

BULUTLARIN SINIFLANDIRILMASI

Çizelge 5.2 Başlıca Dört Bulut Grubu ve Bulut Tipleri

1. Yüksek Bulutlar	3- Alçak Bulutlar
Cirrus (Ci)	Stratus (St)
Cirrostratus (Cs)	Stratocumulus (Sc)
Cirrocumulus (Cc)	Nimbostratus (Ns)
2. Orta Bulutlar	4- Düşey Gelişimli Bulutlar
Altostratus (As)	Cumulus (Cu)
Alto cumulus (Ac)	Cumulonimbus (Cb)

Yer yüzeyi Üzerinde Çeşitli Bölgelerde Bulut Tabanlarının Yükseklikleri

Bulut Grubu	Tropik Bölge	Orta Enlem Bölgesi	Kutup Bölgesi
Yüksek Ci, Cs, Cc	6000-18000 m	5000-13000 m	3000-8000 m
Orta As, Ac	2000-8000 m	2000-7000 m	2000-4000 m
Alçak St, Sc, Ns	0-2000 m	0-2000 m	0-2000 m

Cirrus Bulutları

En yaygın yüksek bulutlar **cirrus** (Ci) bulutlarıdır. Cirrus bulutları kısarak kuyruğu denilen uzun flamalar şeklinde yüksek rüzgarlar tarafından ince demetler halinde savrulan bulutlardır.

Cirrus bulutları genellikle gökyüzünü batıdan doğuya doğru kat ederler ki bu hareket yüksek bulutların bulunduğu rakımlarda hakim rüzgar yönünü göstermektedir.

Cirrus bulutları açık, güzel havalara işaret etmektedir.



Cirrocumulus (Cc) bulutları cirrus bulutlarından daha az sıklıkta görülürler. Tek başlarına veya uzun sıralar şeklinde meydana gelebilen küçük, yuvarlak, beyaz kabarcık görünümündedirler. Cirrocumulus bulutları sıralı olduklarında ipeksi cirrus ve çarşaf vari cirrostratus bulutları görünümlerinden ayırt edilen bir dalgalanma görüntüsüne sahiptirler. Cirrocumuluslar gökyüzünün küçük bir parçasından daha fazlasını nadiren kaplamaktadırlar. Batmakta olan güneşin kırmızı veya sarı ışıklarını yansıtan benekli bulut unsurları, bu bulutları tüm bulutların en güzellerinden birisi haline getirmektedir. Cirrocumulustaki küçük dalgalanmalar balık pullarına çok benzemekte olduğundan cirrocumulus bulutlarıyla kaplı bir gökyüzü yaygın şekilde “*uskumru gökyüzü*” tabiriyle tanımlanmaktadır.

Cirrocumulus (Cc)



İnce, çarşafvari, çoğu zaman tüm gökyüzünü kaplayan yüksek bulutlar cirrostratus (Cs) bulutları olup bu bulutlar öyle incedirler ki güneş ve ay net şekilde bunların arasından görülebilmektedir. Bu bulutlardaki buz kristalleri içlerinden geçen ışığı eğmekte ve çoğu zaman ışık haleleri meydana getirmektedirler. Gerçekte cirrostratus maskesi öyle ince olabilmektedir ki ışık haleleri cirrostratus bulutu varlığının tek delili olmaktadır. Kalın cirrostratus bulutları gök yüzüne göz kamaştırıcı beyaz bir görünüm vermekte ve çoğu zaman ilerlemekte olan bir fırtınanın önünde oluşmaktadır. Böylece cirrostratuslar özellikle orta-tip bulutlar tarafından takip edilirlse 12-24 saat içerisinde yağmur veya kar yağışı tahmininde bulunulabilmektedir.

Cirrostratus (Cs)



Orta Bulutlar

Alto cumulus (Ac)

Alto cumulus (Ac) bulutları çoğunlukla su damlacıkları karışım şeklindedirler ve eğer şekilde kalınlıkları 1 km den daha fazla olan orta bulutlardır. Gri renkli kabarık bulutlar şeklinde görünürler, bazı zamanlar paralel dalgalar veya şeritler şeklinde yuvarlak görünüm meydana getirirler



Genellikle, bulutun bir kısmı diğer kısmından daha koyu olup, bu özelliği alto cumulusu daha yüksek cirro cumulustan ayırt etmeye yardımcı olmaktadır. Tek başına alto cumulus kabarcıkları cirro cumulus kabarcıklarından daha büyüktür. Bir alto cumulus tabakası bazı zamanlar alto stratusla karıştırılabilmektedir. Şüphe edinilen durumlarda, eğer yuvarlanmış kütleler veya yuvarlanma mevcutsa, bu bulutlara alto cumulus denilmektedir. Gökyüzünde “küçük şatolar (kaleler)” gibi görünen alto cumulus bulutları, bulutun bulunduğu seviyelerde yükselen hava varlığına işaret etmektedir. Sıcak nemli bir yaz sabahında bu bulutların görünmesi çoğu zaman geç öğle sonrasına kadar gök gürültülü fırtınaların habercisi olmaktadır.

Altostratuslar (As) gri veya mavimsi gri buz kristalleri ve su damlacıkları karışımı bulutlardır. Altostratus bulutları yüzlerce kilometrekarelik alan üzerinde yayılarak tüm gökyüzünü kaplamaktadır. Bulutun en ince kısmında, güneş buzlu camdan ışıyarak gibi puslu yuvarlak bir disk şeklinde görülebilmektedir. Bu görünüş bazı zamanlar “sulu güneş” şeklinde de belirtilmektedir



Kalın cirrostratus bulutları ara sıra ince alto stratus bulutlarıyla karıştırılmaktadır. Gri renk, yükseklik ve puslu güneş bir altostratusu ayırt etmek için iyi deliller oluşturmaktadır. Işık halelerinin yalnızca cirroform bulutlarıyla meydana geliyor olması gerçeği de bu bulutları ayırt etmede yardımcı olmaktadır. Bu iki bulutu ayırt etmenin bir diğer yolu ise gölgede zemine bakmaktır. Cirrostratus bulutları gölge üretebilecek kadar transparan olduklarından şayet gölge yok ise söz konusu bulutun altostratus olduğuna karar verilmektedir. Altostratus bulutları çoğu kere geniş ve nispeten sürekli yağışlara sahip fırtınaların önünde oluşturmaktadırlar. Şayet bir altostratustan yağış düşüyorsa, onun tabanı genellikle daha alçaktadır. Şayet yağış yere ulaşıyorsa, bu bulut nimbostratus olarak sınıflandırılmaktadır.

Nimbostratus (Ns), az veya çok sürekli şekilde kar veya yağmur yağışıyla birlikte koyu gri, “ıslak” görünümlü bir bulut tabakasıdır. Bu yağışın yoğunluğu genel olarak hafif veya orta şiddetlidir – iyi gelişmiş cumulus bulutları nimbostratus bulutu içerisinde gömülü değilse yağış asla yoğun, sağanak tipte yağış olmamaktadır.



Nimbostratus bulutlarının tabanını normal şekilde net olarak ayırt etmek mümkün değildir ve nimbostratusun üstü 3 km den fazla olabilmektedir. Nimbostratus altostratusla kolayca karıştırılmaktadır.

İnce nimbostratus genel olarak kalın altostratustan daha koyu gridir ve bir nimbostratus tabakası arasından normal şekilde güneş ve ay görülmemektedir. Bir nimbostratus bulut kümesi altında görülebilirlik genelde oldukça zayıftır çünkü yağmur buharlaşmakta ve bölge havasıyla karışmaktadır. Şayet bu hava doygun hale gelirse, orijinal bulut tabanı altında daha alçak bir bulut tabakası veya sis oluşabilmektedir. Bu alçak bulutlar rüzgarla hızlı şekilde sürüklenmelerinden dolayı stratus parçaları veya sürüntüleri denilen paramparça bir görünüşle düzenli olmayan öbekler oluştururlar.

Stratocumulus (Sc) sıralı, parçalı görünüşlü veya bireysel bulut elemanları arasında görülür mavi gökyüzüyle birlikte yuvarlanmış kütleler şeklindeki alçak topak bulutlardır (Şekil 5.19). Çok daha büyük bir cumulus bulutunun yayılan kalıntıları gibi çoğu zaman gün batımına yakın görünürler. Güneş ara sıra, yere kadar ulaşıyor gibi görünen ışık şeritleri (crepuscular ışınlar) üreterek bulut aralarından ışıkmaktadır.



Stratocumulusun rengi açık griden koyu griye kadar değişmektedir. Daha alçak bir tabana ve daha büyük bireysel bulut elemanlarına sahip olmasıyla altocumuluslardan farklılık göstermektedirler (Şekil 5.16 ile 5.19 u karşılaştırınız).

İki bulut arasında ayırım yapabilmek için, kol mesafesinde elinizi tutun ve buluta doğru nişanlayın. Altocumulus bulut elemanları genel olarak yaklaşık başparmağınız boyutlarında olacak; stratocumulus bulut elemanları yaklaşık yumruğunuz büyüklüğünde olacaktır. Stratocumulustan nadir şekilde yağış düşmesine rağmen şayet bulut elemanları çok daha büyük bulutlar içerisinde düşey şekilde gelişir ve gelişen tepe kısımları -5°C (20°F) dan daha soğuk olursa kışın sağanaklar şeklinde yağış meydana gelebilmektedir.

Stratus (St) tüm gökyüzünü çoğu zaman örten üniform grimsi bir buluttur. Yeryüzüne ulaşmayan bir sisi andırmaktadır (Şekil 5.20). Gerçek şekilde, bir kalın sis “yükseldiği” zaman oluşan bulut alçak stratus bulutu olmaktadır. Normal şekilde, stratustan yağış düşmemekte fakat bazı zamanlar stratusa hafif bir çisenti eşlik etmektedir. Kalın bir stratus tabakası nimbostratusla karıştırılabilmektedir.



Kalın bir stratus tabakası nimbostratusla karıştırılabilmektedir. Fakat alçak stratus tabanının ayırt edilebilir olması ve nimbostratusla birlikte hafif-orta yağış meydana geldiği hatırlanarak bunların arasında ayırım yapılabilmektedir. Aynı zamanda, bir stratus kümesi bir altostratus tabakasıyla karıştırılabilmektedir. Buna karşın, eğer stratusun daha alçak ve koyu gri olduğu ve güneşin normal olarak altostratustan “sulumsu” görünüyorsa, ayırım yapabilirsiniz.

Cumulus (Cu)

Nerdeyse herkesin aşına olduğu kabarık cumulus (Cu) bulutları çeşitli şekiller almakta fakat çok sık şekilde keskin hatları ve düz tabanıyla cumulus bulutları yüzen bir pamuk parçası gibi görünmektedir

Cumulus humilis

Cumulus fraktus



Zararsız görünümlü cumulus çoğu zaman sıcak yaz sabahlarında gelişir ve öğle sonrasına kadar çok daha büyük hale gelirler ve daha düşey olarak gelişirler. Gelişmekte olan cumulus bir karnabahar göbeğine benzediği zaman, bir ***cumulus congestus*** veya *kuleleşen cumulus* (towering cumulus-Tcu) olmaktadır. Sağanak yağış bırakırlar



Şayet bir cumulus congestus düşey şekilde büyümeye devam ederse, iri bir cumulonimbusa (Cb) – bir gök gürültülü fırtına bulutuna- dönüşmektedir (Şekil 5.23). Cumulonimbusun koyu tabanı yerküre yüzeyinden 600 metreden daha yukarıda olmaz iken tepesi 12000 metrenin daha üstüne tropopoza kadar uzanmaktadır. Bir cumulonimbus tecrit edilmiş bir bulut gibi veya bulut “duvarı” veya bir hat parçası gibi meydana gelebilmektedir.

Bu büyük bulutlar, her biri yere yoğun sağanak şeklinde yağabilen tüm yağış çeşitlerini – iri yağmur damlaları, iri kar taneleri, kar yumakları ve bazı zamanlar dolu taneleri- içerebilmektedir.

Cumulonimbusa şimşek çakması, yıldırım düşmesi ve hatta hortumlar eşlik etmektedir



Lenticular (Optikvari) bulutlar

Bir dağ engeliyle karşılaşan nemli hava çoğu zaman dalgalanmalar oluşturmaktadır. Dalga kabartısı oluşturan bulutlar genelde bir lens şekline sahip olmakta ve bu nedenle **lenticular bulutlar** denilmektedir . Sıklıkla lenticular bulutlar havada duran bir uzay gemisini andırmaktadır.



Flama bulutu

Tek başına bir dağ zirvesi üzerinde bir bulut meydana geldiğinde ve yandaki Şekildeki gibi aşağı doğru yayıldığında, bu buluta **banner (flama) bulutu** denilmektedir.



Lenticular buluta benzer bir bulut *kasket bulutu* veya **pileus bulutu** olup yükselen cumulus bulutu tepesine giyilmiş bir ipek eşarbi andırmaktadır. Oluşmakta olan bir cumulus congestus veya cumulonimbus'un üstüne nemli rüzgarlar saptığı zaman Pileus bulutları meydana gelmektedir. Bu bulutların tepesi, üzerinde akan hava yoğunlaşırsa çoğu zaman bir pileus oluşmaktadır.

Pileus bulutu



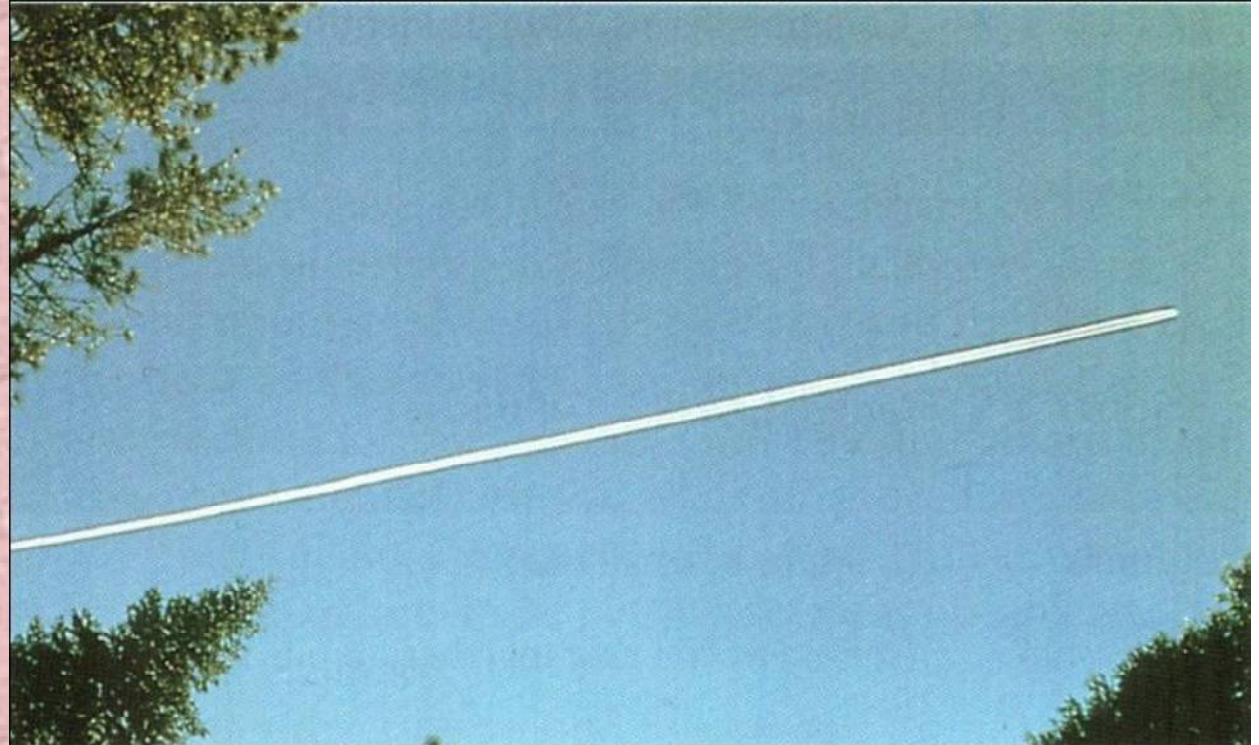
Birçok bulut yükselen havada oluşmakta fakat mammatus, alçalan havada oluşmaktadır.**Mammatus bulutları** ismini kendi görünüşünden almaktadır. Mammatus bulutu görünüşü bulut altına asılı ve bir inek memesini andıran torbaya benzemektedir (Şekil 5.28). Mammatus çok sık şekilde cumulonimbus altına asılı oluşmasına rağmen, cirrocumulus, altostratus, altocumulus ve strato cumulus altında da gelişebilmektedir.

Mammatus bulutları



Yüksek rakımlarda uçan jet uçakları çoğu zaman yoğunlaşma izi veya contrail denilen cirrus vari yoğunlaşmış su buharı üretmektedir (Şekil 5.29). Yoğunlaşma doğrudan motor eksozundan havaya su buharı eklenmesinden kaynaklanabilmektedir. Bu durumda saturasyon üretebilmek için soğuk havayla sıcak eksoz gazları yeterli kadar karışmalıdır.

Contrail



Stratosfere geçen cumulonimbus bulutlarından başka buraya kadar tanımlanan bulutların tümü troposferde yani aşağı atmosferde görölmektedir. Örneđin, yumuşak incimsi görünümlü bulutlara **nacreous bulutları** veya **inci bulutları anası** denilmekte, 30 km'nin üzerinde stratosferde oluşmaktadır . Yüksek enlemlerde rahatça görölebilmektedir.

Nacreous bulutları



Dalgalı mavimsi-beyaz bulutlar yukarı mezosferde 75 km (46 mil) üzerindeki rakımlarda bazı zamanlar görülmektedir. Bu bulutlar öyle incedirler ki bunlardan yıldızlar parlak şekilde ışımlıdır. Bu bulutların görülebileceği en iyi yer alacakaranlıkta kutup bölgelerinde bulunmaktadır. Bu zamanda, yükseklikleri nedeniyle, bu bulutlar hala güneş ışıması içindedir. Yerdeki gözlemciye siyah arka zemine karşı parlak görünmektedir. Bu nedenle, bu bulutlara “parlak gece bulutları” anlamına gelen **noctilucent bulutları** denilmektedir.

Noctilucent bulutları



Çizelge 5.5 Gökyüzü şartlarının tanımı

TANIM	ASOS (%)	İNSAN	ANLAM
Açık (CIR veya SKC)	0-5	0	Bulut yok
Az	>5 - ≤ 25	0 – 2/8	Görülebilir birkaç bulut
Parçalı (SCT)	>25 - ≤ 50	3/8 – 4/8	Parçalı bulutlu
Çok (BKN)	>50 - ≤ 87	5/8 – 7/8	Çok bulutlu
Kapalı (OUC)	>87 - ≤ 100	8/8	Gökyüzü bulutlarla kaplı

UYDU GÖZLEMLERİ

Hava uydusu, yerküre yörüngesinde bulunan bir bulut gözleme platformudur.

Yer bazlı gözlemlerin hiç yapılmadığı alanlarda son derece değerli bulut fotoğrafları sağlamaktadır.

Fırtına, kasırga ve tayfunları okyanuslarda çıktıkları yerlerde belirleyerek, henüz karalara gelmeden çok önce uyarılarda bulunmasını sağlamaktadırlar.

- Bulutları görüntülemek için 2 tip hava uydusu bulunmaktadır.

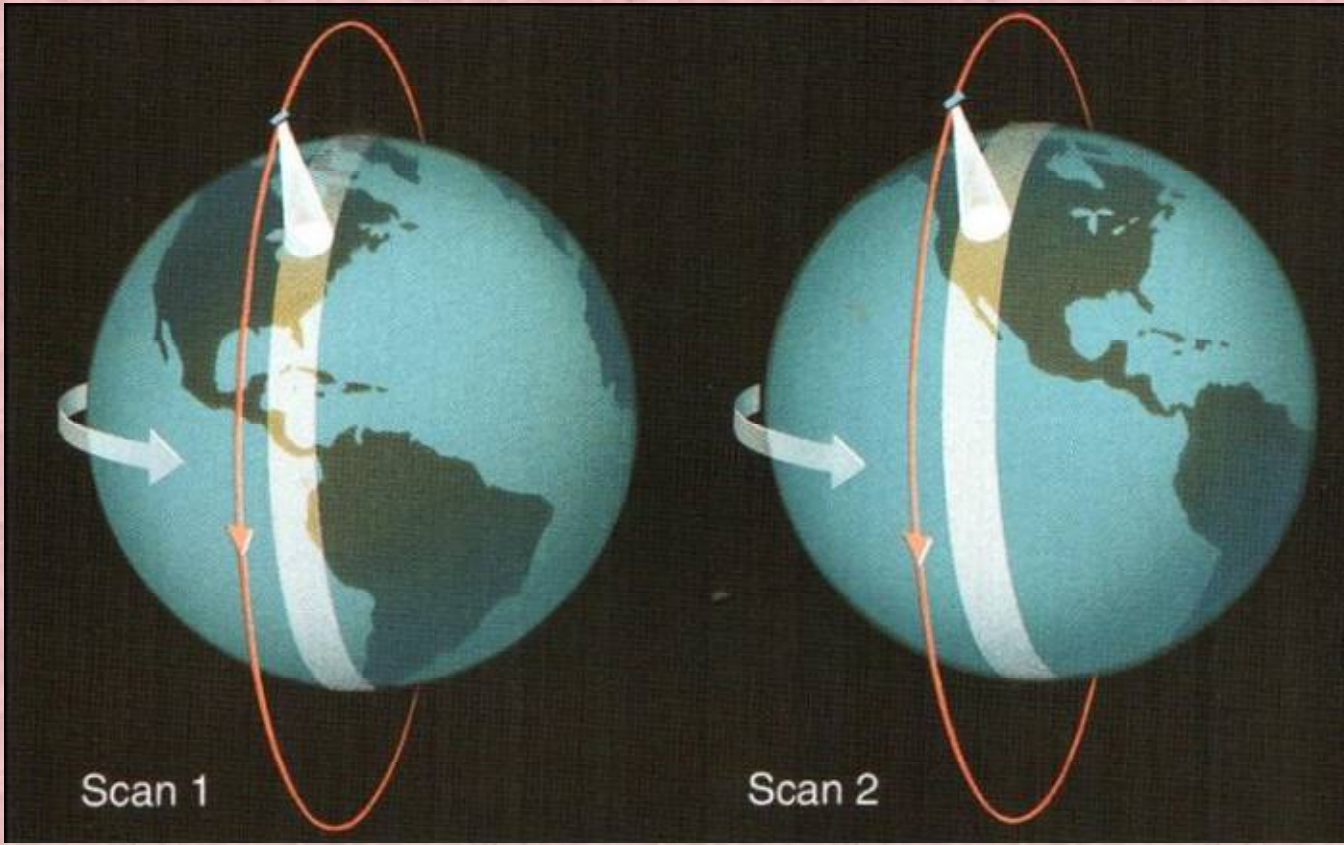
1- Yer istasyonlu uydular (Geosynchronous satellites)

2- Kutup yörüngeli uydular

Yer istasyonlu uydu



- “Gerçek zamanlı” veri sistemi kullanırlar.
- Bulut hareketlerini, dağılmasını, hava cepheleri ve fırtına sistemlerini, bunların gelişimlerini görüntüler.
- Bulut hareketlerinden rüzgar yönleri ve hızları yaklaşık şekilde tahmin edilir.



Kutupsal yörüngeli uydular

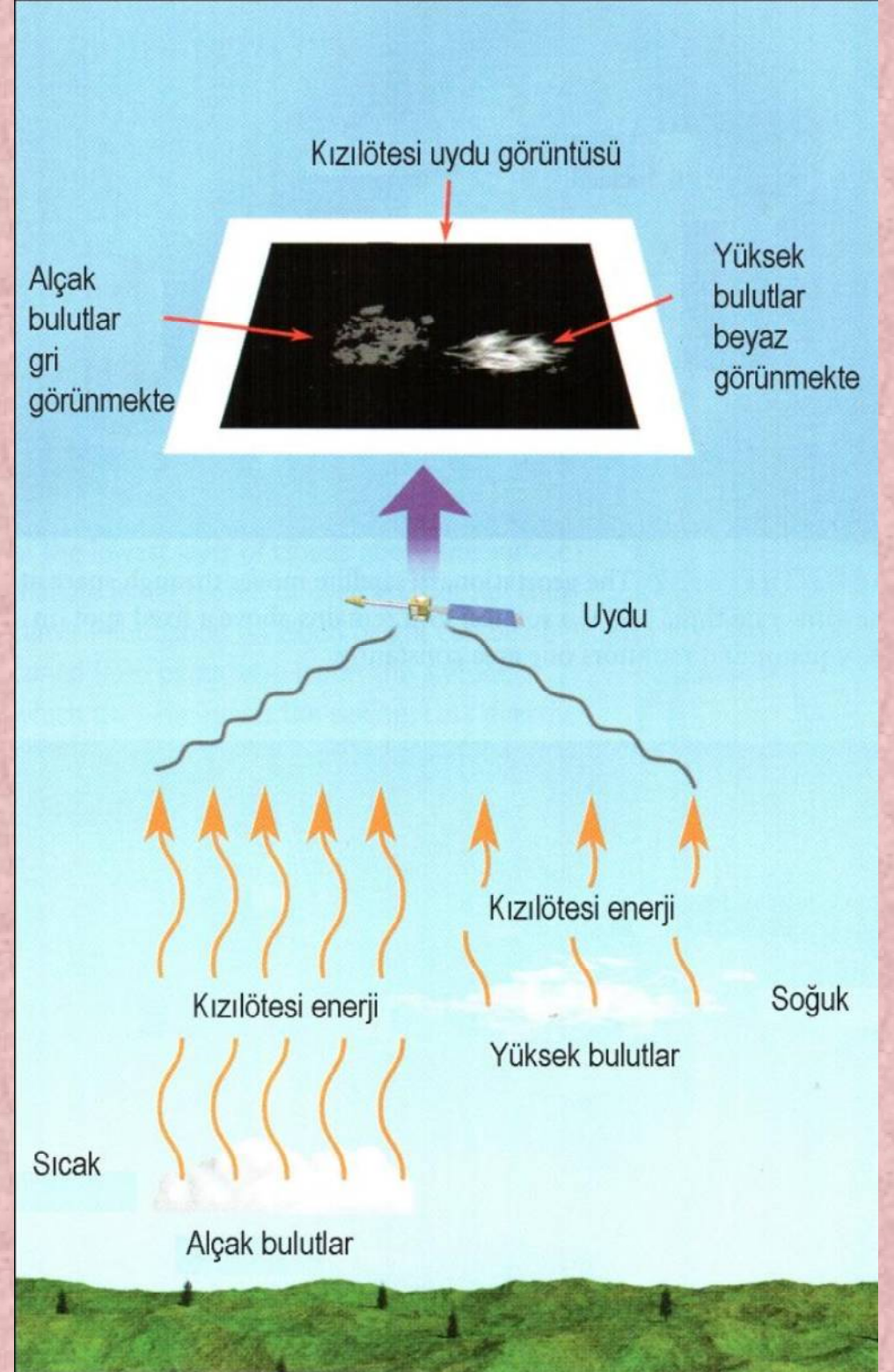
Yer istasyonlu uyduları tamamlayan, meridyen çizgilerine hemen hemen paralel hareket eden uydulardır.

Altlarındaki bulutların fotoğraflarını çekme üstünlükleri vardır.

Kuvvetli fırtınalar ve bulut sistemleri hakkında ayrıntılı fotoğrafik bilgi sağlarlar.

Uydu tarama gereçleri

- TIROS I uydusunda televizyon kamerası vardı.
- Günümüz uydularında radyometreler bulunmaktadır.
- Su buharı gibi atmosferik gazlardan gelen radyasyon taranarak atmosfer sıcaklığı ve neminin düşey profili gözlenebilmektedir.
- Sondalayıcı radyometre ile atmosferde farklı seviyelerde sıcaklık ve nem profili çıkartılabilmektedir.
- Yüksek, orta ve alçak bulutlar kızıl ötesi bulut fotoğrafları ile ayırt edilebilmektedirler.



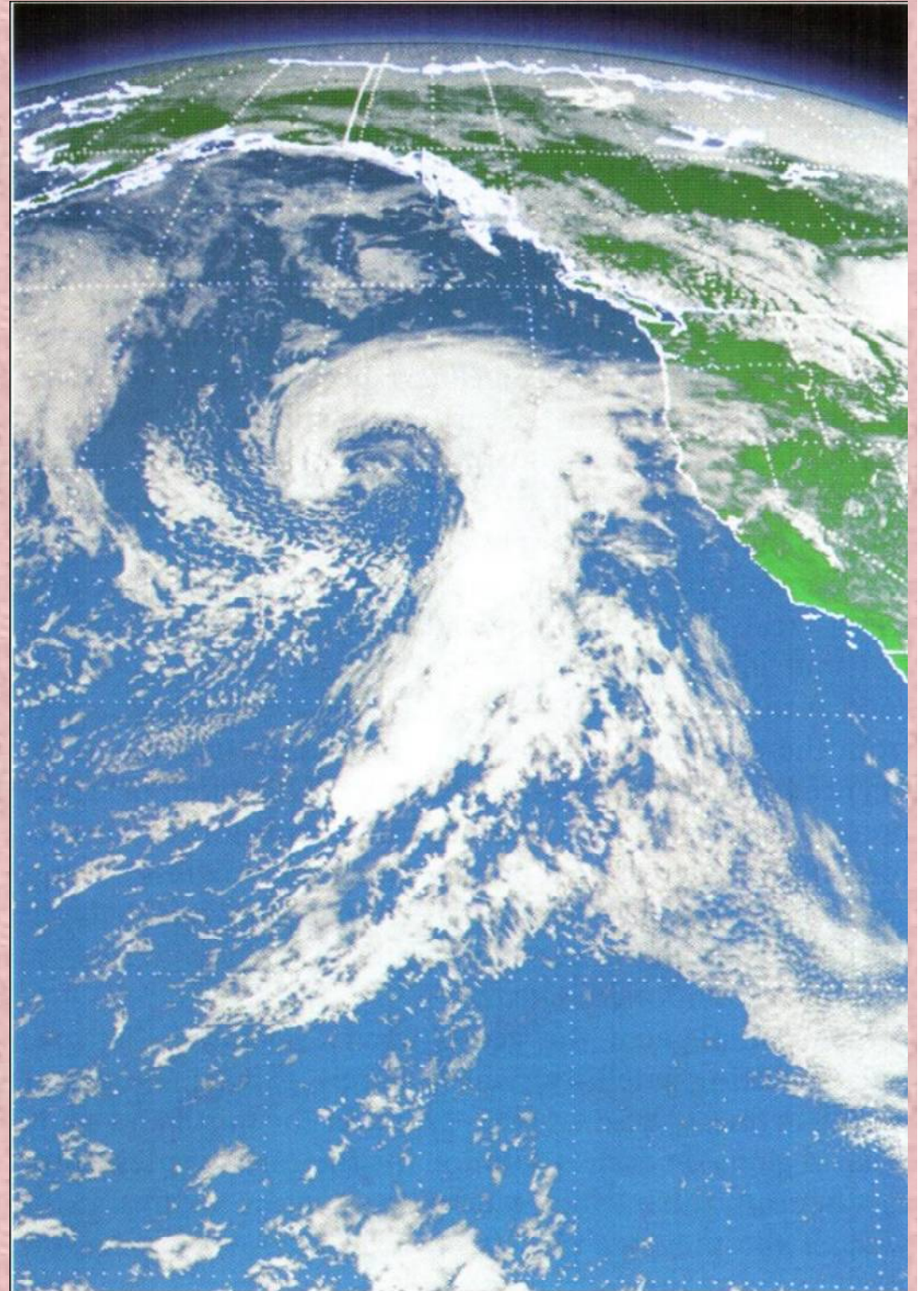
Görölür uydu görüntüsü

Görölür uydu görüntüsünde bulutlar beyaz görünmektedir.

Kuzey California ve Oregon üzerindeki bulutlar incedir.

Pasifikte yaklaşmakta olan bir hava cephesi görünmektedir.

Cephe gerisinde beyaz pütür pütür görünen bulutlar cumulus bulutlarıdır.



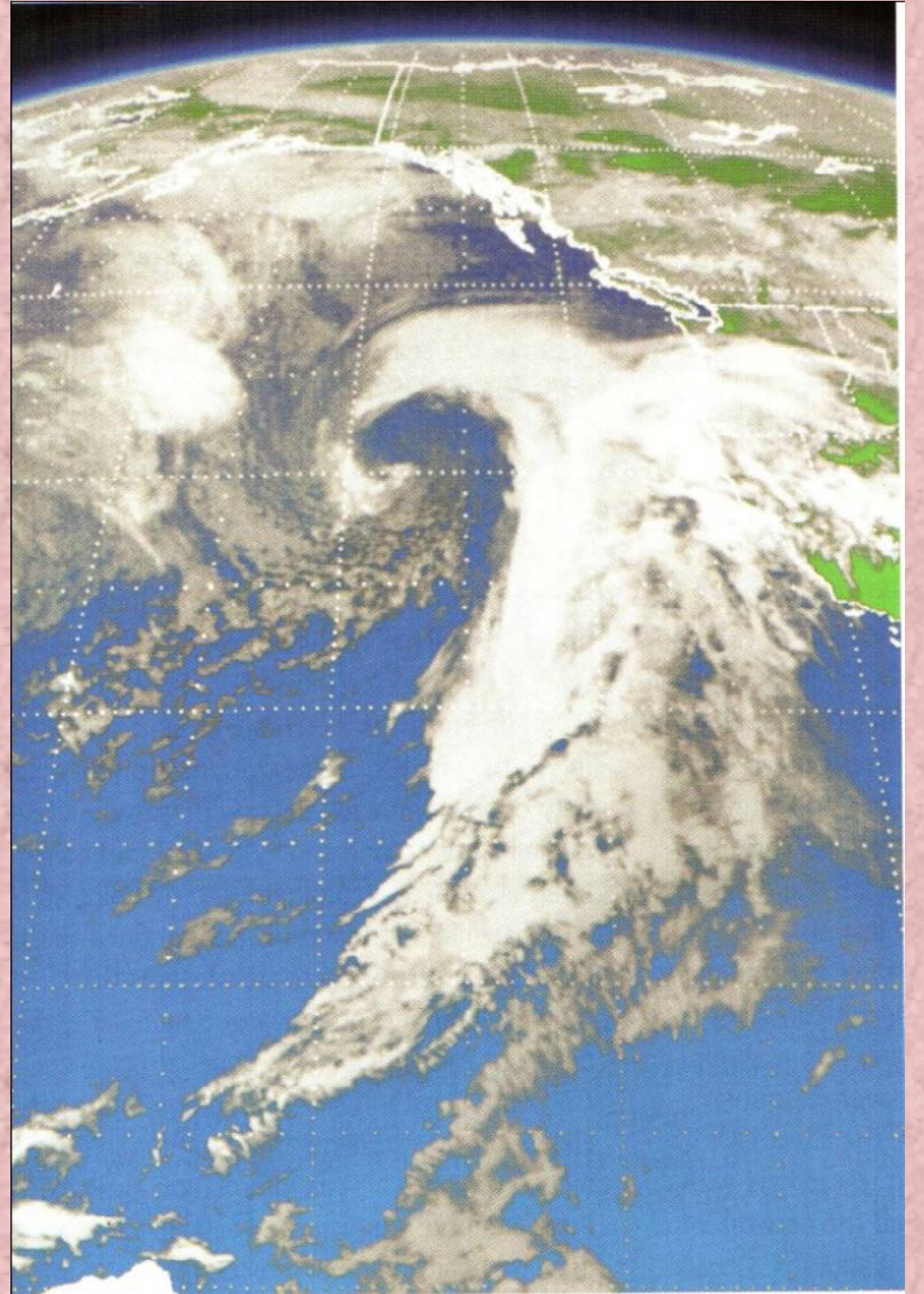
Kızılötesi uydu görüntüsü

Kızılötesi uydu görüntüsünde bulutların bir kısmı gri renkte görünmektedir.

Kuzey California ve Oregon üzerindeki ince bulutlar parlak oldukları için yüksekte oldukları anlaşılmaktadır.

Pasifikte yaklaşmakta olan hava cephesi her iki görüntüde de beyaz ve parlak olduğu için kalın ve yoğun oldukları anlaşılmaktadır.

Cephe gerisindeki cumulus bulutları gridir yani daha alçaktadırlar.



Geliştirilmiş kızılötesi görüntü

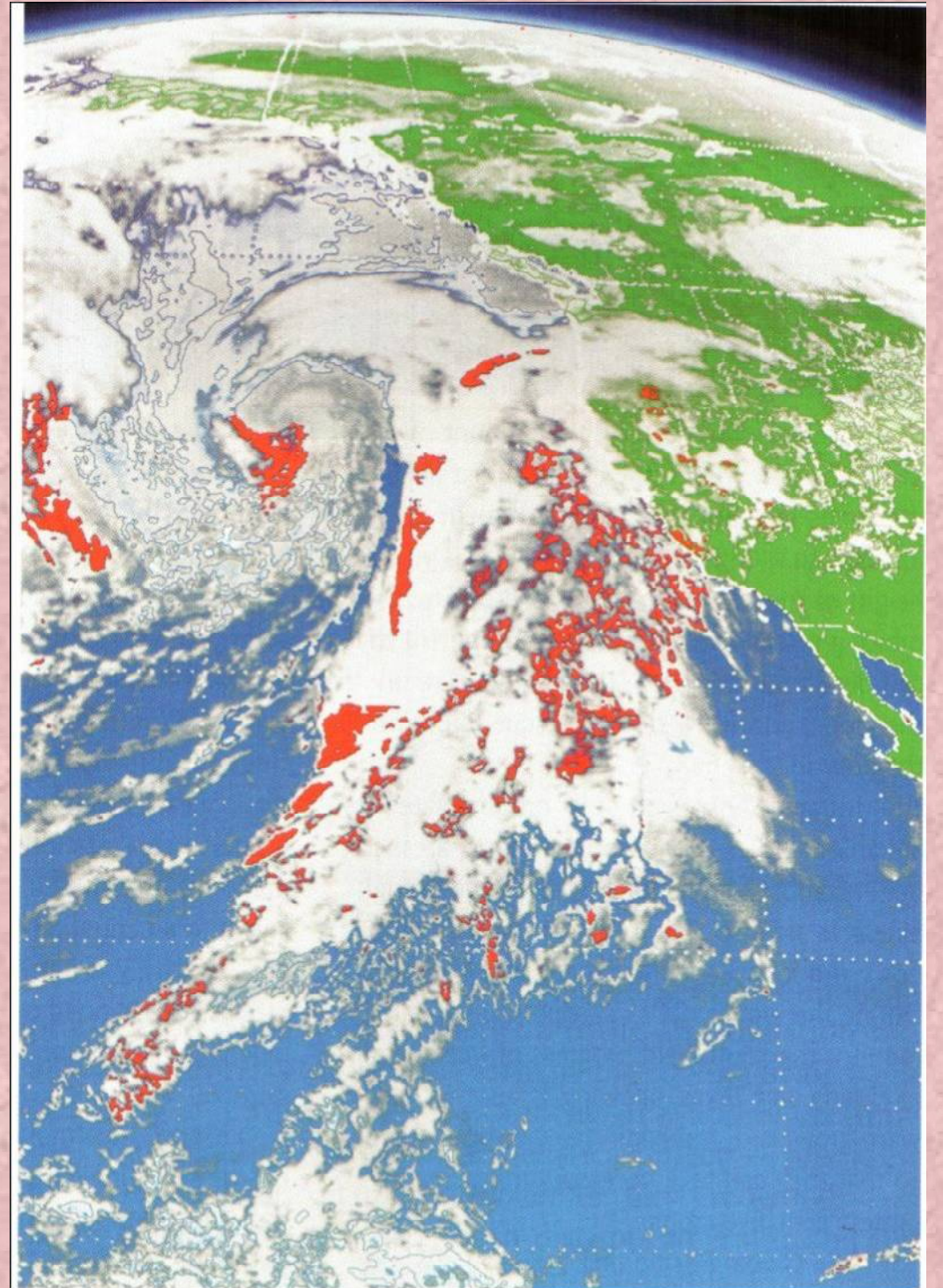
Bulut sıcaklıkları arasındaki fark küçük olduğu zaman bulutların tespiti zorlaşmaktadır.

Bu nedenle kızılötesi görüntüler bilgisayarlarda işlenerek geliştirilirler.

Bulutların en soğuk üst kısımlarına koyu mavi veya kırmızı renk verilir. Bu bulutlar en fırtınalı bölgeleri gösterir.

Güneydeki kırmızı renkler gök gürültülü fırtına sistemidir.

Ardıl bulut fotoğrafları ile yaklaşan bulutlar ve fırtınalar tahmin edilebilir.

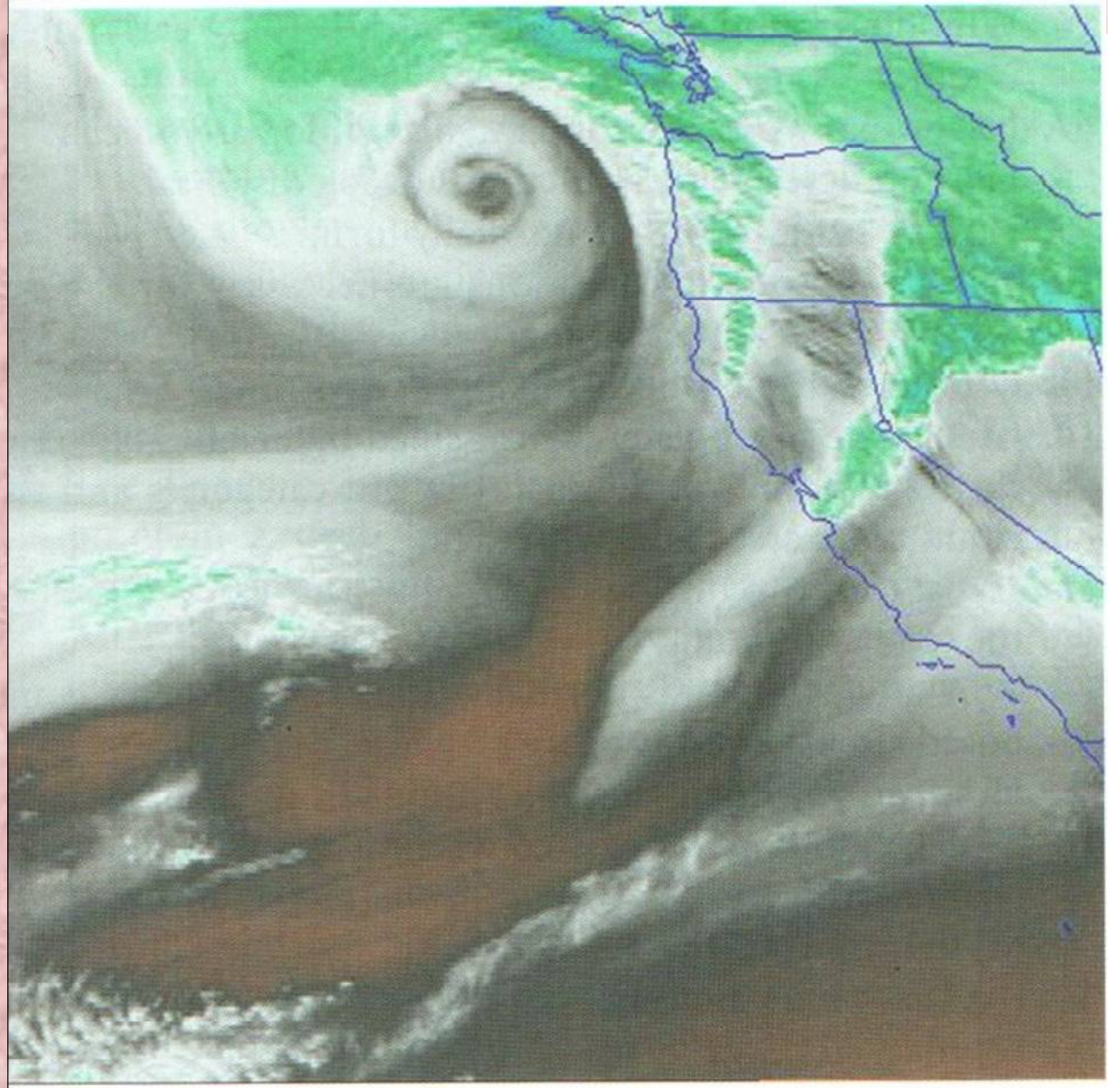


Kızılötesi su buharı görüntüsü

Bulutlar olmadığında hava hareketini tahmin etmek zordur.

Yer istasyonlu uydular, orta ve üst troposferde atmosferik su buharı dağılımını çıkarabilen su buharı sensörleri ile donatılmışlardır.

Kuru ve nemli bölgeler , esen rüzgarların desenleri ve jet akımları bu görüntülerden elde edilebilmektedir.



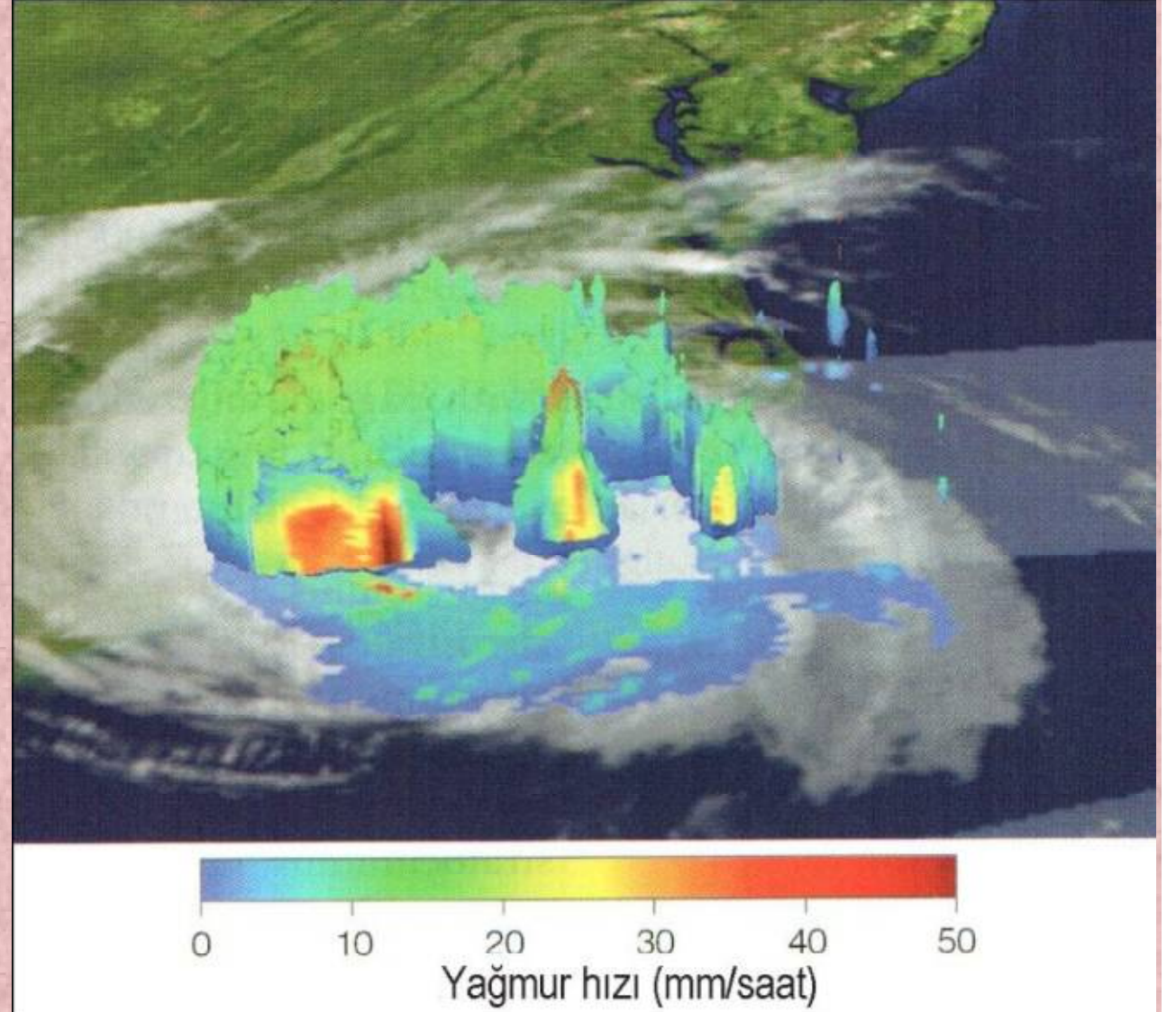
TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) uydu görüntüsü (35°N-35S°)

400 km yüksekliğe yerleştirilen bu uydudan tek tek ayrıntılı bulut görüntüleri alınmaktadır.

Uyduda

- Görölür tarayıcı
- Kızılötesi tarayıcı
- Mikro dalga tarayıcı
- Yağış radarı vardır.

Üç boyutlu bulut ve fırtına görüntüleri elde edilmektedir. İlave enstrümanlar ile enerji dengesi ve şimşek çakmaları hakkında bilgi sağlanmaktadır.



Lazer ceilometre

Bulut tabanları

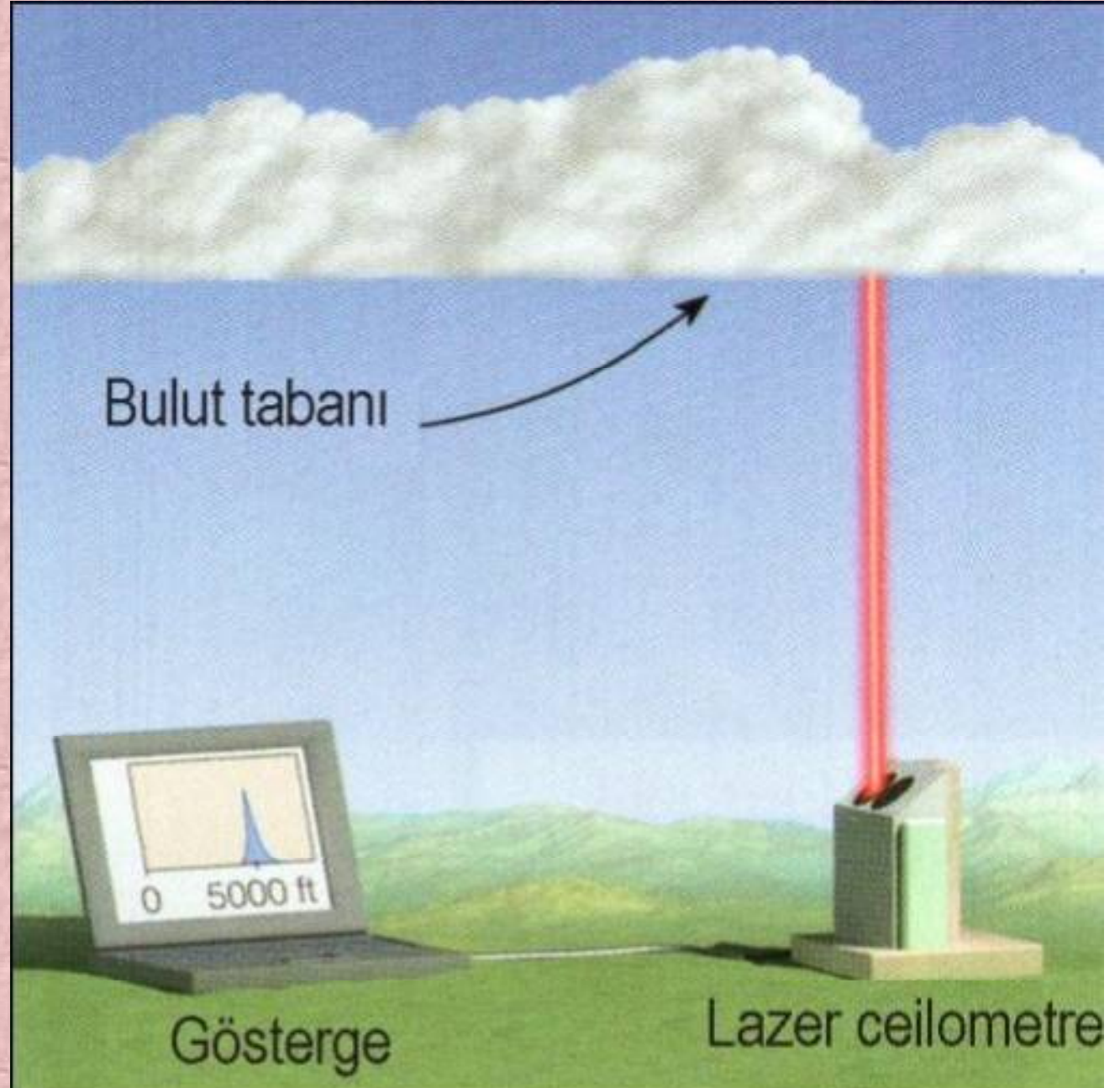
1- Pilotlardan

2- Uçan balonlardan

3- Döner ışık huzmeli
ceilometrelerde

4- Lazer huzmeli
ceilometrelerden elde
edilebilmektedir.

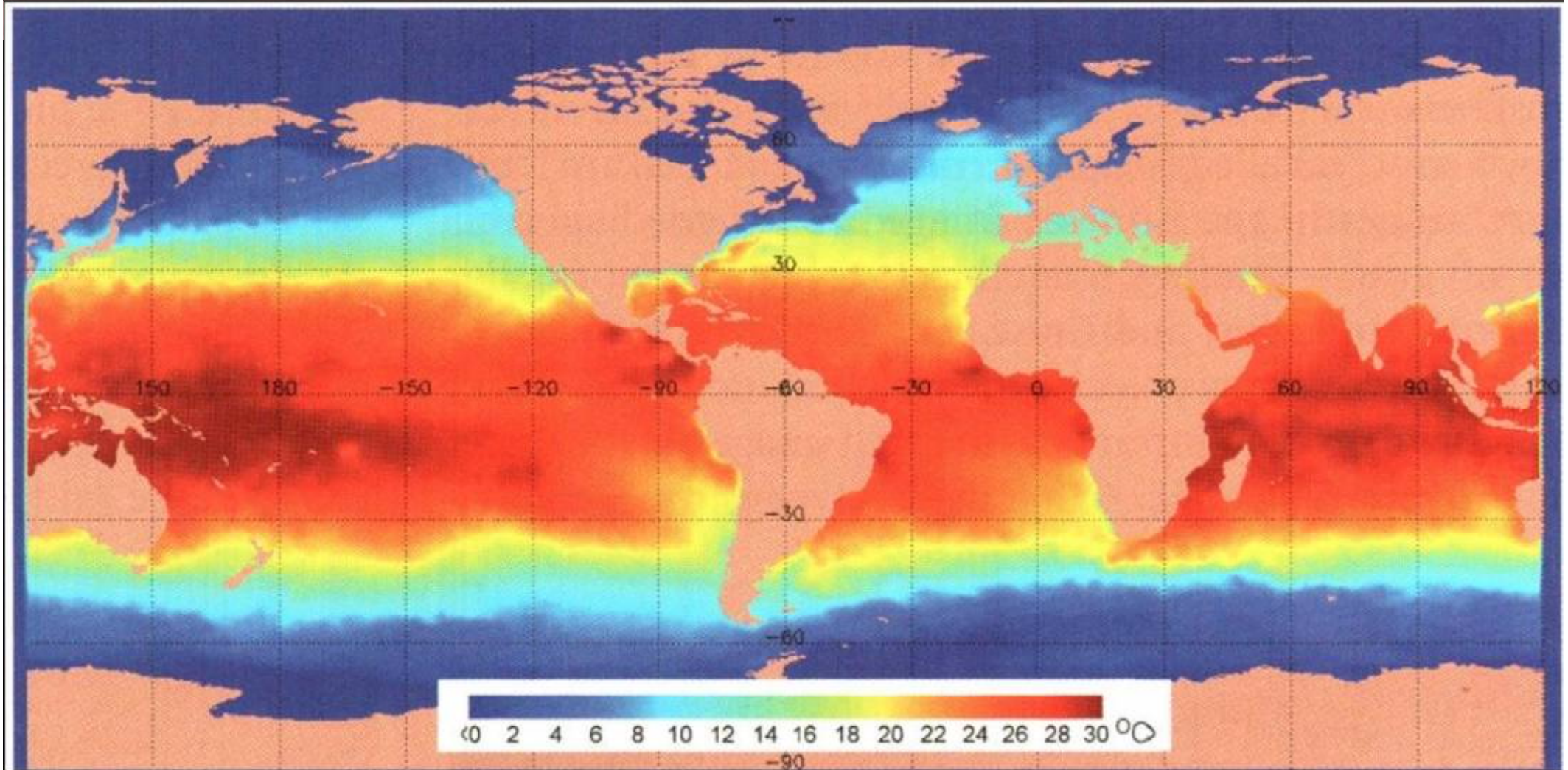
ASOS istasyonlarında
kullanılmaktadır. 12000 ft
e kadar bulut tabanları
ölçümeğmektedir.



Uydular daha fazlasını yapabilmektedir!

- Telekomünikasyon
 - Askeri gözlemler
 - Atmosfer enerji dengesi ölçümleri
- yanında

**19 Şubat 2004 tarihinde deniz yüzeyi sıcaklık haritası
TRMM uydusu tarafından elde edilmiştir.**



- Uydular ile
 - Kar  t s  miktarı,
 - Kutup buzulları yayılımı,
 - Deniz hatlarındaki büyük buz kitleleri,
 - Okyanus yüzeyi yükseklikleri,
 - Yer yüzeyi felaketleri için ölçüm yapan cihazlardan gelen sinyalleri ve diğer sinyalleri,
 - Bitkileri durumu,
 - Ormanlık alanlar ve orman bozum bölgeleri,
 - Aşırı kurak alanlar,
 - Volkanik patlamalar ile atmosfere yayılan k l bulutları,
 - Güneye ilerleyen soğuk hava ve don uyarıları
 - GPS (Global Positioning System),
 - GEOS uyduları ile, nehir su sayaçlarından, otomatik hava istasyonlarından, sismik ve tsunami istasyonlarından veri almakta ve gemi takip sistemi içermektedir. Kirlilik, pus ve ozon miktarları ölçülebilmektedir.
 - LandSat uyduları ile yeryüzü doğal kaynakları taranmaktadır.