



TÜRK STANDARDI

TS EN 62305-2

Temmuz 2012

TS EN 62305-2:2007 yerine

ICS 29.020; 91.120.40

Yıldırımdan korunma - Bölüm 2: Risk yönetimi (IEC 62305-2010, değiştirilmiş)

Protection against lightning – Part 2: Risk management
(IEC 62305-2:2010, modified)

Protection contre la foudre –
Partie 2: Evaluation des risques
(CEI 62305-2:2010, modifiée)

Blitzschutz –
Risiko-management
(IEC 62305-2:2010, modifiziert)

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ
Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

Milli Önsöz

- Bu standard; kaynağı EN 62305-2:2012 standardı olan TS EN 62305-2:2012 Türk standardının Elektrik İhtisas Kurulu'na bağlı TK07 Yüksek Gerilim Teknikleri ve Yıldırımdan Korunma Teknik Komitesi marifetiyle yapılan Türkçe tercümesidir.
- Bu standard, TS EN 62305-2:2007'nin yerine geçer.
- 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	Adı(Türkçe)
EN 62305-1:2011	Protection against lightning – Part 1: General principles (IEC 62305-1:2010 mod.)	TS EN 62305-1: 2012	Yıldırımdan korunma - Bölüm 1: Genel kurallar
EN 62305-3:2011	Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structure and lifehazard (IEC 62305-3:2010, mod.)	TS EN 62305-3: 2012	Yıldırımdan korunma - Bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati tehlike
EN 62305-4:2011	Protection against lightning – Part 3: Electrical and electronic system within structures (IEC 62305-4:2010, mod.)	TS EN 62305-4: 2014	Yıldırımdan korunma - Bölüm 4: Yapılarda bulunan elektrik ve elektronik sistemler

TS EN 62305-2:2012 standardı, EN 62305-2: 2012 standardı ile bire bir aynı olup, Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi'nin (CENELEC) (Avenue Marnix 17 B-1000 Brussels) izniyle basılmıştır.

Avrupa Standardlarının herhangi bir şekilde ve herhangi bir yolla tüm kullanım hakları Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN/ CENELEC) ve üye ülkelerine aittir. TSE kanalıyla CEN/ CENELEC'den yazılı izin alınmaksızın çoğaltılamaz.

Yıldırımdan korunma -Bölüm 2: Risk yönetimi (IEC 62305-2010, değiştirilmiş)

Protection against lightning – Part 2: Risk management
(IEC 62305-2:2010, modified)

Protection contre la foydre –
Partie 2: Evaluation des risqué
(CEI 62305-2:2010, modifiée)

Blitzschutz –
Risiko-management
(IEC 62305-2:2010, modifiziert)

Bu Avrupa Standardı CENELEC tarafından 19-03-2012 tarihinde onaylanmıştır. CENELEC üyeleri, bu Avrupa Standardına hiçbir değişiklik yapmaksızın ulusal standard statüsü veren koşulları öngören CEN/CENELEC İç Yönetmelikleri'ne uymak zorundadırlar.

Bu tür ulusal standartlarla ilgili güncel listeler ve bibliyografik atıflar, CEN-CENELEC Yönetim Merkezine veya herhangi bir CENELEC üyesine başvurarak elde edilebilir.

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

CENELEC üyeleri sırasıyla, Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, Türkiye ve Yunanistan'ın milli elektroteknik komiteleridir.

CENELEC

Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Yönetim Merkezi: Avenue Marnix 17,B - 1000 Brussels

İçindekiler**Sayfa**

Ön söz	5
Giriş	6
1 Kapsam	7
2 Atf yapılan standard ve/veya dokümanlar	7
3 Terimler, tarifler, semboller ve kısaltmalar	7
3.1 Terimler ve tarifler.....	7
3.2 Semboller ve kısaltmalar	12
4 Terimlerin açıklaması	15
4.1 Hasar ve kayıp.....	15
4.2 Risk ve risk bileşenleri	16
4.3 Risk bileşenlerinin bileşimi	17
5 Risk yönetimi	19
5.1 Temel işlem	19
5.2 Risk değerlendirmesi için dikkate alınacak yapı.....	19
5.3 Katlanılabilir risk, R_T	20
5.4 Korunma ihtiyacının değerlendirilmesi için özel işlem	20
5.5 Korunmanın maliyet etkinliğini değerlendirme işlemi	20
5.6 Korunma tedbirleri	24
5.7 Korunma tedbirlerinin seçilmesi	24
6 Risk bileşenlerinin değerlendirilmesi	24
6.1 Temel formül.....	24
6.2 Yapıya düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S_1)	24
6.3 Yapının yakınına düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S_2)	25
6.4 Yapıya bağlı bir hatta düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S_3)	25
6.5 Yapıya bağlı bir hattın yakınına düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S_4)	25
6.6 Risk bileşenlerinin özeti	27
6.7 Z_s bölgelerinde yapının bölümlendirilmesi.....	27
6.8 Bir hattın S_L kısımları olarak bölümlendirilmesi	27
6.9 Z_s bölgelerine ayrılmış bir yapıdaki risk bileşenlerinin değerlendirilmesi.....	28
6.10 Ekonomik kayıp (L_4) için maliyet fayda analizi.....	28
Ek A (Bilgi için) Yıllık tehlikeli olay sayısı N'nin değerlendirilmesi	29
A.1 Genel	29
A.2 Yapıya ve bitişik bir yapıya yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_D ve $N_{D'}$ 'nin değerlendirilmesi.....	29
A.3 Yapının yakınına yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_M 'nin değerlendirilmesi	34
A.4 Hatta yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_L 'nin değerlendirilmesi	34
A.5 Hattın yakınına yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_I 'nin değerlendirilmesi	35
Ek B (Bilgi için) Hasar ihtimali P_x'in değerlendirilmesi	37
B.1 Genel	37
B.2 Bir yapıya düşen yıldırımdan kaynaklanan elektrik çarpmasından dolayı canlıların zarar görme ihtimali P_A	37
B.3 Yapıya yıldırım düşmesinin fiziksel hasara sebep olma ihtimali P_B	37
B.4 Yapıya yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_C	38
B.5 Yapının yakınına yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_M	39
B.6 Bir hatta yıldırım düştüğünde elektrik çarpmasından dolayı canlıların yaralanma ihtimali P_U	41
B.7 Hatta yıldırım düşmesinin fiziki hasara sebep olma ihtimali P_V	42
B.8 Yapıya giren hatta yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_W	42
B.9 Yapıya giren bir hattın yakınına yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_Z	43
Ek C (Bilgi için) Kayıp tutarı L_x'in değerlendirilmesi	44
C.1 Genel	44
C.2 Tehlikeli olay başına ortalama bağıl kayıp tutarı	44

C.3 İnsan hayatının kaybı (L1).....	44
C.4 Kamu hizmetlerinin kabul edilemeyecek şekilde kaybı (L2).....	47
C.5 Yerine konulamayacak kültürel mirasın kaybı (L.3)	48
C.6 Ekonomik kayıp (L4).....	48
Ek D (Bilgi için) Kayıp maliyetlerinin değerlendirilmesi	51
Ek E (Bilgi için) Örnek olay çalışması.....	52
E.1 Genel.....	52
E.2 Kır evi	52
E.3 Ofis binası.....	56
E.4 Hastahane	62
E.5 Apartman bloğu	73
Kaynaklar.....	77
Şekiller	
Şekil 1 - Korunma ihtiyacına karar vermek ve korunma tedbirlerini seçmek için işlem.....	22
Şekil 2 - Korunma tedbirlerinin maliyet etkinliğinin değerlendirilmesi için işlem.....	23
Şekil A.1 - Ayrık bir yapının toplama alanı A_D	30
Şekil A.2 - Karmaşık biçimli yapı	31
Şekil A. 3 - Verilen yapı için toplama alanını belirlemek amacıyla kullanılan farklı yöntemler	32
Şekil A.4 - Toplama alanı A_D 'yi değerlendirmek için dikkate alınacak yapı.....	33
Şekil A.5 - Toplama alanları (A_D , A_M , A_I , A_L).....	36
Şekil E.1 - Kır evi	52
Şekil E.2 - Ofis binası	57
Şekil E.3 - Hastahane	63
Şekil E.4 - Apartman bloğu.....	74
Çizelgeler	
Çizelge 1 – Yıldırımın düşme noktalarına göre bir yapıda meydana gelen hasar kaynakları, hasar tipleri ve kayıp tipleri.....	16
Çizelge 2 - Bir yapıda her tip kayıp için dikkate alınacak risk bileşenleri	18
Çizelge 3 – Risk bileşenlerini etkileyen faktörler	19
Çizelge 4 - Katlanılabilir riskin (R_r) tipik değerleri	20
Çizelge 5 – Risk bileşenlerinin değerlendirmesiyle ilgili parametreler.....	26
Çizelge 6 - Farklı hasar tipleri ve hasar kaynağı için risk bileşenleri	27
Çizelge A. 1 –Yapı konum faktörü C_D	33
Çizelge A. 2 –Hat tesisat faktörü C_I	35
Çizelge A. 3 – Hat tipi faktörü C_T	35
Çizelge A. 4 – Hat çevre factörü C_E	35
Çizelge B. 1 -Yapıya yıldırım düşmesinden kaynaklanan tehlikeli temas ve adım gerilimleri dolayısıyla canlılara elektrik çarpma ihtimali P_{TA} değerleri.....	37
Çizelge B. 2 -Fiziksel hasarın azaltılması için korunma tedbirlerine bağlı olarak P_B ihtimal değerleri	38
Çizelge B. 3 – SPD'lerin tasarımı olduğu LPL'nin fonksiyonu olarak P_{SPD} ihtimali değeri	38
Çizelge B. 4 – Zırlama, topraklama ve ayırma şartlarına bağlı olarak C_{LD} ve C_{LI} faktörlerinin değerleri	39
Çizelge B. 5 – İç kablağa bağlı olarak K_{S3} faktörünün değeri	40
Çizelge B. 6 – Giren bir hatta yıldırım düştüğünde tehlikeli temas gerilimlerinden dolayı canlıları elektrik çarpma ihtimali P_{TU} değerleri	41
Çizelge B. 7 – SPD'lerin tasarımı olduğu LPL'nin bir fonksiyonu olarak kullanılabilir P_{EB} ihtimal değerleri ..	41
Çizelge B. 8 – Kablo ekranının R_S direncine ve donanımın U_W darbe dayanım gerilimine bağlı olarak P_{LB} ihtimali değerleri.....	42
Çizelge B. 9 – Hat tipine ve donanımın U_W darbe dayanım gerilimine bağlı olarak P_{LI} ihtimali değerleri ...	43
Çizelge C. 1 – Kayıp tipi L1: Her bölge için kayıp değerleri	44
Çizelge C. 2 - Kayıp tipi L1: LT, LF ve LO'nun tipik ortalama değerleri	45
Çizelge C. 3 – Toprak veya zemin yüzey tipinin fonksiyonu olarak r_t azaltma faktörü	46
Çizelge C. 4 – Yangın sonuçlarını azaltmaya yönelik tedbirlerin fonksiyonu olarak r_p azaltma faktörü	46
Çizelge C. 5 – Yapının yangın veya patlama riskinin fonksiyonu olarak r_f azaltma faktörünün değeri	46
Çizelge C. 6 – Özel tehlike olması halinde bağıl kayıp miktarını arttıran h_z faktörü.....	47
Çizelge C. 7 – Kayıp tipi L2: Her bölge için kayıp değerleri	47

Çizelge C. 8 - Kayıp tipi L2: LF ve LO'nun tipik ortalama değerleri.....	48
Çizelge C. 9 – Kayıp tipi L3: Her bölge için kayıp değerleri	48
Çizelge C. 10 - Kayıp tipi L3: LF'nin tipik ortalama değeri	48
Çizelge C. 11 – Kayıp tipi L4: Her bölge için kayıp değerleri	49
Çizelge C. 12 - Kayıp tipi L4: LT, LF ve LO'nun tipik ortalama değerleri	49
Çizelge C.Z 1 –Toplam değerc'tnin değerlendirilmesi için değerler	50
Çizelge C.Z 2 – Toplam değerler ca, cb, cc, cs'nin değerlendirilmesi için paylar	50
Çizelge E. 1 – Kır evi: Çevre ve yapı karakteristikleri.....	53
Çizelge E. 2 – Kır evi: Güç hattı	53
Çizelge E. 3 – Kır evi: Telekomünikasyon hattı (TLC).....	53
Çizelge E. 4 – Kır evi: Z ₂ bölgesi için geçerli faktörler (bina içi)	54
Çizelge E. 5 – Kır evi: Yapı ve hatların toplama alanları	55
Çizelge E. 6 – Kır evi: Beklenen yıllık tehlikeli olaylar sayısı.....	55
Çizelge E. 7 – Kır evi: Korunmayan yapı için Risk R ₁ (değerler x 10 ⁻⁵).....	55
Çizelge E. 8 – Kır evi: Korunan yapı için Risk R ₁ ile ilgili risk değerleri.....	56
Çizelge E. 9 – Ofis binası: Çevre ve yapı karakteristikleri	57
Çizelge E. 10 – Ofis binası: Güç hattı.....	57
Çizelge E. 11 – Ofis binası: Telekomünikasyon hattı	58
Çizelge E. 12 – Ofis binası: Kişilerin bölgelere dağılımı.....	58
Çizelge E. 13 – Ofis binası: Z ₁ bölgesi (dış giriş alanı) için geçerli faktörler	59
Çizelge E. 14 – Ofis binası: Z ₂ bölgesi (dış bahçe) için geçerli faktörler.....	59
Çizelge E. 15 – Ofis binası: Z ₃ bölgesi (arşiv) için geçerli faktörler	59
Çizelge E. 16 – Ofis binası: Z ₄ bölgesi (ofisler) için geçerli faktörler	60
Çizelge E. 17 – Ofis binası: Z ₅ bölgesi (bilgisayar merkezi) için geçerli faktörler.....	60
Çizelge E. 18 – Ofis binası: Yapı ve hatların toplama alanları	61
Çizelge E. 19 – Ofis binası: Beklenen yıllık tehlikeli olay sayısı.....	61
Çizelge E. 20 – Ofis binası: Korunmamış yapı için risk R ₁ (değerler x 10 ⁻⁵)	61
Çizelge E. 21 – Ofis binası: Korunan yapı için risk R ₁ (değerler x 10 ⁻⁵)	62
Çizelge E. 22 – Hastahane: Çevre ve global yapı karakteristikleri.....	63
Çizelge E. 23 – Hastahane: Güç hattı	63
Çizelge E. 24 – Hastahane: Telekomünikasyon hattı.....	64
Çizelge E. 25 – Hastahane: Kişilerin ve ekonomik değerlerin bölgelere dağılımı	64
Çizelge E. 26 – Hastahane: Z ₁ bölgesi (bina dışı) için geçerli faktörler.....	65
Çizelge E. 27 – Hastahane: Z ₂ bölgesi (odalar bloğu) için geçerli faktörler	66
Çizelge E. 28 – Hastahane: Z ₃ bölgesi (ameliyathane bloğu) için geçerli faktörler.....	67
Çizelge E. 29 – Hastahane: Z ₄ bölgesi (yoğun bakım ünitesi) için geçerli faktörler	68
Çizelge E. 30 – Hastahane: Yapı ve hatların toplama alanları.....	68
Çizelge E. 31 – Hastahane: Beklenen yıllık tehlikeli olaylar sayısı	69
Çizelge E. 32 – Hastahane: Risk R ₁ - Korunmamış yapı için P ihtimal değerleri.....	69
Çizelge E. 33 – Hastahane: Korunmamış yapı için risk R ₁ (değerler x 10 ⁻⁵).....	69
Çizelge E. 34 – Hastahane: Çözüm a)'ya göre korunan yapı için risk R ₁ (değerler x 10 ⁻⁵).....	70
Çizelge E. 35 – Hastahane: Çözüm b)'ye göre korunan yapı için risk R ₁ (değerler x 10 ⁻⁵).....	71
Çizelge E. 36 – Hastahane: Çözüm c)'ye göre korunan yapı için risk R ₁ (değerler x 10 ⁻⁵).....	72
Çizelge E. 37 – Hastahane: Kayıp maliyeti C _L (korunmamış) ve C _{RL} (korunmuş)	72
Çizelge E. 38 – Hastahane: Korunma tedbirleri ile ilgili oranlar	72
Çizelge E. 39 – Hastahane: Korunma tedbirlerinin maliyeti CP ve CPM (değerler \$ cinsinden)	73
Çizelge E. 40 – Hastahane: Yıllık para tasarrufu (değerler \$ cinsinden)	73
Çizelge E. 41 – Apartman bloğu: Çevre ve genel yapı karakteristikleri	74
Çizelge E. 42 – Apartman bloğu: Güç hattı	74
Çizelge E. 43 – Apartman bloğu: Telekomünikasyon hattı.....	75
Çizelge E. 44 – Apartman bloğu: Z ₂ (binanın içinde) bölgesi için geçerli faktörler.....	76
Çizelge E. 45 – Apartman bloğu: Korunma tedbirlerine bağlı olarak apartman bloğu için risk R ₁	76

Ön söz

Bu doküman (EN 62305-2:2012), CLC/TC 81X, "Yıldırımdan korunma" Teknik Komitesi tarafından hazırlanan ortak düzeltmeler ile birlikte, IEC/TC 81, "Yıldırımdan korunma" Teknik Komitesi tarafından hazırlanan IEC 62305-2:2010'un metninden oluşur.

Aşağıdaki tarihler tespit edilmiştir:

- Özdeş ulusal standart olarak yayınlayarak veya onay duyurusu yaparak EN'nin ulusal düzeyde uygulamaya konması gereken en son tarih (dop) 19-03-2013
- EN ile çelişen ulusal standartların yürürlükten kaldırılması gereken en son tarih (dow) 13-01-2014

Bu doküman, EN 62303-2:2006 +corr. Kasım 2006'nın yerine geçer.

EN 62305-2:2012, EN 62305-2:2006'ya göre aşağıdaki önemli teknik değişiklikleri içerir:

- 1) Yapılar bağlanan servisler için risk değerlendirmesi kapsamdan çıkarılmıştır,
- 2) Yapı içinde elektrik çarpmasından kaynaklanan canlıların yaralanması dikkate alınmıştır,
- 3) Kültürel mirasın katlanılabilir risk kaybı 10^{-3} 'ten 10^{-4} 'e düşürülmüştür,
- 4) Yapıların çevrelerine veya ortama olan geniş çaplı hasar dikkate alınmıştır,
- 5) Aşağıdakileri değerlendirmek için geliştirilmiş formüller verilmiştir:
 - Bir yapının yakınına yıldırım düşmeleri ile ilgili toplama alanları,
 - Bir hatta veya hattın yakınına yıldırım düşmeleri ile ilgili toplama alanları,
 - Yıldırım düşmesinin hasara sebep olabilme ihtimalleri,
 - Patlama riski olan yapılarda bile kayıp faktörleri,
 - Bir yapının bir bölgesi ile ilgili risk,
 - Kayıp maliyeti.
- 6) Bütün durumlarda bağıl kayıp miktarını seçmek için çizelgeler verilmiştir,
- 7) Donanımların darbe dayanım gerilimleri 1 kV'a kadar aşağıya doğru genişletilmiştir.

IEC 62305-2:2010'da ek olarak verilen notlar ve çizelgeler, "Z" ön eki ile gösterilmiştir.

Bu dokümanda, IEC 62305-2:2010'a gelen ortak değişiklikler metnin sol kenar boşluğunda dikey bir çizgi ile gösterilmiştir.

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

Giriş

Toprağa düşen yıldırımlar yapılar ve hatlar için tehlikeli olabilir.

Yapı için tehlike aşağıdakilerle sonuçlanabilir:

- Yapının ve içindekilerin hasar görmesi,
- İlgili elektrik ve elektronik sistemlerin arızalanması,
- Yapının içindeki veya yakınındaki canlıların yaralanması.

Hasar veya arızaların dolaylı etkileri, yapının çevresine yayılabilir veya bulunduğu ortama etki edebilir.

Yıldırımdan dolayı meydana gelen kayıpları azaltmak için korunma tedbirleri gerekli olabilir. Bunlara ihtiyaç duyulup duyulmadığı ve ne dereceye kadar ihtiyaç duyulduğu risk değerlendirmesi ile belirlenmelidir.

Yıldırım düşmesinden dolayı bir yapıdaki olası ortalama yıllık kayıp olarak EN 62305-2'nin bu bölümünde tanımlanan risk aşağıdakilere bağlıdır:

- Yapıya etki eden yıllık yıldırım düşme sayısı,
- Etki eden yıldırım düşmelerinden birinin hasar yapma ihtimali,
- Ortalama dolaylı kayıp miktarı.

Yapıya etki eden yıldırım düşmeleri aşağıdaki gibi iki gruba ayrılabilir:

- Yapı üzerinde sonlanan yıldırım düşmeleri,
- Yapının yanına, doğrudan yapıya bağlı hatlara (güç, telekomünikasyon hatları) veya hatların yakınına yıldırımların düşmeleri.

Yapıya veya bağlı bir hatta düşen yıldırımlar, fiziki hasara ve can kaybına sebep olabilir. Yapının veya hattın yakınına düşen yıldırımlar ile yapıya veya hatta düşen yıldırımlar elektrik ve elektronik sistemlerin yıldırım akımı ile rezistif veya endüktif kuplajından meydana gelen aşırı gerilimlerden dolayı bu sistemlerin arızalanmasına sebep olabilir.

Ayrıca, kullanıcı tesislerinde ve güç besleme hatlarında yıldırım aşırı gerilimlerinden kaynaklanan arızalar, tesislerde anahtarlama tipi aşırı gerilimler üretebilir.

Not - Elektrik ve elektronik sistemlerin bozuk çalışma durumu IEC 62305 serisi standartlarda ele alınmamıştır. IEC 61000-4-5'e bakılmalıdır.^[21]

Yapıyı etkileyen yıldırım düşme sayısı yapının ve bağlı hatların boyutlarına ve özelliklerine, yapının ve hatların ortam karakteristiklerine ve ayrıca yapının ve hatların bulunduğu bölgedeki toprağa yıldırım düşme yoğunluğuna bağlıdır.

Yıldırım hasar ihtimali, yapının, bağlı hatların ve yıldırım akımının karakteristiklerine ve ayrıca uygulanan korunma tedbirlerinin tipine ve verimliliğine bağlıdır.

Dolaylı kaybın ortalama yıllık miktarı hasarın büyüklüğüne ve yıldırım düşmesi sonucu oluşacak dolaylı etkilere bağlıdır.

Korunma tedbirlerinin etkisi her bir korunma tedbirinin özelliklerinden kaynaklanır ve hasar olasılıklarını veya dolaylı kayıpmiktarını azaltabilir.

Kaçınılamayacak hiçbir riskin olmaması arzu edilirse, risk değerlendirmesinin sonucuna bakılmaksızın yıldırımdan korunma tedbirlerinin uygulanmasına karar verilebilir.

¹⁾ Köşeli parantez içindeki rakamlar kaynaklarla ilgilidir

1 Kapsam

Bu standard, toprağa düşen yıldırımlardan dolayı bir yapı için yapılacak risk değerlendirmesine uygulanır.

Standardın amacı bu risklerin değerlendirilmesi için bir işlem vermektir. Risk için katlanılabilir üst sınır belirlendikten sonra, riskin katlanılabilir seviyeye veya bunun altına düşürülebilmesi için bu işlem uygun korunma tedbirlerinin seçilmesini de sağlar.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Aşağıda atıf dokümanları bu dokümanın uygulanması için zaruridir. Tarihli atıflar için, atıf yapıldığı baskı uygulanır. Tarihsiz atıflar için atıf yapılan dokümanların (tadiller dahil) en son baskısı uygulanır.

EN 62305-1:2011, *Protection against lightning – Part 1: General principles (IEC 62305-1:2010, mod)* (Yıldırımdan korunma - Bölüm 1: Genel kurallar)

EN 62305-3: 2011, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard ((IEC 62305-3: 2010, mod)* (Yıldırımdan korunma - Bölüm 3: Yapılarda fiziksel hasar ve hayati tehlike)

EN 62305-4:2011, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures (IEC 62305-4:2010, mod)* (Yıldırımdan korunma - Bölüm 4: Yapılarda bulunan elektrik ve elektronik sistemler)

3 Terimler, tarifler, semboller ve kısaltmalar

Bu standardın amacı bakımından aşağıda verilen ve bir kısmı EN 62305-1'de yer alan ve okuma kolaylığı bakımından burada tekrarlanan terimler, tarifler, semboller ve kısaltmalar ile EN 62305 serisinin diğer standartlarında verilenler uygulanır.

3.1 Terimler ve tarifler

3.1.1 Korunan yapı

Bu standarda uygun olarak yıldırımın etkilerine karşı korunması gereken yapı.

Not - Bir yapı daha büyük başka bir yapının bölümü olabilir.

3.1.2 Patlama riski olan yapılar

EN 60079-10-1^[3] ve EN 60079-10-2^[4]'a göre belirlenen katı patlayıcı maddeler veya tehlikeli bölgeler içeren yapılar.

3.1.3 Ortam için tehlikeli yapılar

Yıldırımın sonucunda biyolojik, kimyasal veya radyoaktif yayınıma sebep olabilecek yapılar (kimya, petrokimya, nükleer tesisler vb).

3.1.4 Şehir ortamı

Yüksek yoğunlukta binaların olduğu veya yüksek binalar ile birlikte nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu alan.

Not - Şehir merkezi şehir ortamına bir örnektir.

3.1.5 Banliyö ortamı

Orta yoğunlukta binaların olduğu alan.

Not - Şehrin kenar mahalleleri banliyö ortamına bir örnektir.

3.1.6 Kırsal ortam

Düşük yoğunlukta binaların olduğu alan.

Not - "Kırsal bölge" kırsal ortama bir örnektir.

3.1.7 Beyan darbe dayanım gerilim seviyesi

U_w

İmalatçı tarafından donanıma veya donanımın bir bölümüne tahsis edilen darbe dayanım gerilimi. Bu, yalıtımının aşırı gerilimlere (geçici rejim) karşı belirtilen dayanma yeteneğini karakterize eder.

[KAYNAK: EN 60664-1:2007, Madde 3.9.2'deki tarif, değiştirilmiş^[5]

Not - Bu standardın amaçları bakımından, sadece gerilim altındaki iletkenler ile toprak arasındaki dayanma gerilimi dikkate alınmıştır.

3.1.8 Elektrik sistemi

Alçak gerilim güç besleme bileşenlerini kapsayan sistem.

3.1.9 Elektronik sistem

Telekomünikasyon donanımı, bilgisayar, kontrol ve ölçme sistemleri, radyo sistemleri, güç elektroniği tesisleri gibi hassas elektronik bileşenleri kapsayan sistem.

3.1.10 İç sistemler

Bir yapı içindeki elektriksel ve elektronik sistemler.

3.1.11 Hat

Korunması gereken yapıya bağlı güç hattı veya telekomünikasyon hattı.

3.1.12 Telekomünikasyon hatları

Telefon hatları ve veri hatları gibi ayrı yapılarda bulunabilen donanımlar arasında iletişim için öngörülen hatlar.

3.1.13 Güç hatları

Alçak gerilim (AG) veya yüksek gerilim (YG) elektrik şebeke hatları gibi, bir yapıda bulunan elektrik ve elektronik donanıma güç sağlamak üzere yapıya giren dağıtım hatları.

3.1.14 Tehlikeli olay

Korunan yapıya veya yakınına veya korunan yapıya bağlanan bir hatta veya yakınına hasar oluşturabilecek şekilde yıldırım düşmesi.

3.1.15 Yapıya yıldırım düşmesi

Korunan bir yapıya yıldırım düşmesi.

3.1.16 Yapının yakınına yıldırım düşmesi

Tehlikeli aşırı gerilimler meydana getirebilecek şekilde korunan bir yapının yeterince yakınına yıldırım düşmesi.

3.1.17 Bir hatta yıldırım düşmesi

Korunan yapıya bağlı bir hatta yıldırım düşmesi.

3.1.18 Bir hattın yakınına yıldırım düşmesi

Tehlikeli aşırı gerilimler meydana getirebilecek şekilde korunanyapıya bağlı bir hattın yeterince yakınına yıldırım düşmesi.

3.1.19 Bir yapıya yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı,

N_D

Bir yapıya yıldırım düşmesinden dolayı beklenen yıllık ortalama tehlikeli olay sayısı.

3.1.20 Bir hatta yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı

N_L

Bir hatta yıldırım düşmesinden dolayı beklenen yıllık ortalama tehlikeli olay sayısı.

3.1.21 Bir yapının yakınına yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı

N_M

Bir yapının yakınınyıldırım düşmesinden dolayı beklenen yıllık ortalama tehlikeli olay sayısı.

3.1.22 Bir hattın yakınına yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı

N_i

Bir hattın yakınına yıldırım düşmesinden dolayı beklenen yıllık ortalama tehlikeli olay sayısı.

3.1.23 Yıldırım elektromanyetik darbesi

LEMP

Rezistif, endüktif ve kapastif kuplaj yoluyla yıldırım akımının tüm elektromanyetik etkileri. Bu etkiler, darbeler ve elektromanyetik alanlar üretir.

3.1.24 Darbe

Aşırı gerilim ve/veya aşırı akım olarak ortaya çıkan, LEMP'den dolayı meydana gelen geçici rejim.

3.1.25 Düşüm

Bir hat üzerinde ileri doğru darbe yayılımının ihmal edildiğinin varsayılabildiği nokta.

Not - Düşüme örnek olarak, bir YG/AG transformatöründe güç hattı branşman dağıtımı veya bir güç transformatör merkezi, bir telekomünikasyon santrali veya bir telekomünikasyon hattındaki donanım (örneğin, çoklayıcı veya xDSL donanımı) üzerindeki bir nokta verilebilir.

3.1.26 Fiziksel hasar

Yıldırımın mekanik, ısı, kimyasal ve patlama etkilerinden dolayı bir yapıya (veya içindekilere) verdiği hasar.

3.1.27 Canlıların yaralanması

Yıldırımdan kaynaklanan temas ve adım gerilimleri nedeniyle elektrik çarpması suretiyle insanlara veya hayvanlara, hayatı kaybetme dahil, verilen kalıcı zarar.

Not - Canlılar başka şekilde de yaralanabilmelerine rağmen, bu standardda "canlıların yaralanması" ifadesi, elektrik çarpmasından dolayı meydana gelen tehlike ile sınırlandırılmıştır (D1 hasar tipi).

3.1.28 Elektrikli ve elektronik sistemlerin arızalanması

LEMP'ten dolayı elektrik ve elektronik sistemlerde oluşan kalıcı hasar.

3.1.29 Hasar ihtimali

P_x

Tehlikeli bir olayın korunan yapıda veya yapı içinde hasara sebep olma ihtimali.

3.1.30 Kayıp

L_x

Korunan yapının değeriyle (insanlar ve mallar) orantılı olarak, tehlikeli bir olaydan dolayı belirtilen belirtilen tipteki bir hasarın sonucu olan ortalama kayıp miktarı (insanlar ve mallar).

3.1.31 Risk

R

Korunan yapının toplam değerine (insanlar ve mallar) göre, yıldırımdan dolayı meydana gelmesi muhtemel ortalama yıllık kayıp (insanlar ve mallar) değeri.

3.1.32 Risk bileşeni

R_x

Hasarın kaynağına ve tipine bağlı olan kısmi risk.

3.1.33 Katlanılabilir risk

R_T

Korunan yapı için katlanılabilir azami risk değeri.

3.1.34 Yapıya ait bölge

Z_s

Risk bileşeninin değerlendirilmesinde sadece bir parametre kümesinin geçerli olduğu homojen karakteristiklere sahip bir yapının bölümü.

3.1.35 Hatta ait kısım

S_L

Risk bileşeninin değerlendirilmesinde sadece bir parametre kümesinin geçerli olduğu homojen özelliklere sahip bir hattın bölümü.

3.1.36 Yıldırımdan korunma bölgesi

LPZ

Yıldırımın elektromanyetik ortamının tarif edildiği bölge.

Not LPZ'nin bölge sınırlarının fiziksel sınırlar (örneğin, duvarlar, zemin ve tavan) olması gerekmez.

3.1.37 Yıldırımdan korunma seviyesi

LPL

Doğal olarak meydana gelen yıldırımda aşılması gereken ilgili azami ve asgari tasarım değerlerinin ihtimali ile ilgili bir yıldırım akım parametreleri kümesine ait sayı.

Not - Yıldırımdan korunma seviyesi, ilgili yıldırım akım parametreleri kümesine göre korunma tedbirlerinin tasarımında kullanılır.

3.1.38 Korunma tedbirleri

Riski azaltmak için korunan yapıda alınması gereken tedbirler.

3.1.39 Yıldırımdan korunma

LP

Genel olarak bir LPS ile SPM'den oluşan, kişiler ile birlikte, iç sistemler ve içindekiler dahil, yıldırıma karşı yapıların korunması için komple sistem.

3.1.40 Yıldırımdan korunma sistemi

LPS

Bir yapıya yıldırım düşmesinden dolayı meydana gelebilecek fiziki hasarı azaltmak için kullanılan komple sistem.

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

3.1.41 LEMP korunma tedbirleri

SPM

LEMP'in etkilerine karşı iç sistemlerin korunması için alınan tedbirler.

Not - Bu korunma tedbirleri tüm yıldırımdan korunma tedbirinin bölümüdür.

3.1.42 Manyetik zırh

Elektrik ve elektronik sistemlerin arızalarını azaltmak için kullanılan, korunan yapıyı veya onun bir bölümünü saran kapalı, metalik, ızgara benzeri veya sürekli ekran.

3.1.43 Yıldırımdan koruyucu kablo

Dielektrik dayanıklılığı artırılmış olan ve metalik kılıfının ya doğrudan veya iletken esnek kaplama kullanılarak toprakla sürekli teması sağlanan özel kablo.

3.1.44 Yıldırımdan koruyucu kablo kanalı

Toprakla temas eden, düşük özgül dirence sahip kablo kanalı.

ÖRNEK: Birbirine bağlı takfiyeli yapı çeliği olan beton veya metalik kanal.

3.1.45 Darbe koruma elemanı

SPD

Geçici rejim aşırı gerilimlerini sınırlandırmak ve darbe akımlarının yönünü değiştirmek için öngörülen eleman. Bu eleman en az bir adet doğrusal olmayan bir bileşen içerir.

3.1.46 Koordineli SPD sistemi

Elektrik ve elektronik sistemlerin arızalarını azaltmak için öngörülen bir sistemi oluşturacak şekilde uygun olarak seçilen, koordine edilen ve tesis edilen SPD'ler.

3.1.47 Ayırma ara yüzleri

LPZ'ye giren hatlar üzerinde iletim yoluyla yayılan darbeleri azaltma yeteneği olan elemanlar.

Not 1 - Ayırma ara yüzleri, sargıları arasında topraklanmış ekran bulunan ayırma transformatörleri, metal içermeyen fiber optik kablolar ve opto-ayırıcıları kapsar.

Not 2 - Bu elemanların yalıtım dayanım karakteristikleri, doğası gereği veya SPD vasıtasıyla bu uygulama için uygundur.

3.1.48 Yıldırım eşpotansiyel kuşaklama

EB

Yıldırım akımından kaynaklanan potansiyel farklarını azaltmak için, doğrudan iletken bağlantılar veya darbe koruma elemanları vasıtasıyla, ayrılmış metalik bölümlerin LPS'ye kuşaklanması.

3.1.49 Bölge 0

İçinde gaz, buhar, sis biçiminde hava ve tutuşabilen maddelerin bir karışımını içeren patlayıcı atmosferin sürekli olarak veya uzun bir periyot için veya sıklıkla mevcut olduğu yer.

[KAYNAK: IEC 60050-426:2008, 426-03-03, değiştirilmiş]^[6]

3.1.50 Bölge 1

İçinde gaz, buhar, sis biçiminde hava ve tutuşabilen maddelerin bir karışımını içeren patlayıcı atmosferin ara sıra normal çalışmada muhtemelen meydana geldiği yer.

[KAYNAK: IEC 60050-426:2008, 426-03-04, değiştirilmiş]^[6]

3.1.51 Bölge 2

İçinde gaz, buhar, sis biçiminde hava ve tutuşabilen maddelerin bir karışımını içeren patlayıcı atmosferin normal çalışmada muhtemelen meydana gelmediği, ancak meydana geldiğinde, sadece kısa bir süre için devam edeceği yer.

Not 1 - Bu tarifte, "devam etme" sözcüğü tutuşabilen atmosferin var olacağı toplam süre anlamındadır. Bu süre, normal olarak tutuşmanın devam ettiği süre ile tutuşma durduktan sonra tutuşabilen atmosferin dağılması için geçen sürenin toplamından oluşacaktır.

Not 2 - Meydana gelme sıklığı ve süre ile ilgili gösterimler, özel sanayi veya uygulamalara ilişkin kodlardan alınabilir.

[KAYNAK: IEC 60050-426:2008, 426-03-05, değiştirilmiş]^[6]

3.1.52 Bölge 20

İçinde havadaki yanıcı toz bulutu şeklindeki bir patlayıcı atmosferin sürekli veya uzun periyotlar için veya sıklıkla mevcut olduğu yer.

[KAYNAK: EN 60079-10-2:2009, Madde 6.2, değiştirilmiş]^[4]

3.1.53 Bölge 21

İçinde havadaki yanıcı toz bulutu şeklindeki bir patlayıcı atmosferin ara sıra normal çalışmada muhtemelen meydana geldiği yer.

[KAYNAK: EN 60079-10-2:2009, Madde 6.2, değiştirilmiş]^[4]

3.1.54 Bölge 22

İçinde havadaki yanıcı toz bulutu şeklindeki patlayıcı atmosferin normal çalışmada muhtemelen meydana gelmediği, ancak meydana geldiğinde, sadece kısa bir süre için devam edeceği yer.

[KAYNAK: EN 60079-10-2:2009, Madde 6.2, değiştirilmiş]^[4]

3.2 Semboller ve kısaltmalar

a	Amortisman oranı.....	Ek D
A _D	Ayrılmış bir yapıya düşen yıldırımlar için toplama alanı.....	A.2.1.1
A _{DJ}	Bitişik bir yapıya düşen yıldırımlar için toplama alanı.....	A.2.5
A _{D'}	Yükseltilmiş bir çatı çıkıntısına atfedilen toplama alanı.....	A.2.1.2
A _I	Bir hattın yakınına düşen yıldırımlar için toplama alanı.....	A.5
A _L	Bir hatta düşen yıldırımlar için toplama alanı.....	A.4
A _M	Bir yapının yakınına düşen yıldırımlar için toplama alanı.....	A.3
B	Bina.....	A.2
C _D	Yerleşim faktörü.....	Çizelge A.1
C _{DJ}	Bitişik bir yapının yerleşim faktörü.....	A.2.5
C _E	Çevre faktörü.....	Çizelge A.4
C _I	Hattın tesis faktörü.....	Çizelge A.2
C _L	Korunma tedbirleri olmadığında yıllık toplam kayıp.....	5.5; Ek D
C _{LD}	Bir hatta düşen yıldırım için hattın zırlama, topraklama ve ayırmaya bağlı factor.....	Ek B
C _{LI}	Bir hattın yakınına düşen yıldırım için hattın zırlama, topraklama ve ayırmaya bağlı factor.....	Ek B
C _{LZ}	Bir bölgenin kayıp maliyeti.....	Ek D
C _P	Korunma tedbirlerinin maliyeti.....	Ek D
C _{PM}	Seçilen koruma tedbirlerinin yıllık maliyeti.....	5.5, Ek D
C _R L	Yıllık artık kayıp maliyeti.....	5.5, Ek D
C _R LZ	Bir bölgede artık kayıp maliyeti.....	Ek D
C _T	Bir hat üzerindeki bir YG/AG transformatörü için hat tipi factor.....	Çizelge A.3
c _a	Bölge içinde hayvanların değeri, para cinsinden.....	C.6
c _b	Bölge ile ilgili binanın maliyeti, para cinsinden.....	C.6
c _c	Bölge içindekilerin yıllık maliyeti, para cinsinden.....	C.6
c _e	Yapı dışında tehlikeli yerde bulunan malların toplam değeri, para cinsinden.....	C.6
c _s	Bölgede bulunan iç sistemlerin (bunların faaliyetleri dahil) değeri, para cinsinden.....	C.6
c _t	Yapının toplam değeri; para cinsinden.....	C.5; C.6
c _z	Bölgede kültürel mirasın değeri, para cinsinden.....	C.5
D1	Elektrik çarpması ile canlıların yaralanması.....	4.1.2
D2	Fiziksel hasar.....	4.1.2
D3	Elektrikli ve elektronik sistemlerin arızalanması.....	4.1.2
h _z	Belirli bir tehlike olduğunda kaybı arttıran faktor.....	Çizelge C.6
H	Yapının yüksekliği.....	A.2.1.1
H _J	Bitişik yapının yüksekliği.....	A.2.5

<i>i</i>	Faiz oranı.....	Ek D
<i>K_{MS}</i>	LEMP'e karşı korunma tedbirlerinin performansı ile ilgili faktor.....	B.5
<i>K_{S1}</i>	Yapının ekranlama etkinliği ile ilgili faktor.....	B.5
<i>K_{S2}</i>	Yapının içindeki zırların ekranlama etkinliği ile ilgili faktor.....	B.5
<i>K_{S3}</i>	İç kablo tesisatının karakteristikleri ile ilgili faktor.....	B.5
<i>K_{S4}</i>	Sistemin darbe dayanım gerilimi ile ilgili faktor.....	B.5
<i>L</i>	Yapının uzunluğu.....	A.2.1.1
<i>L_J</i>	Bitişik yapının uzunluğu.....	A.2.5
<i>L_A</i>	Elektrik çarpması ile canlıların yaralanması ile ilgili kayıp (yapıya yıldırım düşmesi).....	6.2
<i>L_B</i>	Yapıda fiziksel hasarla ilgili kayıp (yapıya yıldırım düşmesi).....	6.2
<i>L_{BE}</i>	Yapı dışında fiziksel hasarla ilgili kayıp (yapıya yıldırım düşmesi)	C.3; C.6
<i>L_{BT}</i>	Fiziksel hasarla ilgili toplam kayıp (yapıya yıldırım düşmesi).....	C.3; C.6
<i>L_L</i>	Hat kısmının uzunluğu.....	A.4
<i>L_C</i>	İç sistemlerin arızası ile ilgili kayıp.....	6.2
<i>L_F</i>	Yapıda fiziksel hasarla ilgili tipik yüzde kayıp	Çizelge C.2, C.8, C.10, C.12
<i>L_{FE}</i>	Yapı dışında fiziksel hasarla ilgili tipik yüzde kayıp.....	C.3, C.6
<i>L_M</i>	İç sistemlerin arızalanması ile ilgili kayıp (yapının yakınına yıldırım düşmesi).....	6.3
<i>L_O</i>	İç sistemlerin arızalanması ile ilgili tipik kayıp yüzdesi	Çizelge C.2, C.8, C.12
<i>L_T</i>	Elektrik çarpması ile oluşan yaralanma ile ilgili tipik kayıp yüzdesi.....	Çizelge C.2, C.12
<i>L_U</i>	Elektrik çarpması ile canlıların yaralanması ile ilgili kayıp (hatta yıldırım düşmesi).....	6.4
<i>L_V</i>	Yapıdaki fiziki hasarla ilgili kayıp (hatta yıldırım düşmesi).....	6.4
<i>L_{VE}</i>	Yapı dışında fiziksel hasarla ilgili ilave kayıp (hatta yıldırım düşmesi).....	C.3; C.6
<i>L_{VT}</i>	Fiziksel hasarla ilgili toplam kayıp (hatta yıldırım düşmesi).....	C.3; C.6
<i>L_W</i>	İç sistemlerin arızalanması ile ilgili kayıp (hatta yıldırım düşmesi).....	6.4
<i>L_X</i>	Dolaylı hasarlardan dolayı kayıp.....	6.1
<i>L_Z</i>	İç sistemlerin arızalanması ile ilgili kayıp (hattın yakınına yıldırım düşmesi).....	6.5
<i>L1</i>	İnsan hayatı kaybı.....	4.1.3
<i>L2</i>	Kamu hizmeti kaybı.....	4.1.3
<i>L3</i>	Kültürel miras kaybı.....	4.1.3
<i>L4</i>	Ekonomik değer kaybı.....	4.1.3
<i>m</i>	Bakım sıklığı.....	Ek D
<i>N_x</i>	Yıllık tehlikeli olay sayısı.....	6.1
<i>N_b</i>	Yapıya yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı.....	A.2.4
<i>N_{DJ}</i>	Bitişik yapıya yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı.....	A.2.5
<i>N_G</i>	Toprağa yıldırım düşme yoğunluğu.....	A.1
<i>N_I</i>	Hattın yakınına yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı.....	A.5

N_L	Hatta yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı.....	A.4
N_M	Yapı yakınına yıldırım düşmesinden dolayı tehlikeli olay sayısı.....	A.3
n_z	Tehlikedeki muhtemel kişi sayısı (hizmet verilemeyen kazazedeler veya kullanıcılar).....	C.3; C.4
n_t	Yapıda bulunması beklenen toplam kişi sayısı(veya hizmet verilen kullanıcılar).....	C.3; C.4
P	Hasar ihtimali.....	Ek B
P_A	Elektrik çarpması ile canlıların yaralanma ihtimali (yapıya yıldırım düşmesi).....	6.2; B.2
P_B	Yapıda fiziksel hasar olma ihtimali (yapıya yıldırım düşmesi).....	Çizelge B.2
P_C	İç sistemlerin arızalanma ihtimali (yapıya yıldırım düşmesi).....	6.2; B.4
P_{EB}	Hat karakteristiklerine ve EB monte edildiğinde donanımın dayanma gerilimine bağlı olarak P_U ve P_V 'nin azalma ihtimali.....	Çizelge B.7
P_{LD}	Hat karakteristiklerine ve donanımın dayanma gerilimine bağlı olarak P_U , P_V ve P_W 'nin azalma ihtimali (bağlı hatta yıldırım düşmesi).....	Çizelge B.8
P_{LI}	Hat karakteristiklerine ve donanımın dayanma gerilimine bağlı olarak P_Z 'nin azalma ihtimali (bağlı hattın yakınına yıldırım düşmesi).....	Çizelge B.9
P_M	İç sistemlerin arızalanması ihtimali (yapı yakınına yıldırım düşmesi).....	6.3, B.5
P_{MS}	Zırhlamaya, kablaja ve donanımın dayanım gerilimine bağlı olarak P_M 'nin azalma ihtimali.....	B.5
P_{SPD}	Koordineli bir SPD sistemi monte edildiğinde P_C , P_M , P_W ve P_Z 'nin azalma ihtimali.....	Çizelge B.3
P_{TA}	Temas ve adım gerilimlerine karşı korunma tedbirlerine bağlı olarak P_A 'nın azalma ihtimali.....	Çizelge B.1
P_U	Elektrik çarpması ile canlıların yaralanma ihtimali (bağlı hatta yıldırım düşmesi).....	6.4, B.6
P_V	Yapıya fiziksel hasar ihtimali (bağlı hatta yıldırım düşmesi).....	6.4, B.7
P_W	İç sistemlerin arızalanma ihtimali (bağlı hatta yıldırım düşmesi).....	6.4, B.8
P_X	Yapı ile ilgili hasar ihtimali.....	6.1
P_Z	İç sistemlerin arızalanma ihtimali (bağlı hattın yakınına yıldırım düşmesi).....	6.5, B.9
r_t	Yüzey tipi ile ilgili azalma faktörü.....	C.3
r_f	Yangın riskine bağlı azalma faktörü.....	C.3
r_p	Yangına karşı alınan tedbirlerden dolayı kayıp azalma faktörü.....	C.3
R	Risk.....	4.2
R_A	Risk bileşeni (canlıların yaralanması – yapıya yıldırım düşmesi).....	4.2.2
R_B	Risk bileşeni (yapıya fiziksel hasar – yapıya yıldırım düşmesi).....	4.2.2
R_C	Risk bileşeni (İç sistemlerin arızalanması– yapıya yıldırım düşmesi).....	4.2.2
R_M	Risk bileşeni (iç sistemlerin arızalanması – Yapı yakınına yıldırım düşmesi).....	4.2.3
R_S	Kablo birim uzunluğu başına zırh direnci.....	Çizelge B.8
R_T	Katlanılabilir risk.....	5.3; Çizelge 4
R_U	Risk bileşeni (canlıların yaralanması – bağlı hatta yıldırım düşmesi).....	4.2.4
R_V	Risk bileşeni (yapıya fiziksel hasar – bağlı hatta yıldırım düşmesi).....	4.2.4
R_W	Risk bileşeni (iç sistemlerin arızalanması– bağlı hatta yıldırım düşmesi).....	4.2.4
R_X	Yapı için risk bileşeni.....	6.1
R_Z	Risk bileşeni (iç sistemlerin arızalanması– hattın yakınına yıldırım düşmesi).....	4.2.5
R_1	Yapıda insan hayatı kaybı riski.....	4.2.1

R_2	Yapıda kamu hizmeti kaybı riski.....	4.2.1
R_3	Yapıda kültürel miras kaybı riski.....	4.2.1
R_4	Yapıda ekonomik değer kaybı riski.....	4.2.1
R'_4	Korunma tedbirleri kabul edildiğinde risk R_4	Ek D
S	Yapı.....	A.2.2
S_M	Yıllık para tasarrufu.....	Ek D
S_L	Hat kısmı.....	6.8
S_1	Hasar kaynağı - Yapıya yıldırım düşmesi.....	4.1.1
S_2	Hasar kaynağı - Yapının yakınına yıldırım düşmesi.....	4.1.1
S_3	Hasar kaynağı - Hatta yıldırım düşmesi.....	4.1.1
S_4	Hasar kaynağı - Hattın yakınına yıldırım düşmesi.....	4.1.1
t_e	Bir yıl içinde kişilerin yapı dışında tehlikeli bir yerde bulunduğu süre, saat cinsinden.....	C.3
t_z	Bir yıl içinde kişilerin tehlikeli bir yerde bulunduğu süre, saat cinsinden.....	C.2
T_D	Bir yıldaki fırtınalı gün sayısı.....	A.1
U_w	Sistemin beyan darbe dayanım gerilimi.....	B.5
w_m	Izgara göz genişliği.....	B.5
W	Yapının genişliği.....	A.2.1.1
W_j	Bitişik yapının genişliği.....	A.2.5
X	İlgili risk bileşenini tanımlayan alt indis.....	6.1
Z_s	Yapı bölgeleri.....	6.7

4 Terimlerin açıklaması

4.1 Hasar ve kayıp

4.1.1 Hasar kaynağı

Hasarın ana kaynağı yıldırım akımıdır. Düşme noktasının yerine bağlı olarak aşağıdaki kaynaklar belirlenmiştir (bk. Çizelge 1):

- S1: Yapıya yıldırım düşmesi,
- S2: Yapının yakınına yıldırım düşmesi,
- S3: Hatta yıldırım düşmesi,
- S4: Hattın yakınına yıldırım düşmesi.

4.1.2 Hasar tipleri

Korunan yapının özelliklerine bağlı olarak yıldırım düşmesi hasara sebep olabilir. En önemli karakteristiklerden bazıları şunlardır: Yapı tipi, yapının içinde bulunanlar ve uygulamalar, hizmet tipi ve sağlanan korunma tedbirleri.

Bu risk değerlendirmesinin pratik uygulaması bakımından yıldırım çarpmalarının sonucunda meydana gelebilen üç temel tip hasarı belirlemek faydalıdır. Bunlar aşağıda verilmiştir (bk. Çizelge 1):

- D1: Elektrik çarpmasından dolayı canlıların yaralanması,
- D2: Fiziksel hasar,
- D3: Elektrikli ve elektronik sistemlerin arızalanması.

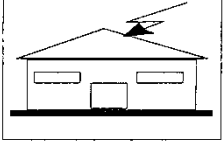
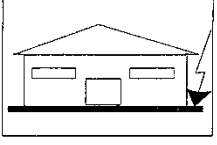
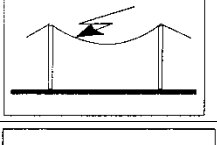
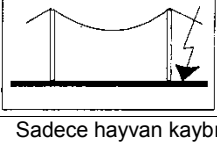
Yıldırımdan dolayı bir yapıda meydana gelen hasar yapının bir bölümü ile sınırlı kalabilir veya tamamına yayılabilir. Yapının etrafındaki yapıları ve çevreyi de etkileyebilir (örneğin, kimyasal veya radyoaktif emisyonlar).

4.1.3 Kayıp tipleri

Her hasar tipi kendi başına veya diğerleriyle birlikte korunması gereken yapıda farklı dolaylı kayıpların oluşmasına yol açabilir. Ortaya çıkabilecek kaybın tipi yapının kendisine ve içindekilerin özelliklerine bağlıdır. Aşağıdaki kayıp tipleri dikkate alınmalıdır (bk.Çizelge 1):

- L1: İnsan hayatının kaybı (kalıcı yaralanmalar dahil),
- L2: Kamu hizmetlerinin kaybı,
- L3: Kültürel mirasın kaybı,
- L4: Ekonomik değer kaybı (yapı, içindekiler ve faaliyet kaybı).

Çizelge 1 – Yıldırımın düşme noktalarına göre bir yapıda meydana gelen hasar kaynakları, hasar tipleri ve kayıp tipleri

Yıldırım düşmesi		Yapı	
Düşme noktası	Hasar kaynağı	Hasar tipi	Kayıp tipi
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S2	D3	L1 ^b , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S4	D3	L1 ^b , L2, L4

^a Sadece hayvan kaybı olabilecek yerlerdeki varlıklar için.
^b Sadece patlama riski olan yapılar ve iç sistemlerin arızalanmasının insan hayatını derhal tehlikeye sokabileceği hastaneler veya diğer yapılar için

4.2 Risk ve risk bileşenleri

4.2.1 Risk

Risk (R), muhtemel ortalama yıllık kaybın bağıl değeridir. Bir yapıda meydana gelebilecek her tip kayıp için ilgili risk değerlendirilmelidir.

Bir yapıda değerlendirilmesi gereken riskler aşağıdadır:

- R₁: İnsan hayatı kaybı riski (kalıcı yaralanma dahil),
- R₂: Kamu hizmeti kaybı riski,
- R₃: Kültürel miras kaybı riski,
- R₄: Ekonomik değer kaybı riski.

Riskleri (R) değerlendirmek için ilgili risk bileşenleri (hasarın kaynağına ve tipine bağlı kısmi riskler) tarif edilmeli ve hesaplanmalıdır.

Her risk R, risk bileşenlerinin toplamıdır. Bir risk hesaplanırken risk bileşenleri hasarın kaynağına ve tipine göre gruplandırılabilir.

4.2.2 Yapıya düşen yıldırımdan dolayı yapı için risk bileşenleri

R_A : İndirme iletkenleri etrafında Yapının 3 m'ye kadar olan bölgelerin dışında ve yapının içinde temas ve adım gerilimlerinden dolayı elektrik çarpmasının neden olduğu canlıların yaralanması ile ilgili bileşen. Yapıda canlı hayvan bulunması halinde, L1 tipi kayıp; hayvanların kaybıyla ilgili L4 tipi kayıp da olabilir.

Not - Özel yapılarda insanlar doğrudan yıldırım çarpmasına maruz kalabilir (örneğin, otoparkların en üst katı veya stadyumlar gibi). Bu durumlar da bu standarddaki prensipler kullanılarak ele alınabilir.

R_B : Yapının içinde yangın veya patlamayı tetikleyen tehlikeli kıvılcıkların yol açtığı ve çevre için tehlikeli olabilen fiziksel hasarla ilgili bileşen. Bütün kayıp tipleri (L1, L2, L3 ve L4) olabilir.

R_C : LEMP'ten dolayı iç sistemlerin arızalanmasıyla ilgili bileşen. Her durumda L2 ve L4 tipi kayıp olabilir. Ayrıca, patlama riski olan yapılarda ve iç sistemlerin arızalanmasının insan hayatını derhal tehdit ettiği hastahanelerde veya diğer yapılarda L1 tipi kayıp olabilir.

4.2.3 Yapının yakınına düşen yıldırımdan dolayı yapı için risk bileşenleri

R_M : LEMP'ten dolayı iç sistemlerin arızalanmasıyla ilgili bileşen. Her durumda L2 ve L4 tipi kayıp olabilir. Ayrıca, patlama riski olan yapılarda ve iç sistemlerin arızalanmasının insan hayatını derhal tehdit ettiği hastaneler ve diğer yapılarda L1 tipi kayıp olabilir.

4.2.4 Yapıya bağlı hatta düşen yıldırımdan dolayı yapı için risk bileşenleri

R_U : Yapının içinde temas geriliminden dolayı elektrik çarpmasının neden olduğu canlıların yaralanması ile ilgili bileşen. L1 tipi kayıp ve tarımsal malların bulunması durumunda L4 tipi kayıpla birlikte hayvan kaybı da olabilir.

R_V : Yapıya giren hat boyunca iletilen yıldırım akımından dolayı meydana gelebilen fiziki hasarla (genellikle hattın yapıya giriş noktasında dış tesisat ile metal bölümler arasında oluşan tehlikeli kıvılcıkların tetiklediği yangın veya patlama) ilgili risk bileşenleri

R_W : Yapıya giren hatlarda endüklenen ve yapıya iletilen aşırı gerilimlerden dolayı iç sistemlerin arızalanmasıyla ilgili bileşen. Her durumda L2 ve L4 tipi kayıp olabilir. Ayrıca, patlama riski olan yapılarda ve iç sistemlerin arızalanmasının insan hayatını derhal tehdit ettiği hastaneler ve diğer yapılarda L1 tipi kayıp olabilir.

Not 1- Bu değerlendirmede sadece yapıya giren hatlar dikkate alınmıştır.

Not 2- Borulara veya bunların yakınlıklarına düşen yıldırımlar boruların eş potansiyel kuşaklama barasına bağlanmış olmasından dolayı bir hasar kaynağı olarak dikkate alınmamıştır. Eş potansiyel kuşaklama barası yoksa bu tehdit de değerlendirilmelidir.

4.2.5 Yapıya bağlı bir hattın yakınına düşen yıldırımdan dolayı yapı için risk bileşeni

R_Z : Yapıya giren hatlarda endüklenen ve yapıya iletilen aşırı gerilimlerden dolayı iç sistemlerin arızalanmasıyla ilgili bileşen. Her durumda L2 ve L4 tipi kayıp olabilir. Ayrıca, patlama riski olan yapılarda ve iç sistemlerin arızalanmasının insan hayatını derhal tehdit ettiği hastaneler ve diğer yapılarda L1 tipi kayıp olabilir.

Not 1- Bu değerlendirmede sadece yapıya giren hatlar dikkate alınmıştır.

Not 2- Borulara veya bunların yakınlıklarına düşen yıldırımlar boruların eş potansiyel kuşaklama barasına bağlanmış olmasından dolayı bir hasar kaynağı olarak dikkate alınmamıştır. Eş potansiyel kuşaklama barası yoksa bu tehdit de değerlendirilmelidir.

4.3 Risk bileşenlerinin bileşimi

Bir yapıda dikkate alınması gereken her tip kayıpla ilgili risk bileşenleri aşağıda listelenmiştir:

R_1 : İnsan hayatı kaybı riski:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1} \quad (1)$$

Not 1 Sadece patlama riski olan yapılar ve hayat kurtarıcı elektrikli donanıma sahip hastahaneler veya iç sistemlerin arızalanmasının insan hayatını derhal tehlikeye sokabileceği diğer yapılar için.

R_2 : Kamu hizmeti kaybı riski:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (2)$$

R_3 : Kültürel miras kaybı riski:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (3)$$

R_4 : Ekonomik değer kaybı riski:

$$R_4 = R_{A4}^{(2)} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}^{(2)} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (4)$$

Not 2- Sadece hayvan kaybı olduğu yerlerdeki mallar için.

Her kayıp tipine karşılık gelen risk bileşenleri ayrıca Çizelge 2'de birleştirilmiştir.

Çizelge 2 - Bir yapıda her tip kayıp için dikkate alınacak risk bileşenleri

Hasar kaynağı	Yapıya yıldırım düşmesi			Yapının yakınına yıldırım düşmesi	Yapıya bağlı bir hatta yıldırım düşmesi			Yapıya bağlı bir hattın yakınına yıldırım düşmesi
	S1				S2	S3		
Risk bileşeni	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Her tip kayıp riski	*	*	*a	*a	*	*	*a	*a
R_1	*	*	*	*	*	*	*	*
R_2	*	*	*	*	*	*	*	*
R_3	*	*	*	*	*	*	*	*
R_4	*b	*	*	*	*b	*	*	*

^a Sadece patlama riski olan yapılar ve iç sistemlerin arızalanmasının insan hayatını derhal tehlikeye sokabileceği hastaneler ve diğer yapılar için.

^b Sadece hayvan kaybının olabileceği yerdeki mallar için.

Bir yapı ile ilgili risk bileşenlerini etkileyen yapı ve muhtemel korunma tedbirlerinin karakteristikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 – Risk bileşenlerini etkileyen faktörler

Yapının veya iç sistemlerin karakteristikleri	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Korunma tedbirleri								
Toplama alanı	X	X	X	X	X	X	X	X
Yüzey toprak öz direnci	X							
Zemin öz direnci	X				X			
Fiziksel kısıtlamalar, yalıtım, uyarı notu, toprağın eşpotansiyelliği	X				X			
LPS	X	X	X	X ^a	X ^b	X ^b		
Kuşaklama SPD	X	X			X	X		
Ayırma ara yüzleri			X ^c	X ^c	X	X	X	X
Koordineli SPD sistemi			X	X			X	X
Uzaysal zırh			X	X				
Dış hatların zırhlanması					X	X	X	X
İç hatların zırhlanması			X	X				
Güzergâh tedbirleri			X	X				
Kuşaklama şebekesi			X					
Yangın tedbirleri		X				X		
Yangın hassasiyeti		X				X		
Özel tehlike		X				X		
Darbe dayanma gerilimi			X	X	X	X	X	X
^a Sadece ızgara benzeri dış LPS için								
^b Eş potansiyel kuşaklama nedeniyle								
^c Sadece bunlar bir donanıma ait ise								

Not Z1 - EN 50536 'ya uygun fırtına uyarı sistemleri ayrıca riski azaltmak için kullanılabilir.

5 Risk yönetimi

5.1 Temel işlem

Aşağıdaki işlem uygulanmalıdır:

- Korunan yapının ve bu yapının karakteristiklerinin belirlenmesi,
- Yapıdaki bütün kayıp tiplerinin ve bunlara karşılık gelen ilgili R riskinin (R_1 ila R_4) belirlenmesi,
- Her bir R_1 ila R_4 kayıp tipi için R riskinin belirlenmesi,
- R_1 , R_2 ve R_3 riskleri katlanılabilir R_T riski ile mukayese edilerek korunma ihtiyacının değerlendirilmesi,
- Korunma tedbirlerinin olması ve olmaması halindeki toplam kayıp maliyetler mukayese edilerek korunmanın maliyet etkinliğinin değerlendirilmesi. Bu durumda, bu gibi maliyetleri değerlendirmek için R_4 risk bileşenleri değerlendirilmelidir (bk. Ek D).

5.2 Risk değerlendirmesi için dikkate alınacak yapı

Dikkate alınacak yapı aşağıdakileri içerir:

- Yapının kendisi,
- Yapıdaki tesisatlar,
- Yapının içindekiler,
- Yapının içinde veya yapının dışından itibaren 3 m'ye kadar olan bölgeler içinde bulunan insanlar,
- Yapıdaki hasardan etkilenen çevre.

Korunma, yapının dışındaki bağlanmış hatları kapsamaz.

Not - Dikkate alınacak yapı birkaç bölgeye ayrılabilir (bk. Madde 6.7).

5.3 Katlanılabilir risk, R_T

Katlanılabilir riskin değerini belirleme yetkili kuruluşun sorumluluğundadır.

Yıldırım düşmelerinin insan hayatının veya sosyal veya kültürel değerlerin kaybına sebep olması durumunda katlanılabilir risk R_T 'nin temsili değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4 - Katlanılabilir riskin (R_T) tipik değerleri

Kayıp tipleri		$R_T(y^{-1})$
L1	İnsan hayatının kaybı veya kalıcı yaralanmalar	10^{-5}
L2	Kamu hizmeti kaybı	10^{-3}
L3	Kültürel mirasın kaybı	10^{-4}

Prensip olarak, ekonomik kayıp değeri (L4) için izlenecek yol, Ek D'de verilen maliyet/fayda karşılaştırmasıdır.

5.4 Korunma ihtiyacının değerlendirilmesi için özel işlem

EN 62305-1'e göre, yıldırıma karşı korunma ihtiyacının değerlendirilmesinde R_1 , R_2 ve R_3 riskleri dikkate alınmalıdır.

Değerlendirmesi yapılacak her risk için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır:

- Riski meydana getiren R_x bileşenlerin belirlenmesi,
- Belirlenen R_x risk bileşenlerinin hesaplanması,
- Toplam risk R 'nin hesaplanması (bk. Madde 4.3),
- Katlanılabilir risk R_T 'nin belirlenmesi,
- Risk R ile katlanılabilir risk R_T 'nin karşılaştırılması.

$R \leq R_T$ ise, yıldırımdan korunma gerekli değildir.

$R > R_T$ ise, yapının maruz kaldığı bütün riskler için $R \leq R_T$ 'ye düşürecek korunma tedbirleri kullanılmalıdır.

Korunma ihtiyacının değerlendirilmesi işlemi Şekil 1'de verilmiştir.

Not 1- Sunulan en uygun koruma vasıtalarının uygulanmasına rağmen riskin katlanılabilir bir seviyeye düşürülemediği durumlarda (diğer bir ifadeyle, $P_B = 0,001$, $P_{SPD} = 0,001$) mekân sahibi bilgilendirilmelidir. Bu durumlarda, bir fırtına uyarı sisteminin kullanılması tavsiye edilir.

Not 2 - Parlama riski olan yapılar için yetkili kuruluş tarafından yıldırıma karşı korunma istenmesi durumunda, en az sınıf II LPS kullanılmalıdır. Teknik olarak gerekli olması ve yetkili kuruluş tarafından yetki verilmesi durumunda, yıldırımdan korunma seviyesi II'nin dışındakilerinin kullanılmasına izin verilir. Örneğin, bütün durumlarda, özellikle çevreler veya yapının içinde bulunanların yıldırımın etkilerine son derece duyarlı olduğu durumlarda, yıldırımdan korunma seviye I'in kullanılmasına izin verilir. İlave olarak, yetkili kuruluşlar, yıldırım düşmesinin seyrek olduğunu ve/veya yapı içinde bulunanların yıldırım etkisine duyarlı olmadığını garanti etmesi durumunda, yıldırıma karşı korunma seviyesi III'ün seçilmesine izin verebilir.

Not 3- Yıldırım nedeniyle bir yapıdaki hasar ayrıca etraftaki yapıları veya çevreyi (örneğin, kimyasal veya radyoaktif yayınımlar) içine alabilmesi durumunda, yetkili kuruluş tarafından yapı için ilave korunma tedbirleri ve bu bölgeler için uygun tedbirler istenebilir.

5.5 Korunmanın maliyet etkinliğini değerlendirme işlemi

Bir yapının yıldırımdan korunma ihtiyacının yanı sıra, ekonomik kayıp L4'ü azaltmak için korunma tedbirlerinin tesis edilmesinin ekonomik faydalarının da belirlenmesi yararlı olabilir.

R_4 risk bileşenlerinin değerlendirilmesi, korunma tedbirleri varken ve yokken ekonomik kayıp maliyetinin kullanıcı tarafından değerlendirilmesine izin verir (bk. Ek D).

Korunma tedbirlerinin maliyet etkinliğinin belirlenmesi işleminde aşağıdakiler gereklidir:

- R_4 riskini oluşturan R_x risk bileşenlerinin belirlenmesi,
- Yeni/ilave korunma tedbirleri yokken belirlenen R_x risk bileşenlerinin hesaplanması,
- Her R_x risk bileşeninden kaynaklanan kaybın yıllık maliyetinin hesaplanması,
- Korunma tedbirleri yokken toplam kayba ait yıllık maliyet C_L 'nin hesaplanması,
- Seçilen korunma tedbirlerinin kabul edilmesi,
- Seçilen korunma tedbirleri varken R_x risk bileşenlerinin hesaplanması,

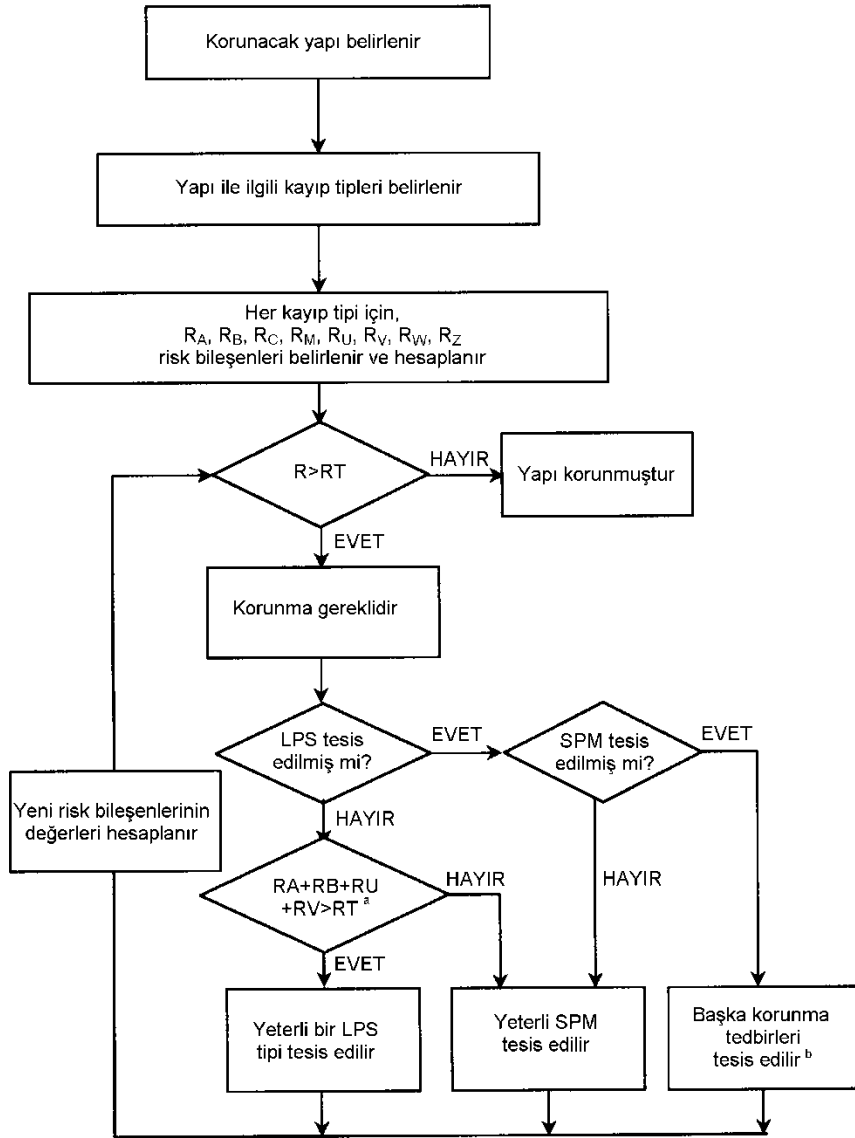
- Korunan yapıda her R_X risk bileşeninden kaynaklanan artık kayba ait yıllık maliyetin hesaplanması,
- Seçilen korunma tedbirleri varken artık kaybın toplam yıllık maliyeti C_{RL} 'nin hesaplanması,
- Seçilen korunma tedbirlerinin yıllık maliyeti C_{PM} 'nin hesaplanması,
- Maliyetlerin karşılaştırılması.

$C_L < C_{RL} + C_{PM}$ ise, yıldırımdan korunmanın maliyet etkin olduğu söylenemez.

$C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$ ise, korunma tedbirleri, yapı ömrü boyunca para tasarrufu sağlayacağını kanıtlayabilir.

Korunmanın maliyet etkinliğinin değerlendirilmesi için işlem Şekil 2'de özetlenmiştir.

Maliyet etkinlikle ilgili optimum çözüm bulmak için çeşitli bazı koruma tedbirlerinin birleşimini değerlendirmek faydalı olabilir.

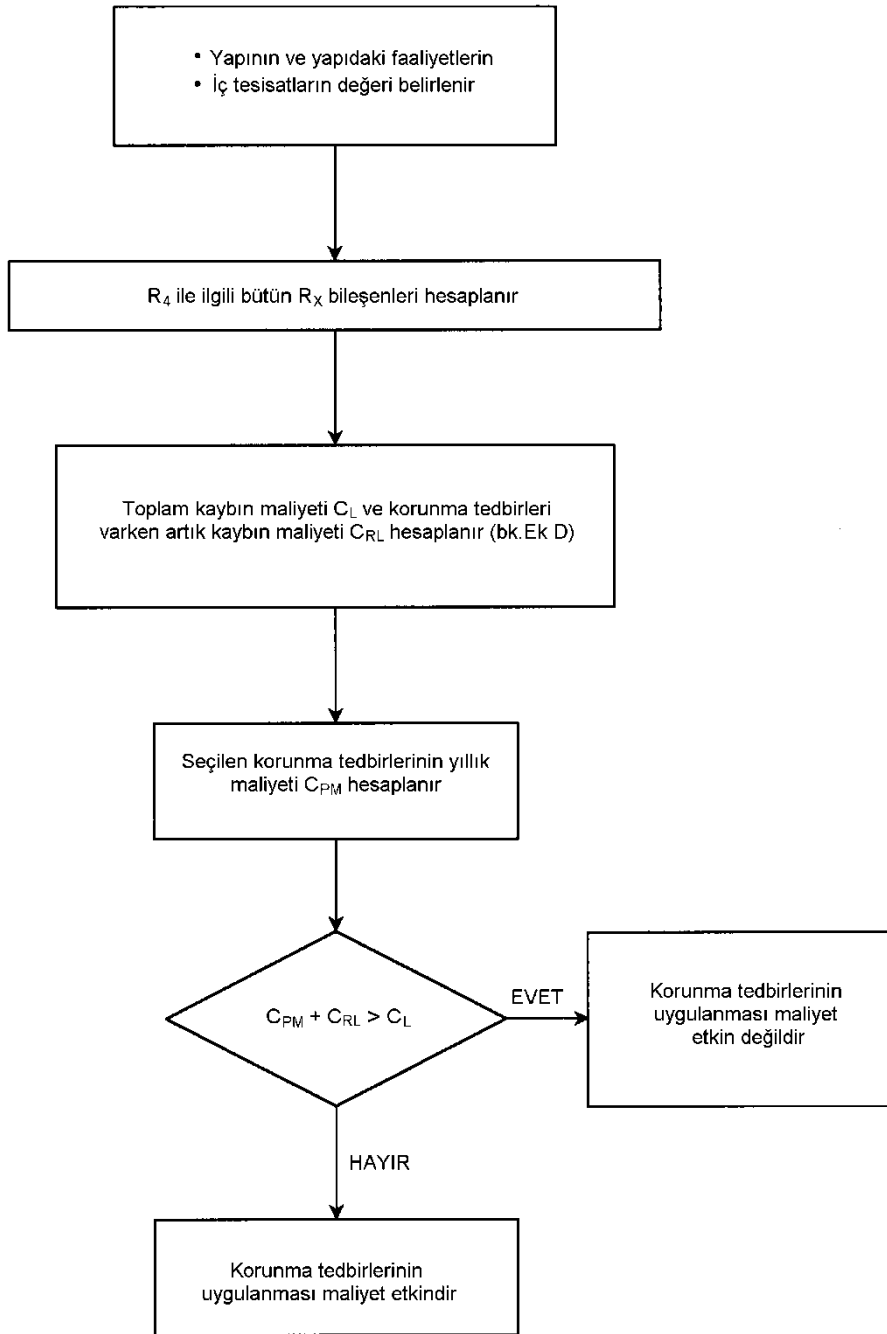


Açıklama

^a $R_A + R_B < R_T$ ise, komple bir LPS gerekli değildir. Bu durumda, EN 62305-3'e uygun SPD/SPD'ler yeterlidir.

^b bk. Çizelge 3

Şekil 1 - Korunma ihtiyacına karar vermek ve korunma tedbirlerini seçmek için işlem



Şekil 2 - Korunma tedbirlerinin maliyet etkinliğinin değerlendirilmesi için işlem

5.6 Korunma tedbirleri

Korunma tedbirleri hasar tipine göre riski azaltmaya yöneliktir.

Korunma tedbirlerinin etkin olmaları ancak aşağıdaki ilgili standartlarda belirtilen kurallara uygun olmaları ile mümkündür:

- Canlıların yaralanması ve yapıda fiziksel hasar oluşmasına karşı korunma için EN 62305-3,
- Elektrikli ve elektronik sistemlerin arızalanmasına karşı korunma için EN 62305-4.

5.7 Korunma tedbirlerinin seçilmesi

En uygun korunma tedbirlerinin seçilmesi, toplam risk R 'deki risk bileşenlerinin payına ve farklı korunma tedbirlerinin teknik ve ekonomik yönlerine göre tasarımcı tarafından yapılmalıdır.

Risk R 'yi azaltmak için daha etkin tedbirleri belirlemek üzere kritik parametrelerin tayin edilmesi gereklidir.

Her tip kayıp için $R \leq R_T$ şartını tek tek veya birlikte sağlayan çeşitli sayıda korunma tedbiri vardır. Kabul edilecek çözüm, teknik ve ekonomik konular dikkate alınarak seçilmelidir. Korunma tedbirlerinin seçimi için basitleştirilmiş işlem Şekil 1'deki akış diyagramında verilmiştir. Her durumda, montajı veya planlamayı yapanların, ekonomik hususları da dikkate alınarak, en kritik risk bileşenlerini belirlemesi ve azaltması gerekmektedir.

6 Risk bileşenlerinin değerlendirilmesi

6.1 Temel formül

Madde 4.2.2, Madde 4.2.3, Madde 4.2.4 ve Madde 4.2.5'te açıklanan her bir risk bileşeni R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W , R_Z aşağıdaki genel formül ile ifade edilebilir:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad (5)$$

Burada;

- N_x Yıl başına tehlikeli olay sayısıdır (ayrıca, bk. Ek A),
- P_x Yapıya olan hasar ihtimalidir (ayrıca, bk. Ek B),
- L_x Tali kayıptır (ayrıca, bk. Ek C).

Tehlikeli olay sayısı N_x , toprağa yıldırım düşme yoğunluğu (N_g) ve korunan yapının, çevresinin, bağlı hatların ve toprağın fiziksel karakteristikleri ile etkilenir.

Hasar ihtimali P_x , korunan yapının, bağlı hatların ve sağlanan korunma tedbirlerinin karakteristikleri ile etkilenir.

Tali kayıp L_x , tahsis edilen yapının kullanım şekli, insanların devamlı kalma durumu, kamuya sağlanan hizmet tipi, hasardan etkilenen malların değeri ve kayıp tutarını sınırlandırmak için uygulanan tedbirler ile etkilenir.

Not - Yıldırımdan dolayı yapıda olan hasarın çevredeki yapıları ve çevreyi (örneğin, kimyasal veya radyoaktif yayınımlar) ayrıca kapsayabilmesi durumunda, tali kayıp L_x değerine eklenmelidir.

6.2 Yapıya düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S1)

Yapıya düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi için aşağıdaki bağıntılar uygulanır:

- Elektrik çarpmasından dolayı canlıların yaralanması ile ilgili bileşen (D1)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \quad (6)$$

- Fiziksel hasar ile ilgili bileşen (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (7)$$

- İç sistemlerin arızalanması ile ilgili bileşen (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (8)$$

Risk bileşenlerini değerlendirmek için kullanılacak parametreler Çizelge 5'te verilmiştir.

6.3 Yapının yakınına düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S2)

Yapının yakınına düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi için aşağıdaki bağıntı uygulanır:

- İç sistemlerin arızalanması ile ilgili bileşen (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (9)$$

Bu risk bileşenini değerlendirmek için kullanılacak parametreler Çizelge 5'te verilmiştir.

6.4 Yapıya bağlı bir hatta düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S3)

Yapıya giren bir hatta düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi için aşağıdaki bağıntılar uygulanır:

- Elektrik çarpmasından dolayı canlıların yaralanması ile ilgili bileşen (D1)

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U \quad (10)$$

- Fiziksel hasar ile ilgili bileşen (D2)

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \quad (11)$$

- İç sistemlerin arızalanması ile ilgili bileşen (D3)

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W \quad (12)$$

Not 1- Pek çok durumda N_{DJ} ihmal edilebilir.

Bu risk bileşenlerini değerlendirmek için kullanılacak parametreler Çizelge 5'te verilmiştir.

Hattın birden fazla kısmı (bk. Madde 6.8) varsa, R_U , R_V ve R_W değerleri hattın her kısmı ile ilgili R_U , R_V ve R_W değerlerinin toplamıdır. Dikkate alınacak kısımlar, yapı ile ilk düğüm arasındaki kısımlardır.

Bir yapıya farklı güzergâhlara sahip birden fazla hat bağlı ise, hesaplamalar her hat için ayrı ayrı yapılmalıdır.

Bir yapıya aynı güzergâha sahip birden fazla hat bağlı ise, hesaplamalar sadece en kötü karakteristiklere sahip hat (diğer bir ifadeyle, en yüksek N_L değerlerine sahip hat ve en düşük U_W değerine sahip iç sisteme bağlı N_I (güç hattına karşı haberleşme hattı, ekranlanmış hatta karşı ekranlanmamış hat, HG/AG transformatör ile birlikte HG güç hattına karşı AG güç hattı vb.) için yapılmalıdır.

Not 2 - Hatlar için örtüşen bir toplama alanı olması durumunda, örtüşme alanı sadece bir kere dikkate alınmalıdır.

6.5 Yapıya bağlı bir hattın yakınına düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi (S4)

Yapıya bağlı bir hattın yakınına düşen yıldırımdan kaynaklanan risk bileşenlerinin değerlendirilmesi için aşağıdaki bağıntı uygulanır:

- İç sistemlerin arızalanması ile ilgili bileşen (D3)

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z \quad (13)$$

Bu risk bileşenini değerlendirmek için kullanılacak parametreler Çizelge 5'te verilmiştir.

Hattın birden fazla kısmı (bk. Madde 6.8) varsa, R_Z değeri hattın her kısmı ile ilgili R_Z bileşenlerinin toplamıdır. Dikkate alınacak kısımlar, yapı ile ilk düğüm arasındaki kısımlardır.

Çizelge 5 - Risk bileşenlerinin değerlendirilmesiyle ilgili parametreler

Sembol	Adlandırma	Değerle ilgili madde
Aşağıdakilere yıldırım düşmesinden kaynaklanan yıllık tehlikeli olay sayısı		
N_D	- Yapıya	Madde A.2
N_M	- Yapının yakınına	Madde A.3
N_L	- Yapıya giren hatta	Madde A.4
N_I	- Yapıya giren hattın yakınına	Madde A.5
N_{DJ}	- Bitişik yapıya (bk. Şekil A.5)	Madde A.2
Yapıya düşen yıldırımın aşağıdakilere sebep olma ihtimali		
P_A	- Elektrik çarpmasından dolayı canlıların yaralanması	Madde B.2
P_B	- Fiziksel hasar	Madde B.3
P_C	- İç sistemlerin arızalanması	Madde B.4
Yapının yakınına düşen yıldırımın aşağıdakilere sebep olma ihtimali		
P_M	- İç sistemlerin arızalanması	Madde B.5
Hatta düşen yıldırımın aşağıdakilere sebep olma ihtimali		
P_U	- Elektrik çarpması nedeniyle canlıların yaralanması	Madde B.6
P_V	- Fiziksel hasar	Madde B.7
P_W	- İç sistemlerin arızalanması	Madde B.8
Hattın yakınına düşen yıldırımın aşağıdakilere sebep olma ihtimali		
P_Z	- İç sistemlerin arızalanması	Madde B.9
Aşağıdakilerden kaynaklanan kayıplar		
$L_A = L_U$	- Elektrik çarpması nedeniyle canlıların yaralanması	Madde C.3
$L_B = L_V$	- Fiziksel hasar	Madde C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	- İç sistemlerin arızalanması	Madde C.3, C.4, C.6

Bir yapıya farklı güzergâhlara sahip birden fazla hat bağlı ise, hesaplamalar her hat için ayrı ayrı yapılmalıdır.

Bir yapıya aynı güzergâha sahip birden fazla hat bağlı ise, hesaplamalar sadece en kötü karakteristiklere sahip hat (diğer bir ifadeyle, en yüksek N_L değerlerine sahip hat ve en düşük U_w değerine sahip iç sisteme bağlı N_I (güç hattına karşı haberleşme hattı, ekranlanmış hatta karşı ekranlanmamış hat, YG/AG transformatör ile birlikte YG güç hattına karşı AG güç hattı vb.) için yapılmalıdır.

6.6 Risk bileşenlerinin özeti

Yapılar için risk bileşenlerinin özeti farklı hasar tiplerine ve farklı hasar kaynaklarına göre Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6 - Farklı hasar tipleri ve hasar kaynağı için risk bileşenleri

Hasar	Hasar kaynağı			
	S1 Yapıya yıldırım düşmesi	S2 Yapının yakınına yıldırım düşmesi	S3 Yapıya giren hatta yıldırım düşmesi	S4 Hattın yakınına yıldırım düşmesi
D1 Elektrik çarpması ile canlıların yaralanması	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	
D2 Fiziksel hasar	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	
D3 Elektrik ve elektronik sistemlerin arızalanması	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

Yapı Z_s bölgelerine ayrılmış ise (bk. Madde 6.7), her risk bileşeni her Z_s bölgesi için değerlendirilmelidir.

Yapının toplam riski R, yapıyı meydana getiren Z_s bölgeleri ile ilgili risk bileşenlerinin toplamıdır.

6.7 Z_s bölgelerinde yapının bölümlendirilmesi

Her risk bileşenini değerlendirmek için bir yapı, her biri homojen karakteristiklere sahip Z_s bölgelerine ayrılabilir. Ancak, bir yapı tek bir bölge olabilir veya tek bir bölge olarak varsayılabilir.

Z_s bölgeleri esas olarak aşağıdakilere göre tanımlanır:

- Toprak veya zemin tipi (risk bileşenleri R_A ve R_U),
- Yangına dayanıklı bölmeler (risk bileşenleri R_B ve R_V),
- Uzaysal ekranlar (risk bileşenleri R_C ve R_M).

Aşağıdakilere göre ilave bölgeler tanımlanabilir:

- İç sistemlerin yerleşimi (risk bileşenleri R_C ve R_M),
- Mevcut veya temin edilecek korunma tedbirleri (bütün risk bileşenleri),
- L_x kayıp değerleri (bütün risk bileşenleri).

Yapının Z_s bölgeleri şeklinde bölümlendirilmesinde, en uygun korunma tedbirlerinin uygulanmasına dair fizibilite dikkate alınmalıdır.

Not - Bu standarda göre Z_s bölgeleri, EN 62305-4'te belirtilen LPZ olabilir. Ancak, bunlar ayrıca LPZ'lerden farklı olabilir

6.8 Bir hattın S_L kısımları olarak bölümlendirilmesi

Bir hatta veya yakınına yıldırım düşmesi nedeniyle risk bileşenlerini değerlendirmek için hat S_L kısımlarına ayrılabilir. Ancak, bir hat tek bir kısım olabilir veya tek bir kısım olarak varsayılabilir.

Bütün risk bileşenleri için S_L kısımları esas itibarıyla aşağıdakilere göre tanımlanır:

- Hat tipi (havai veya gömülü),
- Toplama alanına etki eden faktörler (C_D, C_E, C_T),
- Hattın karakteristikleri (zırlı, zırsız, zırh direnci).

Bir kısımda bir parametrenin birden fazla değeri varsa, en yüksek risk değerine neden olan parametre değeri kabul edilmelidir.

6.9 Zs bölgelerine ayrılmış bir yapıdaki risk bileşenlerinin değerlendirilmesi

6.9.1 Genel kriterler

Risk bileşenlerinin değerlendirilmesi ve gereken ilgili parametrelerin seçilmesinde aşağıdaki kurallar uygulanır:

- Tehlikeli olayların sayısı N ile ilgili parametreler, Ek A'ya göre değerlendirilmelidir,
- Hasar ihtimali P ile ilgili parametreler Ek B'ye göre değerlendirilmelidir.

Ayrıca;

- R_A , R_B , R_U , R_V , R_W ve R_Z bileşenlerinde ilgili her parametre için her bir bölgede yalnızca bir değer tesbit edilmelidir. Birden fazla değer olması durumunda en yüksek değer seçilmelidir.
- R_C ve R_M bileşenleri için, bir bölgede birden fazla iç sistem varsa, P_C ve P_M değerleri aşağıdaki formüllerden elde edilir:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \quad (14)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \quad (15)$$

Burada, P_{Ci} ve P_{Mi} iç sistem $i=1, 2, 3, \dots$ ile ilgili parametrelerdir.

- Kayıp miktarı L ile ilgili parametreler Ek C'ye göre değerlendirilmelidir.

P_C ve P_M için yapılan hariç, bir bölgede herhangi bir parametrenin birden fazla değeri varsa, en yüksek risk değerine neden olan parametre değeri kabul edilmelidir.

6.9.2 Tek bölge yapı

Bu durumda yapının tamamından meydana gelen yalnızca bir Z_s bölgesi tanımlanır. Risk R , bu bölgedeki R_x risk bileşenlerinin toplamıdır.

Bir yapının tek bölge olarak tanımlanması, her tedbirin yapının tamamına yayılmasını zorunlu hale getirdiğinden pahalı korunma tedbirlerinin kullanılmasına yol açar.

6.9.3 Çok bölge yapı

Bu durumda yapı birden fazla Z_s bölgesine ayrılır. Yapı için risk, yapının bütün bölgeleri ile ilgili risklerinin toplamıdır. Her bölgedeki risk, ilgili bütün risk bileşenlerinin toplamıdır.

Bir yapının bölgelere ayrılması, tasarımcıya risk bileşenlerinin değerlendirilmesinde yapının her bölümünün karakteristiklerini dikkate almak ve bölge bölge uyarlanmış en uygun korunma tedbirlerini seçmek imkânını verir, böylece toplam yıldırımdan korunma maliyetinin azalmasını sağlar.

6.10 Ekonomik kayıp (L4) için maliyet fayda analizi

R_1 , R_2 ve R_3 risklerini azaltacak korunmayı belirleme ihtiyacı olsa da olmasa da, R_4 ekonomik kayıp riskini azaltmak için korunma tedbirlerinin benimsenmesinde ekonomik uygunluğu değerlendirmek faydalı olur.

Yapılacak risk değerlendirmesi R_4 için öğeler aşağıdakilerden belirlenmelidir:

- Yapının tamamı,
- Yapının bir bölümü,
- İç tesisat,
- İç tesisatın bir bölümü,
- Donanımın bir parçası,
- Yapının içindikiler.

| Kayıp maliyeti, korunma tedbirlerinin maliyeti ve muhtemel tasarruf Ek D'ye göre değerlendirilmelidir.

Ek A (Bilgi için)

Yıllık tehlikeli olay sayısı N 'nin değerlendirilmesi

A.1 Genel

Korunan bir yapıya etki eden yıldırım düşmelerinden dolayı meydana gelen yıllık ortalama tehlikeli olay sayısı N , yapının bulunduğu yerdeki fırtına faaliyetine ve yapının fiziksel özelliklerine bağlıdır. N sayısını hesaplamak için, yapının fiziksel karakteristikleri ile ilgili düzeltme faktörleri dikkate alınarak, toprağa yıldırım düşme yoğunluğu N_G yapının eşdeğer toplama alanı ile çarpılmalıdır.

Toprağa yıldırım düşme yoğunluğu N_G , yılda km^2 başına düşen yıldırım sayısıdır. Bu değer dünyanın bir çok yerinde bulunan yıldırım düşme yer bilgi ağlarından elde edilebilir.

Not - Bir N_G haritası mevcut değilse, ılıman bölgelerde aşağıdaki denklemle tahmin yapılabilir:

$$N_G \approx 0,1 T_D \quad (\text{A.1})$$

Burada, T_D bir yıldaki fırtınalı gün sayısıdır (bu sayı isoseranik haritalardan elde edilebilir).

Korunan bir yapı için tehlikeli olarak nitelendirilebilecek olaylar şunlardır:

- Yapıya yıldırım düşmesi,
- Yapının yakınına yıldırım düşmesi,
- Yapıya giren bir hatta yıldırım düşmesi,
- Yapıya giren bir hattın yakınına yıldırım düşmesi,
- Hattın bağlı olduğu bir yapıya yıldırım düşmesi.

A.2 Yapıya ve bitişik bir yapıya yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_D ve N_{DJ} 'nin değerlendirilmesi

A.2.1 Toplama alanı A_D 'nin tayini

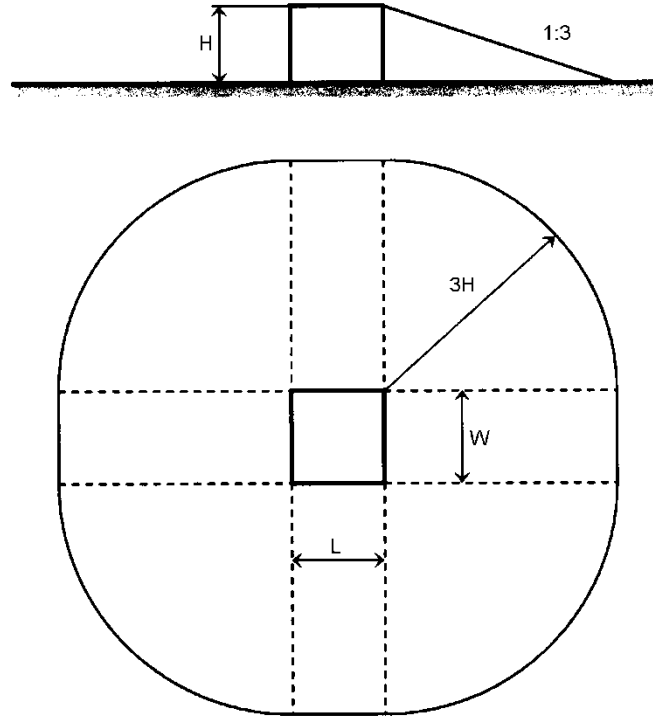
Düz arazi üzerinde bulunan ayrıık yapılar için toplama alanı A_D , arazi yüzeyi ile yapının üst bölümlerinden geçen (ve temas eden) ve bunun etrafında dönen $1/3$ eğimli düz bir çizgi arasındaki kesişim ile tanımlanan alandır. A_D değerinin belirlenmesi, grafiksel veya matematiksel olarak gerçekleştirilebilir.

A.2.1.1 Dikdörtgen biçimli yapı

Düz arazi üzerinde bulunan, uzunluğu L , genişliği W ve yüksekliği H olan ayrıık bir dikdörtgen biçimli yapı için toplama alanı aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L+W) + \pi \times (3 \times H)^2 \quad (\text{A.2})$$

Burada L , W ve H metre cinsindedir (bk. Şekil A.1).



Şekil A.1 - Ayrık bir yapının toplama alanı A_D

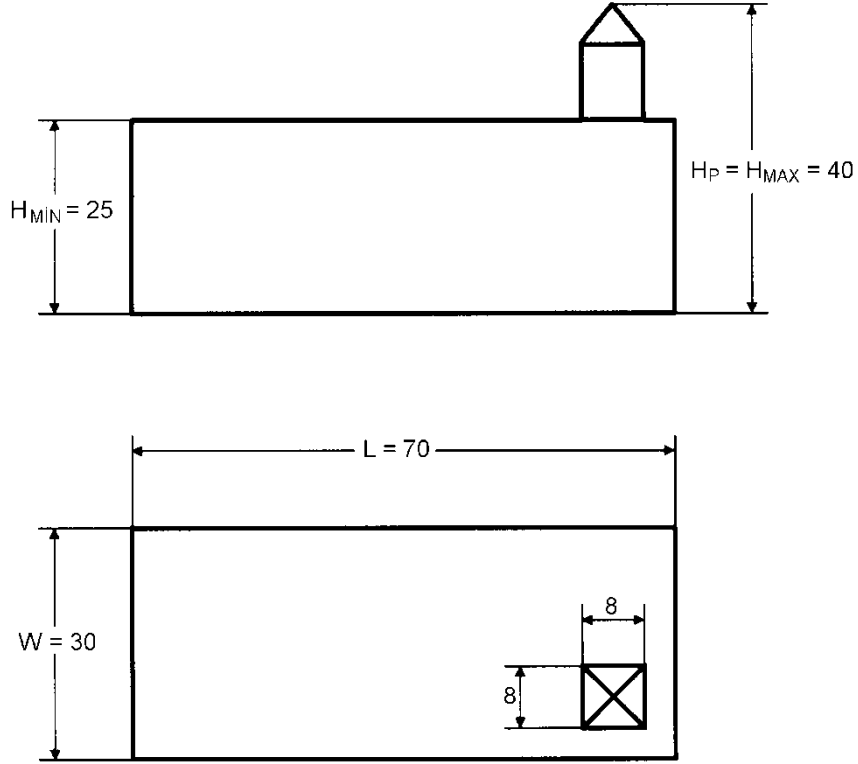
A.2.1.2 Karmaşık biçimli yapı

Yapıda yüksek çatı çıkıntıları (Şekil A.2) gibi karmaşık biçimler varsa, A_D 'yi değerlendirmek için grafik yöntem kullanılmalıdır.

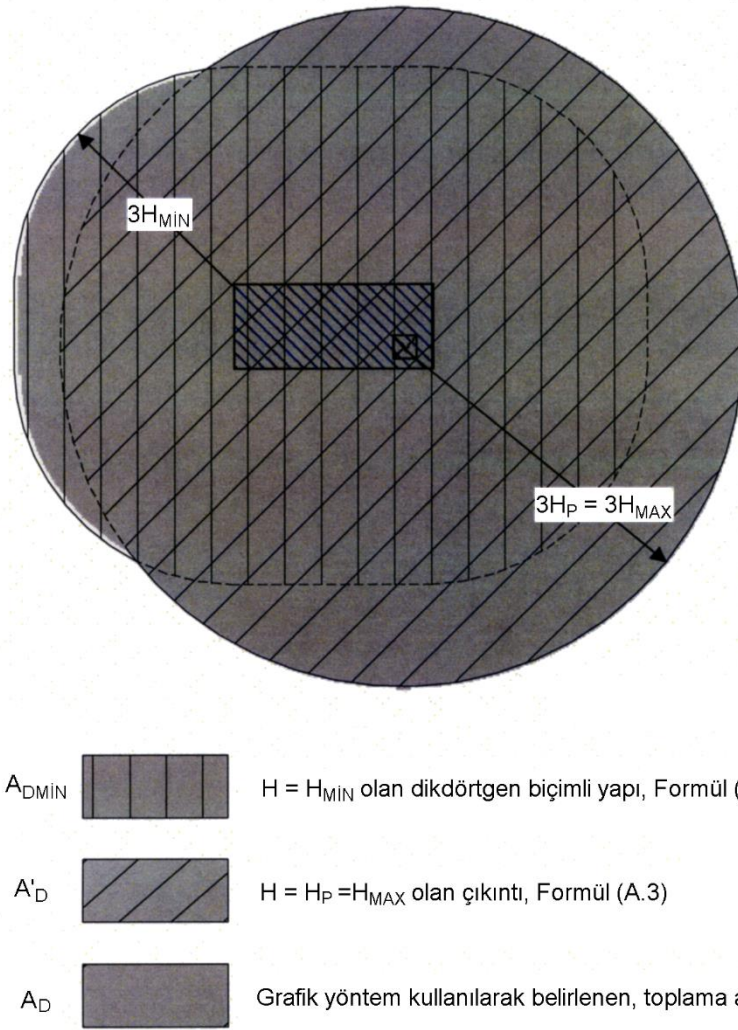
Toplama alanının kabul edilebilir bir yaklaşık değeri, yapının en küçük yüksekliği H_{MIN} alınarak, Formül (A.2) ile değerlendirilen toplama alanı A_{DMIN} ile yüksek çatı çıkıntısına atfedilen toplama alanı A'_D arasında büyük olanıdır. A'_D aşağıdaki denklemden hesaplanabilir:

$$A'_D = \pi \times (3 \times H_P)^2 \quad (A.3)$$

Burada, H_P çıkıntının yüksekliğidir.



Şekil A.2 - Karmaşık biçimli yapı



Şekil A. 3 - Verilen yapı için toplama alanını belirlemek amacıyla kullanılan farklı yöntemler

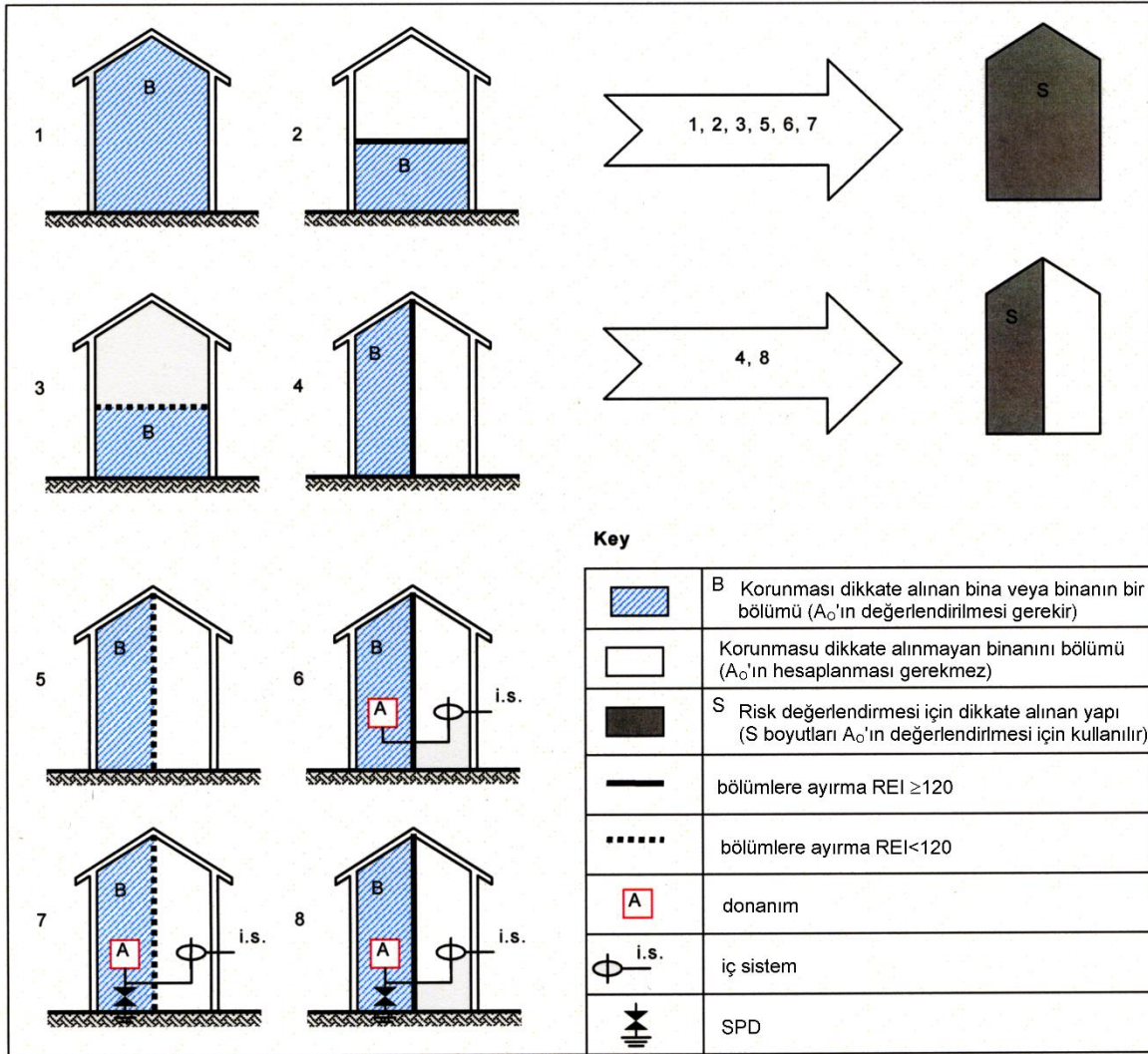
A.2.2 Binanın bir bölümü olan yapılar

Dikkate alınan S yapısı, B binasının sadece bir bölümünden meydana gelmesi durumunda, aşağıdaki şartları sağlandığında, S yapısının boyutları A_D 'nin değerlendirilmesinde kullanılabilir (bk. Şekil A.4):

- S yapısının, B binasının ayrı bir düşey bölümünden meydana gelmesi,
- B binasında bir patlama riski bulunmaması,
- S yapısı ile B binasının diğer bölümleri arasında yangının yayılmasının, 120 min (REI 120) yangına dayanıklı duvarlar veya buna eşdeğer korunma tedbirleri ile önlenmiş olması,
- Varsa, ortak hatlar boyunca aşırı gerilimin yayılmasının, yapıdaki bu gibi hatların yapıya giriş noktasında monte edilen SPD'ler veya buna eşdeğer diğer korunma tedbirleriyle önlenmiş olması.

Not – REI'nin tanımı ve REI hakkında bilgi için kaynaklarda bk.^[7]

Bu şartların sağlanmaması durumunda, B binasının tamamının boyutları kullanılmalıdır.



Şekil A.4 - Toplama alanı A_D 'yi değerlendirmek için dikkate alınacak yapı

A.2.3 Yapının bağıl konumu

Yapının bağıl konumu (çevredekı yapılara göre tanzim edilmesi veya açıktaki bir yerde bulunması), bir konum faktörü C_D ile dikkate alınmalıdır (Çizelge A.1).

Etraftaki cisimlere veya yapıdan itibaren $3 \times H$ mesafe içinde toprağa göre yapının bağıl yüksekliği dikkate alınarak ve $C_D=1$ kabul edilerek, etraftaki cisimlerin etkisinin daha kesin bir biçimde değerlendirilmesi yapılabilir.

Çizelge A. 1 –Yapı konum faktörü C_D

Bağıl konum	C_D
Daha yüksek cisimler ile çevrelenen yapı	0,25
Aynı yükseklikte veya daha alçak cisimler ile çevrelenen yapı	0,5
Ayrık yapı: yakınında başka cisimler olmaması	1
Tepe veya tepelik üzerinde ayrık yapı	2

A.2.4 Yapı için tehlikeli olay sayısı N_D

N_D aşağıdakilerin çarpımı ile değerlendirilebilir:

$$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} \quad (A.4)$$

Burada;

- N_G Toprağa yıldırım düşme yoğunluğudur ($1/\text{km}^2 \times \text{yıl}$),
- A_D Yapının toplama alanıdır (m^2) (bk. Şekil A.5),
- C_D Yapının konum faktörüdür (Çizelge A.1).

A.2.5 Bitişik yapı için tehlikeli olay sayısı N_{DJ}

Bir hattın uzak ucuna bağlı bir yapıya düşen yıldırımlardan dolayı ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_{DJ} (bk. Madde 6.5 ve Şekil A.5) aşağıdakilerin çarpımı ile değerlendirilebilir:

$$N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6} \quad (A.5)$$

Burada;

- N_G Toprağa yıldırım düşme yoğunluğudur ($1/\text{km}^2 \times \text{yıl}$),
- A_{DJ} Bitişik yapının toplama alanı (m^2) (bk. Şekil A.5),
- C_{DJ} Bitişik yapının konum faktörüdür (bk. Çizelge A.1),
- C_T Hat tipi faktörüdür (bk. Çizelge A.3).

A.3 Yapının yakınına yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_M 'nin değerlendirilmesi

N_M aşağıdakilerin çarpımı ile değerlendirilebilir:

$$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6} \quad (A.6)$$

Burada;

- N_G Toprağa yıldırım düşme yoğunluğudur ($1/\text{km}^2 \times \text{yıl}$),
- A_M Yapının yakınına düşen yıldırımların toplama alanıdır (m^2).

Toplama alanı A_M , yapının çevresinden itibaren 500 m mesafede bulunan hatta kadar uzanır (bk. Şekil A.5).

$$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2 \quad (A.7)$$

A.4 Hatta yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı N_L 'nin değerlendirilmesi

Bir hat bir çok kısımdan oluşabilir. Hattın her kısmı için N_L aşağıdaki formül ile değerlendirilebilir:

$$N_L = N_G \times A_L \times C_1 \times C_E \times C_T \times 10^{-6} \quad (A.8)$$

Burada;

- N_L Hat kısmı üzerinde 1 kV'tan düşük genliğe sahip aşırı gerilimlerin sayısıdır ($1/\text{yıl}$),
- N_G Toprağa yıldırım düşme yoğunluğudur ($1/\text{km}^2 \times \text{yıl}$),
- A_L Hatta düşen yıldırımların toplama alanıdır (m^2) (bk. Şekil A.5),
- C_1 Hattın tesisat faktörüdür (bk. Çizelge A.2),
- C_T Hat tipi faktörüdür (bk. Çizelge A.3),
- C_E Çevre faktörüdür (bk. Çizelge A.4).

Bir hatta düşen yıldırımlar için toplama alanı aşağıdaki formülden elde edilir:

$$A_L = 40 \times L_L \quad (A.9)$$

L_L Hat kısmının uzunluğudur (m).

Hat kısmının uzunluğunun bilinmediği durumda, $L_L = 1000$ m olarak kabul edilir.

Not 1 - Ulusal komiteler, güç ve telekomünikasyon hatlarının ulusal şartları daha iyi karşılaması için bu bilgileri geliştirebilir.

Çizelge A. 2 –Hat tesisat faktörü C_I

Güzerghâh	C_I
Havai	1
Gömülü	0,5
Tamamiyle bir kafes biçimindeki toprak sonlandırma uçlarına giden gömülü kablolar (EN 62305-4:2011, Madde 5.2)	0,01

Çizelge A. 3 – Hat tipi faktörü C_T

Tesisat	C_T
AG güç, telekomünikasyon veya veri hattı	1
YG güç (YG/AG transformatörü ile)	0,2

Çizelge A. 4 – Hat çevre factörü C_E

Çevre	C_E
Kırsal	1
Banliyö	0,5
Şehir	0,1
Büyük binaların olduğu şehir ^a	0,01
^a 20 m'den yüksek binalar	

Not 2 – Toprak öz direnci, gömülü kısımlara ait toplama alanı A_L 'yi etkiler. Genellikle, toprak öz direnci ne kadar büyükse, toplama alanı da o kadar büyüktür (A_L, ρ ile orantılıdır). Çizege A.2'deki tesisat faktöründe, $\rho = 400 \Omega \text{ m}$ esas alınmıştır.

Not 3 - Telekomünikasyon hatları için toplama alanı A_L ile ilgili daha fazla bilgi ITU-T recommendation K.47^[8]den elde edilebilir.

A.5 Hattın yakınına yıldırım düşmesinden kaynaklanan ortalama yıllık tehlikeli olay sayısı M 'nin değerlendirilmesi

Hat bir çok kısımdan meydana gelebilir. Hattın her bir kısmı için M 'nin değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$M = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6} \quad (\text{A.10})$$

Burada;

- M Hat kısmı üzerinde 1 kV'tan düşük genliğe sahip aşırı gerilimlerin sayısıdır (1/yıl),
- N_G Toprağa yıldırım düşme yoğunluğudur ($1/\text{km}^2 \times \text{yıl}$),
- A_L Hattın yakınında toprağa düşen yıldırımların toplama alanıdır (m^2) (bk. Şekil A.5)
- C_I Tesisat faktörüdür (bk. Çizelge A.2),
- C_T Hat tipi faktörüdür (bk. Şekil A.3),
- C_E Çevre faktörüdür (bk. Şekil A.4).

Bir hattın yakınına düşen yıldırımlar için toplama alanı aşağıdaki formülden elde edilir:

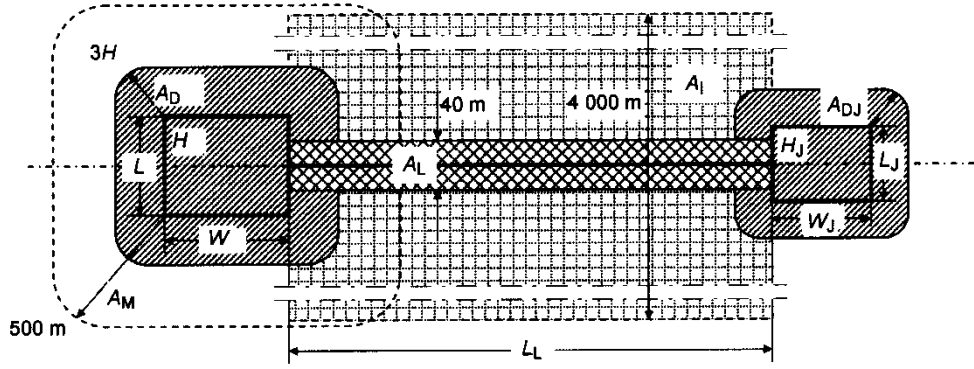
$$A_L = 4000 \times L_L \quad (\text{A.11})$$

Burada, L_L hat kısmının uzunluğudur (m).

Hat kısmının uzunluğunun bilinmediği durumda, $L_L = 1000 \text{ m}$ olarak kabul edilir.

Not 1 - Ulusal komiteler, güç ve telekomünikasyon hatlarının ulusal şartları daha iyi karşılaması için bu bilgileri geliştirebilir.

Not 2 - A_L 'nin daha kesin değerlendirilmesi, güç hatları için Electra n. 161^[9] ve 162^[10] 1995'ten ve telekomünikasyon hatları için ITU-T recommendation K.46^[11]den bulunabilir.



Şekil A.5 - Toplama alanları (A_D , A_M , A_I , A_L)

Ek B (Bilgi için)

Hasar ihtimali P_X 'in değerlendirilmesi

B.1 Genel

Korunma tedbirleri aşağıdaki standartlara uygun ise bu ekte verilen ihtimaller geçerlidir:

- Canlılara verilen zararı ve fiziksel hasarı azaltacak korunma tedbirleri için EN 62305-3,
- İç sistemlerin arızalanmasını azaltacak korunma tedbirleri için EN 62305-4.

Doğrulanır ise, başka değerler seçilebilir.

Tedbir veya karakteristik sadece korunan bütün bina veya bina bölgesi (Z_s) ve ilgili donanım için geçerli ise, 1'den küçük P_X ihtimal değerleri seçilebilir.

B.2 Bir yapıya düşen yıldırımdan kaynaklanan elektrik çarpmasından dolayı canlıların zarar görme ihtimali P_A

Yapıya yıldırım düşmesinden dolayı temas ve adım gerilimleri nedeniyle canlıları elektrik çarpma ihtimali P_A 'nın değerleri, aşağıdaki bağıntıyı sağlayan kabul edilen LPS'ye ve ilave korunma tedbirlerine bağlıdır.

$$P_A = P_{TA} \times P_B \quad (B.1)$$

Burada;

P_{TA} Temas ve adım gerilimlerine karşı ilave korunma tedbirlerine (bu tedbirlerin listesi Çizelge B.1'de verilmiştir) bağlıdır. P_{TA} değerleri Çizelge B.1'de verilmiştir,

P_B P_B , LPS'nin EN 62305-3'e uygun olarak tasarımı olduğu yıldırımdan korunma seviyesine (LPL'ye) bağlıdır. P_B 'nin değerleri Çizelge B.2'de verilmiştir.

Çizelge B. 1 - Yapıya yıldırım düşmesinden kaynaklanan tehlikeli temas ve adım gerilimleri dolayısıyla canlılara elektrik çarpma ihtimali P_{TA} değerleri

İlave korunma tedbiri	P_{TA}
Korunma tedbiri yok	1
Uyarı işaretleri	10^{-1}
Açıktaki bölümlerin (örneğin, indirme iletkenleri) elektriksel yalıtımı (örneğin, en az 3 mm çapraz bağlı polietilen)	10^{-2}
Etkin zemin eş potansiyel kuşaklaması	10^{-2}
Fiziksel kısıtlamalar ve indirme iletkeni olarak kullanılan bina iskeleti	0

Birden fazla tedbir alınmış ise P_{TA} değeri, karşılık gelen değerlerin çarpımıdır.

Not 1- EN 62305-3'teki kuşaklama ve topraklama kurallarının sağlanması durumunda, LPS ile korunan yapıda veya doğal bir LPS olarak davranan sürekli metal veya takviyeli beton iskelete sahip yapılarda korunma tedbirleri sadece P_A 'nın azaltılmasında etkilidir.

Not 2 - Daha fazla bilgi için EN 62305-3:2011, Madde 8.1 ve Madde 8.2'ye bakılmalıdır.

B.3 Yapıya yıldırım düşmesinin fiziksel hasara sebep olma ihtimali P_B

Bir LPS, P_B 'yi azaltmak için bir korunma tedbiri olarak uygundur.

Yapıya yıldırım düşmesinin fiziksel hasara sebep olma ihtimali P_B , yıldırımdan korunma seviyesinin (LPL) bir fonksiyonu olarak Çizelge B.2'de verilmiştir.

Çizelge B. 2 - Fiziksel hasarın azaltılması için korunma tedbirlerine bağlı olarak P_B ihtimal değerleri

Yapı karakteristikleri	LPS sınıfı	P_B
Yapı LPS ile korunmuyor	-	1
Yapı LPS ile korunuyor	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
LPS l'e uygun yakalama ucu (hava sonlandırma) sistemine ve doğal indirme iletkeni olarak davranan sürekli metal veya takviyeli beton iskelete sahip yapı		0,01
Metal çatıya ve çatıdaki bütün tesisatı doğrudan yıldırım düşmesine karşı tamamen koruyan, muhtemelen doğal bileşenler dahil, bir yakalama ucu sistemine ve doğal indirme iletkeni olarak davranan sürekli metal veya takviyeli beton iskelete sahip yapı		0,001

Not 1- EN 62305-1'de verilen boyut ve yakalama kriterlerine ilişkin kurallar dikkate alınarak yapılan detaylı incelemeye dayandırılmış ise, Çizelge B.2'de verilenlerin haricinde P_B değerleri mümkündür.

Not 2- Yıldırım eş potansiyel kuşaklama için SPD karakteristikleri dahil, LPS karakteristikleri EN 62305-3'te verilmiştir.

B.4 Yapıya yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_C

Koordineli SPD, P_C 'yi azaltmak için bir korunma tedbiri olarak uygundur.

Yapıya yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_C , aşağıdaki formülden elde edilir:

$$P_C = P_{SPD} \times C_{LD} \quad (B.2)$$

P_{SPD} , EN 62305-4'e ve SPD'lerin tasarımı yapıldığı yıldırımdan korunma seviyesine (LPL) uygun koordineli SPD sistemine bağlıdır. P_{SPD} değerleri Çizelge B.3'te verilmiştir.

C_{LD} , iç sistemin bağlandığı hattın zırhlanması, topraklanması ve ayırma şartlarına bağlı bir faktördür. C_{LD} değerleri Çizelge B.4'te verilmiştir.

Çizelge B. 3 – SPD'lerin tasarımı yapıldığı LPL'nin fonksiyonu olarak P_{SPD} ihtimali değeri

LPL	P_{SPD}
Koordineli SPD sistemi yok	1
III - IV	0,05
II	0,02
I	0,01
Not 2	0,005 – 0,001

Not 1 - EN 62305-3'teki kuşaklama ve topraklama kurallarının sağlanması durumunda, LPS ile korunan yapıda veya doğal bir LPS olarak davranan sürekli metal veya takviyeli beton iskelete sahip yapılarda koordineli bir SPD sistemi sadece P_C 'nin azaltılmasında etkilidir.

Not 2 - İlgili tesisat yerlerinde LPL I için belirtilen kurallar ile karşılaştırıldığında daha iyi koruma karakteristiklerine sahip (daha yüksek anma akımı I_N , daha düşük koruma seviyesi U_P , vb.) SPD'ler için P_{SPD} değerleri azaltılabilir (yıldırım akım ihtimallerine dair bilgiler için EN 62305-1:2011, Çizelge A.3'e ve yıldırım akım paylaşımı için EN 62305-1:2011, Ek E ve EN 62305-4:2011, Ek D'ye bakılmalıdır). Aynı ekler, daha yüksek P_{SPD} ihtimali bulunan SPD'ler için kullanılabilir.

Çizelge B. 4 – Zırhlama, topraklama ve ayırma şartlarına bağlı olarak C_{LD} ve C_{LI} faktörlerinin değerleri

Dış hat tipi	Girişte bağlantı	C_{LD}	C_{LI}
Zırhlanmamış havai hat	Tanımlanmamış	1	1
Zırhlanmamış gömülü hat	Tanımlanmamış	1	1
Çoklu topraklanmış nötr güç hattı	Yoktur	1	0,2
Zırhlanmış gömülü hat (güç veya TLC)	Zırh, donanımda olduğu gibi aynı kuşaklama barasına bağlanmamış	1	0,3
Zırhlanmış havai hat (güç veya TLC)	Zırh, donanımda olduğu gibi aynı kuşaklama barasına bağlanmamış	1	0,1
Zırhlanmış gömülü hat (güç veya TLC)	Zırh, donanımda olduğu gibi aynı kuşaklama barasına bağlanmamış	1	0
Zırhlanmış havai hat (güç veya TLC)	Zırh, donanımda olduğu gibi aynı kuşaklama barasına bağlanmamış	1	0
Yıldırıma karşı koruyucu kablo kanalları, metalik kanal veya metalik borular içinde yıldırım koruyucu kablo veya kabla	Zırh, donanımda olduğu gibi aynı kuşaklama barasına bağlanmamış	0	0
(dış hat yok)	Dış hatlara bağlantı yok (yalnız başına bulunan sistemler)	0	0
Herhangi bir tip	EN 62305-4'e göre ayırma ara yüzü	0	0

Not 3 - P_C ihtimalinin değerlendirilmesinde, Çizelge B.4'teki C_{LD} değerleri, zırhlanmış iç sistemler ile ilgilidir. Zırhlanmamış iç sistemler için $C_{LD} = 1$ olarak kabul edilir.

Not 4 - Zırhlanmamış iç sistemler için;

- dış hatlara bağlanmayan (yalnız başına bulunan sistemler) veya
- ayırma yüzeyleri üzerinden dış hatlara bağlanan veya
- yıldırıma karşı koruyucu donatılı kablo kanalları, metalik kanallar veya metalik borularda yıldırıma karşı koruyucu kablo veya kablajlı sistemlerden oluşan dış hatlara bağlanan, donanımda olduğu gibi aynı kuşaklama barasına bağlanan,

EN 62305-4'e göre koordineli bir SPD sistemi, endüklenen U_I geriliminin iç sistemin U_W dayanım geriliminden büyük olmaması şartıyla ($U_I \leq U_W$), P_C 'yi azaltmak için gerekli değildir. Endüklenen gerilim U_I 'in değerlendirilmesi için EN 62305-4:2011, Ek A'ya bakılmalıdır.

B.5 Yapının yakınına yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_M

Izgara benzeri bir LPS, ekranlama, güzergâh önlemleri, artırılmış dayanım gerilimi, ayırma ara yüzleri ve koordineli SPD sistemleri, P_M 'yi azaltacak korunma tedbirleri olarak uygundur.

Yapının yakınına yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_M , kabul edilen SPM tedbirlerine bağlıdır.

EN 62305-4'teki kuralları karşılayan koordineli bir SPD sistemi sağlanmadığında, P_M 'nin değeri P_{MS} 'nin değerine eşit olur.

EN 62305-4'teki kuralları karşılayan koordineli bir SPD sistemi sağlandığında P_M değeri aşağıdaki formülden elde edilir:

$$P_M = P_{SPD} \times P_{MS} \quad (B.3)$$

İlgili ürün standartlarında verilen dayanıklılık veya dayanma gerilimine uygun olmayan donanıma sahip iç sistemler için $P_{MS} = 1$ olarak kabul edilmelidir.

P_{MS} 'nin değeri, aşağıdakilerin çarpımından elde edilir:

$$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2 \quad (B.4)$$

Burada;

- K_{S1} Yapının, LPS'nin veya LPZ 0/1 sınırındaki diğer zırhların ekranlama etkinliğini dikkate alır,
 K_{S2} LPZ X/Y ($X > 0$, $Y > 1$) sınırında yapının içinde zırhların ekranlama etkinliğini dikkate alır,
 K_{S3} İç kablağın karakteristiklerini dikkate alır (bk. Çizelge B.5),
 K_{S4} Korunan sistemin darbeye dayanım gerilimini dikkate alır.

Not 1- Sargılar arasında topraklı ekrana sahip ayırma transformatörleri veya fiber optik kablolar veya optik kuplörden meydana gelen ayırma ara yüzleri ile birlikte sağlanan donanım kullanıldığında, $P_{MS} = 0$ olarak kabul edilir.

Bir LPZ'nin içinde, ekran sınırından en az ızgara gözenek genişliği w_m 'ye eşit bir güvenlik mesafesinde, LPS veya uzaysal ızgara benzeri zırhların K_{S1} ve K_{S2} faktörleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$K_{S1} = 0,12 \times w_{m1} \quad (B.5)$$

$$K_{S2} = 0,12 \times w_{m2} \quad (B.6)$$

Burada; w_{m1} (m) ve w_{m2} (m) ızgara benzeri uzaysal zırhlar veya ekran tipi LPS indirme iletkenlerinin ızgara gözenek genişlikleri veya yapının metal sütunları arasındaki açıklık veya doğal LPS olarak davranan takviyeli betonarme iskelet arasındaki açıklıktır.

Kalınlıkları 0,1 mm'den az olmayan sürekli metal zırhlar için $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$ 'tür.

Not 2 - EN 62305-4'e uygun ekranlı kuşaklama ağı sağlanması durumunda, K_{S1} ve K_{S2} değerleri yarıya düşürülebilir.

Endüksiyon döngülerinin LPZ sınır ekranına güvenlik mesafesinden daha yakın geçtiği durumlarda, K_{S1} ve K_{S2} değerleri daha yüksek olacaktır. Örneğin, zırha olan mesafenin 0,1 w_m ile 0,2 w_m aralığında olması durumunda, K_{S1} ve K_{S2} değerleri iki katına çıkarılmalıdır.

Ardışık LPZ'ler için elde edilen K_{S2} , her LPZ'nin ilgili K_{S2} 'nin çarpımıdır.

Not 3 - K_{S1} ve K_{S2} 'nin en büyük değeri 1 ile sınırlanmıştır.

Çizelge B. 5 – İç kablağa bağlı olarak K_{S3} faktörünün değeri

İç kablağın tipi	K_{S3}
Zırhlanmamış kablo – döngüleri önlemek için güzergâh tedbiri yok ^a	1
Zırhlanmamış kablo – döngüleri önlemek için güzergâh tedbiri var ^b	0,2
Zırhlanmamış kablo – döngüleri önlemek için güzergâh tedbiri var ^c	0,01
Zırhlanmış kablolar e metal kanal içinde serili kablolar ^d	0,0001

^{a)} Büyük binalarda farklı güzergaha sahip döngü iletkenleri (50 m² mertebesinde döngü alanı).
^{b)} Küçük binalarda aynı kanal içinde bulunan döngü iletkenleri veya farklı güzergaha sahip döngü iletkenleri (10 m² mertebesinde döngü alanı).
^{c)} Aynı kablo içinde bulunan döngü iletkenleri (0,5 m² mertebesinde döngü alanı).
^{d)} Her iki uçta eş potansiyel kuşaklamasına bağlanan zırhlar ve metal kanallar ve teçhizat aynı kuşaklama barasına bağlanmıştır.

K_{S4} faktörü aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$K_{S4} = 1/U_w \quad (B.7)$$

Burada;

U_w , korunan sistemin anma darbe dayanım gerilimidir (kV cinsinden).

Not 4 - K_{S4} 'ün en büyük değeri 1 ile sınırlanmıştır.

Bir iç sistemde farklı darbe dayanım gerilimine sahip donanım varsa en düşük darbe dayanım gerilimi ile ilgili K_{S4} faktörü seçilmelidir.

B.6 Bir hatta yıldırım düştüğünde elektrik çarpmasından dolayı canlıların yaralanma ihtimali P_U

Yapıya giren bir hatta yıldırım düşmesi ile temas gerilimlerinden dolayı canlıların yaralanma ihtimali P_U değerleri, hat zırhının karakteristiklerine, hatta bağlı iç sistemlerin darbe dayanım gerilimlerine, fiziksel kısıtlamalar veya uyarı işaretleri ve ayırma ara yüzeyleri veya EN 62305-3'e uygun olarak hattın girişinde eş potansiyel kuşaklama için sağlanan SPD'lere bağlıdır.

Not 1- EN 62305-4'e göre koordineli bir SPD sistemi, P_U 'yu azaltmak için gerekli değildir. Bu durumda EN 62305-3'e göre SPD'ler yeterlidir.

P_U 'nun değeri aşağıdaki formülden elde edilir:

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (B.8)$$

Burada;

P_{TU} fiziksel kısıtlamalar veya uyarı işaretleri gibi, temas gerilimlerine karşı korunma tedbirlerine bağlıdır. P_{TU} değerleri Çizelge B.6'da verilmiştir.

P_{EB} EN 62305-3'e uygun yıldırım eş potansiyel kuşaklamaya (EB) ve SPD'lerin tasarımıyla yıldırımdan korunma seviyesine (LPL) bağlıdır. P_{EB} 'nin değerleri Çizelge B.7'de verilmiştir.

P_{LD} hat karakteristiklerine bağlı olarak bağlı hatta yıldırım düşmesinden dolayı iç sistemlerdeki arıza ihtimalidir. P_{LD} 'nin değerleri Çizelge B.8'de verilmiştir.

C_{LD} hattı zırlama, topraklama ve ayırma şartlarına bağlı bir faktördür. C_{LD} 'nin değerleri Çizelge B.4'te verilmiştir.

Not 2 - Hat girişinde eş potansiyel kuşaklama için EN 62305-3'e uygun olarak SPD'ler sağlandığında, EN 62305-4'e uygun olarak topraklama ve kuşaklama korunmayı iyileştirebilir.

Çizelge B. 6 – Giren bir hatta yıldırım düştüğünde tehlikeli temas gerilimlerinden dolayı canlıları elektrik çarpmaya ihtimali P_{TU} değerleri

Korunma tedbiri	P_{TU}
Korunma tedbirleri yok	1
Kablaj uyarıları	10^{-1}
Elektriksel yalıtım	10^{-2}
Fiziksel kısıtlamalar	0

Not 3 - Birden fazla önlem alınmış ise, P_{TU} 'nun değeri karşılık gelen değerlerin çarpımıdır.

Çizelge B. 7 – SPD'lerin tasarımıyla LPL'nin bir fonksiyonu olarak kullanılabilir P_{EB} ihtimal değerleri

LPL	P_{EB}
SPD yok	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
Not 3	0,005 - 0,001

Not 4- İlgili tesisat yerlerinde LPL I için belirtilen kurullarla karşılaştırıldığında daha iyi koruma karakteristiklerine sahip SPD'ler (daha yüksek anma akımı I_N , daha düşük koruma seviyesi U_P , vb.) için P_{EB} değerleri düşürülebilir (yıldırım akımı ihtimalleri hakkında bilgi için EN 62305-1:2011, Çizelge A.3'e ve yıldırım akımı paylaşımı için EN 62305-4:2011, Ek D'ye bakılmalıdır). Aynı ekler, daha yüksek P_{EB} ihtimallerine sahip SPD'ler için kullanılabilir.

Çizelge B. 8 – Kablo ekranının R_S direncine ve donanımın U_W darbe dayanım gerilimine bağlı olarak P_{LB} ihtimali değerleri

Hat tipi	Güzergâh, zırlama ve kuşaklama şartları	Dayanım gerilimi U_W , kV cinsinden				
		1	1,5	2,5	4	6
Güç hatları veya Telekomünikasyon hatları	Havai veya gömülü hat, zırlanmamış veya zırlı donanım gibi aynı kuşaklama barasına bağlanan zırlanmış	1	1	1	1	1
	Zırlı donanım gibi aynı kuşaklama barasına bağlanan zırlanmış havai veya gömülü	$5 \Omega / \text{km} < R_S \leq 20 \Omega / \text{km}$	1	1	0,95	0,9
$1 \Omega / \text{km} < R_S \leq 5 \Omega / \text{km}$		0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
	$R_S \leq 1 \Omega / \text{km}$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Not 5 - Banliyö/şehir alanlarında, AG güç hattı için tipik olarak zırlanmamış gömülü kablo, buna karşın telekomünikasyon hatları için gömülü zırlanmış kablo (asgari 20 iletkeni, 5 Ω/km zırlı direnci, bakır tel çapı 0,6 mm olan) kullanılır. Kırsal alanlarda, AG güç hattı için zırlanmamış havai kablo, buna karşın telekomünikasyon hattı için zırlanmamış havai kablo (bakır tel çapı: 1 mm) kullanılır. YG gömülü güç hattı için tipik olarak zırlı direnci 1 Ω/km ile 5 Ω/km mertesinde olan zırlı bir kablo kullanılır. Ulusal komiteler, güç ve telekomünikasyon hatlarının ulusal şartları daha iyi sağlaması için bu bilgileri geliştirebilir.

B.7 Hatta yıldırım düşmesinin fiziki hasara sebep olma ihtimali P_V

Yapıya giren bir hatta yıldırım düşmesinin fiziksel hasara sebep olma ihtimali P_V , hat zırlının karakteristiklerine, hatta bağlı iç sistemlerin darbe dayanım gerilimlerine ve ayırma ara yüzlerine veya EN 62305-3'e uygun olarak hattın girişinde eş potansiyel kuşaklama için sağlanan SPD'lere bağlıdır.

Not – P_V 'yi düşürmek için EN 62305-4'e uygun koordineli SPD sistemi gerekli değildir. Bu durumda, IEC 62305-3'e uygun SPD yeterlidir

P_V değeri aşağıdaki formülden elde edilir:

$$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (\text{B.9})$$

Burada;

P_{EB} EN 62305-3'e uygun yıldırım eş potansiyel kuşaklamaya (EB) ve SPD'lerin tasarımıyla ilgili yıldırımdan korunma seviyesine (LPL) bağlıdır. P_{EB} 'nin değerleri Çizelge B.7'de verilmiştir.

P_{LD} hat karakteristiklerine bağlı olarak bağlı hatta yıldırım düşmesinden dolayı iç sistemlerdeki arıza ihtimalidir. P_{LD} 'nin değerleri Çizelge B.8'de verilmiştir.

C_{LD} hattı zırlama, topraklama ve ayırma şartlarına bağlı bir faktördür. C_{LD} 'nin değerleri Çizelge B.4'te verilmiştir.

B.8 Yapıya giren hatta yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_W

Yapıya giren bir hatta yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_W , hattı zırlama karakteristiklerine, hatta bağlı iç sistemlerin darbe dayanım gerilimine ve ayırma ara yüzlerine veya tesis edilen koordineli SPD sistemine bağlıdır.

P_W 'nin değerleri aşağıdaki formülden elde edilir:

$$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (\text{B.10})$$

Burada;

P_{SPD} EN 62305-4'e uygun koordineli SPD sistemine ve SPD'lerin tasarımıyla ilgili yıldırımdan korunma seviyesine (LPL) bağlıdır. P_{SPD} 'nin değerleri Çizelge B.3'te verilmiştir.

P_{LD} hat karakteristiklerine bağlı olarak bağlı hatta yıldırım düşmesinden dolayı iç sistemlerdeki arıza ihtimalidir. P_{LD} 'nin değerleri Çizelge B.8'de verilmiştir.

C_{LD} hattı zırlama, topraklama ve ayırma şartlarına bağlı bir faktördür. C_{LD} 'nin değerleri Çizelge B.4'te verilmiştir.

B.9 Yapıya giren bir hattın yakınına yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_Z

Yapıya giren bir hattın yakınına yıldırım düşmesinin iç sistemlerin arızalanmasına sebep olma ihtimali P_Z , hat zırhının karakteristiklerine, hatta bağlı iç sistemlerin darbe dayanım gerilimlerine ve ayırma ara yüzlerine veya sağlanan koordineli SPD sistemine bağlıdır.

P_Z 'nin değerleri aşağıdaki formülden elde edilir:

$$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI} \quad (B.11)$$

Burada;

P_{SPD} EN 62305-4'e uygun koordineli SPD sistemine ve SPD'lerin tasarımı yapıldığı yıldırımdan korunma seviyesine (LPL) bağlıdır. P_{SPD} 'nin değerleri Çizelge B.3'te verilmiştir.

P_{LI} hat ve donanım karakteristiklerine bağlı olarak bağlı hattın yakınına yıldırım düşmesinden dolayı iç sistemlerdeki arıza ihtimalidir. P_{LI} 'nin değerleri Çizelge B.9'de verilmiştir.

C_{LI} hattı zırhlama, topraklama ve ayırma şartlarına bağlı bir faktördür. C_{LI} 'nin değerleri Çizelge B.4'te verilmiştir.

Çizelge B. 9 – Hat tipine ve donanımın U_W darbe dayanım gerilimine bağlı olarak P_{LI} ihtimali değerleri

Hat tipi	Dayanım gerilimi U_W , kV cinsinden				
	1	1,5	2,5	4	6
Güç hatları	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Telekomünikasyon hatları	1	0,5	0,2	0,08	0,04

Not - P_{LI} 'nin daha kesin değerlendirilmesi, güç hatları için IEC/TR 62066:2002^[12] ve telekomünikasyon (TLC) hatları için ITU-T Recommendation K.46^[11]'de bulunabilir.

Ek C (Bilgi için)

Kayıp tutarı L_x 'in değerlendirilmesi

C.1 Genel

Kayıp tutarı L_x değerleri yıldırımdan korunma tasarımcısı (veya yapının sahibi) tarafından değerlendirilmeli ve sabitlenmelidir. Bu ekte verilen bir yapıdaki tipik ortalama kayıp L_x değerleri, sadece IEC tarafından tavsiye edilen değerlerdir. Her milli komite tarafından veya ayrıntılı incelemelerden sonra başka değerler tahsis edilebilir.

Not 1- Yıldırımdan dolayı bir yapıdaki hasarın ayrıca etraftaki yapılarda veya çevrede hasara yol açması (örneğin, kimyasal veya radyoaktif yayınımlar) durumunda, bu ilave kaybı dikkate alan daha ayrıntılı bir L_x değerlendirmesi yapılmalıdır.

Not 2- Bu ekte verilen formüllerin L_x için birincil kaynak değerler olarak kullanılması tavsiye edilir.

Not Z1 IEC'de verilen tipik ortalama kayıp L_x değerleri, ılıman bölgeler ile ilgilidir. Diğer bölgeler için düzeltme yapılması gerekebilir.

C.2 Tehlikeli olay başına ortalama bağlı kayıp tutarı

Kayıp L_x , yıldırım düşmesinden kaynaklanan tehlikeli bir olay için belirli tip bir hasarın ortalama bağlı tutarı ile ilişkilidir. Burada hasarın hem etki alanı hem de etkileri dikkate alınmıştır.

Kayıp L_x değeri, aşağıda dikkate alınan kayıp tipleri ile değişir:

- L1 (Kalıcı yaralanma dahil, insan hayatı kaybı): tehlikede olan kişilerin (felaketzedeler) sayısı,
- L2 (Kamu hizmeti kaybı): hizmet vermeyen kullanıcıların sayısı,
- L3 (Kültürel miras kaybı): tehlikede olan yapı ve içindekilerin ekonomik değeri,
- L4 (Ekonomik değerler kaybı): tehlike altındaki hayvanların, yapıların (faaliyetleri dahil), yapı içindekilerin ve iç sistemlerin ekonomik değeri.

Ayrıca, her kayıp tipi için kayba sebep olan hasar tipi (D1, D2 ve D3) ile de değişir.

Kayıp L_x , yapı içinde bölünmüş olan her bölge için tayin edilmelidir.

C.3 İnsan hayatının kaybı (L1)

Aşağıdakiler dikkate alınarak, kayıp L_x değeri her bölge için Çizelge C.1'e uygun olarak tayin edilebilir:

- İnsan hayatı kaybında bölgenin karakteristiklerinin etkili olması. Bunlar, (h_z) faktörü artırılarak ve (r_t, r_p, r_f) faktörleri azaltılarak dikkate alınır,
- Bölgedeki en büyük kayıp değerinin, yapının bütünündeki toplam kişi sayısı (n_t)'ye göre (n_z) bölgesindeki kişilerin sayısı arasında oran olarak azalacak olması,
- Kişilerin (t_z) bölgesinde yılda saat olarak kalma süresinin, bu süre yılda toplam 8760 h'den az ise, kaybı ayrıca azaltacak olması.

Çizelge C. 1 – Kayıp tipi L1: Her bölge için kayıp değerleri

Hasar tipi	Tipik kayıp	Formül
D1	$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	(C.1)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	(C.2)
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	(C.3)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	(C.4)

Burada;

L_T Tehlikeli tek bir olaydan dolayı elektrik çarpması (D1) nedeniyle yaralanan kişilerin tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.2),

L_F Tehlikeli tek bir olaydan dolayı fiziksel hasar (D2) nedeniyle yaralanan kişilerin tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.2),

L_O	Tehlikeli tek bir olaydan dolayı iç sistemlerin arızalanması (D3) nedeniyle yaralanan kişilerin tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.2),
r_t	Toprak veya zemin tipine bağlı olarak insan hayatı kaybını azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.3),
r_p	Yangının sonuçlarını azaltmak için alınan önlemlere bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.4),
r_f	Yangın riskine veya yapının patlama riskine bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.5),
h_z	Özel bir tehlike olduğunda, fiziksel hasar nedeniyle kaybı artıran bir faktördür (bk. Çizelge C.6),
n_z	Bölgedeki kişi sayısıdır,
n_t	Yapıdaki toplam kişi sayısıdır,
t_z	Kişilerin bölgede yılda saat cinsinde bulunma süresidir.

Not Z1 - Bir yapı tek bir bölge gibi işlem görüyor ise, n_z/n_t oranı 1 değerine eşit olmalıdır.

Not Z2 - t_z değerinin bilinmemesi durumunda, $t_z/8760$ oranı 1 değerine eşit olmalıdır.

Çizelge C. 2 - Kayıp tipi L1: L_T , L_F ve L_O 'nun tipik ortalama değerleri

Hasar tipi	Tipik kayıp değeri	Yapının tipi
D1 yaralanmalar	L_T	10^{-2} Bütün tipler
D2 fiziksel hasar	L_F	10^{-1} Patlama riski
		10^{-1} Hastahane, otel, okul, kamu binası
		5×10^{-2} Halka açık eğlence yeri, ibadethane, müze
		2×10^{-2} Sanayi, ticari
		10^{-2} Diğerleri
D3 iç sistemlerin arızalanması	L_O	10^{-1} Patlama riski
		10^{-2} Hastahanenin yoğun bakım ünitesi ve ameliyathane
		10^{-3} Hastahanenin diğer bölümleri

Not 1- Çizelge C.2'deki değerler, yapıda sürekli bulunan kişi ile ilgilidir.

Not 2- Patlama riski olan bir yapı olması durumunda, yapının tipi, patlama riski, tehlikeli alanlara ait bölge kavramı ve riski karşılayacak tedbirler dikkate alınarak, L_F ve L_O ile ilgili değerlerin daha ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gerekir

Yıldırımından dolayı yapıdaki hasarın etraftaki yapıları veya çevreyi (örneğin, kimyasal veya radyoaktif yayınımlar) kapsamaması durumunda, toplam kaybı (L_{BT} ve L_{VT}) değerlendirmede ilave kayıp (L_{BE} ve L_{VE}) dikkate alınmalıdır.

$$\begin{aligned} L_{BT} &= L_B + L_{BE} \\ L_{VT} &= L_V + L_{VE} \end{aligned} \quad (C.5)$$

Burada;

$$L_{BE} = L_{VE} = L_{FE} \times t_e / 8760 \quad (C.6)$$

L_{FE} Yapı dışında fiziksel hasardan dolayı yaralanan kişilerin ortalama yüzdesidir,
 t_e Yapı dışında tehlikeli yerde kişilerin bulunma süresidir.

Not 3 - t_e değerleri bilinmiyor ise, $t_e/8760 = 1$ olarak kabul edilir. L_{FE} değerlendirilmeli veya yetkili kuruluşların dokümanları esas alınmalıdır.

Çizelge C. 3 – Toprak veya zemin yüzey tipinin fonksiyonu olarak r_t azaltma faktörü

Yüzey tipi ^b	Temas direnci $k\Omega^a$	r_t
Tarımsal, beton	≤ 1	10^{-2}
Mermer, seramik,	1-10	10^{-3}
Çakıl, mokat, halı	10-100	10^{-4}
Asfalt, muşamba, ahşap	≥ 100	10^{-5}

^a 500 N'luk tek düze bir kuvvetle sıkıştırılan 400 cm² elektrod ile sonsuz noktası arasında ölçülen değerler.

^b 5 cm kalınlığa sahip yalıtkan malzeme tabakası (örneğin, asfalt) (veya 15 cm kalınlığında çakıl tabaka) genellikle tehlikeyi katlanılabilir bir seviyeye düşürür.

Çizelge C. 4 – Yangın sonuçlarını azaltmaya yönelik tedbirlerin fonksiyonu olarak r_p azaltma faktörü

Tedbirler	r_p
Tedbir yok	1
Aşağıdaki tedbirlerden biri: Yangın söndürücüler, elle çalıştırılan sabit yangın söndürme tesisleri, elle çalıştırılan alarm tesisleri, hidrantlar, yangına karşı korunmalı bölmeler, kaçış güzergâhları.	0,5
Aşağıdaki tedbirlerden biri: Otomatik sabit yangın söndürme tesisleri, otomatik alarm tesisleri ^a	0,2

^a Sadece aşırı gerilimlere ve diğer hasarlara karşı korunmuşsa ve itfaiyeciler 10 min'den daha kısa sürede gelebilirse.

Birden fazla tedbir alınmışsa, r_p değeri ilgili değerlerin en küçüğü olarak alınır.

Patlama riski olan yapılarda, bütün durumlar için $r_p = 1$ alınır.

Çizelge C. 5 – Yapının yangın veya patlama riskinin fonksiyonu olarak r_f azaltma faktörünün değeri

Risk	Risk tutarı	r_f
Patlama	Bölgeler 0, 20 ve katı patlayıcı	1
	Bölgeler 1, 21	10^{-1}
	Bölgeler 2, 22	10^{-3}
Yangın	Yüksek	10^{-1}
	Normal	10^{-2}
	Düşük	10^{-3}
Patlama veya yangın	Yok	0

Not 4- Patlama riski olan yapılar olması durumunda, r_f ile ilgili değerlerin daha ayrıntılı değerlendirmesinin yapılması gerekebilir.

Not 5- Yanıcı maddelerden yapılmış olan yapılar, çatısı yanıcı maddelerden yapılmış olan yapılar veya özgül yangın yükü 800 MJ/m²'den yüksek olan yapılar yangın riski yüksek olan yapılar olarak kabul edilebilir.

Not 6- Özgül yangın yükü 800 MJ/m² ile 400 MJ/m² arasında olan yapılar yangın riski normal olan yapılar olarak kabul edilebilir.

Not 7- Özgül yangın yükü 400 MJ/m²'den az olan yapılar ve içinde yanıcı maddelerin çok seyrek olarak bulunduğu yapılar yangın riski düşük olan yapılar olarak kabul edilebilir.

Not 8- Özgül yangın yükü bir yapıda bulunan yanıcı malzemenin toplam miktarının enerjisinin yapının toplam yüzey alanına oranıdır.

Not 9- Bu standardın amaçları bakımından, tehlikeli bölgeler veya katı patlayıcı malzemeler içeren yapılar, aşağıdaki şartlardan biri sağlanır ise, patlayıcı riski olan yapılar olarak kabul edilmemelidir:

- Patlayıcı maddelerin bulunma süresinin 0,1 h/yıl'dan daha az olması,
- Patlayıcı atmosferin hacminin EN 60079-10-1^[3] ve EN 60079-10-2^[4] göre ihmal edilebilir olması,
- Yıldırımın bölgeye doğrudan düşmemesi ve bölgede tehlikeli kıvılcım atlamasının önlenmesi.

Not 10- Metalik sığınaklar içinde bulunan tehlikeli bölgelerde, doğal bir hava-sonlandırma sistemi olarak sığınak delinme veya sıcak-nokta problemleri olmaksızın güvenli bir şekilde çalıştığı ve varsa, sığınak içinde iç sistemler tehlikeli kıvılcım atlamasını önlemek için aşırı gerilimlere karşı korunduğunda c) paragrafı sağlanmış olur.

Çizelge C. 6 – Özel tehlike olması halinde bağıl kayıp miktarını arttıran h_z faktörü

Özel tehlike cinsi	h_z
Özel tehlike yok	1
Düşük panik seviyesi (örneğin, yapının iki katla sınırlı olması, insan sayısının 100'den fazla olmaması)	2
Orta panik seviyesi (yapının kültür veya spor faaliyetlerine tahsis edilmesi ve katılan insan sayısının 100 ile 1000 arasında olması gibi)	5
Tahliye zorluğu (örneğin, hareket edemeyen kişiler, hastaneler)	5
Yüksek panik seviyesi (örneğin, yapının kültür veya spor faaliyetlerine tahsis edilmesi ve katılan insan sayısının 1000'den fazla olması gibi)	10

C.4 Kamu hizmetlerinin kabul edilemeyecek şekilde kaybı (L2)

Aşağıdakiler dikkate alınarak, kayıp L_x değeri her bölge için Çizelge C.7'ye uygun olarak tayin edilebilir:

- Kamu hizmeti kaybında yapıdaki bölgenin karakteristiklerinin etkili olması. Bunlar, (r_p, r_f) faktörleri azaltılarak dikkate alınır,
- Bölgede hasar nedeniyle en büyük kayıp değerinin, bütün yapı vasıtasıyla hizmet verilen toplam kullanıcı sayısı (n_t) 'ye göre (n_z) bölgesi vasıtasıyla hizmet verilen kullanıcı sayısı arasında oran olarak azalmasının gerekli olması.

Çizelge C. 7 – Kayıp tipi L2: Her bölge için kayıp değerleri

Hasar tipi	Tipik kayıp	Formül
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$	(C.7)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$	(C.8)

Burada;

- L_F Tehlikeli tek bir olaydan dolayı fiziksel hasar (D2) nedeniyle hizmet verilmeyen kullanıcıların tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.8),
- L_O Tehlikeli tek bir olaydan dolayı iç sistemlerin arızalanması (D3) nedeniyle hizmet verilmeyen kullanıcıların tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.8),
- r_p Yangının sonuçlarını azaltmak için alınan önlemlere bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.4),
- r_f Yangın riskine veya yapının patlama riskine bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.5),
- n_z Bölgede hizmet verilen kullanıcıların sayısıdır,
- n_t Yapıda hizmet verilen kullanıcıların toplam sayısıdır.

Çizelge C. 8 - Kayıp tipi L2: L_F ve L_O 'nun tipik ortalama değerleri

Hasar tipi	Tipik kayıp değeri	Hizmetin tipi
D2 fiziksel hasar	L_F	10^{-1} Gaz, su, güç besleme
		10^{-2} TV, telekomünikasyon hatları
D3 iç sistemlerin arızalanması	L_O	10^{-2} Gaz, su, güç besleme
		10^{-3} TV, telekomünikasyon hatları

C.5 Yerine konulamayacak kültürel mirasın kaybı (L.3)

Aşağıdakiler dikkate alınarak, kayıp L_x değeri her bölge için Çizelge C.9'a uygun olarak tayin edilebilir:

- Kültürel mirasın kaybında bölgenin karakteristiklerinin etkili olması. Bunlar, (r_p, r_f) faktörleri azaltılarak dikkate alınır,
- Bölgede hasar nedeniyle en büyük kayıp değerinin, bütün yapının (bina ve içindekiler) toplam değeri (c_t)'ye göre (c_z) bölgesinin değeri arasında oran olarak azalmasının gerekli olması.

Çizelge C. 9 – Kayıp tipi L3: Her bölge için kayıp değerleri

Hasar tipi	Tipik kayıp değeri	Formül
D2 Fiziksel hasar	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times c_z / c_t$	(C.9)

Burada;

- L_F Tehlikeli tek bir olaydan dolayı fiziksel hasar (D2) nedeniyle hasar gören bütün malların değerinin tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.10),
- r_p Yangının sonuçlarını azaltmak için alınan önlemlere bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.4),
- r_f Yangın riskine veya yapının patlama riskine bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.5),
- c_z Bölgedeki kültürel mirasın değeridir,
- c_t Binanın ve yapının içindekilerin toplam değeri (bütün bölgelerde toplamı).

Çizelge C. 10 - Kayıp tipi L3: L_F 'nin tipik ortalama değeri

Hasar tipi	Tipik kayıp değeri	Yapının veya bölgenin tipi
D2 fiziksel hasar	L_F 10^{-1}	Müzeler, galeriler

C.6 Ekonomik kayıp (L4)

Aşağıdakiler dikkate alınarak, kayıp L_x değeri her bölge için Çizelge C.11'e uygun olarak tayin edilebilir:

- Ekonomik kayıp değerlerinde bölgenin karakteristiklerinin etkili olması. Bunlar, (r_t, r_p, r_f) faktörleri azaltılarak dikkate alınır,
- Bölgedeki hasardan dolayı en büyük kayıp değerinin, bütün yapının toplam değeri (c_t)'ye (hayvanlar, bina, içindekiler, faaliyetleri dahil iç sistemler) göre bölgede ilgili değer arasında oran olarak azalmasının gerekli olması. Bölgenin ilgili değeri, aşağıda belirtilen hasarın tipine bağlıdır:

D1 (Elektrik çarpmasından dolayı hayvanların yaralanması): c_a (sadece hayvanların değeri)

D2 (Fiziksel hasar): $c_a + c_b + c_c + c_s$ (bütün malların değeri)

D3 (İç sistemlerdeki arızalar): c_s (iç sistemlerin ve sadece bunların faaliyetlerinin değeri)

Çizelge C. 11 – Kayıp tipi L4: Her bölge için kayıp değerleri

Hasar tipi	Tipik kayıp	Formül
D1	$L_A = r_t \times L_T \times c_a / c_t$	(C.10)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times c_a / c_t$	(C.11)
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t$	(C.12)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times c_a / c_t$	(C.13)

Burada;

- L_T Tehlikeli tek bir olaydan dolayı elektrik çarpması (D1) nedeniyle hasar gören bütün malların ekonomik değerinin tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.12),
- L_F Tehlikeli tek bir olaydan dolayı fiziksel hasar (D2) nedeniyle bütün malların ekonomik değerinin tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.12),
- L_O Tehlikeli tek bir olaydan dolayı iç sistemlerin (D3) arızalanması nedeniyle hasar gören bütün malların ekonomik değerinin tipik ortalama yüzdesidir (bk. Çizelge C.12),
- r_t Toprak veya zemin tipine bağlı olarak hayvanların kaybını azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.3),
- r_p Yangının sonuçlarını azaltmak için alınan önlemlere bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.4),
- r_f Yangın riskine veya yapının patlama riskine bağlı olarak fiziksel hasar nedeniyle kaybı azaltan bir faktördür (bk. Çizelge C.5),
- c_a Bölgedeki hayvanların değeridir,
- c_b Bölge ile ilgili binanın değeridir,
- c_c Bölge içindikilerin değeridir,
- c_s Bölgedeki faaliyetleri dahil, iç sistemlerin değeridir,
- c_t Yapının toplam değeridir (hayvanlar, bina, içindikiler ve faaliyetleri dahil iç sistemler için bütün bölgelerde toplamı).

Çizelge C. 12 - Kayıp tipi L4: L_T , L_F ve L_O 'nun tipik ortalama değerleri

Hasar tipi	Tipik kayıp değeri	Yapının tipi
D1 Elektrik çarpmasından dolayı yaralanmalar	L_T	10^{-2} Sadece hayvanların bulunduğu bütün tipler
D2 fiziksel hasar	L_F	1 Patlama riski
		0,5 Hastahane, sanayi, müze, zirai
		0,2 Otel, okul, ofis, ibadet yeri, halka açık eğlence yeri, ticari
		10^{-1} Diğerleri
D3 iç sistemlerin arızalanması	L_O	10^{-1} Patlama riski
		10^{-2} Hastahane, sanayi, ofis, otel, ticari
		10^{-3} Müze, zirai, okul, ibadet yeri, halka açık eğlence yeri
		10^{-4} Diğerleri

Not 1- Patlama riski olan bir yapı olması durumunda, yapının tipi, patlama riski, tehlikeli alanlara ait bölge kavramı ve riski karşılayacak tebirler, vb. dikkate alınarak, L_F ve L_O ile ilgili değerlerin daha ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gerekir

Yıldırımdan dolayı yapıdaki hasarın etraftaki yapıları veya çevreyi (örneğin, kimyasal veya radyoaktif yayınımlar) kapsamaması durumunda, toplam kaybı (L_{BT} ve L_{VT}) değerlendirmede ilave kayıplar (L_{BE} ve L_{VE}) dikkate alınmalıdır.

$$L_{BT} = L_B + L_{BE} \quad (C.14)$$

$$L_{VT} = L_V + L_{VE}$$

Burada;

$$L_{BE} = L_{VE} = L_{FE} \times c_e / c_t \quad (C.15)$$

L_{FE} Yapı dışında fiziksel hasardan dolayı hasar gören tüm malların ekonomik değerinin tipik ortalama yüzdesidir,
 c_e Yapı dışında tehlikeli yerde malların toplam bulunma süresidir.

Not 2 - L_{FE} , değerlendirilmeli veya yetkili kuruluşlara ait dokümanlar esas alınmalıdır.

Hayvanlara ait c_a değeri, yapıya ait c_b değeri, içindekilere ait c_c değeri ve faaliyetleri dahil iç sistemlere ait c_s değeri ile ilgili veriler, yapı sahibi tarafından tasarımcıya verilmelidir,

Bu gibi veriler sağlanamaz ise, Çizelge C.Z1 ve Çizelge C.Z2'deki değerler bu verileri değerlendirmek için verilmiştir.

Çizelge C.Z 1 –Toplam değerc_t'nin değerlendirilmesi için değerler

Yapının tipi	Referans değerler		c _t ile ilgili toplam	
	Sanayi olmayan yapılar	Toplam yeniden inşa maliyetleri (faaliyet kayıpları dahil değil)	Düşük	Hacim başına c _t (€/m ³)
Normal			400	
Yüksek			500	
Sanayi yapıları	Bina, tesisler ve içindekiler dahil, yapının toplam değeri (faaliyet kayıpları dahil)	Düşük	Çalışan başına c _t (k€/m ³)	100
		Normal		300
		Yüksek		500

Çizelge C.Z 2 – Toplam değerler c_a, c_b, c_c, c_s'nin değerlendirilmesi için paylar

Şart	Hayvanlar için pay c _a /c _t	Bina için pay c _b /c _t	İçindekiler için pay c _c /c _t	İç sistemler için pay c _s /c _t	Bütün mallar için toplam (c _a + c _b + c _c + c _s)/c _t
Hayvansız	0	% 75	% 10	% 15	% 100
Hayvanlı	% 10	% 70	% 5	% 15	% 100

Çizelge C.Z1 veya Çizelge C.Z2'de verilen veriler kullanılır ise, aşağıdaki adımlar yerine getirilmelidir:

1. Çizelge C.Z1'den bütün yapı için € cinsinden toplam c_t değeri tayin edilir,
2. Çizelge C.Z2'den bütün yapı için toplam c_a, c_b, c_c, c_s değerleri tayin edilir.
3. Birden fazla bölge olması durumunda, her bölge için geçerli oransal değerler cinsinden c_a, c_b, c_c ve c_s toplam değerleri alt bölümlere ayrılır. Oransal faktör;

- sanayi olmayan yapılar için bölgenin hacmi/ toplam hacim,
- sanayi yapıları için bölgedeki çalışanlar/çalışanların toplam sayısı olabilir,

Not Z1- Çizelge C.Z1 ve Çizelge C.Z2'de verilen tipik ortalama maliyet değerleri, sadece CENELEC tarafından teklif edilen değerlerdir. Millî komiteler tarafından veya ayrıntılı incelemelerden sonra farklı değerler tahsis edilebilir.

Ek D (Bilgi için)

Kayıp maliyetlerinin değerlendirilmesi

Bir bölgedeki kayıp maliyeti C_{LZ} aşağıdaki formülden hesaplanabilir:

$$C_{LZ} = R_{4Z} \times c_t \quad (D.1)$$

Burada;

- R_{4Z} Korunma tedbirleri olmaksızın, bölgedeki kayıp değeri ile ilgili risktir,
 c_t Yapının toplam değeridir (para cinsinden hayvanlar, bina, içindekiler ve faaliyetleri dahil iç sistemler).

Yapıdaki toplam kayıp maliyeti C_L aşağıdaki formülden hesaplanabilir:

$$C_L = \sum C_{LZ} = R_4 \times c_t \quad (D.2)$$

Burada;

$R_4 = \sum R_{4Z}$, korunma tedbirleri uygulanmaksızın, kayıp değeri ile ilgili risktir.

Korunma tedbirlerine rağmen bir bölgede artık kayıp maliyeti C_{RLZ} aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanabilir:

$$C_{RLZ} = R'_{4Z} \times c_t \quad (D.3)$$

Burada;

R'_{4Z} , korunma tedbirleri olan bölgede kayıp değeri ile ilgili risktir.

Korunma tedbirlerine rağmen bir yapıda artık kayıp toplam maliyeti C_{RL} aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanabilir:

$$C_{RL} = \sum C_{RLZ} = R'_4 \times c_t \quad (D.4)$$

Burada;

$R'_4 = \sum R'_{4Z}$ korunma tedbirleri olan yapıda kayıp değeri ile ilgili risktir.

Korunma tedbirlerinin yıllık maliyeti C_{PM} , aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanabilir:

$$C_{PM} = C_p \times (i + a + m) \quad (D.5)$$

Burada;

- C_p Korunma tedbirlerinin maliyetidir,
 i Faiz oranıdır,
 a Amortisman oranıdır,
 m Bakım oranıdır.

Para olarak yıllık tasarruf,

$$S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL}) \text{ dir.} \quad (D.6)$$

Yıllık tasarruf $S_M > 0$ ise, korunma doğrulanmış olur.

Ek E (Bilgi için)

Örnek olay çalışması

E.1 Genel

Bu ekte bir kır evi, bir ofis binası, bir hastane ve bir apartman bloğu ile ilgili bir örnek olay çalışma aşağıdakileri göstermek amacıyla geliştirilmiştir.

- Riskin nasıl hesaplandığı ve korunma ihtiyacının nasıl belirlendiği,
- Farklı risk bileşenlerinin toplam riske katkısı,
- Riski azaltmak için farklı korunma tedbirlerinin etkisi,
- Maliyet etkinlik dikkate alınarak, farklı korunma tedbirleri arasından yöntem seçimi.

Not – Bu ekte, bütün durumlar için varsayıma dayanan veriler sunulmuştur. Bu ek'te bu standard kapsamında yer alan prensipleri örneklerle açıklamak için risk değerlendirmesi hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Bu ek'te, bütün tesislerde ve sistemlerde bulunan şartlara ait özgün konuların ele alınması ön görülmüştür.

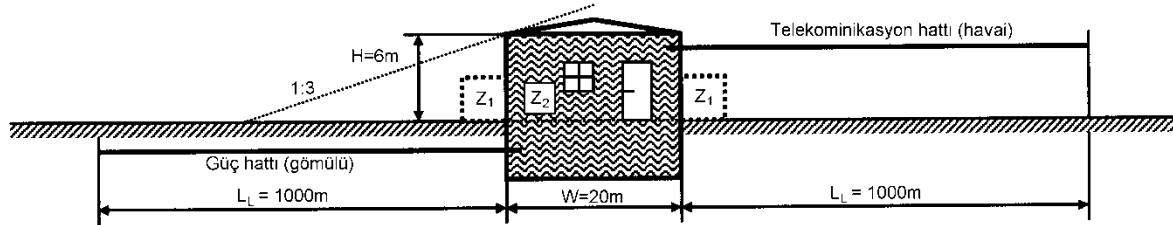
E.2 Kır evi

İlk örnek olay çalışması olarak bir kır evi (Şekil E.1) dikkate alınmıştır.

İnsan hayatının kaybı (L_1) ve ekonomik kayıp (L_4) bu tip bir yapı ile ilgilidir.

Korunma ihtiyacınının değerlendirilmesi gereklidir. Bu durum, risk bileşenleri R_A , R_B , R_U ve R_V olan (Çizelge 2'ye göre) insan hatatının kaybı ile ilgili sadece risk R_1 'i tayin etme ve bunu katlanılabilir risk $R_T = 10^{-5}$ (Çizelge 4'e göre) ile karşılaştırma ihtiyacına işaret etmektedir. Bu riski azaltmak için uygun korunma tedbirleri seçilecektir.

Bir ekonomik değerlendirmenin gerekli olmadığına yapı sahibi tarafından karar verildikten sonra, ekonomik kayıpla ilgili risk R_4 dikkate alınmaz.



Açıklama:

Z₁: Dış taraf
Z₂: Odalar bloğu

Şekil E.1 - Kır evi

E.2.1 İlgili veriler ve karakteristikler

Kır evi, civarında yapılar olmayan düz araziye yerleştirilmiştir. Yıldırım düşme yoğunluğu, yıllık km^2 başına $N_G = 4$ 'tür. Evde beş kişi yaşamaktadır. Fırtına sırasında bina dışında herhangi bir kimsenin olmadığı varsayıldığından, bu beş kişi ayrıca dikkate alınan toplam kişi sayısıdır.

Evin ve evin civarı ile ilgili veriler Çizelge E.1'de verilmiştir.

Giren hatlar ve bu hatlara bağlanan iç sistemler ile ilgili veriler Çizelge E.2'de güç hattı ve Çizelge E.3'te telekomünikasyon hattı için verilmiştir.

Çizelge E. 1 – Kır evi: Çevre ve yapı karakteristikleri

Giriş parametresi	Yorum	Sembol	Değer	Referans
Toprağa yıldırım düşme yoğunluğu ($1/\text{km}^2/\text{yıl}$)		N_G	4,0	
Yapı boyutları (m)		L, W, H	15, 20, 6	
Yapının yerleşim faktörü	Ayrık yapı	C_D	1	Çizelge A.1
LPS	Yok	P_B	1	Çizelge B.2
Eşpotansiyel kuşaklama	Yok	P_{EB}	1	Çizelge B.7
Dış uzaysal zırh	Yok	K_{S1}	1	Formül (B.5)

Çizelge E. 2 – Kır evi: Güç hattı

Giriş parametresi	Yorum	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m) ^a		L_L	1000	
Tesisat faktörü	Gömülü	α	0,5	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	AG hattı	C_T	1	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Kırsal	C_E	1	Çizelge A.4
Hat zırhı	Zırhlanmamış	R_S	-	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Yok	C_{LD}	1	Çizelge B.4
		C_{LI}	1	
Bitişik yapı	Yok	L_J, W_J, H_J	-	
Yapı yerleşim faktörü	Yok	C_{DJ}	-	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U_W	2,5	
	Elde edilen parametreler	K_{S4}	0,4	Formül (B.7)
		P_{LD}	1	Çizelge B.8
		P_{LI}	0,3	Çizelge B.9

^a Hat kısmının L_L uzunluğu bilinmediği takdirde, $L_L = 1000$ m olarak kabul edilir (Madde A.4 ve Madde A.5)

Çizelge E. 3 – Kır evi: Telekomünikasyon hattı (TLC)

Giriş parametresi	Yorum	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m) ^a		L_L	1000	
Tesisat faktörü	Gömülü	α	1	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	Telekomünikasyon hattı	C_T	1	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Kırsal	C_E	1	Çizelge A.4
Hat zırhı	Zırhlanmamış	R_S	-	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Yok	C_{LD}	1	Çizelge B.4
		C_{LI}	1	
Bitişik yapı	Yok	L_J, W_J, H_J	-	
Yapı yerleşim faktörü	Ayrık yapı	C_{DJ}	-	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U_W	1,5	
	Elde edilen parametreler	K_{S4}	0,67	Formül (B.7)
		P_{LD}	1	Çizelge B.8
		P_{LI}	0,5	Çizelge B.9

^a Hat kısmının L_L uzunluğu bilinmediği takdirde, $L_L = 1000$ m olarak kabul edilir (Madde A.4 ve Madde A.5)

E.2.2 Kır evinde bölgelerin tarifi

Aşağıdaki ana bölgeler tarif edilebilir:

- Z_1 (binanın dışı)
- Z_2 (binanın içi).

Bölge Z_1 için binanın dışında herhangi bir kimsenin bulunmadığı kabul edilir. Bu nedenle, kişiyi elektrik çarpma riski $R_A = 0$ dir. R_A , sadece bina dışı risk bileşeni olduğundan, Z_1 bölgesi tamamen ihmal edilebilir.

Aşağıdakiler dikkate alınarak bina içinde sadece bir Z_2 bölgesi tarif edilir:

- Her iki iç sistemin (güç ve telekomünikasyon) binanın her tarafında uzanması,
- Uzaysal zırhların olmaması,
- Yapının yangına dayanıklı özgün bir bölüm olması,
- Kayıpların bütün yapıda sabit olduğunun varsayılması ve Çizelge C.1'deki tipik ortalama değerlere karşılık gelmesi.

Z_2 bölge için elde edilen faktörler, Çizelge E.4'te verilmiştir.

Çizelge E. 4 – Kır evi: Z_2 bölgesi için geçerli faktörler (bina içi)

Giriş parametresi		Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin tipi		Muşamba	r_t	10^{-5}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TU}	1	Çizelge B.6
Yangın riski		Düşük	r_f	10^{-3}	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma		Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zırh		Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
Güç	İç kablaaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalı içinde döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekom	İç kablaaj	Zırhlanmamış (büyük döngüler $> 10 \text{ m}^2$)	K_{S3}	1	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı		Özel tehlike: yok	h_z	1	Çizelge C.6
		D1: temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
		D2: fiziksel hasar nedeniyle	L_F	10^{-1}	
		D3: iç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	-	
Bölgedeki kişiler için faktör		$n_z/n_t \times t_z/8760$ $= 5/5 \times 8760/8760$	-	1	
Elde edilen parametreler			L_A	10^{-7}	Formül (C.1)
			L_U	10^{-7}	Formül (C.2)
			L_B	10^{-4}	Formül (C.3)
			L_V	10^{-4}	Formül (C.3)

E.2.3 İlgili miktarların hesaplanması

Toplama alanları için hesaplamalar Çizelge E.5'te verilmiştir. Beklenen tehlikeli olaylar sayısı için hesaplamalar Çizelge E.6'da verilmiştir.

Çizelge E. 5 – Kır evi: Yapı ve hatların toplama alanları

	Sembol	Sonuç m ²	Referans formül	Formül
Yapı	A_D	$2,58 \times 10^3$	(A.2)	$A_D = L \times W \times +2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 + H)^2$
	A_M	-	(A.7)	İlgili değil
Güç hattı	$A_{L/P}$	$4,00 \times 10^4$	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	$4,00 \times 10^6$	(A.11)	$A_{I/P} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJ/P}$	0	(A.2)	Bitişik yapı yok
Telekomünikasyon hattı	$A_{L/T}$	$4,00 \times 10^4$	(A.9)	$A_{L/T} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	$4,00 \times 10^6$	(A.11)	$A_{I/T} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJ/T}$	0	(A.2)	Bitişik yapı yok

Çizelge E. 6 – Kır evi: Beklenen yıllık tehlikeli olaylar sayısı

	Sembol	Sonuç 1/yıl	Referans formül	Formül
Yapı	N_D	$1,03 \times 10^{-2}$	(A.4)	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$
	N_M	-	(A.6)	İlişkili değil
Güç hattı	$N_{L/P}$	$8,00 \times 10^{-2}$	(A.8)	$N_{L/P} = N_G \times A_{L/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	8,00	(A.10)	$N_{I/P} = N_G \times A_{I/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{DJ/P}$	0	(A.5)	Bitişik yapı yok
Telekomünikasyon hattı	$N_{L/T}$	$1,60 \times 10^{-1}$	(A.8)	$N_{L/T} = N_G \times A_{L/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{I/T}$	16	(A.10)	$N_{I/T} = N_G \times A_{I/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{DJ/T}$	0	(A.5)	Bitişik yapı yok

E.2.4 Risk R1 - Korunma ihtiyacının belirlenmesi

Risk R1, aşağıdaki bileşenlerin toplanması suretiyle Formül (1)'e göre ifade edilebilir:

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U/P} + R_{V/P} + R_{U/T} + R_{V/T}$$

Risk bileşenleri Çizelge 6'ya göre değerlendirilecektir.

Kapsanan bileşenler ve toplam risk değerlendirmesi Çizelge E.7'de verilmiştir.

Çizelge E. 7 – Kır evi: Korunmayan yapı için Risk R₁ (değerler x 10⁻⁵)

	Sembol	Z ₁	Z ₂	Yapı
D1 yaralanma	R_A	-	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		0,002	0,02
D2 Fiziksel hasar	R_B		0,103	0,103
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		2,40	2,40
Toplam		-	2,51	R₁ = 2,51
Katlanılabilir		R₁ > R_T: Yıldırımdan korunma gereklidir.		R_T = 1

$R_1 = 2,51 \times 10^{-5}$ katlanılabilir değer $R_T = 10^{-5}$ 'ten büyük olduğundan yapı için yıldırımdan korunma gereklidir.

E.2.5 Risk R1 – Korunma tedbirlerinin seçilmesi

Çizelge E.7'ye göre risk değerine ana katkılar aşağıdakilerden elde edilir:

- R_V bileşeni (hatlara yıldırım düşmesi) % 96,
- R_B bileşeni (yapıya yıldırım düşmesi) % 4.

Risk R_1 'i katlanılabilir değere düşürmek için R_V ve R_B bileşenlerine etki eden korunma tedbirleri dikkate alınmalıdır. Uygun tedbirler aşağıdakileri içerir:

- Evdeki güç ve telefon hatlarının her ikisini korumak için hat girişine (yıldırım eş potansiyel kuşaklama) LPL IV'e ait SPD'ler yerleştirme. Çizelge B.7'ye göre bu durumda, P_{EB} değeri 1'den 0,05'e düşer (bağlı hatt üzerinde SPD'lerden dolayı) ve aynı faktör ile P_U ve P_V değerleri de düşer.
- Sınıf IV'e ait bir LPS yerleştirme (zorunlu yıldırım eş potansiyel kuşaklaması dahil). Çizelge B.2 ve Çizelge B.7'ye göre bu durumda, P_B değeri 1'den 0,2'ye düşer ve P_{EB} 'nin değeri (bağlı hatt üzerinde SPD'lerden dolayı) 1'den 0,05'e ve sonuç olarak aynı faktör ile P_U ve P_V değerleri de düşer.

Bu değerler formüllerde yerlerine konarak, Çizelge E.8'de gösterildiği gibi, risk bileşenlerinin yeni değerleri elde edilir.

Çizelge E. 8 – Kır evi: Korunan yapı için Risk R_1 ile ilgili risk değerleri

Hasar tipi	Sembol	Örnek olay a) sonucu $x (10^{-5})$	Örnek olay b) sonucu $x (10^{-5})$
D1 elektrik çarpmasından dolayı yaralanma	R_A	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	≈ 0	≈ 0
D2 Fiziksel hasar	R_B	0,103	0,021
	R_V	0,120	0,120
Toplam	R_1	0,223	0,141

Ekonomik ve teknik faktörlere göre çözüm seçimine karar verilir.

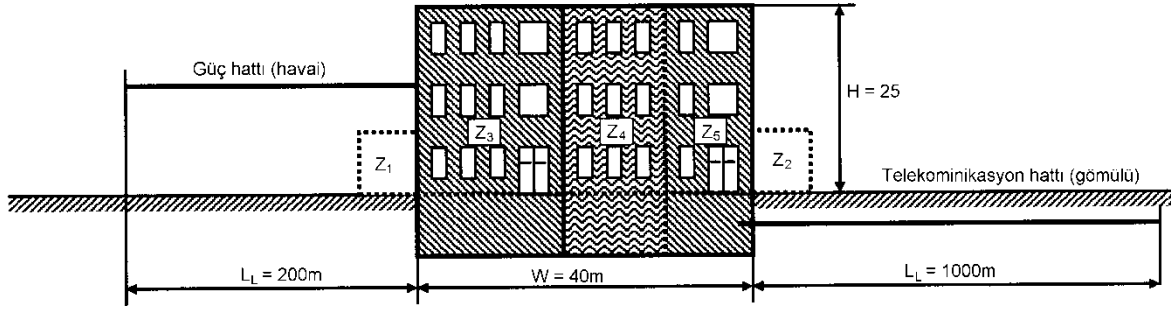
E.3 Ofis binası

İkinci örnek olay çalışması olarak, arşivi, ofisleri ve bir bilgisayar merkezi olan bir ofis binası dikkate alınmıştır (Şekil E.2).

İnsan hayatının kaybı (L1) ve ekonomik kayıp (L4) bu tip bir yapı ile ilişkilidir.

Korunma ihtiyacının değerlendirilmesi gereklidir. Bu durum, risk bileşenleri R_A , R_B , R_U ve R_V olan (Çizelge 2'ye göre) insan hatatının kaybı ile ilgili sadece risk R_1 'i belirleme ve bunu katlanılabilir risk $R_T = 10^{-5}$ (Çizelge 4'e göre) ile karşılaştırma ihtiyacına işaret etmektedir. Uygun korunma tedbirleri, riski katlanılabilir riske veya altına düşürmek için seçilecektir.

Bir ekonomik değerlendirmenin talep edilmediğine yapı sahibi tarafından karar verilmesinden sonra, ekonomik kayıp (L4) ile ilgili risk R_4 dikkate alınmaz.

**Açıklama:**

- Z₁: Giriş (dışarıda)
 Z₂: Bahçe (içeride)
 Z₃: Arşiv
 Z₄: Ofisler
 Z₅: Bilgisayar merkezi

Şekil E.2 - Ofis binası**E.3.1 İlgili veriler ve karakteristikler**

Ofis binası etrafta yapılar olmayan düz araziye yerleştirilmiştir. Yıldırım düşme yoğunluğu yıllık km^2 başına $N_G=4$ 'tür.

Bina ve bu binanın etrafındakilerle ilgili veriler Çizelge E.9'da verilmiştir.

Binaya gelen hatlar ve bunların bağlandığı iç sistemler ile ilgili veriler Çizelge E.10'da güç hattı ve Çizelge E.11'de telekomünikasyon hattı için verilmiştir.

Çizelge E. 9 – Ofis binası: Çevre ve yapı karakteristikleri

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Toprağa yıldırım düşme yoğunluğu ($1/\text{km}^2/\text{yıl}$)		N_G	4,0	
Yapı boyutları (m)		L, W, H	20, 40, 25	
Yapının yerleşim faktörü	Ayrık yapı	C_D	1	Çizelge A.1
LPS	Yok	P_B	1	Çizelge B.2
Eşpotansiyel kuşaklama	Yok	P_{EB}	1	Çizelge B.7
Dış uzaysal zırh	Yok	K_{S1}	1	Formül (B.5)

Çizelge E. 10 – Ofis binası: Güç hattı

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m)		L_L	200	
Tesisat faktörü	Havai	C_I	1	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	AG hattı	C_T	1	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Kırsal	C_E	1	Çizelge A.4
Hat zırhı (Ω/km)	Zırhlanmamış	R_S	-	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Yok	C_{LD}	1	Çizelge B.4
		C_{LI}	1	
Bitişik yapı	Yok	L_J, W_J, H_J	-	
Bitişik yapı yerleşim faktörü	Yok	C_{DJ}	-	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U_W	2,5	
Elde edilen parametreler		K_{S4}	0,4	Formül (B.7)
		P_{LD}	1	Çizelge B.8
		P_{LI}	0,3	Çizelge B.9

Çizelge E. 11 – Ofis binası: Telekomünikasyon hattı

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m)		L_L	1000	
Tesisat faktörü	Gömülü	C_i	0,5	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	Telekomünikasyon hattı	C_T	1	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Kırsal	C_E	1	Çizelge A.4
Hat zırhı (Ω/km)	Zırhlanmamış	R_S	-	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Yok	C_{LD}	1	Çizelge B.4
		C_{LI}	1	
Bitişik yapı	Yok	L_J, W_J, H_J	-	
Bitişik yapı yerleşim faktörü	Yok	C_{DJ}	-	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U_W	1,5	
	Elde edilen parametreler	K_{S4}	0,67	Formül (B.7)
		P_{LD}	1	Çizelge B.8
		P_{LI}	0,5	Çizelge B.9

E.3.2 Ofis binası içindeki bölgelerin tarifi

Aşağıdaki bölgeler tarif edilmiştir:

- Z_1 (dış giriş alanı),
- Z_2 (dış bahçe),
- Z_3 (arşiv),
- Z_4 (ofisler),
- Z_5 (bilgisayar merkezi).

Bu bölgelerin tarifinde;

- yüzey tipinin dış giriş alanında, dış bahçede ve yapı içinde farklı olduğu,
 - yapının, birinci bölümü arşiv (Z_3) ve ikinci bölümü bilgisayar merkezi ile birlikte ofisler (Z_4 ve Z_5) olan yangına dayanıklı iki ayrı bölüme ayrıldığı,
 - bütün iç bölgelerde (Z_3 , Z_4 ve Z_5), iç sistemlerin mevcut telekomünikasyon hatları da dahil olmak üzere, güç hattına bağlandığı,
 - uzaysal zırhlamanın olmadığı
- dikkate alınmıştır.

Ofis binasının dışındaki ve içindeki farklı bölgelerde toplam 200 kişinin bulunduğu dikkate alınmalıdır.

Her bölge ile ilgili kişi sayısı farklıdır. Münferit bölgelere dağılım Çizelge E.12'de gösterilmiştir. Bu değerler, daha sonra her bölge için toplam kayıp değerlerinin kesirler halinde yeniden bölünmesi için kullanılır.

Çizelge E. 12 - Ofis binası: Kişilerin bölgelere dağılımı

Bölge	Kişi sayısı	Bulunma süresi
Z_1 (dış giriş alanı)	4	8760
Z_2 (dış bahçe)	2	8760
Z_3 (arşiv)	20	8760
Z_4 (ofisler)	160	8760
Z_5 (bilgisayar merkezi)	14	8760
Toplam	$n_t = 200$	-

Yıldırımdan korunma tasarımcısının değerlendirmesini müteakip, yapının tamamı için R_1 riskiyle ilgili yıllık ortalama bağıl kayıp tutar değerleri aşağıda verilmiştir (bk. Çizelge C.1):

- $L_T = 10^{-2}$ (bina dışı),
- $L_T = 10^{-2}$ (bina içi),
- $L_F = 0,02$ "ticari bina" olarak sınıflandırılan

Bu global değerler, dikkate alınan toplam kişi sayısı ile ilgili münferit bir bölgede tehlike altında olan insan sayısına göre her bölge için düşürülmüştür.

Z₁ ila Z₅ bölgelerine ait elde edilen karakteristikler, Çizelge E.13 ila Çizelge E.17'de verilmiştir.

Çizelge E. 13 – Ofis binası: Z₁ bölgesi (dış giriş alanı) için geçerli faktörler

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin yüzeyi	Mermer	r_t	10^{-3}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma	Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Yangın riski	Yok	r_f	0	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma	Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zırh	Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
L1: İnsan hayatının kaybı	Özel tehlike: Yok	h_z	1	Çizelge C.6
	D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
	D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	-	
	D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	-	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 4/200 \times 8760/8760$	-	0,02	

Çizelge E. 14 – Ofis binası: Z₂ bölgesi (dış bahçe) için geçerli faktörler

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin yüzeyi	Çim	r_t	10^{-2}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma	Çit	P_{TA}	0	Çizelge B.1
Yangın riski	Yok	r_f	0	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma	Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zırh	Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
L1: İnsan hayatının kaybı	Özel tehlike: Yok	h_z	1	Çizelge C.6
	D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
	D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	-	
	D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	-	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 2/200 \times 8760/8760$	-	0,01	

Çizelge E. 15 – Ofis binası: Z₃ bölgesi (arşiv) için geçerli faktörler

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans	
Zemin tipi	Muşamba	r_t	10^{-5}	Çizelge C.3	
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)	Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1	
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)	yok	P_{TU}	1	Çizelge B.6	
Yangın riski	Yüksek	r_f	10^{-1}	Çizelge C.5	
Yangına karşı korunma	Yok	r_p	1	Çizelge C.4	
İç uzaysal zırh	Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)	
Güç	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalında döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekomünikasyon	İç kablaj	Zırhlanmamış (büyük döngüler >10 m ²)	K_{S3}	1	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı	Özel tehlike: Düşük panik	h_z	2	Çizelge C.6	
	D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2	
	D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	0,02		
	D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	-		
Tehlike altındaki kişilerle ilgili faktör	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 20/200 \times 8760/8760$	-	0,10		

Çizelge E. 16 – Ofis binası: Z₄ bölgesi (ofisler) için geçerli faktörler

Giriş parametresi		Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin tipi		Muşamba	r_t	10 ⁻⁵	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TU}	1	Çizelge B.6
Yangın riski		Düşük	r_f	10 ⁻³	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma		Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zırh		Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
Güç	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalında döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekomünikasyon	İç kablaj	Zırhlanmamış (büyük döngüler >10 m ²)	K_{S3}	1	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı		Özel tehlike: Düşük panik	h_z	2	Çizelge C.6
		D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10 ⁻²	Çizelge C.2
		D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	0,02	
		D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	-	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 160/200$ kişilerle il	-	0,80	

Çizelge E. 17 – Ofis binası: Z₅ bölgesi (bilgisayar merkezi) için geçerli faktörler

Giriş parametresi		Yorum	Sembol	Değer	Referans
Zemin tipi		Muşamba	r_t	10 ⁻⁵	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TU}	1	Çizelge B.6
Yangın riski		Düşük	r_f	10 ⁻³	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma		Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zırh		Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
Güç	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalında döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekomünikasyon	İç kablaj	Zırhlanmamış (büyük döngüler >10 m ²)	K_{S3}	1	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı		Özel tehlike: Düşük panik	h_z	2	Çizelge C.6
		D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10 ⁻²	Çizelge C.2
		D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	0,02	
		D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	-	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 14/200 \times 8760/8760$	-	0,07	

E.3.3 İlgili miktarların hesaplanması

Toplama alanları ile ilgili hesaplamalar Çizelge E.18'de ve beklenen tehlikeli olay sayısı ile ilgili hesaplamalar Çizelge E.19'da verilmiştir.

Çizelge E. 18 – Ofis binası: Yapı ve hatların toplama alanları

	Sembol	Sonuç m ²	Referans Formül	Formül
Yapı	A_D	$2,75 \times 10^4$	(A.2)	$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	A_M	-	(A.7)	İlgili değil
Güç hattı	$A_{L/P}$	$8,00 \times 10^3$	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	$8,00 \times 10^5$	(A.11)	İlgili değil
	$A_{DA/P}$	0	(A.2)	Bitişik yapı yok
Telekomünikasyon hattı	$A_{L/T}$	$4,00 \times 10^4$	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	$4,00 \times 10^5$	(A.11)	İlgili değil
	A_{DAT}	0	(A.2)	Bitişik yapı yok

Çizelge E. 19 – Ofis binası: Beklenen yıllık tehlikeli olay sayısı

	Sembol	Sonuç 1/yıl	Referans Formül	Formül
Yapı	N_D	$1,10 \times 10^{-1}$	(A.4)	$N_D = N_G \times A_D \times +C_D \times 10^{-6}$
	N_M	-	(A.6)	İlgili değil
Güç hattı	$N_{L/P}$	$3,20 \times 10^{-2}$	(A.8)	$N_{L/P} = N_G \times A_{L/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	3,20	(A.10)	İlgili değil
	$N_{DA/P}$	0	(A.5)	Bitişik yapı yok
Telekomünikasyon hattı	$N_{L/T}$	$8,00 \times 10^{-2}$	(A.8)	$N_{L/T} = N_G \times A_{L/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{I/T}$	8,00	(A.10)	İlgili değil
	$N_{DA/T}$	0	(A.5)	Bitişik yapı yok

E.3.4 Risk R_1 - Korunma ihtiyacı kararı

Korunmamış yapı için risk bileşenlerinin değerleri Çizelge E.20'de verilmiştir.

Çizelge E. 20 – Ofis binası: Korunmamış yapı için risk R_1 (değerler $\times 10^{-5}$)

Hasar tipi	Sembol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Yapı
D1 Elektrik çarpmasından dolayı yaralanma	R_A	0,002	0	≈ 0	0,001	≈ 0	0,003
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$			≈ 0	0,001	≈ 0	0,001
D2 Fiziksel hasar	R_B			4,395	0,352	0,031	4,778
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$			4,480	0,358	0,031	4,870
Toplam		0,002	0	8,876	0,712	0,062	$R_1 = 9,65$
Katlanılabilir		$R_1 > R_T$: Yıldırımdan korunma gereklidir					$R_T = 1$

$R_1=9,65 \times 10^{-5}$ katlanılabilir değer $R_T=10^{-5}$ 'ten büyük olduğundan yapı için yıldırımdan korunma gereklidir.

E.3.5 Risk R_1 - Korunma tedbirlerinin seçimi

Yapıdaki risk R_1 için yapıya veya bağlı hatlara yıldırım düşmesi nedeniyle oluşan fiziksel hasarlardan dolayı esas itibarıyla bölge Z_3 'e ağırlık verilir (toplam riskin % 99'unu birlikte oluşturan $R_B \approx \% 49$ ve $R_V \approx \% 50$ bileşenleri) (bk. Çizelge E.20).

Bu baskın risk bileşenleri aşağıdakiler ile azaltılabilir:

- P_B ihtimali ile R_B bileşeni düşürülerek EN 62305-3'e uygun bir LPS ile bütün binayı donatmak. Girişte yıldırım eş potansiyel kuşaklaması (zorunlu bir LPS kuralı), ayrıca P_{EB} ihtimali ile R_U ve R_V bileşenlerini azaltır,
- Yangının sonuçlarına karşı korunma tedbirleri ile bölge Z_3 'ü (arşiv) donatmak (yangın söndürücüler, otomatik yangın tespit sistemi vb.). Bu durum, azaltma faktörü r_p ile R_B ve R_V bileşenlerini azaltacaktır,
- Binanın girişinde EN 62305-3'e uygun yıldırım eş potansiyel kuşaklama sağlamak. Bu durum, P_{EB} ihtimali ile sadece R_U ve R_V bileşenlerini azaltacaktır.

Bu koruyucu tedbirlerdeki farklı elemanlar birleştirilerek aşağıdaki çözümler kabul edilebilir:

Çözüm a):

- R_B bileşenini azaltmak için ($P_B = 0,1$), EN 62305-3'e uygun bir Sınıf III LPS ile bina korunur,
- Bu LPS, LPL III ($P_{EB} = 0,05$) için tasarlanmış SPD'ler ile birlikte girişte zorunlu yıldırım eş potansiyel kuşaklamayı içerir ve R_U ve R_V bileşenlerini azaltır.

Çözüm b):

- R_B bileşenini azaltmak için ($P_B = 0,2$), EN 62305-3'e uygun bir Sınıf IV LPS ile bina korunur,
- Bu LPS, LPL IV ($P_{EB} = 0,05$) için tasarlanmış SPD'ler ile birlikte girişte zorunlu yıldırım eş potansiyel kuşaklamayı içerir ve R_U ve R_V bileşenlerini azaltır,
- R_B ve R_V bileşenlerini azaltmak için yangın söndürme (veya tespit) sistemleri kullanılır. Bölge Z_3 'te (arşiv) bir manuel sistem tesis edilir ($r_p = 0,5$).

Her iki çözüm için Çizelge E.20'den elde edilen risk değerleri, Çizelge E.21'de verilen azaltılmış değerleri değiştirecektir.

Çizelge E. 21 – Ofis binası: Korunan yapı için risk R_1 (değerler x 10^{-5})

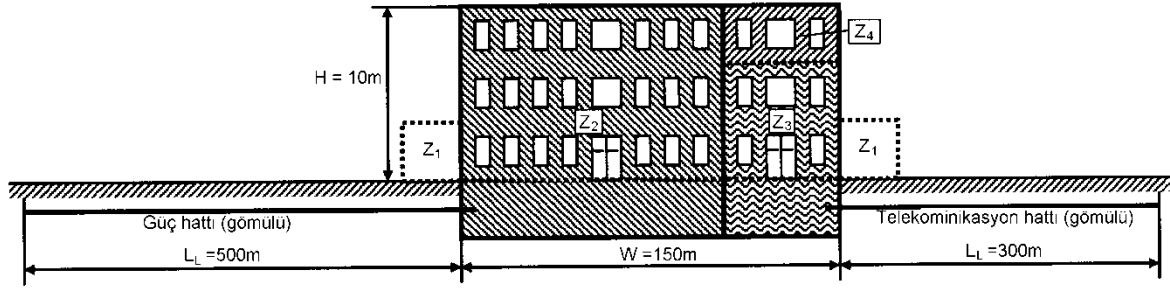
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Toplam	Katlanılabilir	Sonuç
Çözüm a)	≈ 0	0	0,664	0,053	0,005	$R_1=0,722$	$R_T= 1$	$R_1 \leq R_T$
Çözüm b)	≈ 0	0	0,552	0,089	0,008	$R_1=0,648$	$R_T= 1$	$R_1 \leq R_T$

Her iki çözüm, riski katlanılabilir değer altına düşürür. Kabul edilecek çözüm, en iyi teknik kriterlerin ve en maliyet etkin çözümün her ikisine birden tabidir.

E.4 Hastahane

Daha karmaşık bir örnek olay olarak, bu çalışmada bir odalar bloğundan, bir ameliyathane bloğundan ve bir yoğun bakım ünitesinden oluşan standart bir hastahane tesisi dikkate alınmıştır.

Bu tip bir tesis için insan hayatının kaybı (L1) ve ekonomik değer kaybı (L4) söz konusudur. Korunma ihtiyacının ve korunma tedbirlerinin maliyet etkinliğinin değerlendirilmesi gereklidir. Bu nedenle R_1 ve R_4 risklerinin değerlendirilmesine ihtiyaç vardır.



Açıklama

Z ₁	Dışarı
Z ₂	Odalar bloğu
Z ₃	Ameliyathane bloğu
Z ₄	Yoğun bakım ünitesi

Şekil E.3 - Hastahane

E.4.1 İlgili veriler ve karakteristikler

Hastahane, etrafta yapılar olmayan düz araziye yerleştirilmiştir. Yıldırım düşme yoğunluğu yıllık km^2 başına $N_G=4$ 'tür.

Bina ve bu binanın etrafındakilerle ilgili veriler Çizelge E.22'de verilmiştir.

Binaya gelen hatlar ve bunların bağlandığı iç sistemler ile ilgili veriler Çizelge E.23'te güç hattı ve Çizelge E.24'te telekomünikasyon hattı için verilmiştir.

Çizelge E. 22 – Hastahane: Çevre ve global yapı karakteristikleri

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Toprağa yıldırım düşme yoğunluğu ($1/\text{km}^2/\text{yıl}$)		N_G	4,0	
Yapı boyutları (m)		L, W, H	50, 150, 10	
Yapının yerleşim faktörü	Ayrık yapı	C_D	1	Çizelge A.1
LPS	Yok	P_B	1	Çizelge B.2
Eşpotansiyel kuşaklama	Yok	P_{EB}	1	Çizelge B.7
Dış uzaysal zırh	Yok	K_{S1}	1	Formül (B.5)

Çizelge E. 23 – Hastahane: Güç hattı

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m)		L_L	500	
Tesisat faktörü	Gömülü	C_i	0,5	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	YG güç (YG/AG transformatörü ile)	C_T	0,2	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Babliyo	C_E	0,5	Çizelge A.4
Hat zırhı (Ω/km)	Donanımdaki gibi aynı kuşaklama barasına bağlı hat zırhı	R_s	$R_s \leq 1$	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Donanımdaki gibi aynı kuşaklama barasına bağlı hat zırhı	C_{LD}	1	Çizelge B.4
		C_{LI}	0	
Bitişik yapı (m)	Yok	L_J, W_J, H_J	-	
Bitişik yapı yerleşim faktörü	Yok	C_{DJ}	-	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U_W	2,5	
	Elde edilen parametreler	K_{S4}	0,4	Formül (B.7)
		P_{LD}	0,2	Çizelge B.8
		P_{LI}	0,3	Çizelge B.9

Çizelge E. 24 – Hastahane: Telekomünikasyon hattı

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m)		L_L	300	
Tesisat faktörü	Gömülü	C_i	0,5	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	Telekomünikasyon hattı	C_T	1	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Banliyö	C_E	0,5	Çizelge A.4
Hat zırhı (Ω/km)	Donanımdaki gibi aynı kuşaklama barasına bağlı hat zırhı	R_s	$1 < R_s \leq 5$	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Donanımdaki gibi aynı kuşaklama barasına bağlı hat zırhı	C_{LD}	1	Çizelge B.4
		C_{LI}	0	
Bitişik yapı (m)	Uzunluk, genişlik, yükseklik	L_J, W_J, H_J	20, 30, 5	
Bitişik yapı yerleşim faktörü	Ayrık yapı	C_{DJ}	1	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U_W	1,5	
	Elde edilen parametreler	K_{S4}	0,67	Formül (B.7)
		P_{LD}	1	Çizelge B.8
		P_{LI}	0,5	Çizelge B.9

E.4.2 Hastahanedeki bölgelerin tarifi

Aşağıdaki bölgeler tarif edilmiştir:

- Z_1 (bina dışı),
- Z_2 (odalar bloğu),
- Z_3 (ameliyathane bloğu),
- Z_4 (yoğun bakım ünitesi).

Bu bölgelerin tarifinde;

- yapının dışındaki yüzey tipinin yapının içinden farklı olduğu,
- yapının, birincisi odalar bloğu (Z_2) ve ikincisi yoğun bakım ünitesi ile birlikte ameliyathane bloğu (Z_3 ve Z_4) olan yangına dayanıklı iki ayrı bölüme ayrıldığı,
- bütün iç bölgelerde (Z_2, Z_3 ve Z_4), iç sistemlerin mevcut telekomünikasyon hatları da dahil olmak üzere, güç hattına bağlandığı,
- uzaysal zırhlamanın olmadığı,
- Yoğun bakım ünitesinin yoğun hassas elektronik sistemler içerdiği ve bir uzaysal zırhın korunma tedbiri olarak kabul edilebildiği dikkate alınmıştır.

Hastahane binasının dışındaki ve içindeki farklı bölgelerde toplam 1000 kişinin bulunduğu dikkate alınmalıdır.

Her bölge ile ilgili kişi sayısı, bulunma zamanları ve ekonomik değerler farklıdır. Münferit bölgelere dağılım ve toplam değerler Çizelge E.25'te gösterilmiştir. Bu değerler, daha sonra her bölge için toplam kayıp değerlerinin kesirler halinde yeniden bölünmesi için kullanılır.

Çizelge E. 25 – Hastahane: Kişilerin ve ekonomik değerlerin bölgelere dağılımı

Bölge	Kişi sayısı	Bulunma zamanı (h/yıl)	\$ x 10^6\$ cinsinden ekonomik değerler				Toplam
			Hayvanlar	Bina	İçindeki	İç sistemler	
			C_a	C_b	C_c	C_s	C_t
Z_1 (bina dışı),	10	8760	-	-	-	-	-
Z_2 (odalar bloğu),	950	8760	-	70	6	3,5	79,5
Z_3 (Ameliyathane bloğu),	35	8760	-	2	0,9	5,5	8,4
Z_4 (yoğun bakım ünitesi).	5	8760	-	1	0,1	1,0	2,1
Toplam	$n_t = 1000$	-	0	73	7	10	90,0

Yıldırımdan korunma tasarımcısının değerlendirmesini müteakip R_1 riski için Çizelge C.2'ye göre temel kayıp değerleri (yıllık tipik ortalama bağıl kayıp tutarı) ve Çizelge C.6'ya göre özel tehlikeler için faktör artması aşağıda verilmiştir:

- $L_T= 10^{-2}$ yapı dışında Z_1 bölgesinde,
- $L_T= 10^{-2}$ yapı içinde Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde,
- $L_F= 10^{-1}$ yapı içinde Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde,
- $h_z= 5$ tahliye zorluğu nedeniyle yapı içinde Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde,
- $L_O= 10^{-3}$ Z_2 bölgesinde (odalar bloğu),
- $L_O= 10^{-2}$ Z_3 bölgesinde (ameliyathane bloğu) ve Z_4 bölgesinde (yoğun bakım ünitesi)

Bu temel kayıp değerler, dikkate alınan kişilerin toplam sayısı ve bu kişilerin yapıda bulunduğu süre ile ilgili münferit bölgede tehlike altında bulunan kişilerin sayısı dikkate alınarak Formül (C.1) ile Formül (C.4)'e göre her bölge için azaltılmıştır.

Çizelge C.12'ye göre R_4 riski için temel kayıp değerler aşağıda verilmiştir:

- $L_T= 0$ tehlike altında olan hayvan yok
- $L_F= 0,5$ yapı içinde Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde,
- $L_O= 10^{-2}$ yapı içinde Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde.

Bu temel kayıp değerler, dikkate alınan yapının toplam değeri (hayvanlar, bina, içindikiler, iç sistemler ve faaliyetler) ile ilgili münferit bölgede tehlike altında bulunan değer dikkate alınarak Formül (C.11) ile Formül (C.13)'e göre her bölge için azaltılmıştır. Münferit bir bölgede tehlike altında olan bir değer aşağıdaki hasar tipine bağlıdır:

- D1 (elektrik çarpması ile yaralanma): sadece hayvanların değeri c_a ,
- D2 (fiziksel hasar): bütün $c_a+ c_b+ c_c+ c_s$ değerlerinin toplamı,
- D3 (iç sistemlerin arızalanması): iç sistemlerin ve sadece buna ait faaliyetlerin değeri c_s .

Bölge Z_1 ile bölge Z_4 'e ait elde edilen karakteristikler Çizelge E.26 ile Çizelge E.29'da verilmiştir.

Çizelge E. 26 – Hastahane: Z_1 bölgesi (bina dışı) için geçerli faktörler

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin yüzeyi	Beton	r_t	10^{-2}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma	Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Yangın riski	Yok	r_f	0	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma	Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zırh	Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
L1: İnsan hayatının kaybı	Özel tehlike: Yok	h_z	1	Çizelge C.5
	D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
	D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	0	
	D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	0	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 10/1000 \times 8760/8760$	-	0,01	

Çizelge E. 27 – Hastahane: Z₂ bölgesi (odalar bloğu) için geçerli faktörler

Giriş parametresi		Açıklama	Sembo l	Değ e r	Referan s
Zemin tipi		Muşamba	r_t	10^{-5}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)		yok	P_{TU}	1	Çizelge B.9
Yangın riski		Normal	r_f	10^{-2}	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma		Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zıh		Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
Güç	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalında döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	Koordinel i SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekomünikasyo n	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo içinde içinde döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,01	Çizelge B.5
	Koordinel i SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı		Özel tehlike: Tahliye zorluğu	h_z	5	Çizelge C.6
		D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
		D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	10^{-1}	
		D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	10^{-3}	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 950/1000 \times 8760/8760$	-	0,95	
L4: Ekonomik kayıp		D2: fiziksel hasar nedeniyle	L_F	0,5	Çizelge C.12
		D2:Faktör $(c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t = 79,5/90$	-	0,883	
		D3: İç sistemlerdeki arıza nedeniyle	L_O	10^{-2}	
		D3: Faktör $c_s/c_t = 3,5/90$	-	0,039	

Çizelge E. 28 – Hastahane: Z₃ bölgesi (ameliyathane bloğu) için geçerli faktörler

Giriş parametresi		Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin tipi		Muşamba	r_t	10^{-5}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)		yok	P_{TU}	1	Çizelge B.9
Yangın riski		Düşük	r_f	10^{-3}	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma		Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zırh		Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
Güç hattı	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalında döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekomünikasyon hattı	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo içinde içinde döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,01	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı		Özel tehlike: Tahliye zorluğu	h_z	5	Çizelge C.6
		D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
		D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	10^{-1}	
		D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	10^{-2}	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 35/1000 \times 8760/8760$	-	0,035	
L4: Ekonomik kayıp		D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	0,5	Çizelge C.12
		D2:Faktör $(c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t = 8,4/90$	-	0,093	
		D3: İç sistemlerdeki arıza nedeniyle	L_O	10^{-2}	
		D3: Faktör $c_s/c_t = 5,5/90$	-	0,061	

Çizelge E. 29 – Hastahane: Z₄ bölgesi (yoğun bakım ünitesi)için geçerli faktörler

Giriş parametresi		Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin tipi		Muşamba	r_t	10^{-5}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)		yok	P_{TU}	1	Çizelge B.9
Yangın riski		Düşük	r_f	10^{-3}	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma		Yok	r_p	1	Çizelge C.4
İç uzaysal zıh		Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
Güç hattı	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalında döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekomünikasyon hattı	İç kablaj	Zırhlanmamış (aynı kabloda döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,01	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı		Özel tehlike: Tahliye zorluğu	h_z	5	Çizelge C.6
		D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
		D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	10^{-1}	
		D3: İç sistemlerin arızalanması nedeniyle	L_O	10^{-2}	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 5/1000 \times 8760/8760$	-	0,005	
L4: Ekonomik kayıp		D2: fiziksel hasar nedeniyle	L_F	0,5	Çizelge C.12
		D2:Faktör $(c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t = 2,1/90$	-	0,023	
		D3: İç sistemlerdeki arıza nedeniyle	L_O	10^{-2}	
		D3: Faktör $c_s/c_t = 1,0/90$	-	0,011	

E.4.3 İlgili miktarların hesaplanması

Hesaplamalar, toplama alanları için Çizelge 30'da ve beklenen tehlikeli olaylar sayısı için Çizelge 31'de verilmiştir.

Çizelge E. 30 – Hastahane: Yapı ve hatların toplama alanları

	Sembol	Sonuç m ²	Referans Formül	Formül
Yapı	A_D	$2,23 \times 10^4$	(A.2)	$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	A_M	$9,85 \times 10^5$	(A.7)	$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$
Güç hattı	$A_{L/P}$	$2,00 \times 10^4$	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	$2,00 \times 10^6$	(A.11)	$A_{L/P} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJ/P}$	0	(A.2)	Bitişik yapı yok
Telekomünikasyon hattı	$A_{L/T}$	$1,20 \times 10^4$	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	$1,20 \times 10^6$	(A.11)	$A_{L/P} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJ/T}$	$2,81 \times 10^3$	(A.2)	$A_{DJ/T} = L_J \times W_J + 2 \times (3 \times H_J) \times (L_J + W_J) + \pi \times (3 \times H_J)^2$

Çizelge E. 31 – Hastahane: Beklenen yıllık tehlikeli olaylar sayısı

	Sembol	Sonuç 1/yıl	Referans Formül	Formül
Yapı	N_D	$8,93 \times 10^{-2}$	(A.4)	$N_D = N_G \times A_{D/B} \times C_{D/B} \times 10^{-6}$
	N_M	3,94	(A.6)	$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$
Güç hattı	$N_{L/P}$	$4,00 \times 10^{-3}$	(A.8)	$N_{L/P} = N_G \times A_{L/P} \times C_{L/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	$4,00 \times 10^{-1}$	(A.10)	$N_{I/P} = N_G \times A_{I/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{DJ/P}$	0	(A.5)	Bitişik yapı yok
Telekomünikasyon hattı	$N_{L/T}$	$1,20 \times 10^{-2}$	(A.8)	$N_{L/T} = N_G \times A_{L/T} \times C_{L/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{I/T}$	1,20	(A.10)	$N_{I/T} = N_G \times A_{I/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{DJ/T}$	$1,12 \times 10^{-2}$	(A.5)	$N_{DJ/T} = N_G \times A_{DJ/T} \times C_{DJ/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$

E.4.4 Risk R_1 - Korunma ihtiyacı hakkında karar

P_X ihtimal değerleri Çizelge E.32'de verilmiş ve korunmamış yapılar için risk bileşenleri Çizelge E.33'te kaydedilmiştir.

Çizelge E. 32 – Hastahane: Risk R_1 - Korunmamış yapı için P ihtimal değerleri

Hasar tipi	Sembol	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Referans formül	Formül
D1 Elektrik çarpması nedeniyle yarananma	P_A	1		1			
	$P_{U/P}$			0,2			
	$P_{U/T}$			0,8			
D2 Fiziksel hasar	P_B			1			
	$P_{V/P}$			0,2			
	$P_{V/T}$			0,8			
D3 İç sistemlerin arızalanması	P_C			1		(14)	$P_C = 1 - (1 - P_{C/P}) \times (1 - P_{C/T}) =$ $= 1 - (1 - 1) \times (1 - 1)$
	P_M			0,0064		(15)	$P_M = 1 - (1 - P_{M/P}) \times (1 - P_{M/T}) =$ $= 1 - (1 - 0,0064) \times (1 - 0,00004)$
	$P_{W/P}$			0,2			
	$P_{W/T}$			0,8			
	$P_{Z/P}$			0			
	$P_{Z/T}$			0			

Çizelge E. 33 – Hastahane: Korunmamış yapı için risk R_1 (değerler $\times 10^{-5}$)

Hasar tipi	Sembol	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Yapı
D1 Elektrik çarpması nedeniyle yarananma	R_A	0,009	0,0009	≈ 0	≈ 0	0,010
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$			≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Fiziksel hasar	R_B		42,4	0,156	0,022	42,6
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		9,21	0,034	0,005	9,245
D3 İç sistemlerin arızalanması	R_C		8,484	3,126	0,447	12,057
	R_M		2,413	0,889	0,127	3,429
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$		1,841	0,678	0,097	2,616
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$					
Toplam		0,009	64,37	4,89	0,698	$R_1=69,96$
Katlanılabilir		$R_1 > R_T$: Yıldırımdan korunma gereklidir.				$R_T = 1$

$R_1 = 69,96 \times 10^{-5}$ katlanılabilir değer $R_T = 10^{-5}$ 'ten büyük olduğundan yapı için yıldırımdan korunma gereklidir.

E.4.5 Risk R_1 - Korunma tedbirlerinin seçimi

Risk R_1 , esas itibariyle aşağıdakilerden etkilenir (bk. Çizelge E.33):

- Bölge Z_2 'de fiziksel hasardan (toplam riskin yaklaşık % 61'ini R_B bileşeni ve % 13'ünü R_V bileşeni oluşturur).
- Bölge Z_2 ve Bölge Z_3 'te iç sistemlerin arızasından (toplam riskin bölgeler için sırasıyla, yaklaşık olarak % 12'sini R_C bileşeni ve % 5'ini R_C oluşturur.)

Bu baskın risk bileşenleri aşağıdakiler ile azaltılabilir:

- P_B ihtimali ile R_B bileşeni düşürülerek EN 62305-3'e uygun bir LPS ile bütün binayı donatmak. Girişte yıldırım eş potansiyel kuşaklamanın zorunlu olarak konmuş olması ayrıca P_{EB} ihtimali ile R_U ve R_V bileşenlerini azaltır,
- Yangının sonuçlarına karşı korunma tedbirleri ile bölge Z_2 'yi donatmak (yangın söndürücüler, otomatik yangın tespit sistemi vb.). Bu durum, azaltma faktörü r_p ile R_B ve R_V bileşenlerini azaltacaktır,
- İç güç ve Telekomünikasyon sistemleri için EN 62305-4'e uygun olarak koordineli bir SPD ile Z_3 ve Z_4 bölgelerini donatmak. Bu durum, P_{SPD} ihtimali ile R_C , R_M ve R_W bileşenlerini azaltacaktır.
- EN 62305-4'e uygun olarak yeterli uzaysal ızgara-benzeri bir zırh ile Z_3 ve Z_4 bölgelerini donatmak. Bu durum, P_M ihtimali ile R_M bileşenini azaltacaktır.

Bu koruyucu tedbirlerdeki farklı elemanlar birleştirilerek aşağıdaki çözümler kabul edilebilir:

Çözüm a):

- Sınıf I LPS ile bina korunur (ayrıca $P_{EB} = 0,01$ dahil, $P_B = 0,02$),
- Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde LPL I ($P_{SPD} = 0,005$)'den daha iyi (1,5 x) için iç güç ve telekomünikasyon sistemleri üzerine koordineli SPD tesis edilir,
- Otomatik yangın korunma sistemi ile Z_2 bölgesi donatılır (sadece bölge Z_2 için $r_p = 0,2$),
- $w_m = 0,5$ m olan gözenekli bir zırh ile Z_3 ve Z_4 bölgeleri donatılır.

Bu çözüm kullanılarak, Çizelge E.33'ten elde edilen risk değerleri, Çizelge E.34'te kaydedilen değerlere incek kadar değişecektir.

Çizelge E. 34 – Hastahane: Çözüm a)'ya göre korunan yapı için risk R_1 (değerler x 10^{-5})

Hasar tipi	Sembol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Yapı
D1 Elektrik çarpması nedeniyle yaralanma	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Fiziksel hasar	R_B		0,170	0,003	≈ 0	0,173
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3 İç sistemlerin arızalanması	R_C		0,085	0,031	0,004	0,12
	R_M		0,012	≈ 0	≈ 0	0,012
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$		0,009	0,003	≈ 0	0,004
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$					
Toplam		≈ 0	0,294	0,038	0,005	$R_1 = 0,338$
Katlanılabilir		$R_1 < R_T$: Bu tip kayıplar için yapı korunmuştur				$R_T = 1$

Çözüm b):

- Sınıf I LPS ile bina korunur (ayrıca $P_{EB} = 0,01$ dahil, $P_B = 0,02$),

- Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde LPL I ($P_{SPD} = 0,001$)'den daha iyi (3 x) için iç güç ve telekomünikasyon sistemleri üzerine koordineli SPD tesis edilir,
- Otomatik yangın korunma sistemi ile Z_2 bölgesi donatılır (sadece bölge Z_2 için $r_p = 0,2$),

Bu çözüm kullanılarak, Çizelge E.33'ten elde edilen risk değerleri, Çizelge E.35'te kaydedilen değerlere inecek kadar düşecektir.

Çizelge E. 35 – Hastahane: Çözüm b)'ye göre korunan yapı için risk R_1 (değerler $\times 10^{-5}$)

Hasar tipi	Sembol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Yapı
D1 Elektrik çarpması nedeniyle yaralanma	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Fiziksel hasar	R_B		0,170	0,003	0,001	0,174
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3 İç sistemlerin arızalanması	R_C		0,017	0,006	0,001	0,024
	R_M		0,002	0,001	≈ 0	0,003
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$		0,002	0,001	≈ 0	0,003
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$					
Toplam		≈ 0	0,209	0,011	0,002	$R_1 = 0,222$
Katlanılabilir		$R_1 < R_T$: Bu tip kayıplar için yapı korunmuştur				$R_T = 1$

Çözüm c):

- Sınıf I LPS ile bina korunur (ayrıca $P_{EB} = 0,01$ dahil, $P_B = 0,02$),
- Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgelerinde LPL I ($P_{SPD} = 0,002$)'den daha iyi (2 x) için iç güç ve telekomünikasyon sistemleri üzerine koordineli SPD tesis edilir,
- Otomatik yangın korunma sistemi ile Z_2 bölgesi donatılır (sadece bölge Z_2 için $r_p = 0,2$),

$w_m = 0,1$ m olan gözenekli bir zırh ile Z_3 ve Z_4 bölgeleri donatılır.

Bu çözüm kullanılarak, Çizelge E.33'ten elde edilen risk değerleri, Çizelge E.36'da kaydedilen değerlere düşecek kadar düşecektir.

Çizelge E. 36 – Hastahane: Çözüm c)'ye göre korunan yapı için risk R_1 (değerler $\times 10^{-5}$)

Hasar tipi	Sembol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Yapı
D1 Elektrik çarpması nedeniyle yaralanma	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Fiziksel hasar	R_B		0,170	0,003	≈ 0	0,173
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3 İç sistemlerin arızalanması	R_C		0,034	0,012	0,002	0,048
	R_M		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$		0,004	0,001	≈ 0	0,005
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$					
Toplam		≈ 0	0,226	0,016	0,002	$R_1 = 0,244$
Katlanılabilir		$R_1 < R_T$: Bu tip kayıplar için yapı korunmuştur				$R_T = 1$

Bütün çözümler riski katlanılabilir seviyenin altına düşürür. Kabul edilecek çözüm, en iyi teknik kriterlerin ve en maliyet etkin çözümün her ikisine bağlıdır.

E.4.6 Risk R_4 : Maliyet fayda analizi

Ekonomik kayıp için R_4 riskine karşılık gelen L_4 , daha önce belirtildiği gibi değerlendirilebilir. Sadece ekonomik kayıp L_4 için L_x kayıp değerlerinin geçerli olması durumunda, risk bileşenlerini değerlendirmek için gerekli bütün parametreler Çizelge E.22 ila Çizelge E.29'da verilmiştir. Bu nedenle, ekonomik kayıp sadece Z_2 , Z_3 ve Z_4 bölgeleri ile ilgilidir, bu durumda Z_1 bölgesi dikkate alınmaz (bu bölge sadece hayvanların kaybı durumunda ilgili olabilir)

Ekonomik değerler, (hayvanlar, bina, iç sistemler ve faaliyetler), her bölge için ve toplam olarak yukarıda Çizelge E.25'te verilmiştir.

R_4 veya R'_4 risk değerleri veya yapının toplam risk değeri $c_t = 90 \times 10^6$ \$ (Çizelge E.25) nedeniyle, korunmamış yapı için yıllık kayıp maliyeti $C_L = R_4 \times c_t$ ve korunmuş yapı için yıllık kayıp maliyeti $C_{RL} = R'_4 \times c_t$ hesaplanabilir (bk. Formül (D.2) ve Formül (D.4)). Sonuçlar Çizelge E.37'de gösterilmiştir.

Çizelge E. 37 – Hastahane: Kayıp maliyeti C_L (korunmamış) ve C_{RL} (korunmuş)

Korunma	Risk R_4 değerler $\times 10^{-5}$					Kayıp maliyeti \$
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Yapı	C_L veya C_{RL}
Korunmamış	-	53,2	8,7	1,6	63,5	57185
Çözüm a)	-	0,22	0,07	0,01	0,30	271
Çözüm b)	-	0,18	0,02	0,005	0,21	190
Çözüm c)	-	0,19	0,03	0,007	0,23	208

Korunma tedbirleri ile ilgili faiz, amortisman ve bakım oranları için varsayılan değerler Çizelge E.38'de verilmiştir.

Çizelge E. 38 – Hastahane: Korunma tedbirleri ile ilgili oranlar

Oran	Sembol	Değer
Faiz	i	0,04
Amortisman	a	0,05
Bakım	m	0,01

Muhtemel korunma tedbirleri için maliyet C_P ve çözüm a), çözüm b) veya çözüm c)'de kabul edilen korunma tedbirlerinin yıllık maliyeti C_{PM} 'ye ait bir liste Çizelge E.39'da verilmiştir (bk. Formül (D.5)).

Çizelge E. 39 – Hastahane: Korunma tedbirlerinin maliyeti C_P ve C_{PM} (değerler \$ cinsinden)

Korunma tedbiri	Maliyet C_P	Yıllık maliyet $C_{PM} = C_P(i + a + m)$		
		Çözüm a)	Çözüm b)	Çözüm c)
LPS sınıf I	100000	10000	10000	10000
Z ₂ bölgesinde yangına karşı otomatik korunma	50000	5000	5000	5000
Z ₃ ve Z ₄ bölgelerini zırlama ($w_m = 0,5 m$)	100000	10000		
Z ₃ ve Z ₄ bölgelerini zırlama ($w_m = 0,1 m$)	110000			11000
Güç sistemi için SPD (1,5 x LPL 1)	20000	2000		
Güç sistemi için SPD (2 x LPL 1)	24000			2400
Güç sistemi için SPD (3 x LPL 1)	30000		3000	
TLC sistemi için SPD (1,5 x LPL 1)	10000	1000		
TLC sistemi için SPD (2 x LPL 1)	12000			1200
TLC sistemi için SPD (3 x LPL 1)	15000		1500	
Yıllık toplam maliyet C_{PM}		28000	19500	29600

Yıllık para tasarrufu S_M , korunmuş yapı için artık yıllık kayıp maliyeti C_{RL} ile korunma tedbirlerinin yıllık maliyeti C_{PM} 'nin toplamının korunmamış yapı için yıllık kayıp maliyeti C_L 'nin karşılaştırılması suretiyle değerlendirilebilir. Çözüm a), çözüm b) ve çözüm c) ile ilgili sonuçlar Çizelge E.40'ta verilmiştir.

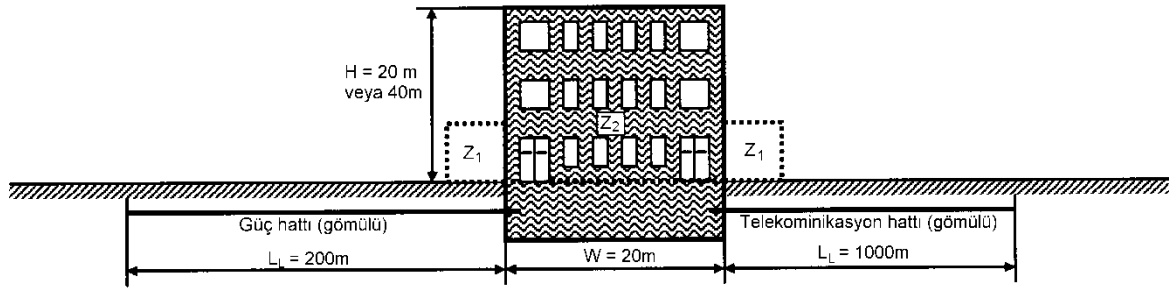
Çizelge E. 40 – Hastahane: Yıllık para tasarrufu (değerler \$ cinsinden)

	Sembol	Çözüm a)	Çözüm b)	Çözüm c)
Korunmamış yapı için kayıp	C_L	57185	57185	57185
Korunmuş yapı için artık kayıp	C_{RL}	271	190	208
Yıllık korunma maliyeti	C_{PM}	28000	19500	29600
Yıllık tasarruf $S_M = C_L - (C_{RL} + C_{PM})$	S_M	28914	37495	27377

E.5 Apartman bloğu

Bu örnek olayda bir apartman bloğu için korunma tedbirleri ile ilgili farklı çözümler karşılaştırılmıştır. Çeşitli uygun çözümler farklı korunma tedbirleri birleşimlerinden seçilebilirken, sonuçlar bazı çözümler için yeterli olmayabilir.

R_A , R_B , R_U ve R_V risk bileşenlerine sahip (Çizelge 2'ye göre) insan hayatının kaybı (L1) ile ilgili sadece R_1 riski, belirlenecek ve katlanılabilir değer $R_T = 10^{-5}$ ile karşılaştırılacaktır (Çizelge 4'e göre). Ekonomik değerlendirme gerekli değildir, bu nedenle ekonomik kayıp (L4) için risk R_4 dikkate alınmaz.



Açıklama

Z₁: Dış taraf
Z₂: İç taraf

Şekil E.4 - Apartman bloğu

E.5.1 İlgili veriler ve karakteristikler

Apartman bloğu, etrafta yapılar olmayan düz araziye yerleştirilmiştir. Yıldırım düşme yoğunluğu yıllık km² başına N_G=4'tür. Bloкта 200 kişi yaşamaktadır. Fırtına sırasında bina dışında insanların olmayacağı varsayıldığından, bu sayı, ayrıca dikkate alınacak kişilerin toplam sayısıdır.

Blok ve bu bloğun etrafındakilerle ilgili veriler Çizelge E.41'de verilmiştir.

Binaya gelen hatlar ve bunların bağlandığı iç sistemler ile ilgili veriler Çizelge E.42'de güç hattı ve Çizelge E.43'te telekomünikasyon hattı için verilmiştir.

Çizelge E. 41 – Apartman bloğu: Çevre ve genel yapı karakteristikleri

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Toprağa yıldırım düşme yoğunluğu (1/km ² /yıl)		N _G	4,0	
Yapı boyutları (m)	H = 20 veya 40 (bk Çizelge E.45)	L, W	30, 20	
Yapının yerleşim faktörü	Ayrık yapı	C _D	1	Çizelge A.1
LPS	Değişken (bk. Çizelge E.45)	P _B	-	Çizelge B.2
Eşpotansiyel kuşaklama	Yok	P _{EB}	1	Çizelge B.7
Dış uzaysal zırh	Yok	K _{S1}	1	Formül (B.5)

Çizelge E. 42 – Apartman bloğu: Güç hattı

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m)		L _L	200	
Tesisat faktörü	Gömülü	C _i	0,5	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	AG hattı	C _T	1	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Babliyo	C _E	0,5	Çizelge A.4
Hat zırhı (Ω/km)	Zırhlanmamış	R _s	-	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Yok	C _{LD}	1	Çizelge B.4
		C _{LI}	1	
Bitişik yapı (m)	Yok	L _J , W _J , H _J	-	
Bitişik yapı yerleşim faktörü	Yok	C _{DJ}	-	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U _w	2,5	
Elde edilen parametreler		K _{S4}	0,4	Formül (B.7)
		P _{LD}	1	Çizelge B.8
		P _{LI}	0,3	Çizelge B.9

Çizelge E. 43 – Apartman bloğu: Telekomünikasyon hattı

Giriş parametresi	Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Uzunluk (m)		L_L	100	
Tesisat faktörü	Gömülü	C_i	0,5	Çizelge A.2
Hat tipi faktörü	Telekomünikasyon hattı	C_T	1	Çizelge A.3
Çevre faktörü	Banliyö	C_E	0,5	Çizelge A.4
Hat zırhı (Ω/km)	Zırhlanmamış	R_S	-	Çizelge B.8
Zırhlama, topraklama, ayırma	Yok	C_{LD}	1	Çizelge B.4
		C_{LI}	1	
Bitişik yapı (m)	Yok	L_J, W_J, H_J	-	
Bitişik yapı yerleşim faktörü	Yok	C_{DJ}	-	Çizelge A.1
İç sistemin dayanım gerilimi (kV)		U_W	1,5	
	Elde edilen parametreler	K_{S4}	0,67	Formül (B.7)
		P_{LD}	1	Çizelge B.8
		P_{LI}	0,5	Çizelge B.9

E.5.2 Apartman bloğundaki bölgelerin tarifi

Aşağıdaki bölgeler tarif edilebilir:

- Z_1 (bina dışı),
- Z_2 (bina içi),

Z_1 bölgesi için binanın dışında hiç kimsenin olmadığı varsayılmıştır. Bu nedenle, insanları elektrik çarpma riski $R_A = 0$ 'dır. R_A sadece bina dışındaki risk bileşeni olduğundan, Z_1 bölgesi bütünüyle dikkate alınmayabilir.

Z_2 bölgesi r aşağıdakiler dikkate alınarak tarif edilmiştir:

- Yapı bir "sivil bina" olarak sınıflandırılır,
- Bu bölgede iç sistemlerin (güç ve telekomünikasyon) her ikisi mevcuttur,
- Uzaysal zırhlar yoktur,
- Yapı yangına dayanıklı tek bir bölümdür,
- Kayıpların Çizelge C.1'deki tipik ortalama değerlere karşılık geldiği varsayılır.

Z_2 bölgesi için elde edilen geçerli faktörler, Çizelge E.44'de verilmiştir.

Çizelge E. 44 – Apartman bloğu: Z_2 (binanın içinde) bölgesi için geçerli faktörler

Giriş parametresi		Açıklama	Sembol	Değer	Referans
Zemin tipi		Ahşap	r_t	10^{-5}	Çizelge C.3
Elektrik çarpmasına karşı korunma (yapıya yıldırım düşmesi)		Yok	P_{TA}	1	Çizelge B.1
Elektrik çarpmasına karşı korunma (hatta yıldırım düşmesi)		yok	P_{TU}	1	Çizelge B.6
Yangın riski		Değişken (bk. Çizelge E.45)	r_f	-	Çizelge C.5
Yangına karşı korunma		Değişken (bk. Çizelge E.45)	r_p	-	Çizelge C.4
İç uzaysal zıh		Yok	K_{S2}	1	Formül (B.6)
Güç	İç kabljaj	Zırhlanmamış (aynı kablo kanalında döngü iletkenleri)	K_{S3}	0,2	Çizelge B.5
	KoordineSPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
Telekomünikasyon	İç kabljaj	Zırhlanmamış (büyük döngüler > 10 m ²)	K_{S3}	1	Çizelge B.5
	Koordineli SPD'ler	Yok	P_{SPD}	1	Çizelge B.3
L1: İnsan hayatının kaybı		Özel tehlike: Yok	h_z	1	Çizelge C.6
		D1: Temas ve adım gerilimi nedeniyle	L_T	10^{-2}	Çizelge C.2
		D2: Fiziksel hasar nedeniyle	L_F	10^{-1}	
Bölgedeki kişilerle ilgili faktör		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 200/200 \times 8760/8760$	-	1	

E.5.3 Risk R_1 – Korunma tedbirlerinin seçimi

R_1 risk değerleri verisi katlanılabilir seviye $R_T = 10^{-5}$ 'e düşürmek için seçilen korunma tedbirleri, aşağıdaki parametrelere bağlı olarak Çizelge E.45'te verilmiştir.

- Binanın yüksekliği H ,
- Yangın riski için azaltma faktörü r_f ,
- Yangın sonuçlarını azaltan azaltma faktörü r_p ,
- Kabul edilen LPS sınıfına bağlı olarak P_B ihtimali.

Çizelge E. 45 – Apartman bloğu: Korunma tedbirlerine bağlı olarak apartman bloğu için risk R_1

Yükseklik H m	Yangın riski		LPS		Yangına karşı korunma		Risk R_1 değerler $\times 10^{-5}$	Korunan yapı $R_1 \leq R_T$
	Tip	r_f	Sınıf	P_B	Tip	r_p		
20	Düşük	0,001	Yok	1	Yok	1	0,837	Evet
			Yok	1	Yok	1	8,364	Hayır
			III	0,1	Yok	1	0,776	Evet
	Yüksek	0,1	IV	0,2	Manuel	0,5	0,747	Evet
			Yok	1	Yok	1	83,64	Hayır
			II	0,05	Otomatik	0,2	0,764	Evet
			I	0,02	Yok	1	1,553	Hayır
			I	0,02	Manuel	0,5	0,776	Evet
			Yok	1	Yok	1	2,436	Hayır
40	Düşük	0,001	Yok	1	Otomatik	0,2	0,489	Evet
			Yok	1	Yok	1	0,469	Evet
			IV	0,2	Yok	1	24,34	Hayır
	Normal	0,01	Yok	1	Yok	1	0,938	Evet
			IV	0,2	Otomatik	0,2	0,938	Evet
			I	0,02	Yok	1	0,475	Evet
			Yok	1	Yok	1	243,4	Hayır
			I	0,02	Otomatik	0,2	0,949	Evet
			Yok	1	Yok	1	243,4	Hayır

Kaynaklar

- [1] EN 50536, *Potection against lightning – Thunderstorm warning systems*
- [2] EN 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measuring techniques – Surge immunity test (IEC 61000-4-5:1995)*
- [3] EN 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres (IEC 60079-10-1)*
- [4] EN 60079-10-2:2009, *Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres (IEC 60079-10-2:2009)*
- [5] EN 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests (IEC 60664-1:2007)*
- [6] IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*
- [7] Official Journal of European Union, 1994/28/02, n. C 62/63.
- [8] ITU-T Recommendation K.47, *Protection of telecommunication lines using metallic conductors against direct lightning discharges*
- [9] NUCCI C.A., *Lightning induced overvoltages on overhead power lines. Part I: Return stroke current models with specified channel-base current for the evaluation of return stroke electromagnetic fields. CIGRE Electra No 161 (August 1995)*
- [10] NUCCI C.A., *Lightning induced overvoltages on overhead power lines. Part II: Coupling models for the evaluation of the induced voltages. CIGRE Electra No 162 (October 1995)*
- [11] ITU-T Recommendation K.46, *Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against lightning-induced surges*
- [12] IEC/TR 62066:2002, *Surge overvoltages and surge protection in low-voltage a.c. power systems - General basic information*