

TORNADOLAR

Hazırlayan : Nezihe AKGÜN

Fiz. Yük. Müh.

Ankara yakınlarındaki tornado en az 3 kişinin ölümüne ve 21 kişinin yaralanmasına sebep oldu.

19 Haziran Cumartesi günü öğle saatlerinde, Ankara'nın 30 km kadar kuzeyindeki Sönlü kasabasını vuran tornado 2 si çocuk 3 kişiyi öldürdü 21 kişiyi de yaraladı. Sönlü kasabasını vuran tornado yarım saat kadar sürdü. Arabaları ters çevirdi, ağaçları devirdi, çatıları uçurdu, pencereleri kırdı. Geleneksel kerpiç evlere çok zarar verdi, 300 den fazla evin çatısı uçtu. 45 ev, büyük zarar gördü. Yaralanma ve kırıkları olan 21 kişi hastanelerde tedavi gördü. Tarladayken korunmak için bir kamyonun arkasına sığınan bir aileden, 60 yaşlarında bir kadın, 9 yaşlarında bir kız çocuğu ile 7 yaşlarındaki diğer bir erkek çocuğu tornado tarafından arabanın devrilmesiyle hayatlarını kaybetti.



Şekil 1 Amatör bir kişinin olay yerinden cep telefonu yardımıyla çekmiş olduğu Sönlü'deki tornadonun bir resmi.

Tornado ve hortum olayları ülkemizde bu güne kadar arasıra kıyılarımızda görülen olaylardı. Böyle bir olayın iç Anadolu bölgesinde görülmesi ve kısa sürede büyük maddi kayıplara ve can kaybına sebep olması, herkese tornadonun neden Sönlü'yü seçti sorusunu sordurtmuştur.

Tornado, dünyadaki en şiddetli fırtınalardan birine verilen addır. Tornadolarda rüzgar hızları 32 m/s den 150 m/s ye kadar değişebilir. Dünyada halen, US, tornadoların en fazla görüldüğü ülkedir. US te yılda 1.000 tornado hadisesi görülmekte ve her yıl ortalama 80 ölüm ve 1.500 civarında yaralanma rapor edilmektedir. Tornadolar zayıf, kuvvetli ve şiddetli diye sınıflandırılır. Bir tornado, bir kümülonimbus bulutunun altından yere kadar uzanan şiddetle dönen bir hava kolonuna sahiptir. Şiddetli tornadolarda görülen 65 m/s veya daha büyük rüzgar hızları çok büyük yıkım kabiliyetindedir. Zarar verdikleri alan birkaç km genişliğinden ve 100 km uzunluğundan daha fazla olabilmektedir.

Tornadolar yeryüzünde yılın herhangi bir zamanında ve herhangi bir yerinde çeşitli şiddetlerde ve şekillerde meydana gelebilir. Ancak, tornado mevsimi ilkbahardan erken sonbahara kadardır. Tornadoların en sık görüldüğü mevsim genellikle yazdır. Tornadolar şiddetleri ölçüsünde cana, mala zarar verirler.

TORNADO HAKKINDA EN SIK SORULAN SORULAR

Tornado nedir?

Meteoroloji sözlüğüne göre, tornado ‘bir kümülünimbüs (Cb) tipi buluttan, yere doğru sarkan şiddetle dönen hava kolonu ya da hava kolonlarıdır’. Bu dönerek hareket eden hava kolonunun tam bir tornado olarak sınıflandırılması için çok kere kolonun bulut tabanından yere kadar uzanması gerekir.

Tornadolar nasıl oluşur?

Klasik cevap, sıcak nemli güneyli deniz havası, kuzeyli soğuk kuru hava ve doğulu nisbeten kuru hava ile karşılaştığında, bu şartlar altında çok sayıda Cb bulutu oluşur. Ancak bunlar tornado oluşturabilirler mi? Çevre büyük ölçekte tornado için çok elverişli olsa bile, her Cb bir tornado doğurmaz. En yıkıcı ve öldürücü tornadolar süper hücrelerden oluşur. Süper hücrelerin dönderdiği Cb bulutları, radar görüntülerinde bir mesosiklon diye adlandırılır. Süper hücreler ayrıca, dolu zararlarını, tornado dışı kuvvetli rüzgarları, alışılmadık sıklıkta şimşekleri ve sel taşkınlarını meydana getirebilir. Bir tornado oluşumunun bir mesosiklon içinde veya civarında fırtına ölçeğinde olabildiği kabul edilmektedir. En son teoriler ve Uluslararası VORTEX projesinden çıkan sonuçlar bir mesosiklonun varlığını ve bir tornado gelişiminin bu mesosiklon etrafında dönen havanın sıcaklık farklarıyla olan ilişkisini göstermektedir.

Tipik bir tornado, ilkbaharda düzlüklere doğru yoğun bir şekilde akan daha üst seviyedeki bozulmuş hava özelliklerinden patlak verir. Bu bozulma, **kuvvetli dikey rüzgar şiri**

oluşturur. Rüzgar şiri, normal bir Cb yi potansiyel olarak tornado üreten süper hücelere dönüştüren **yukarı yönlü bir dönme hareketine dönüştürür**. Kısaca, sinoptik ve mesoscale ölçeklerde **yukarı yönlü hareket, pozitif olarak yüzebilecek bir hava parseli için yeterince nem, lapse rate ve dikey rüzgar şiri** demektir. Bütün bunlar tornado doğuran hava şartlarıdır.

Son araştırmalar, süper hücrelerde en hayati elemanın dikey rüzgar şir yapısı olduğunu ortaya koymuştur. Hatta, süper hücrelerin çok kuvvetli ve şiddetli tornadoların sorumlusu olduğu da söylenebilir. Halen tornado tahmininde süper hücreler için elverişli çevrelerin tahmin edilmesi sağlam bir destek sağlar. Burada önce derin, nem konveksiyonuna ihtiyaç vardır. Sonra da yeterince neme, kararsızlığa ve kaldırmaya sahip olunmalıdır.. Kaldırma ile potansiyel olarak havada yüzebilir parseller LFC seviyelerine ulaşmış olurlar.

Süper hücreler büyük ya da küçük, yüksek ya da alçak tepelere sahip olabilir ve herhangi bir yerde de oluşabilirler. Diğer konvektif tiptekiler kadar yaygın görülmeseler de çok kere şiddetli hava olayları üretirler.

Dikey hareketler ve dikey rüzgar şirinin olduğu çevrelerde bu hareketlerin kendi arasındaki etkileşimleri, tornado gelişmesinin derecesini ve konveksiyonun şiddetini kuvvetle kontrol eder. Süper hücreler ve tornadolar orta şiddetten- kuvvetliye rüzgar şiri ve kararsızlıkla birliktedirler. Tornado gelişimi fırtına içindeki dinamik yapıya bağlıdır. Dikey rüzgar şiri fırtına içindeki dinamik işlemlerin gelişmesine sebep olur. Bu gelişme olgunlaşma, güçlenme, ömür süresi ve süper hücrenin hareketlerini etkiler.

1) Çevresel şirler, yatay vorticity deki gibi, yukarıya doğru dönen bir hareketle sonuçlanır.

2) Dikey bir eksen etrafındaki dönmeyi tanımlayan basınç eşitliği ifadeleri, bir fırtınanın orta seviyelerinde görülen en kuvvetli dönme ve yukarı yönü hareketlerin daha düşük basınç merkezine doğru olan bir basınç gradyan kuvveti ile dengelendiğini gösterir.

3) Bu dikey basınç bozulmaları orta seviyelere doğru daha kuvvetli yukarı yönlü bir harekete yol açar, bu hareketin geriden beslenmesiyle yükseklikle yukarı yönlü hız arttığı için, bu daha kuvvetli orta seviye basınç bozulmalarına ve daha fazla dönmeye sebep olur.

4) Çevresel rüzgar şiri derinleştikçe, dinamik işlemlerin hızı artar. Dinamik kuvvetler yukarı yönlü sürülme hareketlerini ve dönmeyi güçlendirdiği için yüzdürme kuvvetleri kadar hatta ondan daha önemlidir.

Tornadolar hangi yönden gelir?

Tornadolar herhangi bir yönden ortaya çıkabilir. Çoğu güneybatıdan kuzeydoğuya doğru ya da batıdan doğuya doğru hareket etmektedir. Tornado üreten belli hava yapılarından gözlenen sıklıklar bunu göstermektedir

Tornado oluşmadan önce daima dolu, yağmur, şimşek görülür mü?

Bunların hepsinin olması gerekmez. Yağmur, rüzgar, şimşek ve dolu karakteristiği fırtınadan fırtınaya göre değişir. Gözlemciye göre fırtınanın hareket yönünde bile bir saatten diğerine değişebilir. İri dolular alışılmadık tehlikede Cb varlığını gösterirken, dolunun tornadodan önce oluşması, tornadoya bağlı değildir. Dolu veya yağışın herhangi bir şekli, şimşek veya sakin durum bir tornado tehlikesinin güvenilir bir tahmincisi de değildir.

Tornadolar nasıl dağılır?

Tornado konusunda bilim adamları tarafından, detaylar hala tartışılmaktadır. Bilinenler, tornadonun, kararsızlığı sağlayan ve sürdüren şartların (ısı, nem,..., gibi) ve büyük ölçekte dönme özelliğini (vorticity) sağlayan şartların varlığına duyduğu ihtiyaçtır. Bir Cb etrafında tornado oluşturan alandaki kararsızlık ya da vorticity'i yok etmeye çalışan çok sayıda durum vardır. Bunlardan biri, oraj ya da bir sağanak yağış alanının dışındaki alandan bulut içine nisbeten soğuk hava girişini sağlayan rüzgar akışıdır. Çok sayıda tornadonun böyle bir akıştan hemen sonra dağıldığı gözlenmiştir. Fırtına gözlemcileri ana sirkülasyonların (mesosiklonlar) dış akımlarla sarmalandığı zaman aynı Cb ya da farklı birinden gelen bu dış akımların, tornadoyu zayıflattığını rapor etmektedir.

Bir tornado ne kadar süre devam eder?

Tornadolar birkaç saniyeden bir saatten daha fazla süreye kadar devam edebilir. Geçmişteki en uzun süreli tornadolar hakkında bilgi bulunmamaktadır. Ancak 1900 lü yıllardan beri rapor edilen tornadolara göre çoğu tornadolar 10 dakikadan az sürmektedir.

Bir tornado ne kadar yaklaştığında barometre düşmeye başlar ve basınç ne kadar düşer?

Bu değişir. Bir barometre bir tornadoda birkaç saat veya birkaç gün öncesinden düşmeye başlayabilir. Eğer çok geniş ölçekte bir alan içine doğru düşük basınç varsa, ya da bir oraj hadisesi içindeki ana sirkülasyon üstte ya da civarda hareket ediyorsa, kuvvetli basınç

düşüşleri gerçekleşecektir. Şüphesiz en büyük düşüş tornadonun kendisinde olacaktır. Ancak, tornadolardaki basıncı ölçmek çok zordur. Çünkü çoğu ölçüm aletlerinin dayanma gücü yetersizdir. Ancak alışılmamış büyük bir tornado içinde 40 mb üzerinde basınç düşüşü kaydı vardır. Hatta Manchester yakınındaki şiddetli bir tornadoda 100 mb'lık bir basınç düşmesi 24 Haziran 2003 te 'turtles' tipi bir prop vasıtasıyla kaydedilmiştir.

Çoklu vortex tornadosu nedir?

Çoklu vortex tornadoları daha büyük tornado merkezi yörüngesinde dönen yoğun 2 veya daha küçük alt vorticityleri bulundurur. Bir tornado çok fazla toz ve küçük atıklar bulundurmadığı zaman onlar bazen olağanüstü şekilde görülebilir. Bu vorticityler meydana gelir ve birkaç saniye içinde yok olabilir, bazen bunlar tornadonun aynı kesiminde biri diğerinden sonra arka arkaya meydana gelebilirler. Her çeşit tornado büyüklüğünde olabilirler. Dev gibi büyük 'wedge' tornadolarından, dar 'rope' tipi tornadolara kadar. Çoğu tornadolarda, izleri yay gibi olan dar, kısa alt vorticityler sebebiyle çok zarar vericidir. Tornadolar hareketleri sırasında öncelikle ürünleri söker ve atıkları bir araya toplar, geçtikleri tarlalarda kasırganın işaretlerini bırakırlar.

F-ölçeği nedir?

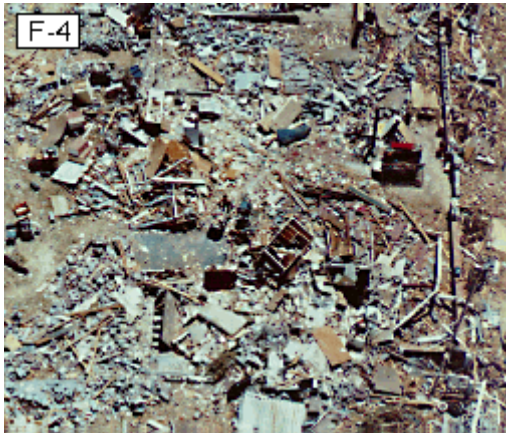
Dr. T. Theodore Fujita bir hasar ölçeği geliştirmiştir (Fujita 1971, Fujita and Pearson 1973). Bu ölçek rüzgarlar ve tornadolar dahil, rüzgarın şiddetine göre verdiği zararın derecesiyle ilgilidir. Bu ölçek sonuçla ilgilidir. F-ölçeği çok dikkatle kullanılmalıdır. Tornado rüzgar hızları hala büyük ölçüde bilinmemektedir, F-ölçeğindeki rüzgar hızları bilimsel olarak test edilmiş ve ispatlanmış değildir. Bir yapı ne kadar iyi inşa edilmiş olursa olsun aynı hasarı verecek farklı rüzgar hızlarını gerektirir. Rüzgar yönü, rüzgar süresi, uçan artıkların darbe etkisine maruz kalma ve diğer faktörlerin varlığı zarar vermede etkilidir. F-ölçeği sadece yaygın olarak kullanılan tornado oranlama ölçeğidir. Muhtemelen, tornadolardaki yer seviye rüzgarları ölçülünceye kadar da böyle kalacaktır.

F-ölçeği rüzgarları sadece bir tahmin ise neden çok özel değerleri gösterir?

Bu rüzgarlar keyfi olarak zarar ölçeğine bağlanmıştır. F-ölçeği halen pratikte F0, F1, F2, F3, F4, F5 diye sınıflandırılır. F0, hurricane kuvvetinden daha zayıf rüzgarları olan tornadoyu gösterir. Rüzgarlar taşınabilir (mobil) Doppler radarı ile ölçülse bile (yer seviyesinden biraz

yukarda) 150 m/s nin üzerinde hızları olabilir. Bu F5 skalasını gösterir. Çünkü hasar seviyesi en yoğun ölçek F5 dir.

Skala	m/s	Beklenen Zarar
F-1	32.5-50	Orta derece zarar
F-2	50.5-70	Önemli derece zarar
F-3	70.5-92	Şiddetli zarar
F-4	92.5-116	Çok büyük boyutlarda zarar
F-5	116.5-142	İnanılmaz derecede zarar



‘Önemli’ bir tornado ne demektir?

Bir tornado F-skalasına göre zarar boyutu F2 yada daha fazlaysa o, ‘önemli’ diye sınıflandırılır. Bu tanımlamaların bilimsellik bakımından keyfi olduğunu unutmamak gerekir. Bütün tornadolar zarar vericilik bakımından önemlidirler.

Tornado tahmini nasıl yapılır?

Bu basit sorunun cevabı basit değildir. Ancak, kuvvetli hava olayları tahmincilerinin bakış açılarına göre çok genelleştirilmiş olarak şöyledir:

Şiddetli hava olaylarının, tornado dahil bir veya 2 gün öncesinden tahmini yapılırken **atmosferde rüzgar akış durumları ve sıcaklık gelişmelerinin olduğu alanlar aranır. Bu alanlar tornado yaratan Cb ler için, rüzgar şiri ve yeterince nem, kararsızlık ve yükselmeye sebep olabilirler. Çünkü rüzgar şiri, nem, kararsızlık ve yükselme tornadonun 4 ana bileşenidir.** Ancak bu söylendiği kadar kolay değildir. Durumdan duruma göre değişen bu değişkenlerin bir tornado için ne kadarının yeterli olduğu bilinmemektedir. Hava yapılarındaki büyük çeşitlilik tornadoya götürebilir. Benzer yapılar hiç de şiddetli olmayan hava durumlarını da gösterebilir.

Uydulardan, hava istasyonlarından, balonlu rasatlardan, uçaklardan, rüzgar profilleri ve radardan türetilmiş rüzgarlar, gibi gerçek zamanlı hava gözlemleri, orajları beklerken çok faydalı bilgiler sunmaktadır. Bu bilgilerden orajın nerede olacağını anlamak için, yerini, gücünü ve cephelerin hareketini, kuru hatları, dışa akış alanlarını ve kaldırmayı sağlamaya meyilli diğer hava kütleleri arasındaki sınırları bulmak, yer ve yukardaki nem ve sıcaklıkların fırtına oluşumuna yardım edenlerini ve bu durumun sürekliliği sağlayıp sağlamadığını anlamak, bir süper hücre gibi bir orajı döndürebilen atmosferdeki rüzgar yapılarını bulmak için, dedektif gibi zor bir çalışma yapmak gerekir. Çünkü bu şartlar daha sonra tornado oluşturur.

Tornado tahmininde Doppler radarının rolü nedir?

Hava tahmin büroları bir alanda bir uyarı gerektiğinde, yararlanmak için en az bir Doppler radarı çıktılarını kullanırlar. Doppler radarları ülkelerde stratejik noktalara kurulur. Radar, görüntü alındığı zamanda taradığı alan içinde radardan uzaklaşan ya da radara yaklaşan hava hareketlerini algılar. Bir fırtına içindeki kuvvetli dönme hareketlerini algılar ve radardan uzaklaşıp uzaklaşmadığına göre renklerle gösterir. Kırmızı renk radardan uzaklaşan durumu, yeşil renk radara doğru bir hareketin göstergesidir. Böyle bir durumun radarla yakalaması

durumunda olabilecek hava zararlarından korunmak için uyarı yapılabilir. Doppler radar görüntüleri, uyarıcı meteorolojistlere bir fırtına yapısı hakkında çok fazla şey söylemelerine rağmen, ekseriya tornadonun kendisini göremezler. Bu sebeple, lokal tahminciler, daha küçük alan tahminlerine bağlı olarak karar vermek zorunda kalır. (Daha sonra geliştirilmiş olan NEXRAD Doppler radarlarının tornado tahmininde daha fazla bilgi verdiği ifade edilmektedir.)

Tornado mevsimi nedir?

Bu, ekseriya bir alanda geçmiş tornado kayıtlarının ortalamalarına bakılarak en fazla tornado görülen mevsimi bulmak demektir. Tornadoların yılın herhangi bir zamanında şartlar uygunsa gelişebildiğini unutmamak gerekir.

Tornadolar gece olabilir mi?

Evet. Genellikle birçok yerde öğleden sonraları tornado gelişmeye başladığından gece, hatta gece yarısına kadar olan sürede de görülebilmektedir.

Tornadonun belirgin bir sesi var mıdır?

Evet. Bir şelale sesi yada yakından tren geçiyormuş gibi bir ses duyulmaktadır.

Hortum nedir?

Hortum su üzerinde oluşmuş bir tornadodur. Ekseriya bunlar su üzerinde süper hücreden olmayan tornadolardır. Dünya üzerinde denizlerde, göllerde, körfezlerde meydana gelirler. Hortumlar tanım olarak daima tornado gibi anılırlar ancak, kara yüzeyine vurmadıkça resmi olarak tornado sayılmazlar. Hortumlar, kara tornadolarından daha küçük ve daha zayıftırlar. Ancak hala çok zarar verici olabilirler. Hortumlar küçük kayıkları devirir, gemilere zarar verebilirler. Karaya vurdukları zaman önemli zararlar yapabilir ve insanları öldürebilirler. US te Ulusal Hava Servisi kıyı sularında hortum görüldüğünde özel deniz ikazları ile kıyından içerele de tornado ikazları yayınlarlar.

Bir tornado durumunda ne yapmalıyım?

Bunun cevabı nerede bulunduğunuza bağlıdır. Ancak, açıkta araba içlerinde korunmaya çalışmak yanlıştır. Çünkü tornado, yolu üzerinde bulunan arabaların kolayca devrilmesine sebep olmaktadır. Binalarda camların basınçla patlamasına engel olmak için camlarını açmaya

çalışmak zaman kaybıdır. Tornado zaten açık ya da kapalı pencerelere, çatılara büyük zarar vermektedir. Ağaç altlarından, duvar diplerinden, ve köprü altlarına sığınmaktan kesinlikle kaçınmalıdır. Hatta tornadonun geliş yönündeki otoyol ya da yakınındaki yollarda fırlatılan arabaların çarpmasından korunmak için araba sürmemek gerekir. Tornadonun geldiği yönün dışında kalan yönlerde araba kullanılabilir. Yapılacak en iyi şey, sağlam nisbeten küçük, kapalı, korunaklı bir ortam bulmaktır. Bu, binaların en iç koridorları, en dipteki küçük odaları olabilir. İçerde ya da dışarıda olalım, kendimizi koruyacak bir yer aramalı, orada en küçük bir vaziyete geçerek tornadonun geçmesini beklemeliyiz. Tornadoların sık görüldüğü Amerikanın bazı eyaletlerinde can kayıplarının önlenmesi için yer altı sığınaklarının yapılması tavsiye edilmektedir.

Tornado ile mikroburst farklı mıdır?

Tornado, bir Cb bulutunun altından yere kadar genişleyen dönmekte olan bir hava kolonudur. Çoğu tornadolar Cb bulutunun güneybatı kesiminin altında şekillenir. Bir tornado merkezindeki hava çok hızlı olarak yukarıya doğru hareket eder. Bu durum, tornadoları mikroburst'lerden ayırt eder. Mikroburstler tornado gibi çevreye zarar verdikleri için yanlış olarak tornadoyla karıştırılırlar. Ancak mikroburstler Cb bulutundan aşağıya doğru olan hava patlamaları özelliğine sahiptirler. İri dolular çok kere, orajı besleyen yukarı yönlü şiddetli akımların sonucu olarak şekillenir, tornado oluşumunun önüne geçerler.

U.S ; ilkbahar ve yaz mevsimlerinde özellikle düz alanlarında çok sık oluşan tornadoların gelişimi için elverişli şartlara sahip bir dünya merkezidir. Kalıcı mesosiklon basit bir konvektif hücrenin 20-40 dakikalık ömründen daha uzun zaman alır. Konvektif olayların uzun ömürleri, mevcut hücrelere göre tercihli yerlerde gelişen yeni konvektif hücrelerle yayılması sonucudur. Tercihli konvektif gelişmenin dikey rüzgar şiri ile ilgili olduğu bilinmektedir. Dikey rüzgar şiri ve yeterli fırtına sarmallığını üreten fırtına hareketi birlikteliğinin mesosiklonun yüzeye erişmesine izin vermesi de önemlidir.

Son yıllardaki bazı gelişmelere rağmen, gözlemlerdeki detaylı mesosiklon eksikliği sebebiyle tahmin yapılırken bu fikirlerin geçerliliği henüz tartışılmaktadır. Süper hücrelere verilen dikkatli araştırma süper olmayanlara henüz verilmiyor olmasına rağmen, bunların bazılarında bölge özellikleriyle eşleşerek mesosiklon olabilirlikleri ortaya çıkmıştır.

NSSL Photo



KAYNAKLAR

<ftp://ftp.nws.noaa.gov/om/brochures/tornado.pdf>

http://www.mmm.ucar.edu/asr96/part_c.html

<http://www.srh.noaa.gov/oun/severewx/figure7.php>

<http://www.cgd.ucar.edu/>

<http://www.gsfc.nasa.gov/topstory/20021215convective.html>

<http://snrs.unl.edu/amet451/garner/links.html>

<http://www.srh.noaa.gov/oun/severewx/figure6.php>

<http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/safety.html>