

Binaların Yıldırıma Karşı Korunması

UBK: 621.316.94; 621.S16.99

*

Yazan :

Luclen LEVEtLLEY

Çeviren :

Raaim NİKSARLI

ÖZET

Bu yazıda kısaca yıldırımın oluş şekli ve yerelleştirilmesi açıklanmış, yıldırıma karşı geleneksel koruma yolları karşılaştırılmalı olarak verilmiş, radyo aktif paratonerlerin özellikleri üzerinde daha etraflıca durularak yararları belirtilmiştir. Aynı paratoner yapımı ve topraklamalarında dikkat edilmesi gereken noktalar anlatılmıştır.

SUMMARY

In this article; the lightning event and its probable locations is shortly described. The traditional protection methods against lightning and the properties of radioactive lightning arresters and their advantages over the others are explained. The important points that must be taken into account in constructing the lightning arresters are explained.

1. GİRİŞ

Bütün doğa olayları içinde yıldırım, belki gürültüsü ve önüne geçilemeyen özelliği dolayısıyla uzun zamanlar insanları en çok korkutanı olmuştur.

Fransa'da halk özellikle siklonlar, depremler ve volkanik patlamalar yanında, yalnız yıldırım) doğrudan öldürücü olarak bilmektedir. Korunma çarelerinin genelleştirmesine rağmen yıldırımdan yılda 120 kişi ölmektedir.

Bununla beraber Fransa için yıldırım ve dolunun yaptığı zararın yılda ortalama 300 milyona ulaştığı gösterilebilir. Ziraat Mühendisi M. Jean Lemoine'a göre Fransa'da yangınların % 16'sı yıldırımdan meydana gelmektedir. Bu rakamlar gözönüne alındığında sürpriz gibi -3e olsa görülür ki, 20 yıla yakın zamandan beri Sinalarda yıldırıma karşı korunma ihmal edilmektedir. Komşu memleketlerde, örneğin Belçika'da paratoner özel evlere kadar tamamen yayılmıştır; Fransa'da görüldüğüne göre resmi binalara yapılmış, evlerde oturanlar kaderlerine terkedilecek şekilde paratonerden mahrum bırakılmışlardır.

Bu türden kazalar biraz yakından araştırılırsa önce bacaların tahribatı görülür. Bunlar daha Herde açıklayacağımız delillere göre yıldırımın e/sok isabet ettiği yerlerdir ve tag veya briketlerin düşmesi ile de ciddi tahribata sebep olurlar. Bir çok durumlarda duvarlar duman yolu boyunca yanılırlar.

Nedeni yıldırım olan yangınlara gelince, bunları akıp giden paralar. Bu yangınlar, yıldırımın kendi yolu boyunca bütün yanıcı maddeleri tutuşturması sonucu çok ciddidirler; özellikle doğramalar ufak bir yangın başlangıcında hemen tutuşurlar ve bu yanışa göre yardımın gelişi çok

geç kalır. Bu konuyu çan kuleleri özellikle açıklamaktadırlar.

Yıldırımın binalar üzerindeki tehlikeleri üzerinde daha fazla durmak yararsızdır. 18 ve 19'uncu asırlarda bulunan Franklin paratonerinin, etkisinin azlığına rağmen bugüne kadarki başarısı, yıldırımın binalar için ne kadar endişe verici olduğunun delilidir.

2. YILDIRIMIN OLUŞ ŞEKLİ VE YERELLEŞTİRİLMESİ

Günün koşullarına uygun olarak yıldırımdan korunma çarelerine geçmeden önce yıldırımın oluş şekli üzerinde bir kaç kelime söyleyip bu konudaki bilgilerimizi özetlememiz gereklidir. 1929'da İngiltere'de Dr. Simson ve Fransa'da Puy-de-Dôme Gözlemevi Müdürü M. Mathias uzun yıllara dayanan araştırmalarını yayınladılar. Yine bu araştırmalardan C.T.R. Wilson, Johan-nesburg Gözlemeviden F. C. Halliday, Coloba (Bombay'ın eyaleti) Gözlemeviden S. K. Banerji L.Jncoln'da (Nebraska) J. C. Jensen gibi araştırmacıların buldukları sonuçları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

Bulutlar, ortası az miktarda iletken, hava içinde toplu hareket eden yalıtılan maddeler niteliğinde, elektrik yükü taşıyıcılarıdır. Yüklerin bulut içindeki dağılımı uzun tartışma lara konu olmuştur. 1937'de Simpson'un balon sondası yardımıyla yapılan kayıtlardan anlaşılmaktadır ki, bulutun orta kısmı negatif ve üst kısımları pozitifdir. Ayrıca çok defa bulutun bazı alt kısımlarında düşey olarak yağmur üreten bölgelerinde, kazan da başka yerlerde yerel pozitif yük yoğunlaşmaları görülmüştür. Bu yüklerin meydana gelişi ve doğuş biçimi henüz tartışma konusudur.

Eğer iki farklı kutup arasındaki gerilim veya bu kutuplardan biri ile toprak arasındaki gerilim yeterli bir değere ulaşırsa bir kıvılcım meydana gelir.

Le Haut-Parleur, S.1317, Temmuz 1971, dergisinden çevrilmiştir.

Bir fırtına bulutu gibi lyonsuz ortamda kıvılcımın yayılma şeklini biraz yakından inceleyelim. Kıvılcım, rastladığı atomları gökle iyonize ederek yayılır. Bu atomlar, pratik olarak kütlesi sıfır olan ve pozitif yüklere doğru büyük bir hızla giden elektronlar kaybederler. Bulut içinde iki bölge arasında bir ilk kıvılcımın meydana geldiğini farzedelim. Bu anda negatif olan elektronlar, bulutun pozitif taraflarına itilip nötrleştiklerinden bu kıvılcım etrafında bir tüp gibi kararlı ve pozitif iyon grubu meydana gelir. Bu tüpün son ucunun pozitif gerilimi büyüdüğünden kıvılcım, etrafındaki komşu molekülleri iyonlaştırarak bulutun negatif bölgesine kadar yoluna devam eder. Bundan sonra bulut içindeki yüklerin dengesizliği dolayısıyla pozitif bölgelerden negatif bölgelere doğru saçaklar şekli¹ kıvılcımlar devam eder. Bulut ve yer arasındaki olaylar da bunların tam benzeridir. Bulut merkezî bölgesi pozitif ise kıvılcım hava içinde endüksiyon ile etrafını yükleyerek ve buluttan yere doğru saçak meydana getirerek yayılır. Esasen çok defa görülmüştür ki, bazı saçaklar yere kadar ulaşamaz.

Eğer bulut merkezî bölgesi negatif ise komşu hava bölgeleri ve yerdeki çıkıntılı bölgeler endüksiyon ile pozitif olarak yüklenir. O zamanda bu çıkıntılardan birine doğru çıkan kıvılcım saçaklanarak bulut ile bu çıkıntıyı birleştirir. Buraya kadar söylediklerimizden anlaşılmalıdır ki, Globe du Piç du Midi Fizik Laboratuvar Müdürü M. Dauaere'ın de dikkati çektiği gibi, havanın iyonizasyonu, belirli olarak aynı zamanda kıvılcımın yönüne, yol boyunca yere kadar olan şiddetine ve düşüş yerinin durumuna etkili olarak bağlıdır.

M. Dauzere ve çalışma arkadaşları Pireneler'de ve güney batıda yıldırımın düşüş yerleri, düşmüş yıldırımların benzerlikleri ve bunda yerin özelliğinin rolü hakkında yaptıkları önemli araştırmalar yardımıyla aşağıdaki sonuçlara varmışlardır :

1. Yıldırımın düşüş yeri genel olarak yerin Jeolojik yapısına bağlıdır; volkanik kayalıklar, özellikle granitler çok yuvarlama maruz kalmaktadır. Tortul kitleler, özellikle kalkerler çok seyrek yıldırıma maruz kalmaktadır.
2. Çeşitli arazi yapılarını birleştiren hat boyunca meydana çıkmış, sivrilmiş yerler de bunlardır.
3. Eğer havanın iyonizasyon derecesi ölçülecek olursa, görülüyor ki, iyonizasyon derecesinin maksimum olduğu yer, yıldırımın tercih ettiği yerdir. Bunların arasında en yüksek iyonizasyon derecesi olan yerde yıldırımın başlangıç veya doğuş yeridir.

M. Viel ve Gibrat'ın son çalışmaları da, M. Dauzere'ın tehlikeli bölgelerin saptanmasındaki

çalışmalarını doğrulamıştır. Bu çalışmalar sadece toplam iyonizasyonun (fcğil, fakat aynı zamanda negatif iyonizasyonun pozitif iyonizasyona oranının da çok önemli olduğunu göstermiştir. Ne olursa olsun bu çalışmaların sonucu göstermiştir ki, basit bir jeolojik etüd veya mümkünse hava iyonizasyonun ölçülmesi ile tehlikeli bölgelerin önceden saptanması mümkündür.

Bazı durumlarda ve özellikle patlayıcı bir madde deposu yapılması veya bir enerji nakil hattı inşaatı söz konusu olduğu zaman, tehlikeli bölgelerden kaçınılması özellikle önemlidir. Sunuda unutmamak gerekir ki, bu bölgeler yerel olabilir, hava iyonizasyonu mağara ve uçurumlar civarında artabilir, buralarda suların sürükleyip getirdiği radyo-aktif maddeler iyonizasyonu şiddetlendirebilir.

8. YILDIRIMA KARŞI KORUNMA

Yıldırımdan korunmak için onun elektriksel yapısı hakkında da bilgiler edinmek gerekmiştir, ilk ciddi korunma teşebbüsleri 18. yüzyıldan ötelere gidemez. Eski çağlarda ciddi bir neden göstermeden bazı ağaçların koruyucu niteliklerine inanıyorlardı. Columelle'e göre etruskler bu amaç için evlerinin üstünü beyaz üzüm asma dalları ile örtüyorlardı. Pline defneyi tavsiye etmektedir. M. Arnold Roth'un ifade ettiğine göre bir isviçre atasözü kayınların aranmasını, meşelerden kaçınılmasını tavsiye etmektedir.

H. de Graffigny'ye göre 1754 yılında Moravie de Prenditz papazı 10 metrelik bir sırt ucuna birçok çubuklara ayrılmış metal bir haç demeti ile hepsini topraklayarak ilk paratoneri yapmıştır. Bu cihaz vazifesini yapmaya vakit bulamadı. Çünkü bunu, kuraklığa sebep olduğu gerekçesiyle köylüler indirdiler. 1760'da Philadelphie'de Franklin'in deneyi yer almaktadır ki bu, bugün büyük binaların çoğunluğunda gördüğümüz paratonerdir. Bu, ucu sivri bir metal çubuk ile bunu toprak bağlantısına kadar götüren bir iniş telinden meydana gelir. Franklin paratoneri, meydana çıkmasından kısa bir süre sonra Avrupa'da hızla yayıldı, ingilizler Wilson'un ısrarlı tavsiyeleri üzerine Franklin sivri ucunun yerine süratle birer kürecik koymaya başladılar. 1783'de Saint-Omer belediyesi M. Boisval'ı binasının üzerindeki paratoneri sökmeye zorladı. Bu adam da Arras divanı önünde Belediyeyi dava etti ve davayı kazandı. M. de Boisval yeni tanınmaya başlayan bir avukat M. de Robespier yardımıyla bir savunma örneği verdi. 1784'de bir resmi daire, bütün limanları dolaşıp gemilere paratoner yaptırmakla görevlendirildi. Nihayet 1790'da Barbeu Dubourg adındaki bir mucit şemsiye-paratoneri uygulama deneylerini yapıyordu. Franklin paratoneri bu değişimden sonra bir daha önemli bir değişikliğe uğramadı

Anlatmaya çalıştığımız Franklın paratonerinin bugünkü şekliyle çalışması şöyledir; Metal çubuğun varlığı eşpotansiyel düzlemi deforme eder ve sıfır düzlemini yukarı doğru götürür, bunun üstüne de paratonerin sivri ucundan uçan iyonlar bu noktada gerilim yoğunluğunu artırır. Buradan devamlı iyon çıkışlarının bulutun elektrik yükünü nötrleştirdiği kabul edilir.

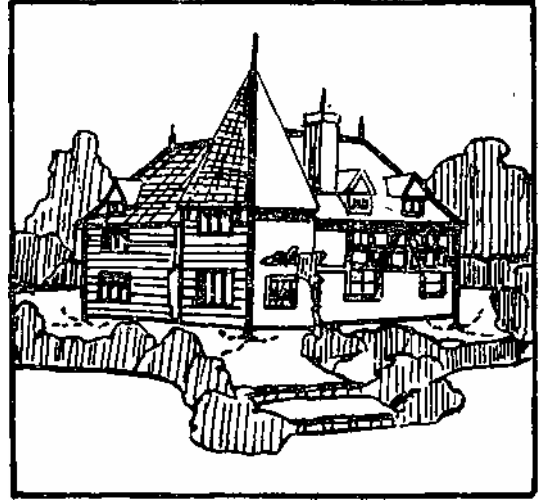
o

Yıldırımın belli bir uzaklıktaki komşu bölgeye düşmektense paratoner üzerine düşeceği kabul edilir. Bu belli uzaklığa paratonerin etki yarıçapı denir

Paratoner çubuğundan ölçülen bu «etki yarıçapı» muhakkak ki kesin bir anlam taşımamaktadır. Bu konuya biraz işin edelim. Schoffers'in önemle dikkati çektiği gibi 19. yüzyılın başlarında fizikçi Charles ve Gay-Lussac bir paratoner çubuğunun etki yarıçapı olarak bu çubuktan itibaren çubuğun iki kat boyunu veriyorlardı. Bu rakam azar azar küçülmüş, koruma bugün hemen hemen ortaklaşa çubuk boyuna eşit olarak kabul edilmiştir.

Bununla beraber hiç bir şekilde teorik olarak bu konuda herhangi bir rakam tesbit etmek mümkün değildir. Uygulanıyor göstermektedir ki, Franklın paratoneri konduğu yeri korumaktadır. Fakat bu koruma bölgeleri herhangisi bir bölgeye kadar uzayamaz.

Faraday kafesi paratonerinin ilkesi bambaşkadır. 1884'de belçikalı fizikçi Melsens büyük binaları, binayı üstten metal şerit ve tellerle Faraday kafesi içine alarak üstte sivri uçlar koyarak bu kafesin tellerinin hepsini de topraklayarak, yıldırımdan koruma amaçlarını yaptı (Şekil 1) Bir metal silindir içine bir elektroskop konduğu zaman elektroskop silindir dışındaki bir elektrostatik makineden etkilenmez, bu silindir elektriksel olarak makineye bağlansa bile elektroskopu etkileyemez. Faraday'ın bu laboratuvar deneylerine dayanarak doğmuş olan bugünkü paratoner halen her yerde kullanılmaktadır. Bu aynı zamanda göstermiştir ki, silindir dolu olmayıp kafes şeklinde veya örgü şeklinde de olsa koruma olmaktadır. O halde bir binanın bütün dış yüzü bir metal örgü ile kaplanırsa bina dışarıdan gelen elektrostatik yüklerin hemen hemen hiç etkilenmeyecektir diye kabul edilebilir. «Hemen hemen» diyoruz çünkü bu olayın matematik teorisinde şu hipotez çok unutulmaktadır : Bir ekran meydana getiren bir yüzey sürekli ve sonsuz iletken olmalıdır, eğer bu tabaka kesikli ve bazı açıklıkları bulunuyorsa ya da iletkenlik kötü ise dışarıdaki olan değişimler az veya çok zayıflayarak iç kısımlarda da kendini hissettirir, önemli olmasına rağmen ekonomik düşüncelerle teorisinin bu bölümünü unutarak Faraday kafesini, kafes aralıkları daha geniş, metal iletkenler arası biraz daha açık, nihayet iyi iletken ol-



Şekil 1. Melsens paratoneri (Faraday kafesi tipi paratoner).

mayan metalleri de paratoner olarak sürekli kullanılmış görüyoruz.

Orta büyüklükte bir ev için çok defa görülen, duvarların dört köşesinde dört metal çubuk ve damda birkaç demet sivri uçtur. Bu tip paratonere fazlaca güvenmek hayal olur. Bu tip paratoner de maalesef yaygındır. Fransa'da Faraday kafesinin etkili bir şekilde paratoner olarak kullanıldığı binalar sadece patlayıcı madde depoları, bazı hidrokarbür depoları ve açık denize kurulmuş deniz fenerlerinden ibarettir. Schaffers, Faraday kafesinin paratoner olarak kullanılmasında çok önemli bir hataya daha işaret etmektedir. Binanın etrafındaki kafesin, aynı zamanda zeminde toprak içinde de binayı çevrelemesi gerektiği unutulmaktadır ve bu bölümlerde toprağın iletkenliğine güvenilmektedir. Birçok hallerde bu iletkenlik yetersizdir. Tipik bir örnek olarak burada Mont Blanc Observatuar'undan bahsedebiliriz. Burası bakır levha ile örtülmüş, bir çubuk ve ucunda sivri uçlarla teçhiz edilmiştir. Bütün bu tedbirlere rağmen tourası da yıldırımlara maruz kalmıştır. Aslında bu bina epeyce kalın bir kar tabakası üstüne kurulmuştu ve kar iletken değil fakat oldukça iyi bir yalıtım özelliği gösteriyordu. Bu koşullarda kafesin, yalnız dam ve duvarlarda örttüğü yerleri koruyacağı ve tam bir koruma yapamayacağı gerçeği şaşırtıcı değildir

Son olarak günümüzün paratonerlerine geliriz. İkazlı radyoaktif paratoner. Görmüştük ki, M. Duzere'in çalışmalarına göre, radyoaktif kaynaklar ve radyoaktif suların ya da sellerin yatakları, çok yakında yüksek yerler olmasına rağmen özel olarak çok yıldırım tarafından bulunmaktadır. Bu durum, radyoaktif maddelerin ışınlanması sonucu iyonlaşarak kısmi iletken ortamlar meydana getirmesi sonucudur. M. Dau-

zere'in ,bu çalınmaları zaten Rusya'da 1930'da Dnieprostoin Ağrılıklar ve ölçüler Merkezi Bürosunun isteği üzerine M Bogoisvlansky tarafından doğrulanmıştır Deneyler farklı iki köyde dört farklı ölçü yöntemi kullanılarak yapılmıştır; bu deneyler yerdeki radyoaktivite bulunan yerlere yıldırımın düştüğü sonucunu doğrulamıştır.

O halde bir paratonerin ucuna yakın bir yerine bir radyum, tuzu konsa, bunun, paratonerin üstündeki havayı iletken hale getireceği sivri uçlardan elektrik yüklerinin akmasını kolaylaştıracağı ve bulutlardan itibaren deşarjların paratonere kadar geleceği tahmin edilebilir.

Radyoaktif paratoneri erle ilgili ilk deneyler 1914 yılında yapılmıştır. Fizikçi Hongrois Szillard Bilimler Akademisine sivri uçlu paratonerler üzerine radyum tuzu hoarak yaptığı deneyleri sundu. Bu deneyde kılındığı şey 4 metre uzunluğunda bir çubuk, ucunda bir sivri uç ve sivri uca yakın bir yerde de radyoaktif madde bulunan bir diskden ibarettir. Laboratuvarda bir küçük statik makinayı çalıştırarak bir elektrometrenin göstergesini saptırmayı ya da bir Geissler tübünü ışıklandırmayı başardı. Bu deneyi dışarda da yaptığında gördü ki, bu sistemin gönderdiği akım, şok, iyonizasyon ve arklann doğurduğu akımı da hesaba katmaksızın normalin bir milyar katı artmaktadır. Bu deney uzun zaman bilimsel bir merak hr.linde kaldı. Szillard'ın kullandığı radyumun doı,u epeyce yüksekti ve bu cihazın fiyatını aşın derecede yükseltiyordu. Diğer taraftan cihazın fiyatını önemli derecede arttırmayacak kadar düşük dozda radyum kullanıldığı zamanda elde edilen cihaz, Franklin paratonerinden ciddi bir üstünlük sağlamıyordu. 1932'de Szillard'm radyoaktif paratonerine, atmosfer elektriklenmesinden faydalanarak, toprağa bağlı uçlardan çıkan iyonları ve paratoner tarafından üretilen iyonları hızlandırıcı bir sistem ilâve edilmesi fikri aogdu. Bu paratoner şimdi «helita paratoner» adıyla bilinmektedir. Bu cihazlar Franklin paratonerinden şu bakımdan ayrılırlar; Yine yıldırım darbesinin yönlendirilerek belirli bir iletken toprağa götürülmesine çalışırlar, fakat sivri uçtan çıkan çok az miktarda değil de miktarı her zaman sabit ve çok olan radyumun ışınladığı iyonlarla yaparlar bu işi. Yukarıda da dediğimiz gibi Szillard saptadı ki, radyumun kullanılması paratoner tarafından ışınlanan iyonları büyük bir katsayı (1 milyar) kadar artırır. O halde buradan hükmedilebilir ki, bu durumda bulutların yükü yıldırım düşmeden de büyük ölçüde azalır. Radyumlu paratonerle korunmuş; bir yere aüşen yıldırımların sayısı, burada bulutların büyük ölçüde yüklenmelerine fırsat bulamayışlarından dolayı diğer yerlerden çok az olacaktır. Bir radyoaktif sivri uç tarafından ışınlamalarla iyonlaşan havanın iyonları

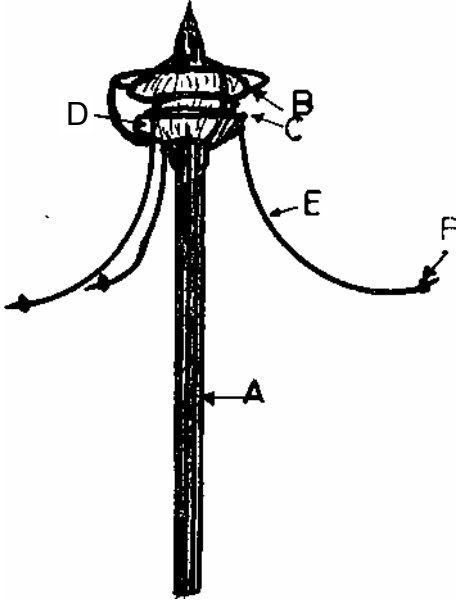
bulut ile paratoner arasında iletken bir yol meydana getirir ve önemli büyüklükte bir etkili bölge meydana gelmesini sağlar Kuşkusuz bu etkili bölge sivri ucun sıfır gerilimli yüzeyin üstündeki yüksekliğin? bağlıdır. Bu aynı zamanda radyum miktarına ve ileride göreceğimiz gibi atmosferin az veya çok fırtınalı oluşuna da bağlıdır. Elbette ki radyumun dozu büyük bir önem taşımaktadır ve bu diğer kısımları hiç değiştirmeden paratonerinin etki yarıçapını değiştirmeyi sağlar. Szillard'm deneyleri oldukça yüksek dozlarda yapıldığından, tormal olarak paratonerler bu dozda imal edildiğinde fiyatı kabul edilemeyecek bir düzeye çılcandır. Eğer doz, fiyat bakımından uygun olabilecek bir düzeye indirilse o zamanda cihazın etki bakımından beğenilemeyecek düzeye inmesi riski vardır. Bu konuda şunu hatırlatalım ki, bir miligram radyum saniyede 2,8.10¹⁰ iyon çifti üretir. Burada iyon emisyonunu artırma fikrine gidemeyiz. Fizikçi ve kimyacılar radyum ışınlamasının tam olarak sabit olduğu ilkesini koymuşlardır, fakat iyonların hızını bir hızlandırıcı gerilim kullanarak, klasik bir yöntemle arttırmak mümkündür. Bu yüksek gerilimi elde etmek için ek bir sisteme gerek yoktur. Atmosfer geriliminin kendisi kullanılacaktır.

4. RADYOAKTİF -HELİTA» PARATONERİ

Bu aşağıdaki elemanlardan meydana gelir: Merkezde bir metal çubuk (A) vardır. Bu iniş teline, bu tel de aşağıda toprak prizine bağlıdır, metal çubuğun üstünde bir porselen başlık (B) vardır, bu başlığın da üzeri suda çözülmeyen bir radyum tuzu ile kaplanmıştır Bu radyum taşıyıcı çeşitli atmosferik etkilere dayanıklı ve önyü sonsuza yakındır. Radyumun kitlesinin yarısına inmesi için 1850 sene geçmesi gerekmektedir. O halde bu yönden paratonerinin zayıflaması diye bir tehlike yoktur. Radyoaktif parçanın altında bulunan bir metal disk (C) bir yalıtkan parça (D) üzerine oturmuştur ve buna metal antenler (E) bağlıdır. Bunlar paratonerden uzaklaşacak şekilde dışa doğru uzarlar ve uçlarında bir radyoaktif ronaldela (F) vardır. Bu düzen fizikçiler tarafından iyi bilinen ve gözlemlerde duman veya sıvı gerilim prizi yerine geçm bir çeşit gerilim prizidir.

4.1. Radyoaktif helita paratonerinin çalışma tekniği :

(C) metal diski bu gerilim prizleri sayesinde, paratoner çubuğundan olan uzaklığa göre belli bir atmosferik gerilim tabakasında bulunur. Bu gerilim, çubuk ilke olarak toprak geriliminde olduğundan diskin çubuğa olan uzaklığına göre oldukça yüksek ve pozitifdir. O halde aranan sonuç bulunmuştur : Radyum civarına gerilimi yüksek metal bir yüzey konmalıdır. Daha önce paratonerinin etki yarıçapı atmosferin az veya çok fırtınalı oluşuna bağlıdır demiştik. Atmosferdeki gerilim gradiyenti yani iki tabaka, ör-



Şekil z. Radyoaktif «helita» paratoneri.

neğin 1 metre aralıkla iki tabaka arasındaki gerilim farkı havanın fırtınalı oluşu ile büyük ölçüde artar. Nonmai olarak toprağa yakın bölgelerde 100 V/m olan bu gradient fırtınalı havada bazan birkaç bin voltu bulur. O halde bu paratonerde kullanılan hızlandırıcı • gerilim şiddetlendikçe veya yakına geldikçe artmakla ve dolayısıyla paratonerin etki yarıçapı tehlike arttıkça büyümektedir. Bu, şu iki tedbirin birleştirilmesidir. Radyumun kullanılması ve bununla etki yarıçapının hızlandırıcı bir gerilimle önemli ölçüde artması. Bu paratone üzerine çegitli laboratuvarlarda deneyler yapılmıştır. Gif radyoaktif laboratuvarında aşağıdaki deneyler yapılmıştır. Gerilim kaynağı olarak 7 tabakalı 70.000 V civarında gerilim üreten elektrostatik bir makina kullanılıyordu. Makinanın uçlarından biri toprağa diğeri yalıtılmış, bir küreye bağlanıyordu. Bu paratone küreden 4 metre uzağa yerleştirilmiş ve bitişik bir odada bulunan hareketli armatürlü yazıcı bir elektrostatik voltmetreye bağlanmıştı. Elde edilen değerler aşağıdadır :

— Çıplak paratone çubuğu ile 250 V elde edilmişti.

— Bu radyoaktif başlıklı paratone çubuğu ile 970 V olmuştu.

Radyoaktif başlıklı paratone çubuğu ve ikaz elemanları ile de 1080 V elde edilmiştir. Bu deneyler Delft (Hollanda) Üniversitesi Laboratuvarında Prof. Zvvikker tarafından da yapılmış ve benzer sonuçlar ekle edilmiştir. İşte onun elde ettiği birkaç sonuç :

— Elektrostatik kuramlar ve daha evvel bahsedilen deneyler gözönünde tutularak emin olunabilir ki, radyoaktif sivri uç civarındaki havayı iyonlaştırır.

— Yakında bulunan bir fırtınanın yarattığı elektrostatik alanın varlığı dolayısıyla, iyon ve elektronlar, paratonerin üstünde meydana gelen kuvvet çizgilerini izleyerek hareket eder ve yollar boyunca iletken bir kolon meydana getirirler.

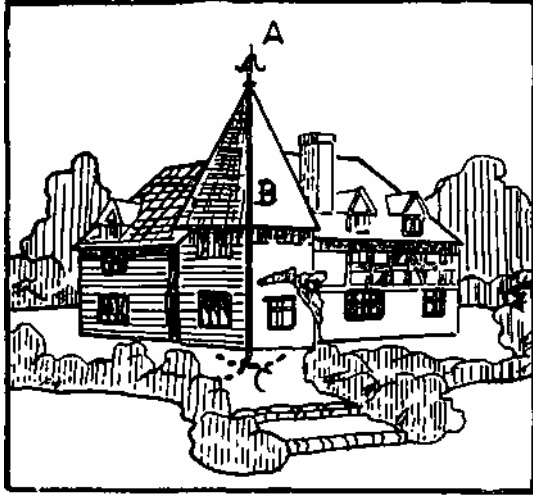
— Bir yandan degarj akımı büyürken diğeryandan bulut deşarjının sivri ucu bulması kolaylaşmış olur.

— Pratik olarak ıbir radyoaktif sivri ucun etki yarıçapı normal bir sivri ucunkinden çok daha büyüktür.

Bu sonuçların tamamı, Prag Üniversitesinde atmosfer elektriği profesörü Dr. Bohouneck tarafından da doğrulanmıştır.

4.2. Radyoaktif helita anteninın pratik etki yarıçapı :

Kuşkusuz paratonerin pratikteki görevi ile ilgili deneyleri yapmak çok nazik bir iştir. Bu cihazların kendi çalışma koşullarındaki dokümanlar araştırılmıştır. Dört şluk bir kullanma süresinden sonra birkaç yüz metrelik bir koruma bölgesi saptandığı emin olarak söylenebilir. Bu gerçeğin birkaç örneği şunlardır: Birçok büyük demiryolu kuruluşu bu paratoneri aynen almış ve sinyalizasyon şebekesinin, yıldırım darbelelerinden ve" yakına düşen yıldırımların etkileyeceği yüksek gerilimle-den korunmasında kullanmıştır. Bilinci deneme 9 paratonerle yapıldı. Birinci iş olarak Acheres ayırma garında 30 m'lik metal bir pilon üzerine konan büyük etki yarıçapı tek bir paratonerle deney yapıldı. Bu paratone kurulmadan önce sinyalizasyon postaları ayırma garının bütün yüzeyine dağıtılmışlardır, fırtına zamanında arızalar sigorta atması veya zamansız sinyaller verilmesi ile kendini göstermiştir. Bu paratone kurulduktan sonra 1933 Mayıs ayında bütün fırtınalar süresince bu paratonere 900 metre uzaklıkta bulunan sinyal postalarında hiç bir hatalı çalışma görülmemiştir, halbuki eskiden görülmekte idi. 1933 yılı 9 Ekiminde Nogent-le-Rotrou garındaki paratonere doğrudan bir yıldırım düşmesi görüldü. Işık ilkin dik olarak yere doğru inerken birden bire sert bir dirsek yapıp ilk yolunu değiştirip 900 metre kadar uzaktaki paratonere yöneldi ve paratonere çarptı, izlediği yol çok belirli bir iz şeklinde görüldü. Bu gözlemlerden sonra Paris-Le hattının çok yıldırıma maruz kalan bir bölümü, kısmi olarak radyoaktif «helita» anteni ile korundu. 1934 yılı ilk iki haftası içinde LisieuK üzerinde şiddetli bir fırtına patladı. Bu paratonerle konan bölümün gar elektrik tesisatında, ışık ve PTT hatlarında hiç bir anor-



Şekil 3. Radyoaktif hellta paratoneri :
 E. Radyoaktif paratoner
 B iniş
 D Toprak prizi (kazayağı tipi)

mallik görülmedi ki, koruma olmadığı zaman bunlar ciddi zararları uğruyorlardı. Massif Central Elektrik Enerjisi Nakil ŞlrkeH (Temaç), Truyere barajında üretilen enerjiyi alıp gönderen Ruyres merkezini bu radyoaktif paratonerle korudu. Bu paratonerin kuruluşundan sonra şunlar görüldü La Truyere sel yatağına düşen yıldırımlar gökte yatay bir ark şeklinde yürümekte ve gidip paratonere düşmektedir. 30 kezden fazla bu ilginç olay meydana gelmiştir. Nihayet Lüksemburg'da Rodange Ougree Madencilik ve Metalürji Şirketi bu radyoaktif paratoneri kurduktan sonra fabrikalarının üzerindeki fırtınaların azaldığını fakat civarda bir değişiklik olmadığını ilân etmiştir.

5. PARATONERLERİN İNİŞLEBİ

Paratoner inişleri sorunu Franklln paratonerinde olduğu gibi radyoaktif paratonerlerde de önemli rol oynar. Fakat bu önemlilik Faraday kafesine (Melsens paratoneri) göre daha azdır. Bu problemin önemi büyüktür ve öyle görünüyordur ki, her zaman tekniğin gerektirdiği itina burada gösterilmemektedir. Bir paratonerde inişin rolünü inceleyelim : Yukarıda yakalama ucuna aşağıda toprağa bağlı olan bu kablo veya metal şeridin görevi, bir yandan paratoner tarafından üretilen sürekli akımı iletmek, diğer yandan eğer bir yıldırım düşmüşse bu deşarj akımını çabuk ve zararsız bir şekilde gene toprağa iletmektedir. Bu akım, süresinin kısa olmasına rağmen çok büyüktür. Bu akımın karakteri bugün tam olarak bilinmiyor. Görüldüğüne göre titreşimli doğrultulmuş akım özelliğinde ve çok dik cepheli dalgaların birleşmesinden meydana gelmiş gibidir. Bunu aynı zamanda bir doğru, birde dalgalı akımın bileşkesi olarak da kabul edebiliriz. Yıldırımın ışık yoluyla son araştırmaları, iki tane objekti*! olan, iki zıt yönde defor-

me olmuş resimler çeken, bu resimlerin karşılaştırılmasına olanak veren bir fotoğraf makinası (Boys makinası) yardımıyla yapılmıştır. Güney Afrika'da Halliday, Collens, Malan, Hodges ve Schonland'ın bu aletle yapılan çalışmaları göstermiştir ki, her parlama ardarda birçok deşarjlardan meydana gelmektedir ve bunların herbiri de genel olarak buluttan toprağa doğru nisbeten yavaş giden bir deşarj ve bunun arkasından çok büyük hızda ve çok parlak olarak aynı yol üzerinde geriye doğru bir deşarjdan meydana gelmektedir. 1933 -1934 yıllarında Almanya'da Dr. Grunewold tarafından ve aynı zamanda Ajnerika'da General Electric CompanyMe yapılan ölçmelere göre, bu akımların şiddeti 1000 ile 200.000 A arasında değişmekte ve ortalaması 30.000 A civarında olmaktadır. Görülmektedir ki, paratoner inişleri oldukça büyük kesitte (50 veya 100 mm² olarak kabul edilebilir) olmalı ve titreşen kısımlarda cidar etkisi ile şelf endüksiyonu azaltacak şekilde bağlanmalıdır. Şelf endül-siyon, yıldırım iniş telini terkederek komşu parçalara yönelmesi (gaz, su veya elektrik şebekesi gibi) sonucu ciddi kazaları doğurabilir. Schaffers, problemin bu bölümü üzerinde direktmekte ve özellikle binanın metal kısımlarının aşağıda ve yukarıda paratoner iniş teline bağlanması gerektiğini savunmaktadır. Yalnız unutmamalıdır ki, bunların yapılması tehlikeleri önlemez. Eğer metal kitlesi bütün değilse, kesiklik yerlerinde arklar meydana gelmesi riski vardır. Gene bu nedenle eğer gaz ve su boruları bağlanıyorsa sayaçların şöntlenmesi gerekir.

Sırası gelmişken çok yaygın olan pratik bazı bilgiler konusunda parptoner kullananların dikkatini çekmek gerekir. Çelik konstrüksiyonla yapılan binalarda metal kısımların iniş iletkeni olarak kullanılması konusunda, bazıları fiyatı düşürmek için çelik konstrüksiyonu yukarıda yakalama ucuna, aşağıda toprağa bağlanmakta ve iniş tellerinin hiçbirini tereddütsüz kullanmamaktadırlar. Bu çözüm yolu tehlikelidir. Çünkü binanın metal konstrül-'Siyon elemanları boyalı ve paslıdır, dolayısıyla e'c yerleri iletkenlik bakımından kötüdürler. Kuruluş sırasında bunlar güzelce kazınıp temizlense bile pas tabakaları yine buraları yalıtımda gecikmeyecektir. Çatıya bir yıldırım düşmesi halinde kolayca akan yıldırım akıanı ile bu birleşme yerlerinde arklar meydana gelecek ve buda yangın tehlikesini beraber getirecektir. Ayrıca sistemin kimyasal dayanımı da burada önemli rol oynar. Paslı bir ek yerinin elektrik direnci çok küçük olmaz. Halbuki Faraday kafesinin koruma etkisi kafesin elektrik direncinin hemen hen.en sıfır olmasına çok bağlıdır. O halde çelik konstrüksiyonlu bir binada, bağımsız ayrı iniş telleri kullanılması gereklidir. Buda olmuyorsa konstrüksiyonun bütün parça-

larım bir metal parça ile birleştirip lehimlemelidir. Çok tehlikeli bir durum da betonarme bir bina veya şöminenin beton içindeki demirlerinin birkaç yerden tepede yakalama ucuna aşağıda toprağa bağlanmasıdır. Beton içindeki demirler arasında elektriksel bağlantı varsa bile çok kötüdür. Bu bağlantı var ve iyi ise bile bitişik bir bölüme düşen yıldırım demire erişip oradan toprağa gitmek için beton kısımdan geçmek zorunda kalacaktır. Bu geçişlerin ciddi hasarlara sebep olmayacağı söylenemez.

özet olarak bir paratonerden emin olmak için şunlar gereklidir :

1. iniş tellerini yaparken, şelf endüksiyonu bu yüttüğünden dolayı dirseklerden ve ciddi yön değişimlerinden kaçınılmalıdır.

2. Yine iniş tellerim o şekilde bölümlemeli ki şok akımı şiddetini mümkün olduğu kadar azaltın ve komşu inişlerden gelecek tehlike azalsın. Eldeki bu bilgiler ışığında tahmin ediyoruz ki, iniş telinin şekli de biraz önem taşıyor. Şerit şeklindeki çubuklar kuramsal olarak cidar etkisini azaltması bakımından avantajlıdır ve biz de bunu salık veririz. Ayrıca bunun işlenmesi de kabloya oranla daha kolaydır.

iniş iletkenlerin diğer elemanları ve bunların toprak bağlantısı, mekanik araçlarla kendi aralarında bir bütün haline gelmelidir. Perçinleme, vidalama, sıkma bileziği ya da manşonu, eğer lehimleme yapılıyorsa çok itina ile yapılmalıdır. Lehim, eğer tesisat yeni ise vidalamaya göre daha iyi bir temas sağlıyor görünür, fakat bunun iki sakıncası vardır : Birisi, paratonere doğrudan gelen bir yıldırımın doğuracağı sıcaklık lehimin eriyip parçalarının ayrılmasına ve bir sonraki yıldırım da hiç bir işe yaramasına sebep olur. ikincisi ise, kendinden olmayan bir lehimin çubuk veya kabloyu tuttuğu yerin korozyon için tam hazır bir ortam hazırlamış olmasıdır. Çünkü farklı elektrolitik gerilimde iki metal bir araya gelmiş oluyor. O hal'e ortalama bir lehimle yapılan bağlatmalarda zayıflatma tehlikesi vardır.

6. TOPRAK PRİZİ

Toprak prizi paratonerin önemli elemanlarından olan, bununla beraber çoğu kez ihmal edilen bir organdır. Uzun zaman toprak prizini silindir ya da saçak şeklinde metalden yapıp bir kuyu içindeki suya daldırmak ve fırtına yıldırım anında deşarjların buradan akmasını ummakta inat edilmiştir, öyle görünüyor ki bu düşünce, 18. yüzyılın elektrostatik deney sonuçlarına dayanan eski bilgilerin bir kalıntısıdır. Henüz elektrik teknolojinin büyük gelişmeleri paratoner teknolojisine girememiş ve bu konudaki yanlış alışkanlıklardan kurtulma konusunda savaş alanını terketmiştir. Saf su bir yalıtıcıdır. Kuyu suyu da öyle. Yalnız bazı özel hallerde iyi bir toprak bağlantısı ile zayıf bir iletkenlik sağlanabilir. Fakat kuyu içindeki toprak bağlantısı kötü olacaktır. Zaten bu tip toprak bağlantısı Fransa'da Çalışma Bakan-

lığının Ağustos 1934 kararnameyle yasak edilmiştir.

Toprak prizi problemi zaten çok uzun bir süre kuşku duyulacak gibi görünmediğinden karışıktır. Yıldırımdan toprağa gelen doğru akımın hiçbir zaman topraktan, örneğin telefon ya da telgraf akımlarında olduğu gibi bir dönüşü yoktur. Harcanması gereken çok büyük bir enerji çok yüksek bir gerilim altında ortaya çıkar ve çoğu kez hemen hemen yalıtkan özellik gösteren dünya üzerinde bir kondan atörün deşarjı gibi şaklar Bu konuda Almanya, Hollanda ve Belçika'da yapılan araştırmaların büyük bir yeri vardır. D. halde paratoner toprak prizi için su aramayı öngören bu eski gelenekleri kesinlikle terketmek gerekir. Bilimler akademisi paratoner bilimi için kaynaklan 1904 yılından bağlatır ki, bunlar da 1867'ye kadar uzana-ı metinlere dayanmaktadır Bunlarda şöyle denmektedir : En önemli koşullardan birisi paratoner iletkeninin deniz altı yüzeyine erişmesi ve bunun böylece birkaç kilometre devam etmesidir. Buna benzer bir yöntemin hiçbir güvencesi olmayacak ve maliyeti çok fazla olacaktır. Burada tam tercih edilecek yol 25 metrelik metal, bakır ve korozyona dayanım için üzeri kurşun kaplı, çubukların gittikçe açılan kazağayı şeklinde ve büyük bir yüzeye yayılacak şekilde yerleştirilmesi yada arazi buna uygun değilse dikine borularla benzer tesisatın yapılmasıdır. Çoğu kez dik boruların boyu kısa kalır; Laboratoire National d'Electricite'de yapılan en son deneylere göre doğru veya alternatif akım değil, bir kondansatörün deşarjı ile meydana gelen gök akımı büyük boyda bir düşey borudan meydana gelen toprak prizine verilir ve osilografda görülürse büyük bir görünen dirençle, gözönüne alman durumda 120 Q, halbuki diğer durumlarda 30 Q, karşılaşırlar. Bu durumda da yüzeydeki toprak prizinde dalgalı akım direnci daha büyüktür.

7. SONUÇ

Bugün geçerli olan düşünceye göre yıldırıma karşı iki korunma yolu vardır : 1 Faraday' kafesi (Şekil' 1'deki Melsens paratoneri gibi), itina edilerek (yalnız örttüğü yeri koruyacak kadar), binayı tamamen örten bir metal çubuk kafes içine alıp yukarıda olduğu gibi aşağıda da birçok toprak prizleri ile bağlantı yapıldığında, oldukça yüksek bir fiyata iyi sonuç verir.

1. Yeni radyoaktif paratonerler (Şekil 2 ve 3'deki paratoner).. Büyük etki -yarıçapı (yani büyük koruma yarıçapı) olan iniş ve toprak prizleri çok azalarak maliyeti düşen, buna karşılık radyum dolayısıyla gene yükselen, fakat tesisat masrafları da katılınca yine Faraday kafesinden ucuza gelen bir sistemdir. Bir binanın korunmasında kullanılacak radyoaktif paratoner maliyeti, aynı iş için yapılacak Faraday kafesi maliyetinin onda bin ile yarısı arasında değişir.