

YILDIRIMDAN KORUNMA ve METODLARI

Konuşmacı :

Elektrik – Elektronik Mühendisi

Ercüment ÇETİNER

YILDIRIM NEDİR ?

Fırtına ve hava akımlarının artması ile buluttaki yük oranı artar. Buna bağlı olarak da yerdeki yük toplanması hızlanarak devam eder. Belli bir değerden sonra havanın delinmesiyle iletken kanal boyunca hem buluttan yere hem de yerden buluta elektriksel boşalma başlar. Dolayısıyla yıldırım iki yönlü bir doğa olayıdır.



YILDIRIMIN OLUŞUMU

Bulutun potansiyel farkı hava delebilecek kıvama ulaştığında buluttan toprağa doğru bir elektron akışı meydana gelir. Bu birinci deşarj 30-50 metre arasındaki mesafeyi saniyede 60 – 50.000 km aralığında bir hızla kat eder. 30 – 100 μ s n lik bir aradan sonra ikinci deşarj birincinin iyonlaştırmış olduğu yolu izler ve bu yolu yaklaşık 50 m daha ileriye taşır. Bu deşarj serileri sonucu bu yol yeryüzüne gittikçe yaklaşır. Artan bu elektrik alan yeryüzündeki uygun bir noktadan pozitif yüklü elektron demetinin fırlamasına



YILDIRIMIN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

Geri dönüş stroklarındaki akım değerleri yaklaşık 2 kA ile 200 kA arasındadır.

Strokların % 1 'inde fazla	200 kA den
Strokların % 10 'unde fazla	80 kA den
Strokların % 50 'sinde fazla	28 kA den
Strokların % 90 'inde fazla	8 kA den
Strokların % 99 'unda fazla	3 kA den



BULUT YÜKÜ OLUŞUM TEORİLERİ

Simpson – Lomonosow Teorisi:

Yükler hava akımı yardımıyla oluşmaktadır.

Elster ve Geitel Teorisi:

Bulutların yüklenmesi tesirle elektriklenme ile açıklanmaktadır.

J. I. Frenkel Teorisi:

Havada her iki işaretli iyonlar var olduğundan, dünyanın negatif elektrik yükleri kaçmaya ve iyonosferin pozitif elektrik yükleri ile birleşmeye yatkındır.

YILDIRIMIN ETKİLERİ

- *Elektrodinamik Etki*
- *Basınç ve Ses Etki*
- *Elektrokimyasal Etki*
- *Işık Etki*
- *Isı Etki*



ELEKTRODİNAMİK ETKİ

Yıldırım akım yolunun bir kısmının diğer bir kısmın manyetik alanı içinde bulunması halinde büyük kuvvetler meydana gelir. Bu etki sonucunda ince anten borularında ezilme, paralel iletkenlerde çarpışma, iletken kroşelerinin sökülmesi gibi hadiseler oluşur.

BASINÇ VE SES ETKİ

Yıldırım kanalı içindeki elektrodinamik kuvvetlerden ileri gelen basınç havayı genişleterek gök gürültüsünü meydana getirir.

Gök gürültüsünün bir nedeni de meydana gelen ısı enerjisinin oldukça büyük ve ani bir genişleme meydana getirmesidir.

ELEKTROKİMYASAL ETKİ

Büyük akım şiddetlerinde elektrolit parçalanma sonucu demir, çinko, kurşun gibi metaller açığa çıkar.

IŞIK ETKİ

Yıldırım deşarjı sırasında oluşan iletken kanal etrafına çok parlak bir ışık yayar. Bu ışık yakın mesafelerde göz kamaşması veya geçici görme bozukluğu meydana getirebilir.

ISI ETKİ

Yıldırım boşalmasının ısı etkisi akımın geçtiği iletkenlerde bir sıcaklık artışı ortaya çıkartmasıdır.

YILDIRIMINDAN KORUNMA

Yıldırımlar direkt düştükleri yerde can kaybı, yangın, bina hasarlarına neden olmaktadır.

Yandaki resimde adım gerilimi nedeniyle ölmüş koyunlar görölmektedir.



YILDIRIMINDAN KORUNMA

Yıldırımın binalara en büyük zararı yangına sebebiyet vermesiyle verir.



YILDIRIMINDAN KORUNMA

Yıldırımın tesise direk düşmesi ya da tesis yakınında bir yere ya da tesisi besleyen enerji hatlarına düşmesi sebebiyle elektrik tesisatını aşırı yüklemesi sonucu oluşan hasarlar yaratmaktadır.

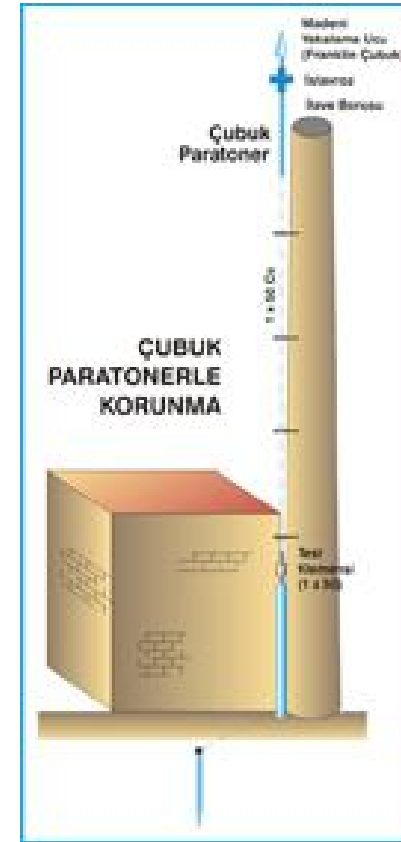


YILDIRIMINDAN KORUNMA

- Yakalama çubuğu (Franklin) ile yıldırımdan korunma
- Kafes Metodu (Faraday) ile yıldırımdan korunma
- Aktif paratoner ile yıldırımdan korunma
- Radyoaktif paratoner ile yıldırımdan korunma
- Yük dağıtım sistemi ile yıldırımdan korunma
- İç yıldırımlık ile yıldırımdan korunma

Yakalama Çubuğu İle Yıldırımdan Korunma

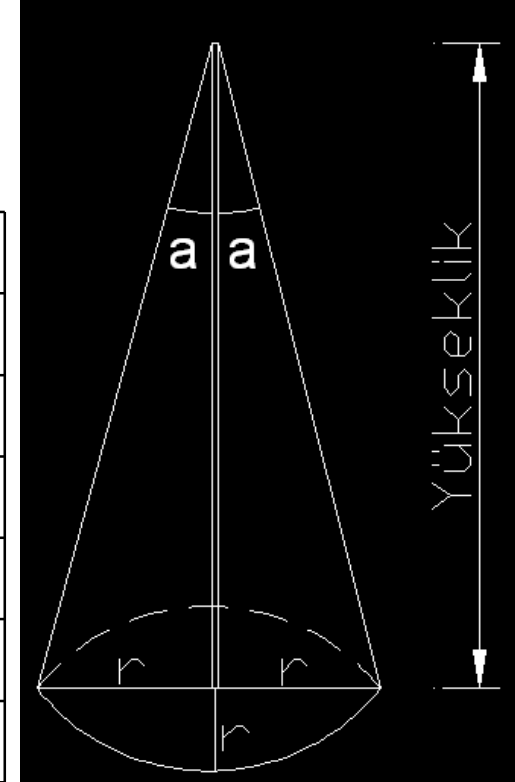
Genellikle cami minaresi, kule ve baca gibi yapıların yıldırıma karşı korunmasında kullanılan bir yöntemdir. Sistem basit bir madeni yakalama ucunun bir iniş iletkeni ile toprağa bağlanması sistemidir.



Yakalama Çubuğu Standardizasyon

Franklin çubuğu ile yıldırımdan korunma TSE EN 62305 standardında gerekli tarifleri yapılmıştır.

Koruma Düzeylerine Göre Franklin Uygulama Kriteri					
Koruma Düzeyi	Franklin Çubuğu	Yükseklik (m)			
		20	30	45	60
I	a açıları	25	-	-	-
II		35	25	-	-
III		45	35	25	-
IV		55	45	35	25

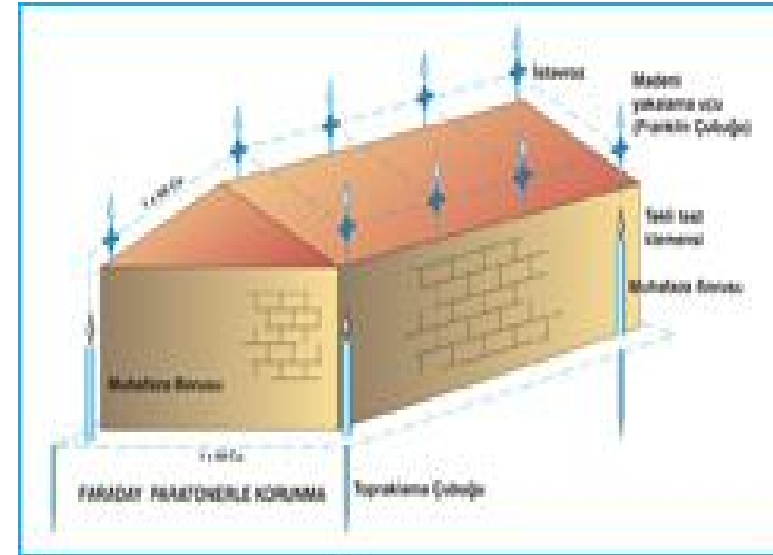


Faraday Kafesi İle Yıldırımdan Korunma

Kafes biçimde yakalama uçları, çatı iletkenleri, iniş iletkenleri, topraklama bileşenleri ile oluşturulan korunma sistemidir.

Yıldırımdan korunma sistemleri arasında en etkili yöntemdir.

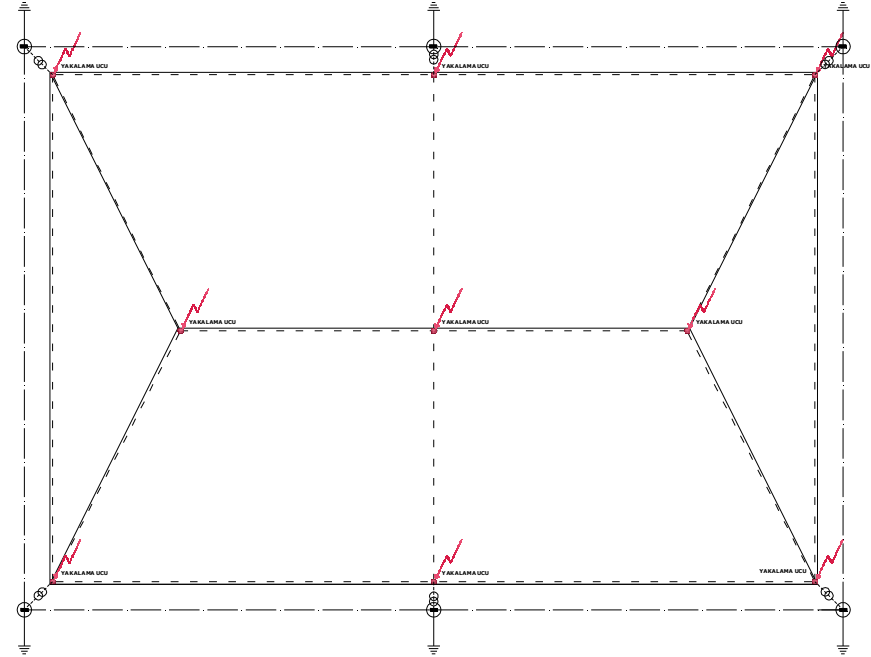
Cephaneliklerde, yüksek dağ ve tepelerdeki önemli tesislerde kullanılmaktadır.



Faraday Kafesi Standardizasyon

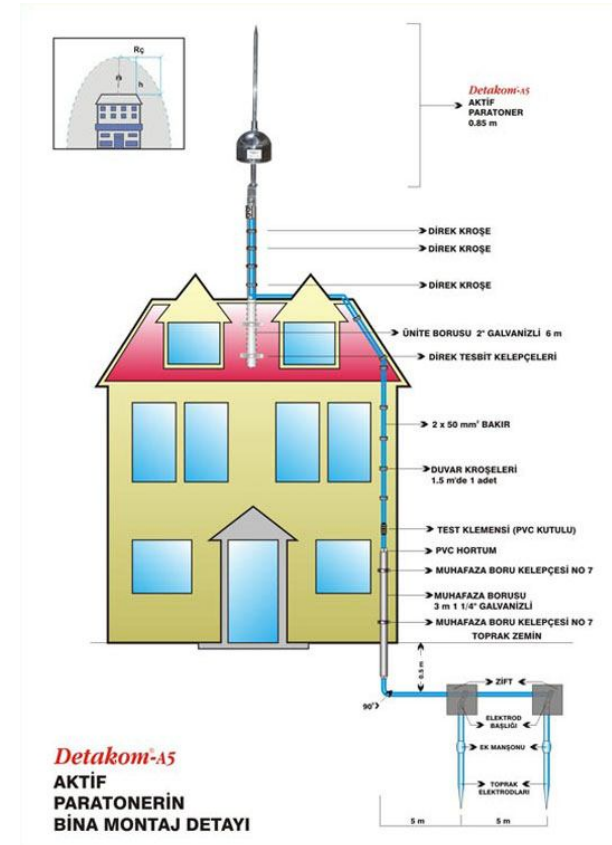
Faraday kafesli yıldırımdan korunma sistemi uygulamaları TSE EN 62305 standardına göre yapılmaktadır.

Koruma Düzeylerine Göre		
Faraday Kafesi Uygulama Kriteri		
Koruma Düzeyi	Kafes Aralığı (m)	İniş İletken Aralığı (m)
I	5x5	10
II	10x10	10
III	15x15	15
IV	20x20	20



Aktif Paratoner ile Yıldırımdan Korunma

Türkiye’de en çok kullanılan yıldırımdan korunma metodudur. Aktif paratoner metodu, yıldırımı yakalanıp, tesisat bileşenleri üzerinden geçirilecek toprakta yıldırımı söndürmeyi hedefler. Yıldırımı yakalamak için yıldırımın geri dönüş strokuna yerden atlama yaparak buluttan gelen bu strok ile birleşir. Böylece aktif paratoner yıldırıma davet göndererek akımın güvenle aktarılacağı bir yol oluşturmuş olur.



Aktif Paratoner ile Yıldırımdan Korunma



Aktif Paratoner Standardizasyon

Aktif paratoner hususunda Türkiye’de standart bulunmamaktadır. Türkiye ve dünya piyasasında en çok temel alınan standartlar Fransız NFC 17-102 ve İspanyol UN 21186’dır. Bu standartlar içerisindeki tariflenen testler ile yüksek gerilim laboratuvarlarında aktif paratonerin erken akış kazancı ΔT belirlenir.

Aktif paratoner Koruma Yarıçapı ve Projelendirme

$$R_{\zeta} = \sqrt{[h \times (2 \times D - h) + \Delta L \times (2 \times D + \Delta L)]}$$

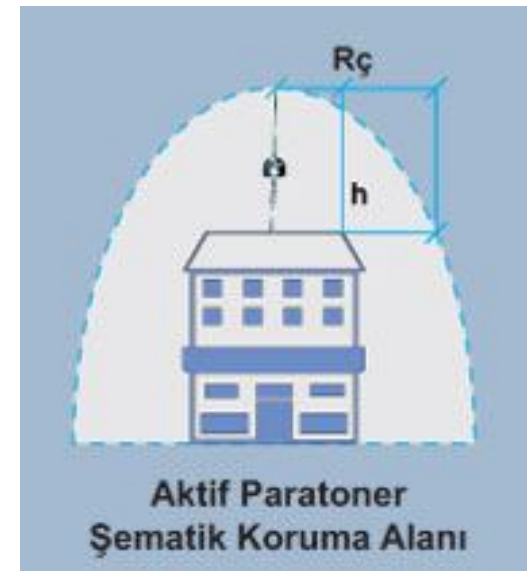
R_{ζ} = Koruma Yarı Çapı

h = Çatı Direği Serbest Yüksekliği

D = NFC 17-102 Standartına Göre Tetikleme Mesafesi

- Seviye 1 Koruma Alanı = 20 m
- Seviye 2 Koruma Alanı = 45 m
- Seviye 3 Koruma Alanı = 60 m

ΔL = Uyarım Yolu (m)



Aktif paratoner Koruma Yarıçapı ve Projelendirme

FORMÜLLER	DEĞERLER	SONUÇ
Etkili Eşdeğer Alan	L=	
$Ae=L \cdot W + 6H (L+W) + 9 \cdot 3,14 \cdot H^2$ (Dikdörtgen Alanlar İçin)	W= H= H ² =	Ae =
Tesise Çarpması Beklenen Yıldırım Sayısı		
$Nd=Ng \cdot Ae \cdot C1 \cdot 10^{-6}$	Ng=	
$Ng=0,04 \cdot Td^{1,25}$ Td= İsochronik Haritadan Alınacak	Ae = Ce=	Nd =
Tesise Çarpması Kabul Edilebilir Yıldırım Sayısı		
$Nc= 5,5 \cdot 10^{-3}/C$ $C= C2 \cdot C3 \cdot C4 \cdot C5$	C2= C3= C4= C5= C=	Nc =
Eğer $Nd < Nc$ ise koruma isteğe bırakılır.		
Eğer $Nd > Nc$ ise koruma gereklidir. Bu durumda, $E= 1 - Nc/Nd$ hesabından bulunan E etkinlik değeri ile koruma düzeyi belirlenir.		

Not:

L=Boy (mt)
W=En (mt)
H=Yükseklik (mt)

Etkinlik Değeri, E	Etkinlik Değeri, E
$E > 0,98$	Seviye1+Ek önlem
$0,95 < E \leq 0,98$	Seviye 1
$0,80 < E \leq 0,95$	Seviye 2
$0 < E \leq 0,80$	Seviye 3
$E \leq 0$	Koruma İsteğe Bağlı

Türkiye için en büyük yıllık ortalama yıldırımlı gün sayısı $Ng=2$ alınabilir. (Bkz. TS 622)

Aktif paratoner Koruma Yarıçapı ve Projelendirme

Ce, YAPI YERLEŞİM ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ KATSAYILAR			
YAPI AYNI YÜKSEKLİKTE VEYA DAHA YÜKSEK AĞAÇ VEYA BİNALAR ARASINDA İSE			0,25
YÜKSEKLİĞİ AZ YAPILARLA ÇEVİRİLİ İSE			0,5
EN YAKIN YAPIYA UZAKLIĞI 3H İSE			1
BÖLGEDEKİ EN YÜKSEK YAPI İSE			2
C2, YAPI/ÇATI ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ KATSAYILAR			
YAPI/ÇATI	METAL	KİREMİT	YANICI
METAL	0,5	1	2
TUĞLA - BETON	1	1,5	2,5
TUTUŞABİLİR	2	2,5	3
C3, YAPI DEĞERİ İLE İLGİLİ KATSAYILAR			
DEĞERSİZ, YANICI OLMAYAN			0,5
NORMAL DEĞERLİ, YANICI			1
DEĞERLİ, YANICI			2
ÇOK DEĞERLİ, YERİ DOLDURULAMAZ, PATLAYICI, YANICI			3
C4, YAPI DOLULUĞU İLE İLGİLİ KATSAYILAR			
İNSANSIZ BİNA			0,5
NORMAL KALABALIK			1
PANİK RİSKİ YAŞIYAN, TAHLİYE ZORLUĞU BULUNAN YAPI			3
C5, YAPININ ÇEVRE ÖNEMİ İLE İLGİLİ KATSAYILAR			
SÜREKLİ KULLANIMI YOK, ÇEVREDE DEĞERSİZ			1
SÜREKLİ KULLANIMDA, ÇEVREDE DEĞERSİZ			5
ÇEVREDE DEĞERLİ			10

Aktif paratoner Koruma Yarıçapı ve Projelendirme

$\Delta L=60$ m olan paratoner için ;

a) SEVİYE 1 KORUMA YARIÇAPI

$$R_{\text{ç}} = \sqrt{[5 \times (2 \times 20 - 5) + 60 \times (2 \times 20 + 60)]}$$
$$= \sqrt{(175 + 6000)} = 79 \text{ m}$$

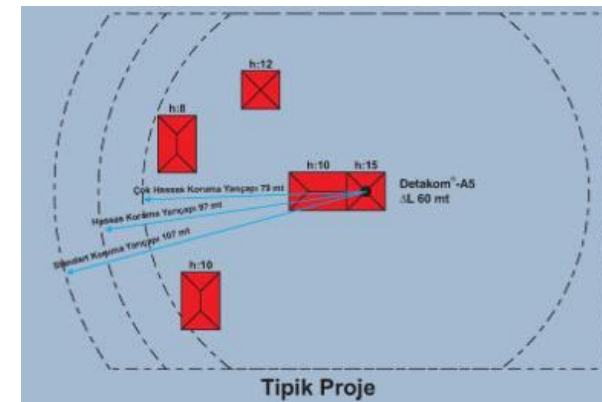
b) SEVİYE 2 KORUMA YARIÇAPI

$$R_{\text{ç}} = \sqrt{[5 \times (2 \times 45 - 5) + 60 \times (2 \times 45 + 60)]}$$
$$= \sqrt{(425 + 9000)} = 97 \text{ m}$$

c) SEVİYE 3 KORUMA YARIÇAPI

$$R_{\text{ç}} = \sqrt{[5 \times (2 \times 60 - 5) + 60 \times (2 \times 60 + 60)]}$$

Koruma Seviyesi	I (D = 20 mt)	II (D = 45 mt)	III (D = 60 mt)
	Çok Hassas	Hassas	Standart
Detakom®-A5	Detakom®-A5 ΔL 60 mt	Detakom®-A5 ΔL 60 mt	Detakom®-A5 ΔL 60 mt
h (mt)	Koruma Yarıçapı Rp (mt)		
2	32	40	44
4	64	78	87
5	79	97	107
6	79	97	107
10	79	99	109
Çap Çizelgesi			



Radyoaktif Paratoner ile Yıldırımdan Korunma

Radyoaktif maddeler alfa, beta, gama gibi ışınlar gerçekleştirir. Radyoaktif paratoner bu özelliği kullanarak, bünyesinde bulundurduğu radyoaktif maddeden yayılan ışınlarla iyonize bir yol oluşturma ve yıldırımın geri dönüş strokuna davetkâr bir ön atlama yapma prensibine göre yıldırımdan korumayı hedeflemiştir. Bu özelliği sağlamak için radyoaktif paratonerlerle Ra-226 ve Am-



Radyoaktif Paratoner Standardizasyon

Lisanslı radyoaktif kaynaklı paratoner üretici firmalarının 2000 yılı öncesinde ithal ettikleri Am-241 radyoaktif kaynakları 2003 yılı itibarıyla tükenmiş olup, radyoaktif kaynaklı paratoner üretimi de sona ermiştir. Bundan böyle radyoaktif kaynaklı paratoner üretimi ve montajı yapılmayacaktır.

Radyoaktif paratoner TSE 622 standardına göre değerlendirilmekteydi. Bu standart 2007 yılında iptal edilerek yürürlükten kaldırılmıştır.

Yük Dağıtım Sistemi İle Yıldırımdan Korunma

Bulutun üzerinde olduğu bölgede yerdeki yükler yük dağıtım sistemi üzerine doğru çekilmesi ve sistemin yerden gelen yükleri azaltma ve daha çok nötr yükün korunan yapı üzerinde kalmasını sağlama prensibine göre yıldırımdan korunma sağlanması hedeflenir. Amaç yıldırımın düşmesine neden olacak yoğunlukta pozitif veya negatif yük oluşumu engellenmesidir.



İç Yıldırımlık İle Yıldırımdan Korunma

Paratoner sistemi, tesisi veya yapıyı direk yıldırım darbelerinden korumaya, topraklama sistemi tesis veya yapıda meydana gelen kaçakları ve biriken statik enerjiyi boşaltmaya yarar; ani aşırı akım ve gerilim darbelerine karşı koruma yapmazlar. Civara veya doğrudan enerji hattına düşen yıldırım akımlarına veya trafo hareketleri, elektrostatik boşalmalar gibi nedenlerle enerji hatlarında meydana gelen ani-aşırı akım ve gerilimlere karşı elektrik tesisatının ve buna bağlı cihazların korunabilmesi için iç yıldırımlık sistemlerinin kullanılması gereklidir.

İç Yıldırımılık İle Yıldırımdan Korunma

- 1) **B Sınıfı Aşırı Gerilime Karşı Koruma :**
Trafo Panosu, Ana Dağıtım Panosu
v.b. Elektrik Panolarında Kullanılır.
- 2) **C Sınıfı Aşırı Gerilime Karşı Koruma :**
Tali Tablolar, Kat Dağıtım Tabloları
v.b. Elektrik Tablolarında Kullanılır.
- 3) **D Sınıfı Aşırı Gerilime Karşı Koruma :**
Priz, Anten Hattı, Telefon Hattı,
Kamera Sistemi, İletişim Hatları v.b.
Yerlerde Kullanılır.



YILDIRIMIN KORUNMA SİSTEMİ TASARIMI

Sistemin tasarımında belirlenmesi gereken öğeler ;

- 1) Tesisin yıldırımdan korunma seviyesi tespiti hesabı
- 2) Yıldırımdan korunma yollunun seçimi
- 3) Korunma yönteminin tesise standartlara uygun olarak hesaplamaları ve tesise uygulaması

Yıldırımdan Korunma Yolu Seçimi

Tesis özellikleri, maliyet, zaman v.b. özellikler dikkate alınarak korunma yolu seçilir.

Yıldırımdan Korunma Tesisatlarının Önemli Noktaları

- Yıldırımdan Korunma Tesislerinin Topraklama direnç değeri tüm yönetmelik ve şartnamelerde maksimum 10 Ω ' dur.
- Aktif paratonerler koruyacağı alandan en az 2 metre kadar yüksekte olmalıdır.(NFC 17-102)
- Paratoner topraklaması elektrik kablolarından en az 5 metre, ana topraklama sisteminden en az 20 metre, gaz borularından en az 5 metre uzakta olmalıdır. (NFC 17-102)
- Çabuk alev alıcı tesislerin üzerilerine yıldırımdan korunma tesisatı yapılmaz. (TS EN 62305)

Yıldırımdan Korunma Test Raporunda Neler Bulunmalıdır ?

Elektrik Mühendisleri Odasının bu konu hakkında yayımladığı test raporu örnek alınarak raporlar geliştirilebilir.

YILDIRIM ANI

