

Tepemizdeki *Jet Rüzgârlar*

On kilometre yüksek, iki yüz elli kilometre hızla esen alternatif temiz enerji kaynağı hava nehirleri

Kavurucu sıcaklar, artan yağışlar ve sel felaketlerinde jet akıntılarının rolü var mı?

Çok etkilendiğim jet akıntılarını, ilk kez 2005 yılında Japonya'da izlediğim ilginç bir belgeselde duydum. Bilmediğim nice gerçekler olduğunu ve atmosferdeki müthiş olayları düşünmeye başladım. İklim ve denizler üzerine büyük etkisi olan sıcak deniz akıntılarından, örneğin Golfstrim'den haberdardım. Ancak tepemizdeki bu şiddetli hava akımları da neyin nesiydi?

Nasıl ve niçin yarış otomobillerinden daha hızlı esiyorlardı?



luk ederek Amerika'ya ulaşan bombaların düzenekleri harekete geçirilir ve yere indirilerek patlatılırlar. ABD'deki tarım alanlarını ve ormanları yakmayı planlayan Japonlar, ikinci etapta bu balonları biyolojik silah olarak kullanmayı düşünüyordu. Kuzey Amerika'ya 1000 balon fırlatıldığı ancak bunlardan yaklaşık 400'ünün ABD'ye ulaştığı biliniyor. Hidrojen gazıyla şişirilen ve yangın bombaları taşıyan balonlar, jet akıntılarında ortalama 200-300 km hızla hareket ediyordu. Pasifik Okyanusu'nu aşan bombalar ABD'de ve Kanada'da patlatılıyordu. Binlerce bomba gönderilmesine rağmen sadece bir ölümlü vaka kayıtlara geçti. 5 Mayıs 1945 günü meydana gelen saldırıda 6 kişi hayatını kaybetti. ABD'deki müze-lerde düşen balonlara ait kalıntılar hâlâ sergileniyor.

Rüzgâr Gemileri Operasyonu

1944, II. Dünya Savaşı'nın sonları. Amerikan bombardıman uçakları Tokyo'ya saldırır. Japonlar, bu saldırıya ilginç bir operasyonla karşılık verir: Fu-Go Operasyonu. Japonya'nın ABD'ye düzenlediği bir hava saldırısı olan bu Rüzgâr Gemileri Operasyonu'nda on bin metre yükseklikte ve yüksek hızla hareket eden jet akıntılarında Japonya'dan balon bombalar bırakılır. Hava nehirlerinde yolcu-



Figure 2. United States military and government officials inspect a Japanese balloon near Burns, Oregon, where it was discovered on 23 February 1945 (USAF 30776AC).

Kıtalararası Rüzgâr Nehirleri

Bir nehir gibi Dünya'nın çevresinde batıdan doğuya doğru ortalama 250 km (92 km-398 km) hızla esen hava akımlarına jet akıntısı adı verilir. Bu hız yarış otomobillerinin hızıdır. Jet akıntıları, atmosferin 8-12 km yükseklikteki troposfer ve stratosfer tabakalarının sınırında oluşur. Troposferde yükseklikle beraber sıcaklık düşerken stratosferde bunun tersi olur. Yani yükseklikle beraber sıcaklık artar. Akıntıların buradaki sıcaklık farkı nedeniyle oluştuğu düşünülüyor. Troposfer atmosferin en alt tabakasıdır. Kalınlığı 8-15 km arasındadır. Stratosfer ise atmosferin ikinci tabakasıdır, kalınlığı da 10-50 km arasındadır. Jet akıntılarına benzer çeşitli hava akımları olduğu biliniyor. Yerden 7-12 km yükseklikte esen, güçlü polar jet akımları, 10-16 km'de esen tropikal jet rüzgârları, 40-200 m yükseklikte esen vadi jet rüzgârları, dağların zirvelerinde esen bariyer jet akıntıları ve Doğu Afrika jet akımı gibi, yere yakın yerlerde esen hava akımları var.



Jet akıntılarını kimin keşfettiği tartışmalı. 1920'li yıllarda Japon meteorolog Oishi Wasaburo, 3300 metrelik Fuji Dağı'nda meteoroloji balonları ile araştırmalar yaparken bu akıntının farkına vardı. 1930'lu yıllarda Wiley Post (1933'de Dünya'nın çevresini tek başına dolaşan pilot) jet akıntılarının farkına varan ilk kişilerden. Alman meteorolog Heinrich Seilkopf ise 1939'da yayımladığı makalede jet akıntısı terimini ilk olarak kullandı. II. Dünya Savaşı sırasında Avrupa ve Amerika arasında uçan pilotlar bu akıntının farkına vardı. Artık Kuzey yarımkürede iki ana jet akıntısı olduğunu biliyoruz.

Kış aylarında daha güçlü yaz aylarında ise daha hafif rüzgârlar oluşur. Güney yarımkürede ise Kuzey'deki kadar olmasa da 30. ve 60. boylamlar arasında jet akıntıları oluşur. Dünyadan başka gezegenlerde de şiddetli rüzgâr akımları olduğu biliniyor. Kendi çevresindeki bir dönüşünü on saatte tamamlayan Jüpiter, atmosferini de beraberinde sürükler. Bu nedenle doğu-batı doğrultusunda hızı saatte 400 kilometreye ulaşan rüzgârlar oluşur.

Hava nehirlerinin sırları henüz tam anlamıyla ortaya çıkarılamadı. Havanın temizlenmesinde, taşınmasında, yağmurların oluşumunda jet akıntılarının rolleri araştırılıyor. Okulda şöyle öğrenmiştik. Atmosfer Dünya'nın çevresini sarmalayan bir gaz tabakasıdır. Yaklaşık % 78'i azottan, % 20,5'i oksijenden, % 0,93'ü argondan, % 1'i su buharından, kalan kısmı da başka bazı gazların karışımından oluşur. Ancak teknolojik gelişmeler sayesinde şunu gördük ki işbu kadar basit değil. Havakürenin birçok tabakası, bu tabakalar arasında da karmaşık ilişkiler var. Nemiyle, rüzgârıyla, akıntısıyla, yıldırımı ve şimşegiyle yüzlerce meteoroloji olayı meydana geliyor. Her birinin kendine has bir görevi olduğu gibi diğerleri ile de ilişkisi var. Küçük bir dengesizlik büyük sonuçlar doğuruyor. Son yıllarda Brezilya, Avustralya ve Sri Lanka'da yaşanan ciddi sel felaketleri ile jet akıntıları arasında bir ilişki olabileceği düşünülüyor. İnsanların çevreye ve atmosfere verdiği zararlar jet akıntılarının doğal çevrimini etkileyerek iklim

lim üzerinde etkili oluyor. 2000 ve 2007 yıllarında İngiltere'de meydana gelen sel felaketlerine jet akıntılarındaki düzensizliğin sebep olduğu bildirildi. Son yıllarda mevsim normalleri üzerinde seyreden kavurucu sıcaklarda, artan yağışlarda ve sel felaketlerinde jet akıntılarının rolü araştırılmayı bekliyor. Afetler her yıl artıyor mu? 1975-1989 yılları arasında Dünyamızda 171 kasırga olurken, 1990-2004 yılları arasında 269 kasırga olmuş. Haberlerde şu tür bilgilere daha sık rastlıyoruz: "250 kilometre hızla esen rüzgâr, ABD'nin Louisiana, Mississippi ve Alabama eyaletlerinde her şeyi sildi süpürdü, geride de büyük bir enkaz bıraktı, birçok yerleşim yeri sular altında kaldı." Burada anlatılan Katrina kasırgası. Katrina'yı yine ABD'nin güneyinde panik yaratan Rita kasırgası izledi. Bazı araştırmacılara göre 21. yüzyılda beklenen sıcaklık artışlarıyla birlikte kasırgaların daha şiddetli ve yağış miktarının daha fazla olması bekleniyor.

Nasıl oluşurlar?

Küçük bir ortamın nem oranı çok önemli. Birçok laboratuvar da higrometre kullanılarak ortamın neminin ideal olması için büyük gayret gösterilir. Küçük bir odanın bile nemini ayarlamak bazen çok zor olabilir. Peki koca gezegenlerin, atmosferin nem oranı, rüzgârların hızı, rotası nasıl ayarlanıyor? Bunlar meraklı araştırmacılar tarafından çözülme bekleyen sorular. Tıpkı bir nehir gibi, Dünya'nın çevresinde batıdan doğuya doğru dolaşan, hızlı bir tren kadar süratli esen bu akıntı nasıl meydana geliyor. Güney yarımküredeki sıcak hava kütesinin, Kuzey yarımküredeki soğuk hava kütesi ile karşılaşmasıyla sıcaklık ve basınç farkı oluşur. Bu basınç farklılığı yüksek hızlı rüzgârların oluşmasındaki sebeplerden biri. Sıcak ve soğuk hava kütleleri çarpışınca polar ve tropikal jet akıntıları oluşur. Dünya'nın batıdan doğuya dönmesi ve atmosferin ısınması da oluşum mekanizmasında etkili. Binlerce kilometre boyunca bu rüzgârlar doğuya doğru eser. Hava nehirlerinin genişliği 200-300 km,

derinliği 5 km civarında. Kesintili ve kesintisiz şekilde yollarına devam edebilirler. Ayrılıp sonra birleşebilirler. Fransız matematikçi ve fizikçi Gaspard Coriolis'e (1792-1843) atfen isimlendirilen Coriolis etkisi sebebiyle rüzgârların yönü etkilenir. Coriolis etkisi, Dünya'nın dönmesi sonucu oluşan ve kütleyle etki eden sapıtıcı güçtür. Dönen bir cismin üzerinde hareket ederseniz size bir güç uygulanır ve dosdoğru gidemezsiniz. Kutuplarda bu etki sıfırdır. Uzun menzilli füzelerin ve uçakların yörüngelelerinin hesaplanmasında, rüzgâr ve okyanus akımlarında Coriolis kuvvetinin etkisi görülür. Uçak rotalarının hesaplanmasında Coriolis etkisi önemli. Kars'tan Edirne'ye uçak yolculuğu yaptığımı zı düşünelim. Dünya dönmeseydi, pilot rotayı dosdoğru hedefine ulaşacak şekilde belirlerdi. Ancak dönme ile oluşan Coriolis etkisi sebebiyle, pilotun rotayı altında dönen Dünya'ya göre ayarlaması gerekir. Bunu yapmadığı takdirde yolcular kendilerini Edirne yerine Muğla'da bulabilir. Dünya dönmeseydi Coriolis etkisi de, jet akıntıları da oluşmazdı. Coriolis etkisiyle bir de Rossby dalgalı oluşur. Rossby rüzgârları jet akıntılarının rehberleridir. Önden giderek hava nehirlerine yol gösterir, kılavuz kaptanlık ederler. 1939'da İsveçli Carl-Gustaf Arvid Rossby tarafından keşfedilen Rossby rüzgârlarının atmosferik ve okyanusa ait olmak üzere çeşitli türleri var.

Bu rüzgârlar esmese ne olur?

Jet rüzgârlarının sayısız faydası var. Jet akıntılarının ve rüzgârlarının önemli faydalarından biri havacılık endüstrisine olmuştur. 1952 yılında Tokyo-Honolulu uçak seferleri 18 saat sürüyordu. Jet akıntılarının keşfi ile uçaklar bu hava akıntılarını kullanmaya başladı. Uçuş süresinin 11 saate inmesiyle hem zaman hem de yakıt tasarrufu sağlandı. Dünya batıdan doğuya, jet akıntıları ise doğudan batıya döner. Bu kurala göre, Türkiye'den Japonya'ya geliş, gidiş seyahatine göre daha kısa sürüyor. Ancak jet akıntıları, hava türbülansına da sebep olabiliyor. 28 Ara-

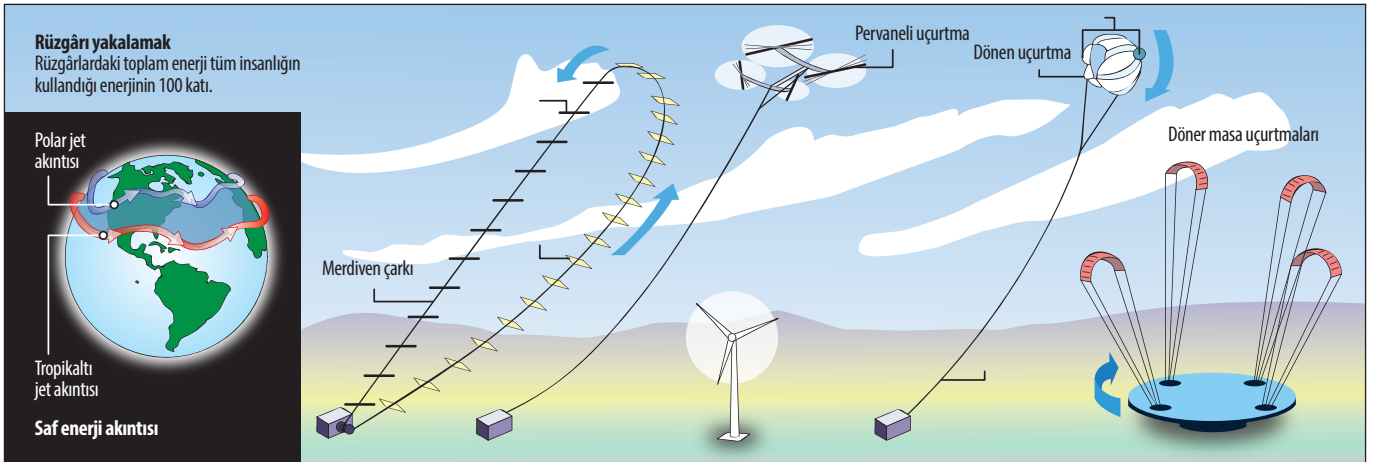
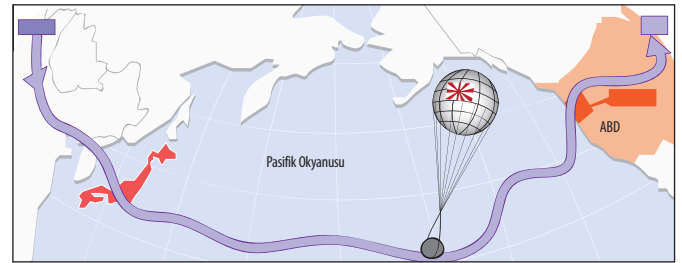
lık 1997'de Tokyo'dan havalanan bir uçak 2 saat sonra türbülansa girmiş, geri dönerek acil iniş yapmıştı. 346 yolcudan biri hayatını kaybetmiş, mürettebattan ciddi şekilde yaralananlar olmuştu.

8-10 bin metre üzerimizdeki bu dev hava akıntıları havanın temizlenmesinde, sıcak ve soğuk hava kütlelerinin karışmasında, iklim ve hava şartlarının oluşmasında önemli görevler yerine getiriyor. Henüz tam keşfedilmemiş olsa da kendilerine has bir çevrimleri olduğu düşünülüyor. Bu rüzgârlar esmese ne olur?

Havanın içindeki gazlar yavaş yavaş çözülerek birbirinden ayrılır ve atmosfer de altüst olur. Bu akıntıların düzenlerinin bozulması büyük felaketlere yol açabilir. 1930'lu yıllarda Amerika'da "toz çanağı" adı verilen dönemde görülen toz fırtınaları Amerikan ekonomisini çok olumsuz etkilemiş, insanlar büyük dalgalar halinde göç etmiş, kuraklık sonucunda bir çok kişi açlıkla karşı karşıya kalmıştı. Toz fırtınaları ile jet akıntıları arasındaki ilişki biliniyor. "Kara Pazar" olarak adlandırılan 1935 ekonomik krizinin tetiğini çeken faktörlerden en önemlisi bu toz fırtınalarıdır. Kriz döneminde 3,5 milyon kişi göç etmek zorunda kalmıştır. Son yıllarda yaşanan ciddi sel felaketleri ve El Niño kasırgaları gibi olaylarda da jet akıntılarının etkisi olduğu üzerinde duruluyor.

Jet akıntılarının gelecekte umut vaat eden bir yanı, enerji üretiminde kullanılma potansiyelleri olması. Dünya'nın yakıt rezervleri, örneğin kömür ve petrol tükense de jet akıntılarından elde edilecek elektrik enerjisi, enerji ihtiyacımızı karşılayabilir.

Kıtalararası ilk "füzeler" diyebileceğimiz balonlar



Edward Munch ve Krakatoa Yanardağı Patlaması

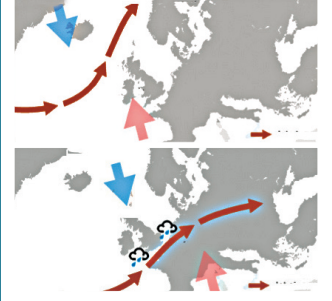
2010 Nisan ayında İzlanda'da Eyjafjallajökull Yanardağı püskürdü ve dünya hava trafiği altüst oldu. 1883'te ise Endonezya'da 40 bin kişinin ölümüne sebep olan Krakatoa yanardağ patlaması oldu. Bir söylentiye göre, 2012 yılının Mayıs ayında 120 milyon dolara satılan Çığlık adlı tablonun (1893) ressamı Edward Munch, bu tablosunda Krakatoa Yanardağı'ndan yayılan ve Norveç semalarında da görülen küllerden ve toz bulutundan ilham almıştır. New York Times gazetesinde 15 Nisan 2010'da yayımlanan bir yazıda "jet akıntılar Krakatoa patlamasından sonra keşfedilmiştir" deniyor. Yanardağ patlamasından sonra toz küllerinin hareketini inceleyen meteorologlar jet akıntıları keşfetmiş. Jet akıntılara ilk keşfedildiklerinde "ekvatorial toz akıntısı" denmiş.



Modern hayatın bir sonucu olan, giderek artan enerji talebi, çevreye daha az zarar veren, yenilenebilir, ucuz enerji kaynakları ile karşılanabilir. Uçurtma tarzında hazırlanan bir rüzgâr türbinini jet akıntısına yerleştirerek, türbine bağlı jeneratörden elektrik üretme çalışmaları devam ediyor. Araştırmacılara göre üzerimizdeki enerjinin % 1'i bu şekilde yakalanabilirse, elde edilen enerjinin tüm Dünya'ya yetecek miktarda olacağı hesaplanıyor. Rüzgâr dinamlarının yapımına 1980'li yıllarda Avustralya'da başlandı. 19. yüzyılda petrolün kömürün yerin geçmesi 25-30 yıl sürmüştü. Maddi kazanç düşüncesinin ön planda olması ve kazanılan alışkanlıkların zor değişmesinden dolayı, bu teknolojinin de ancak 15-20 yıl sonra

Niye sürekli yağmur yağıyor?

Yazımız hazırlanırken 10 Temmuz 2012 tarihli BBC haber sitesinde "Niçin sürekli yağmur yağıyor?" başlıklı bir haber yayımlandı. Sağ üst şekilde İngiltere semalarında esen jet akıntılarının normal seyri görülürken sağ alt tarafta normal seyrinden sapmış jet akıntılarının rotası görülüyor. Bu da fazla yağışa ve seller sebepleri oluyor. Geçen ay Rusya'daki sel felaketinde 150'den fazla kişi öldü. Yaklaşık 100 yıldır bu rüzgârlar araştırılıyor, ancak hâlâ çözüm bekleyen çok soru var. İngiliz Meteoroloji Ofisi'ne göre okyanus üzerindeki atmosfer nemi 1970'li yıllara göre % 4 artmış. Bu artışın fazla yağış, aşırı sıcaklık ve seller gibi iklim değişiklikleri üzerinde etkisi olabilir.



kullanılır hale gelmesi bekleniyor. Kömür ve petrol gibi enerji kaynaklarının giderek azaldığı, insanoğlunun yeşil ve sürdürülebilir kaynak arayışı içinde olduğu günümüzde, jet rüzgâr enerjisi alternatif ve temiz bir enerji kaynağı olarak önümüzde duruyor.

Üzerimizde yarı otomobilleri kadar hızla ilerleyen, zamanında Japonların savaş taktiklerine ilham kaynağı olan, geleceğin enerji ihtiyacını karşılama kapasitesine sahip jet akıntıları hava dengesinin sağlanması, bulutların taşınması, daha az yakıtla daha az sürede seyahat gibi -ve şimdilik daha bilemediğimiz- birçok işte bizlere fayda sağlıyor.

Havanın bu dev kütleli gizemli rüzgârları sıcak tropik bölgelerden soğuk kutuplara doğru eserek enerji akışında önemli rol oynuyor, bizlerin uygun atmosferik koşullarda yaşamasına yardımcı oluyor. Meteoroloji, enerji ve kozmoloji gibi alanlarda gelecekte yapılacak bilimsel araştırmalarla jet akıntıları günlük hayatımızda da iyice etkisini gösterecektir. Belki de yakın gelecekte hava raporlarında artık jet rüzgârlarına da yer verilecektir.



Çizimler: Rabia Alabay

Kaynaklar

McPhee, J., "Balloons of War", *The New Yorker*, s. 52-60, 29 Ocak 1996.
http://www.bbc.co.uk/weather/features/basics_jetstreams.shtml
 Pauluis, O., Dias, J., "Satellite estimates of precipitation-induced dissipation in the atmosphere",

Science, Cilt 335, Sayı 6071, s. 953-956, 24 Şubat 2012.
 Ball, P., "Rainfall calms storms", *Nature*, 23 Şubat 2012.
 Athanasiadis, P., Wallace, J., Wettstein, J. M., Justin J., "Patterns of Wintertime Jet Stream Variability and Their Relation to the Storm Tracks", *Journal of the Atmospheric Sciences*, Cilt 67, Sayı 5, s. 1361, 2010.



Doç. Dr. Kadir Demircan, 1994'te Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Biyolojik Bilimler Bölümünden mezun oldu. 1999'da Yüksek Lisans çalışmasını tamamladı. 2001-2005 yıllarında Japonya'nın Okayama Üniversitesi Tıp Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Biyokimya Anabilim Dalı'nda doktora, 2005-2009 yıllarında da post doktora eğitimini tamamladı. 2011'de "tıbbi genetik doçenti" oldu. Halen Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı başkanı olarak çalışıyor. Aynı zamanda, Adli Tıp Kurumunda Biyoloji İhtisas Dairesi Başkanı olarak görev yapıyor. Hücre dışı matriksle ilişkili ADAMTS genleri üzerine çalışan Demircan'ın 250 adet atfı bulunuyor.