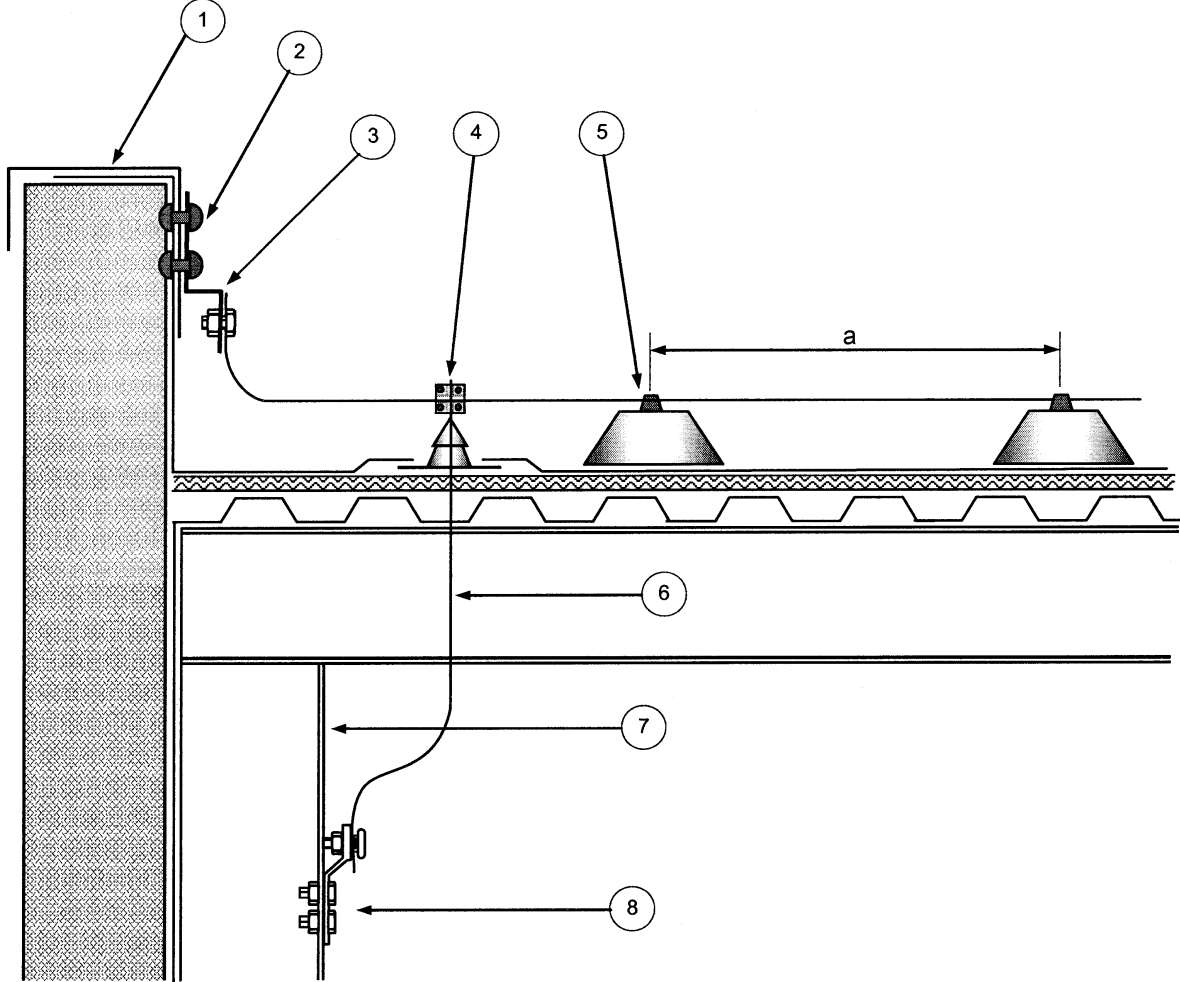
Geniş tavan çıkıntıları olan binalarda, çatı sırtındaki iletken sırtın sonuna kadar uzatılmalıdır. Çatının üçgen biçimindeki kenarlarında, çatı sırtındaki iletkenin altına bir iletken bağlanmalıdır.

Uygulanabilir olması durumunda, hava sonlandırma iletkenleri, bağlama iletkenleri ve iniş iletkenleri düz bir güzergâh takip edecek şekilde tesis edilmelidir. İletken olmayan çatılarda, iletken çatı kiremitlerinin altına veya tercihen üzerine yerleştirilebilir. Kiremitlerin altına yapılan montajın basit ve daha az korozyon riski taşıması avantajı olmasına rağmen, yeterli sabitleme metotlarının mevcut olması durumunda, iletken doğrudan bir çakmayı yakaladığında kiremitlerin hasar görme riskini azaltmak üzere, iletkenin kiremitlerin üstüne (diğer bir ifadeyle dıştan) yerleştirilmesi daha iyidir. Kiremitler üzerine iletkenin monte edilmesi, ayrıca muayene işlemini de kolaylaştırır. Kiremitlerin altına yerleştirilen iletkenler, tercihen, çatı seviyesi üzerinde çıkıntı yapan ve 10 m'den fazla olmayan aralıklarla yerleştirilen kısa düşey süslemelerle sağlanmalıdır. 5 m'den fazla olmayan aralıklarla yerleştirilmesi şartıyla, uygun açık metal levhalarda kullanılabilir (Şekil E.23).

Düz çatılı yapılarda, çevre iletkenleri, çatının dış kenarlarına mümkün olduğunca yakın tesis edilmelidir.

Çatı yüzeyi Çizelge 2'de belirtilen kafes büyüklüğünü aştığında, ilâve hava sonlandırma iletkenleri tesis edilmelidir.

Bir yapının eğimli çatısı üzerindeki hava sonlandırma iletkenleri için bağlama elemanları ile ilgili yapış ayrıntılarına ait örnekler, Şekil E.22a, Şekil E.22b ve Şekil E.22c'de gösterilmiştir. Düz bir çatı üzerindeki bağlantı elemanları ile ilgili yapış ayrıntılarına ait bir örnek Şekil E.24'te verilmiştir.



### Açıklamalar

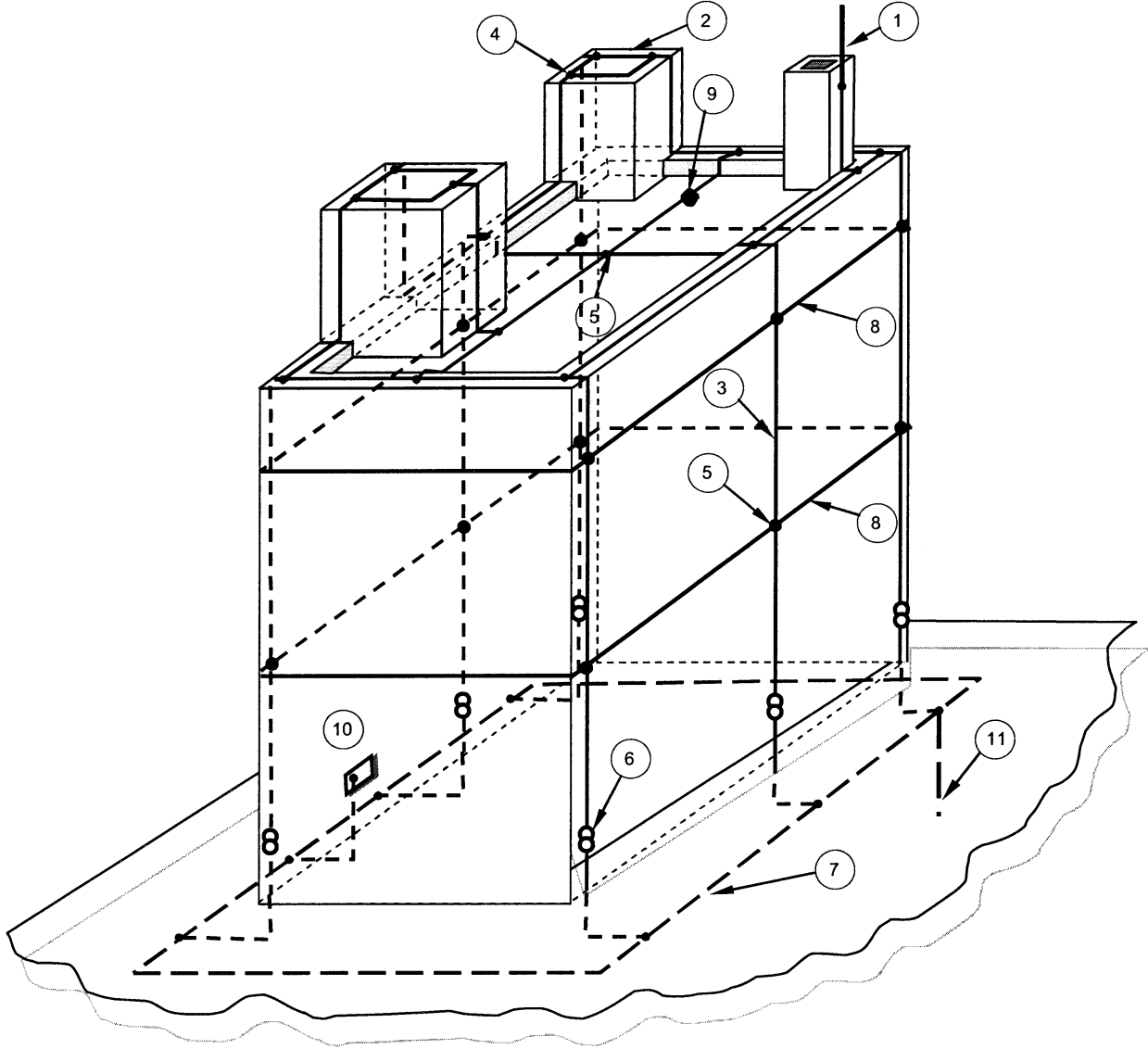
- $a$  500 mm ilâ 1000 mm, Çizelge E.1  
 1 Çatı siperi  
 2 Ek  
 3 Esnek iletken  
 4 T ekleri  
 5 Hava sonlandırma iletkeni tespit elemanı  
 6 LPS'nin geçtiği su geçirmez geçit izolatörü  
 7 Çelik kiriş  
 8 Ek

**Not** - Çatı siperi üzerindeki metal kaplama, bir hava sonlandırma iletkeni olarak kullanılır ve LPS'nin doğal iniş iletkeni olarak kullanılan çelik kirişe bağlanır.

**Şekil E.24** – Bina çatısı üzerinde doğal bileşenleri kullanan LPS'nin yapış



Şekil E.25, ahşap veya tuğla gibi yalıtkan malzemeden yapılan düz çatılı yapı üzerindeki dış LPS'nin konumunu göstermektedir. Çatı tespit elemanları, korunacak uzay içindedir. Yüksek yapılarda, bütün iniş iletkenlerine bağlı bir halka iletken yapının dış cephesine tesis edilir. Bu halka iletkenler arasındaki mesafeler, Madde 5.3.1'e uygun olmalıdır. Yuvarlanan küre yarıçapı seviyesi altındaki halka iletkenlere, eş potansiyelliği sağlama iletkenleri olarak ihtiyaç vardır.



#### Açıklama

- 1 Hava sonlandırma çubuğu
- 2 Yatay hava sonlandırma iletkeni
- 3 İniş iletkeni
- 4 T tipi ek
- 5 Çapraz tip ek
- 6 Deney eki
- 7 B tipi topraklama düzenlemesi, halka toprak elektrotu
- 8 Eş potansiyelliği sağlayan halka iletken
- 9 Çatı tespit elemanı bulunan düz çatı
- 10 İç LPS'nin eş potansiyelliği sağlayan bara bağlantısı için bağlantı ucu
- 11 Düşey toprak çubuğu

**Not** - Eş potansiyelliği sağlayan halkaya uygulanır. İniş iletkenleri arasındaki mesafe Çizelge 4'teki özelliklere uygundur.

**Şekil E.25** – Düz çatılı ve çatı tespit elemanları olan 60 m'ye kadar yükseklikteki ahşap veya tuğla gibi yalıtkan malzemeden yapılan yapı üzerindeki dış LPS'nin konumu

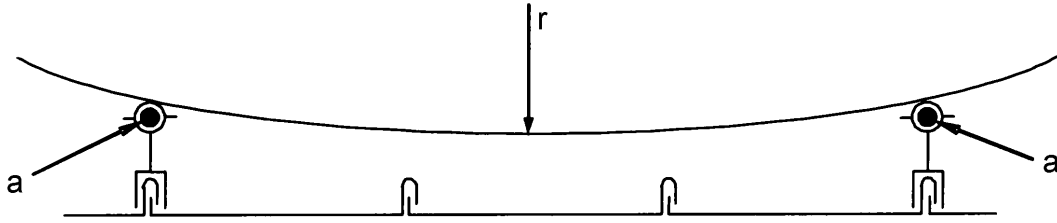
LPS iletkenleri ve çubukları, rüzgâr veya iklimden ve çatı yüzeyinde yapılan çalışmadan dolayı meydana gelen zorlamaya karşı dayanma yeteneğine sahip olacak şekilde güvenli bir biçimde mekanik olarak bağlanmalıdır.

Dış duvarların siperinin başlığı mekanik korunması amacıyla sağlanan metal kaplama, eriyen metalle hiçbir yangın çıkma riski yoksa, Madde 5.2.5'e göre hava sonlandırmanın doğal bileşeni olarak kullanılabilir. Alev alabilirlik, metal kaplama altındaki malzemenin tipine bağlıdır. Kullanılan malzemenin alev alabilirliği, müteahhit tarafından teyit edilmelidir.

Başka tip çatılarda olduğu gibi, metal çatılar üzerinde çatı sızdırmazlık düzenlemesi, yıldırım çakması ile delinebilir. Böyle bir durumda çarpma noktasından uzak bir noktada çatıya su girebilir veya sızabilir. Bu olasılığın önüne geçilmesi durumunda, hava sonlandırma sistemi tesis edilmelidir.

Işık kubbeleri ile duman ve ısı çıkış kapakları normal olarak kapalıdır. Bu kapakların korunması ile ilgili tasarım, korumanın açık, kapalı ve bütün ara konumlardaki kapaklar için uygulanabilirliğinin zorunlu olup olmadığına karar vermek amacıyla, alıcı/binanın sahibi ile müzakere edilmelidir.

Madde 5.2.5'e uygun olmayan iletken levhadan yapılmış çatı kaplamaları, erimenin yıldırım çarpma noktasında olduğu kabul edildiğinde, hava sonlandırma sistemleri olarak kullanılabilir. Bu kabul edilmezse iletken çatı levha kaplaması, yeterli yükseklikte bulunan hava sonlandırma sistemi ile korunmalıdır (Şekil E.20 ve Şekil E.26).



#### Açıklama

- r Yuvarlanan küre yarıçapı, Çizelge 2  
a Hava sonlandırma iletkenleri

**Not** - Yuvarlanan küre, sabit eklenti yerleri dâhil, metal çatının herhangi bir bölümüne dokunmamalıdır.

**Şekil E.26** – Kaplamadaki delinmenin kabul edilebilir olmadığı durumda iletken kaplamaya sahip çatı üzerine hava sonlandırma şebekesinin yapılışı

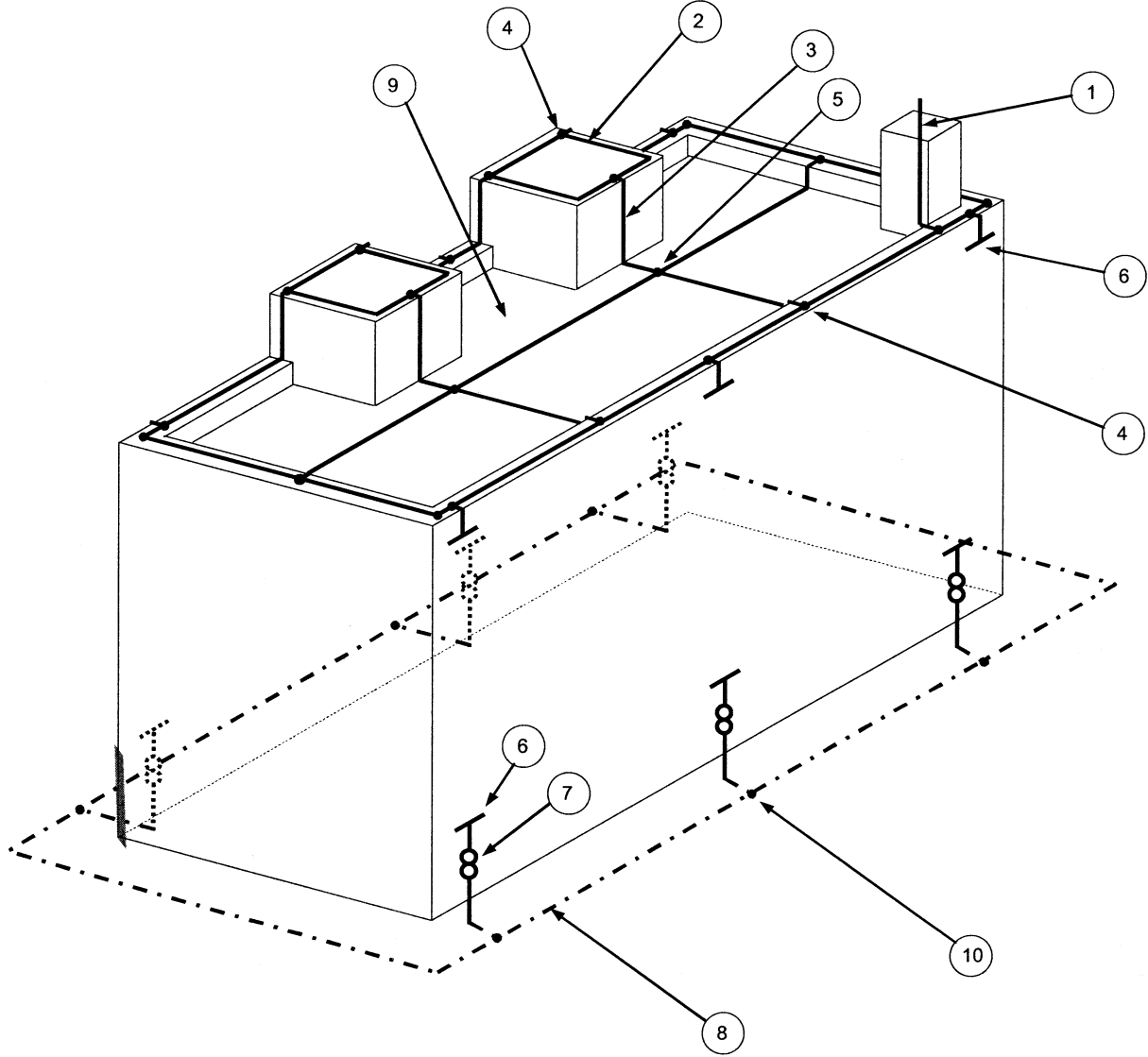
İletken destekler gibi iletken olmayan desteklere izin verilir.

İletken destekler kullanıldığında, çatı levhasına olan bağlantı kısmî yıldırım akımına dayanmalıdır (Şekil E.26).

Şekil E.24, çatı alanı kenarında hava sonlandırma iletkeni olarak çatı siperini kullanan doğal hava sonlandırma sistemine ait bir örneği gösterir.

Çatı yüzeyi üzerinde gömülü olarak monte edilen ve çıkıntı yapan yapılar, hava sonlandırma çubukları vasıtasıyla korunmalıdır. Alternatif olarak, dışardan eklenen metal bölümler, Madde 5.2.5'e uygun olmadıkça, LPS'ye kuşaklanmalıdır.

Şekil E.27, beton içindeki doğal iniş iletkenleri ile hava sonlandırmanın bağlantısına ait bir örneği gösterir.



### Açıklamalar

- 1 Hava sonlandırma çubuğu
- 2 Yatay hava sonlandırma iletkeni
- 3 İniş iletkeni
- 4 T tipi ek
- 5 Çapraz tip ek
- 6 Çelik takviye çubuklarına bağlantı (Madde E.4.3.3 ve Madde E.4.3.6)
- 7 Deney eki
- 8 B tipi topraklama düzenlemesi, halka toprak elektrotu
- 9 Çatı tespit elemanları bulunan düz çatı
- 10 T tipi ek, korozyona dayanıklı

**Not** - Yapının çelik takviyesi Madde 4.3'e uygun olmalıdır. LPS'ye ait bütün boyutlar, seçilen koruma seviyesine uygun olmalıdır.

**Şekil E.27** – Doğal bileşenler olarak dış duvarlardaki takviyeyi kullanan çelik betonarme yapı üzerine dış LPS'nin yapılışı



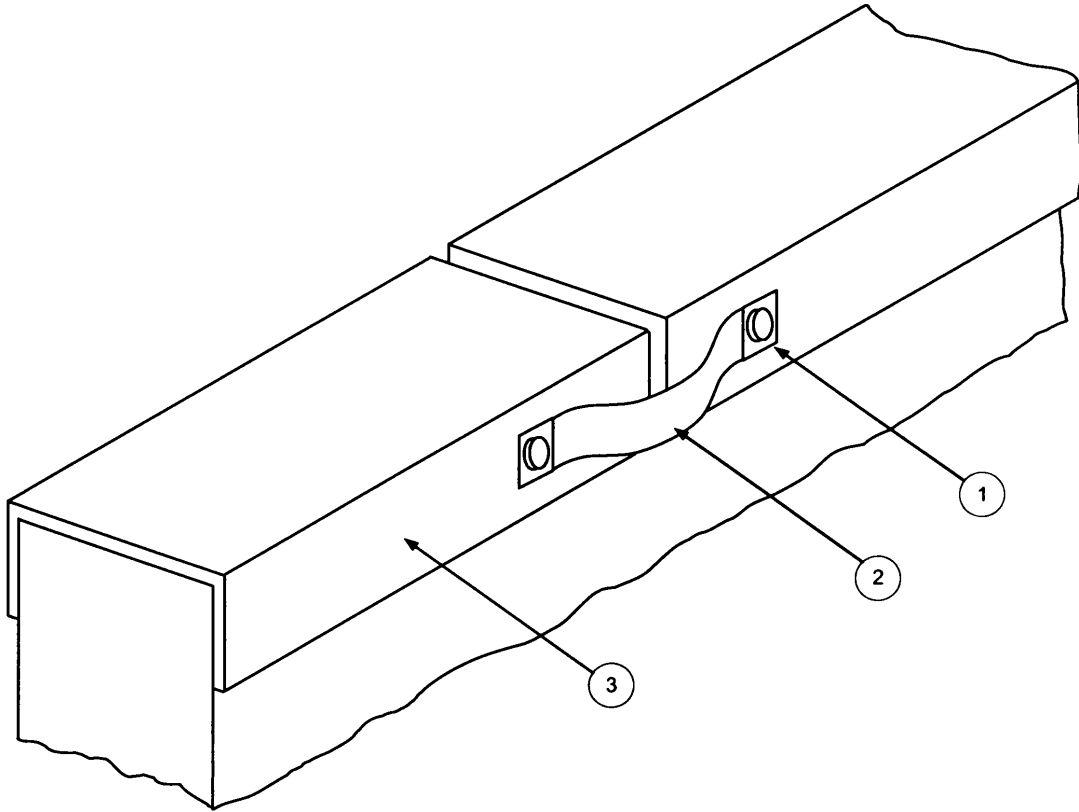
Düşey iletkenler olması durumunda, elle erişilme imkânı olan alan göz önüne alınmalıdır. Gerekli ayırma mesafesi, engellerle önlem almak veya koruyucu kablo çekmek suretiyle elde edilebilir.

Yıldırım fırtınalar sırasında, girişlerde yıldırım çakmaları tehlikesine dikkat çeken ikazlar bulunmalıdır.

Dokunma ve adım gerilimleri, çatının en az 50 mm kalınlığında bir asfalt tabakası ile kaplanması durumunda, dikkate alınmayabilir. Buna ilâve olarak, çatı Madde 4.3'e uygun sürekliliğe sahip birbirlerine bağlı takviye çelikleri ile betonarme biçiminde yapılırsa, adım gerilimleri dikkate alınmayabilir.

#### E.5.2.4.2.2 İnsanlar tarafından erişilemeyen çatılara sahip düz çatılı, çelik betonarme yapılar

Bir dış hava sonlandırma sistemini birleştiren insanların erişemediği düz bir çatı üzerinde, hava sonlandırma iletkenleri Şekil E.27'de gösterildiği gibi tesis edilmelidir. Şekil E.24 ve Şekil E.30'da gösterildiği gibi, çatı üzerinde eş potansiyel halka iletkeni olarak çatı siperi üzerindeki metal kaplama kullanılabilir.



#### Açıklama

- 1 Korozyona dayanıklı ek
- 2 Esnek iletken
- 3 Siperin metal kaplaması

**Not-** Uygun malzeme seçimi ve korozyonu önlemek için iyi ek tasarımı ile köprüleme iletkenlerine özel önem verilmelidir.

#### Şekil E.30 – Metal siper kaplamalarında elektriksel sürekliliği sağlama metodu

Şekil E.27, bir çatıya kafes biçimindeki iletkenlerin tesis edilme metodunu gösterir.

Yapının çatısı üzerindeki su geçirmez tabakada geçici mekanik hasar kabul edilebilir olduğunda, çatıdaki düz alanı örten hava sonlandırma kafesi, Madde 5.2.4'e uygun betondaki takviye çubuklarından oluşan doğal hava sonlandırma iletkenleri ile değiştirilebilir. Kabul edilebilir bir alternatif ise, LPS hava sonlandırma iletkenlerinin beton çatı üzerine doğrudan tespit edilebilmesidir.

Genellikle, beton çatı takviyesine olan yıldırım çakması su geçirmez tabakada hasar meydana getirir. Daha sonra yağmur suyu, çelik takviye çubuklarında hasar oluşturacak korozyona sebep olabilir. Korozyondan dolayı betonun mekanik dayanımında azalma olmasına izin verilmezse, çelik betonarmeye doğrudan yıldırım çakmaları önleyen hava sonlandırma sistemi tesis edilmeli ve tercihen takviye çeliğine kuşaklanmalıdır.

Dış duvarların mekanik koruması için sağlanan metal kaplama (siper kaplaması), eriyen metal vasıtasıyla yangın tutuşma riski yoksa, Madde 5.2.5'e göre hava sonlandırma sisteminin doğal bileşenleri olarak kullanılabilir.

Çizelge 3'e uygun olmayan iletken çatı kaplama levhaları, yıldırım çakma noktasındaki erimenin katlanılabilir olduğu durumda, hava sonlandırma iletkenleri olarak kullanılabilir. Katlanılabilir değilse, çatının iletken levha kaplaması yeterli yükseklikteki hava sonlandırma sistemi ile korunmalıdır (Şekil E.20 ve Şekil E.26). Bu durumda, yuvarlanan küre metodu uygulanmalıdır. Bu metoda uygun olması için kafes büyüklüğü daha küçük olmalı ve olağan kafes biçimli hava sonlandırma sistemininkinden daha yüksek desteklere sahip olmalıdır.

İletken destekler kullanıldığında, çatı levhasına olan bağlantı, kısmî yıldırım akımına dayanmalıdır

Şekil E.24, çatı alanı kenarlarında hava sonlandırma iletkeni olarak çatı siperini kullanan doğal hava sonlandırmasına ait bir örneği gösterir.

Bina yüzünde geçici hasar oluşmasının ve kırılan betondan kopan 100 mm'ye kadar olan parçaların yapıdan düşmesi kabul edilebilir olduğunda, Madde 5.2 çatıdaki halka iletkenin yerine betondaki çelik takviyeden meydana gelen doğal halka iletkenin kullanılmasına izin verir.

Ancak, Madde 5.2.5'te verilen hava sonlandırmalara ait şartları sağlamayan metal bölümler çatı alanı bölgesi içinde farklı yıldırım akımını taşıyan bölümleri bağlamak amacıyla kullanılabilir.

#### **E.5.2.4.2.3 Yapıda yeterli siperleme sağlanması**

Bir yapının dış duvarları ve çatısı, yapıdaki elektrik ve bilgi işlem teçhizatını korumak için elektromanyetik siperleme olarak kullanılabilir ( EN 62305 -2, Ek B ve EN 62305-4).

Şekil E.27, iniş iletkenleri olarak ve mahfaza içine alınmış uzayın elektromanyetik siperlemesi olarak birbirlerine bağlı takviye çeliğini kullanan çelik betonarme yapıya ait bir örneği belirtir. Daha fazla ayrıntı için EN 62305-4'e bakılmalıdır.

Çatı üzerinde hava sonlandırma sistemi bölgesi içinde, en az bir boyutu 1 m'den daha büyük olan bütün iletken bölümler, bir kafes oluşturacak şekilde birbirlerine bağlanmalıdır. Kafes biçimli siper, çatı kenarında ve ayrıca Madde 6.2'ye uygun çatı alanı içindeki diğer noktalarda hava sonlandırma sistemine bağlanmalıdır.

Şekil E.24 ve Şekil E.30, doğal hava sonlandırma olarak çatı siperini ve doğal iniş iletkenleri olarak çelik iskeleti kullanan iletken iskelete sahip yapılar üzerindeki hava sonlandırmaların yapılışını gösterir.

Bir LPS'de doğal bileşenlerin elektriksel sürekliliğinin nasıl sağlandığına dair bir örnek Şekil E.30'da verilmiştir.

Çizelge 2 ile karşılaştırıldığında çelik yapılardaki kafes büyüklüğünün küçültülmüş olmasının bir sonucu olarak, yıldırım akımı birçok paralel iletkenler üzerinden dağıtılır. Bu durumun düşük elektromanyetik empedans oluşturması ve sonuç olarak Madde 6.3'e uygun olarak, ayırma mesafeleri azaltılır ve tesisler ile LPS arasındaki gerekli ayırma mesafeleri gerekli değildir.

Pek çok yapıda, çatı, yapının en az siperli bölümüdür. Bu nedenle, çatı yapılarında siperleme verimliliğini artırmak için özel dikkat edilmelidir.

Çatıda iletken olmayan yapısal elemanlar birbirine bağlı olmadığında, çatıdaki iletken açıklıklarını düşürmek suretiyle siperleme etkisi artırılabilir.

#### **E.5.2.4.2.4 Gömülü olarak monte edilen veya çatıdan dışarı çıkan çatı tespit elemanlarının korunması**

Metal, gömülü olarak monte edilen çatı tespit elemanları veya çatıdan dışarı çıkan tespit elemanlarının korunması için kullanılan hava sonlandırma çubukları, korunacak tespit elemanlarının tamamen hava sonlandırma çubuğuna ait yuvarlanan küre uzayı içinde bulunmasını veya Çizelge 2'ye uygun olarak tamamen koruma açısının meydana getirdiği koni içinde olmasını sağlayacak yükseklikte olmalıdır. Hava sonlandırma çubukları ile çatı tespit elemanları arasındaki ayırma mesafesi, Madde 6.3'te verilen yaklaşma şartını sağlayacak şekilde olmalıdır.

Şekil E.29, koruma açısı hava sonlandırma tasarım metodunun kullanıldığı hava sonlandırma çubukları tarafından çatı tespit elemanlarının korunmasına ait bir örneği gösterir. Koruma açısının değeri, Çizelge 2'de verilen LPS koruma seviyesi ile uyumlu olmalıdır.

Hava sonlandırma çubukları ile korunmayan metal çatı tespit elemanlarının, bu elemanlara ait boyutlar aşağıda verilen değerlerin tamamını aşmazsa, ilâve olarak korunmasına gerek yoktur:

- Çatı seviyesi üzerindeki yükseklik	0,3 m
- Tespit elemanının toplam alanı	1,0 m <sup>2</sup>
- Tespit elemanının uzunluğu	2,0 m

Bu özellikleri karşılamayan ve Madde 6.3'e göre ayırma mesafesi için olan özellikler içinde bulunmayan gömülü olarak monte edilen metal çatı tespit elemanları en az bir adet kuşaklama iletkeni ile hava sonlandırma sistemine kuşaklanmalıdır.

Hava sonlandırma çubukları tarafından korunan hacim içinde olmayan ve hava sonlandırma sistemi vasıtasıyla oluşturulan yüzey üzerinde 0,5 m'den daha fazla çıkıntı yapmayan iletken olmayan çatı tespit elemanlarının, hava sonlandırma iletkenleri ile ilâve olarak korunması gerekli değildir.

Gömülü olarak monte edilen çatı tespit elemanları ile bina içine doğru yönlendirilen elektriksel iletkenler veya metal borular gibi iletken tesisler, yıldırım akımının önemli bir kısmını binanın içine doğru iletebilir. Böyle iletken bağlantıların bulunduğu yerde, çatı yüzeyi üzerinde çıkıntı yapan tespit elemanları hava sonlandırma sistemleri tarafından korunmalıdır. Korumanın bir hava sonlandırma sistemi vasıtasıyla mümkün olmaması veya maliyetin etkin olmaması durumunda, belirtilen ayırma mesafesinin en az iki katına karşılık gelen uzunluklara sahip yalıtılmış bölümler, iletken tesislere monte edilebilir (örnek olarak basınçlı hava boruları).

İletken olmayan malzemedeki bacalar, hava sonlandırma sisteminin koruma uzayı içinde bulunmadıklarında, hava sonlandırma çubukları veya hava sonlandırma halkaları vasıtasıyla korunmalıdır. Baca üzerindeki hava sonlandırma çubuğu, bütün bacanın çubuğun koruma uzayı içinde kalmasını sağlayacak uzunlukta olmalıdır.

Bacanın hava sonlandırma sisteminin koruma uzayı içinde olmaması durumunda, baca iç yüzeyinin uzunluğu büyük ışıklı kanal boşalma akımını, yağmur yağmadığında bile, iletmeye yeterli bir iletkenliği sağlayacak şekilde kurumla kaplı olması gerektiğinden dolayı, iletken olmayan bir bacaya yıldırım çakması mümkündür.

Şekil E.22b, yalıtkan tuğlalardan yapılmış bir baca üzerindeki hava sonlandırma çubuğunun yapılığını gösterir.

#### **E.5.2.4.2.5 Elektriksel veya bilgi işlem teçhizatını mahfaza içine alan çatı tespit elemanlarının korunması**

Elektriksel ve/veya bilgi işlem teçhizatı içeren iletken veya iletken olmayan malzemedeki yapılan bütün çatı tespit elemanları, hava sonlandırma sistemine ait koruma uzayı içinde bulunmalıdır.

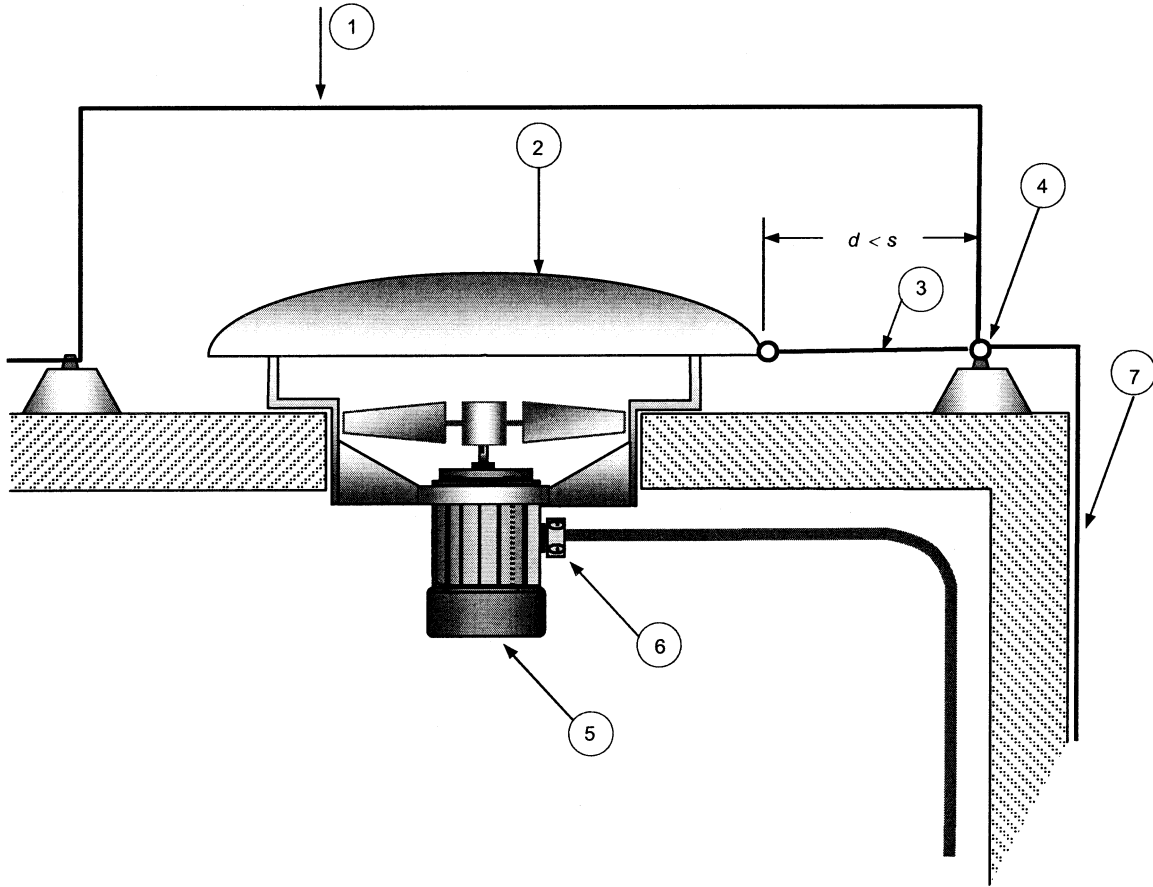
Hava sonlandırma sisteminin koruma uzayı içine tesis edilen teçhizatın içine doğrudan çakma olasılığı yoktur.

Çatı tespit elemanının içine olan doğrudan çakma, sadece bu elemanda tahribata yol açmaz, ayrıca çatı tespit elemanlarına bağlanan ve ayrıca, bina içinde bulunan elektriksel ve elektronik teçhizata da fazlasıyla zarar verir.

Çelik yapılar üzerindeki çatı tespit elemanları, ayrıca hava sonlandırma sisteminin koruma uzayı içinde bulunmalıdır. Bu durumda, çıkıntı yapan hava sonlandırma iletkenleri sadece hava sonlandırma sistemine kuşaklanmamalı, mümkün olması durumunda, ayrıca doğrudan çelik yapıya da kuşaklanmalıdır. Yapıya kuşaklandığında, bunların ayırma mesafesine uygun olmasına gerek yoktur..

Çatı tespit elemanları ile ilgili özellikler, ayrıca yıldırım çarpma ihtimalinin olduğu, diğer bir ifadeyle yuvarlanan kürenin dokunabildiği düşey yüzeyler üzerinde tesis edilen tespit elemanlarına da uygulanmalıdır.

Şekil E.29 ve Şekil E.31, elektriksel tesisleri mahfaza içine alan iletken ve yalıtkan malzemeden yapılan çatı tespit elemanlarını koruyan hava sonlandırma yapılarına ait örnekleri gösterir. Şekil E.31, sadece s ayırma mesafesi muhafaza edilemezse uygundur.



#### Açıklamalar

- 1 Hava sonlandırma iletkeni
- 2 Metal kaplama
- 3 Kuşaklama iletkeni
- 4 Yatay hava sonlandırma iletkeni
- 5 Elektrik teçhizatı
- 6 SPD'li elektrik güç bağlantı kutusu
- 7 İniş iletkeni

**Not** - Mahfaza içine alınmış elektrik teçhizatı, Madde E.5.2.4.2.6'ya uygun hava sonlandırma sistemine yıldırım akımının büyük bir bölümüne dayanan metal kablo siperi üzerinden kuşaklanır.

**Şekil E.31** – Hava sonlandırma sistemine bağlı doğrudan yıldırım yakalamasına karşı korunan metal çatı tespit elemanı



**Not** - Tespit elemanları ilave korumaya ihtiyaç duyarsa, bunlara bağı aktif kablolar üzerindeki SPD'ler çatı seviyesinde sağlanabilir.

Gerekli ayırma mesafesi, sadece havada değil aynı zamanda katı malzeme ( $k_m = 0,5$ ) içinden geçen yol boyunca da muhafaza edilmelidir.

#### **E.5.2.4.2.6 Korunacak uzaydan çıkıntı yapan elektriksel tesis**

Yapı çatısı üzerinde bulunan anten, korunmakta olan hacim içine anteni monte etmek suretiyle doğrudan yıldırım çakmalarına karşı korunmalıdır.

Anten, LPS'ye birleştirilmelidir (ayrıca IEC 60728-11 <sup>[6]</sup>'e bakılmalıdır).

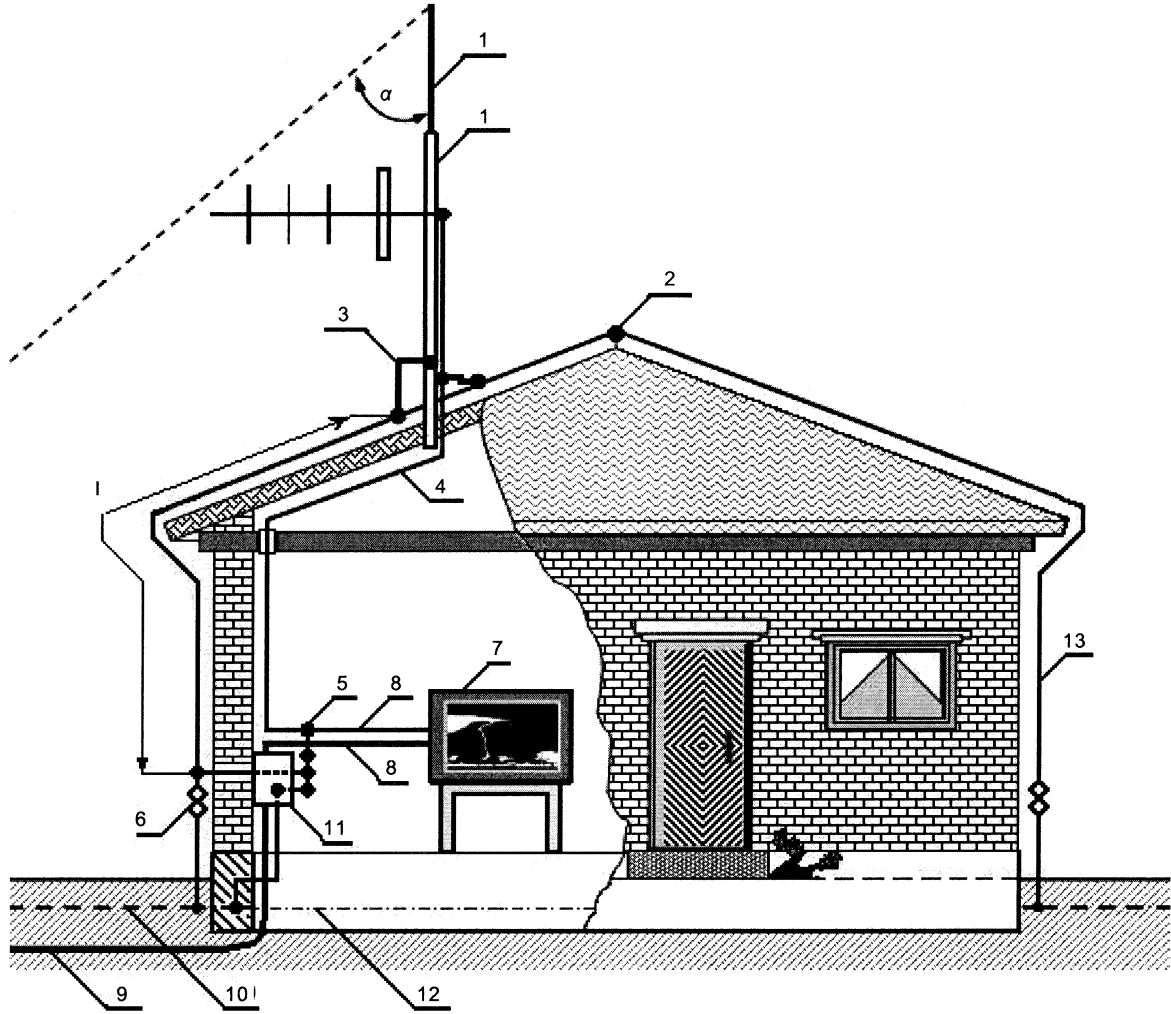
Ayrılmış bir dış LPS (Şekil E.32a) veya ayrılmamış dış LPS (Şekil E.32b) kullanılabilir.

Bu son durumda anten direği hava sonlandırma sistemine kuşaklanmalıdır. Daha sonra kısmî yıldırım akımları, korunacak yapı içinde işleme tâbi tutulmalıdır. Anten kablosu, tercihen bütün hizmet tesisleri için ortak olan girişten veya LPS kuşaklama barasına yakın bir yerden yapıya girmelidir. Anten kablosu iletken kılıfı, çatı seviyesindeki hava sonlandırma sistemine ve ana kuşaklama barasına kuşaklanmalıdır.

Ayırma mesafesinin muhafaza edilemediği elektriksel teçhizatı mahfaza içine alan çatı tespit elemanları, hava sonlandırma sistemine ve çatı tespit elemanlarının iletkenlerine ve Çizelge 9'a uygun olarak sistemin elektriksel teçhizatının iletken siperine kuşaklanmalıdır.

Şekil E.31, iletken bölümleri olan bir çatı tespit elemanının bir yapıdaki elektriksel tesise ve hava sonlandırmaya kuşaklama metodu ile ilgili bir örneği göstermektedir.





### Açıklamalar

- 1 Metal direk
- 2 Çatı sırtı üzerindeki yatay hava sonlandırma iletkeni
- 3 Çatı iniş iletkeni ile metal anten direği arasındaki ek
- 4 Anten kablosu
- 5 Ana kuşaklama barası. Anten kablosu üzerindeki metal siper kuşaklama barasına bağlıdır.
- 6 Deney eki
- 7 TV
- 8 Anten kablosu ve elektrik güç kablosunun paralel güzergâhı
- 9 Elektrik güç kablosu
- 10 Toprak sonlandırma sistemi
- 11 SPD'li ana elektrik güç dağıtım kutusu
- 12 Temel toprak elektrotu
- 13 LPS iletkeni
- $\alpha$  Koruma açısı
- l Ayırma mesafesinin hesaplanması için dikkate alınacak uzunluk

**Not** - Küçük yapılarda Madde 5.3.3'e göre sadece iki iniş iletkeni yeterli olabilir.

**Şekil E.32b** – Hava sonlandırma çubuğu olarak direğin kullanıldığı TV anteni

**Şekil E.32** –TV antenli bir evin yıldırımdan korunmasına örnekler



#### **E.5.2.4.2.8 Toprakla kaplı yapıların korunması**

Çatısı üzerinde toprak tabakası bulunan ve içinde insanların sürekli yaşamadığı yapılar için normal LPS kullanılabilir. Hava sonlandırma sistemi, yuvarlanan küre veya koruma açısı metoduna uygun olarak, toprak üstüne yerleştirilen kafes biçimli hava sonlandırma sistemi veya gömülü kafes vasıtasıyla bağlanmış çok sayıda hava sonlandırma çubukları olmalıdır. Bunun mümkün olmaması durumunda, çubukları veya süslemeleri olmayan gömülü kafes biçimindeki hava sonlandırma sisteminin yakalama veriminin daha düşük olacağı kabul edilmelidir.

İnsanların içinde sürekli yaşadığı 0,50 m'ye kadar toprak tabakasının bulunduğu çatıya sahip binalar, tehlikeli adım gerilimlerini önlemek amacıyla, 5 m x 5 m kafes büyüklüğü olan kafes biçimli hava sonlandırma sistemi gereklidir. Yerdeki kişileri doğrudan yıldırım çakmalarından korumak için yuvarlanan küre metoduna uygun hava sonlandırma çubukları da gerekli olabilir. Bu çubukların yerine, tel çitler, aydınlatma direkleri vb. gibi doğal hava sonlandırma bileşenleri kullanılabilir. Hava sonlandırma sistemlerinin yüksekliği, gerekli ayırma mesafeleri ile birlikte izin verilen 2,5 m'lik insan yüksekliğini dikkate alınmalıdır (Şekil E.3).

Böyle bir durumun mevcut değilse, gök gürültülü fırtına sırasında insanların doğrudan bir yıldırım çakmasına maruz kalabilecekleri hususunda bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır.

0,5 m'nin üzerinde toprak tabakasına sahip yer altındaki yapılar için gerekli tedbirlerin alınması inceleme safhasındadır. Geçerli bir araştırma olmadığı sürece, 0,5 m'ye kadar olan toprak tabakaları için kullanılan tedbirlerin aynısının kullanılması tavsiye edilir.

İçinde patlayıcı malzemelerin bulunduğu yer altındaki yapılar için ilâve bir LPS'nin kullanılması gereklidir. Bu şekildeki ilâve bir LPS, yapı üzerinde ayrılmış bir LPS olabilir. Her iki koruma tedbirine ait topraklama sistemleri birbirlerine bağlanmalıdır.

#### **E.5.2.5 Doğal bileşenler**

Düz çatılı yapılar üzerinde bulunan metal çatı siper kaplaması, LPS hava sonlandırma şebekesinin tipik bir doğal bileşenini temsil eder. Böyle bir kaplama, çatı siperinin üst yüzeyini hava etkisine karşı koruyan U biçiminde ekstrüzyon veya bükme yoluyla yapılan alüminyum, galvanizli çelik veya bakır bölümlerden oluşur. Böyle bir uygulama için Çizelge 3'te verilen en küçük kalınlık uygulanmalıdır.

Çatı yüzeyindeki hava sonlandırma iletkenleri, iletkenler ve iniş iletkenleri çatı siper kaplamasına bağlanmalıdır

Aralarında iyi ve güvenilir süreklilik olmadığı takdirde, siper kaplama levhalarının kısımları arasındaki eklemlerde iletken köprüleme sağlanmalıdır.

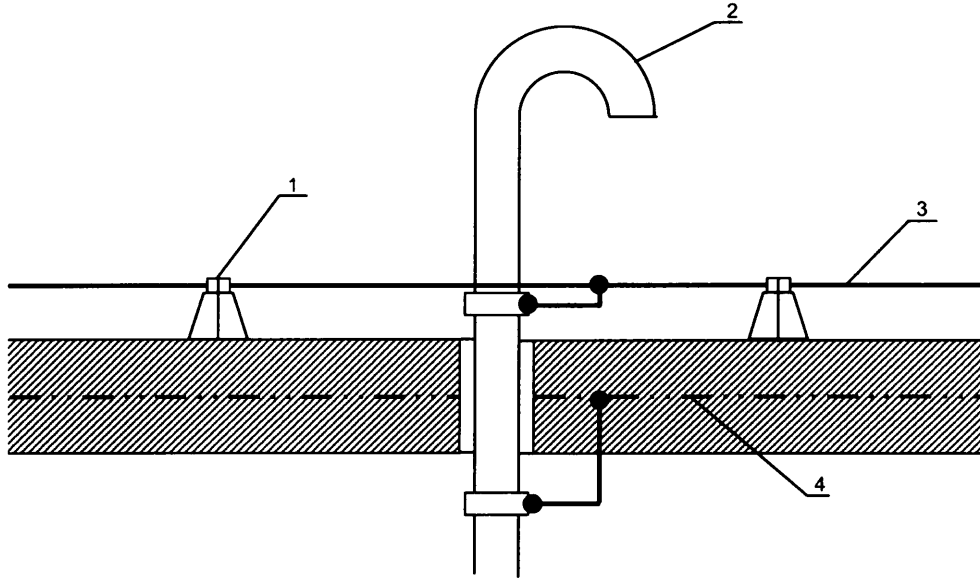
Şekil E.24'te, LPS'nin doğal hava sonlandırma iletkeni olarak siperlerin iletken kaplamasının kullanıldığı hava sonlandırma yapılışına ait bir örnek verilmiştir.

Bir çatı yüzeyi üzerine monte edilen veya çatı üstünde uzayan metal tanklar, metal boru sistemi ve parmaklıklar gibi iletken bölümler, duvar kalınlığının Çizelge 3'e uygun olması şartıyla, hava sonlandırma sisteminin doğal bileşenleri olarak hareket edebilir.

Tutuşabilir gaz veya sıvıları veya yüksek basınç altındaki gaz veya sıvıları içeren kaplar ve boru sistemi doğal hava sonlandırmalar olarak kullanılmamalıdır. Bunların kullanılmasının kaçınılmaz olduğu hallerde, boru sisteminin tasarımı yapılırken, yıldırım akımının ısı etkileri dikkate alınmalıdır.

Metal tanklar gibi çatı yüzeyi üzerinde bulunan iletken bölümler, genellikle bina içinde tesis edilmiş teçhizata doğal olarak bağlanır. Yıldırım akımının tamamının bina içinden iletilmesini önlemek için LPS ile hava sonlandırma kafesine ait bu gibi doğal bileşenlerin arasında iyi bir bağlantı yapılması gereklidir.

Şekil E.34'te, iletken çatı tespit elemanlarının hava sonlandırma iletkenlerine kuşaklanmasına dair ayrıntıları gösteren bir örnek verilmiştir.



### Açıklamalar

- 1 Hava sonlandırma iletkeni tespit elemanı
- 2 Metal boru
- 3 Yatay hava sonlandırma iletkeni
- 4 Beton içindeki çelik takviye

**Not 1** - Çelik boru, Madde 5.2.5 ve Çizelge 6'ya, kuşaklama iletkeni Çizelge 6'ya ve takviye Madde 4.3'e uygun olmalıdır. Çatı kuşaklaması su geçirmez olmalıdır.

**Not 2** - Bu özel durumda kuşaklama betonarme yapının takviyesine yapılmalıdır.

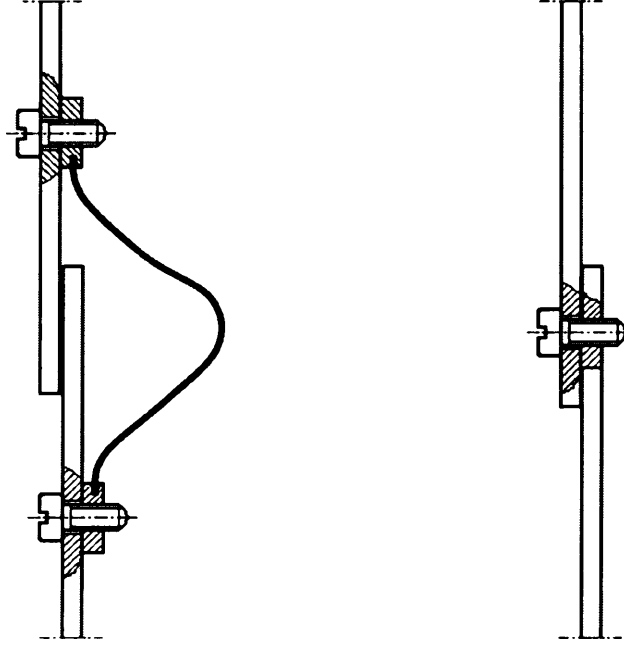
### Şekil E.34 – Doğal hava sonlandırma çubuğunun hava sonlandırma iletkenine bağlanması

Metal tanklar ve betondaki çelik takviye çubukları gibi çatı yüzeyi üzerinde bulunan iletken bölümler, hava sonlandırma şebekesine bağlanmalıdır.

Çatı üstündeki iletken bölüme doğrudan yıldırım çarpmasının kabul edilemez olması durumunda, iletken bölüm hava sonlandırma sistemine ait koruma uzayı içine tesis edilmelidir.

İhmal edilebilir seviyede yangın riski bulunan yapıların cephelerindeki iletken kaplamalar ve eşdeğer bölümler, Madde 5.2.5'e uygun olarak yapılmalıdır.

Şekil E.35'te, cephe levhalarının doğal iniş iletkeni olarak kullanılmasının kabul edilebildiği uygulamalarda, metal cephe plâkaları arasındaki iletken köprülemeye ait bir örnek gösterilmiştir. Köprülemeyle ilgili iki metot verilmiştir. Bu metotlardan birisi, esnek metal kayış vasıtasıyla köprüleme, diğer metot ise kendiliğinden dış açan vidalar vasıtasıyla köprülemedir.



**Şekil E.35a** – Esnek metal kayış vasıtasıyla köprüleme

**Şekil E.35b** – Kendiliğinden dış açan vida vasıtasıyla köprüleme

**Not-** Elektriksel olarak iletken köprüleme özel olarak LEMP'e karşı korumayı artırır. LEMP'e karşı koruma ile ilgili daha fazla bilgi EN 62305-4'te bulunabilir.

**Şekil E.35** – Metal cephe levhalarına ait kısımlar arasında köprülemenin yapılışı

### E.5.2.6 Ayrılmış hava sonlandırma

Korunacak yapılara veya teçhizata bitişik hava sonlandırma direkleri, ayrılmış bir LPS tesis edildiğinde, koruma bölgesi içindeki yapılara yıldırım çarpma ihtimalini en aza indirmek için amaçlanır.

Birden fazla direk tesis edildiğinde, bunlar havai iletkenler vasıtasıyla birbirlerine bağlanabilir ve tesislerin LPS'ye yakınlığı Madde 6.3'e uygun olmalıdır.

Direkler arasındaki havai iletken bağlantıları, korunan hacmi genişletir ve ayrıca yıldırım akımını bir çok iniş iletken yolları arasında dağıtır. Bu nedenle, LPS boyunca gerilim düşümü ve korunması gereken uzaydaki elektromanyetik girişim, havai iletkenlerin olmadığı duruma göre daha azdır.

Yapı içindeki elektromanyetik alan şiddeti, LPS ve yapı içinde tesisler arasındaki mesafenin daha büyük olması nedeniyle azalır. Ayrılmış bir LPS, elektromanyetik siperlemeyi daha fazla artıracak betonarme bir yapıya ayrıca uygulanabilir. Ancak, yüksek yapılar için ayrılmış bir LPS'nin tesis edilmesi pratik değildir.

Yalıtkan destekler üzerinde gerilmiş tellerden yapılan ayrılmış hava sonlandırma sistemleri, çatı yüzeyinde çok sayıda yoğun çıkıntı yapan tespit elemanlarının korunması gerektiğinde uygun olabilir. Desteklerin yalıtımı, Madde 6.3'e uygun olarak ayırma mesafesinden hesaplanan gerilim için yeterli olmalıdır.

**Not** – Çevre şartları (kirlenme) havanın gerilim delinmesini daha da düşürebilir. Bu durum yapı ile ayrılmış hava sonlandırma sistemi arasındaki gerekli ayırma mesafesinin belirlenmesinde dikkate alınmalıdır.

## E.5.3 İniş iletken sistemleri

### E.5.3.1 Genel

İniş iletkenlerinin sayısı ve konumunun seçimi, yıldırım akımı birçok iniş iletkeni arasında paylaşırsa yandan çarpma ve yapı içindeki elektromanyetik bozulmalara ait riskin azaltılması dikkate alınmalıdır. Bunun yapılabilmesi için, mümkün olduğunca, iniş iletkenleri yapının çevresi boyunca düzgün bir şekilde ve simetrik bir konfigürasyonda yerleştirilmelidir.

Akım paylaşımı, sadece iniş iletkenlerinin sayısını artırmak suretiyle değil, ayrıca eş potansiyel ara bağlantı halkalarının sayısını artırmak suretiyle geliştirilir.

İniş iletkenleri, LPS ile eş potansiyel kuşaklama ihtiyacını ortadan kaldırmak için, içerdeki devrelerden ve metal bölümlerden mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmelidir.

Aşağıdaki hususlar belinmelidir:

- İniş iletkenleri mümkün olduğunca kısa olmalıdır (endüktansı mümkün olduğunca küçük tutmak için),
- İniş iletkenleri arasındaki tipik mesafe Çizelge 4'te gösterilmiştir,
- İniş iletkenlerinin ve eş potansiyel ara bağlantı halkalarının geometrisi ayırma mesafesi değeri üzerinde bir etkiye sahiptir (Madde 6.3),
- İçe doğru girintili yapılarda ayırma mesafesi, ayrıca kişilere yandan çakma riskine göre değerlendirilmelidir (Madde E.4.2.4.2).

Uygulama ve mimari kısıtlamalar nedeniyle, iniş iletkenlerinin bir binanın yanına veya yanına ait bir bölüme yerleştirilmesi mümkün değilse, yan tarafta olması gereken iniş iletkenleri diğer yanlara fazladan iniş iletkenleri olarak yerleştirilmelidir. Bu iniş iletkenleri arasındaki mesafeler, Çizelge 4'teki mesafelerin üçte birinden daha az olmamalıdır.

İniş iletkenlerine ait açıklıkta  $\pm$  % 20'lik bir değişim, ortalama açıklığın Çizelge 4'e uygun olması durumunda kabul edilebilir.

Çevresi 30 m'den daha fazla olan kapalı avlularda, iniş iletkenleri tesis edilmelidir. İniş iletkenleri arasındaki mesafeye ait tipik değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

### **E.5.3.2 Ayrılmış LPS için iniş iletkenlerinin sayısı**

İlave bilgi yoktur.

### **E.5.3.3 Ayrılmamış LPS için iniş iletkenlerinin sayısı**

Madde 5.3.3'te belirtildiği gibi iniş iletkeni mümkün olduğu durumda yapının açıktaki her bir köşesine tesis edilmelidir. Ancak, bu açıktaki köşeye en yakın olan iniş iletkenleri arasındaki mesafe aşağıdaki şartlara uygunsa açıktaki köşenin bir iniş iletkenine ihtiyacı yoktur.

- İki bitişik iniş iletkenine olan mesafe Çizelge 4'e göre olan mesafenin yarısı veya daha küçük olduğunda veya
- Bir tek bitişik iniş iletkenine olan mesafe Çizelge 4'e göre olan mesafenin dörtte biri veya daha küçük olduğunda.

İç taraftaki köşeler dikkate alınmayabilir.

### **E.5.3.4 Yapılış**

#### **E.5.3.4.1 Genel bilgiler**

Dış iniş iletkenleri, hava sonlandırma sistemi ile toprak sonlandırma sistemi arasına tesis edilmelidir. Doğal bileşenlerin mevcut olduğu yerlerde, bu bileşenler iniş iletkeni olarak kullanılabilir.

Çizelge 4'e göre iniş iletken açıklığı esas alınarak hesaplanan, iniş iletkenleri ile iç tesisler arasındaki ayırma mesafesinin çok büyük olması durumunda, gerekli ayırma mesafesini elde etmek için iniş iletkenlerinin sayısı artırılmalıdır.

Hava sonlandırma sistemleri, iniş iletken sistemleri ve toprak sonlandırma sistemleri yıldırım akımı için mümkün olan en kısa yolu meydana getirecek şekilde birbirleri ile uyumlu hale getirilmelidir.

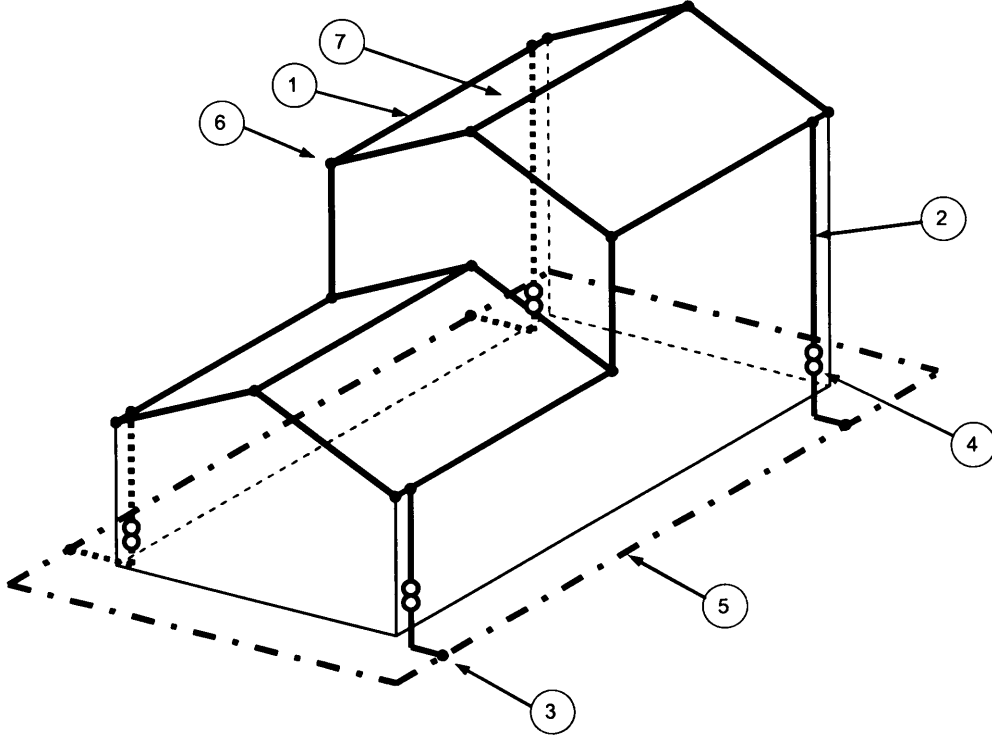
İniş iletkenleri, tercihen hava sonlandırma sistemi şebekesinin ek yerlerine bağlanmalı ve toprak sonlandırma sistemi şebekesinin ek yerlerine düşey olarak yönlendirilmelidir.

Büyük çatı saçakları vb., dolaylı düz bir bağlantı yapılması mümkün değilse, hava sonlandırma sistemi ile iniş iletkenin bağlanması için, içlerinden geçirilmemesi şartıyla, yağmur olukları vb. doğal bileşenler kullanılmalıdır.



Estetik bir hususun dikkate alınmasının gerekli olduğu durumda dış iniş iletkenleri üzerinde ince bir koruyucu boya tabakasına veya PVC kaplamasına izin verilir.

Şekil E.36'da, farklı seviyelerdeki çatı yapılışına sahip yapıda bulunan dış LPS'ye ait bir örnek ve Şekil E.25'te ise çatı tespit elemanları bulunan düz çatılı 60 m yüksekliğindeki bir bina için dış LPS tasarımına ait bir örnek verilmiştir.



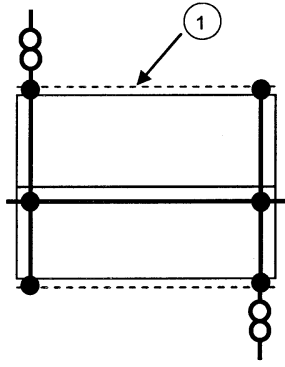
#### Açıklama

- 1 Yatay hava sonlandırma iletkeni
- 2 İniş iletkeni
- 3 T tipi ek – korozyona dayanıklı
- 4 Deney eki
- 5 B tipi topraklama düzenlemesi, halka toprak elektrotu
- 6 Çatı sırtı üzerindeki T tipi ek
- 7 Kafes büyüklüğü

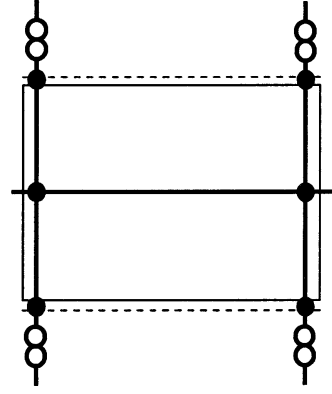
**Not** - İniş iletkenleri arasındaki mesafe, Madde 5.2, Madde 5.3 ve Çizelge 4'e uygun olmalıdır.

**Şekil E.36** – Farklı çatı seviyelerine sahip yalıtkan malzemeden bina üzerinde dış LPS tesisi

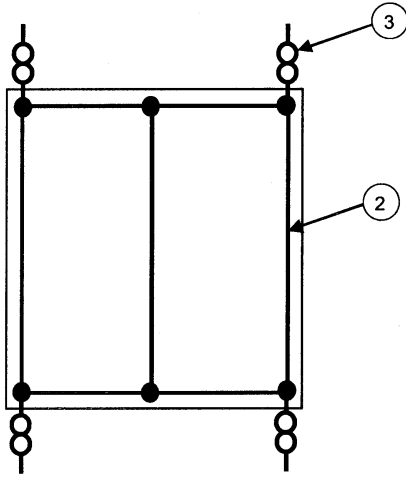
Yoğun sürekli iletken bölümleri olmayan yapılarda, yıldırım akımı sadece LPS'nin olağan iniş iletken sistemi içinden akar. Bu nedenle iniş iletkenlerinin geometrisi, yapının iç tarafındaki elektromanyetik alanları belirler (Şekil E.37).



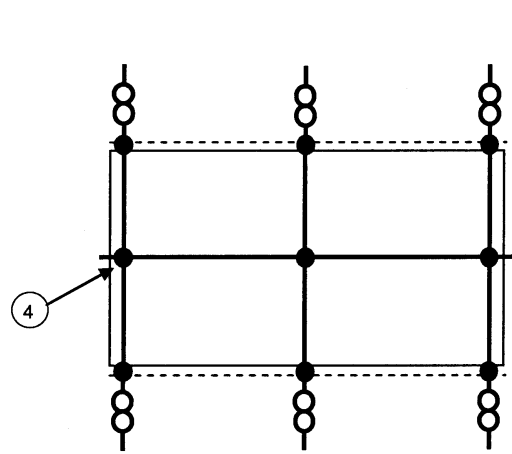
Şekil E.37a



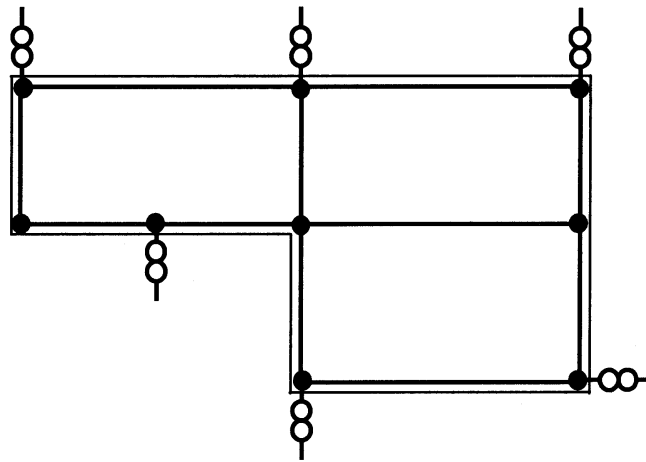
Şekil E.37b



Şekil E.37c



Şekil E.37d



Şekil E.37e

**Açıklama**

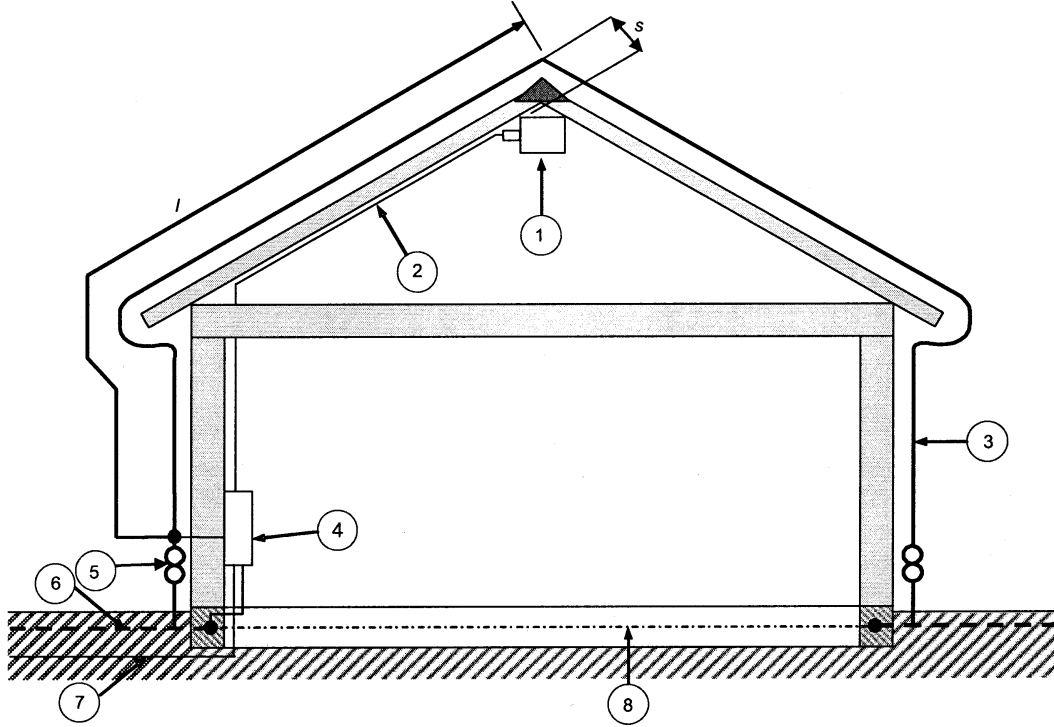
- 1 LPS'nin doğal bileşenleri, örnek olarak oluklar
- 2 LPS iletkenleri
- 3 Deney eki
- 4 Ek

**Not** - İniş iletkenleri ile kafes büyüklüğü arasındaki mesafe, Çizelge 2 ve Çizelge 4'e göre seçilen yıldırımdan korunma seviyesine uygun olmalıdır.

Şekil E.37 – LPS iletkenlerinin geometrisine ait beş örnek

İniş iletkenlerinin sayısı artırıldığında, ayırma mesafesi  $k_c$  kat sayısına göre azaltılabilir (Madde 6.3).

Madde 5.3.3'e göre, yapı üzerinde en az iki iniş iletkeni kullanılmalıdır.



#### Açıklama

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Elektrik teçhizatı                                  |
| 2 | Elektrik iletkenleri                                |
| 3 | LPS iletkenleri                                     |
| 4 | SPD'li ana elektrik güç dağıtım kutusu              |
| 5 | Deney eki   |
| 6 | Toprak sonlandırma sistemi                          |
| 7 | Elektrik güç kablosu                                |
| 8 | Temel toprak elektrotu                              |
| s | Madde 6.3'e göre ayırma mesafesi                    |
| l | s ayırma mesafesinin değerlendirilmesi için uzunluk |

**Not** - Örnekte, bir binanın çatı boşluğundaki elektrik enerjisi veya başka iletken tesislerden dolayı ortaya çıkan problemler gösterilmiştir.

#### Şekil E 38 – Sadece iki iniş iletkeni ve temel toprak elektrotu kullanan LPS yapılışı

Çelik iskeletler veya çelik ve beton iskelet veya çelik betonarme kullanılarak yapılan çok yüksek apartman binaları ve özellikle endüstriyel ve idari yapılar gibi büyük yapılarda, iletken yapı bileşenleri, doğal iniş iletkenleri olarak kullanılabilir.

Bu gibi yapılar için LPS'ye ait toplam empedans, oldukça düşüktür ve bunlar iç tesisler için çok etkili yıldırımdan koruma sağlar. İniş iletkenleri olarak iletken duvar yüzeylerini kullanmak özellikle avantajlıdır. Bu gibi iletken duvar yüzeyleri, Madde 5.3.5'e göre bağlanmış ve ara irtibatlarının yapılmış olması şartıyla, betonarme duvarlar, metal levha cephe yüzeyleri ve prefabrik beton elemanların cepheleri olabilir. Şekil E.4'te, birbirlerine bağlanmış çelik gibi doğal LPS bileşenleri kullanan LPS'nin uygun yapılışına ait ayrıntılı açıklama verilmiştir.

Yapısal çelikler içeren doğal bileşenlerin kullanılması, hava sonlandırma sistemi ile toprak sonlandırma sistemi arasındaki gerilim düşümünü ve yapı içinde yıldırım akımının sebep olduğu elektromanyetik girişimi azaltır.

Hava sonlandırma sistemi yapı kompleksi içindeki kolonların iletken bölümlerine ve toprak seviyesindeki eş potansiyel kuşaklamaya bağlanırsa, yıldırım akımının bir kısmı bu iç iniş iletkenleri boyunca akar. Bu kısmı yıldırım akımından dolayı meydana gelen manyetik alan, komşu donanımı etkilediğinden iç LPS ile elektriksel ve elektronik tesislerin tasarımında dikkate alınmalıdır. Akım dalga biçiminin yıldırım akım darbe biçimini izlediği var sayıldığında, bu kısmı akımların genlikleri, yapının boyutlarına ve kolonların sayısına bağlıdır.

Hava sonlandırma sistemi içteki kolonlardan yalıtılmışsa, yalıtımın delinmemesi şartıyla, akım bina kompleksi içindeki kolonlar içinden akmaz. Yalıtımın önceden kestirilmeyen bir noktada delinmesi durumunda, daha büyük kısmı akım belirli bir kolon veya kolonlar grubu içinden akabilir. Akımın dikliği, delinmeden dolayı meydana gelen dalga süresindeki azalma nedeniyle artabilir ve komşu donanım, yapıdaki LPS'lere kolonların kontrollü bir şekilde kuşaklandığı durumdakinden daha fazla miktarda etkilenir.

Şekil E.10'da, endüstriyel amaçlar için kullanılan büyük bir çelik betonarme yapıdaki iç iletkenlerin yapılışına ait bir örnek verilmiştir. İçteki kolonların yanındaki elektromanyetik ortam iç LPS'nin planlanmasında dikkate alınmalıdır.

#### **E.5.3.4.2 Ayrılmamış iniş iletkenleri**

Dış duvarlarında yoğun iletken bölümlerin bulunduğu yapılarda, hava sonlandırma iletkenleri ve toprak sonlandırma sistemi, birçok noktada yapının iletken bölümlerine bağlanmalıdır. Bu durum, Madde 6.3'e uygun ayırma mesafelerini azaltır.

Bu bağlantıların bir sonucu olarak, yapının iletken bölümleri iniş iletkenleri ve ayrıca eş potansiyel kuşaklama baraları olarak kullanılır.

İniş iletkenlerinin aralığının dört katı üzerinde boyutlara sahip büyük ve düz yapılarda (tipik olarak endüstriyel yapılar, sergi salonları vb.), mümkün olması durumunda, düz çatı boyunca olan uzun mesafelerde yıldırım akımı aktığında ayırma mesafesini en aza indirmek için yaklaşık olarak her 40 m'de bir ilave iç iniş iletkenleri sağlanmalıdır.

İçteki bütün kolonlar ve iletken bölümleri olan bölme duvarları uygun noktalarda hava sonlandırma sistemi ve toprak sonlandırma sistemi ile bağlanmalıdır.

Şekil E.10'da, çelik betonarmeden yapılmış iç kolonlara sahip büyük bir yapıdaki LPS gösterilmiştir. Yapının farklı iletken bölümleri arasında tehlikeli kıvılcım atlamasını önlemek için, kolonlardaki takviyeler hava sonlandırma sistemine ve toprak sonlandırma sistemine bağlanır. Sonuç olarak, yıldırım akımının bir kısmı, bu içteki iniş iletkenleri üzerinden akacaktır. Ancak, akım çok sayıda iniş iletkenleri arasında bölünür ve bu akımın dalga biçimi, yaklaşık olarak yıldırım çarpmasında oluşan akımın dalga biçimiyle aynıdır. Bununla birlikte dalga önü dikliği azalır. Bu bağlantılar yapılmazsa ve bir kıvılcım atlaması olursa, sadece bu iç iniş iletkenlerinden biri veya bir kaç akımı taşıyabilir.

Kıvılcım atlama akımının dalga şekli, yıldırım akımınıninkinden oldukça fazla dik olacak, böylece komşu devre döngülerinde endüklenen gerilim önemli ölçüde artacaktır.

Bu şekildeki yapılar için yapının tasarımına başlamadan önce özellikle önemli olan husus, LPS tasarımı ile birlikte yapının tasarımının, yapının iletken bölümlerinin yıldırımdan korunma amacıyla kullanılabilmesini sağlayacak şekilde harmonize edilmesidir. İyi koordine edilen tasarım ile en düşük maliyette hayli etkili bir LPS elde edilmiş olur.

Dışarı doğru çıkıntı yapan üst zeminde olduğu gibi, üst çıkıntısı altındaki uzayın ve personelin yıldırımdan korunması, Madde 4.2.4.2 ve Şekil E.3'e göre tasarlanmalıdır.

İniş iletkenlerinin dış siva içinde doğrudan tesisi, ısıl genleşme sonucu sıvanın hasar görme olasılığı nedeniyle tavsiye edilmez. Buna ilave olarak, kimyasal reaksiyonun bir sonucu olarak sıvanın rengi solabilir.

Özellikle, yıldırım akımı ile meydana gelen sıcaklık yükselmesi ve mekanik kuvvetlerin olası bir sonucu olarak sıvada hasar oluşur. PVC kaplı iletkenler, renk solmasını önler.

### E.5.3.5 Doğal bileşenler

Paralel akım iletkenlerinin toplam sayısının çok fazla olmasını sağlamak amacıyla doğal iniş iletkenlerinin kullanılması, bunlar iniş iletken sistemlerindeki gerilim düşümünü en düşük seviyeye indirdiği ve bina içinde elektromanyetik girişimi azatlığı için tavsiye edilir. Ancak, bu gibi iniş iletkenlerinin hava sonlandırma sistemi ile toprak sonlandırma sistemi arasındaki bütün yol boyunca elektriksel sürekliliği sağlanmalıdır.

Beton duvarlardaki çelik takviye, Şekil E.27'de gösterildiği gibi, LPS'nin doğal bir bileşeni olarak kullanılmalıdır.

Yeni inşa edilmiş yapılardaki çelik takviyeler, Madde E.4.3'e uygun olarak belirtilmelidir. Doğal iniş iletkenlerinin elektriksel sürekliliği garanti edilemezse, konvansiyonel iniş iletkenleri tesis edilmelidir.

Madde 5.3.5'e göre doğal iniş iletkenleri ile ilgili şartları sağlayan metal bir yağmur borusu iniş iletkeni olarak kullanılabilir.

Şekil E.22a, Şekil E.22b ve Şekil E.22c'de, çatı üzerindeki iletkenler ile uygun geometrik boyutlar da dâhil iniş iletkenlerinin sabitlenmesine ait örnekler ve Şekil E.22c ve Şekil E.22d'de ise, iniş iletkenlerinin metal yağmur borusuna, iletken oluklara ve hava sonlandırma iletkenine bağlantıları gösterilmiştir.

Duvarlar veya beton kolonlardaki takviye çubukları ve metal yapı iskeletleri doğal iniş iletkeni olarak kullanılabilir.

Yapı üzerindeki metal kaplı cephe veya cephe kaplaması, Madde 5.3.5'e uygun doğal iniş iletkeni olarak kullanılabilir.

Şekil E.8'de, metal cephe kaplama elemanları ve iç LPS'deki eş potansiyelliği sağlayan baralara bağlı eş potansiyelliği sağlayan referans düzlem olarak beton duvarlar içindeki çelik takviyeleri kullanan doğal bir iniş iletken sisteminin yapılışı görülmektedir.

Bağlantılar, duvar kaplamasının üstünde hava sonlandırma sistemine ve toprak sonlandırma sisteminin altında, uygulanabilmesi durumunda, beton duvar içindeki takviye çubuklarına yapılmalıdır.

Böyle metal cephelerdeki akım dağılımı, betonarme duvarlardakinden daha uygundur. Levha metal cepheler, 0,6 m ila 1 m arasında genişliğe ve yapının yüksekliğine karşılık gelen uzunluğa sahip ve genellikle kesiti yamuk biçiminde olan münferit panolardan meydana gelir. Yüksekliği fazla olan yapılarda, pano uzunluğu, taşıma problemleri nedeniyle yapı yüksekliğine karşılık gelmez. Bu durumda, bütün cephe, biri diğerinin üstüne monte edilen çok sayıda panodan oluşur.

Metal cephe için en büyük ısıl genleşme, yaklaşık olarak + 80 °C'luk güneş ışığında metal cephedeki en yüksek sıcaklık ile - 20 °C'luk en düşük sıcaklık tarafından meydana gelen uzunluk farkı olarak hesaplanmalıdır.

100 °C sıcaklık farkı, alüminyum için % 0,24'lük ve çelik için % 0,11'lik bir ısıl genleşmeye karşılık gelir.

Panoların ısıl genleşmesi, bir sonraki bölüme veya bağlantı elemanlarına göre panoların hareket etmesine neden olur.

Şekil E.35'te gösterildiği gibi, metal bağlantılar metal cephelerde her yerde aynı olan akım dağılımına yardımcı olur ve böylece, yapı içindeki elektromanyetik alanın etkisini azaltır.

Metal cephe, metal cepheye ait bütün alanın elektriksel olarak birbirlerine bağlanması durumunda, en büyük elektromanyetik siperleme meydana getirir.

Yapının yüksek elektromanyetik siperleme verimliliği, birbirlerine bitişik metal cephe panoları, yeterince kısa aralıklarda kalıcı olarak kuşaklandırılmasında elde edilir.

Akım dağılımındaki simetri, bağlantıların sayısı ile doğrudan ilgilidir.

Siper zayıflatması ile ilgili zorunlu özellikler olursa ve sürekli şerit pencereler böyle bir cephede yer alırsa sürekli şerit pencereler, kısa aralıklarla iletkenler vasıtasıyla köprülenmelidir. Bu iş, metal pencere çerçeveleri vasıtasıyla yapılabilir. Metal cephe, kısa aralıklarla pencere çerçevelerine bağlanmalıdır.

Genellikle, her çatı sırtı, pencere yapısındaki düşey kolların açıklığını aşmayacak aralıklarla pencere çerçevesinin yatay kirişine bağlanır. Dirsekler ve dolambaçlı yollardan daima sakınılmalıdır (Şekil E.9).

Birbirlerine bağlı olmayan nispeten küçük elemanlardan meydana gelen metal cepheler, doğal iniş iletken sistemi olarak veya elektromanyetik siperleme amacıyla kullanılabilir.

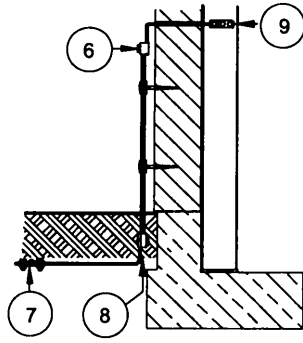
Yapılardaki elektriksel tesisler ve elektronik teçhizatın korunması hakkında daha fazla bilgi EN 62305-4'te mevcuttur.

#### **E.5.3.6 Deney eki**

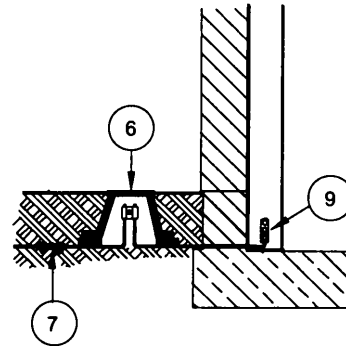
Deney ekleri, toprak sonlandırma sisteminin toprak direnci ölçmelerinde kolaylık sağlar.

Madde 5.3.6'ya uygun deney ekleri, iniş iletkenlerinin toprak sonlandırma sistemine bağlandığı yerde tesis edilmelidir. Bu ekler, toprak sonlandırma sistemine yeterli sayıda bağlantının halen mevcut olduğunun ölçme ile belirlenmesinde kolaylık sağlar. Böylece, deney eki ile hava sonlandırma sistemi veya bir sonraki kuşaklama barası arasında sürekli bağlantıların mevcut olduğunun doğrulanması mümkün olur. Yüksek yapılar üzerinde, halka iletkenler, duvar içine yerleştirilebilen ve gözle görülmeyebilen iniş iletkenlerine bağlanır. Bunların varlığı, sadece elektriksel ölçmelerle tespit edilebilir.

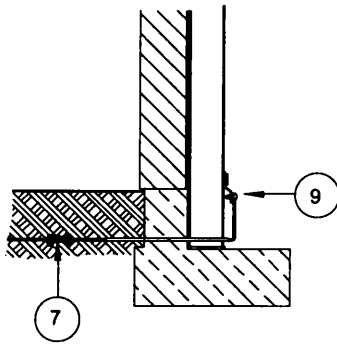
Şekil E 39a ila Şekil E.39d'de, bir yapının duvarının içine veya dışına veya yapı dışında toprakta bir deney kutusu içine (Şekil E.39b) tesis edilebilen deney ek tasarımlarına ait örnekler görülmektedir. Ölçmelerin sürekli yapılmasını mümkün kılmak için, bazı iletkenler, kritik kısımlarda yalıtkan kılıflara sahip olabilir.



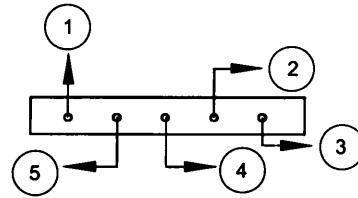
Şekil E.39a



Şekil E.39b



Şekil E.39c



Şekil E.39d

**Alternatif 1 – Duvardaki deney eki**

- 1 İniş iletkeni
- 2 B tipi toprak elektrotu, uygulanabilir ise
- 3 A tipi toprak elektrotu, uygulanabilir ise
- 4 Temel toprak elektrotu
- 5 İç LPS'ye kuşaklama
- 6 Duvardaki ek
- 7 Toprakta korozyona dayanıklı T eki
- 8 Toprakta korozyona dayanıklı ek
- 9 Yıldırım iletkeni ile çelik kiriş arasındaki ek

**Alternatif 2 – Zemindeki deney eki**

- 1 İniş iletkeni
- 2 A tipi toprak elektrotu, uygulanabilir ise
- 3 İç LPS'ye ait kuşaklama barası
- 4 B tipi halka toprak elektrotu
- 5 B tipi halka toprak elektrotu
- 6 Zeminde deney eki
- 7 Toprakta korozyona dayanıklı T eki
- 8 Toprakta korozyona dayanıklı ek
- 9 Yıldırım iletkeni ile çelik kiriş arasındaki ek

**Not 1** - Şekil E.39d'de ayrıntısı verilen deney eki, bir yapının iç ve dış duvarlarına veya yapı dışındaki toprakta bulunan bir deney kutusu içine tesis edilmelidir.

**Not 2** - Döngü direnç ölçmelerini mümkün kılmak için, bağlantı iletkenlerinden bazıları, kritik kısımları boyunca yalıtkan kılıfa sahip olmalıdır.

**Şekil E.39** – Doğal iniş iletkenlerinin (kirişler) kullanılarak toprak sonlandırmanın binalardaki LPS'ye bağlanmasına ait dört örnek ve deney ekinin ayrıntıları

Uygun olması durumunda (örnek olarak, topraklama bağlantılarının, bağlantı iletkenleri vasıtasıyla çelik kolonlara yapılması durumunda), doğal iniş iletkenlerinden toprak sonlandırma elektrotlarına yapılan bağlantılar, yalıtılmış iletken parçalarla ve deney ekleri ile sağlanabilir. LPS'nin toprak sonlandırma sisteminin izlenmesini kolaylaştırmak için özel referans toprak elektrotları tesis edilmelidir.

## E.5.4 Toprak sonlandırma sistemi

### E.5.4.1 Genel

LPS tasarımcısı ve LPS tesisçisi uygun tipteki topraklama elektrotlarını seçmeli ve bunları yapının giriş ve çıkışlarından ve kablolar, metal kanallar, vb. gibi topraktaki dış iletken bölümlerden itibaren güvenli bir mesafede yerleştirmelidir. Topraklama elektrotlarının insanların erişebildiği alanlara tesis edilirse, toprak sonlandırma şebekesi yakınında tehlikeli adım gerilimlerine karşı koruma için LPS tasarımcısı ve LPS tesisçisi gerekli görülen özel tedbirleri almalıdır (Madde 8).

Bütün toprak direncinin tavsiye edilen  $10 \Omega$  değeri doğrudan eş potansiyel kuşaklamanın uygulandığı yapıların olması durumunda oldukça klasik bir değerdir. Direnç değeri her durumda, özellikle patlayıcı malzeme tehlikesi bulunan yapılar olması durumunda mümkün olduğunca düşük olmalıdır. Bu durumda en önemli tedbir eş potansiyel kuşaklamalıdır.

Toprak elektrotlarının gömülme derinliği ve tipi, korozyon, toprağın kuruma ve donma etkilerini en aza indirecek ve böylece eşdeğer toprak direncini kararlı duruma getirecek şekilde olmalıdır.

Düşey toprak elektrotunun ilk yarım metresinin, don şartlarında etkili olduğunun dikkate alınmaması tavsiye edilir

Toprak öz direncinin derinlikle azaldığı ve normal olarak çubuk elektrotların çakıldığı derinlikten daha büyük derinliklerde öz direnci düşük olan alt tabakaların olduğu özel durumlarda, derine çakılan toprak elektrotları etkili olabilir.

Betonun metal takviyesi bir toprak elektrotu olarak kullanıldığında, betonun mekanik olarak çatlamasını önlemek için ara bağlantılarda özel dikkat edilmelidir.

Metal takviye ayrıca koruyucu toprak olarak kullanılırsa, çubuklar ve bağlantıya ait kalınlıklar hususunda en sıkı tedbirler seçilmelidir. Bu durumda, takviye baralarının daha büyük olanları dikkate alınabilir. Yıldırım koruma topraklaması ile ilgili kısa ve düz bağlantılara duyulan ihtiyacın her zaman farkında olunmalıdır.

**Not** - Ön gerilmeli beton olması durumunda istenmeyen mekanik zorlamalar meydana getirebilen yıldırım boşalma akımlarının geçişinin sonuçlarına dikkat edilmelidir.

### E.5.4.2 Toprak elektrot düzenleme tipleri

#### E.5.4.2.1 A tipi düzenleme

A tipi toprak sonlandırma sistemi, alçak yapılar (örneğin ailelerin yaşadığı evler), mevcut yapılar veya çubukları veya gerili telleri olan LPS veya ayrılmış LPS için uygundur.

Bu tip bir düzenleme, her biri iniş iletkenine bağlı yatay veya düşey toprak elektrotlarından meydana gelir.

İniş iletkenlerini birbirlerine bağlayan ve toprakla temas eden bir halka iletkenin mevcut olduğu yerde, toprak elektrot düzenlemesi, halka iletkenin uzunluğunun % 80'inden daha azı için toprakla temas etmesi durumunda, yine A tipi olarak sınıflandırılır.

A tipi bir düzenlemede, toprak elektrotlarının en az sayısı her bir iniş iletkeni için bir tek ve bütün LPS için ise en az iki olmalıdır.

#### E.5.4.2.2 B tipi düzenleme

B tipi toprak sonlandırma sistemi, kafes biçimli hava sonlandırma sistemleri ile birçok iniş iletkeni olan LPS için tercih edilir.

Bu tip düzenleme, toplam uzunluğunun en az % 80'i toprakla temas eden bina dışında bir halka toprak elektrotu veya temel toprak elektrotundan meydana gelir.

Çıplak sert kayalar için, sadece B tipi topraklama düzenlemesi tavsiye edilir.



### E.5.4.3 Yapılış

#### E.5.4.3.1 Genel

Toprak sonlandırma sistemleri aşağıdaki görevleri yerine getirmelidir:

- Yıldırım akımının toprağıa iletilmesi,
- İniş iletkenleri arasında eş potansiyel kuşaklama yapması,
- İletken bina duvarları yakınında potansiyel kontrolü yapması.

Temel toprak elektrotları ve B tipi halka toprak elektrotları, bütün bu özellikleri karşılamalıdır. A tipi radyal toprak elektrotları veya derine çakılı düşey toprak elektrotları, eş potansiyel kuşaklama ve potansiyel kontrolü ile ilgili bu özellikleri karşılamaz.

Birbirlerine bağlanmış çelik betonarmedeki yapı temelleri, temel toprak elektrotları olarak kullanılmalıdır. Bunlar, çok düşük topraklama direnci gösterir ve mükemmel eş potansiyel referans oluşturur. Bu mümkün olmadığında, bir toprak sonlandırma sistemi, tercihen B tipi halka toprak elektrotu, yapı etrafına tesis edilmelidir.

#### E.5.4.3.2 Temel toprak elektrotları

Madde 5.4.4'e uygun bir temel toprak elektrotu, toprak altında kalan yapıya ait temelde tesis edilen iletkenlerden meydana gelir. İlave toprak elektrotlarının uzunluğu, Şekil 3'teki diyagram kullanılarak belirlenmelidir.

Temel toprak elektrotları, beton içine tesis edilir. Beton uygun yapılmış olursa ve temel toprak elektrotunu en az 50 mm'ye kadar örterse, temel toprak elektrotları korozyona karşı önemli ölçüde korunma avantajına sahiptir. Betondaki takviye amacıyla kullanılan çelik çubukların, toprakta bulunan bakır iletkenlerde olduğu gibi aynı galvanik potansiyel genlik değeri meydana getirdiği ayrıca hatırlanmalıdır. Bu durum, betonarme yapılarda kullanılan toprak sonlandırma sistemlerinin tasarımı için iyi bir mühendislik çözümü sunar (Madde E.4.3).

Toprak elektrotları için kullanılan metaller, Çizelge 7'de listesi verilen malzemelere uygun olmalı ve toprakta korozyonla ilgili davranışı dikkate alınmalıdır. Yol gösterici bazı hususlar Madde 5.6'da verilmiştir. Özel topraklarla ilgili kılavuz bilgi olmadığında, komşu yapıdaki toprak sonlandırma sistemleri ile ilgili tecrübeler, toprağın benzer kimyasal özellikler ve uygunluk göstermesi Şartıyla, araştırılmalıdır. Toprak elektrotlarına ait çukurlar yeniden doldurulduğunda, toprak elektrotları ile doğrudan temas eden uçuşan kül, kömür parçaları veya bina molozu olmamasına dikkat edilmelidir.

Galvanik akımlardan dolayı elektrokimyasal korozyondan kaynaklanan ilave problemler ortaya çıkar. Betondaki çelik, yaklaşık olarak topraktaki bakıra ait elektrokimyasal serideki ile aynı galvanik potansiyele sahiptir. Bundan dolayı, beton içindeki bir çelik toprak içindeki bir çeliğe bağlandığında yaklaşık olarak 1 V'luk galvanik gerilim, toprak ile yaş beton içinden korozyon akımının akmasına sebep olur ve topraktaki çelikte bozulma meydana gelir.

Toprak içinde bulunan toprak elektrotları, beton içindeki çeliğe bağlanmaları durumunda, bakır, bakır kaplı çelik veya paslanmaz çelik iletkenler kullanılmalıdır.

Yapı çevresinde, Çizelge 7'ye uygun bir metal iletken veya galvanizli çelik Şerit, Şerit temel içine yerleştirilmeli ve yıldırım iniş iletkeni deney eklerinin seçilen bağlantı ucu noktalarına bağlantıyı sağlayacak uçlar dışarı çıkarılmalıdır.

İniş iletkenlerine bağlanan iletkenlerin dışarı çıkış güzergâhı, tuğla yapı üzerinde, siva içinde veya duvar içinde gerçekleştirilebilir. Duvar içine monte edilmiş çelik bağlantı uçları, normal olarak temel ile tuğla duvar arasında kullanılan asfaltla doyurulmuş kağıda nüfuz edebilir. Bu noktada nem engelini delinmesi genellikle problem oluşturmaz.

Bodrum katlarında nemi azaltmak için çoğu kez yapı temelini altına yerleştirilen ve su yalıtımı amacıyla kullanılan tabaka uygun elektriksel yalıtım sağlar. Toprak elektrotu, temelin altında bulunan alt beton içine tesis edilmelidir. Toprak sonlandırma sisteminin tasarımı için inşaatçı ile anlaşma sağlanmalıdır.

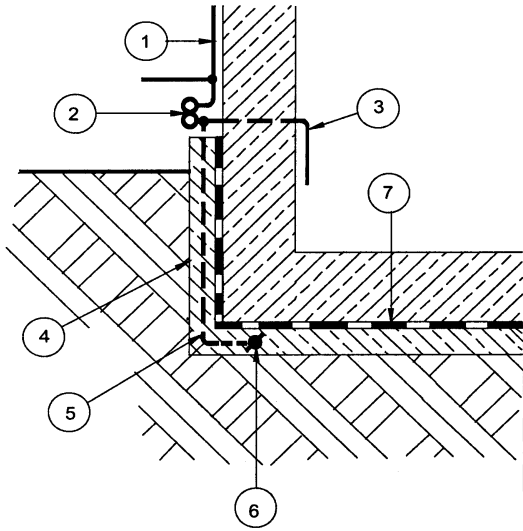
Topraktaki su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde, yapının temeli yeraltı suyundan izole edilmelidir. Su geçirmez bir sızdırmazlık tabakası, temelin dıştaki yüzeyine uygulanmalıdır. Bu tabaka ayrıca elektriksel yalıtım sağlar. Bu gibi su geçirmez bir temelin gerçekleştirilmesindeki genel uygulama, temel çukurunun dibine yaklaşık 10 cm ila 15 cm kalınlıkta temiz bir beton tabakanın dökülmesidir. Bu tabaka üzerine yalıtım uygulanır ve sonra esas temel betonu dökülür.

10 m'yi aşmayan kafes büyüklüğüne sahip şebekeden meydana gelen bir temel topraklama elektrotu, temel çukurunun dibindeki temiz beton tabaka içine tesis edilmelidir.

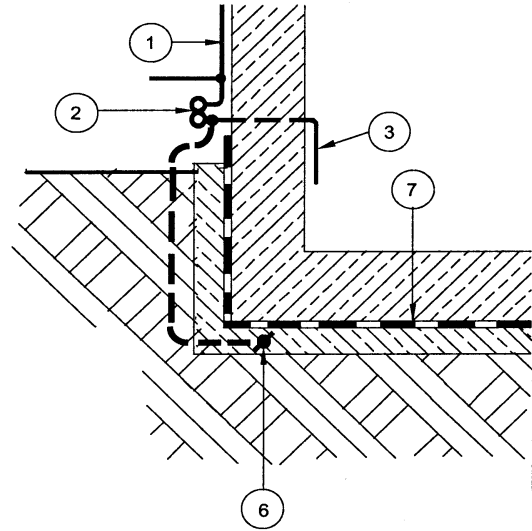
Çizelge 7'ye uygun bir iletken, temeldeki takviyeden oluşan kafes biçimli toprak sonlandırmayı, halka toprak elektrotlarını ve dış iniş iletkenlerini neme dayanıklı membrana bağlamalıdır. İzin verilmesi durumunda, basınç altında su geçirmez geçit izolatörleri, yalıtıma nüfuz etmesi için kullanılabilir.

İletkenin izolasyon tabakası içinden geçmesine binanın müteahhidi tarafından izin verilmemesi durumunda, bağlantılar yapı dışındaki toprak sonlandırmaya yapılmalıdır.

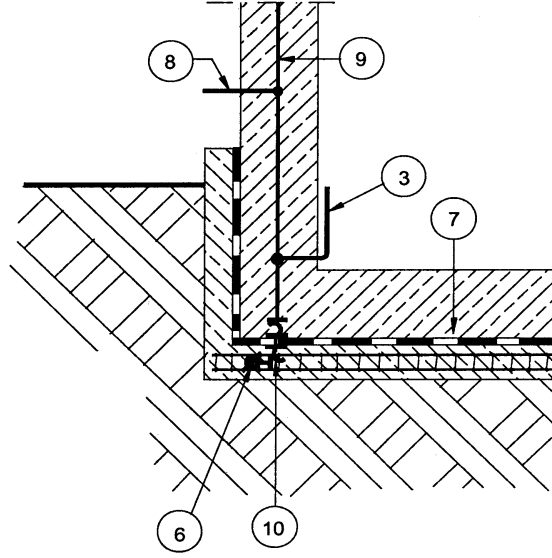
Şekil E.40'ta, su geçirmez hale getirilen temellere sahip yapı üzerinde temel toprak elektrotlarının nasıl tesis edildiğine dair üç ayrı örnek gösterilmektedir.



**Şekil E.40a** – Zift yalıtımının altında takviyesiz beton tabaka içinde temel toprak elektrotu bulunan izole edilmiş temel



**Şekil E.40b** – Kısmen toprak içinden geçen toprak sonlandırma iletkeni bulunan izole edilmiş temel



**Şekil E.40c** – Temel toprak elektrotunu neme dayanıklı membran içinden geçen çelik takviyeye olan bağlantı

#### Açıklamalar

- 1 İniş iletkeni
- 2 Deney eki
- 3 İç LPS'ye kuşaklama iletkeni
- 4 Betonun takviye edilmemiş tabakası
- 5 LPS'ye ait bağlantı iletkeni
- 6 Temel toprak elektrotu
- 7 Neme dayanıklı membran, su sızdırmaz yalıtkan tabaka
- 8 Çelik takviye ile deney eki arasındaki bağlantı iletkeni
- 9 Betondaki çelik takviye
- 10 Neme dayanıklı membran geçen su sızdırmaz geçit izolatörü

**Not** - Yapının inşaatından sorumlu olan kişiden izin alınması gereklidir.

#### Şekil E.40 – Farklı temel tasarımı olan yapılar için temel toprak halkasının yapılışı

İzole edilmiş temele sahip yapılardaki toprak sonlandırmaya ait uygun bir bağlantı için çeşitli çözümler ayrıca açıklanmıştır.

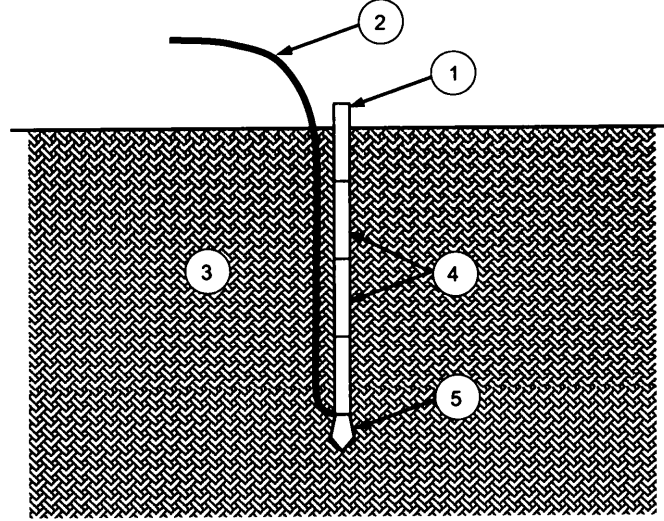
Şekil E.40a ve Şekil E.40b'de, yalıtımda hasar meydana gelmeyecek şekilde, yalıtıma dışarıdan yapılan bağlantılar gösterilmiştir. Şekil E.40c'de ise, neme dayanıklı membranın bütünlüğünün tehlikeye atılmasından kaçınmak için yalıtımdan geçen bir geçit izolatörü gösterilmiştir.

#### E.5.4.3.3 Tip A – Radyal ve düşey toprak elektrotları

Radyal toprak elektrotları, deney ekleri kullanılarak iniş iletkenlerinin alttaki uçlarına bağlanmalıdır. Radyal toprak elektrotları, uygun olması durumunda, düşey toprak elektrotları ile sonlandırılabilir.

Her bir iniş iletkeni için bir toprak elektrotu sağlanmalıdır.

Şekil E.41a'da, Çizelge 7'ye uygun bir yıldırım iletkeninin özel kılavuz çubukları kullanılarak toprağa nasıl sokulduğu gösterilirken Şekil E.41, A tipi toprak elektrotu gösterir. Bu topraklama tekniğinin, uygulamada birçok avantajı bulunmakta ve toprak içinde sıkıştırma elemanları ve eklerin kullanılmasını önlemektedir. Eğimli veya düşey toprak elektrotları, genellikle çekiçle çakılır.

**Açıklamalar**

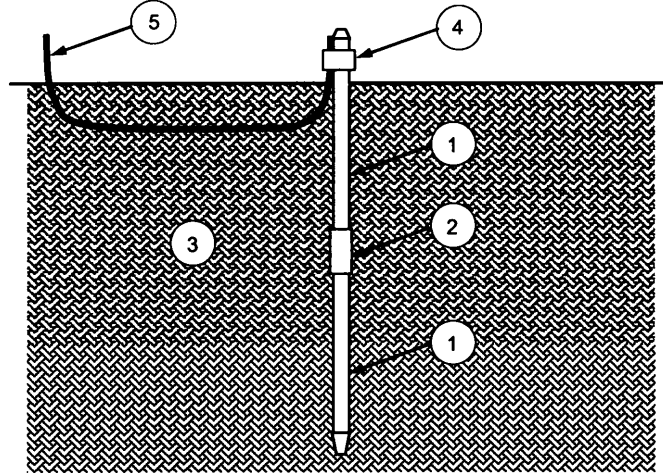
- 1 En üstteki kısa kılavuz çubuğu
- 2 Topraklama iletkeni
- 3 Toprak
- 4 Kısa kılavuz çubukları
- 5 Kılavuzun çelik ucu

**Not 1-** Sürekli bir tel iletken, kısa kılavuz çubukları vasıtasıyla toprağa sokulur. Toprak elektrot iletkeninin elektriksel sürekliliğinin sağlanmasının avantajı büyüktür. Bu teknik kullanıldığında, toprak elektrot iletkenlerinde ekler kullanılmaz. Kısa kılavuz çubuk kısımlarına ayrıca elle kolayca işlem yapılır.

**Not 2-** Üstteki en kısa kılavuz çubuğu çıkarılabilir.

**Not 3-** Topraklama iletkeninin en üstteki bölümü, yalıtkan bir kılıfa sahip olabilir.

**Şekil E.41a** – Düşey iletken tipinde elektrotu olan A tipi topraklama düzenlemesine ait örnek

**Açıklamalar**

- 1 Uzatılabilen toprak çubuğu
- 2 Çubuk bağlama elemanı
- 3 Toprak
- 4 İletkeni çubuğa kelepçeleme
- 5 Topraklama iletkeni

**Şekil E.41b** – Düşey çubuk tipinde elektrotu olan A tipi topraklama düzenlemesine ait örnek

**Şekil E.41** – A tipi topraklama düzenlemesindeki iki düşey elektroda ait iki örnek

Ayrıca, düşey elektrotların diğer tipleri de mevcuttur. Bir LPS'nin hizmet ömrü süresince elektrotun bütün uzunluğu boyunca kalıcı bir iletken bağlantısının sağlanması gereklidir

Tesis sırasında topraklama direncini düzenli olarak ölçmek avantajlıdır. Topraklama direnç değerindeki azalma durduğunda daldırma işlemine ara verilebilir. Bu durumda, daha uygun yerlere ilâve elektrotlar yerleştirilebilir.

Toprak elektrotu, topraktaki mevcut kablolardan ve metal borulardan yeterli ayırım mesafesinde olmalıdır ve daldırma sırasında amaçlanan konumundan farklı konumlandırılan toprak elektrotu ile ilgili gerekli düzenleme yapılmasına izin verilmelidir. Ayırma mesafesi, elektriksel darbe dayanımı ile toprak öz direncine ve elektrot akımına bağlıdır.

A tipi düzenlemede, düşey toprak elektrotları çok daha maliyet etkin olup, yatay elektrotlara nazaran daha kararlı topraklama direnci sağlar.

Bazı durumlarda, toprak elektrotlarını yapının içinde örnek olarak, bodrum veya mahzen içinde tesis etmek gerekebilir.

**Not** - Madde 8'e göre eş potansiyelliği sağlamaya yönelik tedbirleri almak suretiyle adım gerilimlerini kontrol etmek için özel tedbir alınmalıdır.

Yüze yakın yerde direnç değerinde tehlikeli bir artışın olması durumunda (örnek olarak kuruluktan dolayı), genel olarak uzunluğu daha büyük olan ve derine daldırılan toprak elektrotlarının kullanılması gereklidir.

Radyal toprak elektrotları, 0,5 m veya daha fazla derinliğe tesis edilmelidir. Daha derindeki bir elektrot, kış mevsiminde düşük sıcaklıkların meydana geldiği ülkelerde, toprak elektrotunun donmuş toprak (aşırı düşük iletkenlik gösteren) içinde bulunmamasını sağlar. Daha derindeki toprak elektrotlarının diğer bir faydası da toprak yüzeyindeki potansiyel farklarının azalmasını sağlar ve böylece meydana gelen daha düşük adım gerilimleri sayesinde toprak yüzeyinde yaşayan canlılara karşı daha az tehlike oluşturur. Düşey elektrotlar, mevsimsel kararlı topraklama direncini elde etmek için tercih edilir.

A tipi topraklama düzenlemesi sağlandığında, bütün elektrotlar için gerekli potansiyel eşitleme, eş potansiyel kuşaklama iletkenleri ve tercihen yapı dışındaki kuşaklama baraları vasıtasıyla elde edilir.

#### **E.5.4.3.4 Tip B – Halka toprak elektrotları**

Çelik takviyeli temeli olmayan tuğla veya ahşap gibi yalıtım malzemesinin kullanıldığı yapılar için Madde 5.4.2.2'ye uygun B tipi toprak sonlandırma kullanılmalıdır. Alternatif olarak eş potansiyel kuşaklama iletkenlerini birleştiren A tipi düzenleme kullanılabilir. Eş değer toprak direncini azaltmak için, gerekli olması durumunda, düşey toprak elektrotları veya Madde 5.4.2.2'ye uygun radyal toprak elektrotları ilâve etmek suretiyle B tipi topraklama düzenlemesi geliştirilebilir. Şekil 3'te, toprak elektrotlarına ait asgari uzunlukla ilgili özellikler verilmiştir.

Madde 5.4.3'te belirtildiği gibi, B tipi toprak elektrotu için açıklık ve derinlik değerleri, yapı yakınında bulunan kişilerin korunması için normal toprak şartlarında en uygun değerlerdir. Kış mevsiminde sıcaklıkların düşük olduğu ülkelerde, toprak elektrotlarına ait uygun derinlik dikkate alınmalıdır.

B tipi toprak elektrotları ayrıca, çeşitli iniş iletkenlerinin toprak direncindeki değişimler nedeniyle yıldırım akımlarının eşit olmayan biçimde dağılımının sonucu olarak farklı potansiyeller oluşturmasından dolayı, toprak seviyesinde iniş iletkenleri arasında potansiyel eşitleme fonksiyonunu yerine getirir. Farklı potansiyeller, halka toprak elektrotları üzerinde dengeleme akımlarının akmasına sebep olur. Böylece potansiyeldeki en büyük yükselme azalır ve yapı içindeki halka toprak elektrotuna bağlı eş potansiyel kuşaklama sistemleri, yaklaşık olarak aynı potansiyele getirilmiş olur.

Sahipleri farklı olan yapıların birbirine yakın olarak inşa edilmeleri durumunda, yapıyı tam olarak çevreleyecek bir halka toprak elektrotunu tesis etmek genellikle mümkün değildir. Bu durumda, iletken halkanın kısmen B tipi bir elektrot olarak, kısmen temel toprağı olarak ve kısmen de eş potansiyel kuşaklama iletkeni olarak davranması nedeniyle, toprak sonlandırma sisteminin verimliliği biraz azalır

Korunacak yapıya yakın alanda çok fazla sayıda insanın sıkça toplanması durumunda, bu gibi alanlar için daha fazla potansiyel kontrolü sağlanmalıdır. Daha fazla halka toprak elektrotu, birinciden başlayarak takip eden halka iletkenler arasında yaklaşık 3 m'lik mesafeler olacak şekilde tesis edilmelidir. Yapıdan uzaklaştıkça halka elektrotları, yüzey altına daha derine tesis edilmelidir bir başka ifadeyle, halka

elektrotlarının yapıdan 4 m uzakta 1 m derinliğe, yapıdan 7 m uzakta 1,5 m derinliğe ve yapıdan 10 m uzakta 2 m derinliğe gömülmesi şeklinde. Bu halka toprak elektrotları, radyal iletkenler vasıtasıyla ilk halka iletkenine bağlanmalıdır.

Yapıya yakın alanın kalınlığı 50 mm olan iletkenliği düşük asfalt tabaka ile kaplanmış olduğunda, bu alanı kullanan insanlar için yeterince koruma sağlanmalıdır.

#### **E.5.4.3.5 Kayalık zeminde toprak elektrotları**

Yapılış sırasında, bir temel toprak elektrotu beton temel içine inşa edilmelidir. Temel toprak elektrotu, kayalık zeminde azalan bir topraklama etkisine sahip olsa bile, bu elektrot hala bir eş potansiyel kuşaklama iletkeni olarak hareket eder.

Deney eklerinde, iniş iletkenlerine ve temel toprak elektrotlarına ilâve toprak elektrotları bağlanmalıdır.

Bir temel toprak elektrotun sağlanmadığı durumda, yerine B tipi düzenleme (bir halka toprak elektrotu) kullanılmalıdır. Toprak elektrotunun toprak içine tesis edilememesi ve zorunlu olarak yüzey üzerine monte edilmesi durumunda, bu elektrot mekanik hasara karşı korunmalıdır.

Toprak yüzeyi üzerine veya yakınına döşenen radyal toprak elektrotları, mekanik koruma için taşlarla veya betona gömülmek suretiyle örtülmelidir.

Yapı bir yola yakın olduğunda, mümkün ise, bir halka toprak elektrotu yolun altına döşenmelidir. Ancak, bunun söz konusu yol kesiminin bütün uzunluğu boyunca mümkün olmaması durumunda, bu tür bir eş potansiyel kontrol (tipik olarak A tipi düzenleme) en azından iniş iletkenleri yakınında yapılmalıdır.

Bazı özel durumlarda potansiyel kontrol için, yapı girişinin yakınında fazladan kısmî bir halka ilâve edilmesi veya toprak yüzey tabakasının öz direncinin yapay olarak artırılması seçeneklerinden hangisinin tercih edileceğine karar verilmelidir.

#### **E.5.4.3.6 Geniş alanlarda toprak sonlandırma sistemleri**

Bir endüstriyel tesis tipik olarak aralarında çok sayıda güç ve işaret kablolarının tesis edildiği birçok ilgili yapılardan meydana gelir.

Bu tür yapıların toprak sonlandırma sistemleri, elektriksel sistemin korunması için çok önemlidir. Düşük empedanslı toprak sistemi, yapılar arasındaki potansiyel farkını azaltır ve böylece elektriksel bağlantılara enjekte edilen girişim azalır.

Düşük toprak empedansı, temel toprak elektrotlarına sahip yapılar ve Madde 5.4'e uygun ilâve B tipi ve A tipi düzenlemeler kullanmak suretiyle sağlanabilir.

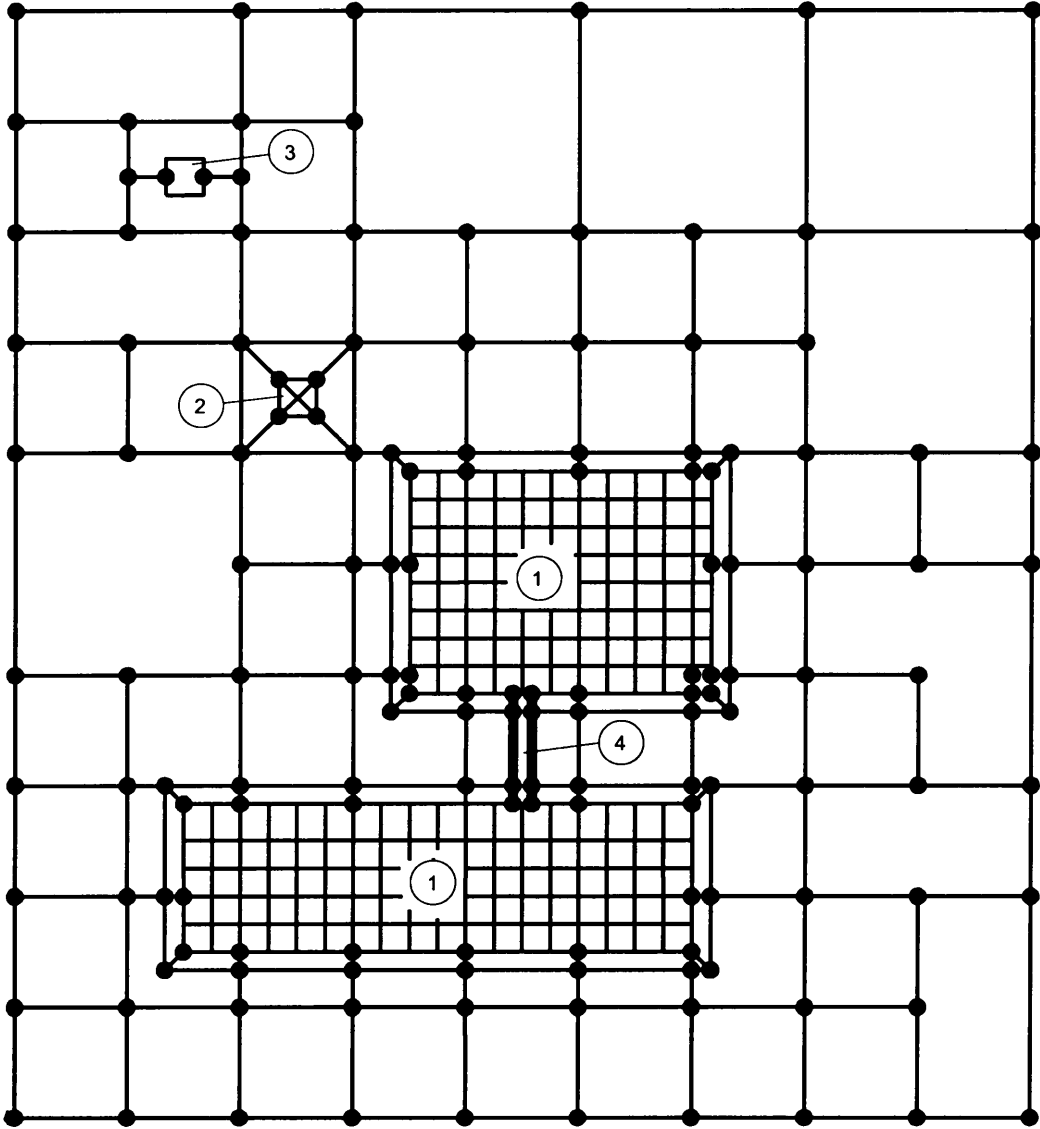
Toprak elektrotları, temel toprak elektrotları ve iniş iletkenleri arasındaki ara bağlantılar, deney eklerinde tesis edilmelidir. Deney eklerinden bazıları ayrıca, iç LPS'nin eş potansiyel baralarına bağlanmalıdır.

İç iniş iletkenleri veya iniş iletkeni olarak kullanılan yapı iç bölümleri, bir toprak elektrotuna ve dokunma ve adım gerilimlerini önlemek için zemindeki takviye çeliğine bağlanmalıdır. İç iniş iletkenleri beton içinde genişleyen eklere yakınsa, bu ekler iç iniş iletkenine mümkün olduğunca yakın köprülenmelidir.

Açıktaki iniş iletkeninin alt bölümü, en az 3 mm kalınlığında bir PVC veya eşdeğer yalıtıma sahip tüp biçiminde kılıf vasıtasıyla yalıtılmalıdır.

Toprak içindeki kablo güzergâhlarına doğrudan yıldırım çakma ihtimalini azaltmak için, bir topraklama iletkeni ve daha geniş kablo güzergâhları olması durumunda, birden fazla topraklama iletkeni kablo güzergâhları üzerine tesis edilmelidir.

Bir çok yapıya ait toprakların birbirlerine bağlanması ile, Şekil E.42'de gösterildiği gibi kafes biçimli bir topraklama sistemi elde edilir.



### Açıklamalar

- 1 Takviyede kafes biçimli şebekeye sahip bina
- 2 Tesis içindeki kule
- 3 Tek başına teçhizat
- 4 Kablo olukları

**Not** - Bu sistem, binalar arasında düşük empedans meydana getirir ve EMU bakımından önemli avantajlar sağlar. Binalara ve diğer cisimlere en yakın kafes büyüklükleri 20 m x 20 m mertebesinde olabilir. Bunlar 30 m mesafenin ötesinde, 40 m x 40 m mertebesine kadar genişletilebilir.

**Şekil E.42** – Bir tesise ait kafes biçimli toprak sonlandırma sistemi

Şekil E.42, kablo olukları da dâhil, yıldırımdan korunan ilgili yapılar arasındaki kafes biçimli toprak elektrot şebekesine ait tasarımı gösterir. Bu tasarım, binalar arasında düşük empedans sağlayacak ve önemli LEMP koruma avantajlarına sahip olacaktır.

### E.5.5 Bileşenler

LPS bileşenleri yıldırım akımının elektromanyetik etkilerine ve hasar oluşmaksızın öngörülebilir kazara meydana gelen zorlamalara dayanmalıdır. Bu husus, EN 50164 serisine uygun olarak başarıyla deneyden geçirilmiş bileşenlerin seçilmesi suretiyle elde edilebilir.

Bütün bileşenler EN 50164 serisine uygun olmalıdır

**Not** – Tespit elemanları arasındaki mesafeler Çizelge E.1’de verilmiştir.

## **E.5.6 Malzemeler ve boyutlar**

### **E.5.6.1 Mekanik tasarım**

Yıldırımdan koruma tasarımcısı, elektriksel tasarımın tamamlanmasından sonra binanın mekanik tasarım işlerinden sorumlu kişilere danışmalıdır.

Estetik hususlar, korozyon riskini sınırlamak için doğru malzemelerin seçimi dâhil, özellikle önemlidir.

LPS'nin çeşitli bölümleri için yıldırımdan koruma bileşenlerinin asgari büyüklüğü Çizelge 3, Çizelge 6, Çizelge 7, Çizelge 8 ve Çizelge 9’da verilmiştir.

LPS bileşenleri için kullanılan malzemelerin listesi Çizelge 5’te verilmiştir.

**Not** - EN 50164 serisine uygun olarak seçilen kelepçeler ve çubuklar gibi bileşenler uygundur.

LPS tasarımcısı ile LPS tesisçisi, kullanılan malzemelerin amaca uygun olduğunu doğrulamalıdır. Bu iş, örnek olarak, imalâtçıdan deney sertifikalarını ve raporlarını istemek suretiyle veya malzemelerin kalite deneylerinden başarıyla geçtiğini göstererek yapılabilir.

LPS tasarımcısı ile LPS tesisçisi, iletkenlerdeki yıldırım akımının elektrodinamik kuvvetlerine dayanacak iletken tutturucuları ve tespit elemanlarını belirlemeli ve ayrıca EN 50164 serisine uygun olarak ilgili sıcaklık artışından dolayı iletkenlerdeki genleşme ve büzüşmeyi hesaba katmalıdır

Levha biçimindeki metal panolar arasındaki bağlantılar, 50 mm<sup>2</sup>’lik asgari temas yüzey alanını temsil eden pano malzemesiyle uyumlu olmalı ve yıldırım akımının elektro dinamik kuvvetlerine ve ortamın korozyon tehditlerine karşı dayanma yeteneğine sahip olmalıdır.

Bileşenlerin tutturulacağı alev alabilen veya düşük erime noktasına sahip yüzeyler için aşırı sıcaklık artışının söz konusu olması durumunda, ya daha büyük iletken kesitleri belirlenmeli ya da uzak bağlantıların kullanılması ve aleve dayanıklı katmanların yerleştirilmesi gibi başka güvenlik tedbirleri alınmalıdır

LPS tasarımcısı, bütün korozyon problemi olan alanları tanımlamalı ve alınması gereken tedbirleri belirtmelidir.

LPS üzerindeki korozyon etkileri, korozyona dayanıklı bileşenler kullanılarak malzeme büyüklüğünü artırmak veya başka korozyondan korunma tedbirleri almak suretiyle azaltılabilir.

### **E.5.6.2 Malzemelerin seçimi**

#### **E.5.6.2.1 Malzemeler**

Kullanılan LPS malzemeleri ve şartları ile ilgili liste Çizelge 5’te ve EN 50164 serisinde verilmiştir.

Hava sonlandırma iletkenleri, iniş iletkenleri ve toprak sonlandırma iletkenleri dâhil LPS iletkenlerinin boyutları; bakır, alüminyum ve çelik gibi farklı malzemeler için Çizelge 6 ve Çizelge 7’de verilmiştir. 50 mm<sup>2</sup> yuvarlak bakır ve alüminyum için tavsiye edilen değerler mekanik özellikleri (örnek olarak, destekler arasında teller doğru olarak tutulmalı, böylece bunlar çatıya doğru sehim yapmazlar) esas alır. Mekanik kısıtlamalar göz ardı edilirse Çizelge 6’da dip not b)’deki değerler (bakır 28 mm<sup>2</sup>) asgari değerler olarak kullanılabilir.

Doğal hava sonlandırma bileşenleri olarak kullanılan metal levhalar, metal borular ve konteynerlerin en küçük kalınlığı Çizelge 3’te liste hâlinde verilmiştir. Kuşaklama iletkenleri ile ilgili en küçük boyutlar ise Çizelge 8 ve Çizelge 9’da verilmiştir.

#### **E.5.6.2.2 Korozyona karşı koruma**

LPS, bakır, alüminyum, paslanmaz çelik ve galvanizli çelik gibi korozyona dayanıklı malzemedan imal edilmelidir. Hava sonlandırma çubukları ve hava sonlandırma tellerinin malzemesi, bağlama elemanları ve montaj elemanlarında kullanılan malzemeyle elektrokimyasal olarak uyumlu olmalı ve korozyon oluşturan ortama veya neme karşı iyi bir seviyede korozyona dayanıklı olmalıdır.

Farklı malzemeler arasındaki bağlantılar önlenmelidir. Aksi taktirde bunların korunması gereklidir.



Bakır bölümler, galvanizli veya alüminyum bölümlerin üstüne, bu bölümlerde korozyona karşı koruma sağlanmadıkça, tesis edilmemelidir.

Aşırı derecede küçük parçacıklar, bakır ve galvanizli bölümler birbirleriyle doğrudan temas etmeseler bile, galvanizli bölümlerde ciddi biçimde korozyon hasarı meydana getiren bakır bölümler vasıtasıyla etrafa yayılır.

Alüminyum iletkenler, beton kireç taşı ve sıva gibi kalkerli bina yüzeylerine doğrudan tutturulmamalı ve toprak içinde kesinlikle kullanılmamalıdır.

#### **E.5.6.2.2.1 Toprak ve havadaki metaller**

Metaldeki korozyon, metalin tipine ve içinde bulunduğu ortamın özelliğine bağlı olarak belirli bir hızda oluşur. Nem, çözülmüş tuzlar (böylece bir elektrolit meydana getiren), havalandırma derecesi, sıcaklık ve elektrolitin hareket derecesi gibi çevresel faktörler, bu şartı daha karmaşık hale getirecek şekilde bir araya gelir.

Buna ilave olarak, farklı doğal ve endüstriyel kirleticilerin de olduğu yerel şartlar, dünyanın farklı bölümlerinde izlenmesi gereken önemli değişikliklere sebep olabilir. Özel korozyon problemlerini çözmek için, korozyon uzmanları ile müzakerede bulunulması önemle tavsiye edilir.

Benzer olmayan metaller arasındaki temas etkisi, etrafını tamamen veya kısmen çevreleyen elektrolit ile birlikte, daha anodik metalde artan korozyona ve daha katodik metalde azalan korozyona yol açacaktır.

Daha katodik metaldeki korozyonun tam olarak önlenmesine gerek yoktur. Bu reaksiyonla ilgili elektrolit, topraktaki su, bir miktar nem içeren toprak veya toprak üstünde bulunan yapılarıdaki çatlaklar vasıtasıyla kalıcı kılınan yoğunlaşan nem dahi olabilir.

Genişletilmiş topraklama sistemleri, farklı bölümlerdeki farklı toprak şartlarından zarar görebilir. Bu durum korozyondan kaynaklanan problemleri artırır ve özel dikkat gerektirir.

Bir LPS'de korozyonu en aza indirmek için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Agresif ortamda uygun olmayan metal malzemenin kullanılmasının önlenmesi,
- Elektrokimyasal veya galvanik faaliyetleri önemli ölçüde farklılık gösteren benzer olmayan metallerin temasının önlenmesi,
- Hizmet şartları için yeterli korozyon ömrü sağlamak amacıyla iletkenlerin, kuşaklama şeritlerinin ve iletken bağlantı uçları ile kelepçeler için uygun kesitlerin kullanılması,
- Kaynak yapılmamış iletken eklerinde, nemin oluşmasını önlemek için, uygun dolgu veya yalıtım malzemesinin sağlanması,
- Tesisin bulunduğu yerde korozyona sebep olan duman veya akışkanlara duyarlı olan metallere manşon veya kılıf geçirilmesi veya ayrılmasının sağlanması,
- Toprak elektrotunun kuşaklanacağı diğer metal parçaların galvanik etkilerinin dikkate alınması,
- Anodik bir metal (örnek olarak, çelik veya alüminyum) üzerine metal bakır gibi, katodik metalden (örnek bakır) meydana gelen doğal korozyon ürünlerinin temas edebildiği ve LPS'yi aşındırabilen tasarımlardan kaçınılması.

Yukarıda belirtilenlere uygunluk sağlamak için aşağıdaki tedbirler özel örnekler olarak gösterilmiştir:

- Örgülü bir telin en küçük kalınlığı veya çapı, çelik, alüminyum, bakır, bakır alaşımı veya nikel/krom/çelik alaşımı için 1,7 mm olmalıdır,
- Birbirlerine çok yakın aralıklı (veya birbirine temas eden) benzer olmayan metaller arasındaki temasın korozyona sebep olabileceği, ancak bu temasın elektriksel olarak gerekli olmaması durumunda, yalıtkan ayırıcının kullanılması tavsiye edilir,
- Başka bir şekilde korunmayan çelik iletkenler, Çizelge 6 ve Çizelge 7'deki özelliklere uygun daldırma ile galvanizli hale getirilmelidir,
- Alüminyum iletkenler dayanıklı, sıkı yalıtkan bir manşon geçirilerek tamamen yalıtılmadıkça, bu iletkenler doğrudan toprağa gömülmemeli, açıkta bırakılmamalı veya doğrudan betona tutturulmamalıdır,
- Mümkün olan her yerde bakır/alüminyum eklerden kaçınılmalıdır. Bunların kullanılmasının önlenemediği durumlarda, bağlantılar kaynaklanmalı veya bakır/alüminyum levhasından meydana gelen bir ara tabaka kullanılarak yapılmalıdır,

- Alüminyum iletkenler için bağlayıcılar veya manşonlar, benzer metalden olmalı ve olumsuz hava şartları ile meydana gelecek arızayı önlemek amacıyla, yeterli kesite sahip olmalıdır,
- Asitli, oksijenli, amonyaklı veya kükürtlü ortamlar hariç, toprak elektrot uygulamaları için, en çok bakır kullanılması uygundur. Ancak, bakırın kuşakladığı demir malzemelerde galvanik hasarlar meydana getireceği unutulmamalıdır. Bu durumda, özellikle katodik koruma planı kullanıldığında, korozyonla ilgili uzman tavsiyesine gerek duyulabilir,
- Agresif baca gazlarına maruz kalan çatı iletkenleri ile iniş iletkenleri için, korozyona karşı, örnek olarak yüksek alaşım çeliklerinin kullanılmasına (> % 16,5 Cr, > % 2 Mo, % 0,2 Ti, % 0,12 ilâ % 0,22 arasında N gibi) özel dikkat gösterilmelidir,
- Paslanmaz çelik veya diğer nikel alaşımlar, aynı korozyona dayanıklılık özellikleri için kullanılabilir. Ancak, kil gibi oksijenin bulunmadığı şartlarda, bu malzemeler yumuşak çelikte olduğu gibi çok hızlı korozyona uğrayacaktır,
- Havadaki çelik ile bakır veya bakır alaşımları arasındaki ekler, kaynak yapılmamışsa, tamamen kalayla kaplanmalı veya kalıcı olan neme dayanıklı kaplama malzemesi ile tamamen kaplanmalıdır,
- Bakır ve bakır alaşımları, amonyak buharlarında korozyon çatlama zorlamasına maruz kalır ve bu malzemeler, bu özel uygulamalarda bağlama elemanları olarak kullanılmamalıdır,
- Deniz/sahil alanlarında, bütün iletken ekler kaynak yapılmalı veya etkili bir şekilde tamamen sızdırmaz hale getirilmelidir.

Paslanmaz çelik veya bakır topraklama sistemleri, betondaki çelik takviyeye doğrudan bağlanabilir.

Toprak içindeki galvanizli çelik toprak elektrotları, yıldırım akımının esas bölümünü iletme yeteneğine sahip olan yalıtkan kıvılcım atlama aralıkları vasıtasıyla betondaki çelik takviyeye bağlanmalıdır (bağlama iletkenlerinin boyutları için Çizelge 8 ve Çizelge 9'a bakılmalıdır). Toprak içinde doğrudan bir bağlantı, korozyon riskini önemli ölçüde artırabilir. Kullanılan yalıtkan kıvılcım atlama aralıkları Madde 6.2'ye uygun olmalıdır.

**Not** - 2,5 kV'luk  $U_P$  koruma seviyesi ve asgari 50 kA (10/350  $\mu$ s)'lik  $I_{imp}$  akımı olan EN 50164-3'e uygun kıvılcım atlama aralıkları uygundur.

Galvanizli çelik, betonda bulunan çelik bölümlerin toprak içindeki toprak elektrotuna doğrudan bağlanmaması durumunda, sadece toprak içindeki toprak elektrotları için kullanılmalıdır.

Metal borular toprak içine konulursa ve eş potansiyel kuşaklama sistemi ile hava sonlandırma sistemine bağlanırsa, yalıtılmadıkları taktirde boru malzemeleri ve toprak sistemine ait iletken malzemeler aynı olmalıdır. Boya veya asfalt koruyucu kaplamalı borular, yalıtılmamış olsalar bile işleme tâbi tutulur. Aynı malzemenin kullanılması mümkün olmadığında, boru sistemleri yalıtkan kısımlar aracılığıyla eş potansiyel kuşaklama sistemine bağlanmış tesis kısımlarından izole edilmelidir. Yalıtılmış kısımlar, kıvılcım aralıkları vasıtasıyla köprülenmelidir. Kıvılcım aralıklarıyla köprüleme, ayrıca yalıtılmış parçaların boru sisteminin katodik koruması için tesis edilmesi durumunda da yapılmalıdır.

Kurşundan kılıflı iletkenler, betona doğrudan tesis edilmemelidir. Kurşundan kılıflı iletkenler, korozyona dayanıklı sargılar kullanılması veya sıkıca manşon geçirilmesi suretiyle, korozyona karşı korunmalıdır. iletkenler PVC veya PE kaplama ile korunabilir.

Havaya giriş noktasında, betondan veya topraktan çıkan çelik toprak sonlandırma iletkenleri, korozyona dayanıklı sargılar sarılması veya sıkıca manşon geçirilmesi suretiyle, 0,3 m'lik bir uzunluk için korozyona karşı korunmalıdır. Bakır veya paslanmaz çelik iletkenler için böyle bir koruma gerekli değildir.

Topraktaki iletkenler arasındaki ekler için kullanılan malzemeler, toprak sonlandırma iletkenlerinininki ile aynı korozyon davranışına sahip olmalıdır. Kelepçelemeye yapılan bağlantıya, bu gibi bağlantılarda, ek yapıldıktan sonra etkili korozyondan korunma sağlanmış olması durumları hariç, genellikle izin verilmez. Sıkıştırılmalı ekler ile ilgili iyi tecrübe kazanılmıştır.

Kaynaklı ekler, korozyona karşı korunmuş olmalıdır.

Uygulamadan elde edilen tecrübeler şunları gösterir:

- Alüminyum toprak elektrotu olarak asla kullanılmamalıdır,
- Kurşun kılıflı çelik iletkenler, toprak elektrotları olarak kullanım için uygun değildir,
- Kurşun kılıflı bakır iletkenler, ne beton içinde ne de yüksek kalsiyum içeren toprak içinde kullanılmalıdır.

### **E.5.6.2.2 Beton içindeki metaller**

Betona çelik veya galvanizli çeliğin gömülmesi, her yerde özelliği aynı olan alkali ortamdan dolayı metalin doğal potansiyelinde bir kararlılığa sebep olur. İlave olarak, beton her yerde aynı olan bağıl olarak yüksek öz dirence sahiptir. Bu öz direnin değeri, 200  $\Omega$ m çivarında veya daha büyüktür.

Bunun sonucu olarak, betondaki takviye baraları, açıktakilere nazaran, dışarıdan daha çok katodik elektrot malzemelerine bağlanmış olsalar bile, korozyona karşı önemli ölçüde daha dayanıklıdır.

Takviye çeliğinin iniş iletkenleri olarak kullanılması, hava sonlandırmalar için erişim noktalarının mahfaza içine örnek olarak, yeteri kalınlıkta epoksi reçine macunu ile alınması şartıyla, önemli korozyon problemleri ortaya çıkarmaz.

Temel toprak elektrotları olarak galvanizli çelik şeritler, beton içine tesis edilebilir ve doğrudan çelik takviye çubuklarına bağlanabilir. Beton içindeki bakır ve paslanmaz çelik ayrıca kabul edilir ve takviye çeliğine doğrudan bağlanabilir.

Beton içindeki çeliğin doğal potansiyelinden dolayı, beton dışında ilâve toprak elektrotları bakırdan veya paslanmaz çelikten yapılmalıdır.

Çelik elyaf betonarmede, çelik toprak elektrotlarının kullanılmasına izin verilmez. Bunun nedeni, örnek olarak, kullanılan makinalarla inşaat süreci sırasında çelik elektrotun sıkıştırılabilmesi ve toprakla temas etmesidir. Böyle bir durumda, çelik ciddi korozyon riskleri ile karşı karşıya kalır. Bakır ve paslanmaz çelik, çelik elyaf betondaki toprak elektrotları için uygun malzemelerdir.

## **E.6 İç yıldırımdan koruma sistemi**

### **E.6.1 Genel**

İç yıldırımdan koruma sisteminin tasarımı ile ilgili özellikler, Madde 6'da verilmiştir.

Dış yıldırımdan koruma sistemi ve bununla ilişkisi olan iletken bölümler ile bina içindeki tesisler, önemli ölçüde, bir iç yıldırımdan koruma sistemi ile ilgili ihtiyacı belirler.

Bütün yetkililer ile eş potansiyel kuşaklamadan sorumlu olan taraflarla istişare edilmesi gereklidir.

LPS tasarımcısı ve LPS tesisçisi, yeterli yıldırımdan koruma sağlanması için Madde E.6'da verilen tedbirlerin çok önemli olduğuna dikkat çekmelidir. Alıcı, bu nedenle uyarılmalıdır.

İç yıldırımdan koruma, ayırma mesafeleri hariç, bütün koruma seviyeleri için aynıdır.

İç yıldırımdan koruma ile ilgili gerekli tedbirler, yıldırım çarpması durumunda meydana gelen yüksek akım hızı ve akım yükselme süresinden dolayı pek çok durumda a.a. güç sistemleri için eş potansiyelliği sağlama tedbirlerini aşar.

**Not** - LEMP'e karşı koruma dikkate alınır, EN 62305-4 göz önünde bulundurulmalıdır.

### **E.6.2 Yıldırım eş potansiyel kuşaklama (EB)**

#### **E.6.2.1 Genel**

Ayrılmış dış LPS olması durumunda, eş potansiyel kuşaklama yalnızca toprak seviyesinde yapılır.

Endüstriyel yapılar olması durumunda, yapı ve çatıdaki elektriksel olarak sürekliliği sağlanmış iletken bölümler, genel olarak doğal LPS bileşenleri olarak ve eş potansiyel kuşaklama performansında kullanılabilir.

Eş potansiyel kuşaklamaya sadece yapının iletken bölümleri ve içinde bulunan teçhizat değil, aynı zamanda güç besleme sistemlerinde ve haberleşme teçhizatındaki iletkenler de bağlanmalıdır. Yapı içindeki toprak elektrotları için adım gerilimlerini kontrol etmek amacıyla özel tedbir alınmalıdır. Beton takviye çeliğinin yerel olarak toprak elektrotuna bağlanması veya bodrum veya zemin katlarda eş potansiyelliği sağlayan kafes kullanılması yeterli tedbirler olarak kabul edilir.

30 m'den daha yüksek binalar için 20 m'lik bir seviyede ve bunun üstündeki her 20 m'de eş potansiyel kuşaklama tekrarlanmalıdır. Ancak, bütün şartlarda ayırma mesafesi özellikleri yerine getirilmelidir.

Bu, en azından, bu seviyelerde dış iniş iletkenleri, iç iniş iletkenleri ve metal bölümlerin kuşaklanması anlamına gelir. Enerjili iletkenler, SPD üzerinden kuşaklanmalıdır.

#### **E.6.2.1.1 Kuşaklama iletkenleri**

Kuşaklama iletkenleri, bunlardan akan yıldırım akımı bölümüne dayanabilmelidir.

Yapı içindeki metal tesisleri kuşaklayan iletkenler, normal olarak yıldırım akımının önemli bir bölümünü taşımaz. Bunlarla ilgili en küçük boyutlar Çizelge 9'da verilmiştir.

Yapı dışındaki metal bölümleri LPS'ye kuşaklayan iletkenler, genellikle yıldırım akımının önemli bir bölümünü taşır. Bunlarla ilgili en küçük boyutlar Çizelge 8'de verilmiştir.

#### **E.6.2.1.2 Ani darbe koruyucu cihazlar (SPD)**

Ani darbe koruyucu cihazlar, hasar görmeksizin üzerlerinden akan yıldırım akımının beklenen bölümüne dayanmalıdır. SPD, elektrik güç iletkenlerine bağlanırsa, ayrıca güç kaynağından elde edilen elektrik gücünü izleyen akımları söndürme yeteneğine sahip olmalıdır.

SPD'nin seçimi, Madde 6.2'ye göre yapılmalıdır. LEMP'e karşı içteki sistemlerin korunmasının gerekli olması durumunda, SPD'ler ayrıca EN 62305-4'e uygun olmalıdır.

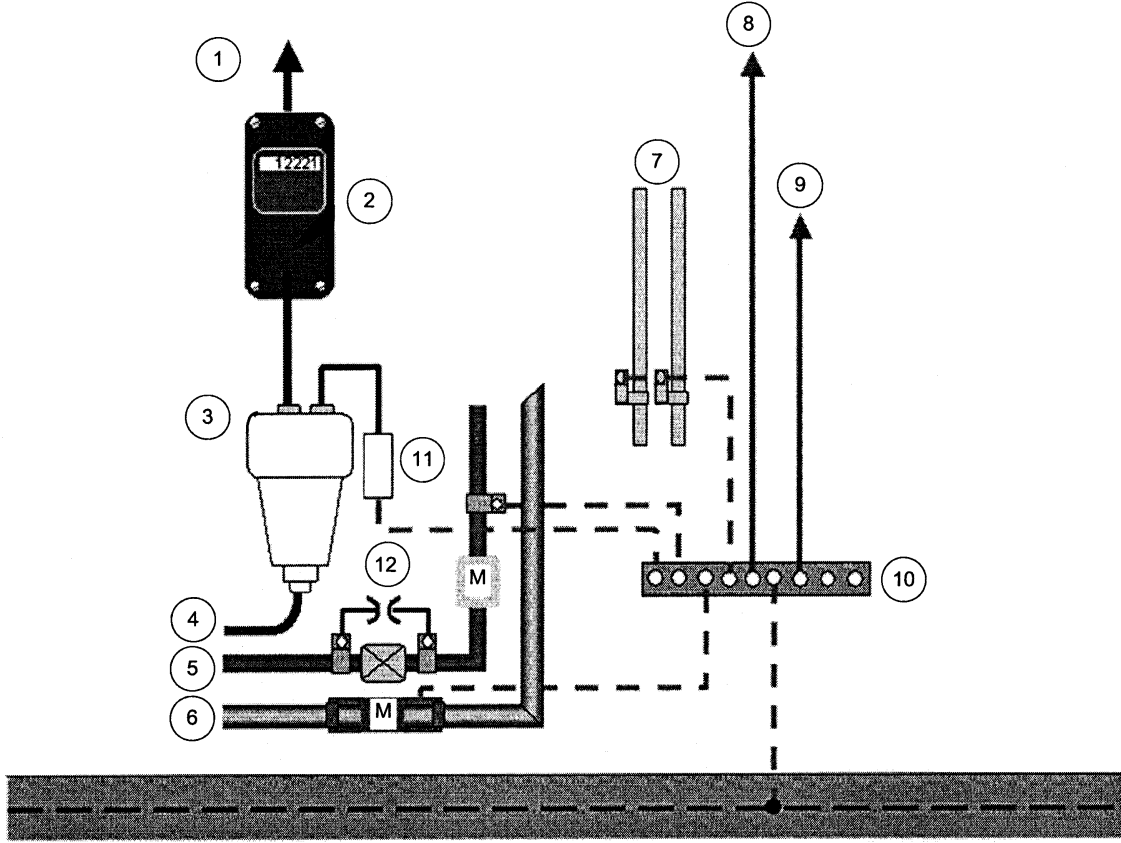
#### **E.6.2.2 İçteki iletken bölümlerin eş potansiyel kuşaklaması**

Kuşaklama, içteki iletken bölümler, dış iletken bölümler ve elektrik güç ve haberleşme sistemleri (örnek olarak bilgisayarlar ve güvenlik sistemleri), kısa kuşaklama iletkenler ile kuşaklanabilecek şekilde sağlanmalı ve tesis edilmelidir. Hiçbir elektriksel fonksiyonu olmayan iç ve dış iletken bölümler doğrudan kuşaklanmalıdır. Bütün elektriksel bağlantılar (güç ve işaret) SPD'ler vasıtasıyla kuşaklanmalıdır.

Su, gaz, ısıtma ve hava boruları, asansör şaftları, vinç destekleri vb.gibi metal tesisler birbirlerine ve toprak seviyesinde LPS'ye kuşaklanmalıdır.

Binaya ait olmayan metal bölümlerin LPS'ye ait iniş iletkenlerine yakın olması durumunda, bu metal bölümlerde kıvılcım atlaması, meydana gelebilir. Bunun tehlikeli olduğuna karar verildiği durumda, kıvılcım atlamasını önlemek için Madde 6.2'ye göre yeterli kuşaklama tedbirleri kullanılmalıdır.

Bir kuşaklama bara düzenlemesi Şekil E.43'te gösterilmiştir.



### Açıklamalar

- |    |                                |
|----|--------------------------------|
| 1  | Kullanıcıya giden güç          |
| 2  | Elektrik sayacı                |
| 3  | Ev bağlantı kutusu             |
| 4  | Şebekeden çekilen güç          |
| 5  | Gaz                            |
| 6  | Su                             |
| 7  | Merkezi ısıtma sistemi         |
| 8  | Elektronik cihazlar            |
| 9  | Anten kablosu ekranı           |
| 10 | Eş potansiyel kuşaklama barası |
| 11 | SPD                            |
| 12 | ISG                            |
| M  | Sayaç                          |

**Şekil E.43 – Eş potansiyel kuşaklama düzenlemesine ait örnek**

Kuşaklama baraları, toprak sonlandırma sistemine veya yatay halka iletkenlerine kısa iletkenlerle bağlanacak şekilde yerleştirilmelidir.

Kuşaklama barası, tercihen toprak seviyesine yakın bir dış duvarın iç tarafında, ana düşük gerilim güç dağıtım kutusuna yakın ve halka toprak elektrotu, temel toprak elektrotu ve uygulanabildiği durumda, birbirlerine bağlı takviye çeliği gibi doğal toprak elektrotuna yakın olarak bağlanacak şekilde tesis edilir.

Genişletilmiş binalarda, birbirlerine bağlanmış olmaları şartıyla, birden fazla kuşaklama barası kullanılabilir. Çok uzun bağlantılar, büyük akım ve gerilimlerin endüklenmesine sebep olan büyük döngüler oluşturabilir. Bu etkileri en aza indirmek için, bu iletkenlerin kafes biçiminde birbirlerine bağlanması, yapı ve EN 62305-4'e göre topraklama sistemi dikkate alınmalıdır.

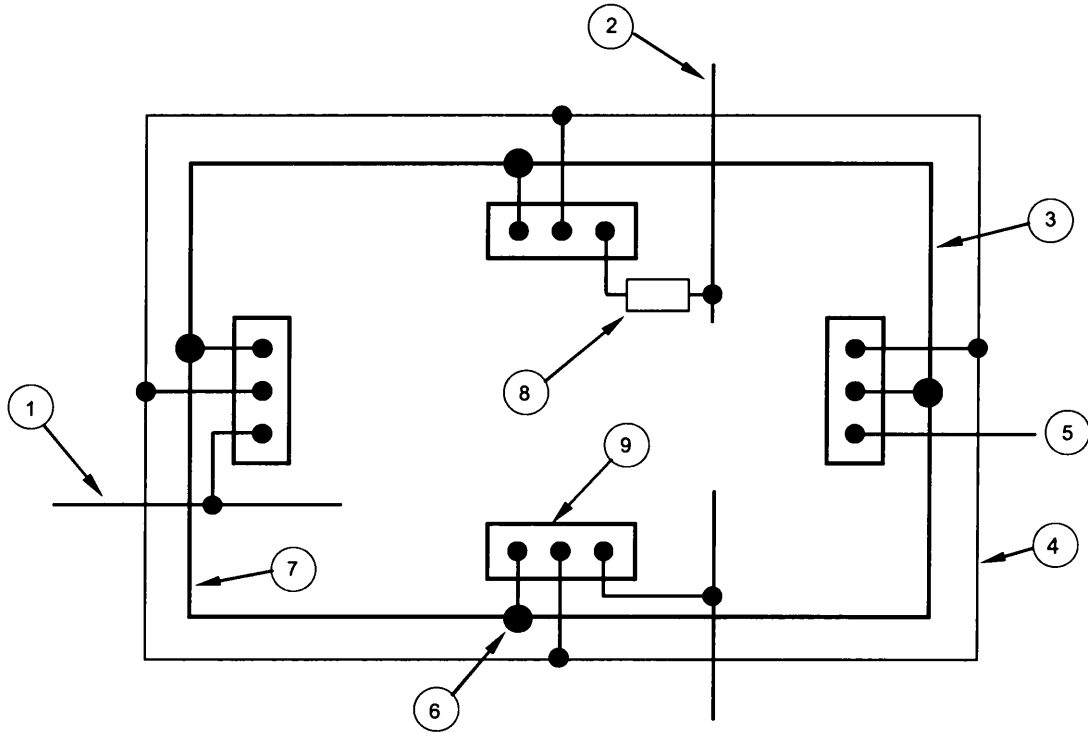
Madde 4.3'e uygun takviyeli beton yapılarda, takviye eş potansiyel kuşaklama için kullanılabilir. Bu durumda, Madde E.4.3'te açıklanan kaynaklı veya cıvatalı bağlantı eklerine ait ilâve kafes biçimli şebeke, kuşaklama baralarının kaynaklı iletkenler üzerinden bağlandığı duvarların içine tesis edilmelidir.

**Not** – Bu durumda ayırma mesafesini muhafaza etmek gerekli değildir.

Kuşaklama iletkeni veya kuşaklama bağlayıcısı ile ilgili en küçük kesit alanları, Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmiştir. Asansör rayları, vinçler, metal zeminler, borular ve elektriksel hizmet tesisleri gibi önemli büyüklüğe sahip bütün iç iletken bölümler, toprak seviyesinde ve Madde 6.3'e göre ayırma mesafesi muhafaza edilemezse, diğer seviyelerde kısa bir kuşaklama iletkeni vasıtasıyla en yakın kuşaklama barasına bağlanmalıdır. Kuşaklama baraları ve diğer kuşaklama bölümleri, beklenen yıldırım akımlarına dayanmalıdır.

Takviyeli duvarları olan yapılarda, toplam yıldırım akımının çok az bir kısmının kuşaklama bölümleri üzerinden akacağı beklenilir.

Şekil E.44, Şekil E.45 ve Şekil E.46'da, dış hizmet tesislerinin çok noktadan girdiği yapılardaki kuşaklama düzenlemeleri gösterilmiştir.

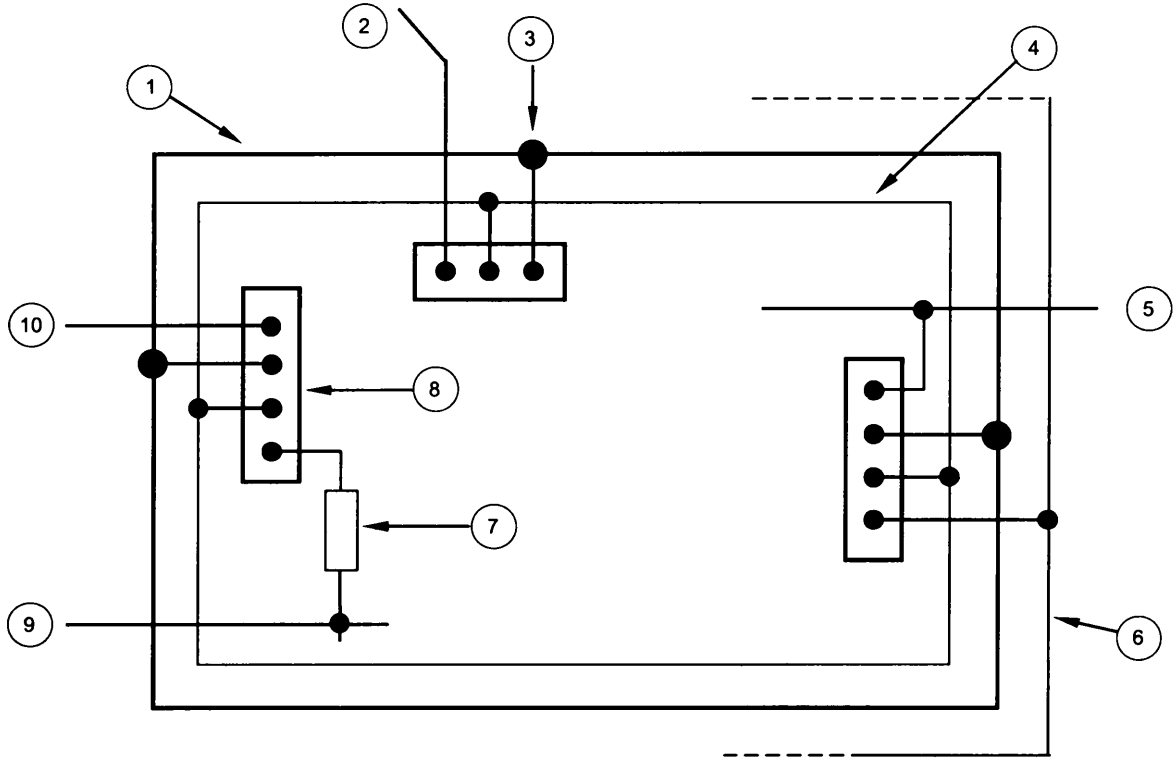


### Açıklama

- 1 Dış iletken bölüm, örnek metal su borusu
- 2 Elektrik güç veya haberleşme hattı
- 3 Dış beton duvar ve temele ait çelik takviye
- 4 Halka topraklama elektrotu
- 5 İlâve topraklama elektrotuna giden
- 6 Özel kuşaklama eki
- 7 Çelik takviyeli beton duvar, 3 numaralı açıklamaya bakılmalıdır.
- 8 SPD
- 9 Kuşaklama barası

**Not** - Temeldeki çelik takviye, doğal toprak elektrotu olarak kullanılır.

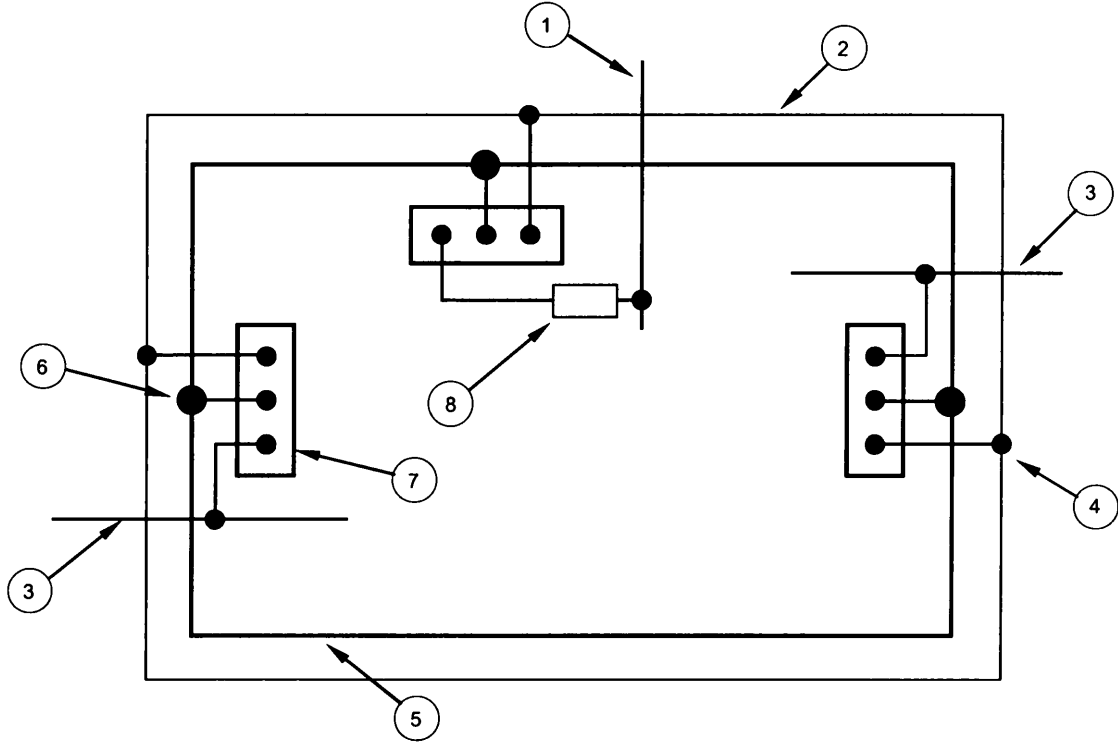
**Şekil E.44** – Kuşaklama baralarının birbirine bağlanması için bir halka elektrot kullanılan dış iletken bölümlerin çok noktadan girdiği yapıdaki kuşaklama düzenlemesine ait örnek



### Açıklama

- 1 Dış beton duvar ve temele ait çelik takviye
- 2 Diğer topraklama elektrotu
- 3 Kuşaklama eki
- 4 İç halka iletken
- 5 Dış iletken bölüme giden, örnek su borusu
- 6 Halka topraklama elektrotu, B tipi topraklama düzenlemesi
- 7 SPD
- 8 Kuşaklama barası
- 9 Elektrik güç veya haberleşme hattı
- 10 İlave topraklama elektrotuna giden, A tipi topraklama düzenlemesi

**Şekil E.45** - Kuşaklama baralarının birbirine bağlanması için bir halka iletken kullanan dış iletken bölümlerin ve elektrik güç veya haberleşme hattının çok noktadan girdiği durumdaki kuşaklama düzenlemesine ait örnek



### Açıklama

- 1 Elektrik güç veya haberleşme hattı
- 2 Dış yatay halka iletken (toprak üstünde)
- 3 Dış iletken bölüm
- 4 İniş iletken eki
- 5 Duvar içindeki çelik takviye
- 6 Yapıda kullanılan çeliğe kuşaklama eki
- 7 Kuşaklama barası
- 8 SPD

**Şekil E.46** – Toprak seviyesinin üzerinde yapıya giren dış iletken bölümlerin çok noktadan girdiği yapıdaki kuşaklama düzenlemesine ait örnek

### E.6.2.3 Dış iletken bölümler için yıldırım eş potansiyel kuşaklaması

İlave hiçbir bilgi yoktur.

### E.6.2.4 Korunacak yapı içindeki elektriksel ve elektronik sistemler için yıldırım eş potansiyel kuşaklama

İç sistemler için yıldırım eş potansiyel kuşaklaması ile ilgili ayrıntılar EN 62305-4'te verilmiştir.

### E.6.2.5 Dış hizmet tesislerinin eş potansiyel kuşaklaması

Dış iletken bölümler ile elektrik güç ve haberleşme hatlarının, yapıya ortak bir yerden toprak seviyesine yakın girmesi tercih edilmelidir.

Eş potansiyel kuşaklama, binaya giriş noktasına mümkün olduğunca yakın yapılmalıdır. Alçak gerilim güç besleme şebekesinin olması durumunda, bu işlem hizmet tesisi giriş kutusunun hemen giriş seviyesinde gerçekleştirilir (Bu durum yerel güç dağıtım şirketinin onayına tâbidir).

Ortak giriş yerindeki kuşaklama barası, kısa kuşaklama iletkenleri vasıtasıyla toprak sonlandırma sistemine bağlanmalıdır.



Binaya giren hizmet tesisleri siperli hatlar ise, siperler kuşaklama barasına bağlanmalıdır. Aktif iletkenlere ulaşan aşırı gerilim, ekrandan (diğer bir ifadeyle Ek B'ye göre) ve siperin kesitinden geçen kısmî yıldırım akımı değerinin bir fonksiyonudur. EN 62305-1, Ek E'de, bu akımı tahmin etmek için bir metot verilmiştir. Tahmin edilen aşırı gerilimlerin hattın ve bağlı nesnelere özelliklerini aşması durumunda, SPD'ler gereklidir.

Binaya giren hizmet tesisleri siperli değilse, kısmî yıldırım akımı aktif iletkenler üzerinden akar. Bu durumda, yıldırım akımını iletme özelliklerine sahip SPD'ler, giriş noktasında yerleştirilmelidir. PE veya PEN iletkenleri, doğrudan kuşaklama barasına bağlanabilir.

Dış iletken bölümlerin, elektrik güç ve haberleşme hatlarının farklı yerlerden yapıya girme zorunluluğunun olması ve bu nedenle tesis edilmesi gereken birden fazla kuşaklama barasına ihtiyaç duyulması hâlinde, kuşaklama baraları mümkün olduğunca yakın olarak toprak sonlandırma sistemine, bir başka ifadeyle halka toprak elektrotuna, yapının takviyesine ve uygulanabilmesi durumunda, yapının temel toprak elektrotuna bağlanmalıdır.

A tipi topraklama düzenlemesi LPS'nin bir bölümü olarak kullanıldığında, kuşaklama baraları ayrı ayrı toprak elektrotlarına bağlanmalı ve ilâve olarak bunlar, iç halka iletkenler veya kısmî halka biçiminde olan bir iç iletken vasıtasıyla birbirlerine bağlanmalıdır.

Toprak yüzeyinin üstündeki dış hizmet tesislerine ait girişler için, kuşaklama baraları LPS iniş iletkenlerine kuşaklanan dış duvarın iç veya dış tarafındaki yatay halka iletkenine ve uygulanabilmesi durumunda, yapının metal takviyesine bağlanmalıdır.

Halka iletken, çelik takviyeye ve yapının diğer metal elemanlarına, Çizelge 4'te belirtildiği gibi iniş iletkenleri arasındaki mesafenin tipik olarak her 5 m ilâ 10 m'de düzenli bir şekilde eşit aralıklarla bölünen kısımlarına bağlanmalıdır.

Esas olarak bilgisayar merkezleri, haberleşme binaları ile LEMP endüksiyon etkisinin düşük seviyede olmasının gerektiği diğer yapılarda, halka iletken takviye tipik olarak her 5 m'de bir bağlanmalıdır.

Büyük haberleşme veya bilgisayar tesislerinin betonarme binalardaki dış hizmet tesislerinin kuşaklanması ve ciddi EMU taleplerinin olduğu yapılar için yapının metal takviyesine veya diğer metal elemanlara çoklu bağlantıları olan bir toprak düzlemi kullanılmalıdır.

### **E.6.3 Dış LPS'nin elektriksel yalıtımı**

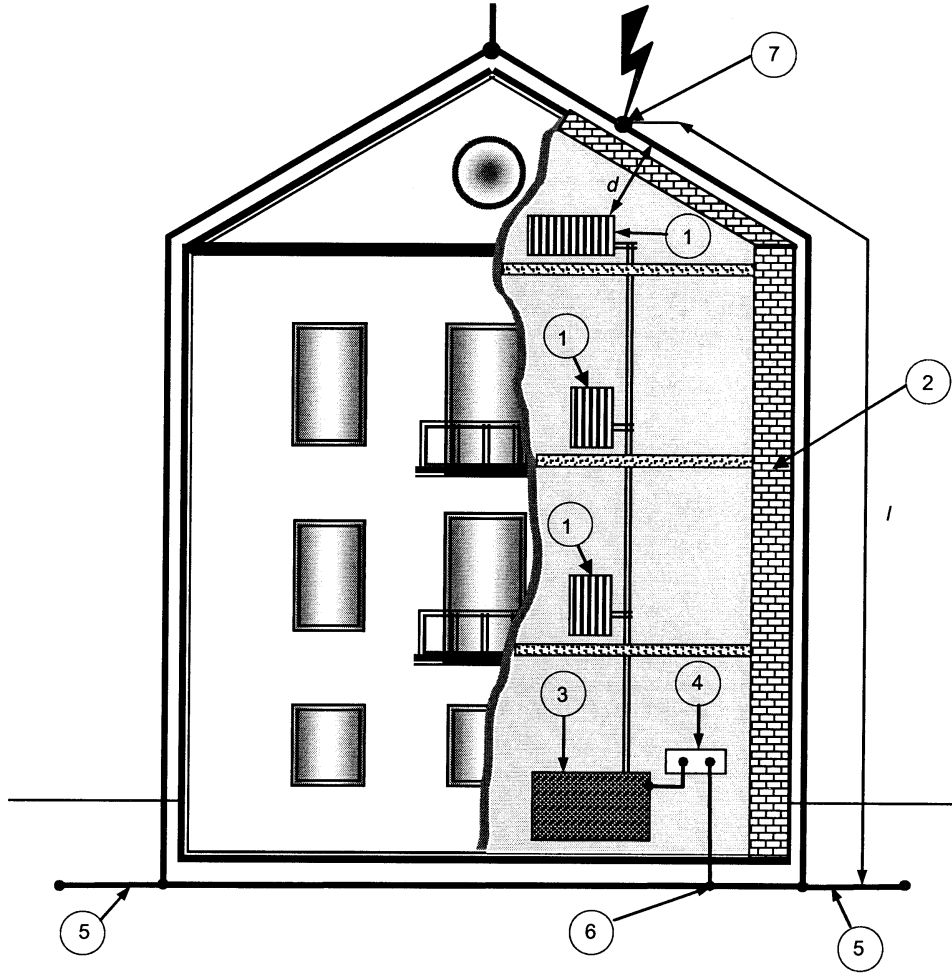
#### **E.6.3.1 Genel**

Dış LPS ile yapının eş potansiyel kuşaklamasına bağlanan iletken bölümler arasında Madde 6.3'e göre belirlenmiş yeterli ayırma mesafesi muhafaza edilmelidir.

Ayırma mesafesi Madde 6.3'te verilen eşitlik (4) ile değerlendirilebilir.

s ayırma mesafesinin (Madde 6.3) hesaplanması için referans uzunluk  $l$ , en yakın eş potansiyel kuşaklama noktasına veya toprak sonlandırma şebekesine olan bağlantı ile iniş iletkeni boyunca olan yakın nokta arasındaki mesafe olmalıdır. Çatı ve iniş iletkenleri gerekli ayırma mesafesinin düşük tutulması için mümkün olduğunca düz olan bir güzergah takip etmelidir.

Kuşaklama barasından yakın noktaya giden bina içindeki iletken yolu ve uzunluğunun genel olarak ayırma mesafesi üzerinde küçük bir etki yaratır ancak bu iletken yıldırım akımını taşıyan iletkenine yakın geçtiğinde gerekli ayırma mesafesi daha düşük olacaktır. Şekil E.47, Madde 6.3'e göre s ayırma mesafesinin hesaplanması için kullanılan  $l$  kritik uzunluğunun LPS üzerinde nasıl ölçüldüğünü göstermektedir.



### Açıklama

- 1 Metal radyatör/ısıtıcı
- 2 Tuğla veya ahşap duvar
- 3 Isıtıcı
- 4 Eş potansiyel kuşaklama barası
- 5 Toprak sonlandırma sistemi
- 6 Toprak sonlandırma sistemine veya iniş iletkenine olan bağlantı
- 7 En kötü durum
- d Gerçek mesafe
- l s ayırma mesafesinin değerlendirilmesi için olan uzunluk

Not – Yapı yalıtkan tuğlalardan meydana gelmiştir.

**Şekil E.47** – Madde 6.3'e göre referans noktasından itibaren olan bir l mesafesinde en kötü durumdaki yıldırım yakalama noktası için s ayırma mesafesinin hesaplamaları için olan yönler

Bina bileşenlerinin örnek olarak betondaki çelik takviye gibi doğal iniş iletkenleri olarak kullanıldığı yapılarda referans noktası doğal iniş iletkenine olan bağlantı noktası olmalıdır.

Ahşap veya tuğla gibi iletken malzemeler ihtiva etmeyen dış yüzeyleri olan yapılar, Madde 6.3'e göre s ayırma mesafesinin hesaplanması için en olumsuz yıldırım çarpma noktasından en yakın toprak sonlandırmaya veya iç tesisin eş potansiyel kuşaklama sisteminin iniş iletkenine veya toprak sonlandırma sistemine bağlandığı noktaya kadar yıldırımdan koruma iletkenleri boyunca muhtemel en kısa olan bütün mesafeyi kullanmalıdır.

Göz önüne alınan tesisin bütün uzunluğu boyunca s ayırma mesafesinden daha büyük olan mesafeyi muhafaza etmek mümkün olmadığında tesisin LPS'ye olan kuşaklaması ayrıca referans kuşaklama noktasından itibaren en uzak noktada yapılmalıdır (Şekil E.47'ye bakılmalıdır). Bundan dolayı elektriksel iletkenler ayırma mesafesinin özelliklerine uygun olarak (Madde 6.3) yeniden yönlendirilmeli veya referans kuşaklama noktasından itibaren olan en uzak noktada LPS'ye kuşaklanmış iletken bir siper ile mahfaza altına alınmalıdır.

30 m'den daha alçak olan binalarda tesislerin LPS'ye kuşaklanması referans noktada ve en uzak noktada yapıldığında ayırma mesafesi tesisin bütün yolu boyunca yerine getirilir.

Aşağıdaki noktalar oldukça kritik olup özel dikkat gerektirir.

- Büyük yapılar olması durumunda LPS iletkenleri ile metal tesis arasındaki ayırma mesafesi çoğunlukla yerine getirilemeyecek kadar büyüktür. Bu durum LPS'nin bu metal tesislere ilave kuşaklanmasını gerektirir. Sonuç olarak yıldırım akımının bir kısmı bu metal tesisler vasıtasıyla yapının toprak sonlarına sistemine akar.
- Bu kısmi akımların sonucu olarak meydana gelen elektromanyetik girişim yapı tesisleri planlandığında ve EN 62305-4'e göre yapının iç tarafındaki yıldırımdan koruma manyetik bölgeler tasarımılandığında göz önüne alınmalıdır.

Ancak, buradaki girişim bu noktadaki elektriksel kıvılcım atlamasının sebep olduğundan oldukça düşük bir girişim olacaktır.

Çatılar olması durumunda LPS ile elektriksel tesisler arasındaki mesafe Madde 6.3'te verilen s ayırma mesafesinden çoğunlukla daha kısa bulunmuştur. Durum böyle olduğunda farklı bir yere LPS veya elektriksel bir iletken tesis etmek için harekete geçilmelidir.

Yapılarda hava sonlandırma iletkenlerine olan ayırma mesafesine uygun olmayan elektriksel devrelerin yeniden yönlendirilmesini sağlamak amacıyla elektriksel tesisten sorumlu olan kişi ile anlaşmaya varılmalıdır.

Elektriksel tesis yeniden yönlendirilemezse dış LPS'ye olan kuşaklama Madde 6.3'e uygun olarak yapılmalıdır.

Bazı binalarda gerekli ayırma mesafesini muhafaza etmek mümkün değildir. İç yapılaşlar tasarımcıyı veya tesisçiyi durumları değerlendirmekten ve bazı metal bölümlere ve elektriksel iletkenlere bağlantılar yapmaktan alıkoyar. Bu durum bina sahibi ile görüşülmelidir.

### **E.6.3.2 Basitleştirilmiş yaklaşım**

Yapının en geniş yatay uzaması (uzunluk veya genişlik) yüksekliğin dört katını aşmazsa Madde 6.3.2'ye göre basit yaklaşım mümkündür.

### **E.6.4 İç sistemlerde endüklenen akımların etkilerine karşı koruma**

Dış LPS'nin iletkenlerindeki akımlar, elektromanyetik kuplaj etkisinden dolayı içteki tesislere ait iletken döngülerinde aşırı yüksek değerlerde gerilimler endükleyebilir. Aşırı gerilimler, iç sistemlerde arızalara sebep olabilir.

Genellikle bütün binalarda elektronik teçhizat bulunmasından dolayı, içteki ve dıştaki iniş iletkenlerine ait elektromanyetik alan etkileri yıldırımdan koruma sisteminin planlanmasında dikkate alınmalıdır.

Aşırı gerilimlere karşı koruma tedbirleri, EN 62305-4'te verilmiştir.

## **E.7 LPS'nin bakımı ve muayenesi**

### **E.7.1 Muayenelerin kapsamı**

LPS'nin muayenesi, Madde E.7'deki tavsiyelere uygun olarak yıldırımdan koruma uzmanı tarafından yapılmalıdır.

Muayeneyi yapacak uzman kişi, tasarım kriterleri, tasarım açıklaması ve teknik çizimler gibi LPS'ye ait gerekli dokümantasyonu içeren LPS tasarım raporuna sahip olmalıdır. LPS'yi muayene edecek kişiye, ayrıca daha önceki LPS muayene ve bakım raporları da verilmelidir.

Bütün LPS'ler, aşağıdaki durumlarda muayene edilmelidir:

- LPS'nin tesisi sırasında, özellikle yapı içine gömülen ve bir daha erişilemeyecek olan bileşenlerin tesis edilmesi sırasında,
- LPS tesisinin tamamlanmasından sonra,
- Çizelge E.2'ye göre düzenli bir şekilde.

#### Çizelge E.2 – Bir LPS'nin muayeneleri arasındaki en büyük süre

Koruma seviyesi	Gözle muayene	Tam muayene	Kritik durumlarda tam muayene <sup>a b</sup>
	Yıl	Yıl	Yıl
I ve II	1	2	1
III ve IV	2	4	1

<sup>a</sup> Patlayıcı malzemelerin sebep olduğu bir riske sahip yapıları kapsayan uygulamalarda kullanılan yıldırımdan koruma sistemleri, her 6 ayda bir gözle muayene edilmelidir. Tesisin elektriksel deneyi senede bir kez yapılmalıdır. Yıllık deney planında kabul edilebilir istisnai bir durum da, deneylerin 14 ila 15 aylık çevrimlerde yapılmasıdır. Bunun sebebi, mevsimsel değişimlere ait etkileri belirlemek amacıyla yılın farklı zamanlarında toprak direnci deneyinin yapılmasının yararlı olduğudur.

<sup>b</sup> Kritik durumlar, hassas iç sistemler, iş hanları, ticari binalar veya yüksek sayıda insanın bulunabileceği yerleri bulandıran yapıları ihtiva edebilir.

Çizelge E.2'de verilen muayene sıklıkları, karar verme yetkisi olan sorumlu /kuruluş tarafından özel kuralların tanıtılmamış olması durumunda uygulanmalıdır.

**Not** - Milli kuruluşlar veya enstitülerin bir yapıdaki elektriksel sistemin düzenli olarak deneyinin yapılmasını talep etmeleri durumunda, aynı zamanda elektrik sistemlerini içeren yıldırım eş potansiyel kuşaklama da dâhil iç yıldırımdan korunma tedbirlerinin işlevselliğine dair yıldırımdan koruma sistemin deneye tâbi tutulması tavsiye edilir. Eski tesisler, benzer şekilde, bir yıldırımdan koruma sınıfı ile ilişkilendirilmeli veya deney aralıkları, yapılış kılavuzları, teknik yönetmelikler, talimatlar, endüstriyel güvenlik ve iş kanunlarındaki korumalar gibi yerel veya başka deney özelliklerinden alınmalıdır.

LPS yılda en az bir kere gözle muayene edilmelidir. Şiddetli hava değişikliklerinin olduğu ve aşırı hava şartlarının ortaya çıktığı bazı alanlarda, sistemin Çizelge E.2'de belirtilenden daha sık olarak gözle muayene edilmesi tavsiye edilir. LPS'nin kullanıcının planlı bakım programının bir bölümünü oluşturması veya binayı sigorta eden şirketin bir talebi olması durumunda, LPS'nin yılda bir kere tam olarak deneye tâbi tutulması gerekli olabilir.

LPS muayeneleri arasındaki zaman aralığı, aşağıdaki faktörler vasıtasıyla belirlenmelidir:

- Korunan yapının sınıflandırılması, özellikle hasar sonucu ortaya çıkan etkilerle ilgili,
- LPS'nin sınıfı,
- Yerel ortamda, örnek olarak korozyona sebep olan atmosfer ortamında muayene aralıkları kısa olmalıdır,
- Münferit LPS bileşenlerine ait malzemeler
- LPS bileşenlerinin tutturulduğu yüzeyin tipi,
- Toprağın durumu ve ilgili korozyon hızları.

Yukarıdakilere ilave olarak, korunan yapıda önemli tadilat ve tamirat yapıldığı zamanlarda ve ayrıca LPS'ye olan bilinen yıldırım boşalmasını takiben LPS muayene edilmelidir.

Tam muayene ve deney, her iki ilâ dört yılda bir yapılmalıdır. Kritik ortam şartlarında bulunan sistemler örnek olarak, rüzgâr hızı yüksek olan alanlarda esnek kuşaklama şeritleri gibi çok şiddetli mekanik zorlamalara maruz kalan LPS bölümleri, boru hatları üzerindeki SPD'ler ve kabloların bina dışında kuşaklanması vb. her yıl tam muayeneye tâbi tutulmalıdır.

Çok sayıdaki coğrafi alanlarda ve özellikle mevsimsel sıcaklık ve yağmur değişikliklerinin fazla olduğu alanlarda topraklama direncindeki değişim, farklı hava periyotlarında öz direncin derinlikle değişimi ölçülmek suretiyle dikkate alınmalıdır.

Ölçülen direnç değerlerinin tasarım sırasında tahmin edilen direnç değerinden daha büyük değişiklikler göstermesi durumunda özellikle, direnç değerinin muayeneler arasında sürekli olarak artması durumunda, topraklama sisteminde bir iyileşme yapılması dikkate alınmalıdır.

## E.7.2 Muayenelerin sırası

### E.7.2.1 Muayene işlemi

Bu muayenenin amacı, LPS'nin her hususta bu standarda uygun olduğunu garanti etmektir.

Muayene, teknik dokümantasyonun kontrolünden, gözle muayenelerden, deneyin yapılması ve bir muayene raporunda yer alan kayıtların tutulmasından meydana gelir.

### E.7.2.2 Teknik dokümantasyonun kontrolü

Teknik dokümantasyon, tamam olma durumu, bu standarda uygunluk ve gerçekleştirildiği gibi tesisle uyuma yönünden kontrol edilmedir.

### E.7.2.3 Gözle muayeneler

Gözle muayeneler aşağıdaki hususların incelenmesi amacıyla yapılmalıdır:

- Tasarımın bu standarda uygunluğu,
- LPS'nin iyi durumda olduğu,
- LPS iletkenleri ve eklerde gevşek bağlantıların ve kazara meydana gelen kopmaların bulunmadığı,
- Sisteme ait herhangi bir bölümde, özellikle toprak seviyesinde, korozyondan dolayı zayıflama meydana gelmediği,
- Bütün gözle görülebilen toprak bağlantılarının sağlam olduğu (fonksiyonel olarak görevini yerine getirir durumda),
- Mekanik koruma sağlayan montaj yüzeylerine ve bileşenlere sıkıca tespit edilen bütün gözle görülen iletkenler ve sistem bileşenlerinin sağlam olduğu (fonksiyonel olarak görevini yerine getirir durumda) ve doğru yerde buldukları,
- İlâve koruma gerektiren korunmuş yapıya ilâvelerin veya tadilatların yapılmamış olduğu,
- LPS ve SPD'lerde hasara veya SPD'leri koruyan sigorta arızalarına dair belirti görülmediği,
- Son muayeneden itibaren yapının içine yapılmış olan yeni hizmet tesisleri veya ilâveler için doğru eş potansiyel kuşaklamanın tesis edilmiş olduğu ve süreklilik deneylerinin bu yeni ilâveler için yapılmış olduğu,
- Yapı içindeki kuşaklama iletkenlerinin ve bağlantıların sağlam olduğu (fonksiyonel olarak görevini yerine getirir durumda),
- Ayırma mesafelerinin muhafaza edildiği,
- Kuşaklama iletkenlerinin, eklerin, siperleme cihazlarının, kablo güzergâhının ve SPD'lerin kontrol edilmiş ve deneye tâbi tutulmuş olduğu.

### E.7.2.4 Deney işlemi

LPS'nin muayene ve deney işlemi gözle yapılan muayeneler de dâhil olup, bunlar aşağıdaki işlerin yapılması suretiyle tamamlanmalıdır:

- Özellikle ilk tesisin yapıldığı sırada muayene için gözle görülmeyen ve daha sonra gözle muayene için mevcut olmayan LPS bölümlerinin sürekliliğine yönelik süreklilik deneylerinin yapılması,
- Toprak sonlandırma sistemine ait toprak direnci deneylerinin yapılması. Aşağıda verilen ayrılmış ve birleştirilmiş toprak ölçmeleri ve kontrolleri yapılmalı ve sonuçları LPS muayene raporuna kaydedilmelidir.

**Not** - Yüksek frekans veya darbe ölçmeleri mümkündür ve toprak sonlandırma sisteminin darbe davranışını veya yüksek frekansını belirlemek için faydalıdır. Bu ölçümler, tasarlanan topraklama sistemi ile ihtiyaç arasındaki uygunluğu kontrol etmek amacıyla topraklama sisteminin periyodik bakımı gibi tesisin yapım safhasında yapılabilir.

- a) Her yerel toprak elektrotunun toprak direnci ve mümkün olması durumunda, bütün toprak sonlandırma sistemin toprak direnci.

Her yerel toprak elektrotu, bağlantısı kaldırılmış konumdaki iniş iletkeni ile toprak elektrotu arasındaki deney ekindeki ayrılma ile ölçülmelidir (ayrılmış ölçme).

**Not 2** – Hem düşey çubuklarını hem de kısmi veya tam toprak elektrotunu birleştiren toprak şebekeleri için devre harici etme ve deney işlemi toprak muayene çukurunda yapılmalıdır. Bu şekildeki bir muayeneyi yapmak zor ise rutin deney yüksek frekans veya darbe deneyleri ile tamamlanmalıdır.

Toprak sonlandırma sisteminin toprak direnci toplam olarak 10  $\Omega$ 'u aşarsa, elektrotun Şekil 3'e uygun olduğunu incelemek için bir kontrol yapılmalıdır.

Toprak direncinin değerinde önemli bir artış veya azalma olması durumunda, bu değişiklik ile ilgili sebebi belirlemek amacıyla ilâve araştırmalar yapılmalıdır.

Kayalık zemindeki toprak elektrotları için Madde E.5.4.3.5'teki özellikler takip edilmelidir. 10  $\Omega$  özelliği bu durum için uygulanmaz.

- b) Bütün iletkenlerin, kuşakların ve eklerin veya bunlara ait ölçülen elektriksel sürekliliğin gözle muayenesine ait sonuçlar.

Toprak sonlandırma sisteminin bu özelliklere uygun değilse veya bilgi eksikliği nedeniyle özelliklerin kontrol edilmesi mümkün değilse, toprak sonlandırma sistemi fazladan toprak elektrotları veya yeni bir toprak sonlandırma sistemi tesis edilerek iyileştirilmelidir.

Gözle görülebilir göstergesi olmayan SPD'lerin tercihen kılavuzlar veya imalatçı tarafından sağlanan teçhizat kullanılarak deneyden geçirilmesine ihtiyaç vardır.

### **E.7.2.5 Muayene dokümantasyonu**

LPS muayenelerini kolaylaştırmak için LPS muayene kılavuzları hazırlanmalıdır. Bu kılavuzlar, LPS tesis metodu, LPS bileşenlerinin tipi ve durumu, deney metotları ve elde edilen deney verilerinin uygun kaydedilmesi gibi bütün önemli alanlar dokümente edilecek şekilde, muayene süreci boyunca muayeneyi yapacak kişiye yol göstermek amacıyla yeterli bilgiyi içermelidir.

Muayene yapan kişi, LPS tasarım raporu ve önceden derlenmiş LPS bakım ve muayene raporları ile birlikte bulunması gereken bir LPS muayene raporu düzenlemelidir.

LPS muayene raporu aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- Hava sonlandırma iletkenleri ve diğer hava sonlandırma bileşenlerinin genel durumları,
- Genel korozyon seviyesi ve korozyondan koruma durumu,
- LPS iletkenleri ve bileşenlerinin tutturulma güvenliği,
- Toprak sonlandırma sistemine ait toprak direnci ölçmeleri,
- Bu standarda belirtilen özelliklerden herhangi bir sapma,
- LPS'deki bütün değişiklikler ve genişleme ile yapıdaki değişikliklere ait dokümantasyon. İlâve olarak, LPS yapılışına ait çizimler ve LPS tasarımına yönelik açıklama yeniden gözden geçirilmelidir.
- Yapılan deneylerin sonuçları

### **E.7.3 Bakım**

LPS'nin bozulmamasını ve orijinal olarak tasarımı olduğu özelliklere uygunluğunu sürdürmesini sağlamak için LPS'nin düzenli bir şekilde bakımı yapılmalıdır. Çizelge E.2'ye uygun olarak gerekli bakım ve muayene çevrimini, LPS tasarımı belirlemelidir.

LPS bakım programı, LPS'nin bu standardın halen kullanılmakta olan baskısının sürekli olarak güncel kılınmasını sağlamalıdır.

#### **E.7.3.1 Genel açıklamalar**

LPS bileşenleri, korozyon, hava ile ilgili hasar, mekanik hasar ve yıldırım darbelerinden kaynaklanan hasar nedeniyle yıllar içinde etkinliğini kaybetme eğilimi gösterir.

Muayene ve bakım programları, bir yetkili, LPS tasarımcısı veya LPS tesisçisi tarafından yapının sahibi veya yetkili temsilcisi ile birlikte belirlenmelidir.

Bakım işlerini gerçekleştirmek ve LPS'ye ait muayeneleri yapmak için, muayene ve bakım ile ilgili her iki program koordineli olarak yürütülmelidir.

LPS tasarımcısı, korozyona karşı koruma sağlamak için özel tedbirler almış ve bu standardda verilen özelliklere ilave olarak bileşenleri yıldırım hasarına ve iklim şartlarına karşı özel maruz kalma durumuna uygun olarak boyutlandırmış olsa bile, LPS'nin bakımı önemlidir.

LPS'nin mekanik ve elektriksel karakteristikleri, bu standardda belirtilen tasarım özelliklerine uygun olması için bütün ömrü boyunca tam olarak muhafaza edilmelidir.

Binada veya binadaki teçhizatda değişiklikler yapılması veya binada kullanım amacına yönelik tadilat yapılması durumunda, LPS'de değişiklik yapmak gerekli olabilir.

Muayenede onarımlara gerek olduğu görülürse, bu onarımlar gecikmeden yapılmalı ve bir sonraki bakım çevrimine kadar ertelenmemelidir.

### **E.7.3.2 Bakım işlemi**

Bütün LPS'ler için periyodik bakım programları hazırlanmalıdır.

Bakım işlemlerinin sıklığı aşağıdaki hususlara bağlıdır:

- İklim ve ortamla ilgili bozulmalar,
- Gerçek yıldırım hasarına maruz kalma,
- Yapıya tahsis edilen koruma seviyesi.

LPS bakım işlemleri, her özel LPS için hazırlanmalı ve yapı için bütün bakım programının bir bölümü olmalıdır.

Bakım programı, en son sonuçların daha önceki sonuçlarla karşılaştırılmasını mümkün kılmak için belli bakım işlemlerinin düzenli olarak takip edilmesini sağlamak üzere bir kontrol listesi olarak kullanılacak rutin maddeleri kapsamalıdır.

Bakım programı aşağıdaki hususlarla ilgili işlemleri ihtiva etmelidir:

- Bütün LPS iletkenleri ve sistem bileşenlerinin doğrulanması,
- LPS tesisinin elektriksel sürekliliğinin doğrulanması,
- Toprak sonlandırma sisteminin toprak direncinin ölçülmesi,
- SPD'lerin doğrulanması,
- Bileşenler ve iletkenlerin tekrar bağlanması,
- Binaya veya tesislere yapılan ilâveler veya değişikliklerden sonra LPS'nin etkinliğinin azalmadığını sağlayan doğrulama.

### **E.7.3.3 Bakım dokümantasyonu**

Bakım işlemlerinin tamamı, komple kayıtlarda yer almalı ve kayıtlar alınan veya gerekli olan düzeltici faaliyetleri içermelidir.

Bakım işlemine ait kayıtlar, LPS bileşenlerinin ve LPS tesisinin değerlendirilmesinde bir düzen sağlamalıdır.

LPS bakımına ait kayıtlar, bakım programlarının güncelleştirilmesi de dâhil olmak üzere bakım işlemlerinin yeniden incelenmesine esas teşkil edecek şekilde hizmet etmelidir. LPS bakım kayıtları, LPS tasarım ve LPS muayene raporları ile birlikte muhafaza edilmelidir.

## Kaynaklar

- [1] NFPA(National Fire Protection Standards), 780:2008, Standard for the Installation of Lightning Protection Systems
- [2] IEC 61400-24, Wind turbines – Part 24: Lightning protection  
**Not** – EN 61400-24 olarak harmonize edilmiştir.
- [3] IEC 60050-826:2004, International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical Installations
- [4] IEC 60050-426:2008, International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres
- [5] IEC/TR 61000-5-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling
- [6] IEC 60728-11, Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 11: Safety