

METEOROLOJİ DERSİ

• YAĞIŞ

Doç. Dr. G. Duygu SEMİZ

Atmosferden yeryüzüne düşen sıvı veya katı sulara **yağış** denir.

Yağışların Oluşumu

Yağışın olabilmesi için ön şart su buharı (nem)dır. Ancak bu yeterli değildir. Bununla beraber ardarda 4 ayrı olay daha gereklidir.

- 1. Soğuma,**
- 2. Yoğunlaşma,**
- 3. Damlaların büyümesi,**
- 4. Yağış alanına yeni bulutların gelmesi.**

Soğuma

Yoğunlaşma için havanın soğuması gerekir. Soğuma soğuk ve sıcak hava kütlelerinin karışmasıyla veya konvektif yükselmeyele olabilir. Soğuma 4 şekilde olur.

- Konveksiyonla soğuma:** Sıcak hava soğuk yeryüzüne temas ederek soğur.
- Radyasyon kaybı ile soğuma:** Açık gecelerde atmosferden uzaya radyasyonla ısı kaybı sonucu soğuma olur.
- Karışma ile soğuma:** Sıcak ve soğuk 2 hava kütlesi karışarak.



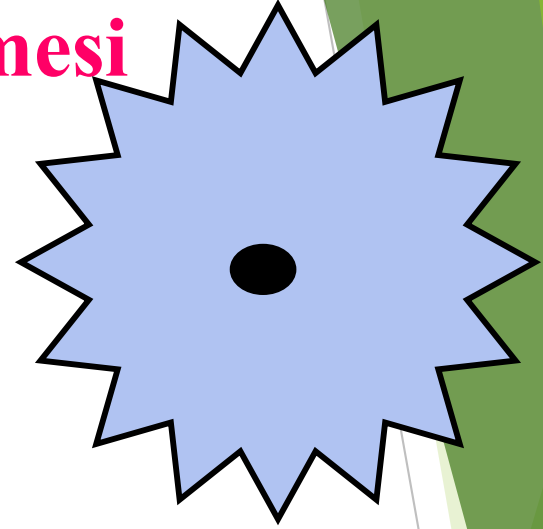
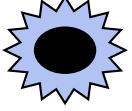
- Adyabatik soğuma:** Çevresiyle ısı değişimi olmadan soğuma adyabatik olarak nitelenir. Yükselerek soğuma.

Hava ısınır → genişir → hafifler → yükselir = soğur.

Yoğunlaşma

Yoğunlaşmanın olabilmesi için havada **yoğunlaşma çekirdeklerinin** olması gerekir. Bunlar suyu üzerinde tutan 10 mikrondan küçük çaplı parçacıklardır. Yoğunlaşma çekirdekleri olmazsa yoğunlaşma olmaz.

Damlaların Büyümesi



Yoğunlaşma çekirdeklerinin etrafındaki ince film su tabakası **higroskopik su** olarak adlandırılır. Bu su kalınlaşır, kalınlaşır ve havada kalamaz hale gelir. Sonra da düşmeye başlar. Düşerken diğer su damlacıklarıyla da birleşir ve yağış olur. Çok soğuyan havada buz kristalleri oluşabilir. Bunların üzerinde de yoğunlaşma olabilir.

Yağış Alanına Yeni Bulutların Gelmesi

Bulutlardaki su buharı miktarı 2-3 g/m³ kadardır. Dolayısıyla yağışta bu su hemen tükenir. Yeni bulutlar gelip beslemedikçe uzun süreli yağışlar oluşmaz.

Birim zamanda düşen yağış miktarına **yağış şiddeti** denir.

Düşen yağış; **2.5 mm/h** \geq ise (**düşük intensiteli yağış**),

2.5-7.6 mm/h ise (**orta intensiteli yağış**),

7.6 mm/h $<$ ise (**yüksek intensiteli y.= şiddetli yağmur = sağanak**)

Yağış Şekilleri

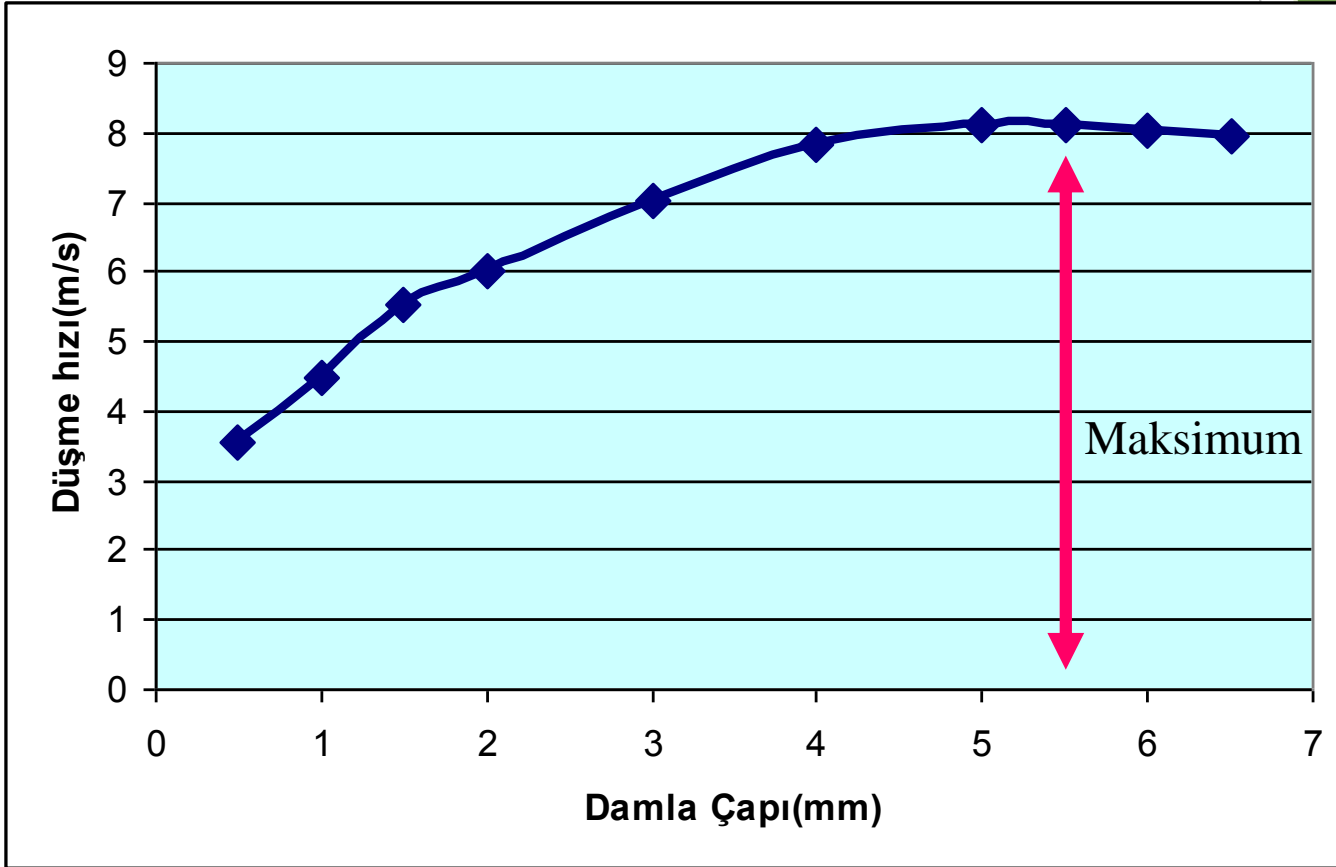
Yoğunlaşan su buharının havadaki veya yeryüzündeki ürünlerine **hidrometeor** denir. Hidrometeorlar 4'e ayrılır.

- 1. Düşen Hidrometeorlar**
- 2. Düşmeyen Hidrometeorlar**
- 3. Yeryüzünde Savrulan Hidrometeorlar**
- 4. Havada Bulanıklık Yapan Hidrometeorlar**

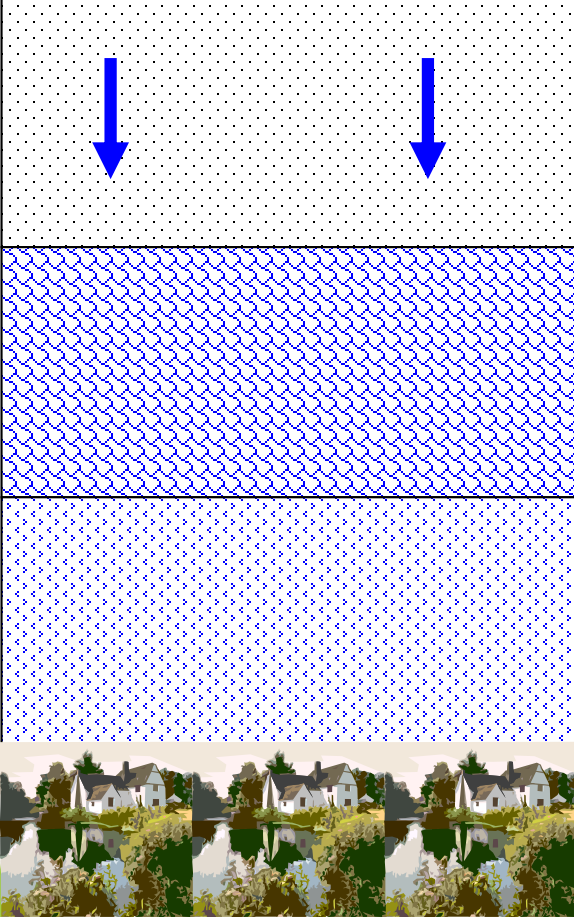
Bunlardan önemlileri; yağmur, kar, dolu, çiğ, kırağı, kırç, vergla ve grezil burada anlatılacaktır.

Yağmur

Bulutlardan sıvı olarak düşen çapı 0.5 mm den büyük su damlacıklarına **yağmur** denir. Damla çapı 6 mm den büyükse sürtünme direnci artar ve damla parçalanır.



Çapı 0.5 mm den küçük yağmura **çisenti** denir.



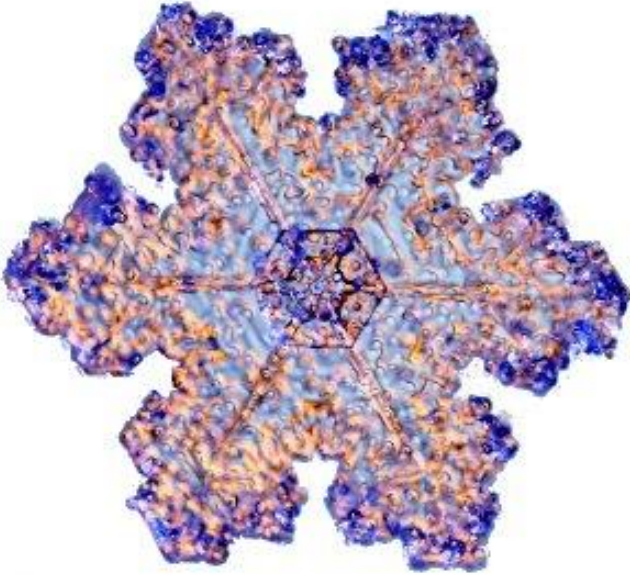
Yağmur (sıcaklık 0°C 'nin üzerinde)

0°C den düşük hava katmanı

Sulu sepken: Yeryüzüne doğru düşen yağmur damlaları, sıcaklığı 0°C 'nin altında olan bir hava katmanından geçerken kısmen donmuş bir küreye yakın bir şekil alır ve **sulu sepken** olarak adlandırılır.

Kar

Buz kristallerinden oluşan yağışa **kar** denir. Yođunlařan damlalar daha da soğuyup sıfırın altına dűřerse katı halde yoğunlaşmış damlacıklar oluşur. Bu 6 ve 8 gen buz kristalleri birleşerek **kar lapasını** oluşturur.



- Kar yalıtıcıdır. Bitkileri dondan korur.
- Yavaş eriyerek toprağa su depolar.

Dolu

0.5 - 5 cm çaplı, yağan buz parçalarına **dolu** denir. Tek bir buluttan düştüğü için lokal bölgelerde görülür. Ülkemizde 10 sn ile 40 dakika arasında değişen sürelerde dolu yağışları görülmüştür.



23.5.1969 günü saat 17:15'de Ankara'ya düşen dolu taneleri



2.7.2005 tarihinde Erzurum'da 20 dakika boyunca yağan dolu araç trafiğini olumsuz etkilerken, dolunun kalınlığı kimi yerlerde 2 cm'ye ulaşmıştır.

May 12, 2004 Giant Hail in Attica, Kansas, USA.





An unusually large hailstone (NOAA).

En büyük dolu faciası 1888 yılında Hindistan'da yaşanmıştır. Düşen dolu taneleri sonucunda bir kısmı hemen, bir kısmı da aldıkları yaralar sonucunda sonradan olmak üzere toplam 250 kişi hayatını kaybetmiştir.

Çiğ

Özellikle ilk ve sonbahar aylarında meydana gelen bir yağış şeklidir. Soğuk, açık ve rüzgarsız gecelerde, toprak veya yere yakın bitki ve cisimlerin sıcaklığının çevredeki havadan daha soğuk, ancak $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde olması durumunda su buharının toprak, bitki ve cisimler üzerinde yoğunlaşması sonucu **çiğ** oluşur.



Çiğ



Kırağı

Kırağı, oluř şekli bakımından řiđe benzer. şiğden farkı, sıcaklığın 0°C' nin altında olması durumunda cisimler üzerinde yoğunlaşan suyun donması ile oluşmasıdır. Bitki ağısından kırağıdan řok sıcaklığın 0°C' nin altına dűřmesi 6nemlidir.



Kırç (Jivr)

Havadaki su buharının çok soğumuş ağaç dalları, tel, saçak, vb. cisimler üzerinde yoğunlaşarak buz tabakası haline gelmesidir. Kırağıdan ayrılan yönü, kristallerin üst üste yığılarak buz tabakası haline gelmesidir.

Çiğ en çok ilkbaharda görülürken, kırağı ve kırç ise çoğunlukla sonbaharda görülmektedir.



Vergla

Yağmurun 0 °C nin altındaki cisimler üzerine düşmesi ve bunlar üzerinde donmasıyla oluşur.



Grezil = Buz paletleri

Özellikle İlkbaharda yağmurla birlikte, özellikle kışın kardan önce düşen yuvarlak kar halinde bir çekirdek ve çevresinde çok ince buz tabakası ile kaplı tanelerden oluşan bir yağış şeklidir. Çapları 5 mm veya daha azdır ve doludan daha yumuşak olup sert bir yüzeye düştüklerinde sıçramazlar.

Yağış Tipleri

Yağış olabilmesi için çiglenme noktasının altında soğuma gerekir. Bu soğumanın tipine göre yağışlar **Depresyonik, Orografik, Konvektif** olabilir.

Depresyonik Yağışlar

Depresyonik yağış = Siklonik yağış = Cephesel yağış

Yoğunluğu ve sıcaklığı farklı iki hava kütlesi karşılaşınca oluşur.

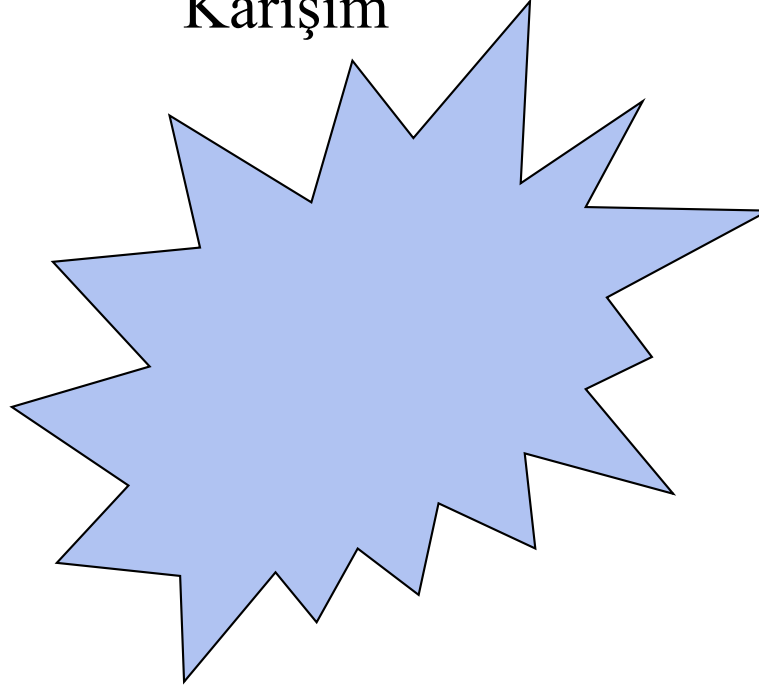
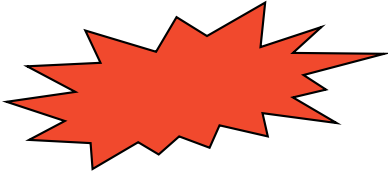
Ilık hava hem karışımdan hem yükselmeden dolayı soğur. Soğuma yavaş olur. Geniş alanlarda uzun süreli ve düşük şiddetli yağış bırakır.

Depresyonik Yağışlar

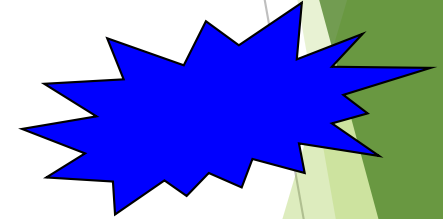


Karışım

Sıcak hava

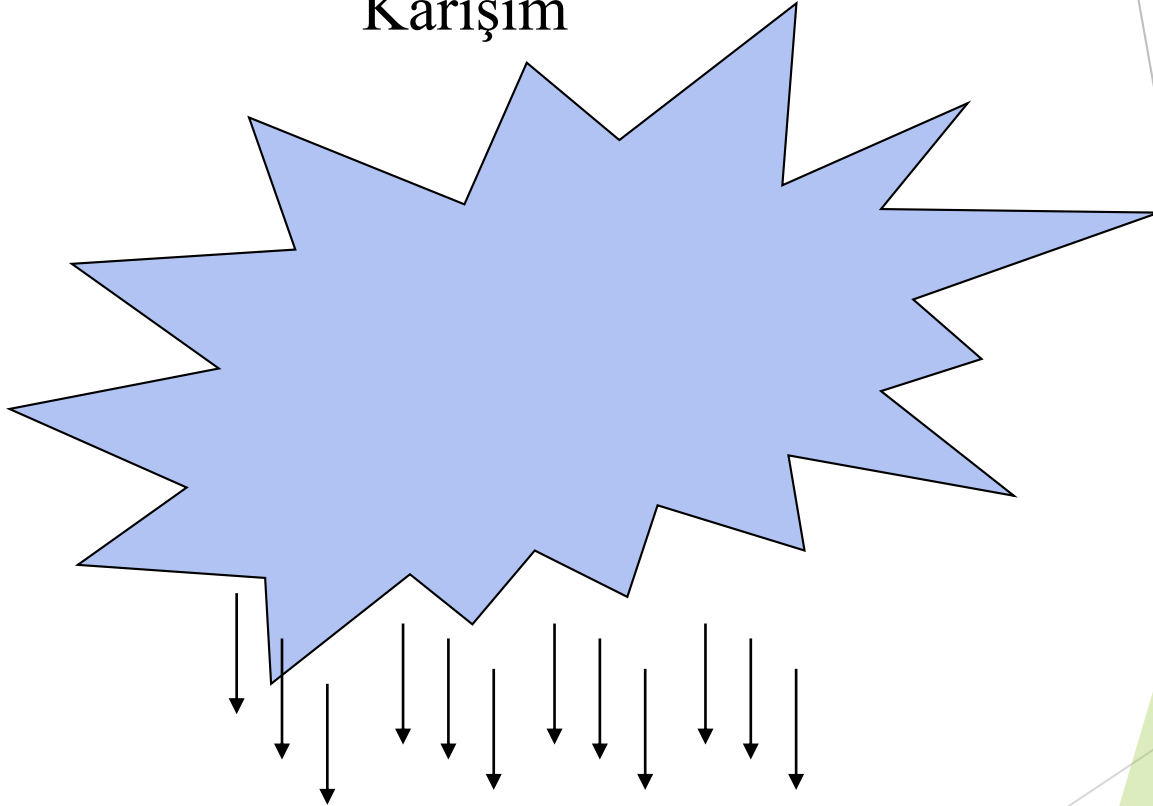


Soğuk hava



Depresyonik Yağışlar

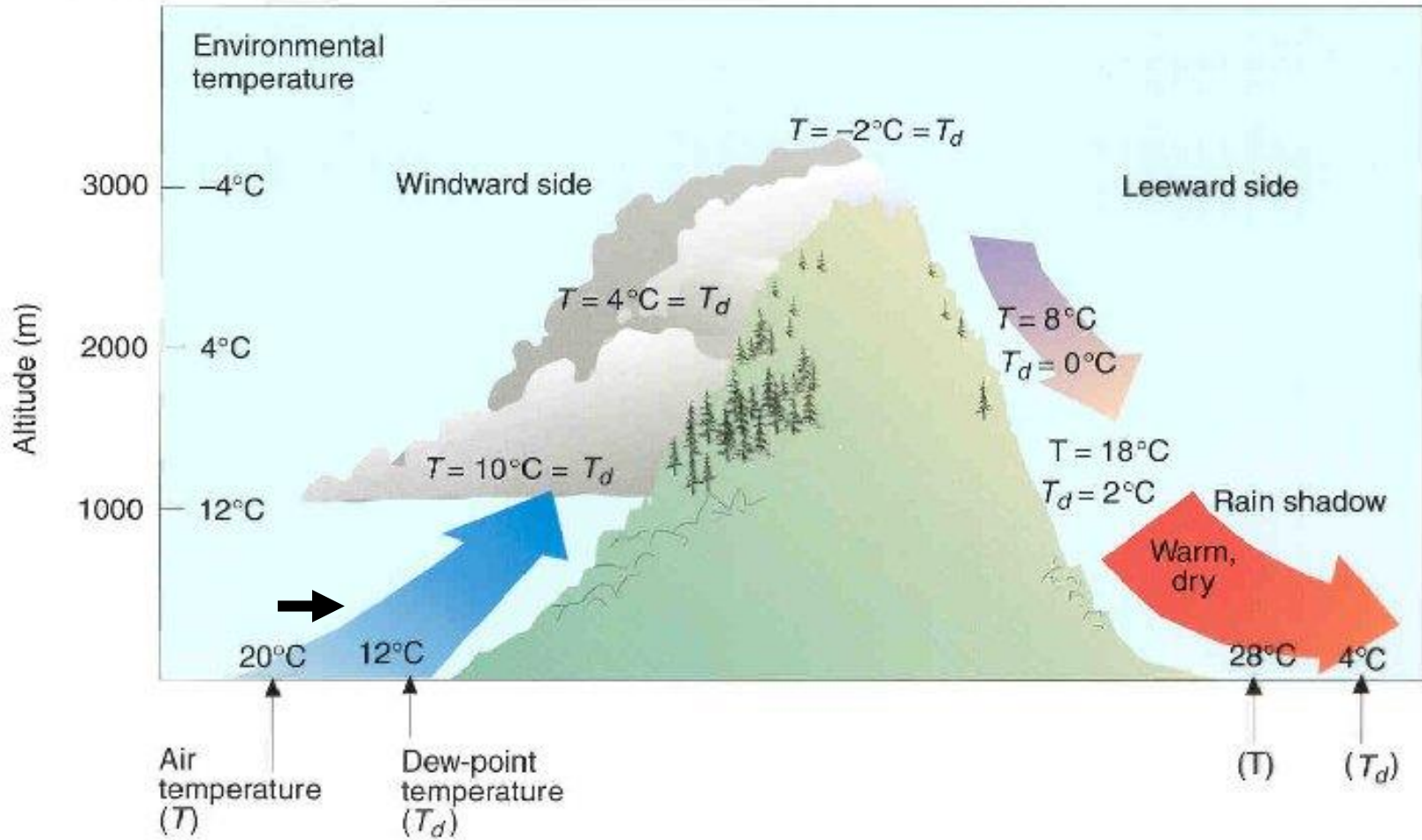
Karışım



Orografik Yağışlar

Şiddetli yağış bırakabilir. Denize paralel yüksek dağlarda çok görünür. Deniz tarafı yağış alır.(Fön rüzgarında da anlatıldı).

Orographic uplift, cloud development, and the formation of a rain shadow

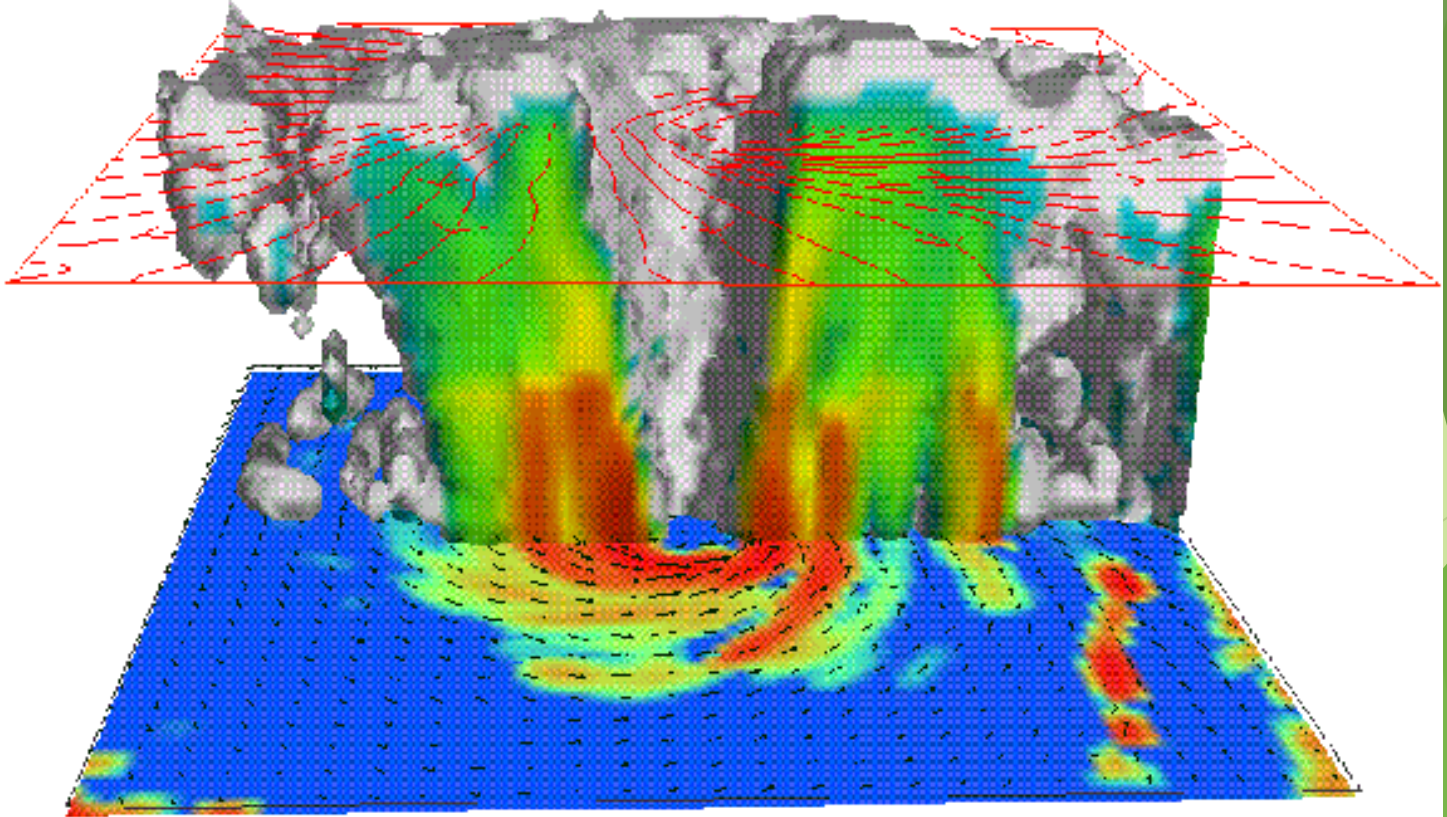


Konvektif Yağışlar

Yeryüzünün sıcak kesimleri ile temas eden hava ısınır.

Hava ısınır → genişir → hafifler → yükselir → soğur → Yağış

Nemin yüksek olduğu yaz başında şiddetli yağış olabilir (Kırkikindi yağmurları bu şekilde oluşur).



Yağışların Ölçülmesi

Düşen yağışın miktarı tarım açısından son derece önemlidir. Düşen yağış yerde kalıp birikseydi derinliği ne olurdu? sorusunun cevabı yağışın ölçümüdür. Yağışın birimi **mm**, **cm**, **kg/m²** dir.

$$V = 1 \times 1 \times 0.02$$

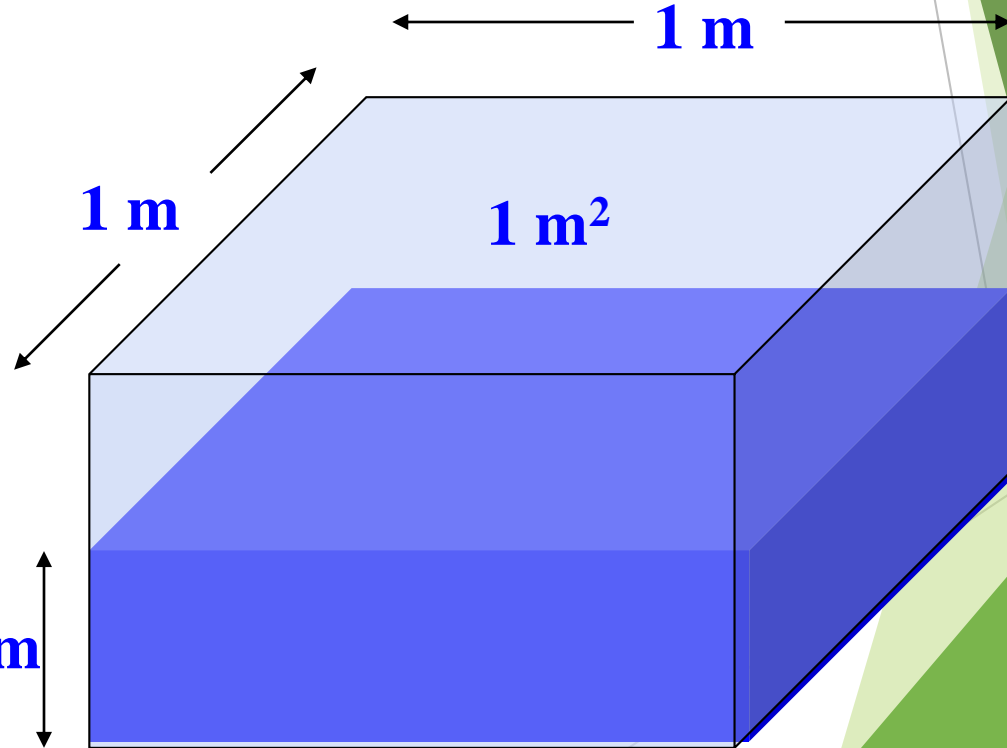
$$V = 0.02 \text{ m}^3$$

$$V = 20 \text{ litre}$$

$$20 \text{ L/m}^2$$

$$20 \text{ kg/m}^2$$

$$20 \text{ mm} = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$



Yağmurun Ölçülmesinde Plüviyometre ve Plüviyograf Kullanımı

Düşen yağmur miktarının ölçülmesinde **Plüviyometre** kullanılır.





Plüviyometre ve parçaları

Plüviyograf

Çoğu zaman yağmurun toplam miktarı yanında belirli bir dönemdeki şiddeti de önemlidir. Zamana göre derinlik olarak yağmur miktarını kaydeden araçlara **Plüviyograf** denir.



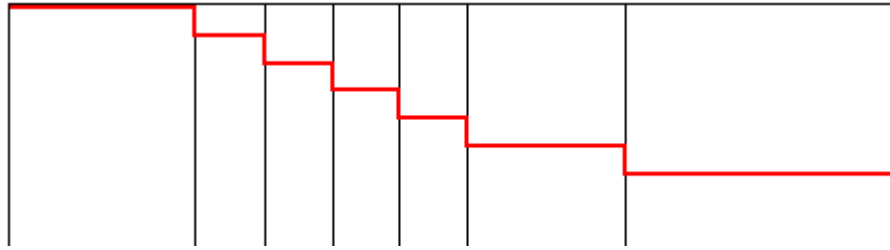
Yağmur ölçmede 4 farklı tip plüviyograf ile radarlar kullanılır.

1. Ağırlıklı yazıcı yağmur ölççeği

Su bir haznede birikir ve hazne ağırlığına paralel hareket eden kalem uç yağış grafiğini oluşturur.

2. Devrilen kovalı yazıcı yağmur ölçęi

Kovası dolup taşma noktasına gelince devrilir ve yazıcı uç sabit hızla dönen şerit üzerine bir işaret atar. Bu işaretler sıklaştıkça yağışın şiddetli, seyreltikçe yağışın az şiddette olduğu anlaşılır. Ağırlıklı yazıcı yağmur ölçęine göre daha kabadır.



3. Yüzgeçli yazıcı yağmur ölçęi

Kapta biriken su yükselip dolunca, yazıcı bir işaret koyar ve boşalma devrilerek değil de yüzücü bir şamandıranın bir sifonu çalıştırmasıyla olur.

4. Elektronik Yağış Ölçer (Elektronik Plüviyograf)

Yağış rejimi bilinmeyen havzalarda Elektronik Plüviyograf'larla 1 m²'ye düşen yağış elektronik olarak ölçülmektedir.

Elektronik Plüviyograf, limitsiz yağış kapasiteli, yağış toplama ünitesi, yağış hareketlerini bilgisayar komutları haline dönüştüren otomatik kefe sistemi, datalogger, hafıza, elektronik ve mekanik bölümlerden oluşmaktadır.





Elektronik Plüviyograf



Data Logger

Elektronik Plüviyografın Çalışma Prensibi

Yağış toplama hunisinin yağış çıkış noktasının altına montajı yapılmış hareketli kefe içine, yağış toplama hunisinden gelen yağış tam 0,1 mm dolduğunda kefe sağa hareket eder ve diğer boş kefeye yağış dolmaya başlar. Kefenin her sağa-sola devrilmesinde, kefe üstündeki mıknatısın “reed contact” altından geçmesi sırasında manyetik anahtar kapanır ve datalogger’a bir sinyal gönderilir. Yağış devam ettikçe kefenin hareketlerine bağlı olarak datalogger’a sinyal gönderme tekrarlanır. Hafızada toplanan yağış bilgileri istenildiği zaman Plüviyograf’ın data logger RS-232 çıkışından Lap-Top bilgisayar, Desktop, Hafıza kartı ve GSM Data Modem aracılığı ile PC’ye transfer edilir. Yağış dataları Windows ve excel ortamında tablolar ve grafik halinde değerlendirilir.

COMMUNICATION WITH PLUVIOGRAPH

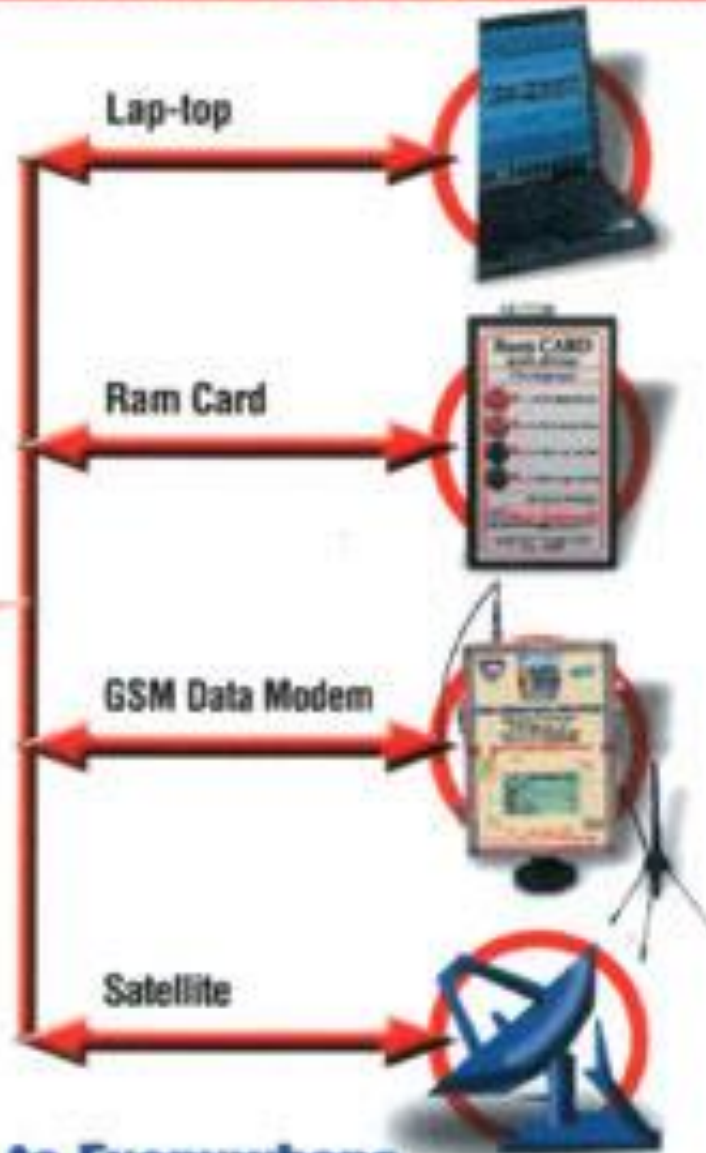


**Pluviograph
(Datalogger)**

RS-232

**RS-232 Port
Specifications**

Baud Rate	9600
Data Bits	8
Parity	None
Stop Bits	2
Start Bit	1



Real-Time Data Anywhere to Everywhere

Elektronik Plüviyografın Teknik Özellikleri

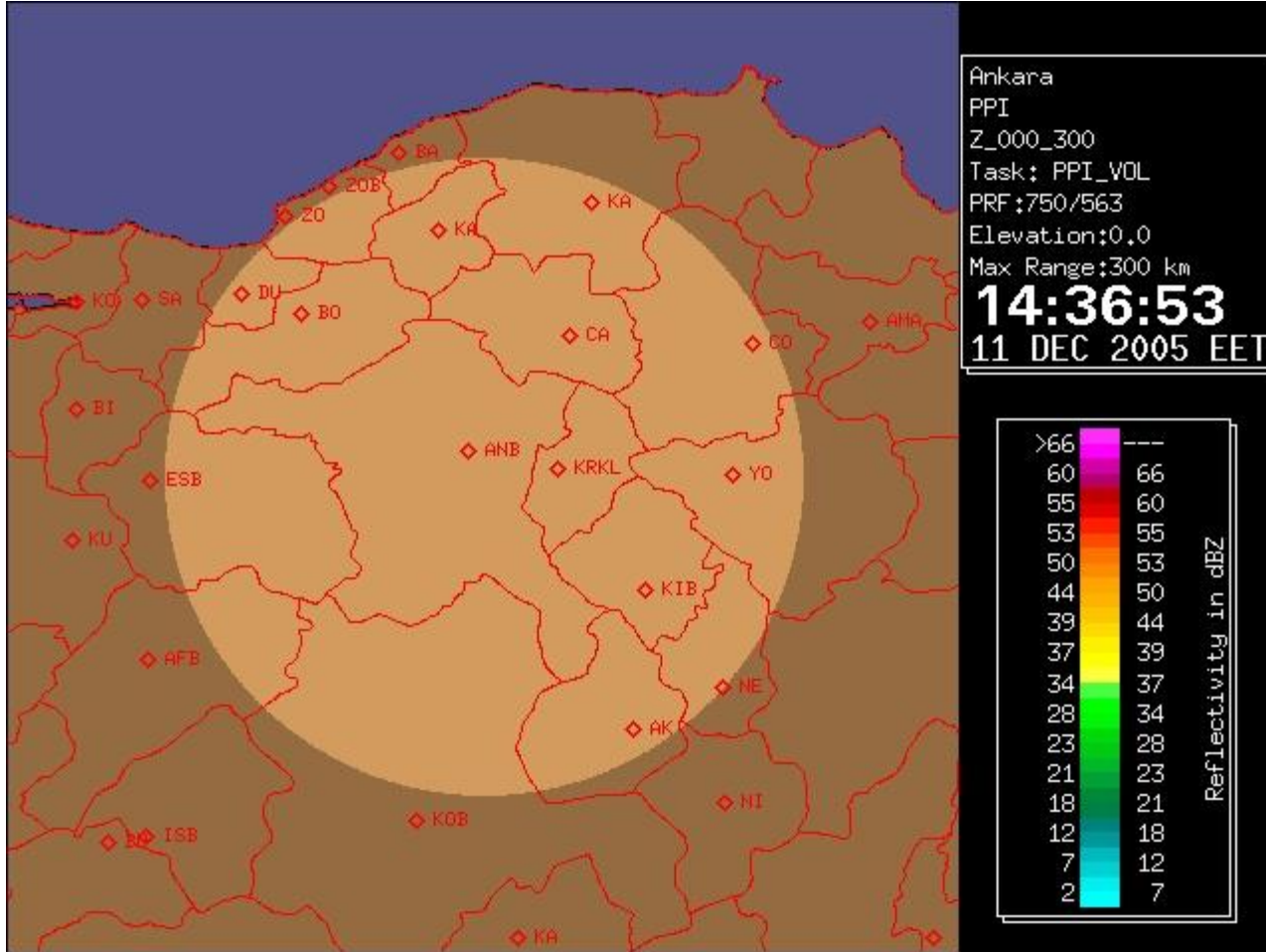
Yağış Toplama Alanı	200 cm²
Kefe (Tipping Bucket)	Plastik meteryalden
Çözünürlük	1 sinyal 0,1 mm yağış
Kefe Kapasitesi	0,1 mm veya 0,2 mm ayarlanabilir
Mekanizma	Manyetik reed switch
Çıkış	Potansiyel free contact
Materyal	Alüminyum
Max. Switch Kapasitesi	150 V, 0,25 A, 3 Watts
Boyutları	Yükseklik: 355 mm, Çapı: 205 mm
Ağırlık	3,7 kg








Rain Data Logger

Data logger Özellikleri	Datalogger su sızdırmaz contalı, compact ve dokunmatik tuşludur. Bu tuşlarla kurulum tarihi, toplam yağış, kayıt zamanı, kefe sayacı, batarya ömrü gibi bilgileri LCD ekrandan gösterir. LCD ekran 12 saniye sonra otomatik kapanır.
Prencip	Microprocessor kontrollü MICHROCHIP PIC 16 C xx.xx
Memory	32 KByte, C-MOS Ram
Hafıza Kapasitesi	32 KByte. Kefe kayıt kapasitesi 64 impulses / 1 dak. 0,2 mm kefe ayarı = 64 x 0,2 13 mm yağış / 1 dak. 0,2 mm Max. yağış = 32763 x 13 426000 impulses 35500 mm yağış 0,1 mm Min. yağış = 32763 x 6.4 17500 mm yağış
Zaman Formatı	24 saat, yaklaşık hassasiyet \pm 3 dak. / 1 yıl
İletişim (Haberleşme)	Data logger RS-232 çıkışından bilgi alış-verişi Lap-Top bilgisayar, Desktop, Hafıza kartı veya GSM Data MODEM aracılığı ile yapılır.
Setup Parametreleri	Plüviograf Setup tarihi, setup zamanı, bölge, havza, istasyon nosu, ölçüm birimi (0,1 mm veya 0,2 mm)
Güç Kaynağı	2 Adet AA Size Lithium Battery, her biri 3.6 V, 2.4 Ah.
Batarya Ömrü	5 yıl, normal çalışma modunda
Program	“PLV2002”, Ver: 2.0 “Windows Data Management Software”
Çalışma Sıcaklığı	-30 °C ile +75 °C arası
Boyutları	145 mm x 75 mm x 45 mm, IP 65
Ağırlık	Yaklaşık 315 gr

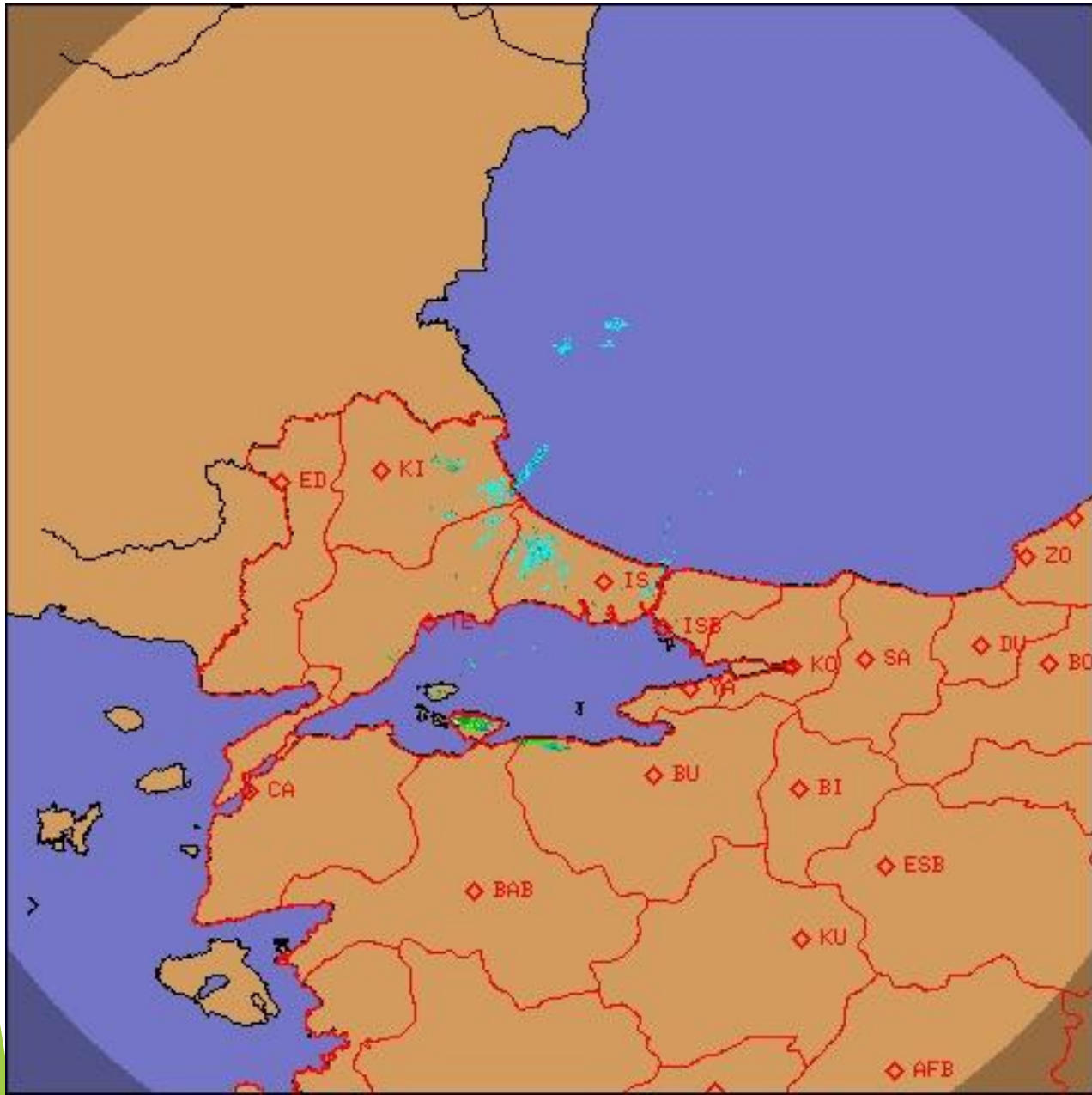
5. Radar

1-20 cm dalga boylu mikro dalga ışın gönderilir. Yansıtıcılardan gelen ışınlara göre yağmurun anlık şiddeti ve toplam miktarı belirlenebilir.

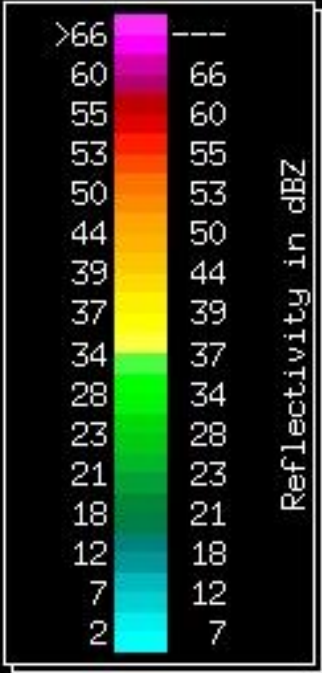


	Yağışın Cinsi	dBZ	Yağış Miktarı mm/saat
	Dolu ile birlikte Yoğun ve Şiddetli Gürültülü Sağanak Yağış	55>	>100
	Şiddetli Gök Gürültülü Sağanak Yağış	50-54	51 ile 100
	Mutedil veya Şiddetli Yağmur veya Karla Karışık Yağmur	45-49	26 ile 50
	Mutedil Yağmur veya Karla Karışık Yağmur	40-44	13 ile 25
	Hafif Yağmur , Mutedil veya Kuvvetli Kar	30-39	3 ile 12
	Çok Hafif Yağmur veya Hafif Kar	15-29	0.1 ile 2.9
	Çisenti veya açık hava hedefleri (böcek,toz vb.)	<15	0 ile İz

PPI, antenin belirli bir yükseklik açısında (vertical elevation) sabit tutulmasıyla elde edilen bir üründür. Yatayda (azimut) 0-360° tarama yaparak elektromanyetik dalga gönderilir. Bu görüntüde, radarın tespit ettiği ekoların reflektivite değerlerine göre radarın kaplama alanı içerisinde yer alan hedeflerin gerçek koordinatları ve varsa yağışlı bölgeler belirlenir. Görüntünün sağında bulunan renk skalası dBZ cinsinden reflektivite değerlerini gösterir.



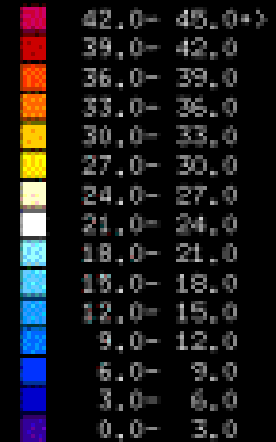
Istanbul
PPI
Z_000_300
Task: SURVEILLANC
PRF: 400Hz
Elevation:0.0
Max Range:300 km
14:57:00
11 DEC 2005 EET



File : 2001052314451301.ppz
Type : PPI (Z)
Range : 300.0 km

23.05.2001
14:45:13

dBZ



ANKARA

PRF : 250 / 0

RS : 1

TS : 16

CC : Doppler 7

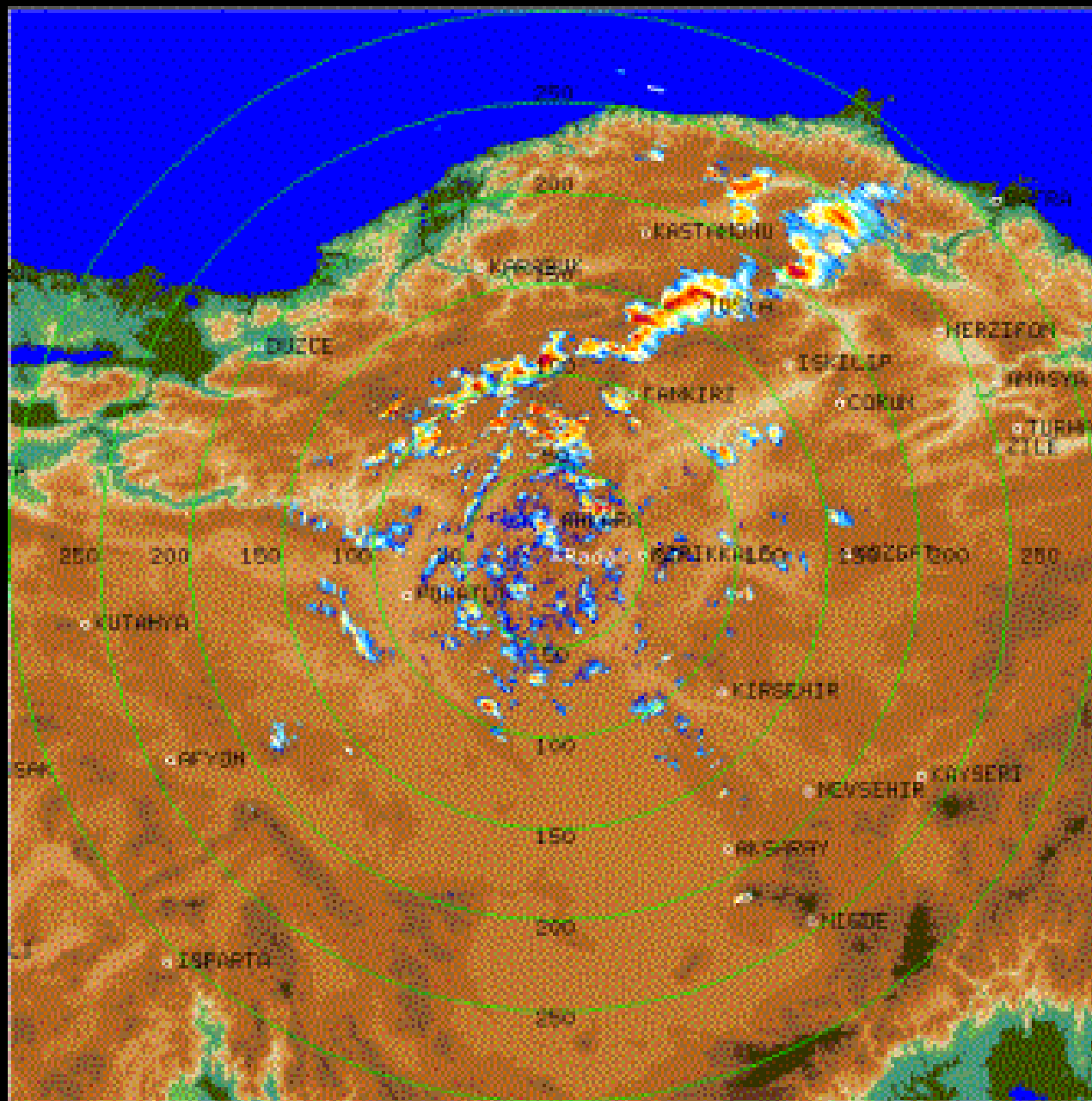
R : 300km.RES:0.923

AZ : 0.0-339.0

EL : 0.0deg

RainBow 3.3

DMI Ankara



Kar Ölçmeleri

Plüviyometre ve ağırlıklı plüviyograf kullanılıyorsa giriş hunisi çıkarılır. Plüviyometreye ölçülmüş sıcak su eklenerek kar eritilip ölçüm yapılabilir.

Yağmış kar için derinlik ölçümünde **kar bastonu**, yoğunluk ölçümünde ise **kar kavalı** kullanılır. Kar kavalı, kar derinliğine göre birbirine eklenebilir şekildedir.

100 cm³ hacme sahip kar kavalından g/m³ olarak yoğunluk bulunur. Kar hacmiyle çarpılarak kar miktarı bulunur. Böylece bir alandaki kar yağışının ne kadar suya karşılık geleceği bulunabilir.

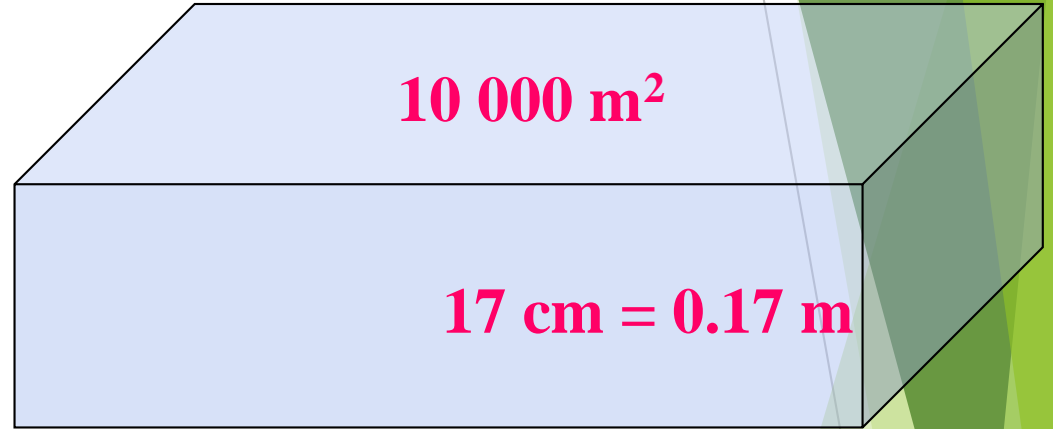
Kar örtüsünün yoğunluğu 100-600 kg/m³ kadardır. Eğer kar kuru ve toz halindeyse bu rakam 100'e, ıslak ve sıkı ise 600'e yaklaşır. Bazen çığ haline gelerek sıkışmış karın yoğunluğu 900 kg/m³'e kadar ulaşabilir.

Derinliği 17 cm, yoğunluğu 300 kg/m³ olan bir kar örtüsünün hektarda ne kadar suya karşılık geldiğini bulunuz.

$$V = 1700 \text{ m}^3$$

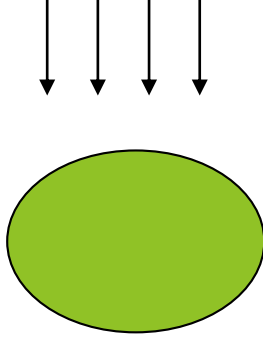
$$M = 0.3 \text{ ton/m}^3 \times 1700 \text{ m}^3$$

$$M = 510 \text{ ton/ha}$$



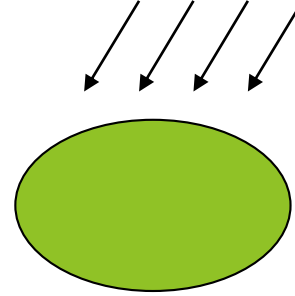
Yağış Ölçme Hataları

Hatalara rüzgar, bazı engeller ve Plüviyometre'nin yerden yüksekliği neden olur. Rüzgar yağışın dağılımını bozar ve hazneye eksik yağış girmesine neden olur.



rüzgar yok

$$A = 314 \text{ cm}^2$$



rüzgar var

$$A < 314 \text{ cm}^2$$

- Ölçeğe yakın durumda bina, ağaç v.s. engel bulunmamalı bunlar en az engel yüksekliğinin 2 katı uzakta olmalı.
- Ölçek yerden yükseldikçe rüzgardan daha fazla etkileneceği için ölçeğe giren yağış azalır.
- Ölçekten suyun buharlaşmasını engellemek için ince bir yağ tabakası faydalı olabilir.

Yapay Yağmur

Bu tekniğin esası buluta yoğunlaşma çekirdeği olarak buz kristalleri vermektir. Eğer bulut yoksa yapay yağmur olmaz. Yoğunlaşma çekirdeği \Rightarrow CO₂ buzu (kuru buz), Gümüş iyodür, su damlacıkları veya nem çeken maddeler olabilir.

CO₂ buzu = CO₂ -90°C de dondurularak elde edilir ve -5°C den soğuk bulutlara uygulanır.

Yeterince soğumuş buluta atılan 200 gr. CO₂ buzu 100 ton suyun yoğunlaşmasını sağlayabilir.

Yapay yağmur, yağışı artırmak, sisi dağıtmak (hava alanlarında), doluyu azaltmak, orman yangınlarını söndürmek için yapılabilir.