

# ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE YILDIRIMDAN KORUNMA

**Burhan AKYÜZ**  
**ELEKTRİK MÜHENDİSİ**

# Yıldırım Nedir?

**Yıldırım; elektrik yüklü bulutla toprak arasındaki elektriksel yük alışverişidir.**

**Oluşmasının temel nedeni; rüzgar kanallarındaki dikey hava akımları neticesinde bulutta meydana gelen yük ayrılışıdır.**





- 1. Eksi yüklü elektronlar aşağı doğru zigzag yapmaya başlarlar.**
- 2. Artı yüklü parçacıklar da yerde bulut tabanının altında toplanır.**
- 3. Bulut yer yüzüne iyice yaklaşıncaya öncü eksik yükler yere inerek bir yol açarlar ve sonra da yerden buluta doğru elektrik akımı başlar.**
- 4. Yükler saniyede 100 000 km yi aşan bir hızla buluta akar.**

# Yıldırım Deşarjı

**Başarısız Öncü  
Adımlar**

**Ana Yıldırım Kanalı**

**Dikkat! Telefon direği ve ağaç  
aynı yüksekliktedir.  
Ancak yıldırım deşarjı ağaç  
üzerinden yolunu  
tamamlamıştır.**

**Öncü Adım ve Yüklerin  
Birleşmesi**



National Geographic







# Yıldırım Verileri

- **1752'de Benjamin Franklin yıldırımın elektrik akımı olduğunu keşfetti.**
- **Yıldırım akım şiddeti 2 kA ile 250 kA arasında değişebilir.**
- **Deşarj esnasında çıkan akım 100 milyon V bir gerilim ile toprağa akar.**
- **Yükleri ayrılmış bir bulutta 500V/m bir elektrik alan mevcuttur.**
- **Gelişi güzel ve tahmin edilemeyen bir olaydır.**
- **Yıldırım aynı yere birden fazla düşebilir.**

# Yıldırım Verileri

- Yıldırım düşmesi bir milisaniye altında (20-450µsn) sürede gerçekleşir.
- Yer yüzünde her dakika ortalama 1800 yıldırım düşer.
- Yıldırım, aktığı kanalı güneşin sıcaklığından da fazla olan 28.000 °C'a kadar ısıtabilir.
- Yıldırım tarafından çarpılma şansınız 600.000'de 1 olarak tahmin edilmektedir.
- Şimşek, bulutlar arasında meydana gelen yük alışverişidir.
- Yıldırım bitki yetişmesi için önemli olan nitrojen bileşikleri üretir.

# Yıldırımın Yarattığı Hasarlar

- İnsan üzerine doğrudan düşen yıldırım darbeleri bilinç kayıpları, yaralanma ve hatta ölümlere sebep olabilir. (Dünya genelinde yılda 24.000 kişi hayatını kaybetmektedir.)
- Yapılarda oluşan hasarlar daha az olabildiği gibi felaketlere de yol sebep olabilir.







# Bireysel Yıldırımdan Korunma

- Yıldırım düşmesi muhtemel havalarda açık arazide öncelikle güvenli bir yer aranmalı, yüksek ağaç altlarından uzak durmalı.
- Adım gerilime karşı dikkatli olunmalı.



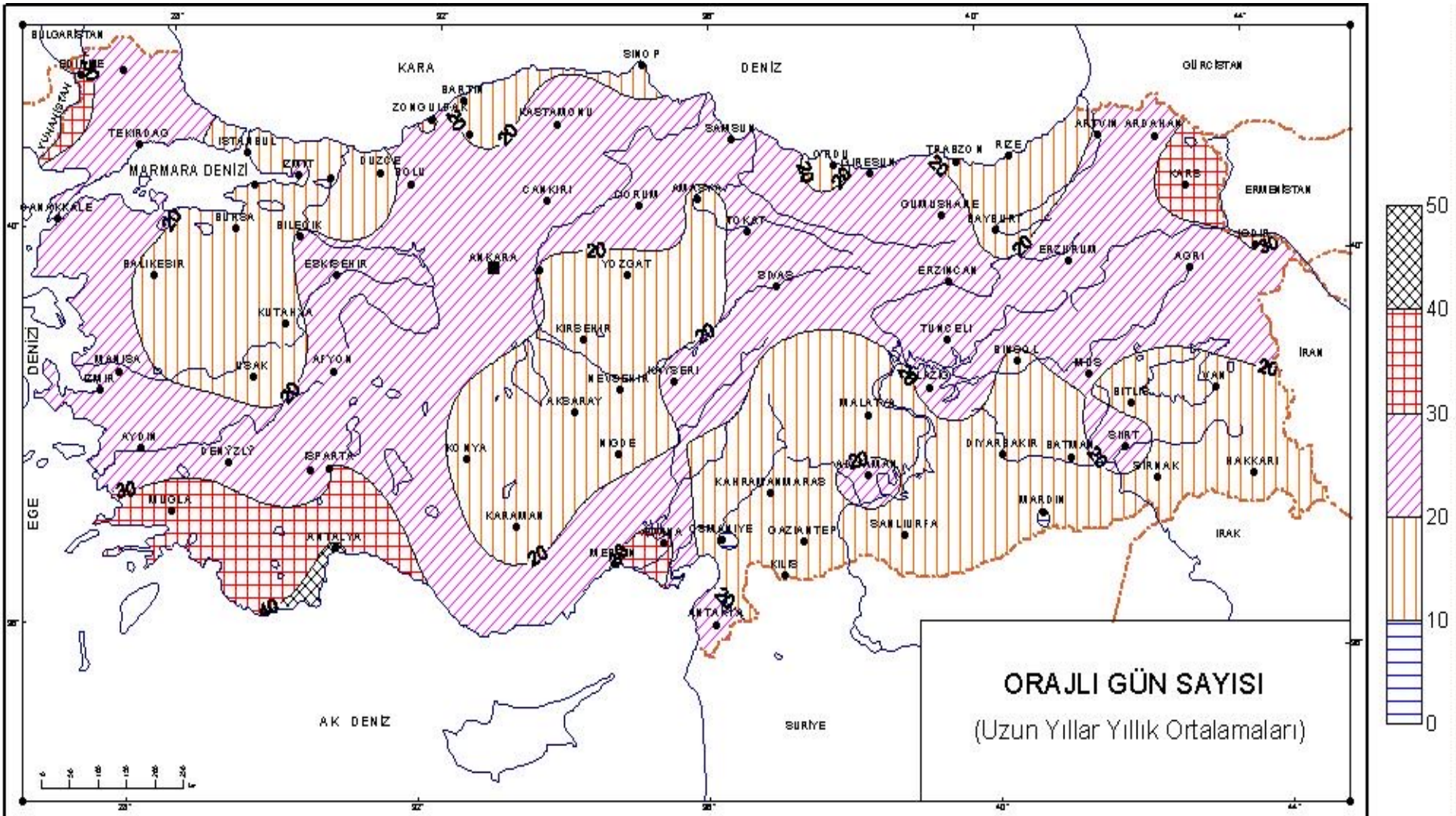
# Bireysel Yıldırımdan Korunma

- **Düz bir alanda yakalanırsanız ve saçlarınızın dik durduğunu hissediyorsanız yıldırım size çarpmak üzere olabilir. Derhal ayaklarınız birleşik yere diz çökün, ellerinizi dizlerinizin üstüne koyun ve öne doğru eğilin. Yüzü koyun yatmayın.**





# Yıldırımlı Gün Haritası



# Dış Yıldırımliklar

## AMAÇ:

- Yıldırım olaylarında meydana gelebilecek can ve mal kaybını önlemektir. Yıldırımı güvenli bir şekilde toprağa ulaştırmak.
- Yıldırımdan koruma tesislerinin, yıldırımın oluşmasına engel olmayacağı bilinmelidir. Standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak hazırlanan ve kurulan bir yıldırımdan koruma tesisi; yapıların, cisimlerin ve kişilerin yıldırımdan tam korunmasını garanti edemez; ancak koruduğu yapının yıldırımdan hasar görme riskini önemli ölçüde azaltır.

# Dış Yıldırımliklar

## 4 FARKLI METOD İLE KORUMA YAPILIR

1. Franklin Çubuğu
  2. Gergi Teli Metodu
  3. Faraday Kafesi
  4. Aktif Sistemler
- Bu metotlardan birini seçmeden önce korunacak yerin yıldırım düşme riskini belirleyen; '**Koruma Seviyesi Hesabı**' yapılmalıdır.

# Koruma Seviyesi

- **Yapının Boyutları**
- **Çevresel Faktörler (C1)**
- **Yapısal Katsayılar (C2)**
- **Yapısal Katsayılar (Yangın Riski) (C3)**
- **Yapılarda Canlı Durumu (C4)**
- **Yapının Çevredeki Önemi (C5)**

# Koruma Seviyesi

C1 FAKTÖRÜ - Çevresel Katsay	
Yapı, aynı veya daha yüksek ağaç ya da yapılar içinde ise ,	<input type="radio"/> 0,25
Yapı, yüksekliği daha az olan yapılar ile çevrili ise ,	<input type="radio"/> 0,5
En yakın yapıya uzaklık , yapı yüksekliğinin 3 katı (3H) ise ,	<input type="radio"/> 1
Yapı, bulunduğu bölgede en yüksekte ise ,	<input type="radio"/> 2

C2 FAKTÖRÜ - Yapısal Katsayılar			
Çatı / Yapı	Metal	Tuğla, Beton	Tutuşabilir
Metal	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2
Kiremit	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2,5
Tutuşabilir	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2,5	<input type="radio"/> 3

# Koruma Seviyesi

C3 FAKTÖRÜ - Yapısal Katsayılar	
Değersiz, yanıcı olmayan	<input type="radio"/> 0,5
Normal değer, yanıcı	<input type="radio"/> 1
Değerli, alev alıcı	<input type="radio"/> 2
Çok değerli , parlayıcı ve patlayıcı	<input type="radio"/> 3

C4 FAKTÖRÜ - Yapılarda İnsan Durumu (Yapı Doluluğu)	
Personelsiz bina	<input type="radio"/> 0,5
Normal kalabalık	<input type="radio"/> 1
Panik rizikolu, tahliye zorluğu	<input type="radio"/> 3

# Koruma Seviyesi

## C5 FAKTÖRÜ - Yapının Çevredeki Önemi

Sürekli kullanımı yok, çevrede değersiz

1

Sürekli kullanımda, çevrede değersiz

5

Çevrede değerli

10

## ORAJLI GÜN SAYISI

Orajlı Gün Sayısı ( Türkiye Oraj Haritasından Seçmek İçin  
Tıklayınız )

Çıkış

Temizle

Örnek Hesaplama

Hesapla

# Koruma Seviyesi

## C5 FAKTÖRÜ - Yapının Çevredeki Önemi

Sürekli kullanımı yok, çevrede değersiz	<input type="radio"/> 1
Sürekli kullanımda, çevrede değersiz	<input type="radio"/> 5
Çevrede değerli	<input type="radio"/> 10

## ORAJLI GÜN SAYISI


Orajlı Gün Sayısı ( Türkiye Oraj Haritasından Seçmek İçin Tıklayınız )

Çıkış

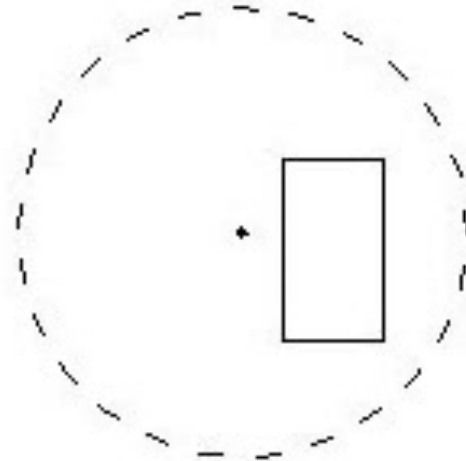
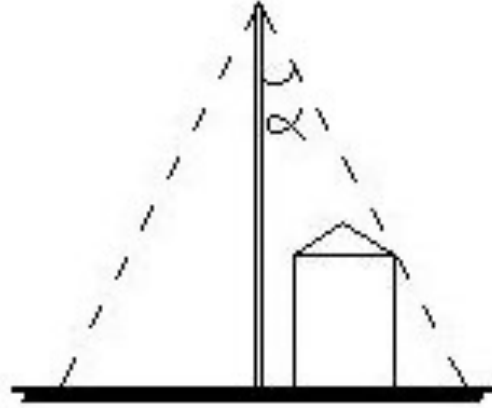
Temizle

Örnek Hesaplama

Hesapla

$E > 0,98$ 	SEVİYE I + EK ÖNLEMLER
$0,95 < E \leq 0,98$	SEVİYE I
$0,90 < E \leq 0,95$	SEVİYE II
$0,80 < E \leq 0,90$	SEVİYE III
$0 < E \leq 0,80$	SEVİYE IV

# 1. Franklin Çubuğu



# 1. Franklin Çubuğu

- Küçük tabanlı yapılar  
Cami Minaresi, Deniz Feneri, Nöbetçi kulübesi vb.
- Faraday kafesli yapılarda özel nokta korunması  
Baca çıkıntısı, Düz çatılardaki Cihazlar vb.

Koruma S	$\alpha$ açıları	20 m	30 m	45 m	60 m
SEVİYE 1	$\alpha$	25	*	*	*
SEVİYE 2	$\alpha$	35	25	*	*
SEVİYE 3	$\alpha$	45	35	25	*
SEVİYE 4	$\alpha$	55	45	35	25

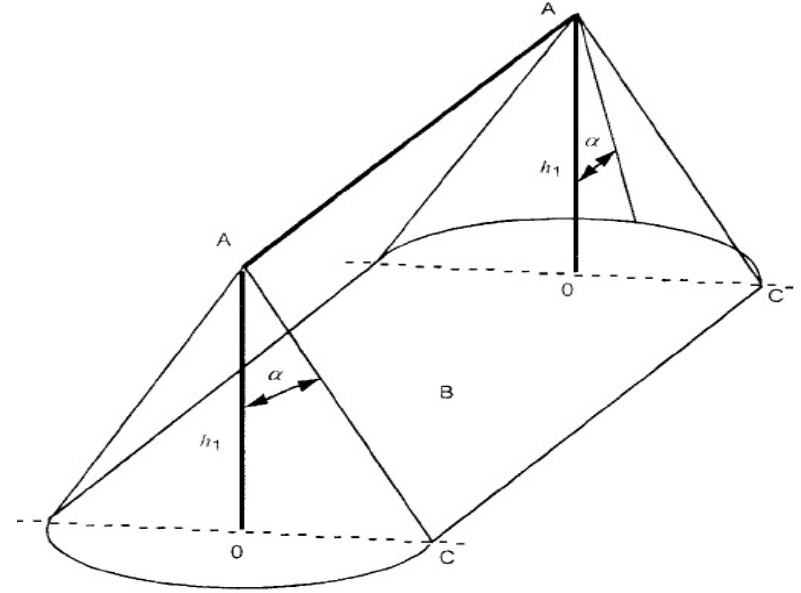
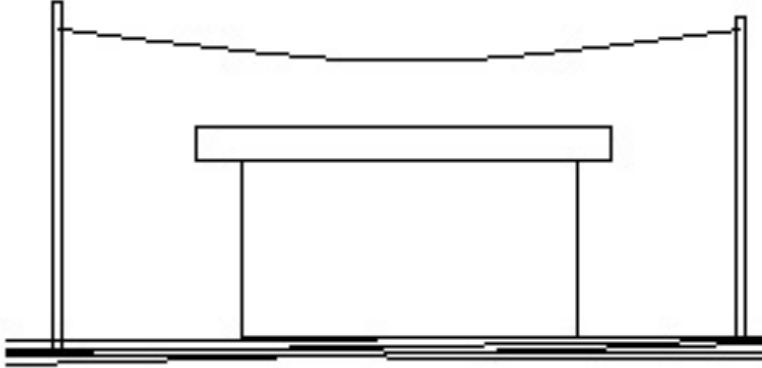






## 2. Gergi Teli Metodu

- Patlayıcı yanıcı tesisler  
Cephanelik, Yanıcı ve patlayıcı tesisler

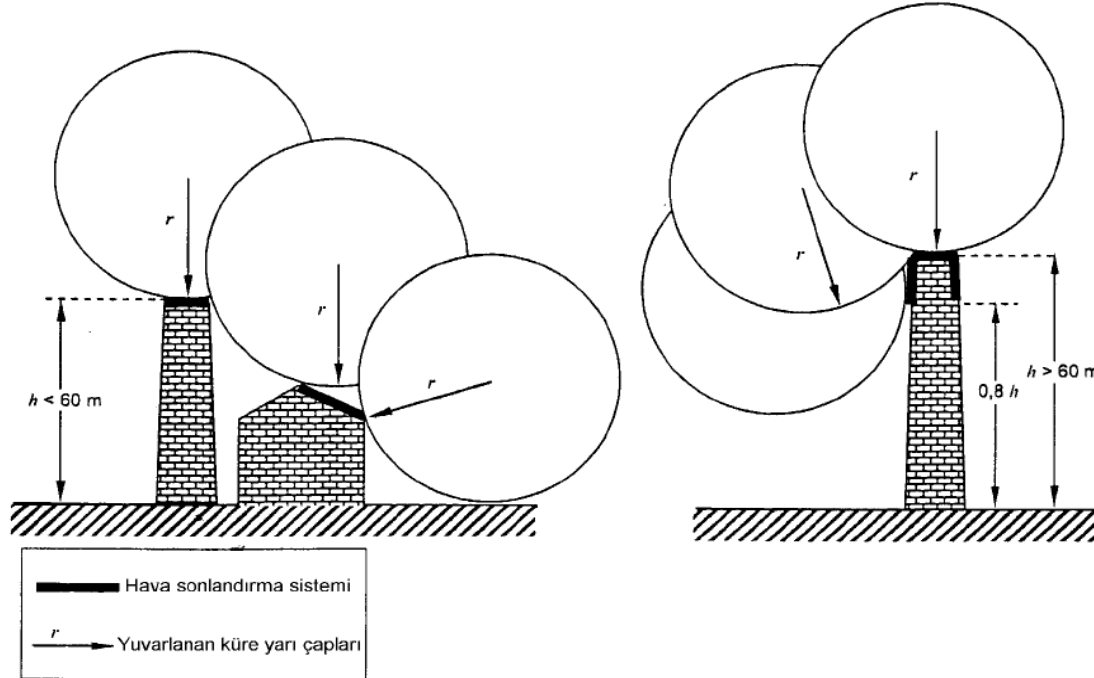






# Yuvarlanan Küre Metodu

- Yuvarlanan Küre Metodu ile tasarım yapılır.



# Yuvarlanan Küre Metodu

Koruma Seviyesi	Küre Yarıçapı (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

## 3. Faraday Kafesi

- Yapının iletkenler ve yakalama uçları yardımıyla bir kafes içine alınarak koruma yöntemidir.
- Aşağıdaki koşullar yerine getirilirse kafesin tüm yüzeyi koruduğu kabul edilir.

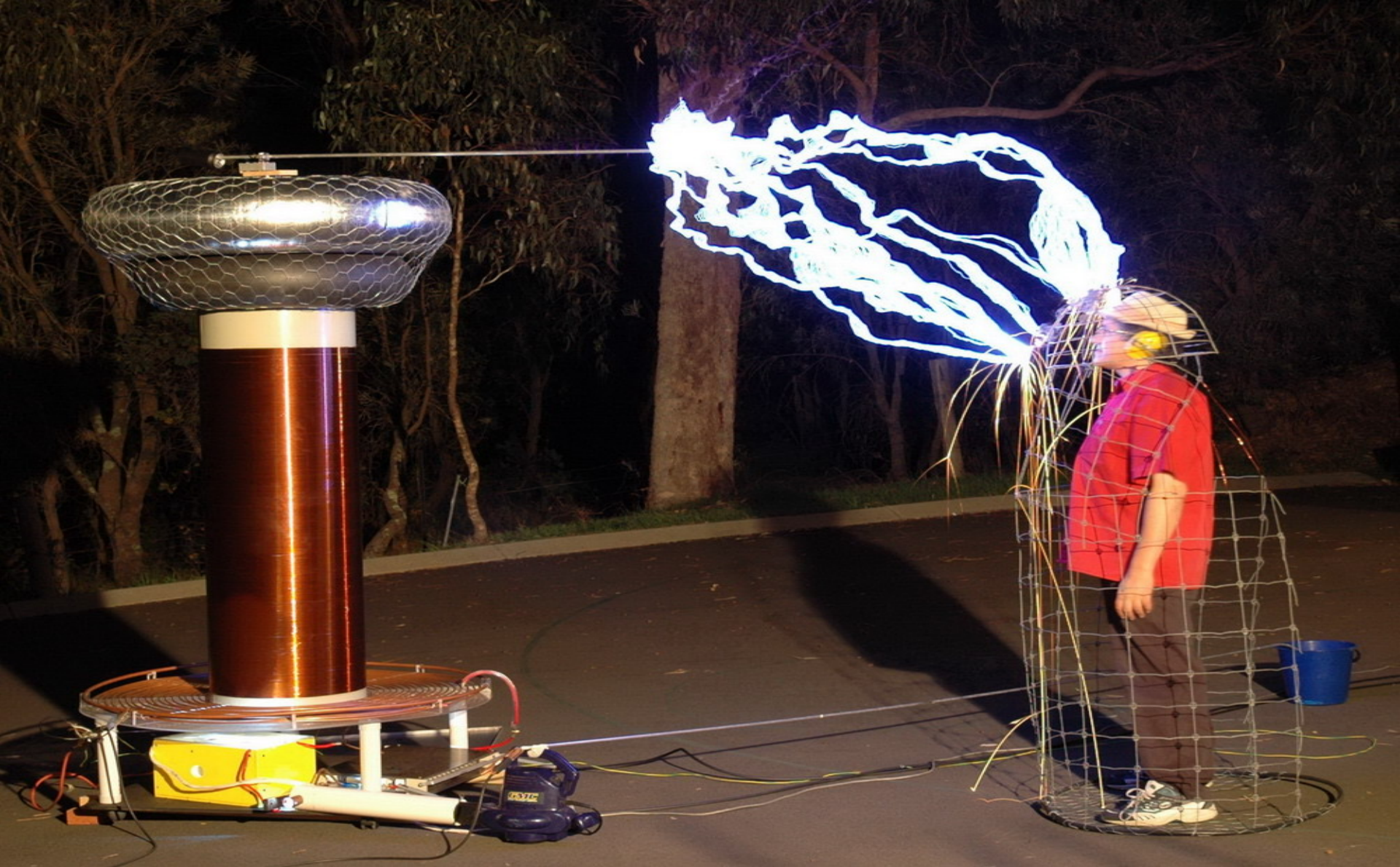
1- Yakalama ucu iletkenleri Çatı kenar hatları, Çatı kıvrımları, Çatı mahyası üzerine yerleştirilmiş ise

2- Yakalama uçları ağının kafes boyutları TS EN IEC 62305 de verilen değerlerden daha büyük değil ise

3- Yakalama uçları sistemi ağı, yıldırım akımı daima en az iki farklı metal yoldan toprağa gidecek şekilde yapılmışsa

4- Yakalama ucu iletkenleri olabilecek en kısa ve düz yolları izliyor ise.

# 3. Faraday Kafesi

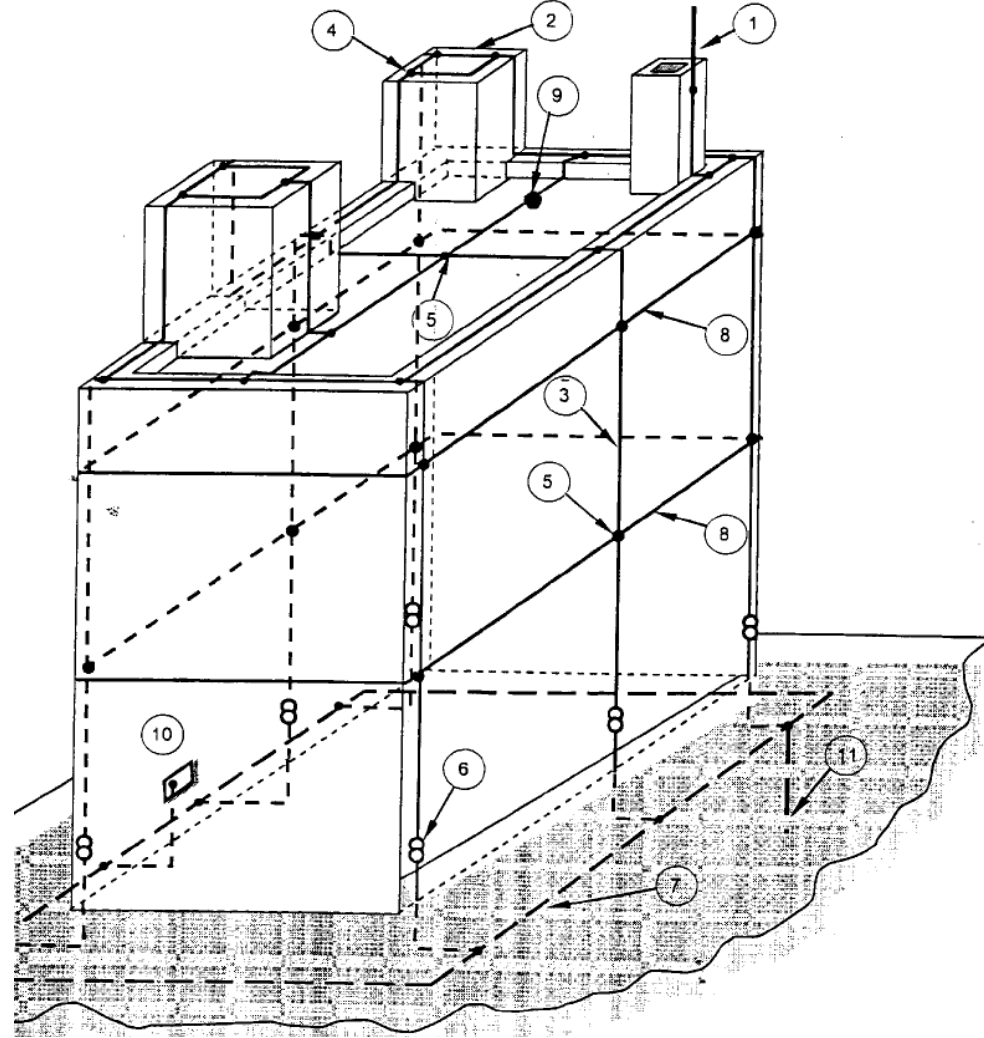


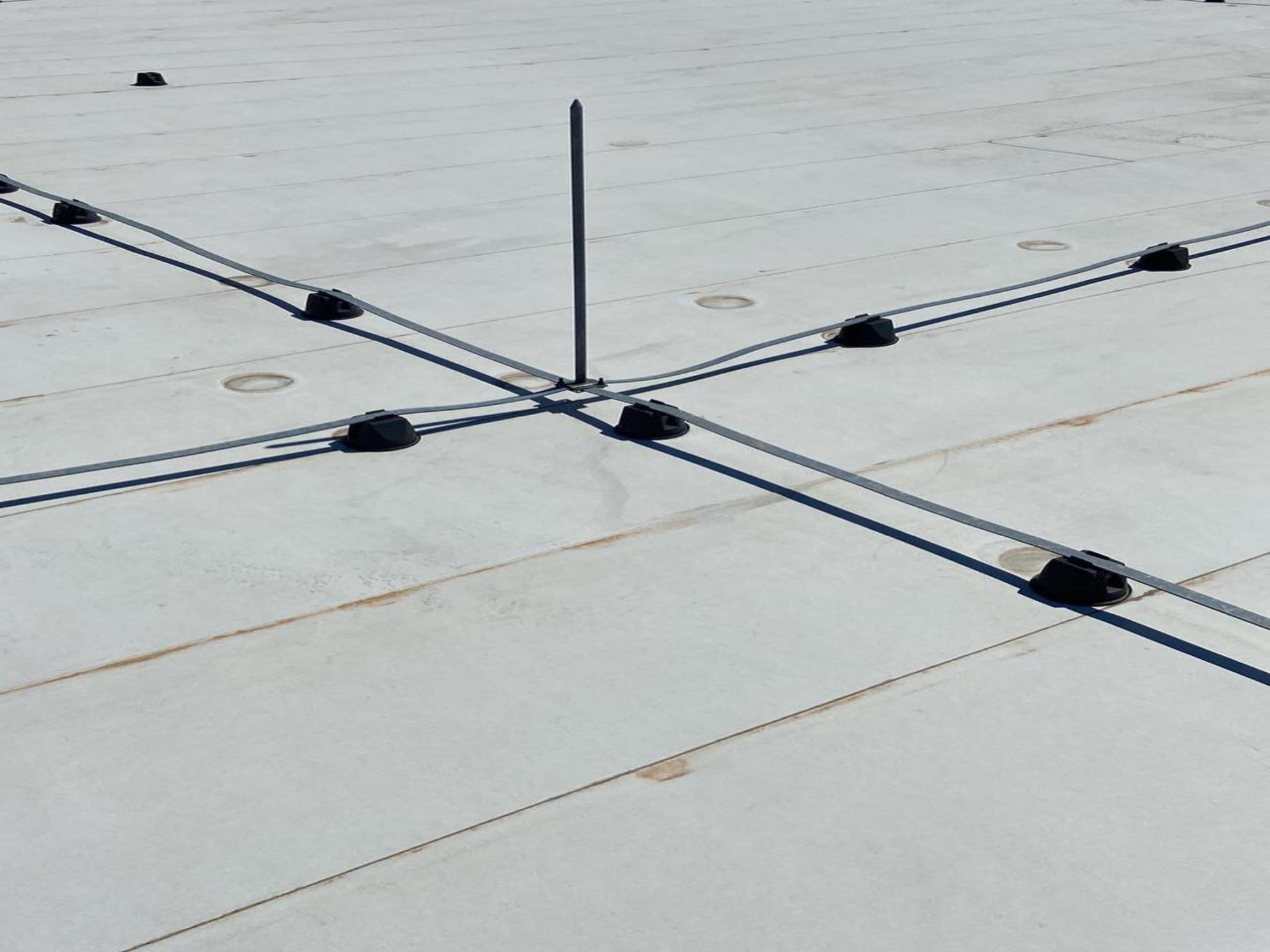
# 3. Faraday Kafesi

KORUMA SEVİYESİ	KAFES ARALIĞI	İNİŞ İLETKEN ARALIĞI (Yapı çevresinde)
<b>SEVİYE-1</b>	5X5 m	10 m
<b>SEVİYE-2</b>	10x10 m	15 m
<b>SEVİYE-3</b>	15x15 m	20 m
<b>SEVİYE-4</b>	20x20 m	25 m

# 3. Faraday Kafesi

- 1- Yakalama Ucu
- 2- Çatı ihata iletkeni
- 3- İniş iletkeni
- 4- T tipi bağlantı
- 5- X tipi bağlantı
- 6- Test Klemensi
- 7- Topraklama Ring İletkeni
- 8- Kuşaklama iletkeni
- 9- Çatı tespit elemanı bulunan düz çatı
- 10- Eşpotansiyel Bara
- 11- Derin Topraklayıcı











# 3. Faraday Kafesi

## İndirme İletkeni Tasarımı

- İndirme iletkenlerinin mümkün olduğunca eşit olarak yapının çevresi boyunca dağıtılması ve simetrik olarak yerleştirilmesi gerekir.
- İndirme iletkenlerinin, bina içine döşenmiş hatlardan ve metal kısımlardan mümkün olduğu kadar uzağa döşenmesi önerilir.
- İndirme iletkenleri mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır.

KORUMA SEVİYESİ	KAFES ARALIĞI	İNİŞ İLETKEN ARALIĞI (Yapı çevresinde)
<b>SEVİYE-1</b>	5X5 m	10 m
<b>SEVİYE-2</b>	10x10 m	15 m
<b>SEVİYE-3</b>	15x15 m	20 m
<b>SEVİYE-4</b>	20x20 m	25 m

# 3. Faraday Kafesi İndirme İletkeni Tasarımı



# 3. Faraday Kafesi

## Malzeme Seçimi

- Malzemelerin doğru seçimi, hem korozyon riskini sınırlandırmak açısından hem de estetik görünüş açısından çok önemlidir

**Çizelge-2** Yakalama ucu sistemlerindeki metal levhaların ve metal boruların en küçük kalınlıkları

Koruma seviyesi	Malzeme	t kalınlığı [mm]
I ila IV	Fe	4
	Cu	5
	Al	7

**Çizelge-5** YKS malzemesinin en küçük kesitleri

Koruma seviyesi	Malzeme	Yakalama ucu (mm <sup>2</sup> )	İndirme iletkeni (mm <sup>2</sup> )	Topraklama bağlantısı (mm <sup>2</sup> )
I ila IV	Cu	35	16	50
	Al	70	25	-
	Fe	50	50	80

# 3. Faraday Kafesi

## Malzeme Seçimi

### YKS malzemeleri ve kullanma koşulları

Malzeme	Kullanma yeri			Korozyon		
	Açık havada	Toprak içinde	Beton içinde	Dayanımı	Aşağıdakiler ile artar	Aşağıdakiler ile elektrolitiktir
Bakır	- Som - Örgülü - Kaplanmış	-Som -Örgülü -Kaplanmış	—	Birçok malzemeye Karşı	-Yüksek konsantrasyonlu klorürler -Kükürt bileşenleri -Organik malzemeler	—
Sıcak galvanizli çelik	- Som -Örgülü	-Som	Som	Asitli topraklarda bile iyi	—	Bakır
Paslanmaz çelik	-Som -Örgülü	-Som	—	Birçok malzemeye karşı	Çözünmüş klorürler içeren su	—
Alüminyum	-Som -Örgülü	—	—	—	Baz esaslı etkileyiciler	Bakır
Kurşun	-Som -Kaplanmış	-Som -Kaplanmış	—	Yüksek konsantrasyonlu sülfatlar	Asitli topraklar	Bakır

## 4. Aktif Sistemler

- **Radyoaktif paratonerler 30/07/2001 tarihli ve 10700-1485 sayılı genelge gereğince yasaklanmıştır Bunun yerine E.S.E aktif paratonerler kullanılmaya başlanmıştır.**
- **E.SE. aktif paratoner 2000 yılından sonra Türkiye'de en çok kullanılan yıldırımdan korunma metodudur.**
- **Çalışma prensibi E.S.E. (Early Streamer Emission) Erken Akış Uyarı Sistemine dayanır.**
- **Aktif paratoner sistemi, yıldırımı yakalayıp, tesisat bileşenleri üzerinden geçirilecek toprakta yıldırımı söndürmeyi hedefler.**
- **İki farklı mantıkta çalışan tipleri mevcuttur.**

# Elektrostatik Aktif Paratoner sistemleri

Yıldırım öncesi havada değişen-yoğunlaşan elektromanyetik alanı kullanarak çalışırlar.Hava ile yer arasında elektromanyetik alan farkı arttığı zaman, paratoner içindeki mekanizma bu farkı kullanarak iyonizasyon sistemine geçer ve bir iyon yayılımı başlatır.Bu iyon yayılımı ile yıldırım kanalı oluşturup yıldırım kendi üzerinden toprağa aktarır.



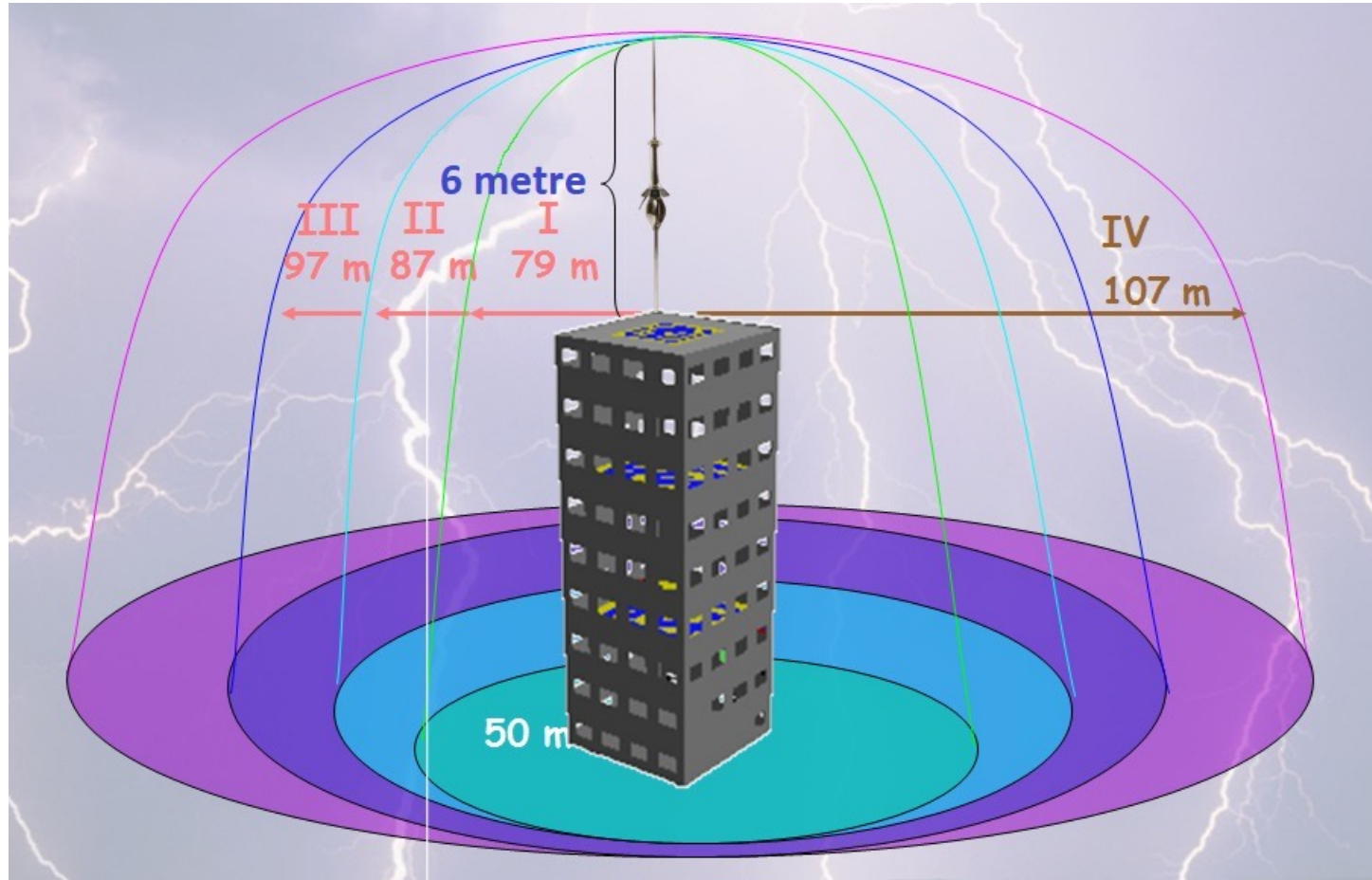
Aktif paratoner

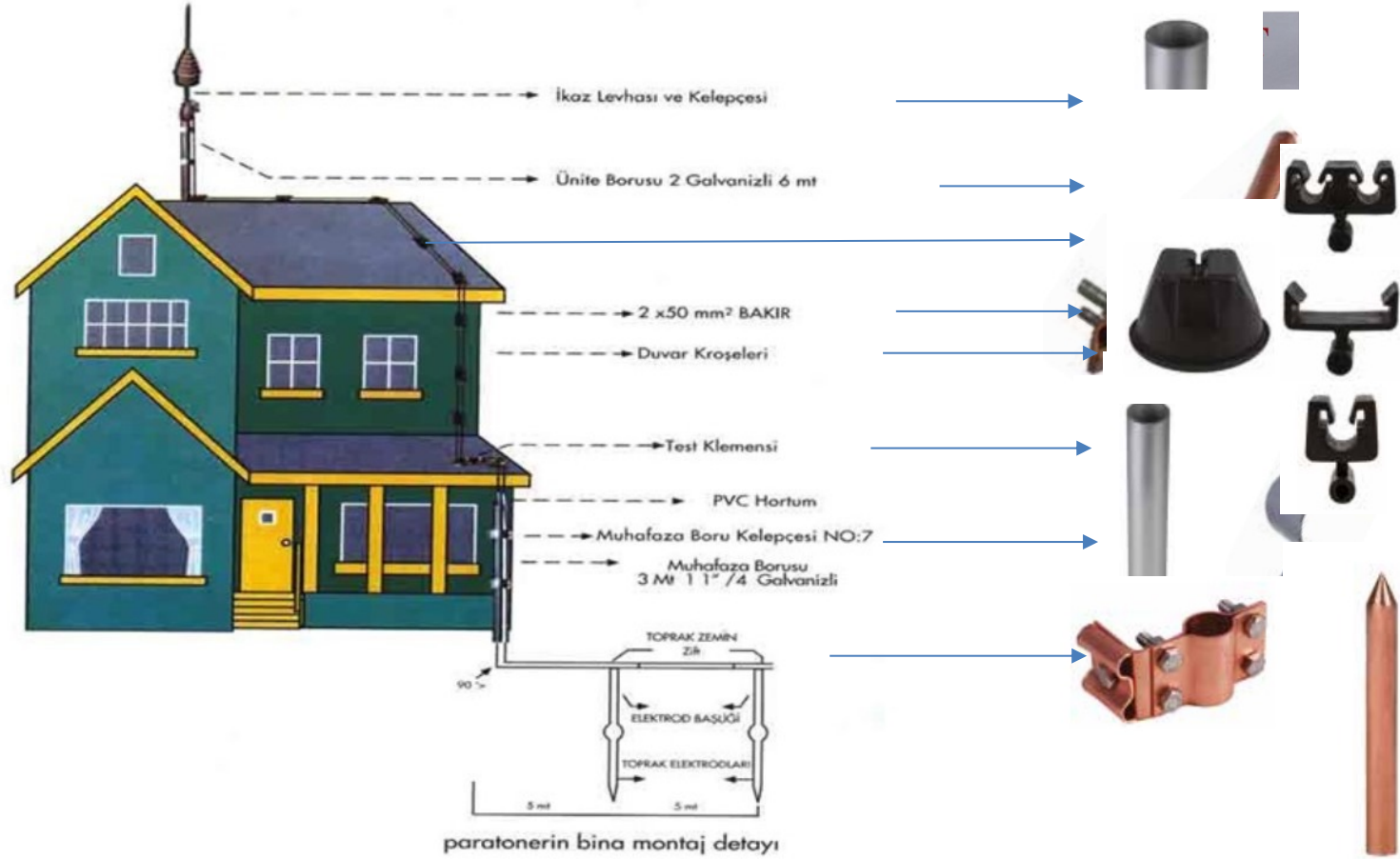
# Piezoelektrik Kristalli Aktif Paratoner Sistemleri

- Cihazın gövdesinde bulunan piezoelektrik kristalinin aldığı titreşimler sonucu oluşan yüksek gerilim darbeleri, iyonizasyon oluşumunu sağlar.
- Venturi borusu şeklinde iyon yayma mekanizması ile hızlandırılmış iyon yayımı gerçekleşir.



Piezoelektrik





60 images/s



# Kaynakça

- **TS EN 62305-1 Yıldırımdan Korunma Bölüm 1: Genel Kurallar**
- **TS EN 62305-2 Yıldırımdan Korunma Bölüm 2: Risk Yönetimi**
- **TS EN 62305-3 Yıldırımdan Korunma Bölüm 3: Yapılarda Fiziksel Hasar ve Hayati Tehlike**
- **TS EN 62305-4 Yıldırımdan Korunma Bölüm 4: Yapılarda Bulunan Elektrik ve Elektronik Sistemler**
- **Prof. Dr. Özcan Kalenderli Yıldırımdan Koruma Eğitim Notları.**