

# Yıldırımdan Korunma

Prof. Dr. Özcan Kalenderli

Yıldırım, sesi, ışığı ve etkileri ile tanrının gücü, uyarısı, öfkesinin belirtisi olduğu düşüncesiyle yüzyıllar boyunca tanrı olarak benimsenmiş ve bunun sonucu hemen hemen tarihte yaşamış tüm uygarlıkların bir yıldırım tanrısı olmuştur (Şekil 1). Bu şekilde yıldırım uzun yıllar bilinmeyen, konuşulmayan olarak kalmış ancak milattan sonra 1700'lerden sonra elektriksel bir boşalma olayı benzerliğinden yola çıkılarak anlaşılma, tanrılaştırma dışına çıkarılmaya başlamıştır. İnsanların merak ve araştırmaları ile yıldırımın büyük bir elektriksel boşalma olduğu gerçeği anlaşılınca yıldırımın etkilerinden korunma yani yıldırımdan korunma konusu da insan uğraşları, uygulamaları arasına girmiştir.

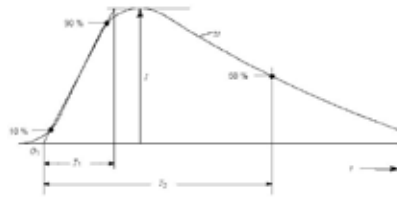


Şekil 1: Hititlerde (MÖ 2000) yıldırım tanrısı Tarhuna.

Bugünkü bilgilerimizle yıldırım, akımı 2-200 kiloAmper (kA), gerilimi 100-1000 MegaVolt (MV) arasında değişen dolayısıyla gücü MegaWatt (MW)-GigaWatt (GW) mertebelerinde olan, mikrosaniye ( $\mu$ s)-milisaniye (ms) mertebesinde sürelerde oluşup tamamlandıklarından enerjisi Joule (J)-kiloJoule (kJ) mertebesinde olan, özellikle bulut ile yer arasında 2-3 km açıklıkta meydana gelen bir elektriksel boşalma olayıdır. Gerilim ve akım

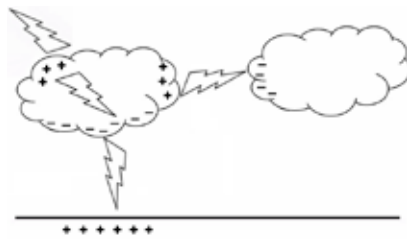


dalga şekli, tek kutuplu (ya pozitif ya da negatif olan) darbe şeklindedir (Şekil 2).



Şekil 2: Standart bir pozitif yıldırım darbe akımı dalga şekli.

Yıldırımın, bulutların elektriksel yüklenmesi sonucu, bulut içindeki yük merkezleri arasında yani bulut içinde veya bulutlar arasında veya buluttan üstündeki bölgeye veya bulut ile yer arasında olan türleri vardır (Şekil 3). Yeryüzündeki varlıkların korunması bakımından bulut-yer arasında olan yıldırımların önemi vardır. Bu yıldırımlar da, buluttan-yere, yerden-bulutla pozitif veya negatif kutuplu boşalmalar olarak dört türdür. Yıldırımların %70'i negatif bulut altından pozitif yeryüzüne olan boşalmalardır.



Şekil 3: Yıldırım türleri.

Yıldırımın ısı, termodinamik, elektrodinamik, ışık (şimşek), ses (gök gürültüsü), elektrokimyasal,

elektromanyetik alan gibi her biri güçlü fiziksel etkileri vardır. Bu etkilerle yıldırım, canlı varlıkların doğrudan çarpmayla veya dokunma ve adım gerilimleri ile yaralanmasına, ölümüne; cansız varlıkların hasarına, yakıp yıkıp yok olmasına neden olabilir.

Yıldırımın zarar verici etkilerinden korunmak için farklı yıldırımdan korunma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin temel amacı, yıldırım akımını güvenli ve kontrollü bir yoldan toprağa iletmektir. Bu nedenle toprağa bağlı yer yüzeyindeki, açıkta her iletken yıldırım akımı için bir yoldur. Bu düşünce ile yıldırımdan



korunma için iki temel uygulama yapılmaktadır. Biri, uygulayarak ilk duyuran kişi olarak bilinen Benjamin Franklin'den (Şekil Benjamin Franklin,4) bu yana onun Amerikalı filozof, fi-adiyla da anılan zikçi ve devlet adamı Franklin çubukları (1706-1790).

veya bugün yakalama çubukları olarak da söylenen metal çubuklardır (Şekil 5).

Bazen topraklanmış yatay iletkenlerle koruma yapılır (Şekil 6).

Diğeri korunacak yapı veya varlığı bir kafes görünümünde saran Faraday kafesi olarak bilinen iletkenlerle kuşatmaktır (Şekil 7, Şekil 8). Her iki yöntemde de yıldırım akımının

güvenle ve öncelikle geçebileceği, konum, biçim, malzeme ve boyutta iletkenler kullanmak ve bunların toprak içine gömülü, çubuk, şerit, halka, ağ türü topraklayıcılarla toprağa bağlantısını sağlamak esastır. Bu nedenle yapay olarak konmuş, yapılmış yıldırımlik (paratoner) adıyla anılan yakalama uçları veya Faraday kafesleri yanında bir yapıdaki özelliklerle çatıdaki, yapı dış yüzeyindeki ve çevresindeki her türlü iletken nesne, topraklanması, toprağa bağlanması koşuluyla doğal birer yıldırımdan koruma bileşeni veya elemanı olarak görev yapar.



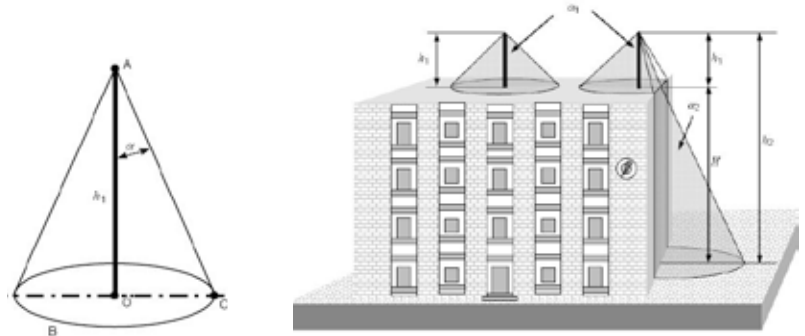
Şekil 7: Michael Faraday, İngiliz kimyacı ve fizikçi (1791-1867)

Bir yapıya yıldırım dört farklı yoldan gelebilir: yıldırım doğrudan yapıya çarpabilir veya yapının yakınına düşüp özellikle kapasitif kuplajla etkili olabilir ya da yapıyla bağlantısı olan hizmet tesisatları olarak adlandırılan su, gaz, elektrik, iletişim hatlarına yıldırım çarparak yapıya yıldırım akımı taşınabilir. Ya da bu hizmet hatlarından biri yakınına düşen yıldırımın yine endüksiyonla bu hatlarda gerilim endükleyerek yine bu hatların bağlı yapılarla yıldırım akımı taşınabilir (Şekil 9).

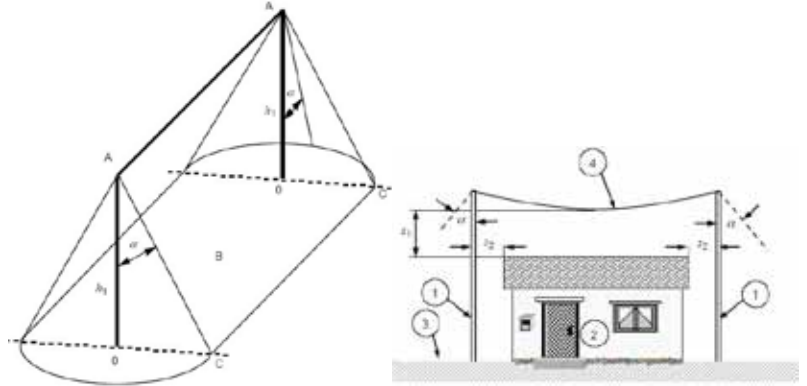


Şekil 9: Yıldırımın yapıya geliş yolları

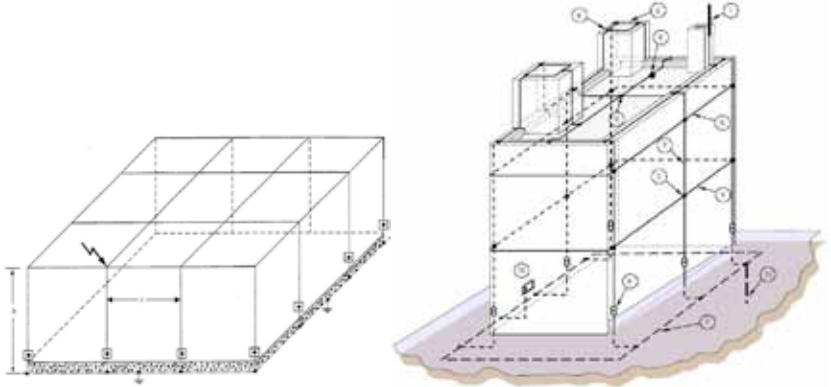
Yıldırımın akımı ve gerilimi, çoğu devredeki, şebekedeki akım ve gerilimlerden yüksek olduğu için aşırı akım ve aşırı gerilim olarak önlem alınmasını gerektirir. Bu önlemler, aşırı akıma ve aşırı gerilime göre önlemler olarak farklılık gösterir. Yıldırım aşırı akımlarını önlemek veya azaltmak ve böylece korunmak için sigortalar veya yükselen akımla direnci artırarak akımın geçişine direnç gösteren yarıiletken diyot, metaloksit



Şekil 5: Franklin (yakalama) çubuğu, koruma bölgesi (konisi) ve bir uygulama örneği



Şekil 6: Koruma teli, koruma bölgesi ve bir uygulama örneği



Şekil 8: Faraday kafesi ve bir uygulama örneği

direnç gibi akım yolu üzerinde yani seri bağlı yani aşırı akımın içinden geçtiğinde görevini yapan elemanlar kullanılmalıdır. Yıldırım aşırı gerilimlerine karşı ise atlama aralıkları, parafudrlar başlıca kullanılabilir seçeneklerdir. Bu önlemler bir devreye, bir yapıya giren yıldırım akım ve gerilimlerin zararlı etkilerinden korunmak için alınacak önlemlerdir.

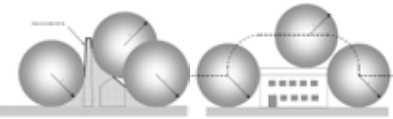
Yıldırımdan yapıya girmeden, yapı dışında korunmak için yıldırımın doğrudan çarpabileceği yerlere yıldırımlik tesisatı oluşturulmalıdır. İlke, yıldırımlik tesisatını oluşturan iletken

ve bağlantılar akımın geçişine olabildiğince az direnç gösterecek kesit, uzunluk ve malzemeden seçilmiş ve yapılmış olmasıdır (Şekil 10). Böylece yıldırım akımı toprağa salınarak yük dengesi kurulur. Çubuklarla korunmada düşünce, çubuğun ucunun topraktan veya toraklı yapıdan olan yüksekliğe kadar taban yarıçapına sahip koni hacmini koruyacağıdır. Bazı durumlarda düşey çubuk yerine yatay iletkenler, koruma telleri kullanılır. Bunların da koruma bölgeleri koruma açısıyla tanımlı, telin altındaki prizma biçimi bölgelerdir.



Şekil 10: Yıldırımlik tesisatı iletkenleri (yakalama ve indirme iletkenleri)

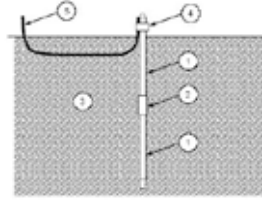
Koruma bölgesi, yıldırımın doğrudan çarpamayacağı bölgedir. Korunacak canlıların ve varlıkların bu bölge içinde kalacakları şekilde tasarlanmalı ve uygulanmalıdır. Yakalama çubukları doğrudan yapı üzerine yerleştirilebileceği gibi yapıdan ayrı bir direk, kule gibi yüksek yapıların üzerine de yerleştirilebilir. Genelde basit geometrili, fazla girinti-çıkıntısı olmayan yapılar için yakalama uçları yeterli koruma açıları ile koruma sağlar. Karmaşık yapılarda yuvarlanan küre yöntemi kullanılarak yuvarlanan kürenin yapıya dokunduğu yerlere yıldırımdan koruma iletkenleri yerleştirilmelidir (Şekil 11). Yuvarlanan küre, merkezi yıldırımı ucu olmak üzere boşalmanın olabileceği noktaların geometrik yeri olan bir küredir. Faraday kafesi tüm yapılar için güvenli bir dış yıldırımdan koruma önlemidir.



Şekil 11: Yuvarlanan küre yöntemi.

Bir yerde yıldırımdan koruma uygulamasına karar vermek için o yerin yıldırım tehlikesinin (riskinin) akım olarak, hasar oluşum sayısı olarak, hasar sayısı ve miktarı olarak bilinmesi gerekir. Ayrıca yapının korunmasının önemi, hasar durumunda ortaya çıkacak can kaybıyla, ekonomik bedelle, kültürel miras kaybıyla, iş kaybıyla ölçülür. Bunlara göre yıldırım karşı koruma yapıp bir harcama yapılırsa bu harcama, koruduğu değerden veya ortaya çıkacak hasarın

bedelinden yüksek olmamalıdır. Sonuçta yıldırımdan korunmaya karar verildiğinde bunun da düzeyi düşülmelidir. I-II-III ve IV olarak numaralanan dört koruma düzeyi vardır. I düzeyi en hassas, IV düzeyi en kaba koruma düzeyidir. Yapılacak işler, koruma düzeyine göre koruma açılarıyla, yuvarlanan küre yarıçapları ile, malzeme, boyutlandırma, konumlandırma ve yapılış biçimleriyle standart ve yönetmeliklerde tanımlanmıştır (Çizelge 1). Ülkemizde ve Avrupa'da TS EN 62305 serisi, tanımları, kuralları, uyarıları, uygulamaları veren dört adet "Yıldırımdan Korunma" standardı mevcuttur. Bunlara beşinci olarak yıldırım geçen iletkenler çevresindeki elektromanyetik alanlardan koruma standardı da eklenecektir. Bu kapsamıyla standartlara uymaya çalışmak yıldırımdan korunma güvenliğini arttıracaktır.



K o -  
r u m a n ın  
b a ş a r ı m ı,  
y a p ı l a c a k  
t o p r a k l a m a  
y a n ı n d a  
e ş p o t a n s i y e l l e m e  
d e t e m e l b i r k o r u m a  
ö n l e m i d i r . Ç ü n k ü a y n ı p o t a n s i y e l d e k i  
n o k t a l a r a r a s ı n d a p o t a n s i y e l f a r k ı

Bunu için çubuk, şerit, halka, ağ ve bina topraklamasından yararlanılabilir (Şekil 12). Topraklama yanında eşpotansiyelleme de temel bir koruma önlemidir. Çünkü aynı potansiyeldeki noktalar arasında potansiyel farkı

yani gerilim olmayacağı için gerilime, aşırı gerilime bağlı atlama, delinme ve yüksek akım geçişine neden olma gibi olaylardan korunmuş olur. Eşpotansiyelleme binanın yükselen kısmında yapıldığında kuşaklama olarak söylenmektedir. Yalıtımda pek çok durumda etkin bir koruma önlemidir.

Yıldırımliğin uç noktalarını topraklayıcıya bağlayan iletkenlere indirme iletkenleri denir. Bir yıldırımlik tesisatında en az bir, genellikle iki indirme iletkeni kullanılır. İndirme iletkenleri akımı toprağa ileten iletkenler olduğundan sayısının çok olması hem akım dağıtımını kolaylaştırır hem de bu iletkenler çevresindeki elektromanyetik alan düzeyini azaltır. İndirme iletkenleri arasındaki uzaklık koruma düzeyine göre değişmektedir, 20 m'yi aşmamasına dikkat ederek daha yakın aralıklarla döşenebilirler (Çizelge 2).

Çizelge 2: İndirme iletkenleri arasında ve kuşaklama iletkenleri arasındaki uzaklıklar

YKS sınıfı	Uzaklık [m]
I - II	10
III	15
IV	20

Burada özetlenen bilgiler ülkemizde ve Avrupa'da kullanılmakta olan TS EN 62305 serisi "Yıldırımdan Korunma" standartlarını göz önüne almaktadır. Yıldırımdan korunmak en azından bu standartlara uymayı ve uygulamayı gerektirir.

Çizelge 1: Yıldırımdan koruma düzeyine göre yuvarlanan küre yarıçapları, kafes boyutları ve koruma açısının en büyük değerleri

Korunma yöntemi	Yıldırımdan koruma düzeyi			
	I	II	III	IV
Yuvarlanan küre yarıçapı [m]	20	30	45	60
Kafes göz boyutları [m x m]	5 x 5	10 x 10	15 x 15	20 x 20

Koruma açısı,  $\alpha^\circ$

(h: yakalama çubuğunun uç noktasının yerden yüksekliği)