

Yıldırımlar

Siz bu yazıyı okurken, yeryüzünde 2000 kadar elektrikli fırtına oluyor ve her saniye 100 kadar yıldırım düşüyor. Bazılarımız yıldırımları hayranlıkla izlerken, kimimiz de neden oldukları gökgürültüsüyle tedirgin oluruz.

Aslında yıldırımın benzerleriyle her gün çarpılıyoruz. Saçınızı tararken, kazağınızı çıkarırken, hatta bir kediyi severken, bazı çıtırtılar duymuşsunuzdur. Bazen de elinizi bir arkadaşınıza ya da metal bir cisme yaklaştırdığınızda bir çıtırtıyla birlikte canınız yanar. Eğer bu olayları karanlıkta gözleme olanağınız oluyorsa, sesle birlikte ışık çıktığını da görmüşsünüzdür. İşte bu gördüğünüz ışık yıldırımla, duyduğunuz ses de gökgürültüsüyle aynı şekilde oluşur. İkisinin de sorumlusu elektrik atlamalarıdır.

Yıldırımların nasıl oluştuğunu anlamak için, elektriğin ne olduğunu bilmek gerekir. Maddenin temel yapıtaşları olan atomlar ve atomların oluşturduğu moleküller, elektron, proton ve nötron olarak adlandırılan parçacıklardan oluşurlar. Elektron ve protonlar elektrik yüküne sahiptir. Elektronlar eksi (-) protonlara (+) yüküdür. Nötronlar elektrik yükü taşımazlar.

Eğer bir cisim bir şekilde eksi yükten daha fazla artı yük içeriyorsa, cismin toplam yükü artı olur. Bunun tersi de geçerli. Yani, cisim artı yükten daha fazla miktarda eksi yük içeriyorsa toplam yükü eksi değerde olur.

Elektrik yükü bulunan iki cisim birbirine yaklaştırırsanız, aralarında görünmez bir kuvvet olduğunu görürsünüz. Eğer her iki cismin yükü aynıysa (artı ve artı ya da eksi ve eksi), cisimler birbirini iter. Farklı yüklerse (artı ve eksi) birbirini çeker. Doğadaki görkemli olaylardan biri olan yıldırımların arkasındaki güç de bundan gelir.

Normal koşullarda, farklı yükler birbirini çektiği, aynı yükler de ittiği için, atomlar ve moleküller yüklerini dengelemek için, yani yüksüz olma yönünde çaba gösterirler. Yıldırım ve şimşekler bulutların farklı bölgelerinin elektriksel olarak yüklenmesiyle oluşur. Bunun için, buluttaki yüklerin bir şekilde birbirinden ayrılması gerekir. Bu ayrışmanın nasıl olduğu, tam olarak açıklanamıyor ve bu konuda birden fazla kuram var. Yıldırım araştırmaları, su damlacıklarının eksi yüklerle yüklendiğini ve havadan ağır olan bu damlacıkların, bulutun alt katmanlarına çöktüğünü gösteriyor. Üzerinde en çok durulan kuram, moleküllerin bulutun içinde birbirleriyle sürtünmesi sonucunda elektronların atomlardan ayrılması.

Bulutlar, iyi havalarda yerden ortalama 2 km yüksek- te bulunurlar. Ancak, hava akımlarının güçlü olduğu yaz mevsimlerinde, bulutun üst kısımları 12-14 km yüksekliğe kadar ulaşabilir. "Kümülonimbüs" adı ve- rilen bu bulutlar, dikey doğrultuda kabarırlar ve at- mosferin bir üst katmanı olan stratosfere ulaştıkların- da tepeleri düz bir şekil alır.

Yazın, suyun donma noktası olan 0°C sınırı atmos- ferde 3 - 5 km arasında bulunur (kışın bu sınır genel- likle bulutun altında kalır). Bu seviyeye gelen su damlacıkları buz kristallerine dönüşürler. Suyun yo- ğunlaşması ve donmasıyla ortaya çıkan ısı enerjisi, yukarı doğru güçlü hava akımları yaratır ve bulutun içindeki bu fırtınalar, buz kristalleri ve su damlacıkla- rını da yukarıya doğru sürükler. Bu sırada, bir plastik tarağın elektrik yüklenmesi gibi, buz kristalleri de sür- tünmelerin etkisiyle elektrik yüklenir.

Bulutun eksi yüklü tabanı, yerdeki eksi yüklü parça- cıkları iterken, artı yüklü olanlarını çeker. Böylece, bulutun alt katmanlarıyla yer arasında kutuplaşma

olur. Bulutun altındaki eksi yük- le yerdeki artı yük ara- sında güçlü bir elektrik alanı oluşur ve bu kuvvet gi- derek daha fazla yükü bu bölgelere toplar. Bulutun altlarındaki elektronlar, çekimin etkisiyle yere doğru uzanırken, güçlü elektrik alanı, yollarındaki hava moleküllerinin iyonlaşmasına neden olur. İyonlaş- ma, bir atomun elektron kaybederek artı yüklü hale gelmesi demektir. (Bunun sonucunda oluşan ve artı ve eksi yüklü karışım, plazma olarak adlandırılır.) Plazma halindeki havada elektronlar serbest kaldı- ğından, hava iletken bir özellik kazanır. Böylece, bu- lut ve yeryüzü arasında, çapı 1 - 100 metre arasında olan iletken bir koridor oluşur.

Öncü kollar, saatte yaklaşık 400 km hızla yere doğ- ru ilerler. Artı yüklü parçacıklar, ağır oluşlarından do- layı yerden pek de fazla yükselemezler ve eksi yükler- den oluşan öncü yıldırımın kendilerine ulaşmasını beklerler. Aşağıya doğru ilerleyen öncü ve yerdeki artı yükler buluştuğunda, plazma devreyi tamamlar. Hareketli ve hafif olan eksi yüklü elektronlar hızla bu plazma yolundan aşağı akarlar. Bu sırada ısınan ha-



Bulutun eksi yüklü tabanı, yerdeki eksi yüklü parçacıkları iterken, artı yüklü olanlarını çeker. Böylece, bulutun alt katmanlarıyla yer arasında kutuplaşma olur. Bulutun altındaki eksi yük- le yerdeki artı yük arasında güçlü bir elektrik alanı oluşur ve bu kuvvet giderek daha fazla yükü bu

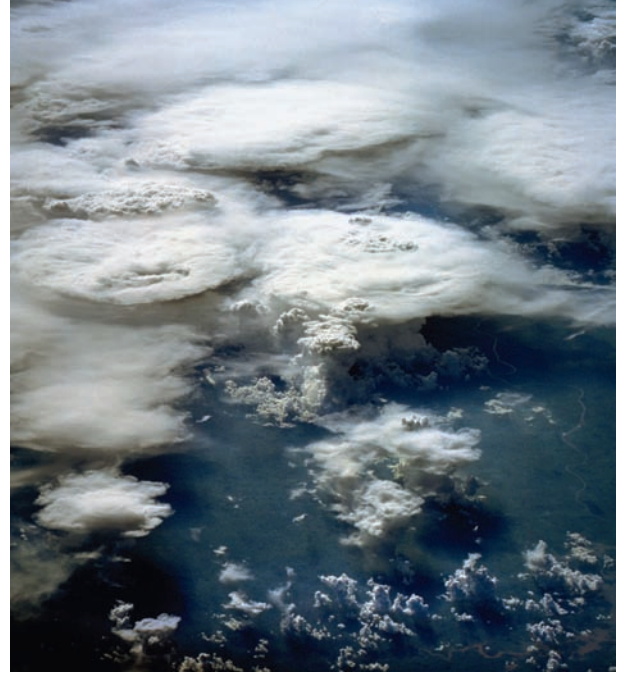
bölgelere toplar. Bulutun altlarındaki elektronlar, çekimin etkisiyle yere doğru uzanırken, artı yüklü parçacıklar da buluta doğru uzanır. Bunlara öncü kollar denir. Öncü kol- lar buluştuğunda devre tamamlanır ve yıldırım oluşur.

va, bir neon lambasının ışığına benzer çok da parlak olmayan bir ışık yayar. Bunun hemen ardından, yerdeki artı yükler, ışık hızının neredeyse yarısını bulan, yani saniyede 150 bin km hızla, yerden buluta doğru, aynı yoldan akar. Saniyenin yaklaşık 10 binde biri kadar süren bu yük atlaması sırasında, yıldırım olarak adlandırılan çok parlak ışık ortaya çıkar. Bu sırada çok yüksek miktardaki elektrik akımı sadece birkaç cm çapında bir koldan ilerlediğinden, çevresindeki hava aşırı ısınır (yaklaşık 33.000°C, yani Güneş'in yüzeyinin sıcaklığının 5 katı kadar!) ve aniden genişler. İşte bu genişleme, gökgürültüsü dediğimiz patlama sesinin çıkmasına yol açar.

Yıldırım sırasında, ilk anda bulutun tümündeki yük boşalmayabilir. Bunun gerçekleşebilmesi için, elektrik akımı ardi ardına aynı yolu izleyerek defalarca, sayısı 40'ı bulabilen, atlamalar yapabilir. Bazen, atlamaların aynı yerde bir saniyeden çok daha kısa bir süre içinde defalarca gerçekleştiğini görebilirsiniz. Bunlara ikincil yıldırımlar denir. Eğer atlamalar birbirine çok yakın aralıklarla gerçekleşirse, yıldırımı tek bir atlama gibi görürüz; ancak böyle bir yıldırım, bize normalden daha uzunmuş gibi görünür.

Yıldırımlar, genellikle yüksek cisimlere düşerler. Bunlar tepeler, yüksek binalar ve yüksek ağaçlar olabilir. Bunun nedeni, bu cisimlerin havadan daha iyi birer iletken olmaları, yükü üzerlerinde toplamaları ve böylece yeri buluta daha yakın bir hale getirmeleri. Sonuçta, yıldırım her zaman direncin en düşük olduğu yolu seçtiğinden, yüksek cisimlere yıldırım düşmesi olağandır. Yıldırımlar, genellikle yağışla birlikte görülür. Çünkü su hem yerdeki cisimleri hem de havayı daha iyi bir iletken haline getirir. Ancak, kuru havalarda da yıldırım düşebilir.

Elektrik atlamaları yalnızca yer ve bulut arasında değil, iki bulut arasında ya da aynı bulut içinde de oluşur. "Şimşek" olarak adlandırılan bu elektrik atlamaları, yıldırımlara göre daha sık görülür. Genellikle bulutun içinde oluştuklarından, kendilerini bulutları aydınlatarak ve gökgürültüsüyle belli ederler. Şimşek-



Kümülönimbüs bulutlarının uzay mekiğinden çekilmiş fotoğrafı. Hava akımlarının güçlü olduğu yaz mevsimlerinde, bulutların üst kısımları 12-14 km yüksekliğe kadar ulaşabilir. Kümülönimbüs adı verilen bu bulutlar, dikey doğrultuda kabarır ve atmosferin bir üst katmanı olan stratosfere ulaştıklarında tepeleri düz bir şekil alır.

ler birbirine uzak iki bulut arasında da oluşabilir. Bu durumda yatay elektrik atlamaları görünür.

Paratoner

Bir yıldırım sırasında yaklaşık 100 milyon Volt'luk bir gerilim ve 100.000 Amper elektrik akımı oluşur. Sa-



dece yarım amperlik elektrik akımının vücudumuzdan geçmesi, kalbimizin durması için yeterli olabilir. Örneğin, Ortaçağ Avrupası'nda, kilise çanlarını çalmak cesaret işiydi. Çanlar, genellikle yüksek kulelerin üzerinde bulunduğundan, buralara çok sık yıldırım düşüyordu. 1753 ile 1786 yılları arasında, yalnızca Fransa'da 386 kiliseye yıldırım düştü ve 103 çan görevlisi öldü. 18. yüzyılda, yine kiliseler çok miktarda barutun depolandığı birer cephanelik görevi de görüyordu. Bu durum çok sayıda felakete yol açtı. Bunlardan biri, Rodos adasındaki St. Jean Kilisesi'ne düşen yıldırım sonucunda patlayan cephaneydi. Burada 4000 kişi öldü.

Benjamin Franklin 1753'te, yıldırımdan korunmanın bir yolunu bulduğunu açıkladı. Franklin, yüksek binalara dikilen ve iletken bir kabloyla topraklanan ucu sivri çubuklarla, bulutlardaki yüklerin yıldırımı neden olmadan boşaltılabileceğini öne sürdü. Diğer bilim adamları buna karşı çıktı. Çünkü bu çubukun yıldırımı yere çekmekten başka bir şey yapmayacağını düşünüyorlardı. Peki, kim haklı çıktı dersiniz? İki taraf da haklı çıktı. Günümüzde "paratoner" olarak adlandırdığımız bu çubuklar, yıldırımı gerçekten çekiyordu. Ama paratonerlere düşen yıldırımlar, normale göre daha zayıf oluyordu. Çünkü paratone-

ner bulutlardaki yükü, yıldırımı neden olmadan önce belli ölçüde boşaltıyor, çok fazla yük birikmesini önliyordu.

Günümüzde paratonerlerden özellikle yüksek binalarda yaygın olarak yararlanıyoruz. Böylece yer ve bulut arasındaki devre, binaya göre çok daha iletken olan bir metal çubuk ve kablo yardımıyla kurulmuş oluyor. Akım binadan geçmek yerine paratone-ri tercih ediyor.

Yıldırımın yüksek binaların arasındaki alçak binalara düşme eğilimi bulunmasa da, bazı yıldırımlar birkaç dala ayrılarak düşer. Bu nedenle, elektrikli fırtınalar sırasında evde bile olsak bazı önlemler almak gerekir. Örneğin telefon, metal borular ve su şebekesinin bulunduğu yerlere yaklaşmamak yerinde olur. Böyle durumlarda, telefonla konuşmak, duş yapmak, muslukları kullanmak tehlikelidir.

En büyük tehlike, elektrikli bir fırtınaya açık havada yakalanınca ortaya çıkar. Böyle bir durumla karşılaşınca, ağaçlar, bayrak ve telefon direkleri gibi uzun cisimlerden uzakta durmak gerekir. Vadiler ve alçak alanlar, tepelere ve düz alanlara göre daha güvenlidir. Fırtınaya açık alanda yakalanırsanız, yapılacak en iyi şey, metaller gibi iletken cisimlerden uzak durmaktır. Eğer saçlarınızın elektrikleştiğini hissederseniz, ayaklarınızı birleştirip yere çömelerseniz çarpılma olasılığınız azalır. Yere uzanmanın böyle bir durumda güvenli olmadığı düşünülüyor. Çünkü yakına düşen bir yıldırımın yüzeyden ilerleyen elektrik akımı vücudun içinden de geçecektir. Grup halindeyseniz, en iyisi bireylerin birbirinden uzak mesafelerde durmasıdır. Eğer ormanlık alandıysanız, alçak ağaçların bulunduğu bir yerde beklemeniz gerekir. Elbette en iyisi, elektrikli fırtınalar sırasında dışarı çıkmamak.

Alp Akoğlu

Çizim: Pınar Büyükgöral

Kaynaklar

Lascaz, O., *Au Coeur des Orages, Science & Vie Junior, Temmuz 2002* Watt F., Wilson F., *Hava ve İklim, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları* Gemmel K., *Fırtınalar ve Kasırgalar, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları* <http://www.lightningsafety.noaa.gov> <http://www.exploratorium.edu>