

Yağış Oluşumu

Su damlacıkları veya buz kristallerinin yeryüzeyine ulaşabilmesi için çaplarının en az 1 mm olması gerekmektedir. Bu büyüklük, damlacık veya kristalin buharlaşmasını engeller ve ağırlığı nedeniyle yeryüzüne doğru hareketi sırasında belli bir hıza ulaşmasını sağlar. Gerekli büyüklüğe ulaşmada yoğunlaşma çekirdeklerinin su buharı absorptasyonu yeterli değildir. Bu noktada farklı oluşum teorileri mevcuttur:

Çarpışma-Birleşme Teorisi

Yoğunlaşma çekirdekleri üzerine absorptlanan su buharının yoğunlaşması ile damlacıklar büyür. Böylece damlacığın diğer damlacıklarla çarpışma olanağı artar. Bazı damlacıklar kısa sürede hızla büyüyebilirler. Küçük damlacıkların toplanmasıyla daha iri damlacıklar oluşur. Böylece kesit alanı ve düşüş hızında artış olur. Düşmeye başlayan bir damla gittikçe büyüyeceğinden, daha yüksek düşme hızına sahip olacaktır. Damlalar, bulutu terkedecek boyuta erişince de yağış olarak yeryüzüne

düşerler. Ancak bulut altındaki ortamın özelliklerine bağlı olarak bulutu terkeden her damla yağış oluşturmayabilir.

Tor Bergeron Teorisi

Sıcaklığı 0 °C'nin altındaki bulutlarda damlacıklar aerosoller üzerinde toplanarak buz kristallerini; buz kristalleri de birbirine yapışarak karı oluştururlar. Kar, doğrudan yere düşebildiği gibi düşerken eriyebilir de. Sıvı su miktarı yüksek olan konvektif bulutlarda buz kristallerinin büyümesi, çoğunlukla iri bulut damlacıklarının yapışması ile gerçekleşir. Bu yapışma buzlanmaya, buzlanma işlemi ise sıkışmaya yol açar ve önce yumuşak dolu (grapel), daha sonra da dolu'yu oluşturur.

Hava Modifikasyonu Çalışmaları

Hava modifikasyonu çalışmalarındaki ilk bilimsel gelişme 1946 yılında Vincent J. Schaefer'in buluşudur. Schaefer, soğuk buluta düşen



kuru buzun, buz kristallerinin oluşumuna olanak sağladığını gözlemlemiştir. Araştırmacı, gerçekte soğuk bulutta donmamış damlacıkların buz kristallerine dönüşümünü başlatacak birşeyler bulmaya çalışıyordu; ancak kuru buz uygulamasıyla bu sonuca varacağını tasarlamamıştı. Haftalar boyunca, içinde donmamış damlacıklar bulunan bir bulutu, buz kristalleri içeren buluta dönüştürmek üzere uygulanabilecek bir madde bulmak için uğraştı. Bu amaçla "soğuk kutu" adı verilen, siyah kaplı bir ev dondurucusu kullanıldı. Buluta çeşitli maddeleri serpererek denemeler yapmış ama mad-

Bulut Modifikasyonu ve Gelişimi

Selahattin Incecik
İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi

İklim değişikliklerinin çeşitli boyutlarda yaşandığı dünyamızın, özellikle batı enlemlerinde yer alan bölgelerinde, yağış eksikliğinin sonucu olarak su kaynaklarında büyük yetersizlikler ortaya çıkmaktadır. Bu durum son yıllarda Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün gündeminde yer almış ve WMO, hava modifikasyon programını resmen kabul etmiştir.

Atmosferin yağış oluşturmada her zaman verimli olmaması; mevcut su kaynaklarını artırmaya yönelik olan "Yağış Artırım Projeleri"nin önem kazanmasına yol açmıştır. Bu projeler, özellikle orta enlemlerde yer alan bölgeler için büyük olasılıkla yakın gele-

ceğin vazgeçilmez teknolojik uygulamalarından biri olacaktır. Son yıllarda ülkemizin özellikle kuzey ve batı bölgelerinde önemli derecede yağış eksikliği yaşanmaktadır. Bu nedenle bulutlardan daha fazla yağış almaya yönelik çalışmalar, diğer bir deyişle "yapay yağmur projeleri" büyük ilgi görmektedir. Bu çalışmalara; yağışların oluşum mekanizmasının 1933 yılında Norveç'li meteorolog Tor Bergeron tarafından açıklanmasının ardından başlanmıştır. 1946 yılında New York General Electric laboratuvarlarında yapılan çalışmalar ise bu konunun temel taşlarını oluşturmuştur.

Tohumlamada, yer jeneratörlerinin gümüş iyodür gibi kimyasalları bulut içine enjekte etmek için uygun sistemler oldukları kabul edilmektedir.

Bir çözeltilde yakılarak oluşturulan gümüş iyodür (AgI) hüzmeleri, bulut içerisinde ajan görevini yapan aktif çekirdekleri meydana getirmektedirler. Örneğin 1gr gümüş iyodür'ün -20 °C'de 10-15 adet aktif çekirdek sağlayabildiği belirlenmiştir. Bu tür projelerin verimliliği çeşitli faktörlere bağlıdır. Uygulama bölgesi olarak sahil kesimlerinde alınan %5-30'luk verim iç bölgelerdekine göre daha yüksektir.

Atmosferik nem özelliklerinin farklı olması, topografik özellikler, bulut tipleri, bulut tohumlama karan için ele alınan ölçütler ve kullanılan tohumlama malzemeleri bu verim farkının nedenleri arasındadır.

Dünya üzerinde otuzu aşkın ülkede çeşitli amaçlarla yıllardır uygulanan bu teknik, aynı zamanda zirai alanlarda büyük ekonomik kayıplara yol açan dolu olayının önlenmesinde de kullanılmaktadır.