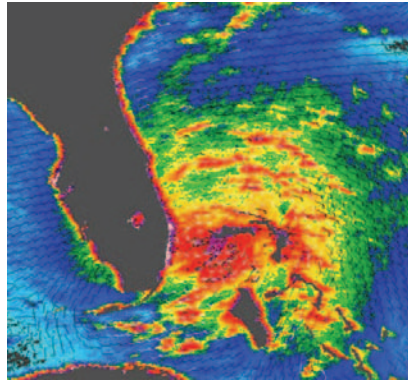


# KATRİNA'DAN RİTA YA KASIRGALAR

Saatte yaklaşık 200 km hızla esen bir “büyük rüzgâr”, geçtiğimiz ağustos ayının son günlerinde ABD’de Louisiana, Mississippi ve Alabama’dan geçti. Üstelik yalnızca geçmekle kalmayıp her şeyi sildi süpürdü; geride büyük bir enkaz bıraktı. Çok sayıda insan, yaşadıkları yerleri terk etti, yüzlercesi öldü, birçok yerleşim yeri sular altında kaldı. Bu büyük rüzgârın adı, Katrina kasırgasıydı. Atlas Okyanusu’ndan doğmuş, ABD kıyılarına çıkmıştı. Ardından Atlas Okyanusu’nda başka kasırgalar da oldu. Katrina’yı yine ABD’nin güney eyaletlerinden panik yaratan Rita izledi. Atlas Okyanusu şu sıralar “kasırğa mevsimi”ni yaşıyor. İşte, ardı arkası kesilmeyen kasırgalarla ilgili gerçekler...

Sıcak bir deniz, nemli bir hava ve tropikal rüzgârlar... Bu sözcükler, insana güzel şeyleri çağırıyor gibi görünse de ekvatora yakın bir yerlerde tüm bu koşullar bir aradaysa bir fırtınanın kasırgaya dönüşmesi için gereken altyapı hazır demektir. Geçtiği yerlerde büyük zararlara yol açan, sarmal biçimli rüzgârlarıyla tanınan kasırgalar, uygun koşullar var olduğunda oluşurlar. Yalnızca tropikal bölgelerde oluşan kasırgalar, gerçekte “tropikal siklonlardır”. Tropikal siklon terimi, tropikal bölgelerde oluşan alçak basınç sistemlerini ifade eder. Kasırgalar, tropikal siklonları oluşturan rüzgârların hız kazanmasıyla birlikte, başka koşulların da etkisiyle oluşurlar. Tropikal siklonların kasırgaya dönüşmesi rüzgârların hızı bakımından üç evrede gerçekleşir. İlki, tropikal depresyon evresidir. Bu evrede deniz yüzeyindeki rüzgârların hızı, saatte 60 km'den daha düşüktür ve dönerek ilerleyen bulutlardan oluşur. Ayrıca beraberinde yağmur da getirir. Tropikal depresyo-

nun ardından “tropikal fırtına” evresi gelir. Bu evrede rüzgârların hızı saatte 55 - 120 km hıza ulaşır. Hız saatte 120 km'ye ulaşırsa, artık “kasırğa” oluşmuş demektir. Tropikal siklonların kasırgaya dönüşmesi için rüzgâr hızlarının artmasıyla birlikte, deniz yüzeyin-



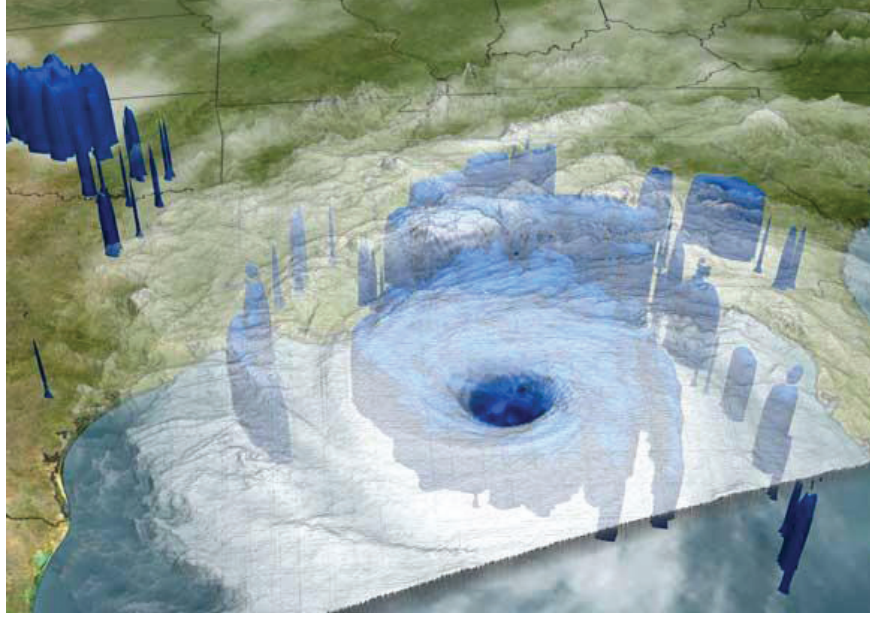
25 Ağustos 2005'te alınmış bu görüntüde Katrina, henüz kasırğa haline dönüşmemiş durumda. Bu görüntüde rüzgârların farklı hızları, farklı renklerde gösteriliyor. Fırtınanın merkezinde yer alan en hızlı rüzgârlar mor renkle gösterilmiş. Rüzgâr yönleri, küçük oklarla belirtiliyor. Beyaz oklar, sağanak yağışı gösteriyor.

de su sıcaklığının 27°C'nin üzerine çıkması, havanın da yüksek ölçüde nemli olması gerekir. Kasırgalar, okyanusların üzerinde oluşurlar. Atlas Okyanusu'nda oluşan kasırgaların çoğu, Afrika'nın batı kıyılarında fırtına olarak başlar ve okyanus boyunca ılık tropikal deniz suyunun üzerinde ilerler. Bir fırtınanın kasırgaya dönüşmesi, birkaç saatten birkaç güne kadar değişen sürelerde gerçekleşebilir. Ayrıca bir kasırganın bir fırtına halinde başlayıp ömrünü tamamlaması da yaklaşık 2 haftalık bir süreyi kapsayabilir. Kasırgaların oluşması için deniz yüzeyi sıcaklığının 27°C'nin üzerine çıkması ve nemin dışında, belirleyici başka etkenlerin de olduğu düşünülüyor; ancak bunlara ilişkin her şey, henüz tam olarak bilinmiyor. Yine de tropikal rüzgârların oluşturduğu bir fırtınanın kasırgaya dönüşebilmesi için, ılık ve nemli okyanus havasının sürekli bir buharlaşma-yoğunlaşma döngüsü içine girmesi, deniz yüzeyinde kuvvetli rüzgârlar bir araya toplanırken daha yüksek



bölgelerde hızları değişmeyen rüzgârların olması ve deniz yüzeyiyle daha yüksek olan bölgeler arasında bir basınç farkının olması gerektiği kesin.

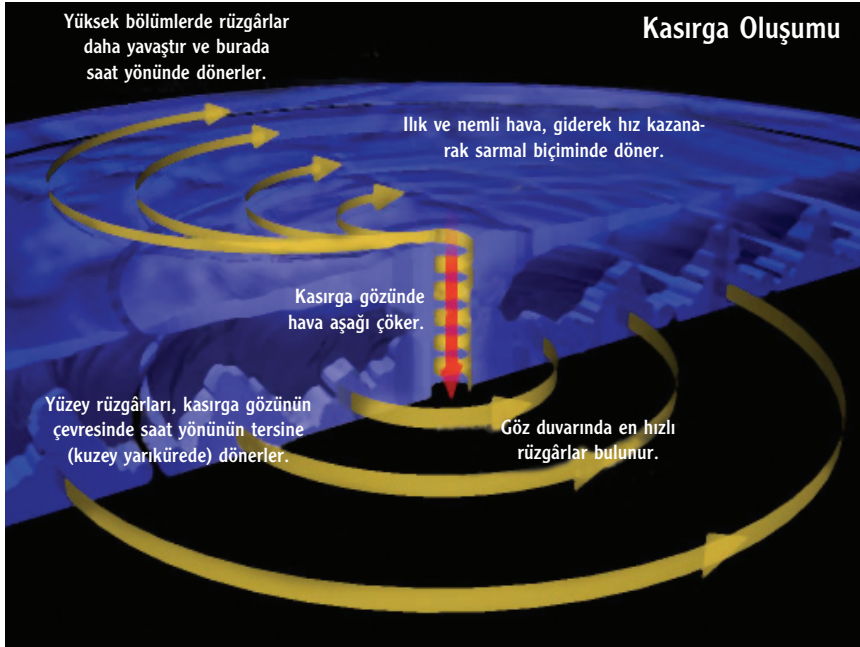
Kasırgayı oluşturan rüzgârlar, farklı yönlerden gelerek toplanırlar. Bunlar, deniz yüzeyine yakın bölgelerde birbirlerine çarparlar ve ılık, nemli havayı hızla yukarı iterler. Okyanus yüzeyindeki ılık ve nemli hava yükselirken, içindeki su buharı fırtına bulutlarını ve yağmurları oluşturacak şekilde yoğunlaşır. Yoğunlaşma sırasında ısı açığa çıkar. Bu da, havanın ısınarak yükselmesine neden olur. Yükselen havanın yerine alttan, yani okyanus yüzeyinden gelen ılık ve nemli hava geçer. Bu döngü, hiç durmadan devam eder. Böylece, oluşmakta olan fırtınanın içine daha çok ılık ve nemli hava girer. Buna bağlı olarak da ısınan hava sürekli yükselir. Bu döngü, belirli bir merkezde sürekli olarak dönen rüzgârların oluşmasına neden olur. Bu rüzgârların dönme biçimi, tıpkı lavaboda biriktikten sonra delikten hızla akan suyun dönme biçimine benzer. Böylece fırtınayı oluşturan rüzgârların hızı ve dönüşü artar. Bu arada yüksek bölgelerde değişmeyen bir hızda ilerleyen rüzgârlar, fırtınanın merkezinde ısınarak yükselen havanın uzaklaştırılmasını



Uydu görüntüleri üzerinde yapılan çalışmalarla Katrina kasırgasındaki “sıcak sütun” (mavi renkle gösterilenler) bulutları belirlendi. “Sıcak sütunlar”, kasırğa gözünü çevreleyen çok yüksek yağmur bulutları. Bu bulutlar, atmosferin alt katmanı olan troposfere kadar uzanabiliyor. Henüz kesin olmasa da sıcak sütunların kasırganın şiddetini belirleyici bir rolü olduğu düşünülmüyor.

sağlar. Tüm bunlar, fırtınanın kendine özgü bir iç düzeninin olması ve bunun sürekliliğinin korunmasını sağlar. Yüksek bölgelerde esen rüzgârların hızları farklılaştığında fırtınanın bu sözünü ettiğimiz iç düzeni bozulur ve zayıflar. Kuzey yarıküredeki kasırgalar, saat yönünün tersine, yani batıdan doğuya doğru bir yol izlerler. Güney yarıkürede de bunun tersi olur. Kasırğa hareketlerinin yönlerinin kuzey ve güney yarıkürelerde bu şekilde farklılık göstermesinin nedeni, Dünya'nın dönüşünün etkisiyle oluşan Coriolis kuvvetidir.

Kasırganın merkezinde bulunan bölüme “kasırganın gözü” denir. Kasırğa gözünün genişliği, 6 – 60 km arasında olabilir. Bulutsuz olan bu bölümde basınç daha düşüktür ve burada durum diğer bölümlere göre daha sakindir. Kasırğa genişlediğinde kasırğa gözü iyice küçülür. Kasırğa gözünü çevreleyen bölüme “göz duvarı” denir. En hızlı, en zarar verici rüzgârlar burada yer alır. Yağmur kuşaklarını da içeren, kasırğa gözünün dış kısmında dönerek ilerleyen rüzgârlar, bir buharlaşma/yoğunlaşma döngüsü oluşturarak fırtınayı sürekli beslerler.



### Kasırğa mı, Tayfun mu, Siklon mu?

Fırtınalardan söz edildiğinde, kasırğa, tayfun ve siklon sözcüklerini sıklıkla duyarız. Aslında bu sözcüklerin üçü de aynı olayı anlatır. Tek fark, farklı bölgeler için kullanılan sözcükler olmaları. Atlas Okyanusu'yla ilişkili olanlar için “kasırğa”, Pasifik Okyanusu'yla ilişkili olanlar için “tayfun”, Hint Okyanusu'yla ilişkili olanlar içinse “siklon” sözcükleri kullanılır. Kasırğa sözcüğünün İngilizce'deki karşılığı “hurricane”. Bu sözcüğün, Orta Amerika'da yaşamış Mayaların kullandığı “Huracan” sözcüğünden geldiği söyleniyor. Mayaların dilinde “Huracan”, “büyük rüzgârların ve kötü ruhların tanrısı” anlamına geliyor.

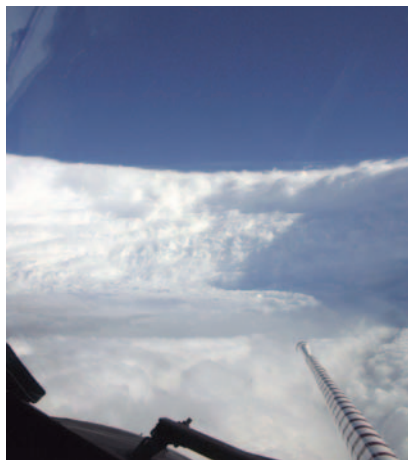
## Kasırgaların Tehlikesi

Kasırgalar, yüzlerce kilometrelik alanları etkileyen ve önemli zararlara yol açan meteorolojik olaylar. Kasırgaların beraberlerinde getirdiği yağmurlar, sele neden olabilir. Kasırgaları oluşturan rüzgârlar, yapıları zarar verebilir. Arabalar uçabilir, ağaçlar yerlerinden sökülür, kıyılarda toprak kaybına ya da fırtına dalgası da denilen büyük deniz dalgalarının oluşmasına da neden olabilir. Kasırgaların gücü, “Saffir-Simpson Kasırğa Ölçeği” adı verilen bir ölçeğe göre belirlenir. Bu ölçek, beş kategori içerir. En düşük kasırğa gücünü gösteren 1. kategoride, kasırganın yapıları verdiği zarar en az düzeydedir. Ancak yine de ağaçlar ve prefabrik yapılar zarar görebilir. Rüzgâr hızıysa saatte 120 – 155 km arasındadır. Kategoriler arttıkça bu hız aralıkları da artar ve 5. kategoride rüzgâr hızı saatte en az 250 km'ye ulaşmış olur. Kasırgalar, 3. kategoriden üst düzeylere çıktıkça zararları da artar.



## Kasırgalara Adını Kim Veriyor?

Kasırgalar, birbirlerinden daha kolay ayırdedilebilmeleri amacıyla Dünya Meteoroloji Örgütü'nün önceden belirlediği listelere göre adlandırılıyorlar. II. Dünya Savaşı'na kadar kasırgalara yalnızca erkek adları veriliyordu; 1950'lerdeyse yalnızca kadın adları verilmeye başlandı. 1970'lerde bu durum yerini, kadın ve erkek adlarının sırayla kullanılmasına bıraktı; adların baş harfleri de alfabetik sıraya göre belirlenmeye başlandı. Ancak Atlas Okyanusu ve Pasifik Okyanusu için ayrı listeler kullanılıyor. Her bölge için altı liste var. Bu nedenle her altı yılda bir başlangıçtaki listeye dönülüyor. Ayrıca Q, U, X, Y ve Z harfleriyle başlayan adlar kullanılmıyor. Bundan başka, çok zarar veren kasırgaların adları bir daha kullanılmamak üzere emekliye ayrılıyor. Bir kasırga adının emekliye ayrıl-



Fotoğrafta, Kasırga Avcıları tarafından 28 Ağustos 2005'te görüntülenmiş Katrina'nın "gözünü" görüyorsunuz. Kasırga gözleri, alçak basınç alanlarıdır. Dünyada en düşük basınç, kasırgaların içlerinde kaydedilmiştir.

ması, en azından gelecek on yıl içinde kullanılmayacağı anlamına geliyor. Bunun nedeni tarih kayıtları, sigortadan hasar talebi gibi bazı konularda, diğer kasırgalarla ad benzerliğinden doğabilecek karışıklıkları önlemek. 2005 yılında Katrina'dan sonra Atlas Okyanusu'nda oluşmuş ve oluşacak olan kasırgaların ad sırası Lee, Maria, Nate, Ophelia, Philippe, Rita ve Stan. 2006 yılının isimleriyse Alberto, Beryl, Chris, Debby, Er-

nesto, Florence, Gordon, Helene, Isaac, Joyce, Keith (emekliye ayrıldı, yerine yenisi seçilecek), Leslie, Michael, Nadine, Oscar, Patty, Rafael, Sandy, Tony, Valerie ve William.

## Küresel Isınma Kasırgaları Etkiler mi?

Uzmanlara göre küresel ısınma yer yüzünde, dolayısıyla da okyanuslarda sıcaklık artışına neden olacak. Kimi uzmanlar, önümüzdeki yüzyılda özellikle tropikal bölgelerde fırtınalar, kasırgalar ve sellerin daha sık görüleceğini ileri sürüyor. Kimileri de sıcaklık artışının kasırgaların sıklığını değil, şiddetini ya da yağış miktarını artıracığını savunuyorlar. Okyanusların sıcaklığının artması, kasırga oluşumu için gereken temel koşullardan biri. Bu nedenle birkaç araştırmanın bulgularından hareketle, 21. yüzyılda beklenen sıcaklık ar-

### Katrina'nın Günlüğünden

24 Ağustos 2005



23 Ağustos'ta oluşmaya başlamış olan Katrina, 24 Ağustos'ta henüz bir tropikal fırtına halinde. Ancak, tipik bir kasırgada görülen dönen rüzgârlar da yavaş yavaş ortaya çıkmaya başlamış. Bu sırada Katrina'yı oluşturan rüzgârların hızı saatte 64 km civarında. Katrina, Florida'nın güney kıyılarına yaklaşıyor ve giderek daha da güçlenecek. Rüzgârları hız kazanıyor, ancak fırtına saatte 13 km hızla yer değiştiriyor. Karaya yaklaştıkça yavaşlaması bekleniyor. Bu da Florida ve Bahamalar'da karaya çok yağmur bırakacağı anlamına geliyor.

25 Ağustos 2005



Artık Katrina'nın rüzgârlarının hızı yaklaşık 120 km civarında. Tropikal fırtına, kasırgaya dönüşüyor. Kasırganın gücü 1. kategoride. Bu, kasırga güç ölçeğinde en düşük düzeyi gösteriyor.

26 Ağustos 2005



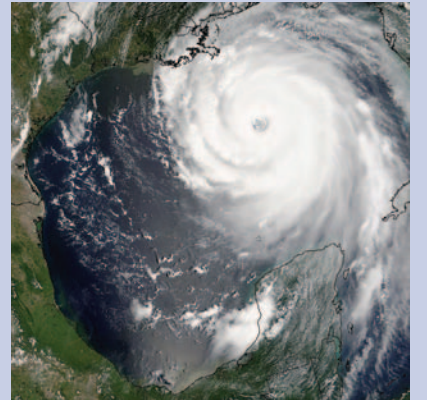
Katrina, gücü 1. kategorideyken vurduğu Güney Florida'dan ayrıldı. Giderek güç kazanıyor ve ılık Meksika Körfezi'ne doğru ilerliyor. Bu sırada 2. kategoride olan gücü, körfeze ulaştığında 4'e çıkmış olacak.

27 Ağustos 2005



Katrina'nın rüzgârlarının hızı, saatte 160 km'ye, yani 5. kategoriye ulaştı. Bu kategorideki bir kasırga, kapılara, camlara zarar verebileceği gibi, çatıları da uçurur.

28 Ağustos 2005



Katrina, hafifçe doğuya yöneldi. Gücü biraz azalarak 4'e düştü ve ardından New Orleans'tan geçti. Her ne kadar kasırganın en zayıf rüzgârlarının olduğu bölüm New Orleans'a denk geldiyse de bunların hızı yaklaşık saatte 145 km'yd.

29 Ağustos 2005

Bu görüntünün alındığı sırada Katrina'nın doğudan batıya ve kuzeyden güneye genişliği yaklaşık 1260 km. Louisiana, Mississippi, Alabama ve Florida, kuvvetli rüzgârlardan ve yağıştan nasibini aldı. Katrina'nın gözü, karadan tekrar kıyıya yaklaştığında kasırga, 4. kategorideydi.



## Kasırgaları İzlemek

Kasırgaların görüntülenmesi, gelişmelerinin ve hareketlerinin izlenmesi, uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak uydular aracılığıyla yapılır. Uydular sayesinde kasırgayı oluşturan bulutlar ve hareket biçimleri görüntülenir. Yağmur miktarı ve rüzgâr hızları gibi bilgiler uydularda bulunan radarlarla kaydedilir. Sıcaklık ve bulut yükseklikleri de yine uydularda bulunan kızılötesi algılayıcılarla ölçülür.

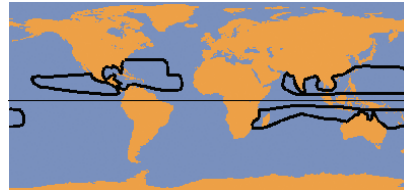
Ayrıca kasırgalarla ilgili veri toplamak üzere kasırgaların içine özel aygıtlarla donatılmış uçaklarla uçurulur. ABD'de bu işi, hava kuvvetlerinden bir grup pilot gerçekleştirir. Kasırga Avcıları adı verilen bu pilotlar, uçaklarla kasırgaların gözüne uçarak, bilgisayarlar, radarlar ve meteoroloji aygıtları aracılığıyla bu bölgeden kasırganın büyüklüğü, şiddeti ve izleyeceği yol konusunda tahmin yapmaya yarayacak bilgiler toplarlar. Kasırga Avcıları'nın her bir görev uçuşu yaklaşık 10 saat sürer. Bu süre içinde, fırtınanın içine 4 - 6 kez uçuş yapılır. Kasırga Avcıları'nın uçuşları sırasında toplanan veriler, daha sonra Miami'deki Ulusal Kasırga Merkezi'ne aktarılır. Merkezin görevi, Atlas Okyanusu'nun kuzeyi, Karayib Denizi, Meksika Körfezi ve Pasifik Okyanusu'nun doğusundaki tropikal siklonları, tropikal depresyon evresinden kasırga olana dek izlemek ve kasırganın hareketleri, gelişimleri ve izleyecekleri yollara ilişkin yorumlarda bulunmaktadır. Tüm bu inceleme, yorum ve tahminler, matematiksel bilgisayar modellerine dayanılarak yapı-



Kasırga Avcıları, bu uçaklarla kasırgalara uçuruyorlar.

lır. Daha sonra sonuçlar, ilgili kuruluşlara iletilir ve gerekli önlemler alınır.

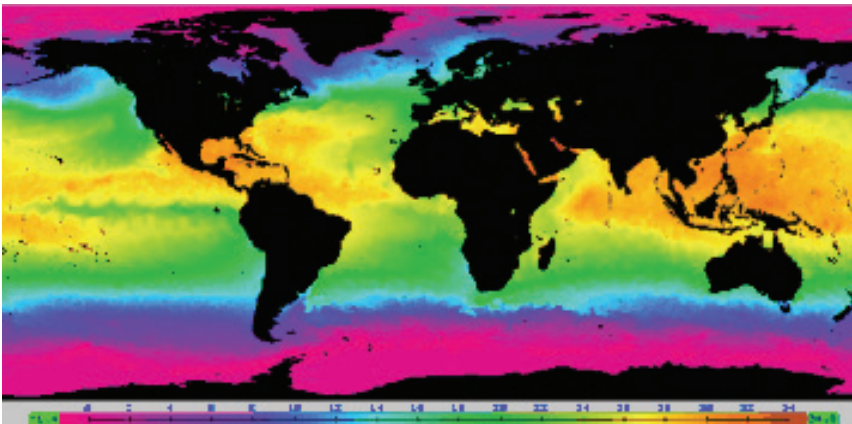
Kasırgaların önceden tahmin edilmesi de zararların azaltılması bakımından önem taşıyor. İngiltere'de College London Üniversitesi'nden Mark A. Saunders ve Adam S. Lea, kasırgaların etkinliğini önceden tahmin etmeye yarayan bir yöntem geliştirmişler. Bu yöntemde, deniz yüzeyinden 750 - 7500 metreye kadar olan bölümlerde rüzgâr ölçümleri yapılıyor. Bölgede kasırga mevsimi, mayıs ortalarından başlayıp kasım sonuna kadar sürdüğünden, Temmuz ayında okyanus üzerinde ve Kuzey Amerika'da altı bölgede ölçümler yapılıyor. Ardından bu ölçümlerin ortaya koyduğu rüzgâr desenleri incelenerek, ağustos ve ekim ayları arasında kasırgaların karaya ne kadar rüzgâr enerjisi getireceği hesaplanıyor. Araştırmacılar, bu yeni yöntemi, 1950 - 2003 yılları için uygulayıp geriye dönük tahmin denemeleri yaptıklarında, % 74 oranında doğru sonuçlara ulaşmışlar. 2004 yılında da gerçek koşullar altında modellerini denemiş ve gerçekten de işlediklerini görmüşler.



Bu harita, tropikal siklonların oluştuğu bölgeleri gösteriyor. Tropikal siklonlar, her iki yarıkürede de görülmesine karşın, kuzey yarıkürede daha sık oluşurlar.

tışlarıyla birlikte kasırgaların şiddetinin ve getireceği yağış miktarının şimdikiinden daha çok olması bekleniyor. Bu yorumu destekleyen bir araştırma daha var. Bu geniş çaplı araştırmanın sonuçlarına göre, son 35 yılda kasırgaların şiddeti zaten artmış. Araştırma sırasında, uydularla kayıt tutulmasından itibaren toplanan tüm tropikal siklon verileri incelenmiş. Bu incelemeler sonucunda 4. ve 5. kategorideki tropikal siklonların sayısında büyük bir artış olduğu saptanmış. 1975 ve 1989 yılları arasında da 171, 1990 ve 2004 yılları arasında

da 269 kasırga olmuş. Bu araştırmanın sonuçlarına karşı çıkanlar da var. Onlara göre, kasırgaların sayısındaki bu artış, doğal koşullar etkisiyle 60 - 70 yıl-



Bu harita, yaz döneminde deniz suyu sıcaklıklarının bölgelere göre farklılıklarını gösteriyor. Sarı, turuncu ve kırmızı renkli bölgelerde yüzey suyu sıcaklığı, kasırga oluşumuna yol açabilecek sınırı, yani 27°C'yi geçiyor.

da bir tekrarlanan döngünün bir parçası ve insan etkisiyle oluşan iklim değişikliklerinin kasırgaları etkilemesi mümkün değil. Ayrıca birçok araştırmacı, 21. yüzyılda kasırgaların sayısının artıp artmayacağını önceden bilme-ye olanak olmadığını söylüyor.

## Kasırgalar Durdurulabilir mi?

Bir uzmana sorsanız, şu anda bu soruya vereceği yanıt "hayır" olur. Evet, kasırgaları durdurmanın bir yolu yok; şu an için bu işin tek kurtuluş yolu önlem almak. Ancak yine de araştırmacılar kasırgaları durdurma yolu aramaktan vazgeçmiş değiller. Eski bir denizcilik geleneğine göre, fırtınalı havada suya yağ varilleri atılmış. Kasırgalarla ilgili olarak yeni bir matematiksel "sandviç modeline" göre, böyle bir uygulama, okyanustan yukarı su damlacıklarının sıçramasını önleyerek, rüzgârların hızının azalmasına neden olabilmiş. California Üniversitesi'nden Alexander Chorin bunu özetle şöyle açıklıyor: "Normalde, rüzgârın etkisiyle okyanus dalgaları havalandıkça iri su damlacıkları havada asılı kalır. Bu damlacıkları matematiksel olarak, hava ve deniz arasında sandviç gibi sıkıştırılmış üçüncü bir akışkan olarak kabul edebiliriz. Hesaplamalarımız, bu havada asılı damlacıkların türbülansı ve sürtünmeyi azaltabileceğini gösteriyor. Denizcilerin, denizin üzerine yağ dökme geleneği de damlacıkların oluşumunu önleyerek havanın sürüklenme gücünü artırabilir. Böylece de rüzgârın yarattığı olumsuz etkiler azalabilir." Ancak, Chorin'in henüz yalnızca bir matematik modeli olan çalışmasının birtakım deneysel araştırmalarla da desteklenmesi gerekiyor. Üstelik iklim fizikçileri, rüzgârların daha farklı bir mekanizmayla işlediğini, bu nedenle adı geçen matematik modelin gerçeğe uygunluğunun kuşkulu olduğunu düşünüyorlar.

Zuhal Özer

Kaynaklar:  
[http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/hurr/home.xml#](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/hurr/home.xml#)  
[http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/h2005\\_katrina.html#](http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/h2005_katrina.html#)  
<http://www.noaa.gov/stories/2005/s2494.htm#>  
<http://www.fema.gov/hazards/hurricanes>  
[www.newscientist.com/article.ns?id=dn7726&print=true](http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn7726&print=true)  
[http://www.sciam.com/print\\_version.cfm?articleID=000D9C49...](http://www.sciam.com/print_version.cfm?articleID=000D9C49...)  
[http://www.gfdl.noaa.gov/~tk/glob\\_warm\\_hurr.html](http://www.gfdl.noaa.gov/~tk/glob_warm_hurr.html)  
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4249138.stm>  
<http://science.howstuffworks.com/hurricane.htm#printable#>