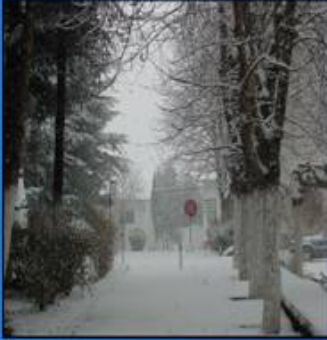


HİDROMETEOROLOJİ



HAZIRLAYANLAR

Mustafa GENÇER

Halis ÖZCAN

Alaattin UĞURLU

Abdulkadir KESİM

Melek KACAR

Bahattin AYDIN

ANKARA - 2005

İÇİNDEKİLER

1. SU BİLİMLERİ VE HİDROMETEOROLOJİ	1-12
1.1. Giriş	2
1.2. Hidrometeoroloji	3
1.3. Türkiye’de Hidrometeoroloji	6
1.3.1. Hidrometeorolojik Şebeke	6
1.3.2. Türkiye’de Meteorolojik Gözlem Şebekesi	8
1.3.3. Hidrometeorolojik Çalışmalar	11
2. YAĞIŞ	13-34
2.1. Hidrolojik Çevrim	14
2.2. Yoğunlaşma	15
2.3. Yağış	17
2.3.1. Yağış Oluşumu İçin Gerekli Şartlar	18
2.3.2. Yağış Oluşum Şekilleri	19
2.3.2.1. Orografik Yağışlar	19
2.3.2.2. Konvektif Yağışlar	20
2.3.2.3. Cephesel (Depresyonik) Yağışlar	21
2.3.3. Yağış Miktarını Etkileyen Faktörler	23
2.3.4. Türkiye Yağış Rejimi Tipleri	25
2.3.4.1. Karadeniz Yağış Rejimi	25
2.3.4.2. Akdeniz Yağış Rejimi	26
2.3.4.3. Kontinental Yağış Rejimi	26
2.3.4.4. İç Anadolu İntikal Tipi	26
2.3.4.5. Marmara İntikal Tipi	26
2.3.5. Türkiye Yıllık Ortalama Yağış Dağılışı	27
3. YAĞIŞ MİKTARININ ÖLÇÜMÜ VE KULLANILAN ALETLER	35-52
3.1. Yağış Miktarının Ölçümünde Kullanılan Aletler	36
3.1.1. Plüviometre	36
3.1.1.1. Plüviometrede Biriken Yağışın Ölçülmesi	37
3.1.1.2. Plüviometrenin ve Cam Ölçeğin Hasara Uğraması	40
3.1.1.3. Değişik Şekillerde Ölçülen Yağış Miktarının Normale Dönüştürülmesi	42
3.1.2. Plüviograf	45
3.1.2.1. Plüviograf Aleti Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar	47
3.1.3. Yağış Totalizatörleri	48

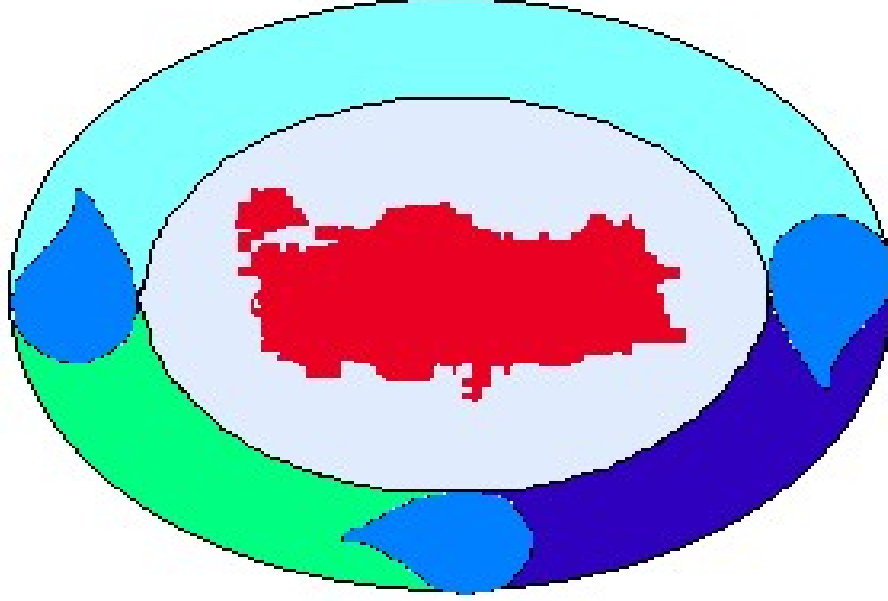
3.1.3.1. Totalizatör Rasatları	48
4. METEOROLOJİK HADİSELERİN SINIFLANDIRILMASI VE KAYIT EDİLMESİ	53-98
4.1. Meteorlar	54
4.1.1. Hidrometeorlar	54
4.1.1.1. Düşen Hidrometeorlar	55
4.1.1.1.1. Yağmur	55
4.1.1.1.2. Kar	58
4.1.1.1.2.1. Kar Rasatlarında Yapılan Ölçümler	60
4.1.1.1.3. Çisenti	71
4.1.1.1.4. Buz Taneleri	71
4.1.1.1.5. Buz İğnecikleri	71
4.1.1.1.6. Kar Taneleri	72
4.1.1.1.7. Yuvarlak Kar	72
4.1.1.1.8. Grezil	72
4.1.1.1.9. Dolu	72
4.1.1.1.10. Sağanaklar	74
4.1.1.2. Düşmeyen Hidrometeorlar	76
4.1.1.2.1. Çiy	76
4.1.1.2.2. Kırağı	77
4.1.1.2.3. Jivr	78
4.1.1.2.4. Vergla	79
4.1.1.3. Yeryüzünde Savrulan Hidrometeorlar	79
4.1.1.3.1. Kar Savruntusu	80
4.1.1.3.2. Kar Fırtınası	80
4.1.1.4. Hava Bulanıklığı Yapan Hidrometeorlar	80
4.1.1.4.1. Sis	80
4.1.1.4.1.1. Sisin Diğer Müşahede Şekilleri	83
4.1.1.4.2. Pus	84
4.1.2. Lithometeorlar	85
4.1.2.1. Kuru Duman	85
4.1.2.2. Toz ve Kum Fırtınası	85
4.1.3. Elektrikî Meteorlar	86
4.1.3.1. Oraj	86
4.1.3.2. Şimşek	87
4.1.4. Optik Meteorlar	88
4.1.4.1. Güneş veya Ay Tacı	88

4.1.4.2. Güneş veya Ay Halesi	89
4.1.4.3. Gök Kuşağı (Yağmur Kuşağı)	89
4.2. Meteorların Kayıtlarında Dikkat Edilecek Hususlar	90
4.3. Sayılışlı Günler	92
4.3.1. Günler Sayısı Tablosu	92
4.3.2. En Yüksek Kıymetler Tablosu	94
5. BUHARLAŞMA VE RASATLARI	99-124
5.1. Buharlaşma	100
5.1.1. Buharlaşmaya Etki Eden Faktörler	100
5.1.1.1. Meteorolojik Faktörler	101
5.1.1.2. Coğrafik Ve Topoğrafik Faktörler	102
5.1.1.3. Suyun Kalitesi ve Bulunduğu Ortam İle İlgili Faktörler	103
5.2. Buharlaşma Rasatları	103
5.3. Buharlaşma Miktarı Ölçümünde Kullanılan Aletler	104
5.3.1. Kapalı Siperdeki Buharlaşma Miktarını Ölçen Aletler	104
5.3.1.1. Wild Evaporimetresi	104
5.3.1.1.1. Wild Evaporimetresi İle Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi	105
5.3.1.2. Piche (Piş) Evaporimetresi	106
5.3.1.2.1. Pich Evaporimetresi ile Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi	107
5.3.2. Açık Su Yüzeyindeki Buharlaşma Miktarı Ölçümünde Kullanılan Aletler	109
5.3.2.1. Buharlaşma Havuzu	109
5.3.2.1.1. Havuzdan Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi	111
5.3.2.1.2. Açık Su Yüzeyindeki Buharlaşma Miktarı Ölçümünde Yapılan Diğer Rasatlar	116
5.3.2.1.2.1. Bulutluluk Rasatları	116
5.3.2.1.2.2. Rüzgar Rasatları	116
5.3.2.1.2.3. Sıcaklık Rasatları	119
5.3.2.1.3. Açık Su Yüzeyindeki Buharlaşma Rasatlarında Dikkat Edilecek Genel Hususlar	120
5.3.2.1.4. Buharlaşma El Defterinin ve Aylık Buharlaşma Kartının Hazırlanması	122
6. PLÜVİOGRAF DİAGRAMI ANALİZLERİ	125-137
6.1. Saatlik Analiz	126
6.2. Şiddetli Yağış Analizi	127
6.2.1. Yağış Şiddet-Süre-Tekerrür Grafikleri	130

6.3. Özel Analizler	137	
7. HAVZALAR VE HAVZA ÇALIŞMALARI	139-152	
7.1. Tanımlar		140
7.2. Türkiye Akarsu Havzaları	141	
7.3. Havzalarda Yapılan Çalışmalar	144	
7.3.1. Bir Havzadaki Ortalama Yağışın Bulunması	144	
7.3.1.1. Aritmetik Ortalama Metodu	144	
7.3.1.2. Thiessen Metodu	145	
7.3.1.3. İzohyet Metodu	147	
7.3.1.4. Kareler Metodu	148	
7.3.2. Havzalarda Yapılan Diğer Çalışmalar	149	
7.3.2.1. Bir Havzanın Hidrometeorolojik Etüdü	149	
7.3.2.2. Havzalarda Yağış-Derinlik-Alan-Süre Çalışmaları	151	
8. AKSAK YAĞIŞ RASATLARININ TAHMİNİ	153-171	
8.1. Aksak Yağış Rasatlarının Tamamlanması	154	
8.1.1. Yüzde Metodu		154
8.1.2. Normal Oran Metodu		156
8.1.3. Korelasyon Metodu		158
8.1.4. En Küçük Kareler Metodu	161	
8.1.5. Çift Kütle Metodu	162	
8.2. Kısa Süreli Rasatların 30 Yıllık Normallerinin Hesaplanması	165	
8.2.1. Çift Kütle Analizi Metodu	165	
8.2.2. Yağış Rejimi Eğrilerinden Faydalanma Metodu	168	
9. AYLIK YAĞIŞ RAPORU VE HARİTALARIN HAZIRLANMASI	171-181	
SÖZLÜK		183-186
KAYNAKLAR		187-188

1. ÜNİTE

SU BİLİMLERİ VE HİDROMETEOROLOJİ



Hazırlık Çalışmaları:

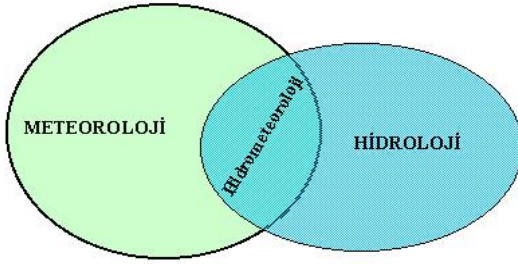
1. Hidroloji nedir?
2. Hidrometeorolojinin konuları nelerdir, araştırınız?
3. Meteorolojik gözlem yapan istasyon tipleri nelerdir?
4. Türkiye'nin meteorolojik rasat şebekesi yeterli midir, araştırınız?

1. SU BİLİMLERİ VE HİDROMETEOROLOJİ

1.1. GİRİŞ

Su bilimi anlamına gelen **hidroloji**, yer küresindeki suyun çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevreyle ve canlılarla karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilim dalıdır. Bu tanımdan anlaşılacağı üzere hidroloji, suyun tüm zaman ve konumlardaki (atmosfer, litosfer, hidrosfer, biyosfer) durumları ile en genel anlamda ilgilenir.

Sanayileşmeyle birlikte (içme suyu, günlük kullanım ve tarımda ihtiyaç duyulan suya ek olarak) su tüketiminin artması, barajlar gibi büyük biriktirme depolarının inşa edilmesine yol açmıştır. Zamanla sanayi atık maddeleriyle çevrenin ve su kaynaklarının kirlenmesi kaçınılmaz hale gelmiş, temiz su ve kaynaklarına duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmıştır. Yararının olduğu kadar kirlenmesi durumunda birçok zararının da olduğu bilinen su, normalden fazla yağış miktarlarının görüldüğü durumlarda taşkınları meydana getirerek çeşitli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bazı yılların kurak geçmesi, nüfusun artmasıyla tarım ürünlerine olan talebin artması gibi nedenlerle yılın bazı aylarında akarsular yetersiz kalmıştır.



Şekil 1.1. Hidrometeoroloji

Kısaca anlatılmaya çalışılan bu kadar geniş kapsamlı sorunlar ve çözümü, hidroloji ile ilişkili yeni ve alt bilim dallarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. İlk bakışta sadece atmosferdeki suyun bulunuşu ve yeryüzüne düşen miktarlarının ölçümleri ile ilgilenen bir bilim dalı olan “**Hidrometeoroloji**”

hidroloji ve meteoroloji ana bilimlerinin bir kesim noktası olarak ortaya çıkar (Şekil 1.1.). Diğer taraftan kaya-küredeki (litosfer) suyun durumlarını kendisine konu alan bilim dalı ise yine hidroloji ile jeoloji ana bilimlerinin bir ara kesiti olarak ortaya çıkan “**Hidrojeoloji**” bilimidir. Bu bilim özellikle suyun doğal olarak yer kabuğundaki jeolojik tabakalarda bulunuşu ile ilgilidir. Ancak bu tabakalardaki suya bazı insan yapıları (kuyular, galeriler, hendekler, derin sondajlar) vasıtası ile ulaşılarak suyun insan faaliyetleri için (içme suyu, sanayi, tarım vb.) kullanılabilir hale getirilmesi sonucu

mühendislik yapılarının araya girmesi sebebi ile buna **“Jeohidroloji”** denildiği de olmuştur.

Meteoroloji ise, su çevriminin sadece atmosfer içinde olan kısmının incelenmesini amaçlayan, fizik ve kimya esaslarına dayanan olayları konu alan bir bilim dalıdır. Meteorolojiye **“atmosfer fiziği”** de denilebilir. Meteoroloji atmosferdeki su buharının hareket ve oluşumuna neden olabilecek sayısız değişkenlerin incelenmesine yöneliktir. Bu değişkenler arasında bulutlar, fırtınalar, yağış, nemlilik, güneş ışınımı, sıcaklık, basınç, rüzgâr ölçümleri yer alır. Meteoroloji biliminin ilgili olmadığı hiçbir insan faaliyeti yoktur.

Atmosferdeki su buharının yoğunlaşarak yağış haline gelme mekanizmasının fiziksel ve dinamik incelenmesi meteorolojinin; yeryüzüne düşen yağışların miktarlarının ölçümü hidrometeorolojinin; yağışın ne kadar kısmının akışa geçeceği sorusunun cevabı ise hidrometeoroloji ile yüzeysel hidrolojinin alanına girer.

1.2. HİDROMETEOROLOJİ

Yeryüzünde içme suyu, tarım, elektrik üretimi ve sanayi kullanım suyunun temini için yapılan faaliyetler atmosferdeki yağış oluşumları ile bağlantılı olmalıdır. Bu faaliyetler suyun yağış şeklinde yeryüzüne ulaşmasından, akışa geçtiği hatta buharlaşarak atmosfere döndüğü duruma kadar birçok bilgiye ihtiyaç duyar. İşte bu faaliyetlerin sistematik, akılcı ve ekonomik olabilmesi için gerekli bilgilerin toplanması, işlenmesi, hesaplamaların ve yöntemlerin geliştirilmesi hidrometeorolojinin konusudur. Böyle bilgilerle donanmış kişilere de hidrometeorolog adı verilir. Hidrometeorolojinin en genel anlamda tanımı Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından şöyle verilmiştir: **“Hidrometeoroloji, su çevriminin atmosfer ve yeryüzü ile ilgili kısımlarını aralarında ilişkiler araştırarak şekilde incelenmesine denir.”** Hidrometeoroloji genel olarak atmosferdeki suyun bulunuşu, hareketi ve faz değişimlerinin incelenmesi ile ilgilenen bir bilim dalı olarak tanımlanabilir. Aynı tanım daha dar bir anlamda özellikle hidrologlar tarafından suyun yeryüzü ile atmosfer arasındaki alışverişini incelemek olarak da algılanmaktadır. Böyle bir alışveriş atmosferdeki yağış süreci ile doğrudan yoğunlaşmayı ve tabii yüzeylerden olan buharlaşma ile terlemeyi ihtiva eder. Hidrometeorolojinin en fazla ilgilendiği konular arasında özellikle yağışın değişik

istatistiksel parametrelerinin göz önünde tutularak bölgesel ve zamansal özelliklerinin incelenmesi gelir. Hidrometeoroloji yeryüzündeki su kaynaklarını etkileyen atmosfer olaylarını inceleyerek hidrologlar için gerekli bilgi ve yorumları sağlayan bir bilim dalı olarak da tanımlanabilir.

Hidrometeoroloji aslında hidroloji ve meteorolojinin tek başlarına çözemeyeceği sorunlara çözüm getiren bir bilim dalıdır. Yeryüzüne ulaşan yağışların zaman ve alansal hareket ve dağılımlarını inceleyip sistematik hale getiren hidrometeoroloji, sulama, içme ve kullanma suyunda kullanılan kanal, baraj vb. yapıların plan, proje ve işletmelerinde kullanılacak bilgilerin üretilmesi açısından da mühendislik yönü fazla olan bir bilimdir.

Hidrometeorolojiden daha önce, hidroloji ile meteorolojinin ortak yönlerini içeren bir bilim dalı olarak söz edilmişti. Hidroloji için de suyun dünyada bulunuşu, dağılışı ve hareketleriyle, fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyen bir bilim dalı olduğu söylenmişti. Buna göre hidrometeorolojiyi ilgilendiren konular, sadece yeryüzünde ve atmosferin alt tabakasındaki suyun bulunuş, dağılışı ve hareketidir. Hidrometeorolojik açıdan meteoroloji ise atmosferin ortalama ilk 12 km'sini içine alan troposferdeki hava hareketleri ve bu hareketlerin sonucunda oluşan farklı hava ve iklim koşullarının fiziksel ve kimyasal oluşumlarını inceleyen bir bilim dalıdır. Hidrometeorolojinin konusunu yukarıdaki tanımından da anlaşılacağı üzere, aşağı atmosferde oluşan yağışlar ve yeryüzüne ulaşması ile ilgili mekanizmalar oluşturur.

Hidroloji ve meteorolojinin dışında kalan birçok bilim dalı ile hidrometeorolojinin ilişkisi bulunmaktadır. Başlıca şöyle sıralanabilir:

- a.** Tarım
- b.** Ormancılık
- c.** Su ürünleri
- d.** Taşkından korunma
- e.** Akarsu taşımacılığı
- f.** Su temini vb.

Genel olarak hidrometeorolojik çalışmalar suyun biriktirilmesi, kontrolü ve kullanımıyla ilgili bütün mühendislik plan ve projelerinde uygulanır. İçme ve kullanma suyu kaynak kapasitelerinin hesaplanması, su taşımacılığı, tarım, orman, su enerjisi üretimi, taşkından korunma gibi projeler örnek olarak verilebilir. Sağanak yağışlardan oluşabilecek su hacimlerinin hesaplanmasında hidrolik, hidrolojik vb. konuları desteklemesi açısından da hidrometeorolojik değerlendirmelere ihtiyaç vardır.

Hidroloji, meteoroloji ve hidrometeoroloji dallarında en önemli ortak konu yağıştır. Genel olarak yağışın atmosferdeki oluşumundan önceki ve sonraki aşamaları meteorolojiyi, yeryüzüne ulaşmasından sonraki durumu hidrolojiyi, su projelerinin hazırlanması için gerekli değerlendirme ve hesapların yapılması da hidrometeorolojiyi ilgilendirir.

Hidrometeorolojinin konuları arasına giren projelerde tasarım ve boyutlandırma aşamalarında öncelikle güvenilir bir rasat - veri setine ihtiyaç duyulur. Su projelerinin hemen hepsinde çalışmanın yapılacağı yerin topografya haritaları ile birlikte yağış, buharlaşma, sıcaklık ve nemlilik gibi verilerin bulunması gerekir. Bu veriler arasında en önemli olanı yağıştır çünkü, dünyadaki suyun kaynağı yağıştır.

Hava içinde miktarı yer ve zaman göre en fazla değişen gaz kuşkusuz su buharıdır. Nemli tropikal iklimlerde hava içinde % 2-3 oranında su buharı bulunabilir. Bu miktar orta enlemlerde % 1, kutuplarda % 0,25'e kadar düşer. Atmosferde yükseldikçe su buharı miktarı hızla azalır. 6500 metrede yeryüzündeki miktarın ancak 1/10'u bulunur. Buna göre su buharının çoğu atmosferin alt 3-4 km'lik bölümünde toplanmıştır. Hava içindeki su buharı miktarı ile hava sıcaklığı arasında çok yakın bir ilgi vardır ve sıcaklık arttıkça havanın su buharı tutma kapasitesi de artar. Havadaki bu su buharının iklimler üzerinde de çok önemli etkileri vardır.

1.3. TÜRKİYE’DE HİDROMETEOROLOJİ

Su kaynaklarının değerlendirilmesi açısından ülkemiz 26 adet su havzasına ayrılmıştır. Su ile ilgili projelerin planlama, işletme ve bakım çalışmalarının en iyi şekilde yapılabilmesi için bu havzalarda hidrometeorolojik ölçüm ağı (D.M.İ. tarafından) ve akım ölçümleri (D.S.İ., E.İ.E. ve K.H.G.M. tarafından) için çeşitli gözlem istasyonları kurulmuştur.

Ülkemizde yapılmış ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda yıllık yağış yüksekliğinin ortalama 650 mm, hacim olarak ise yaklaşık 500×10^9 metre küptür. Düşen bu yağışın neticesinde 25 cm yüksekliğinde akış oluşmaktadır. Bunun hacim olarak değeri 190×10^9 metre küp kadardır. Uç değerlerden en büyüğü 1290 mm yağış yüksekliği ile Doğu Karadeniz, en küçüğü ise 440 mm ile Konya kapalı havzasındadır. (*Sevim ve Sencer, 1992*). Buradan da akış yüksekliğinin yağış yüksekliğine oranı olarak tanımlanan yağış akış katsayısının ortalama değerinin yurdumuz için 0,40 civarında olduğu görülmektedir.

Türkiye’de meteoroloji gözlemleri yapan kuruluşların başında Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü gelmektedir. Yurdumuzun çeşitli iklim bölgeleriyle, değişik topoğrafyaya sahip olması çok daha fazla hidrometeorolojik şebeke gereğini ortaya koymaktadır. Bir istasyon açılırken o bölgenin, ekonomik, topoğrafik, morfolojik, jeolojik ve tarımsal özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

1.3.1. HİDROMETEOROLOJİK ŞEBEKE

Belli bir amaç (ülkeyi en iyi şekilde temsil edecek meteorolojik ölçüm ve gözlemleri yapmak) için gerekli verilerin sistemli bir şekilde toplandığı organize sistemleri “**rasat şebekesi**” olarak tanımlayabiliriz. Herhangi bir bölge veya ülkeyi en iyi şekilde temsil edecek meteorolojik ölçüm ve gözlemlerin yapıldığı, elde edilen verilerin düzenli bir şekilde toplanması için kurulmuş sistemlerdir. Rasat şebekeleri hidrolojik (akım rasat istasyon şebekesi) ve hidrometeorolojik (meteorolojik rasat istasyon şebekesi) amaçlarla kurulmaktadır.

Hidrolojik rasat şebekelerinin amacı, ülkenin su kaynaklarının planlama, geliştirme, işletme, kontrol ve korunması çalışmalarına veri toplamakla birlikte;

- Taşkın kontrolü
- Sulama
- Hidroelektrik güç
- Navigasyon (su ulaşımı; akarsu seviyesi, debi, sedimen vb. ölçümleri)
- İçme, kullanma ve endüstri suyu temini
- Drenaj çalışmalarına da veri temin etmektir.

Hidrometeorolojik elemanlardan olan yağış, iki nokta arasında en fazla değişiklik gösteren parametredir. İstasyon sayıları bölgenin özellikle yağış şiddetinin yerden yere hızla değiştiği dağlık bölgelerde ve denizlerden gelen havanın etkisi altında kalan yerlerde yağış ölçerler daha sık yerleştirilmeli, ancak işletim koşulları da göz önünde bulundurulmalıdır.

WMO (Dünya Meteoroloji Teşkilatı) tarafından istasyonların sahalar üzerindeki dağılımları hakkında kesin bir rakam verilmemekle birlikte minimum şebeke yoğunluğu hakkındaki tavsiyeleri **Tablo 1.1**.de verilmiştir.

Bölge tipi	Minimum şebeke yoğunluk aralığı (km ²)		Zor koşullarda izin verilebilen geçici şebeke yoğunluk aralığı (km ²)	
	Yağış istasyonu	Akım istasyonu	Yağış istasyonu	Akım istasyonu
1- Ilıman Akdeniz ve Tropik kuşaklarda düzlük bölgeler	600-900	1000-2500	900-3000	3000-10000
2- Ilıman Akdeniz ve Tropik kuşaklarda dağlık bölgeler Çok düzensiz yağış rejimi ve yoğun doğal drenaj şebekesi olan küçük dağlık alanlar	100-250 25	300-1000 140-300	250-1000	1000-5000
3- Kurak ve Kutup kuşakları	1500-10 000	5000-20 000		

Tablo 1.1. Rasat şebekesi için WMO'nun tavsiyeleri

Tablo 1.1.de bahsedilen zor koşullar; nüfus yoğunluğunun az, ulaşımın güç, ekonomik gelişmenin yetersiz olduğu durumlardır. Dağlık bölgelerde ayrıca her 500 m'lik kot kuşaklarında istasyonların aynı yoğunlukta kurulması gerekmektedir. Türkiye şartlarını yukarıdaki tabloya göre "**Ilıman Akdeniz ve Tropik kuşaklarda dağlık bölgeler**" olarak değerlendirebiliriz. Türkiye'nin yüzölçümü 780.576 km² olduğuna göre en az 3100 noktada yağış ölçümünün yapılması gerekmektedir.

Kar ölçüm istasyonlarının yoğunluğu, topoğrafik açıdan homojen bölgelerde 5000 km²'ye bir istasyon, homojen olmayan bölgelerde ise 2000-3000 km²'ye bir istasyon olmak üzere planlanmalıdır.

Buharlaştırma istasyonları için minimum kriter ise kurak bölgelerde 30 000 km²'ye en az bir istasyon, nemli-ılıman bölgelerde 50 000, soğuk bölgelerde de 10 000 km²'ye en az bir istasyondur.

1.3.2. TÜRKİYE'DE METEOROLOJİK GÖZLEM ŞEBEKESİ

Türkiye'de iki tip gözlem yapılmaktadır:

1. Yüksek Atmosfer Gözlemleri: Radiosonde istasyonlarında günde iki gözlem (00:00 ve 12:00 UTC) yapılmaktadır.

2. Yer Gözlemleri: Aşağıda tanımlanan istasyon tiplerinde yapılmaktadır.

a) Klimatoloji İstasyonu: Bir yerin iklimini tespit etmek amacıyla kurulmuş olan ve günde 3 defa (07⁰⁰-14⁰⁰-21⁰⁰) rasat yapan birimlere “**Büyük Klima İstasyonu**” denir. Bu istasyonlarda, basınç, sıcaklık, nem, toprak sıcaklıkları, güneşlenme, yağış miktarı, rüzgâr, buharlaştırma, kar, görüş mesafesi ve bulutluluk gözlemleri yapılır.



Şekil 1.2. Rasat parkı

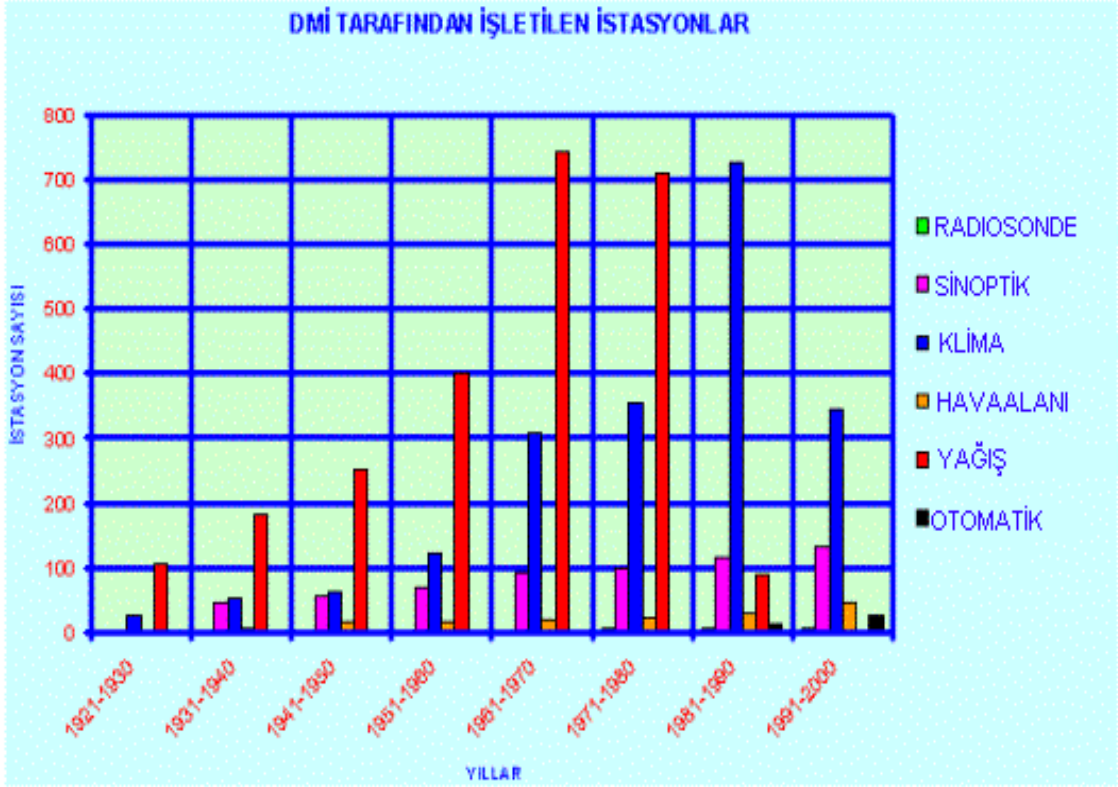
Bir yerin iklim etüdünü yapmak amacıyla günde 3 defa (07–14-21°) rasat yapan birimlere “**Küçük Klima İstasyonu**” denir. Bu istasyonlarda, sıcaklık, yağış, rüzgâr, kar, rüyet ve bulutluluk gözlemleri yapılır. Örnek bir rasat parkı **Şekil 1.2**.de verilmiştir. Rasat şebekemizde çok az sayıda olmak üzere “**yağış istasyonlarımız**” da bulunmaktadır. Yağış istasyonlarında sadece yağış ölçümü ve müşahede gözlemleri yapılmaktadır.

b) Sinoptik İstasyon ve Hava Alanı İstasyonu: Sinoptik ve havacılık meteorolojisine ait bilgi üretilmesi ile birlikte bu istasyonlar aynı zamanda büyük klima istasyonları gibi de görev yaparlar. Yapılan ölçüm tekniği aynı olmakla beraber ölçüm zamanı ve değerlendirmeler farklıdır.

c) Otomatik İstasyonlar (AWOS): Meteorolojik parametrelerdeki değişimlere duyarlı ve bu değişimlerin miktarını ölçen sensörlerden oluşmaktadır. Ayrıca, bu sensörlerin ürettiği mühendislik birimlerini (volt, amper, frekans gibi) meteorolojik bilgilere ve birimlere dönüştürmek için gerekli hesaplamaları ve çevirmeleri yapan ana işlem ünitesi, bu bilgilerin çeşitli yerlerde görüntülenmesini sağlayan görüntüleme üniteleri ile üretilen bilgi ve meteorolojik kodların ilgili merkezlere iletilmesini sağlayan haberleşme üniteleri de otomatik istasyon bünyesinde yer almaktadır.

Otomatik istasyonlar, ölçülen ve hesaplanan çeşitli meteorolojik parametrelerin belirli formatlarda meteorolojik mesajlara dönüştürülmesi işlemini yaptıkları gibi, yine bu bilgilerin belirli formatlarda saklanması, grafiklere dönüştürülmesi ve yazıcılarda kaydedilmesi işlerini de yaparlar. Böylece, herhangi bir bilgi kaybı olmaksızın, meteorolojik parametrelerin sürekli olarak ve en doğru şekilde elde edilmesi sağlanmış olur.

DMİ tarafından işletilen istasyonların yıllara göre dağılımları **Şekil 1.3**.te verilmiştir.



Şekil 1.3. D.M.İ. Tarafından işletilen istasyonların çeşitleri ve yıllara göre dağılımları

DMİ tarafından işletilen faal istasyonların kot kuşaklarına (yüksekliklere) göre dağılımları **Tablo 1.2.**de verilmiştir.

Kotkuşağı, (m)	Kotlar arası alan (km ²)	İstasyon sayısı	Bir istasyona düşen ortalama alan (km ²)
0-500	136 601	164	832
501-1000	208 414	118	1766
1001-1500	238 075	94	2532
1501-2000	120 990	31	3902
2001'den yukarı	76 496	4	19124
TOPLAM	780 576	411	5631 (ort.)

Tablo 1.2. İstasyonların yüksekliklerine göre dağılımı

1.3.3. HİDROMETEOROLOJİK ÇALIŞMALAR

Yeryüzünde içme suyu, tarım, ziraat, elektrik enerjisi üretimi ve sanayi kullanma suyunun temini için yapılan faaliyetlerin, suyun, doğada ana kaynağını teşkil eden atmosferdeki yağış oluşumları ile bağlantılı olduğu bir gerçektir. Hidrometeoroloji, yeryüzüne ulaşan yağışların ölçüm ve analizlerini yapar. Elde ettiği sonuçları suya bağımlı insan faaliyetlerini düzenlemek için kullanır. DMİ tarafından istasyonlarda ve merkezde(Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğünde) yapılan hidrometeorolojik çalışmaları şu şekilde özetleyebiliriz:

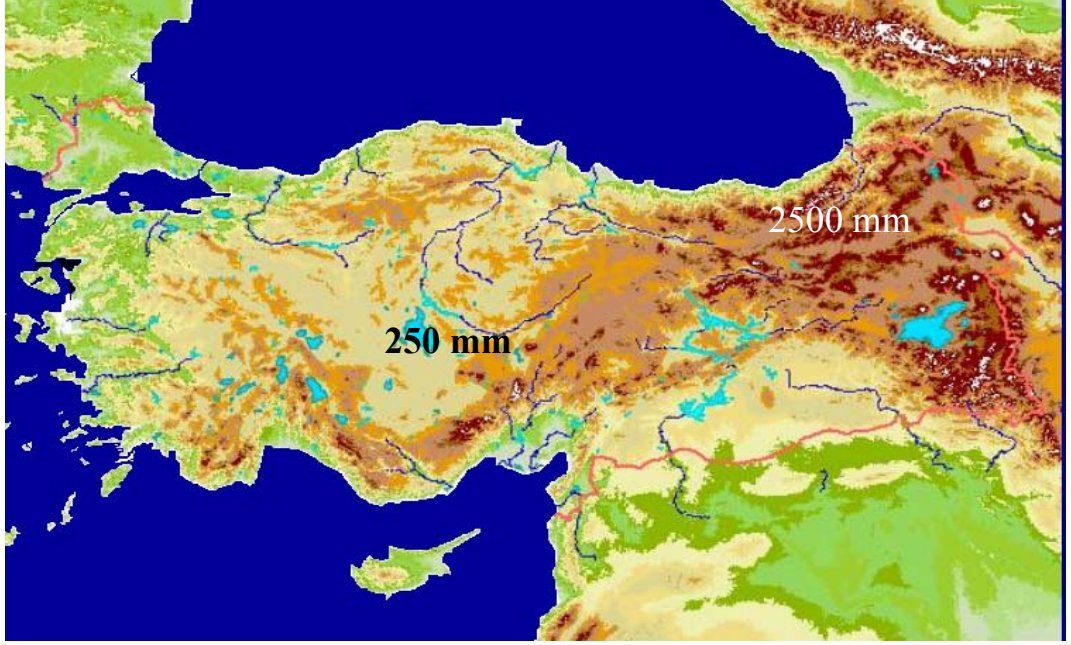
- a)** Her türlü yağışın ve buharlaşmanın ölçülmesi,
- b)** Dünya Meteoroloji Teşkilatı Standartlarına uygun olarak hidrometeoroloji şebekesinin kurulması ve işletilmesi için gerekli işlemlerin yapılması,
- c)** Mevcut şebekenin gerekli aletlerle donatılmasının temini ve burada çalışacak elemanların eğitimlerinin sağlanması,
- d)** Hidrometeorolojik rasatlar yönünden gerekli tamim, talimat, teknik yayın ve rasat kayıt formlarının hazırlanması,
- e)** İstasyonlardan toplanan yağış bilgilerinin merkeze aktarılmasının sağlanması,
- f)** Merkeze gelen bilgilerin kontrol, analiz ve değerlendirme çalışmalarının yapılması,
- g)** Kontrol edilen bilgilerin ilgililere iletilmesi,
- h)** Özel hidrometeorolojik modellerin oluşturulması,
- ı)** Merkezde yapılan diğer çalışmalar (Aylık ve tarım yılı yağış raporları, şiddetli yağış analizleri, yağış, buharlaşma ve kar çalışmaları, totalizatör, plüviograf diyagramlarının değerlendirilmesi , vb.)

Değerlendirme Soruları: (1.ünite)

1. Hidrometeorolojiyi tanımlayınız ve hangi bilim dalları ile ilişkilidir açıklayınız?
2. Hidrometeorolojik rasat şebekesi nasıl kurulur izah ediniz?
3. Hidrometeorolojik çalışmalar nelerdir?
4. Klimatoloji İstasyonu nedir, hangi rasatları yapar?

2.ÜNİTE

YAĞIŞ



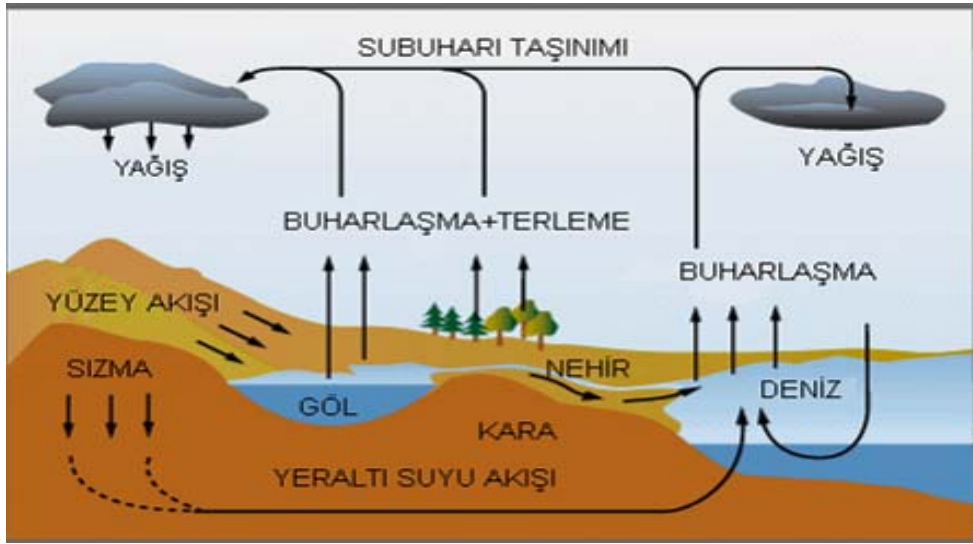
Hazırlık Çalışmaları:

1. Hidrolojik çevrim nedir?
2. Yağış nasıl oluşur, araştırınız?
3. Yükseklik, yağış miktarını nasıl etkiler?
4. Cephe nedir, nasıl oluşur?
5. Türkiye’de yağış dağılışını etkileyen faktörler nelerdir?

2. YAĞIŞ

2.1. HİDROLOJİK ÇEVİRİM

Suyun bulunduğu kaynaklardan çeşitli etkenler nedeniyle sıvı halden gaz haline geçerek atmosfere ulaşması ve oradan da tekrar yoğunlaşarak yeryüzüne dönmesi sırasında takip ettiği olaylar zincirine “hidrolojik çevrim” denir (Şekil 2.1.). Su bilimlerini en iyi biçimde anlamak için doğadaki su çevrimine bakmakta yarar vardır. Güneş enerjisi ve yer çekim kuvveti etkileri sonucu katı, sıvı ve gaz hallerinden birinde bulunan su, atmosfer, litosfer ve hidrosfer arasında hiç durmadan dolaşır.



Şekil 2.1. Hidrolojik çevrim

Hidrolojik çevrimi incelemeye herhangi bir noktadan başlanabilir. Atmosferden başlanacak olursa, atmosferde buhar halinde bulunan su yoğunlaşarak yağış şeklinde yeryüzüne düşer. Karalar üzerine düşen suyun büyük bir kısmı (% 60-75) zeminden ve su yüzeylerinden buharlaşma (**evaporasyon**) ve bitkilerden terleme (**transpirasyon**) yoluyla denizlere erişmeden atmosfere geri döner. Bir kısmı zeminden süzülerek yer altına geçer (**sızma** ya da **infiltrasyon**). Geriye kalan su ise yer çekimi etkisiyle hareket ederek akarsulara ve oralardan da denizlere ulaşır (**yüzeysel akış**). Yer altına sızan su ise yer altı akışı yoluyla sonunda yeryüzüne çıkarak yüzeysel akışa katılır. Denizlere ulaşan su da buharlaşarak atmosfere geri döner. Bu dolaşım canlı hayatının devamı için hayati önem taşır.

Her ne kadar dünyadaki su miktarının oldukça az bir kısmı atmosferde bulunuyor ise de atmosfer ile kıtalar ve okyanuslar arasındaki su alışverişi çok yüksektir. Ortalama olarak bir su molekülü atmosferde 10 gün kadar kalır. Ancak atmosferdeki dinamik yapı ve hareketlerin sonucu olarak atmosfere giren su molekülü giriş noktasından yüzlerce ve hatta binlerce km ileride yağış halinde kara veya okyanuslara geriye döner. Atmosferdeki su buharının kaynağı serbest su yüzeylerinden olan buharlaşma ile karalar ve canlı varlıklardan olan evapotranspirasyondur. Su buharı yoğunlaşmayı takiben yağışın çeşitli şekillerinden (yağmur, kar, dolu, vb.) bir tanesi ile yeryüzüne yer çekiminin etkisi ile düşer. Çiy halinde de yeryüzüne dönebilir ki, bunun bıraktığı su miktarı çok azdır.

Atmosferdeki su çevriminde rol oynayan esas etken boylamlarda görülen net su buharı akışıdır. Yaklaşık olarak 10° güney - 15° kuzey enlemleri arasında kalan alanda ortalama yağış miktarı buharlaşmadan daha fazladır. Bunu dengelemek için atmosferde kutuplardan ekvatora doğru tropik bölgelerden su buharı taşınır. Bu taşımada atmosferin alt tabakasındaki su buharının bol olduğu kısımda kararlılığa yakın ve ekvatora doğru bileşkesi olan ticaret rüzgârları tarafından gerçekleştirilir. Her iki yarım kürenin kutup ve ılıman kısımlarında da yağış buharlaşmadan fazladır. Bu alanlar kutuplara doğru olan 40° enlemlerinden başlar. Bu nedenle orta ve yüksek enlemlerde atmosfer kutuplara doğru su buharı taşır. Bu alanlarda alışveriş daha ziyade alçak ve yüksek basınç merkezleri ile eksen yeryüzüne dik olan büyük ölçekli ve dönen hava akımları vasıtası ile olur. Genel olarak tüm dünya için ortalama buharlaşma ortalama yağışı dengeler.

2.2. YOĞUNLAŞMA

Havadaki su buharının sıvı veya katı hale gelmesine “yoğunlaşma” denir. Yoğunlaşma için esas şart, işba (yoğunlaşma) noktasına erişilmesi ve aşılmasıdır. Belli hacimdeki bir hava kütesinin, belli sıcaklıkta tutabileceği su buharı miktarı sabittir. Örneğin; 20 °C sıcaklıktaki 1 m³ havanın taşıyabileceği (alabileceği) en yüksek su buharı miktarı 17.33 gr'dır. Bu durumda hava tamamen doymuştur ve nispi nem %100 dür. Bu hava kütesinin sıcaklığı 15 °C'ye indiği takdirde bu sıcaklıktaki 1 m³ havanın taşıyabileceği azami nem miktarı 12.85 gr'dır. Buna göre; 17.33 – 12.85 = 4.48 gr fazla olan su buharı yoğunlaşacaktır.

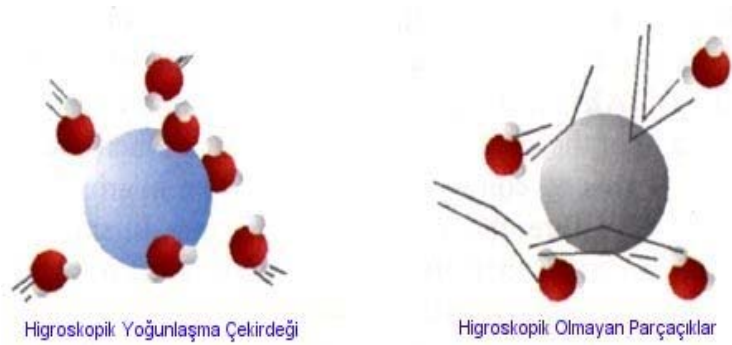
Belli miktardaki bir havanın, sabit basınç ve sabit nem durumunda, soğuma sonucunda yoğunlaşmasının başladığı sıcaklığa “yoğunlaşma noktası sıcaklığı veya işba sıcaklığı” denir. Diğer taraftan nemi sabit kalmak şartıyla sıcaklığı artan hava yoğunlaşma noktasından uzaklaşır. Ayrıca sıcaklık sabit kalmak şartıyla nem ilavesi ile de havanın yoğunlaşması söz konusudur.

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılacağı gibi genelde yoğunlaşma iki şekilde olmaktadır:

a) Nem miktarının artması

b) Sıcaklığın düşmesi

Havada yoğunlaşma olabilmesi için yalnız bağıl nem ve sıcaklık koşullarının uygun olması her zaman yeterli değildir. Çünkü, bazen nem ve sıcaklık koşulları uygun olduğu halde, yoğunlaşma ve süblimasyonun geciktiği, 0 °C'nin altında su taneciklerinin donmadığı; ya da koşulların belirmesinden önce yoğunlaşmanın başladığı görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre, havadaki su buharı ancak, çevrelerinde suyun yoğunlaşmasına olanak veren ufak tanecikler bulunduğu zaman yoğunlaşabilir. **Yoğunlaşma çekirdeği** adı verilen bu tanecikler hava içinde bulunan çok ufak maddelerdir.



Şekil 2.2. Yoğunlaşma çekirdekleri

Ancak atmosferdeki yabancı maddelerin hepsi, yoğunlaşma çekirdeği oluşturamaz, taneciklerin suya karşı ilgili (higroskopik) özellikte olması gereklidir (Şekil 2.2.). En iyi yoğunlaşma çekirdekleri sırasıyla sülfürlü kömür ve petrol izleri, deniz tuzu, bazı tozlar, polenler ve negatif yüklü iyonlardır.

Bu çekirdekler yere yakın hava katlarında bulunduğundan, yağışa sebep olan bulutlar da yere yakın seviyelerde teşekkül etmektedir. Dumanların çok olduğu kentler çevresinde ve havada tuz taneciklerinin çok bulunduğu denizlerde sislere daha sık rastlanır. Hatta kentlerde bağıl nem % 100 olmadan yağış olmasının nedeni; oralarda aşırı derecede higroskopik olan yoğunlaşma çekirdeklerinin çok bulunmasıdır. Kömür ve petrolün yanmasından ortaya çıkan sülfürdioksit, güneş ışınları etkisiyle aşırı derecede higroskopik özelliğe sahip sülfürtrioksit haline dönüşür. Bu nedenle gece biriken sülfürdioksit, ilk güneş ışınlarıyla trioksit haline geçince, bağıl nem % 100'ü bulmasa bile yoğunlaşma başlamakta ve sabahın ilk saatlerinde yoğun bir sis oluşabilmektedir. Suni yağış çalışmalarında, su içeriği yüksek bulutlar içine yoğunlaşma çekirdeği olabilecek maddeler serpilmiştir (*Erol,1999*).

2.3. YAĞIŞ

Yoğunlaşma sonucu atmosferde oluşup yere düşen her türlü katı ve sıvı parçalara (yağmur, kar, dolu vb.) “yağış” denir. Belirli şartlarda oluşan çiy, kırağı gibi hadiseler de gizli yağış olarak sınıflandırılır. Sıvı haldeki yağış yağmur, katı haldeki yağış ise kar, dolu şeklinde olur.

Su buharı, yeryüzündeki kara ve su yüzeyinden buharlaşan suyun atmosfere geçmiş halidir. Atmosferdeki su buharı, 0.001 ila 0.040 mm çaplı çok küçük su taneciklerinden oluşan bulutlar ve sis şeklinde bulunur. Bulut ve sis ise su buharının atmosferde yoğunlaşma çekirdekleri adı verilen tuz ve toz zerrecikleri üzerinde yoğunlaşmasından meydana gelmiştir. Dikey hava hareketleri ve tanelerin yere düşmesi sırasında çarpışmalar ve tanelerin + ve – elektrik yükleri onların birleşmesine neden olur. Bu irileşen taneler 0.5 mm'den daha büyük olup ağırlaşınca yer çekimini yenip yeryüzüne ulaşır. Bu yağmur damlacıklarının geçirdiği safhadır. Oluşan yağmur tanecikleri, geçtiği ortama göre şekil alır. Yere düşmeden önce dikine hava hareketlerinin bulunduğu donma derecesinin altındaki bir hava tabakasının içinden geçerse dolu, donma derecesinin altındaki bir ortamda meydana gelirse ve diğer şartlarda uygun olursa damlacıklar kar ve çeşitleri şeklinde yere düşer. Yoğunlaşma, atmosferde değil de yerde veya yerdeki cisimler üzerinde meydana gelirse çiy ve kırağı oluşur. Yerin veya cisimlerin sıcaklığı, donma derecesinin altında ise kırağı, üstünde ise çiy meydana gelir.

2.3.1. YAĞIŞ OLUŞUMU İÇİN GEREKLİ ŞARTLAR

Havadaki su buharının yağış halinde yeryüzüne düşmesi için aşağıdaki şartların birlikte gerçekleşmesi gerekir.

1. Atmosferin o bölgesinde yeterli miktarda su buharı bulunmalıdır: Hava içinde miktarı, yer ve zamana göre en fazla değişen gaz ve su buharıdır. Atmosfer doyma miktarından fazla su buharı içerdiğinde aşağıdaki koşulların da sağlanması halinde, bu fazla su buharı yoğunlaşarak çok küçük su ve buz tanecikleri haline geçer. Bu durumda; atmosferde gözle görülmeyen bir gaz olan su buharı, gözle görülür bir şekil alıp sis veya bulutları oluşturur.

2. Hava soğumalıdır: Hava içinde yoğunlaşma nedeni olacak soğumalar, havanın alttan soğuması veya havanın yükselme nedeniyle soğuması şeklinde meydana gelmektedir. Altan soğuyan hava kütlelerinde sis ve alçak stratüs bulutları oluştuğu halde, yükselen hava hareketlerinin soğuması sonucu oluşan yoğunlaşmalarda bulutlar meydana gelir. Yağışlar daha çok bu bulutlardan meydana gelir.

3. Yoğunlaşma olmalıdır: Yoğunlaşma olayı, yoğunlaşma çekirdekleri denilen çok küçük tanecikler üzerinde olur. Bu tanecikler (organik cisimler, volkanik kül, tuz ve duman) atmosferde daima mevcut olduğundan hava doymuş hale geçince bu şartlar gerçekleşir. Su buharının yoğunlaşmasıyla bulutlar meydana gelir.

4. Yeryüzüne düşecek irilikte damlalar teşekkül etmelidir: Bu durum üzerinde su buharının yoğunlaşabileceği buz kristallerinin varlığıyla veya küçük damlacıkların çarpışarak birleşmesi sonucunda olabilir. -10° C den düşük sıcaklıktaki bulutlarda yeterli sayıda buz kristali varsa buz üzerindeki buhar basıncı su üzerindeki buhar basıncından düşük olduğundan su buharının buz kristalleri üzerinde toplanmasıyla iri damlalar meydana gelebilir. Bu şartlar her zaman gerçekleşemediği için diğer üç şart olduğu halde yağış meydana gelmeyebilir.

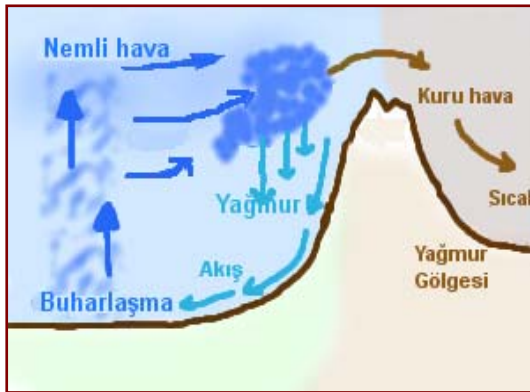
2.3.2. YAĞIŞ OLUŞUM ŞEKİLLERİ

Yağışın meydana gelebilmesi için gerekli şartlardan biri olan soğuma, havanın yukarı çıkması ile olur. Bünyesinde yeteri miktarda su buharı bulunduran hava, yükselerek soğuyup yoğunlaşma olayı gerçekleştiğinde ve yağış oluşumu için diğer şartlar da sağlandığında yağış olayı meydana gelecektir.

Atmosferde, yağışlara neden olan dikey hava yükselmeleri neticesinde oluşan yağış biçimleri üç bölümde incelenir.

2.3.2.1 Orografik Yağışlar

Yer şekilleri, yatay yönde hareket eden hava kütlelerinin, yükselerek soğuyup yağış bırakmasının önemli nedenlerinden biridir. En kurak bölgelerde bile, yüksek dağ ve tepelerin, çevrelerine oranla daha fazla yağış aldığı bir gerçektir. Ancak orografik yağışlar denizden karaya doğru esen rüzgârların, kıyıya paralel dağlara çarptığı yerlerde çok daha fazla önem kazanır. Böyle yerlerde eğer dağlar fazla yüksekse, hava kütleleri, bütün nemini rüzgâra dönük yamaçta bırakarak, dulda yamaca tümüyle kurak halde geçerler. Onun için iki yamaç arasında belirgin bir yağış farkı ortaya çıkar. Böylece dağın bir yamacı fazla yağışlı iken, öte yamacın kurak kalması, yağmur gölgesinin (rain shadow) oluşması, orografik yağışların en belirgin özelliğidir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Orografik yağış



Şekil 2.4. Orografyaya bağlı yağış değişimi

Örneğin; 1929-2001 periyoduna göre Doğu Karadeniz kıyısında bulunan Rize'nin yağış ortalaması 2300 mm iken dağların arka yamacında bulunan Bayburt'ta ise yağış ortalaması 430 mm'ye düşmektedir (Şekil 2.4.).

Rüzgâra dönük yamaçların ise en çok yağış alan bölümü, orta yükseklikteki kesimlerdir. Özellikle, yüksek dağlarda belirli yükseklikten sonra yağışın azaldığı açıkça görülür. Çünkü fazla yükseğe tırmanan hava kütleleri su yüklerinin büyük bölümünü bırakmak zorunda kalırlar.

Deniz kıyılarında yağışın fazla olması için geride dağların her zaman yüksek olması gerekmez. Su buharı ile fazla yüklü sıcak rüzgârlar, alçak tepelerin bulunduğu bir kıyıya gelse bile, hafif bir yükselme bile kararsızlık için bir tetik rolü oynar ve yağış ortaya çıkar. Bu durumda bazen sıcak karanın etkisiyle alttan ısınma, orografik konveksiyonun gücünü artırır.

Orografik yağışların belirli bir zamanı yoktur. Rüzgârın esme yönüne göre, uygun değişiklikler gösterir. Orta enlemlerde, yazla kış arasında, denizle kara sıcaklıkları arasında görelî değişimler varsa, denizin ılık olduğu evrede, yani kışın, kıyı yağışları daha fazla olur. Gezici siklonlar ve cephelerin yağış bırakma yeteneği de yer şekli etkisiyle artmaktadır.

Dünyadaki en yağışlı bölgeler, bu şekildeki orografik yağışları alan yerlerdir. Hawaii adaları, Brezilya'nın ve Madagaskar'ın doğu kıyıları bütün yıl denizlerden esen alizeler nedeniyle, orografik yağış alırlar. Hindistan'da Gat ve Himalaya dağları yaz musonları etkisiyle bol yağışlıdır. Kuzey Amerika'nın batısındaki Kaskat (Cascade) dağları ise batı rüzgârları ve alçak basınçlar etkisiyle bol yağışlıdır. İrlanda, İngiltere ve Güney Norveç kıyıları da siklonal-orografik yağışları fazla alan yerlerdir (Erol,2001).

2.3.2.2. Konvektif Yağışlar

Alt katmanları üst seviyelere oranla sıcak olan kararsız hava kütlelerinde yeter miktarda nem de varsa, güçlü dikey hava yükselmeleri sonucunda bu tür yağışlar meydana gelir. Yerin sıcak, üst seviyelerin serin veya soğuk olması bu tip yağışların oluşmasına en büyük sebeptir. Türkiye'de İç Anadolu'da yazın görülen sağanakların nedeni budur. Isınma dolayısıyla yükselen hava dikine gelişen Cb (cumulonimbus) bulutları oluşumuna neden olur (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Konvektif yağış

Bu bulutlardan sağanak şeklinde yağışlar düşer ve genellikle orajla birlikte meydana gelir. Bu tür yağışlar güçlü, kısa süreli ve kısa mesafelerde miktar farklılığı vardır. Kısa zamanda fazla miktar bıraktığı için ani bir yüzey akışına, dolayısıyla sel ve taşkınlara sebep olur. Genellikle yaz, ilkbahar, sonbahar mevsiminde, çok nadir olarak kışın meydana gelir. Etkili yağışlar olduğu için özellikle hasat döneminde zararlıdırlar, fakat bitkilerin gelişme evrelerinde su bıraktığı için olumlu etkileri de vardır. Hidrolojik çalışmalarda önemli yeri vardır.

İlkbahar ve yaz başlarında kuzeyden gelen nemli ve kararsız hava kütlelerinin alt katmanları, sıcak İç Anadolu’da ısındığı için, öğleden sonraları güçlü konvektif yağışlar gerçekleşmekte ve halk arasında “**Kırk İkinci Yağmurları**” denmektedir.

2.3.2.3. Cephesel (Depresyonik) Yağışlar

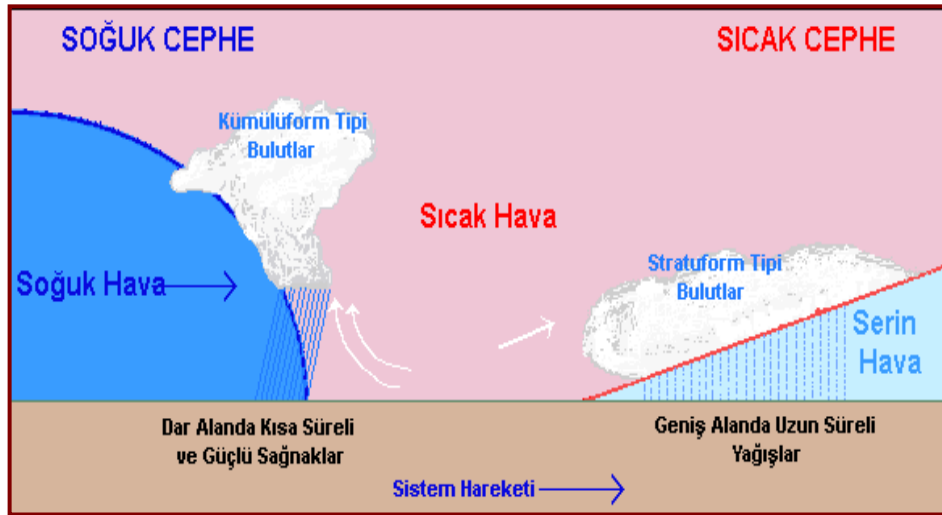
Özellikle orta enlemlerde bir yağış nedeni olarak, gezici alçak basınçlar önemli rol oynar. Orta enlemlerde, batıdan doğuya doğru hareket eden bir gezici alçak basınç, genellikle yağış getiren bir sistemdir. Ancak alçak basıncın sıcak ve soğuk cepheleri farklı tip ve biçimde yağış verirler (**Şekil 2.6.**).

Alçak basınç merkezinden güney-güneydoğuya doğru uzanan sıcak cephe boyunca, geriden gelen sıcak ve hafif hava, soğuk ve ağır hava üzerinde sürülerek yükselir. Bu yükseliş tam dikey veya çok hafif eğimlidir. Bu nedenle geniş alanlara yayılan yavaş çisenti veya normal yağışlar oluşur ve oldukça uzun sürer. Bu kütleler oldukça sıcak olduğundan, doğan yağış da görelî olarak fazladır. Geriden gelen sıcak hava kararlıysa, bu çiseli yağışlar cephe geçtikten sonra sıcak hava içinde de sürer.

Sıcak cephe genellikle uzun süreli çiseli yağışlar getirdiği için, Batı - Orta Avrupa gibi düz ve alçak yerlerde cephesel yağışlar kışın önemli yer tutar.

Gezici alçak basınçlarda sıcak cepheyi izleyerek gelen soğuk cephelerde, soğuk ve ağır hava geriden sıcak havanın altına sokulduğu için onu hızla yükselterek, dinamik doğuşlu konveksiyon hareketleri oluşturur. Buralarda oluşan kümülüform tipi bulutlardan güçlü sağanak yağışlar oluşur. Bu sağanak alanı dar bir kuşak halinde soğuk cephe boyunca uzanır. Bu bakımdan gezici alçak basınçların soğuk cephesi daha güçlü ve aktiftir. Cephe yağışları gezici alçak basınçların gelişme derecesi, büyüklüğü, yer şekillerine göre ayrı veya birlikte etki gösterir. Dar bir alanı kapsayan ve derin alçak basınçlar güçlü yağış verir.

Alçak basınç yağışları, genellikle orta enlemlerde görülür ve etki alanı yazın kuzeye, kışın güneye kayar. Bu tip yağışlar, Anadolu'da ve bütün Akdeniz'de kış yağışlarının en büyük bölümünü oluşturur. Bu yağışlar üzerinde yer şekillerinin de artırıcı etkileri vardır. Büyük ve Atlas Okyanusları doğusunda siklonal yağışlar güçlüdür ve orografik nedenlerle daha da güçlenir.



Şekil 2.6. Sıcak-soğuk cepheler

2.3.3. YAĞIŞ MİKTARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Herhangi bir yerde meydana gelen yağış miktarını çeşitli faktörler etkilemektedir. Bu faktörler şunlardır:

1. Yükseklik
2. Yer Şekli
3. Denize Yakınlık- Uzaklık
4. Deniz Akıntıları
5. Bitki Örtüsü

1. Yükseklik: Genel bir kural olarak belirli bir yüksekliğe kadar çıkıldıkça yağış artar fakat bu yükseklikten sonra yağış birden kesilir. Bunun nedeni yoğunlaşma olayının belirli yükseklikte gerçekleşmesidir. Yer şeklinin özellikleri, bu artışa olumlu ya da olumsuz etki yapar. Yağış düşerken buharlaşması nedeniyle yağışın en bol olduğu yer, bulutun hemen tabanıdır. Bu nedenle dağlık ve tepelik alanlarda yamaçlar, vadilere göre daha fazla yağış alır. Aynı şekilde dağın yüksek tepelerinde yani bulutun olduğu seviyelerde yağış miktarı yeniden azalır. Örneğin; Toros Dağlarında genellikle 1800 metrede yağış 2000-2500 mm iken bu yükseklikten sonra birden azalır ve 300-350 mm'ye kadar düşer. Bu durum bitki örtüsü üzerine de etki yapar ve bunun sonucunda belirli bir yükseklikten sonra orman örtüsünün yerini stepler alır.

Rasat istasyonu olmayan yüksek yerlerdeki yağış miktarları, bazı metot ve formüller kullanılarak bulunur. Bu metotlar yağışın yükseklikle artması esasına dayanılarak geliştirilmiştir. Yamaç eğimlerinin ve coğrafik şartların farklı olması, her 100 metredeki yağış artışlarının bölgeden bölgeye farklı olmasına sebep olmaktadır. Buna göre bir çok formül kullanılmaktadır. En sık kullanılanlar;

a) Screiber formülü: Her 100 m yükseklikte yağışın 54 mm arttığını kabul eden formüldür.

$$P_h = P_o + 54 \times h$$

b) Conrad formülü: Her 100 m yükseklikte yağışın 52 mm arttığını kabul eden formüldür.

$$P_h = P_o + 52 \times h$$

c) **Huber formülü:** Bu formül her 100 m yükseklikte yağışın 41.4 mm arttığını kabul eder. Bu formülde ayrıca yamaç eğimi de kullanılır.

$$P_h = P_o + 41.4h + 382 \times T_g(a)$$

P_h = Dağda, yükseltisi bilinen bir noktada bulunacak yağış miktarı.

P_o = Dağ eteğinde yükseltisi bilinen ve rasat yapan bir istasyondaki yağış miktarı(mm).

h = Dağ eteğindeki istasyon ile yağış miktarı bulunacak nokta arasındaki yükselti farkı (hm).

a = Ortalama yamaç eğimi (T_g 'nin değeri tanjant cetvelinden bulunur).

2. Yer Şekli: Dağların nemli hava kütlelerine bakan yüzü diğer yamaçlardan daha çok yağış alır. Rüzgâra dönük yamaçlar dikliği, yüksekliği ve sürekliliği oranında yağış alır. Bu durumda, dağların öbür yamaçları hissedilir derecede kuraktır. Örneğin; Karadeniz dağlarında denize bakan yamaçlar çok yağışlıdır. Dağlar az yüksek ve kesintili olursa nemli hava kütlelerinin bir bölümü, fazla yağış bırakmadan içerilere geçebilir. Yer şekillerinin yağış miktarına olumlu etkileri yanında, bazı bölgelerde yağışın azalmasına neden oldukları için olumsuz etkileri de vardır ve yer yer çöl oluşumuna neden olacak kadar önem taşır. İç Anadolu'nun yüksekliğine rağmen az yağış almasının ve kurak olmasının nedeni yüksek dağ sıraları ile çevrili olmasıdır.

3. Denize Yakınlık-Uzaklık: Denizlerden uzaklaştıkça karasallığın artması sonucu hava kütlelerinin ihtiva ettiği su miktarı azalır ve ısınır, bunun sonucu olarak da yağış azalır. Yağışı azaltacak önemli dağ sıraları olmasa da yağışlarda bu azalma görülür. Çünkü, daha sıcak iç bölgelere giden hava kütlelerinde alttan ısınma konveksiyonlarına bağlı yağışlar oluşur ve içerilere gittikçe kütlenin içerdiği su miktarı ve dolayısıyla yağışlar azalır.

4. Deniz Akıntıları: Deniz akıntıları, deniz ve kara sıcaklıkları arasındaki farkın yağışa etkisinin açık şekilde belirmesini sağlar. Sıcak deniz akıntıları veya sıcak denizler, üzerlerindeki havanın ısınıp nemlenmesine neden olur. Bu kütleler serin karaya giderse orada yağış bırakır. Bu kütleler kara üzerinde alttan ısınıp konveksiyonlar doğsa bile hava kütlesi içinde mutlak nem (özgül nem) düşük olduğu için yağış miktarı sıcak kütleler kadar fazla olamaz. Ayrıca sıcak deniz akıntıları

karalara doğru esen rüzgârların sonucudur ve bu nedenle etkileri kara içlerine kadar sokulur. Soğuk deniz akıntıları ise daha çok karadan denize esen rüzgârların sonucudur. Bu akıntıların etkisi kara içlerine doğru genişleyemediği için, kıyılara çok yağış getirdiği halde, iç kesimlerde yağış etkinliği azdır (Erol,1999).

5. Bitki Örtüsü: Yapılan çeşitli araştırmalara göre ormanların yağışı % 3-6 oranında artırdığı anlaşılmıştır. Bunun başlıca sebepleri ormanlık alanların türbülansa sebep olmaları ve bitkilerde gerçekleşen terleme olayıdır.

2.3.4. TÜRKİYE YAĞIŞ REJİMİ TİPLERİ

Yıllık yağış miktarlarının coğrafi dağılışında olduğu gibi, yağışın yıl içinde mevsimlere göre dağılışında da önemli bölgesel farklılıklar mevcuttur. Bilindiği gibi **yağış rejimi** yağışın yıl içinde farklı dağılışını ifade etmek için amacıyla kullanılan bir terimdir. Yağış rejiminde ve yağış etkinliğinde alansal farklılıklar bir bölgenin fiziki özellikleri ile bölgedeki ekonomik ve sosyal faaliyetleri de etkilemektedir.

Türkiye’de yağış rejiminde görülen bölgesel farklılıkların meydana gelmesinde etkili olan özellikler iki grupta toplanabilir. Bunlar;

a) Atmosferik (Planeter) Özellikler: Türkiye’yi etkileyen hava kütlelerinin mevsimlik hareketleri ile cephesel depresyonların frekanslarıdır.

b) Yükselti ve Orografik Özellikler: Konveksiyonal yağışlara yol açan etkileridir.

Bunlara bağlı olarak Türkiye’de yağış rejimi, üç esas yağış rejimi tipi ile iki intikal tipi olmak üzere aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

2.3.4.1. Karadeniz Yağış Rejimi

Karadeniz bölgesi genelde her mevsim yağış alan bir bölgedir. Yıllık yağış miktarı mevsimlere nispeten düzenli bir şekilde dağılmıştır. Bölgede bakı ve yükselti sonucunda kısa mesafelerde yağış miktarı değişmekte, batıya bakan sahiller daha çok yağış alırken, doğuya bakan sahiller ise az yağış almaktadır. Karadeniz yağış rejiminde en yüksek yağış miktarının görüldüğü sonbahar ve kış mevsimleri bölgede cephesel

faaliyetlerin ve etkin olduğu ve buna bağlı olarak geçiş frekanslarının arttığı bir dönemdir. Yazın, Basra alçak basınç merkezinin etkisiyle kuzey ve kuzeybatıdan esen rüzgâr sebebiyle orografik yağışlar meydana gelir. Güneyli rüzgârların büyük bir frekansla estiği, yağış ihtimallerini azaltan fön etkili hava tiplerinin fazla görüldüğü ve denizle kara arasındaki termik farkların azaldığı ilkbahar ayları en az yağış alan mevsimlerdir.

2.3.4.2. Akdeniz Yağış Rejimi

Akdeniz yağış rejiminin en belirgin özelliği; kış mevsiminin çok yağışlı, yazın ise kurak geçmesidir. Kış mevsiminde bölgeyi çok sık etkileyen, Akdeniz Polar cephesine bağlı depresyonların geçişi sırasında yağış almaktadır. Yazın ise Tropikal Hava Kütlelerinin etkisiyle uzun bir kurak dönemin yaşanmasına sebep olmaktadır. Bütün Batı ve Güney Anadolu bu tipin özelliklerini gösterir.

2.3.4.3. Kontinental (Karasal) Yağış Rejimi

Bu rejimin en büyük özelliği geciken cephesel faaliyetlerden dolayı yağış artışının ilkbahar ve yaz mevsiminin ilk aylarında olmasıdır. Yazın seyrek olmakla beraber lokal olarak konveksiyonal sağanaklar görülür. Kış mevsiminde antisiklonal (yüksek basınç) hava şartlarının etkisiyle yağış miktarı azalmaktadır.

2.3.4.4. İç Anadolu İntikal Tipi

Atmosfer etkenlerine bağlı olarak, en fazla yağış kış mevsiminde (ilkbahara yakın), en az yağış yazın görülür. Fakat yaz kuraklığı kontinental etkiden dolayı daha hafif geçmektedir.

2.3.4.5. Marmara İntikal Tipi

Akdeniz rejiminin etkisiyle en fazla yağış kış mevsimine en az yağış yaza isabet etmekte, kontinental rejimin etkisiyle de yaz kuraklığı daha hafif ve ilkbahar yağışları Akdeniz kıyılarından daha kuvvetli oluşmaktadır.

2.3.5. TÜRKİYE YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ DAĞILIMI

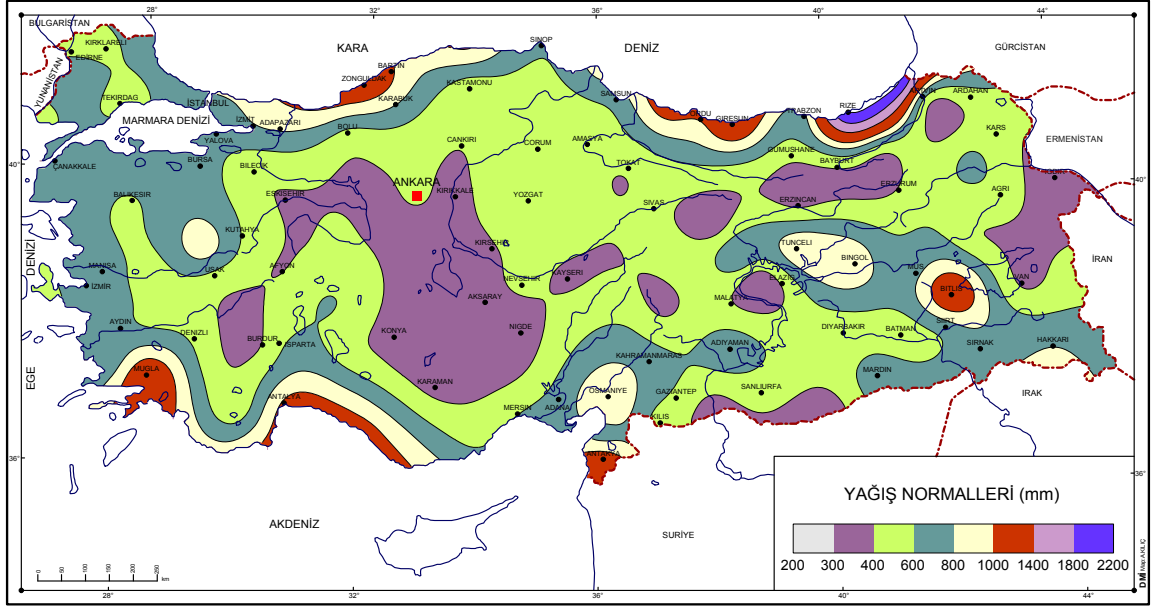
İklim elemanlarının en önemlisi olan yağış sadece bitki ve hayvanlar için değil aynı zamanda yerleşim yerlerinde ekonomik faaliyetler bakımından da çok önemlidir.

Türkiye’de yağışın dağılışını coğrafi faktörler etkilemektedir. Bu faktörler arasında özellikle dağların denize dik veya paralel uzanış doğrultusu ve cephesel depresyonların geçiş yollarına karşı yamaçların konumu (bakı özellikleri) en önemli rolü oynar.

Birbirine paralel sıralar halinde uzanan dağlar, akarsu vadileriyle derince yarılmış plato düzlükleri, büyük akarsuların ağızlarında genişleyen delta ovaları ve tabanları alüvyonlarla kaplı tektonik havzalar Türkiye yer şekillerinin ana biçimlerini oluşturmaktadır. Yer şekillerinin bu özellikleri iklim koşulları üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak çeşitli etkiler yapar.

Karadeniz ve Akdeniz kıyılarına paralel uzanan dağ sıralarının deniz etkisinin ülke içine sokulmasına engel olması bu etkiler arasındadır. Bu etki nedeniyle dağ sıralarının denize bakan yamaçları bol yağış alırken, iç yamaçları ve geniş iç bölgeler üzerinde yağışlar azalmaktadır. Böylece Türkiye yer şekillerinin özellikleri olarak, denizlerin etkisinde kalan kıyı bölgelerinin alçak alanları ile sıra dağların kuşattığı iç bölgelerin yüksek düzlükleri ve engebeli arazileri, iklim koşulları bakımından egemen olan tezadın nedenidir.

Üç yandan denizlerle çevrili olmasına karşın denizlerin etkileri iç kesimlere sokulamaz ve kıyıların hemen gerisinde yükselen dağlar denizsel etkilerin her yerde kolaylıkla iç bölgelere girmesine imkan vermez. Denizlerin gerçek etkisi ancak kıyı bölgelerinde görülür. 229 büyük klima istasyonunun 1961-1990 verileri kullanılarak hazırlanan ortalama yağış dağılışı haritası **Şekil 2.7**.de verilmiştir.



Şekil 2.7. Türkiye ortalama yağış (normal) dağılışı haritası

Bu haritaya göre ortalama yıllık yağış miktarları genellikle kıyı bölgelere göre iç kesimlerde daha azdır. İç bölgelerde ise, dağ yamaçları ve bunlara yakın olan yerlere oranla düzlüklerde ve çukur vadilerde yağış miktarlarının daha az olduğu gözlenmektedir. Genel olarak ortalama yağışların çoğunluğu cephesel hava hareketlerinin ve orografyanın etkisi ile meydana gelmektedir.

Değişik bölgeleri, mevsimlere göre etkisi altına alan bu hava hareketleri genellikle batı yönlü olup çeşitli yolları takip etmektedir. Bu hava hareketleri yurdumuzun coğrafik konumuna ve topoğrafik özelliğine bağlı olarak farklı yağış miktarlarının kaydedilmesine sebep olurlar.

Etkili olan bütün bu faktörlere bağlı olarak, Türkiye’de yağış dağılışı ve yağışın yıllık miktarları bakımından birbirinden çok farklı alanlar görülmektedir. Ülkemizde uzun yıllar ortalama yağış değerleri, 242.8 mm (Iğdır) ile 2301.4 mm (Rize) arasında değişmektedir.

Uzun yıllar ortalama yağış dağılışı haritasında görüldüğü gibi en çok yağış alan bölge Karadeniz kıyılarıdır. Karadeniz kıyılarının bol yağış almasına başlıca sebep olarak, kıyının hemen arkasında yükselen dağlar (engebeler) ve buharlaşmayı sağlayan nispeten ılık bir denizin varlığı gösterilebilir.

Batı Karadeniz kıyılarında Akçakoca'dan İnceburun'a kadar dikleşmeye başlayan orografya nedeni ile yağışların 974.6 mm (Amasra) ile 1221.6 mm (Zonguldak) arasında değiştiği gözlenmektedir. Bu kıyı şeridinde bulunan Akçakoca 983.3 mm, Zonguldak 1221.6 mm, Bartın 1020.0 mm, Amasra 974.6 mm ve İnebolu'nun 1044.7 mm'lik uzun yıllar ortalama yağış aldığı görülmektedir. Sinop'tan Samsun'a kadar olan sahil şeridi Karadeniz kıyılarının en az yağış alan bölgesidir (Sinop 657.0 mm ve Samsun 712.3 mm). Bu merkezlerin daha az yağış almasının nedeni; batıdan gelen depresyonlara ve bol nem içeren hava kütlelerine ters konumda olmalarıdır. Sinop'tan Samsun'a kadar uzanan kıyı şeridi kuzeybatı-güneydoğu doğrultusudur.

Sürmene'den itibaren artan yağış Rize ve Hopa'da en yüksek değerlere ulaşır (Rize'de 2301.4 mm, Pazar'da 1895.8 mm, Arhavi'de 2345.1 mm, Hopa'da 2051.2 ve Kemalpaşa'da 2622.6 mm). Bu bölgenin bol yağış almasının nedeni denizlerden karalara doğru hareket eden ve bol nem içeren hava kütlelerinin sahil boyunca fazla miktar bırakmasıdır. Diğer taraftan Doğu Karadeniz sahillerinin bir özelliği de sıcaklığın yüksek olmasıdır. Bu nedenle siklonik hava hareketleri meydana gelmekte ve yağışları etkilemektedir. Mevcut kayıtlara göre ekstrem yıllık toplam yağışlar bu yörede görülmektedir. Örneğin; Kemalpaşa'da 3772.6 mm (1971), Arhavi'de 3277.3 mm (1988), Hopa'da 3333.6 mm (1988), Rize'de 4045.3 mm (1931) ekstrem yıllık toplam yağış değerleri kaydedilmiştir.

Türkiye'nin bol yağış alan ikinci bölgesi; Akdeniz'dir. Bunun nedeni de Akdeniz kıyılarını etkileyen depresyonlardır. Kuzeyden dağlarla İç Anadolu Bölgesi'nden ayrılmış bulunan Akdeniz sahil şeridi, almış olduğu yağış miktarları bakımından orografik yapısı ve yönlerin etkisi altındadır. Batıda Marmaris'ten başlayarak Hatay'ı da içerisine alan bu sahil şeridi depresyonik ve orografik yağışların etkisi altında kalmaktadır. Batıdan gelmekte olan depresyonlar genelde yüksek miktarda yağış bıraktığı gibi, Akdeniz üzerinden gelen ve nemli sıcak hava kütlelerinin dağlara çarpması sonucu soğuyarak doymuş hale gelen hava kütleleri önemli miktarlarda yağış bırakırlar. Bu sahil şeridinde kış aylarında deniz sıcaklığı ile karaların sıcaklığı arasında 8-10 derecelik bir fark gözlenmektedir. Bu sıcaklık farkı, bir çok depresyonun bu yol üzerinden geçmesine ve sonuçta bölgeye kış mevsiminde bol yağış bırakılmasına sebep olur. Bölgede batıya bakan Kuzeybatı-Güneydoğu istikametinde uzanmış olan

sahillerin, doğuya bakan Kuzeydoğu-Güneybatı istikametinde uzanan sahillere daha fazla yağış aldığı görülmüştür. Bu yağışlar cephesel ve orografiktir. Batıdan doğuya doğru gidildiğinde -Antalya'ya kadar- uzun yıllık ortalama yağışlarda azalma gözlenmektedir. Örneğin Köyceğiz 1073.9 mm, Kaş 787.1 mm, Fethiye 887.1 mm, Finike 895.4 mm yıllık ortalama yağış almaktadır. Antalya'dan sonra sahil doğrultusunun kuzeybatı-güneydoğu istikametine dönerek denizin ılık ve nemli havasını getiren rüzgârlara karşı çok müsait bir durum alması, kıyının arkasında aniden yükselmeye başlayan topografyanın mevcudiyeti bu sahil şeridinde bol yağış bırakmasına sebep olmaktadır. Antalya'nın 1042.2 mm, Manavgat'ın 1134.6 mm, Alanya'nın 1061.2 mm ve Anamur'un 947.5 mm ortalama yıllık yağış almaları bu olayı açıklamaktadır.

Yurdumuzun kuzeybatısında bulunan Trakya'da ortalama yağışlar 550-650 mm arasında değişmektedir. Uzun yıllık ortalama yağışlar, bölgenin batısında, Ege Denizi'ne yakın kesimlerde, Orta Trakya'dan daha fazladır. Uzunköprü (660.0 mm), Malkara (685.0 mm), Orta Trakya'da bulunan Edirne (580.8 mm), Lüleburgaz (576.7 mm), Çorlu (558.4 mm) ve Tekirdağ (559.2 mm) merkezlerinde yağışlar daha azdır. Trakya'nın Karadeniz'e bakan kesimleri biraz daha fazla yağış almaktadır. Bu yağışlar 700-800 mm arasında değişmektedir. Marmara Bölgesi'nin güney kısmında bulunan sahalar Trakya'ya nazaran biraz daha yağışlıdır. Burada özellikle yer şekillerinin etkisiyle ilgili olarak yıllık yağışlar 700 mm civarındadır (Bandırma 692.0 mm). İstanbul ve Kocaeli kısmında yağışlar 750-800 mm arasında değişmektedir. Bu bölge Karadeniz'in etkisi altında kaldığından diğer kısımlara nazaran biraz daha fazla yağış almaktadır. Yukarıda belirttiğimiz gibi İstanbul yöresinin (Göztepe 675.1 mm, Florya 642.4 mm), Kocaeli yöresine nazaran (Kocaeli 765.3-Sakarya 803.8 mm) daha az yağış aldığı görülmektedir. Bu yağış fazlalığına neden olan faktör kış ve sonbahar aylarında Orta Avrupa'dan gelen depresyonların bu yolu tercih etmeleri olduğu gibi, bölgenin büyük bir kısmı Karadeniz'den gelen ve bol nem içeren hava kütlelerine açık bulunmasıdır. Bu nedenle Sakarya'nın 853.8 mm, bu tesirlere kapalı bulunan Geyve'nin 636.5 mm yağış aldığı gözlenmiştir. Marmara bölgesi içerisinde, İstanbul ve Kocaeli'nin yağış miktarlarının daha fazla olmasının bir sebebi de bu sahillerde hava kütleleriyle deniz arasındaki sıcaklık bağlantısıdır. Yaz aylarında genellikle deniz sıcaklığı ile hava kütlelerinin sıcaklığı arasında çok az fark gözlenmektedir. Buna karşın sonbahar ve kış aylarında deniz sıcaklığı hava sıcaklığından daha yüksektir. Özellikle

kış aylarında deniz sıcaklığının yüksek oluşu bu mevsimdeki yağış miktarlarının artmasına neden olmaktadır.

Ege Bölgesi'nin orografik durumu kıyılardan iç kısma doğru yağış getiren hava hareketlerine müsaittir. Bununla beraber düzlükler, vadiler veya dağlar içindeki çukur sahalarda kaydedilen yağış miktarları birbirinden oldukça farklıdır. Kuzeyde Edremit'ten Bodrum'a kadar olan sahil kısmında yağışlar 617.1 mm (Burhaniye)-729.5 mm (Bodrum) arasında değişmektedir. (Edremit 662.8 mm, Burhaniye 617.1 mm, Ayvalık 620.4 mm, Bergama 681.2 mm, İzmir 681.9 mm, Kuşadası 624.3 mm ve Bodrum 729.5 mm). Ege bölgesinin en fazla yağış alan sahası Muğla ve Marmaris kesimidir. Daha çok Akdeniz depresyonlarına ve iç kısımlarda konvektif yağışlara sahne olan bu yöre 1180 mm yağış almaktadır. (Muğla 1173.3 mm, Marmaris 1178.4 mm). Nemli hava kütlelerinin Marmaris'in arkasında bulunan Balaban Dağına çarpması ve bakının etkisiyle yüksek miktarda yağış aldığı gözlenmektedir. Bu yağışlar depresyonik ve orografiktir. İç Ege'de özellikle güney kısımlarında kaydedilen ortalama yıllık yağış miktarları arasında farklar gözlenmektedir. (Denizli 539.1 mm, Acıpayam 461.0 mm, Çameli 785.0 mm). Bu merkezlerin denize uzaklığı, dar bir havza içinde bulunması, bakı ve topografya özellikleri nedeniyle az veya çok yağış gözlenmesinde başlıca faktör olarak görülür. İç Ege'den doğuya yükselerek 800-1000 m yükseklikleri içeren İç batı Anadolu bölgesinde, Ege kıyılarının nemli ve ılık havası özelliğini kaybetmiş, yağışlarında azaldığı gözlenmiştir. Orografyanın özelliği nedeniyle Simav'da (813.7 mm) yağışların yüksekliği göze çarpmaktadır. Ege'ye yakın kısımlarda yıllık ortalama yağışların 550 mm arasında değiştiği gözlenmektedir. (Kütahya 556.1 mm, Uşak 529.4 mm). İç Anadolu'ya bakan kısım ise 400-500 mm arasında yağış almaktadır (Afyon 434.4 mm). Kıyılarda atmosferik şartların fiziki özellikleri, coğrafik durumu ve yükseltinin önemi karşısında, İç Anadolu'ya girerken hissedilir şekilde değişmektedir. Bu nedenlerle yağışın azlığı veya çokluğu üzerinde yükseltinin önemi yine başta gelen bir faktör olarak belirlemektedir. Üç taraftan yüksek dağlarla çevrili bulunan İç Anadolu yaylasının yağışları denizden uzaklaştıkça Karadeniz'in ve Akdeniz'in bol yağışlarından farklılaşmış, kara ikliminin hakim şartlarına uygun olarak yağışlar azalmıştır.

İç Anadolu'nun orta kesimlerinde orografik durumun müsait olması, düzlüklerin oldukça geniş bir sahayı kaplaması sonucu ovalarda kaydedilen yağışlarda bir

homojenlik gözlenmektedir. Bu bölgede yağışlar 300-400 mm arasında değişmektedir. Bununla beraber düzlükten çevrelere doğru gidildikçe orografik durumun değiştiği alanlarda hakim hava hareketlerinin uygun şartları ve yükselti, farklı yağış düşmesine sebep olur. Örneğin; Konya 320.5 mm, Niğde, Aksaray 350.8 mm, Kırıkkale 351.7 mm, Polatlı 345.4 mm yıllık ortalama yağış alırken, çevrelerinde Bolvadin 378.8 mm, Emirdağ 394.9, Beypazarı 381.5 mm, Çankırı 383.7 mm, Gemerek 392.4 mm, Yunak'ın 433.2 mm yıllık ortalama yağış aldığı gözlenmiştir. Yağış bakımından İç Anadolu'nun diğer merkezlere nazaran mevcut bir özelliği de konvektif yağışlara müsait olmasıdır. İlkbaharda (Nisan ve Mayıs aylarında) meydana gelen depresyon yağışlarından sonra yer ve yere yakın seviyelerin sıcaklığının yükselmesiyle nem bakımından o günlerde zengin olan zeminden buharlaşma meydana gelir. Toprağın ısınması nedeniyle toprakla temas halinde bulunan hava kütleleri ısınmaya başlar ve dikey istikametle oluşan bu yükseliş sonucunda hava kütlelerinin sıcaklığı düşerek yoğunlaşma meydana gelir, bulut oluşur ve yağış düşer. Bu tip yağışların genelde öğleden sonra oluştuğu gözlenmektedir. Sebebi toprak üzerinin bu saatlerde yeter derecede ısınmaya başlamış olmasıdır. Konvektif yağışların bir başka özelliği de sık sık dolu, oraj ve sağanak şeklinde olmasıdır. İç Anadolu'nun dağlık kısımlarında ise orografik yağışlar meydana gelmektedir. Bilhassa bölgenin dağlarla çevrilmiş olan kenar ve dağların iç kesimlerinde daha fazla görülür. Bu kısımlar daha fazla yağış almaktadır (Çölaşan, 1960).

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yıllık ortalama yağış miktarı, yer şekillerinin farklı olması sebebiyle bölge içerisinde oldukça farklılık göstermektedir. Doğu Anadolu Bölgesinin genişliği ve orografyası göz önünde tutulduğu takdirde dağlar üzerinde yağışların fazla olduğu, çukur yerlerde azaldığı gözlenmiştir. Bölgeye kış aylarında yüksek basınç sahasının yerleşmesi sonucu depresyon yağışları oluşamaz ve depresyonlar bu bölgeyi etkisi altına alamazlar. İlkbahar ve yaz aylarında karaların ısınmasıyla beraber depresyonların etkisi artmaktadır. Bölgenin dağlık kesimlerinde yağışlar orografya nedeniyle 750-1100 mm arasında değişmektedir. Bölgede en yüksek yağış alan Bitlis merkezidir (1089.5 mm). Doğu Anadolu Bölgesi'nde en az yağış alan merkez Iğdır'dır (242.8 mm) istasyonudur.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde uzun yıllık ortalama yağış miktarlarının kuzeyden güneye doğru gidildikçe azaldığı gözlenmektedir. Bölgenin doğu ve kuzey kısımlarında depresyonik yağışların, orografinin de etkisiyle bol miktarda yağış

bıraktığı gözlenmektedir. Bölgede ilkbaharda konvektif yağışlara da sık sık rastlanmaktadır. Kış aylarında arazinin uygun olması nedeniyle Akdeniz'den gelen depresyonlar bölgeyi etkisi altına almaktadır. Diğer taraftan kış mevsiminde kontinental tropikal (cT) hava kütlesi Akdeniz üzerinden kuzeye doğru yavaş bir şekilde ilerler ve alt katmanlarda nem toplayarak depresyonlarla bağlantılı konverjans alanlarında ve orografik yükselme bölgelerinde yağışlara yol açar (Türkeş 1990). Bölgede en yüksek yıllık ortalama yağış alan istasyonlar Mardin (704.1 mm) ve Hakkari'dir (712.4 mm). Mardin'in bölgeye göre daha fazla yağış alması orografiktir. Kuzeyde bulunan yüksek dağa sırt vermiş olması ve oldukça yüksekte bulunması (Mardin 1050 m) nedeniyle batıdan ve güneybatıdan gelen nemli hava kütlelerinin Mardin dağlarına çarpması sonucunda yağış miktarı yüksek olmaktadır. Mardin'e yakın olan istasyonlardan Nusaybin'in (470.6 mm), Midyat'ın (530.0 mm) ve Batman'ın (488.9 mm) daha az yağış aldığı gözlenmektedir. Hakkari ve Yüksekova'nın daha yüksek miktarda yağış alması Güneydoğu Toros Dağlarının batıya bakan kısımlarının bölgeye giren depresyonlara açık bulunmasıdır. Bölgede en az yağış alan istasyon Akçakale (295.6 mm) istasyonudur.

Yüksek rakımlardaki yağışı ve yükseklikle yağışın dağılışını tespit etmek için çeşitli yerlerde, dağlar üzerinde her yönde ve aynı yöne bakan yüksekliklerde kademeli olarak yağış rasadı yapmak gerekmektedir. Bu ölçümler yeteri kadar yapılamadığından tam bir bilgi elde edilememektedir.

Değerlendirme Soruları: (2.ünite)

1. Yoğunlaşma hangi şartlar altında gerçekleşir, açıklayınız?
2. Konvektif yağışların özelliklerini izah ediniz?
3. Sıcak cephe ile soğuk cephe yağışları arasındaki farkları açıklayınız?
4. Yağış miktarını etkileyen faktörler nelerdir?
5. Türkiye yağış rejim tipleri nelerdir?

3. ÜNİTE

YAĞIŞ MİKTARININ ÖLÇÜMÜ VE KULLANILAN ALETLER



Hazırlık Çalışmaları:

1. Ülkemizde yağış ölçümü nasıl yapılmaktadır, araştırınız?
2. Plüviometre hangi parçalardan oluşur?
3. Plüviograf hangi parçalardan oluşur?
4. Yağış totalizatörleri ile yaz ve kış yağışları nasıl hesaplanır?

3. YAĞIŞ MIKTARININ ÖLÇÜMÜ VE KULLANILAN ALETLER

Yağışın belirli bir periyot boyunca birim yüzeye bıraktığı su miktarının ölçülmesinde amaç, atmosferden değişik şekillerde düşen yağışın, buharlaşma, toprağa sızma vb. gibi nedenlerle miktarının azalmadan en gerçekçi bir şekilde ölçülebilmesidir. Ölçümde, yağışın metrekarede oluşturduğu su yüksekliği (mm olarak) veya metrekarede bıraktığı yağış miktarının kilogram cinsinden ağırlığı dikkate alınır.

YAĞIŞ MIKTARI ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN ALETLER

Yağışa ait rasatlar, kısmen gözlem kısmen de yağış ölçme aletleriyle yapılmaktadır. Yağış miktarı ölçümü için günümüzde en çok aşağıdaki aletler kullanılmaktadır:

1. Plüviometre
2. Plüviograf
3. Yağış Totalizatörü

Son zamanlarda, gelişen teknoloji ile birlikte, uydu ve radar görüntüleri, otomatik istasyon yağış ölçerleri, elektronik plüviograflar ve distrometreler de yağış miktarı ölçümünde kullanılmaktadır.

3.1.1. PLÜVIOMETRE



Şekil 3.1 Plüviometre

Yağmur ve diğer yağış türlerinin bırakmış olduğu suyun, içinde bulunan toplama kabında birikmesi ve bu suyun daha sonra **mihber** (taksimatlı ölçek) denilen ölçekle ölçülmesi esasına dayanır. Ülkemizde Helmann tipi plüviometreler kullanılmaktadır. Plüviometre 6 kısımdan meydana gelmektedir (Şekil 3.1).

a) **Huni:** Ağız kısmı yuvarlak olup, sert madenden çemberlidir. Bu çember, alet ağzının bozulmaması için konulmuştur. Çapı 15.96 cm ve alanı da 200 cm² yani 1/50 m²'dir. Huni, kovada toplanan suyun buharlaşmasına engel olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.2.A).

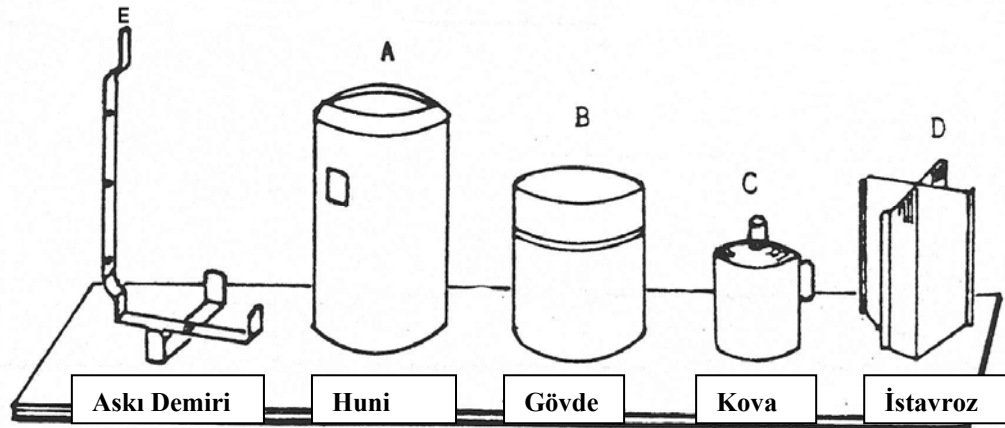
b) **Gövde:** Aletin parçalarına temel ve muhafaza görevi yapar (Şekil 3.2.B).

c) **Kova:** Yağış suyunun biriktiği kısımdır (Şekil 3.2.C).

d) **İstavroz:** Karlı günlerde aletin hunisinin içine oturtulan bu parça, karın rüzgârla savrulmasına engel olur. (Şekil 3.2.D).

e) **Askı demiri:** Plüviometrenin mesnet direğine takılmasını sağlar (Şekil 3.2.E).

f) **Mesnet direği:** Plüviometrenin üzerine sabitlendirildiği standart ölçülerdeki ağaç veya demir direktir.



Şekil 3.2 Plüviometrenin parçaları

3.1.1.1. Plüviometrede Biriken Yağışın Ölçülmesi

Plüviometrede, toplama kabında biriken yağış, mihber denilen taksimatlı yağış ölçęi ile mahallî olarak her 07⁰⁰, 14⁰⁰ ve 21⁰⁰ saatlerinde yapılan rasatlarda ölçülmektedir.

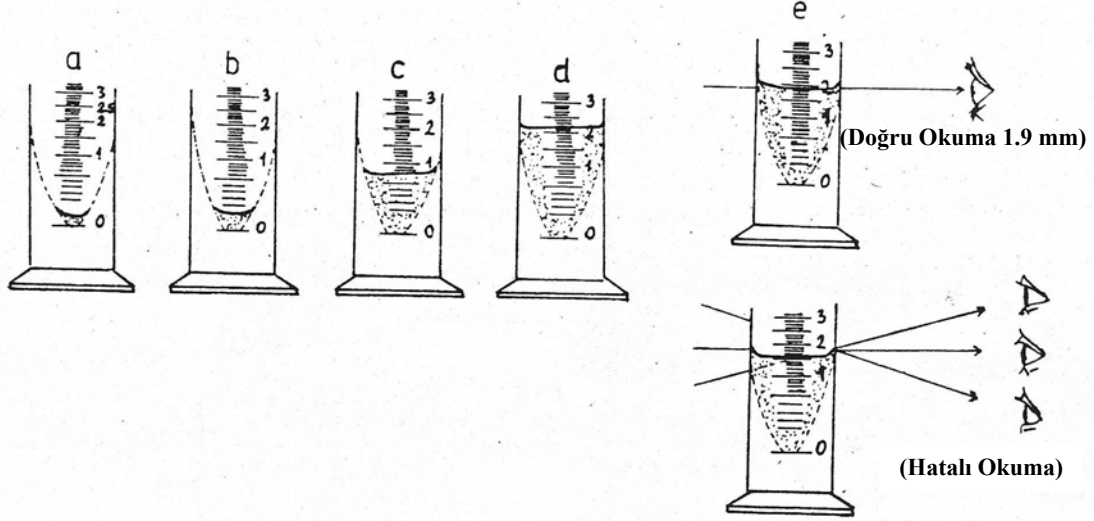
Mihber, camdan veya plastikten yapılmıştır. Ölçeğin üzerinde 1, 2, 3, 4,10 rakamlarını gösteren uzunca çizgilerin arasında ayrıca daha kısa taksimat çizgileri vardır. Bu çizgilerden her biri büyük taksimatın onda birini gösterir. Her küçük çizgi

milimetrenin onda biridir. Yani ölçeğin en altındaki kısa çizgi sıfır onda bir okunur ve 0.1 olarak rasat vesikalarına kaydedilir. Bunu takip eden çizgiler de 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 şeklinde yazılır.

Yağış miktarını ölçme işlemi; yedek plüviometre mevcutsa istasyonda, aksi durumda rasat parkında plüviometrenin bulunduğu yerde yapılır. Yağış miktarı ölçülürken öncelikle huni kısmı gövdeden çıkarılır ve yere konur. Kova içinde birikmiş olan yağış suyu dikkatli bir şekilde ölçeğe boşaltılır. Kovada bir damla su kalmayınca kadar hafif sallama ve sarsıntılar yaparak suyun ölçeğe tamamen boşalması sağlanır. Bundan sonra ölçek, düz bir yüzey üzerine konur. Bu suretle ölçek içindeki su yüzeyinin yatay olması sağlanmış olur. Fakat su yüzeyi tamamıyla düz olmaz. Ortası çukurca ve kenarları biraz yüksekçe bir yüzey halinde kalır. Biraz beklendikten sonra suyun gösterdiği bu çukurun en alt seviyesi göz hizasına gelecek şekilde okuma işlemine geçilir. Öncelikle su seviyesinden aşağı doğru ilk gelen büyük taksimatın rakamı okunur. Okunan bu değer miktarın tam sayı değerini verir. Bundan sonra yukarı doğru su seviyesi hizasına kadar olan kısa taksimatın adedi sayılır. Kısa taksimat değeri ise yağış miktarının ondalık değerini verir. Tam miktarın yanına bir nokta koyduktan sonra ondalık değer yazılır (**6.3** gibi). Böylece yağış miktarı ondalıklarına kadar ölçülmüş olur (**Şekil 3.3.**).

Eğer ölçekteki suyun yüksekliği tam ve kesirsiz olarak büyük bir taksimat hizasında bulunursa ondası olmadığını anlamak için yanına yine bir nokta koyduktan sonra sıfır yazarak kaydedilir. Örneğin; **6.0** gibi.

Plüviometre içinde ölçülemeyecek kadar az su bırakan yağışlar için rasat eldeferinin devan saatleri hanesinde yağış sembolünün üzerine **az** işareti konmakla beraber miktar hanesine **0.0** yazılır. Eğer hiç su yoksa plüviometrenin yoklandığını belirtmek için miktar hanesine **nokta** işareti (**.**) konur.



Şekil 3.3. Mihberden yağış miktarının okunması

Fazla yağışların ölçümünde cam ölçeğin kaç defa doldurulup boşaltıldığı unutmamak maksadıyla her doldurulmada, rasat defterinin kenarına 10.0 miktarı yazılır. Ölçü işinin sonunda bunların toplamları yapılarak elde edilen değer rasat el defterindeki miktar hanesine kaydedilir.

Rasat esnasında yağmur devam etmekte ise rasat zamanına kadar düşen yağışın miktarının ölçümü hemen yapılarak rasat el defterine kaydedilir. Bu rasattan sonra düşen yağmur ise bir sonraki rasatta ölçülmeye bırakılır. Yalnız böyle bir durumda ölçme işi çok çabuk yapılmalıdır. Hiçbir zaman telaşa kapılmamalıdır. Çünkü ufak bir ihmal yağışın hatalı ölçülmesine veya telaşla suyun dökülerek tamamen kaybolmasına sebep olur. Bunun için daima dikkatle hareket etmek ve bir hataya meydan vermemek gerekir.

Mihber 1 m²'lik alandaki yağış miktarını **mm** cinsinden verecek şekilde taksimatlandırılmıştır. Mihberde mm olarak okunan değerler aynı zamanda **1 m²'lik alanda kg'a** karşılık gelir. Yani plüviometre de biriken su miktarı mihberde 1mm olarak ölçülmüş ise, bu miktar 1 m²'lik alanda 1 kg'lık ağırlığa karşılık gelir. Bunu matematiksel olarak ifade edersek;

Huni ağzının çapı (R) = 15.96 cm

Alanı (S) = $\pi r^2 = 3.14 \times (15.96/2)^2 = 200 \text{ cm}^2$ bulunur.

200 cm²'lik alanda 1 mm'lik (0.1 cm) yüksekliğin meydana getirdiği hacim,

$V = S \times h = 200 \times 0.1 = 20 \text{ cm}^3$ bunun ağırlığı da,

$P = V \times d = 20 \times 1 = 20 \text{ gr}$ olur. (suyun yoğunluğu (d) 1 gr/cm³)

Bundan sonra, “200 cm²'lik alanda 1mm'lik yağış 20 gr ederse, 1m²'lik (10000 cm²) alanda bu miktar,

10000 x 20/200 = 1000 gr = 1 kg olarak bulunur.

Sonuç olarak **1 mm = 1kg /m²** dir.

Plüviometreden yağış miktarı mahallî olarak 07⁰⁰, 14⁰⁰, 21⁰⁰ saatlerinde ölçülüp, ölçülen miktar milimetre (mm) ve ondası şeklinde rasat el defterinin **24 no'lu** bölümündeki “**yağış miktarı ve sembolü**” hanesine sembolü ile birlikte kaydedilir.

3.1.1.2. Plüviometrenin ve/veya Cam Ölçeğinin Hasara Uğraması

Plüviometre aleti hiçbir sebeple yerinden başka bir yere Genel Müdürlük'ten izin alınmadan nakledilemez. Şiddetli fırtına, sel, deprem gibi doğal afetler sonucunda aletin direğinin devrilmesi durumunda eski yerinde acele tamir edilip rasadın aksaması önlenmelidir.

Plüviometre ve cam ölçeğin herhangi bir sebeple kullanılmayacak bir hale gelmesi veya kaybolması halinde bu durum Genel Müdürlüğe bildirilmelidir. Bu durumda yağış rasadının aksamaması için plüviometre ve cam ölçek yerine değişik alternatifler kullanılır. Karşılaşılabilecek durumlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Plüviometrenin Hasara Uğraması: Plüviometrenin kaybolması, çalınması veya kullanılmayacak bir hale gelmesi durumunda, mümkünse kullanılmamış, ezik kısımları olmayan, paslanmamış bir gaz tenekesi alınır. Ağzı dikkatlice açılarak pürüzleri düzeltilir. Ağız kısmının boyutları bir cetvelle ölçülerek kaydedilir ve rasat

yerine konur. Tenekenin rüzgârla devrilmemesi için dört tarafına (tenekenin yarısına gelecek kadar) ağaç kazıklar çakmak uygun olur. Bu suretle rasat yerinde bırakılan tenekenin içindeki yağış suyu rasat zamanında ölçülür.

2. Cam Ölçeğin (Mihber) Hasara Uğraması: Taksimatlı cam ölçek kırıldığı takdirde derhal Genel Müdürlüğe bilgi verilir. Ölçek gelinceye kadar veri kaybını önlemek için her rasat saatine ait yağış miktarı değişik metodlarla belirlenebilir. Bu metodlar şunlardır:

a) Saklama Metodu: Her rasat saatine ait yağış suyu ayrı ayrı şişelere konur, ağzlarını iyice kapatıldıktan sonra üzerlerine tarihleri yazılarak dikkatlice saklanır ve ölçek gelince bunlar ölçülerek hemen günlerine kayıt edilir.

b) Hacim Metodu: Mahallîn hastane, eczane, okul v.b. müesseselerinden temin edilen cm^3 taksimatlı bir ölçek ile her rasada ait yağış suyu miktarının hacimsel olarak tespit edilmesidir.

c) Ağırlık Metodu: Her rasada ait yağış suyu ağırlığının gr cinsinden belirlenmesidir.

Günümüzde iletişim teknolojisinin hızla gelişmesi nedeniyle, günlük değerlendirmelerin yapılabilmesi açısından mihberin kullanılamaması durumunda, yağış miktarının cm^3 veya gram olarak ölçülüp Genel Müdürlüğe günü gününe bildirilmesi en uygun olanıdır.

Plüviometre ve cam ölçek yerine yukarıda anlatılan metodlarla ölçüm yapılması halinde bu durumun genel müdürlüğe bildirilmesi gerektiği unutulmamalı ve rasat el defterine ölçümün nasıl yapıldığına dair kayıt düşülmelidir.

Örnek: (Yağış rasadı x..... cm ebadında gaz tenekesi ile yapılmış ve miktarı taksimatlı ölçekle ölçülmüştür veya yağış miktarı gr'dır veya cm^3 ,tür).

3.1.1.3. Değişik Şekillerde Ölçülen Yağış Miktarının Normale Dönüştürülmesi

İstasyondan muhtelif şekillerde ölçülüp Genel Müdürlüğe bildirilen yağış miktarları, hesaplamalar sonucunda standart hale dönüştürülür. Plüviometre ve/veya cam ölçeğin hasara uğraması sonucu değişik şekillerde ölçülen yağış miktarının normale dönüştürülme işlemleri aşağıda belirtilmiştir.

1. Plüviometrenin Olup Helmann Ölçeğinin (Mihber) Olmadığı Durum

Yağışın plüviometrede toplandığını ve toplanan suyun, mihber dışında bir ölçekle miktarının (cm^3 veya gram olarak) bulunduğunu kabul edelim. Plüviometrenin ağız alanı 200 cm^2 olduğuna göre, 1mm'lik yüksekliğe sahip su miktarının bu ağız alanına sahip plüviometrede oluşturduğu hacim,

$200 \text{ cm}^2 \times 0.1 \text{ cm} = 20 \text{ cm}^3$ eder. Plüviometre ile topladığımız 20 cm^3 su mihberde 1 mm'lik yüksekliğe tekabül eder.

Örnek: Yağışın plüviometre ile toplanıp, miktarının temin edilen cm^3 taksimatlı cam ölçekle 600 cm^3 olarak ölçüldüğünü kabul edelim. Yağış suyunun hakiki mm (m^2 'ye mm cinsinden düşen yağış miktarı) değeri şu şekilde hesaplanır;

“Plüviometrede bulunan 20 cm^3 'lük su, mihberde 1 mm'ye karşılık geldiğine göre 600 cm^3 'lük su kaç mm'ye tekabül eder?” orantısından gidilerek, $600 / 20 = 30 \text{ mm}$ bulunur.

Eğer plüviometrede toplanan su miktarı tartılıp **gr** cinsinden miktarı tespit edilmiş ise, 1 cm^3 yağış suyu **1 gr**'a tekabül ettiği için aynı işlem yapılır.

Örnek: Yağış miktarı 600 gr olarak tartılmışsa $600 / 20 = 30 \text{ mm}$ olarak bulunur.

Sonuç: Yağış, plüviometrede biriktirilmiş ve miktarı mihber dışında bir ölçekle cm^3 veya gr olarak ölçülmüş ise ölçülen bu yağış miktarı 20'ye bölünmek suretiyle hakiki mm değeri (m^2 'ye düşen yağış miktarı) bulunur.

2. Plüviometrenin Olmayıp Helmann Ölçeğinin Olduğu Durum

Yağışın, ölçüleri belli bir kapta (gaz tenekesi) toplanıp mihberle miktarının mm olarak ölçüldüğünü kabul edelim.

Örnek: Yağışın $23.5 \times 23.5 = 552 \text{ cm}^2$ ağız alanlı bir gaz tenekesi ile toplandığını ve miktarının Helmann ölçü kabı ile ölçülüp mm olarak verildiğini düşünelim.

552 cm² ağız alanı olan teneke ile toplanan su 200 cm²'lik plüviometreye ait bir cam ölçekle ölçülmektedir.

Alanlar arasındaki oran: $552 / 200 = 2.76$ dır.

Buna göre; 552 cm² alanındaki bir kapta 1 mm yükseklik oluşturan yağış, 200 cm²'lik alanda 2.76 mm'lik yükseklik oluşturur.

Örnek: Yukarıda verilen izahata göre yağış suyu gaz tenekesi ile toplanmış ve Helmann cam ölçeği ile 82.8 mm olarak ölçülmüş ise;

$82.8 / 2.76 = 30 \text{ mm}$ gerçek değeri elde edilir.

Sonuç: Yağışın, plüviometre yerine ağız alanı belli bir kapta toplanması ve bu toplanan miktarın Helmann cam ölçeği ile ölçülmesi durumunda, kullanılan kabın ağız alanı ile plüviometre ağız alanı arasındaki oran bulunur. Mihberde ölçülen yağış miktarı bu oran değerine bölünerek m²'ye düşen gerçek yağış miktarı mm cinsinden bulunur.

3. Plüviometre ve Helmann Ölçeğinin Olmadığı Durum

Yağışın ağız ölçüleri belli bir tenekede biriktirildiğini ve **gr** olarak ağırlığının veya **cm³** olarak hacminin tespit edildiğini kabul edelim.

Örnek: Yağışın ağız alanı $23.5 \times 23.5 = 552 \text{ cm}^2$ 'lik (Normal gaz tenekesi boyutu) bir gaz tenekesi ile toplandığını ve hacminin de 1656 cm^3 olarak ölçüldüğünü düşünelim.

552 cm^2 'lik ağız alanına sahip bir tenekede biriken 1 mm yüksekliğindeki suyun oluşturduğu hacim;

$$552 \text{ cm}^2 \times 0.1 \text{ cm} = 55.2 \text{ cm}^3 \text{ tür.}$$

Buradan 1 mm'lik su yüksekliğinin plüviometrede 20 cm^3 , 552 cm^2 ağız alanına sahip tenekede ise 55.2 cm^3 hacim oluşturduğu sonucu elde edilir.

Bu sonuca göre; 552 cm^2 ağız alanlı tenekeden 1656 cm^3 'lük yağış miktarı ölçülmüş ise bunun plüviometredeki eş değeri 600 cm^3 ($1656 \times 20 / 55.2 = 600$) olur. Plüviometrede 20 cm^3 'lük yağış mihberde 1 mm'ye karşılık geldiğine göre, 600 cm^3 'lük yağış mihberde,

$$600 / 20 = 30 \text{ mm} \text{ olarak bulunur (veya } 1656 / 55.2 = 30 \text{ mm).}$$

Tenekede biriken su miktarı gr olarak ölçülmüş ise gerçek yağış miktarı aynı şekilde hesaplanır. Örneğin kaptaki yağış 1656gr olarak ölçülmüşse yağış miktarı,

$$1656 / 55.2 = 30 \text{ mm} \text{ olarak bulunur.}$$

Sonuç: *Plüviometre ve cam ölçeğin olmadığı durumlarda, cm^3 veya gr olarak (gaz tenekesinden toplanarak) ölçülen yağış miktarının, kullanılan kaptaki 1mm su yüksekliğinin oluşturduğu hacim değerine bölünmesiyle gerçek yağış miktarı (m^2 ye düşen) mm cinsinden bulunmuş olur.*

3.1.2. PLÜVİOGRAF

Yağışın miktar ve şiddetini; içinde bulunan diyagram üzerine kaydeden bir alettir. Yağışın hangi saatte başladığını, ne kadar süre devam ettiğini, bitiş saatini ve bıraktığı yağış miktarını 24 saat boyunca takip etmek açısından plüviometreye göre daha hassastır. Ülkemizde otomatik sifonlu Helmann plüviografları kullanılmaktadır. Alet 4 ana kısımdan oluşmaktadır:

1. Huni: Yağışı toplamaya yarayan ağız kısmıdır.

2. Rezervuar kısmı: Aşağıdaki parçalardan oluşur.

a) **Rezervuar gövdesi:** Yağışın rezervuara girmesini sağlayan su giriş borusu ve sifon yuvasını taşır.

b) **Şamandra:** Rezervuar odasındaki suyun içinde yüzer.

c) **Rezervuar kapağı:** Kızaklık ve koruma görevi görür.

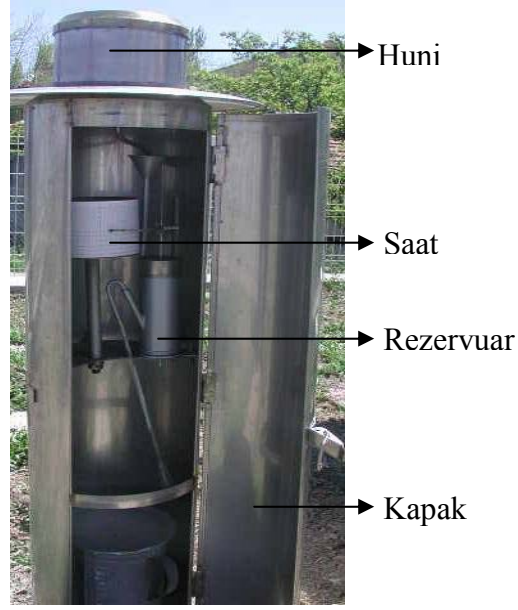
d) **Still tertibatı:** Kalem, kalem kolu ve ayar vidalarını üzerinde taşır.

e) **Cam sifon çubuğu , sifon demiri ve lastik contadan** ibarettir.

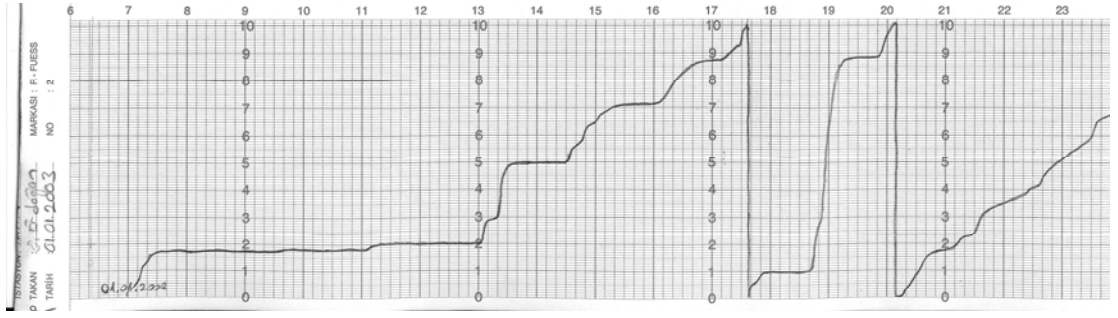
3. Alet saati: Diyagramın üzerine sarıldığı kısımdır.

4. Gövde ve kapak: Bütün parçaların içinde barındığı kısımdır. Alıcı kısımdan giren su, metal bir boru ile silindirik şeklindeki küçük rezervuar odacığına dolar. Bu odada bulunan şamandıra, giren su ile birlikte yükselir ve şamandıra miline bağlı olan stil tertibatı üzerindeki kalem kolu, su seviyesi yükseldikçe yukarı doğru hareket ederek diyagram üzerinde çizim yapar.

Diyagram üzerinde 07⁰⁰ saatinden sonraki günün 07⁰⁰ saatine kadar olan 24 saatlik periyot boyunca yağın yağışın saatlik değerlendirmesini yapmak mümkündür. Diyagram 0-10 mm arasında taksimatlandırılmış olup, her mm arası 10 eşit aralığa bölünmüştür (**Şekil 3.5.**). Böylece diyagram üzerinden 0.1 mm'lik yağış miktarını okumak mümkündür. Rezervuar odacığına 10 mm'lik yağış dolduğu zaman kalem diyagramın tepe noktasına ulaşır sifon yapar ve tekrar diyagram üzerinde "0" noktasına düşer.



Şekil 3.4. Plüviograf



Şekil 3.5. Plüviograf diagramı

Plüviograf diyagramından 07⁰⁰, 14⁰⁰, 21⁰⁰ rasatlarında okunan yağış miktarları rasat el defterinin 24 no'lu yağış bölümündeki “**plüviograf**” hanesine ondalıklarına kadar mm cinsinden kaydedilir. Yukarıda verilen plüviograf diyagramında 14⁰⁰ klima rasadında yani 07⁰⁰ ile 14⁰⁰ saatleri arasındaki periyot boyunca yağın yağış, 5.1 mm'lik miktar bırakmıştır. Yağış miktarı, 17³⁵'de 10 mm'ye ulaştığı için alet ilk sifonunu yapmış, 20¹⁰'da tekrar 10 mm'lik yağış nedeniyle ikinci sifonu yapmıştır. Buna göre 21⁰⁰ rasadında (14⁰⁰- 21⁰⁰ saatleri arası) yağış miktarı;

4.9 mm (14⁰⁰ saati ile ilk sifonun olduğu periyottaki yağış miktarı), 10.0 mm (ikinci sifon), 1.8 mm (ikinci sifon ile 21⁰⁰ saati arasındaki yağış miktarı)

14⁰⁰-21⁰⁰ saatleri arasındaki toplam yağış; **16.7 mm** (4.9 + 10.0 + 1.8) olarak bulunur.

3.1.2.1. Plüviograf Aleti Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Hava şartları takip edilerek, aletin mümkün olan en uzun periyotta çalıştırılmasına dikkat edilmelidir.

2. İstasyonda giderilemeyecek herhangi bir teknik arıza veya başka bir nedenle aletin kısa bir süre servisten kaldırılması ve servise konulması Genel Müdürlüğe bildirilmelidir.

3. Aletin doğru ve düzenli bir şekilde çalışıp çalışmadığı rasatçı tarafından kontrol edilmelidir. Yağış olsun ya da olmasın her rasatta diyagramın düzgünlüğü, özellikle kalemin mürekkep dağıtmadan belirgin bir şekilde çizip çizmediği ve saatin çalışması kontrol edilerek gerekirse müdahale edilmelidir. Fakat kesinlikle elle çizdirilmemelidir. Bu kontroller yapılırken alete kontak yaptırılmamaya özen gösterilmelidir.

4. Plüviograf diyagramları her gün 07⁰⁰ rasadında değiştirilmelidir (0.1 mm ve daha fazla yağış olmuşsa). Yağış olmadığı günlerde alete mihaberle 1 mm su koyup kalem ucu 1 mm yükselttilerek aynı diyagram bir hafta boyunca kullanılabilir.

5. Hatalı çalışan plüviografların 0-10 ayarı 07⁰⁰ rasadında diyagram değiştirilirken yapılmalıdır.

6. Diyagramların üzerine; istasyon ismi takan ve çıkaran rasatçının adı-soyadı, takma ve çıkarma tarihleri yazılarak imzalanmalıdır. Yağış kaydedilen günlerde diyagramların arkasına günlük toplam yağış miktarı (plüviometreden okunan) yazılmalıdır. Genellikle plüviometre ve plüviograf değerleri birbirine yakındır. Eğer aşırı bir fark varsa nedeni araştırılarak giderilmelidir.

7. Diyagram değiştirme saatinde şiddetli yağışın devam etmesi durumunda diyagram değiştirme işlemi şiddetli yağışın sona ermesine kadar geciktirilmelidir. Bu geciktirme yeni takılan diyagramda dikkate alınmalıdır.

8. Genel Müdürlüğe gönderilecek olan diyagramlar, ayın bütün günlerini kapsamalıdır (Bir önceki ayın son günü takılan diyagram ile gönderilecek ayın son günü çıkartılan diyagram).

3.1.3. YAĞIŞ TOTALİZATÖRLERİ

Dağlar üzerinde veya her gün rasat yapılmasına imkan olmayan yüksek yerlerde mevsimlik ve yıllık yağış miktarını ve aynı zamanda yağışın yükseklikle değişimini tespit etmek için **totalizatör** veya **dağ plüviometresi** dediğimiz aletler kullanılır. Aletin ağız alanı plüviometrede olduğu gibi 200 cm²'dir. Alet kar savrunusunu önleyici parça, yağışın toplanmasını sağlayan kap, üç ayaklı demir sehpa ve boşaltma musluğundan ibarettir (**Şekil 3.6.**).



Şekil 3.6. Yağış totalizatörü

3.1.3.1. Totalizatör Rasatları

Totalizatör aletinden, ilki kış mevsimine girerken diğeri de kış mevsimi sonunda olmak üzere yılda iki defa ölçüm yapılır.

a) Kış Mevsimi Başında Yapılan Ölçüm: (Eylül-Ekim-Kasım aylarından birinde)

Kış mevsimine girerken aletin bulunduğu yere gidilir. Form üzerine tarih ve aletin durumu hakkında bilgiler girilir. Gövdedeki musluk açılarak o tarihe kadar toplanan yağış miktarı litrelik ölçekle ölçülür. Daha sonra aletin içi temiz su ile iyice yıkanıp alet kış servisine hazırlanır. Bunun için öncelikle 4.5 kg granül halindeki CaCl₂

(kalsiyum klorür) ile 6 litrelik su ayrı bir kaptaki iyice karıştırılır. Daha sonra bu karışım totalizatör içine aktarılır. Bu karışımın üzerine 500 gr (veya 560 cm³), 10 veya 20 numaralı ince motor yağı veya sıvı vazelin konur. Totalizatörün musluk kapağı kilitlenerek alet servise hazırlanmış olur.

Kış boyunca alet içine toplanan yağış ilkbahar mevsiminde ölçülüp, alet yaz mevsimi için servise hazırlanır. Kış mevsimi boyunca alette birikmiş olan yağış miktarı, Genel Müdürlük'te yapılan hesaplamalar sonucu bulunur.

Örnek: İlkbaharda aleti yaz servisine hazırlamak için gidildiğinde kışın toplanan toplam karışım miktarı 15.025 litre ölçülmüş olsun. **Tablo 3.1.**den bu karışımın yoğunluğu bulunur (1.208 gr/cm³).

Ağırlık (m) = Hacim (V) x Yoğunluk (d) formülünden,

$$\text{Ağırlık} = 15,025 \times 1,208 = 18,150 \text{ kg}$$

Alete kış mevsimi hazırlığı esnasında 11 kg'lık eriyik konmuştu (4,5 kg CaCl₂, 6 kg su ve 0,5 kg yağ). Buna göre yağış miktarı;

$$18,150 - 11,000 = 7,150 \text{ kg} = 7150 \text{ gr'dır.}$$

Totalizatörde biriken yağışın oluşturduğu 1mm'lik yükseklik (200 cm²'lik ağız alanına sahip totalizatör için) 20 gr'lık yağışa karşılık geldiği için metrekareye düşen yağış miktarı:

$$7150 / 20 = \mathbf{375,5 \text{ mm}}$$
 olarak bulunur.

b) Kış Mevsimi Sonunda Yapılan Ölçüm: (Mart-Nisan-Mayıs aylarından birinde)

Yaz mevsimine girerken öncelikle kış mevsimi boyunca alette biriken yağış dikkatli bir şekilde çıkarılarak ölçümü yapılır. Daha sonra alet iyice temizlenir. İçine 2 litre su ve 560 cm³ (veya 500 gr) ince motor yağı konup musluk kilitlenir.

Totalizatör içerisine konan CaCl_2 , don mevsiminde alet içindeki sıvının donmasını, yağ veya vazelin ise buharlaşmasını önler.

Totalizatörlerden litre cinsinden yapılan ölçümler, yapılan hesaplamalar neticesinde gerçek yağış miktarına dönüştürülür.

Örnek: Yaz sonunda aletten ölçülen toplam eriyik 13,200 litre olsun. Mevsim başında alete 2,560 litre karışım konmuştu (2 litre su, 0,560 litre yağ). Buna göre toplam eriyikteki yağış miktarı;

$$13,200 - 2,560 = 10,640 \text{ litre} = 10640 \text{ gr (1 litre} = 1 \text{ kg) olarak bulunur.}$$

Totalizatörde biriken yağışın oluşturduğu 1 mm'lik yükseklik (200 cm²'lik ağız alanına sahip totalizatör için) 20 gr'lık yağışa karşılık geldiği için metrekareye düşen yağış miktarı;

$$10640 / 20 = \mathbf{532,0 \text{ mm}}$$
 olarak bulunur.

Bu şekilde mm'ye çevrilen değerler, aletin bulunduğu yerdeki, iki rasat tarihi arasındaki (kış ve yaz) mevsimlik değerlerdir. Daha sonra bu değerler, Genel Müdürlük'te çeşitli işlemlere tabi tutulduktan sonra o yerin yıllık yağışları hesaplanır.

CaCl ₂ 4500 gr. Yağ 500 gr.	Konulan Su (Litre)	Karışma oranı %	Ölçülen Toplam karışım (Litre)	Yoğunluk	CaCl ₂ 4500 gr. Yağ 500 gr.	Konulan Su (Litre)	Karışma oranı %	Ölçülen Toplam Karışım (Litre)	Yoğunluk
5000	6.000	83	8.409	1.308	5000	10.860	46	12.832	1.236
"	6.100	82	8.492	1.307	"	11.105	45	13.063	1.233
"	6.170	81	8.553	1.306	"	11.350	44	13.293	1.230
"	6.250	80	8.621	1.305	"	11.625	43	13.556	1.2265
"	6.330	79	8.689	1.304	"	11.900	42	13.818	1.223
"	6.410	78	8.757	1.303	"	12.200	41	14.105	1.2195
"	6.500	77	8.833	1.302	"	12.500	40	14.391	1.216
"	6.580	76	8.901	1.301	"	12.825	39	14.708	1.212
"	6.660	75	8.969	1.300	"	13.150	38	15.025	1.208
"	6.750	74	9.052	1.2985	"	13.525	37	15.388	1.204
"	6.850	73	9.136	1.297	"	13.900	36	15.750	1.200
"	6.950	72	9.228	1.295	"	14.300	35	16.139	1.196
"	7.050	71	9.319	1.293	"	14.700	34	16.527	1.192
"	7.150	70	9.404	1.292	"	15.150	33	16.963	1.188
"	7.250	69	9.493	1.2905	"	15.600	32	17.399	1.184
"	7.350	68	9.581	1.289	"	16.130	31	17.909	1.180
"	7.465	67	9.690	1.2865	"	16.660	30	18.418	1.176
"	7.580	66	9.798	1.284	"	17.255	29	19.008	1.172
"	7.695	65	9.913	1.282	"	17.850	28	19.597	1.166
"	7.810	64	10.008	1.280	"	18.545	27	20.283	1.161
"	7.935	63	10.126	1.2775	"	19.240	26	20.969	1.156
"	8.060	62	10.243	1.275	"	20.020	25	21.741	1.151
"	8.195	61	10.370	1.2725	"	20.800	24	22.513	1.146
"	8.330	60	10.496	1.270	"	21.750	23	23.449	1.141
"	8.480	59	10.631	1.268	"	22.700	22	24.384	1.136
"	8.630	58	10.766	1.266	"	23.850	21	25.514	1.131
"	8.780	57	10.907	1.2635	"	25.000	20	26.643	1.126
"	8.930	56	11.047	1.261	"	26.389	19	28.034	1.120
"	9.090	55	11.192	1.259	"	27.778	18	29.424	1.114
"	9.250	54	11.337	1.257	"	29.514	17	31.160	1.108
"	9.435	53	11.512	1.254	"	31.250	16	32.895	1.102
"	9.620	52	11.687	1.251	"	33.482	15	35.123	1.096
"	9.810	51	11.858	1.249	"	35.714	14	37.352	1.090
"	10.000	50	12.029	1.247	"	38.691	13	40.321	1.084
"	10.210	49	12.221	1.2445	"	41.667	12	43.290	1.078
"	10.420	48	12.412	1.242	"	45.834	11	47.443	1.072
"	10.640	47	12.622	1.239	"	50.000	10	51.595	1.066

Tablo 3.1. Totalizatör içine konulan karışımın yoğunluk tablosu

Değerlendirme Soruları: (3.ünite)

1. Yağış ölçümünde hangi alet ve sistemler kullanılmaktadır?
2. Yağışın m²'de kg olarak nasıl ifade edildiğini gösteriniz?
3. Totalizatörler ne amaçla kullanılır?

4. ÜNİTE

METEOROLOJİK HADİSELERİN SINIFLANDIRILMASI VE KAYIT EDİLMESİ



Hazırlık Çalışmaları:

1. Meteorolojik hadiseleri kaç grupta inceleyebiliriz?
2. Hidrometeor nedir, hangi hadiseler bu gruba girer?
3. Kar rasatlarında hangi aletler kullanılır?
4. Yağış tablosunda hangi hadiseler kaydedilir?
5. Müşahede tablosunda hangi hadiseler kaydedilir?

4. METEOROLOJİK HADİSELERİN SINIFLANDIRILMASI VE KAYIT EDİLMESİ

METEORLAR

Bulutların dışında, atmosferde veya yeryüzünde meydana gelen her türlü yağış hadiselerine, havada serbest duran veya yere ulaşan her türlü sıvı veya katı parçacıklara, esas itibariyle optiki veya elektriki özelliklere sahip olayların tümüne birden “**meteor**” denir.

Meteorlar fiziki yapıları ve oluşum şekilleri açısından dört ana gruba ayrılır:

1. Hidrometeorlar
2. Lithometeorlar
3. Elektriki Meteorlar
4. Optik Meteorlar (Photometeorlar)

HİDROMETEORLAR

Serbest havada hareketsiz duran veya atmosferden aşağı doğru düşen, rüzgâr tarafından yeryüzünden yukarıya doğru savrulan, yeryüzünde cisimler üzerinde toplanan katı ve sıvı parçacıklara “**hidrometeor**” denir.

Hidrometeor denilince çoğu kez bulutlardan yeryüzüne düşen yağmur, çisenti, kar, kar grenleri, kar paletleri ve buz prizmaları akla gelir. Bunların yere kadar ulaşım düşmelerine “**yağış**”, düşüşleri sırasında atmosferde asılı halde kalmalarına “**virga**” denir.

Hidrometeorlar oluşum şekilleri açısından 4 gruba ayrılır:

- a) Düşen hidrometeorlar
- b) Düşmeyen hidrometeorlar
- c) Yeryüzünde savrulan hidrometeorlar
- d) Hava bulanıklığı yapan hidrometeorlar

4.1.1.1. Düşen Hidrometeorlar

Bu sınıfa dahil hidrometeorlar bulutlardan sıvı veya katı olarak yeryüzüne düşerler. Bunlar yağmur, kar-yağmur, çisenti, buz taneleri, kar taneleri, buz iğneleri, yuvarlak kar, grezil ve dolu hadiseleridir.

4.1.1.1.1. Yağmur ●

Bunların çapları hava şartlarına göre değişik olabilir. Yağmur tanelerinin sakin havada düşüş hızları saniyede 3 metreden fazladır. Sembölü ● şeklindedir. Yağmurun hali standart zamanda bıraktığı miktara göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

1. Hafif Yağmur ●⁰: Saatte 2.5 mm su bırakacak şekilde yağın yağmura denir. (Azami 6 dakikada 0.3 mm).

Hafif yağmurda taneler kolaylıkla seçilebilir. Serpinti yapmazlar ve sert yüzeylere düşmeleri kolayca müşahede edilir. Yeryüzünde çok hafif akıntı yaparlar. Yağmurluksuz olarak açık arazide kısa bir müddet durulduğu zaman önemli bir ıslaklık hissedilmez.

2. Tabii haldeki yağmur ●: Saatte 2.6 mm'den 7.6 mm'ye kadar su bırakacak şekilde meydana gelen yağmurlara denir (6 dakika zarfında 0.3 - 0.8 mm).

Düşüşünde taneler pek kolay seçilemezler, sert yüzeyler üzerine düştüklerinde serpinti müşahede edilebilir ve hafif ses çıkarır. Çatıdan aşağı doğru uzanan olukların dörtte birini dolduracak şekilde akıntıya sebep olur. Açık arazide kısa bir müddet durulduğu zaman yağmurluğa ihtiyaç duyulur.

3. Kuvvetli yağmur ●²: Saatte 7.6 mm'den fazla su bırakan yağmura denir (6 dakika zarfında 0.8 mm'den fazla).

Taneler hemen hemen seçilemeyecek ve bir tabaka teşkil edecek şekilde düşer. Sert yüzeylere çarptıklarında kuvvetli serpinti müşahede edilir ve ses çıkarır. Olukların yarısından fazlasını dolduracak şekilde akıntı yapar. Açık araziye yağmurluksuz olarak çıkılması halinde çok fazla ıslatır. Ölçülemeyecek kadar az yağmur yağmış ise rasat el defterindeki yağış devam saatleri hanesine ●^{az} şekli koymakla beraber miktar hanesine **0.0** yazılır.

Örnek: 14⁴⁰,de başlayıp 15¹⁰,da sona eren ve plüviyometrede ölçülemeyecek miktarda az yağış bırakan yağmur yağışının rasat el defterindeki yağış devam saatleri hanesine kaydı

●^{az} 14⁴⁰ - 15¹⁰ şeklinde yapılır.

Eğer istasyon bölgesinde yağış tespit edilmeyip “rüyette yağmur yağışı” müşahede edilmiş ise bu durum rasat el defterinin müşahede hanesine; sembolü, yönü, başlama ve bitiş saati ile birlikte kaydedilmelidir. Sembolü (●) şeklindedir.

Örnek: İstasyonun kuzeyinde 11³⁰-12²⁰ saatleri arasında rüyette yağmur yağışı müşahede edilmiş ise, bu gözlem rasat el defterinin müşahede hanesine,

(●) N 11³⁰ - 12²⁰ şeklinde kaydedilir.

Yağışın müşahede ve tetkikinde rasatçının görevi, yağışın şekil ve halini, devam süresini, etkilerini tespit etmek ve özellikle her ne şekilde olursa olsun meydana gelen yağışın bıraktığı su miktarını ölçmektir.

Büyük ve küçük klima istasyonlarında mahallî saatle 07⁰⁰, 14⁰⁰, 21⁰⁰ de olmak üzere günde 3 defa plüviometreden ölçüm yapılırken, yağış istasyonların da günde bir defa sabah 07⁰⁰ rasadında ölçüm yapılır. Büyük ve küçük klima istasyonların da her üç rasat saatinde ölçülen yağış miktarları, sembollerıyla birlikte rasat saati miktar hanesine kaydedilir. 24 saatlik **günlük klimatolojik yağış toplamı**, o günün 07⁰⁰ sabah rasadındaki yağış miktarı ile önceki günün 14⁰⁰ ve 21⁰⁰ rasatlarındaki yağış miktarlarının toplamı ile elde edilir. Bu değer toplam hanesine yine sembolüyle birlikte yazılır.

Örnek: Bir istasyonda herhangi bir ayın,

12. günü 14⁰⁰ 4.0 mm, 21⁰⁰ rasadında 1.0 mm yağmur suyu ,

13.günü 07⁰⁰ rasadında 0.2 mm, 14⁰⁰ rasadında ölçülemeyecek kadar az yağmur suyu 0.0 , 21⁰⁰ de 3.2 mm yağmur suyu ,

14. günü 07⁰⁰ de 1.2 mm, 14⁰⁰ de 3.3 mm ve 21⁰⁰ rasadında 2.0 mm yağmur suyu ,

15. günün 07^{00} rasadında ise hiç miktar ölçülmemiş olsun. Bu durumda her güne ait günlük toplam yağış miktarı aşağıdaki şekilde bulunur:

13. gününe ait günlük klimatolojik yağış toplamı: $4.0 + 1.0 + 0.2 = 5.2 \text{ mm}$

14. gününe ait günlük klimatolojik yağış toplamı: $0.0 + 3.2 + 1.2 = 4.4 \text{ mm}$

15. gününe ait günlük klimatolojik yağış toplamı: $3.3 + 2.0 = 5.3 \text{ mm}$ olarak rasat el defterine kaydedilir.

Yağış miktarı kaydedilirken, hem 07^{00} , 14^{00} ve 21^{00} rasatlarındaki miktar hanesine hem de günlük klimatolojik yağış toplamı hanesine miktarı bırakan yağışın sembolünün de kaydedilmesi gerektiği unutulmamalıdır (**Tablo 4.1.**).

<i>Rasat saati</i>	12.gün	13.gün	14.gün	15.gün
07^{00}		● 0,2	● 1,2	
14^{00}	● 4,0	● 0,0	● 3,3	
21^{00}	● 1,0	● 3,2	● 2,0	
Günlük Klimatolojik Toplam (mm)		● 5,2	● 4,4	● 5,3

Tablo 4.1. Yağış miktarının el defterine kaydedilmesi

Bazı olağanüstü durumlarda miktar kaybını önlemek amacıyla yağış miktarını ölçmek için **ara rasatlar** yapılır. Bu olağanüstü durumlar,

1) Kuvvetli yağmur yağışında plüviometre kovanının dolup taşması ihtimali görüldüğünde,

2) Kısa süren ve şiddetli düşen sağanak yağışların ne kadar sürede ne kadar miktar bıraktığını tespit etmek amacıyla,

3) Sıcak mevsimlerde, plüviometrede toplanan yağışın rasat zamanına kadar, buharlaşma ihtimaline karşı rasat zamanını beklemeden bir ara ölçüsü yapılmalıdır.

Ara ölçümlerde ölçülen yağış miktarı, rasat el defterindeki notlar hanesine, ölçme saatiyle birlikte kaydedilir. Bu ölçümden sonra yağış devam etmiş ise meydana gelen yağış miktarı, ara rasadı takip eden klimatolojik rasatta ölçülür. Ölçülen bu miktar ile ara rasatta ölçülen miktar toplanarak o rasat saatinin yağış miktar hanesine sembolüyle birlikte kaydedilir.

4.1.1.1.2. Kar **K**

Atmosferik su buharının 0 °C'den aşağı bir sıcaklıkta donması durumunda oluşan buz kristallerine “**kar**” denir. Katı bir yağış şeklidir. Oldukça geniş ve karışık bir geometrik şekil arz etmekle beraber, kar kristallerinin çoğu altı köşeli ve yıldız biçimindedir. Bunlar bazen yıldız halinde dallanmış şekil alırlar ve çok zaman basit buz kristalleriyle birlikte karışık olarak düşerler kayıtlardaki sembolü **K** şeklindedir (**Şekil 4.1**).



Şekil 4.1. Kar

Kar kristali boyutunun değişmesi, düştüğü bulutun kalınlığına, tipine, bulut içi ve bulutla yer arasındaki sıcaklık şartlarına bağlıdır. Oldukça büyük çapta bir kar kristalinin sakin bir havada düşüş hızı takriben saniyede 1 metreyi geçmez.

Kar tanelerinin tipleri ve büyüklükleri ile yağın miktarı, oluştuğu hava kütlelerinin nem ve sıcaklığıyla ilgilidir. Sıcaklığı düşük, nemi az olan hava kütlelerinin neden olduğu kar yağışları, etkili ve sürekli değildir. Yağış sonucu yeryüzünde kalın bir örtü oluşmaz ama kar yerde uzun süre kalabilir. Kolayca erimediği ve üzerine düştüğü cismi ıslatmadığı için bunlara **kuru kar** denmektedir.

Sıcaklığı fazla düşük olmayan hava kütleleri (ılık ve nemli hava kütleleri) daha fazla nem bulunduracağından daha etkili kar yağışına neden olmaktadır. Lapa lapa yağın bu kara, düştüğü yüzeyi ıslattığı için **ıslak kar** denilmektedir. Islak kar su değeri çok yüksek olmasına rağmen, kolayca erimediğinden yeryüzünde çok kalın örtüler oluşturabilmekte, zamanla sıkışan ve tabakalaşan bu kalın kar örtüsü, günlerce hatta aylarca erimeden yerde kalabilmektedir.

Meteorolojide karın kuvveti, yağış anında meydana getirdiği rüyet kısıtlılığı ile ifade edilir.

1. Hafif kar K^0 : Kar yağışı devam ettiği müddetçe yatay görüş mesafesi (ufki rüyet) 1 km'den fazla ise hafif kar yağışı olarak kayıt edilir.

2. Tabii kar K : Ufki rüyet 500-1000 m arasındadır.

3. Kuvvetli kar K^2 : Ufki rüyet 500 m'den azdır.

Ölçülemeyecek kadar az kar yağmış ise rasat el defterinin yağış devam saatleri hanesine K^{az} şekli koymakla beraber miktar hanesine **0.0** yazılır.

Örnek: Mahallî saatle 15²⁰'de başlayıp 16⁰⁰'da sona eren ve 21⁰⁰ klima rasat saatindeki yağış miktarı ölçümünde plüviometrede miktar bırakmayan kar yağışının yağış devam saatleri bölümüne kaydı,

$K^{az} 15^{20}-16^{00}$ şeklinde yapıp, 21⁰⁰ rasadındaki yağış miktar hanesine **0.0** yazılır.

Aynı yağış içinde hem yağmur ve hem de kar birlikte düşerse buna **kar-yağmur** (sulu kar veya karla karışık yağmur) denir. Λ sembolü ile gösterilir. Plüviometrede kar-yağmur suyu ölçülmüş ise miktar hanesine de bu sembol kaydedilmelidir.

Örnek: $\Lambda 7.4 \text{ mm}$

Eğer **rüyette kar yağışı** müşahede edilmiş ise bu durum rasat el defterinin müşahede hanesine sembolü, yönü, başlama ve bitiş saati ile birlikte kaydedilmelidir. Sembolü (**K**) şeklindedir.

Örnek: İstasyonun kuzeydoğusunda 17³⁰-18²⁰ saatleri arasında rüyette kar yağışı müşahede edilmiş ise, bu durum rasat el defterinin müşahede hanesine,

(K) NE 17³⁰-18²⁰ şeklinde kaydedilir.

4.1.1.1.2.1. Kar Rasatlarında Yapılan Ölçümler

- a) Kar Suyu Miktarının Ölçülmesi (mm olarak)
- b) Kar Yüksekliğinin Ölçülmesi (cm olarak)
- c) Kar-Su Eş Değerinin Ölçülmesi (yoğunluk)

a) Kar Suyu Miktarının Ölçülmesi: Kar suyu miktarı ölçümünde amaç, yağın karın 1m² lik alanda bırakmış olduğu su miktarının ölçülmesidir. Kar yağışları başlamadan önce plüviometre içinde biriken karın rüzgâr tarafından savrulmaması için **istavroz** denen parçanın plüviometre içine konulmuş olması gerekir. İstavroz son kar yağışlarına kadar plüviometrede bırakılır. Kar yağması ihtimali kalktığı anda aletten çıkarılarak gelecek kış mevsimine kadar dikkatlice muhafaza edilir. Parçanın alete konulduğu ve çıkarıldığı günler rasat el defterinin notlar hanesine kaydedilir.

Plüviometreye giren kar, erimiş ise yağmur da olduğu gibi miktar ölçümü yapılır ve rasat el defterine sembolüyle birlikte kaydedilir.

Plüviometrede toplanan kar erimemiş ise bunu eritmek gerekir. İstasyonda yedek plüviometre mevcut ise rasat yerindeki ile değiştirilerek içinde kar bulunan plüviometre pek fazla sıcak olmayan bir odaya alınır. Karın buharlaşmasına engel olmak için üzeri bir kağıt parçasıyla örtülür. Tamamen eriyen karın su miktarı ölçümü, yağmur suyu ölçümünde olduğu gibi taksimatlı ölçek (mihber) yardımı ile bulunur.

Yedek plüviometre mevcut değilse rasat yerindeki plüviometrede toplanan karı eritmek için sıcak su kullanılır. Bu durumda önce cam ölçek hafifçe ısıtılır. İçine pek sıcak olmamak şartıyla belirli miktarda (örneğin 10 mm'lik) su konur ve rasat parkındaki plüviometrenin hunisinde toplanan karın üzerine dökülür. Bu miktar, karı eritmeye yeterli gelmediyse, ikinci defa yine 10 mm'lik sıcak su ölçülerek plüviometredeki karın üzerine dökülür. Bu işleme hunideki tüm kar eritilip kovada birikmesi sağlanıncaya kadar devam edilir. Plüviometredeki karı eritmek için kullanılan ılık su miktarının not edilmesi unutulmamalıdır. Bundan sonra kovada toplanan su miktarı yağmur yağışında olduğu gibi ölçülür. Kovadaki su miktarı ölçülüp bir yere kaydedildikten sonra, karı eritmek için koyduğumuz suyun miktarı ölçülen değerden

çıkartılır. Geriye kalan miktar kardan meydana gelen su miktarı demektir. Bulunan bu miktar ondalıklarına kadar rasat el defterine (yağmurda olduğu gibi) kaydedilir.

Örnek: Sıcak su ilavesinden sonra ölçülen toplam su miktarı 28.5 mm , karı eritmek için koyduğumuz sıcak su miktarı da 20.0 mm ise ,

Karın bırakmış olduğu su miktarı (Yağış miktarı): $28.5 - 20.0 = 8.5$ mm olarak bulunur. Elde edilen bu değer rasat el defterinin 24 no'lu yağış miktarı hanesine sembolü ile birlikte **K 8.5** şeklinde kaydedilir.

Bu işlem aletin bulunduğu rasat yerinde yapılacağı için dikkatle ve süratle yapılması gerekir. Özellikle rasat zamanlarında kar yağışı devam ettiği taktirde rasat zamanından önce odada belirli bir miktar su ölçülerek başka bir kaba alınır. Rasat zamanı gelir gelmez bu su plüviometreye dökülerek kar eritilir. Kovada toplanan su getirilen kaba alınarak plüviometre yerine konur. Kar yağışlarının miktarının ölçümü yağmura göre daha zor olduğu için daha dikkatli olmak gerekir. Bazı olağanüstü durumlar, kar suyu miktarı ölçümünde **ara rasat** gerektirebilir. Bu durumlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Çok soğuk günlerde plüviometredeki suyun donması durumunda plüviometreye belirli miktar sıcak su dökülerek yukarıda açıklandığı gibi ölçüm yapılmalıdır.

2. Karın devamlı yağdığı günlerde, plüviometrenin dolup taşması ihtimaline karşı rasat zamanını beklemeden sıcak su ile plüviometredeki kar eritilerek ara ölçüm yapılır. Ölçülen bu miktar rasat el defterinin notlar hanesine kaydedilir. Ara ölçümünde kaydedilen miktar, bunu takip eden klima rasat saatinde ölçülen yağış miktarı ile toplanıp rasat saatinde ait yağış miktar hanesine kaydedilir. Böylece aletin içine düşen karın taşıp kaybolmasına meydan verilmemiş olur. Kar hiç durmadan yoğun ve kuvvetli olarak yağmaya devam ederse, günde birkaç defa bu yolla ara ölçüm yapılmalı ve kesinlikle miktar kaybı önlenmelidir.

Örnek: Yoğun kar yağışının olduğu bir günde mahallî saatle 09²⁰ saatinde yağış miktarı ölçümü için bir ara rasat yapılmış ve kar suyu miktarı 25.4 mm olarak ölçülmüştür. Ölçümden sonra kar yağışı devam etmiş ve 14⁰⁰ klimasında 10.4 mm'lik

daha kar suyu miktarı ölçülmüştür. Bu ölçümlere göre rasat eldefterinin 24 no'lu bölümündeki 14⁰⁰ klima rasadındaki yağış miktarı hanesine bu iki ölçümün toplamından elde edilen yağış miktarı; **K 35.8** şeklinde kayıt yapılır.

3. Bazen kar yağışı çok yoğun bir şekilde devam edebilir. Hatta plüviometrenin yüksekliğini bile aşabilir. Bu durum, ya karın çok fazla yağmasından ya da tipi halindeki karın plüviometre üzerine yığılmasından ileri gelir. Böyle zamanlarda plüviometreden ölçülen kar suyu değeri gerçek miktarı göstermez. Yine fazla rüzgârlı havalarda kar yağarken, savruntu yüzünden plüviometreye kar girmez veya çok az kar girebilir, fakat yerde fazla miktarda kar örtüsü olabilir. Bu taktirde de plüviometreden ölçüm yapılamaz.

Böyle hallerde bir gün önce 07⁰⁰ rasat saatinde süpürülerek temizlenmiş olan beton bir pist veya büyükçe bir tahta parçası üzerinde 24 saat içinde birikmiş olan kar örtüsü yüzeyine cetvel tahtasıyla 10 cm eninde, 20 cm boyunda bir dikdörtgen çizilir. Çizgilerin dışında kalan kar temizlenir. Dikdörtgenin içinde kalan kar, bir kap içine alınarak eritilir ve cam ölçekle ölçülür. Bu işlem üç defa yapılır. Her seferinde ölçülen miktarlar toplanır ve üçe bölünür, bulunan ortalama değer günlük yağış hanesine kaydedilir.

Bu şekilde bir ölçüm yapılmış ise, bu durum rasat el defterinin notlar hanesine kaydedilmeli ve Genel Müdürlüğe bilgi verilmelidir. Şayet karın üzerine yağmur düşmüşse veya karla karışık yağmur meydana gelmişse bu işlem yapılmaz.

b) Kar Yüksekliğinin Ölçülmesi: Klimatolojik amaçlı kar yükseklik ölçümlerinde, istasyonda kar örtüsü bulunduğu sürece her gün hem **mevcut kar örtüsü yüksekliği** ölçümü yapılmalı hem de yeni kar yağışı olmuş ise **taze kar kalınlığı** ölçülmelidir.

1. Mevcut Kar Örtüsü Yüksekliğinin Ölçülmesi: Kar rasadında karın erimesinden meydana gelen suyu kaydetmek yeterli değildir. Kar kalınlığının ve toprak üzerinde kaldığı sürenin bilinmesi de gereklidir. Kar yağışının yerde bırakmış olduğu örtü istasyonun etrafındaki sahanın yarıdan fazlasının kaplıyorsa, mevcut kar yükseklik ölçümünün yapılması gerekir. Bu şartlar oluştuğu sürece, her gün 07⁰⁰ rasadında kar kalınlığının ölçülmesi gerekir.

Ölçü yerinin seçilmesinde dikkatli hareket etmek gerekir. Kar kalınlık ölçümü yapılacak yüzeyin; düz, insan ve hayvanlar tarafından ezilmemiş, rüzgârın birikinti yapmadığı yer olmasına dikkat edilmelidir. Kar bastonu toprağa temas edinceye kadar kara batırılarak yüksekliği okunur. Bu işlem birkaç noktada tekrar edilerek ortalaması alınır ve cm olarak rasat el defterinin 25 no'lu bölümünün “**mevcut kar yüksekliği**” hanesine tam sayı olarak kaydedilir.

Örnek: Muhtelif yerlerde yapılan ölçümler sonucunda kar kalınlığı ortalama 12.5 cm bulunmuş ise bu değer tam sayıya tamamlanıp rasat el defterine ; **13 cm** olarak kaydedilir. Eğer ortalama yükseklik 12.4 cm olarak hesaplanmış olsaydı bunun rasat el defterine kaydı ; **12 cm** olarak yapılır.

2. Yeni Kar Örtüsü Yüksekliğinin Ölçülmesi: Bu rasat, sadece büyük klima istasyonlarında, günde bir defa, sabah 07⁰⁰'de rasat parkında daha önceden kurulu bulunan kar tahtası (kar masası) adı verilen düz bir zemin üzerinden yapılır. Bu zemin kalınca bir tahta olduğu gibi betondan yapılmış düzgün bir blok da olabilir. Bir gün önceki 07⁰⁰ rasadından rasat yapılan günün 07⁰⁰ rasadına kadar yağmış olan yeni kar yüksekliğini tespit için bu rasada gerek duyulmaktadır. Tek bir ölçüm yeterlidir. Ölçülen yükseklik değeri rasat el defterinin 25 no'lu bölümündeki “**yeni kar yüksekliği**” hanesine cm cinsinden ve tam sayı olarak kaydedilir. Kar tahtası üzerinde ölçüm yapıldıktan sonra üzerindeki kar süpürülerek temizlenir, böylece kar tahtası ertesi günkü rasada hazırlanmış olur.

Örnek: Rasat saatinde yeni kar kalınlığı 2.3 cm olarak ölçülmüş ise bu ölçüm rasat el defterine ; **2 cm** olarak kaydedilir.

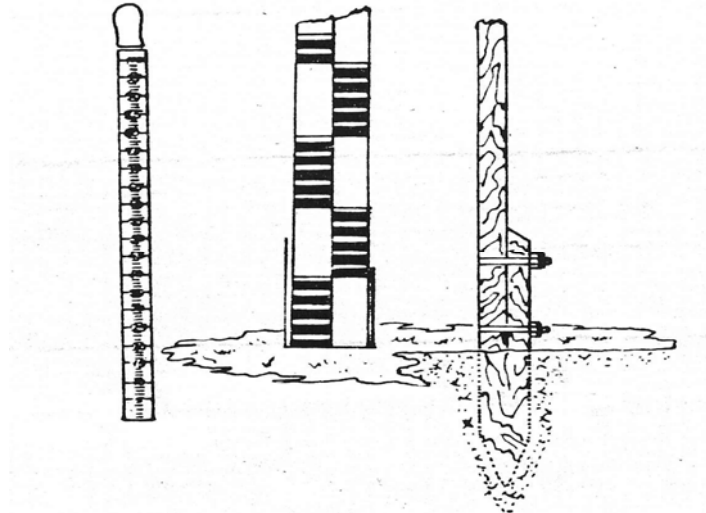
Eğer sabah 07⁰⁰ klima rasadından sonra kar yağışı olmuş ve bu kar yağışının meydana getirdiği örtünün bir sonraki 07⁰⁰ rasadına kadar ortadan kalkacağı tahmin ediliyorsa, günde en fazla iki defa olmak koşulu ile kar yükseklik ölçümü için ara rasat yapılabilir. Bu durumda ölçülen kar yüksekliği rasat el defterindeki müşahede hanesine sembolü ve ölçüm saati ile beraber kaydedilir.

Örnek: Saat 13³⁰ da 5 cm kar yüksekliği ölçülmüşse, bu durum rasat el defterinin müşahede hanesine ; **5 cm 13³⁰** şeklinde kaydedilir.

Mevcut veya taze kar kalınlığı ölçümünde; taksimatlı **kar bastonu** veya 1 m'den yüksek kar kalınlığının olduğu yerlerde **sabit kar eşeli** kullanılır.

I) Kar bastonu: İnce, uzun ve üzerinde cm cinsinden taksimatlandırma bulunan 1 m'lik madeni bir borudur (**Şekil 4.2.**). Bu baston, yüksekliği 1 m'den az olan kar tabakasının yüksekliğini ölçmek için kullanılır.

II) Kar eşeli: Kalın bir kar örtüsü müşahade edildiği zamanlarda kar bastonu ile yerdeki kar yüksekliğinin ölçülmesi zor olduğundan bu gibi hallerde yerdeki kar örtüsü yüksekliği, sabit eşellerle ölçülür. Eşel tahminen 10 cm genişliğinde 2.5 cm kalınlığında ve topraktan itibaren yerine göre 1.5 ile 3 m boyunda tahta veya metalden yapılmıştır.



Şekil 4.2. Kar Bastonu – Kar Eşeli

Eşelin her 10 cm'de farklı iki renkte taksimatlandırılması okumayı kolaylaştırır. Eşeli tespit etmek üzere şekilde görüldüğü gibi bir ağaç mesnet kullanılır. Mesnet ucu yakılmak veya ziftlenmek suretiyle 40-50 cm derinliğinde bir çukura yerleştirilir ve betonlanır. Bundan sonra eşelin sıfır noktası toprak hizasına getirilmek suretiyle dikey olarak mesnet direğine civatarla tutturulur. Eşelin rüzgâra karşı dayanma gücünü artırmak için üç tarafından gergin tellerle yere tespit edilmelisi gerekir (**Şekil 4.2.**).

İstasyon civarında mümkün olduğu kadar düz bir yüzey üzerine, yani sivruntu ve birikintiye maruz kalmayacak birkaç noktaya bu tip eşellerden dikilmesi uygun olur. Eşelin görülebilecek yerlere konması ve taksimatlarının okunabilecek bir şekilde

bulundurulması gerekir. Sabit eşelin bina veya bahçe duvarına sabitlendirilmesi doğru değildir. Eşel üzerinden kar yüksekliğinin okunup kaydedilmesi kar bastonunda olduğu gibidir.

Kar, yerde adacık ve lekeler halinde ise yani istasyonun etrafındaki sahanın yarısından fazlası karla örtülü değilse; bu durumdaki kar, klimatolojik açıdan **“leke halinde kar”** olarak tanımlanır. Bu durum rasat el defterindeki kar örtüsü yükseklik kısmına **leke** yazmak suretiyle ifade edilir (**; leke**). Kar tamamen kalkıncaya kadar her sabah rasatta kaydı gerekir.

İstasyondaki kar örtüsü ve leke yerden tamamen kalkınca, civarında görülen yamaç, tepe ve dağdaki karların durumu klimatolojik rasatlarda **yükseklerde kar örtüsü** tarif edilir.

Yükseklerde kar örtüsü müşahede rasadı, sonbaharda ilk karın tepe ve dağlarda görülmesi ile başlayıp, ilkbaharda son kar örtüsünün görüldüğü periyot boyunca devam eder. Yükseklerde kar müşahede edilmesi için istasyonda leke halinde dahi kar örtüsünün olmaması gerektiği unutulmamalıdır.

Yükseklerdeki kar örtüsünün müşahedesi ve kayıt edilmesi Küçük klima istasyonlarında ile büyük klima istasyonlarında farklı şekilde yapılır.

Küçük klima istasyonlarında dağ ve tepelerde kar örtüsü veya kar lekeleri bulunduğu müddetçe cetvelin müşahede hanesine buldukları yerdeki dağların veya tepelerin isimleri yazılarak veya sadece yön belirtilerek kayıt yapılır. Sis veya yağış nedeniyle rüyet şartları müsait değilse yükseklerde kar müşahedesi kaydı yapılmaz.

Örnek: <Mercandağı < Boztepe < NE

Büyük klima istasyonlarında yükseklerdeki kar müşahedesi, hidrolojik amaçlı çalışmalara ışık tutmak için daha detaylı bir şekilde yapılır. Herhangi bir güne ait yükseklerde kar müşahedesi, istasyonun 4 ana yönü esas alınarak yapılır. Dört ana yöndeki kar örtüsünün durumu aşağıdaki kod rakamlarından hangisine uyuyorsa o şekilde müşahede hanesine kaydı yapılır. Kodların ifade ettiği anlam aşağıda belirtilmiştir:

- 0: Düzlük ve tepelerde leke halinde dahi kar yok.
- 1: Düzlük ve tepelerde örtü yok, 1000 m. den yükseklerde kar leke halinde.
- 2: 1000 m. den yükseklerde kar, örtü halinde.
- 3: 600 m. den yükseklerde kar, leke halinde.
- 4: 600 m. den yükseklerde kar, örtü halinde.
- 5: 200 m. den yükseklerde kar leke halinde.
- 6: 200 m. den yükseklerde kar örtü halinde.
- 7: Rüyet sahasındaki düzlüklerde kar leke halinde.
- 8: Rüyet sahasındaki düzlüklerde kar leke halinde, fakat biraz daha yüksekçe tepelerde örtü var.

X: Rüyet şartları müsait olmadığı için müşahede edilememiştir.

Örnek 1: İstasyonda, Kuzey yönünde 200 m'den yükseklerde kar leke halinde,
5 Güney yönünde 600 m'den yükseklerde kar leke halinde,
4 < 6 Doğu yönünde 200 m'den yükseklerde kar örtü halinde,
3 Batı yönünde 600 m'den yükseklerde kar örtü halindedir.

Örnek 2: İstasyonda, Güney yönünde örtü ve leke yok,
X Batı yönünde 600 m'den yükseklerde kar örtü halinde,
4 < X Kuzey ve Doğu yönünde rüyet şartları müsait olmadığı için
0 yükseklerde kar müşahedesi yapılamamıştır

c) Kar-Su eş değeri rasadı: Birim alandaki kar örtüsünün ihtiva ettiği su miktarının mm veya cm cinsinden yüksekliği “**kar-su eşdeğeri**” olarak tanımlanır. Bu rasat özellikle kar yoğunluğu ve kar yükü hesaplamaları açısından önem arz etmektedir. Özellikle inşaat sektöründe, kar-su eşdeğer rasatlarından faydalanılarak projelendirmeler yapılmaktadır.

Kar-su eş değeri aleti (kar yoğunluk aleti) bulunan istasyonlar karla ilgili bu rasadı yapmakla görevlidir. Yerde 5 cm ve daha fazla kar olduğu sürece haftanın **Pazartesi, Perşembe, Cumartesi** günleri kar-su eş değeri rasadı yapılır. Şayet kar yüksekliğinde 5 cm'lik bir değişme (artma veya azalma) olur ve bu değişme sonucunda kar yüksekliği halen 5 cm'den daha yüksek ise belirlenen bu günler beklenmeden de bu rasat yapılır.

Örnek: Bir istasyonumuzda haftanın yedi günü yapılan mevcut kar yüksekliği ölçümlerinde aşağıdaki yükseklikler tespit edilmiş olsun.

Günler	Tarih	Kar örtüsü yüksekliği
Pazartesi	8.02.2004	4 cm
Salı	9.02.2004	13 cm
Çarşamba	10.02.2004	8 cm
Perşembe	11.02.2004	10 cm
Cuma	12.02.2004	4 cm
Cumartesi	13.02.2004	3 cm
Pazar	14.02.2004	8 cm

Bu örnekte;

Pazartesi günü, 4 cm (5 cm'den az) kalınlığında örtü olduğu için haftanın belirlenen rasat günü olmasına rağmen **rasat yapılmaz**.

Salı günü, kar yüksekliği 4 cm den 13 cm'ye çıktığı için (kar yüksekliğinde 9 cm'lik artış olmuş) rasat günü olmamasına rağmen **rasat yapılır**.

Çarşamba günü, bir önceki güne göre 5 cm'lik düşüş olduğu için rasat günü olmamasına rağmen **rasat yapılır**.

Perşembe günü, yerde 10 cm kar vardır. Kar yüksekliği 5 cm'den fazla ve haftanın belirlenen rasat günü olduğundan **rasat yapılır**.

Cuma günü, kar yüksekliğinde perşembeye göre 6 cm'lik bir düşüş olmasına rağmen yerdeki kar yüksekliği 5 cm'den düşük olduğu için bugün **rasat yapılmaz**.

Cumartesi günü, rasat günü olmasına rağmen yerdeki kar kalınlığı 5 cm'den az olduğu için **rasat yapılmaz**.

Pazar günü, yerde 8 cm kar yüksekliği var, bir önceki güne göre 5 cm'lik artış olduğu için rasat günü olmamasına rağmen **rasat yapılır**.

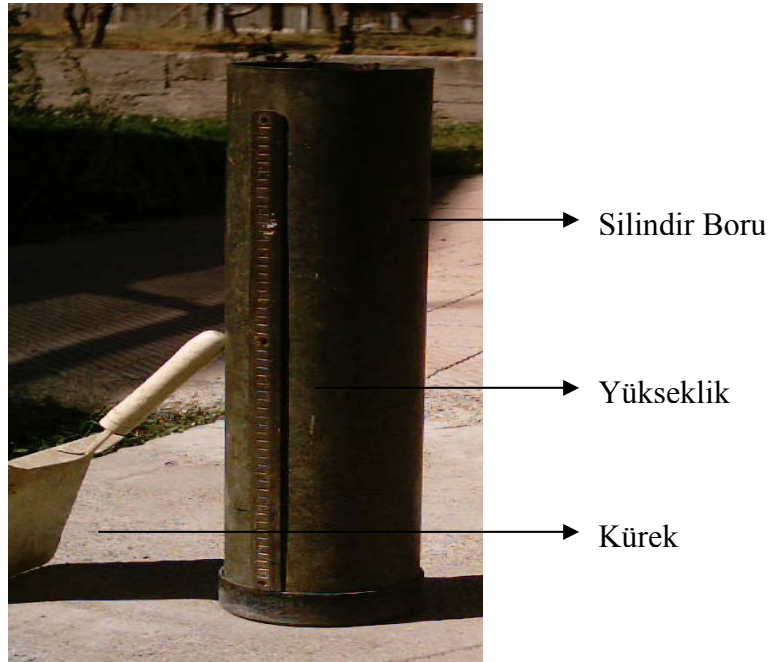
Kar-Su Eşdeğer Rasadının Yapılması: Kar yüksekliğinin 5 cm ve daha fazla olduğu günlerde kar-su eş değeri aleti kar tabakası içine dikkatli ve dikey bir şekilde batırılır. Tam toprağa temas ettiği anda alet çıkarılmadan önce alet üzerindeki yükseklik ıskalasından karın yüksekliği okunup rasat el defterindeki kar yoğunluk bölümünün (26 no'lu bölüm) yükseklik sütununa **cm** cinsinden ve tam sayı olarak kaydedilir. Daha sonra alet kürek yardımı ile içindeki kar dökülmeyecek şekilde ters çevrilir ve içindeki kar, ılıkça bir odada erimeye bırakılır veya belirli miktarda ılık su dökerek eritilir

meydana gelen su cam ölçekle (mihber) ölçülür. Erimesi için konulan su miktarı, ölçülen toplam su miktarından çıkarılıp gerçek kar suyu miktarı bulunur. Bulunan su miktarı, bu miktarın elde edildiği kar yüksekliğine bölünmek suretiyle kar-su eşdeğer miktarı bulunur.

$$\text{Kar - Su eş değeri} = \text{Kar suyu (mm)} / \text{Kar yüksekliği (cm)}$$

Çıkan sonuç ondalıklarıyla birlikte rasat el defterine kaydedilir.

Aletin ağız alanı 200 cm²'dir. Üzerindeki yükseklik ıskalası, taksimatlı çizgilere bakıldığında 5 ile 60 rakamları arasında eşit şekilde bölünmüştür (**Şekil 4.3.**). Bu aletle en az 5 cm, en fazla 60 cm'lik kar tabakasında kar-su eşdeğer rasadı yapılır.



Şekil 4.3. Kar-su eş değeri aleti

Eğer kar kalınlığı 60 cm'den fazla ise; öncelikle ilk 60 cm'ye kadar olan derinlikte rasat yapılır, sonra ilk 60 cm'ye kadar olan kısmın etrafındaki kar temizlenir. Geriye kalan kar tabakası için aynı işlem yapılır. İkisinin toplamı tüm kar tabakasının değerini verecektir.

Örnek 1: Kar derinliği 23 cm, bundan elde edilen su miktarı 18.2 mm olsun.

Kar-su eş değeri = $18.2 / 23 = 0.79$ mm/cm olarak bulunur.

Bulunan bu değer, ondalık kısmında tek sayı olacak şekilde rasat el defterine **0.8** olarak kaydedilir (**Tablo 8.3.**).

Kar Yoğunluk (26)		
; (cm)	Su Kıymeti (mm)	Su/Örtü
23	18.2	0.8

Tablo 4.2. Kar-su eşdeğerinin rasat el defterine kaydedilmesi

Örnek 2: Eğer kar kalınlığı 77 cm ise (60 cm'den fazla); ilk 60 cm'den 53 mm, ikinci 17 cm'lik kısımdan 15 mm su elde edilirse,

Kar-su eş değeri = $(53 + 15) / (60 + 17) = 68 / 77 = 0.88$ mm/cm

olarak hesaplanır. Bulunan bu değer **0.9** olarak kar-su eşdeğer hanesine kaydedilir. Rasat el defterinin 26 no'lu hanesine kaydedilen kar-su eş değerleri günü gününe aylık rasat cetvelinde 26 no'lu bölüme kaydedilir.

Kar yoğunluğu ve yükünün hesaplanması: Kar yoğunluğu yağın karın cinsine, yere ve ne zaman yağdığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin yeni yağmış bir karın yoğunluğu %10 civarında iken (100 mm'lik yeni yağmış bir kar kolonu 10 mm'lik su ihtiva eder), bu kar erimeden yerde durduğu zaman yoğunluğu % 50-60 civarlarına yükselebilir. Bunun nedeni kar örtüsünün zamanla, sıcaklık ve rüzgâr faktörlerine bağlı olarak sürekli değişim göstermesidir. Bu durumda kar örtüsü bu faktörlerin etkileriyle bir sıkışmaya uğrar ki bu da kar yoğunluğunu artırır. Ayrıca yağın karın şekline göre de örneğin kuşbaşı halinde düşen karın yoğunluğu düşük; ince taneler halinde düşen karın yoğunluğu ise yüksek olacaktır. Sonuçta herhangi bir karın yoğunluğu % 5 ile % 50-60 arasında değişebilen bir değerdir. Kar üzerine düşen yağmur kar örtüsünün yoğunluğunu % 90'a kadar çıkartabilir.

$$\text{Kar yoğunluğu (d)} = \frac{\text{Karın Kütlesi (m)}}{\text{Karın Hacmi (v)}} \quad \text{birimi g/cm}^3\text{, tür.}$$

Örnek: 5 cm yüksekliğindeki bir kar tabakasından alınan kar numunesinden 6 mm yüksekliğinde su elde edilmesi durumunda, kar yoğunluğu orantı kurularak şu şekilde hesaplanır:

1 mm 200 cm²'lik alanda 20 g ederse, 6 mm 200 cm²'lik alanda 6 x 20 = **120 g** olarak bulunur. Kar hacmi;

$$V = S \times h = 200 \times 5 = \mathbf{1000 \text{ cm}^3}$$
 olarak bulunur.

Bu değerleri formülde yerine koyacak olursak, kar yoğunluğu = 120 / 1000 = **0.12 g/ cm³** olarak bulunur. Kar yoğunluğunu pratik olarak aşağıdaki formülle de bulabiliriz:

$$\mathbf{\text{Kar Yoğunluğu} = \text{Kar Su Eş değeri} / 10 \quad \text{g/cm}^3}$$

Kar su eş değeri = 6/5 = 1.2 ve kar yoğunluğu = 1.2/10 = 0.12 g/cm³ olur. Yani birim hacimdeki bu kar tabakasının su kıymeti, aynı hacmin % 12'sini işgal eder.

Kar yükü: Karın yere uyguladığı ağırlığı ifade eder. Karın yüksekliği ile yoğunluğunun çarpımından elde edilir.

$$\mathbf{\text{Kar yükü} = \text{Kar yüksekliği (cm)} \times \text{Kar yoğunluğu (g/cm}^3)}$$

Buradan elde edilen sonuç g/cm² olacağından bu değeri 10 ile çarparak kg/m² ye çeviririz ve sonuçta kg/m² cinsinden kar yükünü hesaplarız.

Örnek: Bitlis ilinin ortalama kar yüksekliği 248 cm'dir. Ortalama yoğunluğu 0.23 g/cm³'tür. Bu durumda;

$$\text{Kar yükü} = 248 \times 0.23 = 57.04 \text{ g/cm}^2 = \mathbf{570 \text{ kg/m}^2}$$
 dir.

Bitlis ilinde yapılan kar ölçümünde 248 cm yüksekliğinde kar yağdığında kar yükü m²'ye 570 kg'dır.

4.1.1.1.3. Çisenti Ξ

Çapları 0.5 mm'den küçük olan ve oldukça düzgün bir yapıya sahip su damlacıklarından meydana gelen yağıştır. Bu damlacıklar hava içinde yüzüyor gibi görünürler. Çisenti, yere değıyormuş gibi görünen alçak stratüs bulutlarından düşer.

Özellikle dağılık alanlar ve kıyıları boyunca çisentinin bıraktığı su miktarı önem arz etmektedir. Çisentinin bıraktığı yağış miktarı yağmurda olduğu gibi ölçülür. Başlama ve bitiş saati sembolü ile birlikte yağış devam saatleri hanesine kaydedilir.

Örnek: İstasyonda 09²⁰ ile 11³⁰ saatleri arasında çisenti müşahede edilmiş ise bu durum rasat el defterinde yağış devam saatleri hanesine kaydı

Ξ 09²⁰-11³⁰ şeklinde yapılır.

4.1.1.1.4. Buz Taneleri (Buz paletleri) β

Çapları 1-4 mm arasında, saydam veya yarı saydam donmuş su taneleridir. Küre, koni şeklinde veya düzensiz biçimde olup sert bir yere düştüklerinde sıçrarlar ve kırılırlar. Yağmur tanelerinin sıcaklığı sıfır dereceden düşük olan hava tabakalarının içinden geçip donmasıyla veya kar tanelerinin ince bir buz tabakası ile kaplanması sonucu meydana gelirler. Bıraktığı su miktarının ölçümü kar yağışındaki gibidir. Başlama , bitiş saati ve sembolü ile birlikte rasat el defterinin yağış devam saatleri hanesine kaydedilir.

4.1.1.1.5. Buz İğnecikleri (Buz prizmaları) \mathcal{B}

Atmosferde uçar gibi görünen pulcuklar halinde bulunurlar. Dalli budaklı olmayan buz kristalleri yağışıdır. Güneş ışığının bulunduğu ortamda daha net görünürler. Buz tozu gibi parlak sütun veya **hale** gibi optik olaya sebep olurlar. Buluttan düştükleri gibi bulutsuz havada da meydana gelebilirler. Atmosferin yüksek seviyelerinde veya karasal tipik kışta yani çok soğuk ve kararlı tip havalarda yere yakın seviyelerde görünürler. Görüldüğü saat sembolü ile birlikte kaydedilir.

4.1.1.1.6. Kar Taneleri (Kar grenleri) \cong

Yuvarlak, kara benzeyen, yassı veya uzunca olan beyaz, donuk kar taneciğidir. Çapları 1 mm'yi geçmez. Sert bir zemine düştüklerinde sıçrama ve kırılma özellikleri yoktur. Stratus bulutu veya sislerden düşüp çok az yağış bırakırlar. Bunlar genelde kar kristalleri ve buz iğnelerinden meydana gelirler. Hiçbir zaman sağanak halinde düşmezler. Rasat şekli kar rasadıdır.

4.1.1.1.7. Yuvarlak Kar (Kar paletleri) P

Sert bir zemine düştüklerinde sıçrayabilen, çapları 2-5 mm arasında olan beyaz ve donuk kar bünyeli tanecikler olup yuvarlak ve koni şeklindedirler. Bu tanecikler kolayca ezilir ve dağılırlar. Daha çok kar ile birlikte veya kardan önce ve genellikle de karalar üzerinde sıfır dereceye yakın sıcaklıklarda meydana gelirler. Rasat şekli kar rasadı gibi olup başlama ve bitiş saati ve sembolü ile el defterine kaydedilir.

4.1.1.1.8. Grezil Δ

Çapları 2-5 mm arasında yarı saydam donmuş su taneciği olup biçimleri yuvarlak ve bazen koni şeklindedir. Çekirdek kısmı genel olarak yuvarlak kar halinde ve etrafı çok ince buz tabakasıyla kaplanmış olup bu durum grezile donuk bir görünüş kazandırır. Kolaylıkla kırılmaz ve toz haline gelmezler, sıçrama özellikleri yoktur. Düştükleri yüzeyde örtü tabakası meydana getirirler. Sıfır derecenin üstünde bir sıcaklıkta düşerlerse nemli halde bulunurlar. İlkbahar mevsiminde düşerken çoğunlukla yağmurla birlikte gözlenirler. Kışın ise genellikle kardan önce meydana gelirler. Rasat şekli kar yağışı gibi olup sembolü ile birlikte başlama ve bitiş saati rasat el defterinde yağış devam saatleri hanesine kaydedilir.

4.1.1.1.9. Dolu $\&$

Dolu, çapları 5-50 mm bazı durumlarda çok daha büyük küresel veya düzensiz buz parçacıklarının yağışıdır (**Şekil 4.4**). Dolu, içerisinde çok güçlü dikey hava hareketlerinin olduğu cumulonimbus (Cb) bulutlarından düşer. Kısa sürede sağanak

şeklinde yağar ve fazla su bırakır. Atmosferin sıcaklığı ve Cb bulutunun gelişmesine bağlı olarak bazı bölgelerde oldukça etkilidir.



Şekil 4.4. Dolu

Kutuplar soğuk olduğundan Cb bulutu ve dolu oluşmaz. Havanın ılık olduğu bahar ve yaz aylarında doluya sıkça rastlanır. Nemli ve kararsız hava kütlelerinde ılık mevsimlerde alttan ısınma veya başka bir nedenle oluşan Cb bulutları çok yüksektir ve alt bölümleri su, üst bölümleri buz tanelerinden oluşmaktadır. Bulut içinde yükselici akımlarla alt kısımlardan yükseklerle taşınan su damlacıkları, taşındıkları yerdeki sıcaklık donma noktasının çok altında olduğu için donar. Daha sonra düşmeye başlar ve tekrar yukarıya doğru bir akıma yakalanabilir. Bu kez de ikinci bir defa etrafına buz tabakaları eklenebilir ve damlacığı daha da büyütür. Bu çevrim, damlacıklar havada tutulamayacak büyüklüğe erişene kadar sürer. Sonra da dolu olarak yer yüzeyine düşer. Bulut içindeki bu oluşuma neden olan dikey hava hareketleri ne denli kuvvetli olursa, dolunun gelişimi o kadar uzun sürer ve yere düşmesi esnasında daha büyük çaplı dolu yağışı oluşturur.

Dolu yağışından ölçülen yağış, miktar hanesine kaydedilirken, başlama ve bitiş saatleri yağış devam saatleri hanesine kaydedilir. Dolunun daha etraflıca tespiti için başlama, bitiş saatleri ve miktarı yanında çapı ve oluşturduğu örtünün devam müddetinin de müşahede hanesine kaydedilmesi gerekir.

Örnek: Yerel saatle 14²⁰,den 14³⁰,a kadar yerde örtü bırakan ve ortalama çapı 3 cm olan dolu hadisesinin müşahede hanesine kaydı

& 3 cm 14²⁰ - 14³⁰ şeklinde yapılır.

Dolu tarımsal açıdan zarar veren bir hadise olduğu için etkilediği saha ve buralarda vermiş olduğu zarar, ilgili devlet kurumlarıyla işbirliği yapılarak tespit edilmeli ve daha detaylı bilgi **fevk rasadı** şeklinde Meteoroloji Genel Müdürlüğüne bildirilmelidir. Eğer zarar meydana getirmemiş ise rasat el defterinin notlar hanesine “**dolunun zararı olmamıştır**” şeklinde not düşülmelidir.

4.1.1.1.10. Sağanaklar 6

Kararsız hava kütlelerinin karakteristik özelliği olup, atmosferden düşen sıvı ve katı haldeki yağışların, düşme şekillerinde kullanılan bir kavramdır. Cumulonimbus ve cumulus bulutlarının belirmesi, süratle değişmesi ve bu ani değişmeler esnasında oluşan yağışlar, **sağanak yağış** olarak karakterize edilir (**Şekil 4.5.**). Kararsızlık yağış karakteri, parlak bulutların arasında koyu bulutların görünmesi ve onları yine parlak bulutların takip etmesiyle belirir. Bu şekilde kararsızlık içinde meydana gelen yağışlar, sağanak sembolü ile birlikte gösterilir.

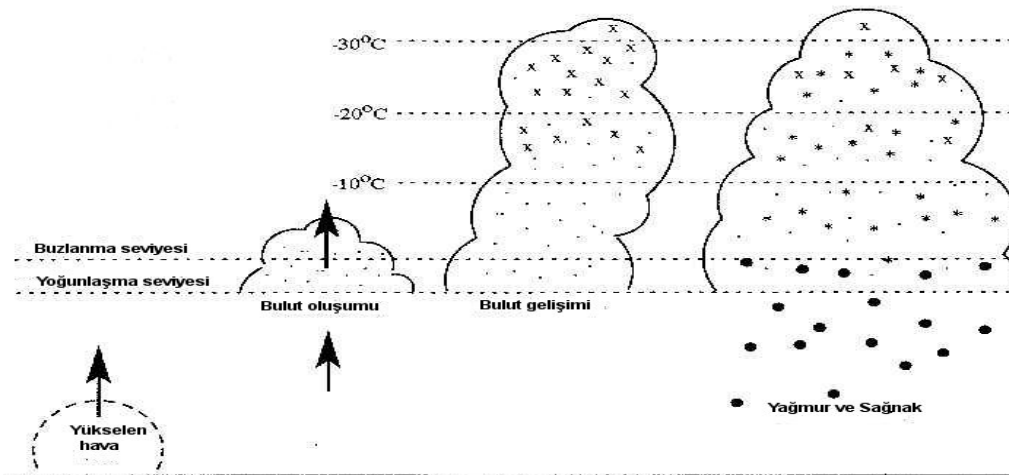
{ : Yağmur sağanak

□ : Kar sağanak

□ : Karla karışık yağmur sağanak

∩ : Dolu sağanak

Sağanak yağışlar başladığı ve sona erdiği saatle birlikte yağış devam saatleri hanesine kaydedilir. Sağanaklar çoğu zaman ani şiddet değişmeleri ile karakterize edilirler. Dolu görüldüğünde kesin, çisenti görüldüğünde ender olarak sağanaka hükmedilir. Sinoptik açıdan yağmur sağanakları; saatte 0-2 mm yağış bırakmışsa **hafif**, 2-10 mm arası yağış bırakmışsa **orta**, 10-50 mm arası yağış bırakmışsa **şiddetli** ve 50 mm'den fazla yağış bırakmışsa **çok şiddetli** yağmur sağanakları olarak sınıflandırılır.



Şekil 4.5. Sağanak oluşum aşamaları

Bulutlardan meydana gelen yağış türleri özellikle geceleri bulut cinsleri hakkında da bilgi vermektedir. **Tablo 4.3.**te değişik cins bulutlardan hangi tür yağışların (düşen hidrometeorların) olabileceği gösterilmiştir.

HİDROMETEORLAR	Bulutun Cinsi					
	As	Ns	Sc	St	Cu	Cb
Yağmur	X	X	X		X	X
Çisenti				X		
Kar	X	X	X			X
Yuvarlak Kar			X			X
Kar Taneleri				X		
Buz Taneleri	X	X				X
Dolu						X
Buz İğnecikleri				X		

Tablo 4.3. Bulut türlerine göre düşen hidrometeorlar

Düşen hidrometeorların bıraktıkları yağış miktarları, rasat el defterinin **19 no'lu** bölümüne ölçüldüğü rasat saatinde sembolü ile birlikte kaydedilir. Ölçülen yağış miktarını hangi yağış türü veya türleri meydana getirmiş ise miktar yanına bu sembollerinde kaydı gereklidir. Rasat el defterine kaydedilen miktar değerleri aylık cetvelde 19 no'lu bölüme aynen aktarılır.

Örnek: Ölçülen yağış miktarı dolu ve yağmur sağanağını ihtiva ediyorsa rasat el defterinin miktar hanesine kaydı,

& { 3.8 mm şeklinde yapılır

Örnek: Ölçülen yağış miktarı çisenti ve yağmur yağışından oluşuyorsa el defterine kaydı,

☐● 8.4 mm şeklinde yapılır.

Düşen hidrometeorların başlama ve bitiş saatleri rasat el defterinin **26 no'lu** yağış devam saatleri bölümüne şiddeti ile beraber kaydedilmelidir. Rasat el defterinin 26 no'lu bölümüne kaydedilen hadiseler, aylık cetvelin 26 no'lu bölümüne günü gününe aynen aktarılıp kaydedilir.

Örnek: $K^{0}12^{30}-14^{25} / \Lambda 15^{00}-16^{30} / \bullet^2 16^{45}-18^{05}$

Eğer düşen hidrometeorlar ölçülemeyecek miktarda yağış bırakmışsa ,yağış miktar hanesine sembolü ile birlikte 0.0 (**K 0.0 gibi**) kaydedilirken, hadise başlama ve bitiş saati bölümüne, hadisenin sembolü üzerine **az** ifadesi yazılıp, mahallî saatle başlama ve bitiş saatleri kaydedilir.

Örnek: $K^{az} 15^{20}-16^{30}$

4.1.1.2. Düşmeyen Hidrometeorlar

Bu tip yağışlar, düşen hidrometeorların aksine bulut teşekkül etmeden yeryüzünde veya sabit cisimler üzerinde müşahade edilir. Bu hadiselerin meydana gelebilmesi için yeryüzündeki cisimlerin sıcaklığının etrafındaki hava sıcaklığından daha düşük olması gerekir. Bu gruba giren hidrometeorların miktarları yağış miktarı hanesine sembolü ile birlikte kaydedilirken, devam saatleri rasat el defterinin **27 no'lu** müşahade hanesine kaydedilir. Başlıca düşmeyen hidrometeorlar çiy, kırağı, jivr ve vergladır.

4.1.1.2.1 Çiy X

Soğuk, açık ve rüzgârın sakin olduğu gecelerde yeryüzündeki ve yere yakın seviyelerdeki cisimlerin sıcaklığı, etrafındaki havadan daha soğuk fakat sıfır derecenin üzerinde bulunduğu taktirde, aşağı seviyelerdeki su buharının, bu cisimler üzerinde sıcaklık farkından dolayı yoğunlaşmasına çiy denir. Bu hadise özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında, sabahları toprağa yakın cisimler üzerinde sık görülür (**Şekil 4.6.**).



Şekil 4.6. Çiy

Bu hadisenin bırakmış olduğu su miktarı az olmakla beraber bazı yerlerde plüviyometrede 0.1-0.5 mm arasında miktar bıraktığı görülebilir. Çiy rasat edildiği

zaman plüviyometre kontrol edilerek su bırakmış ise ölçülen miktar sembolü ile kaydedilir.

Çiyler yoğunluklarına ve bıraktıkları yağış miktarına göre hafif, tabii, ve kuvvetli olmak üzere üç halde müşahede edilir.

Hafif çiy X^0 : Hiç yağış bırakmaz.

Tabii çiy X : Ölçülemeyecek kadar (0.0) yağış bırakır.

Kuvvetli çiy X^2 : 0.1 ve daha fazla yağış bırakır.

Çiy hadisesi rasat edildiğinde, sadece müşahede edildiği saatin müşahede hanesine kaydedilmesi ve yağış bırakmış ise bu miktarın da ölçülüp yağış miktarı hanesine kaydedilmesi gerekir.

Örnek: 06⁴⁰ saatinde tespit edilen hafif çiy hadisesinin müşahede hanesine kaydı;

X^0 06⁴⁰ şeklinde yapılır.

4.1.1.2.2. Kırağı –

Soğuk, açık ve rüzgârsız geçen gecelerde, yeryüzünde ve yere yakın seviyelerdeki cisimlerin sıcaklığı, etrafındaki havadan daha düşük, fakat her ikisinde sıfır derecenin altında bir sıcaklığa sahip olduğu durumlarda aşağı seviyelerdeki su buharının bu cisimler üzerinde kristalleşmesine kırağı denir (**Şekil 4.7.**).



Şekil 4.7. Kırağı

Kırağı; hafif, tabii ve kuvvetli olmak üzere üç şekilde müşahede edilir görüldüğü saatle birlikte rasat cetvelinin müşahede hanesine kaydedilir. Bıraktığı yağış miktarı, yağış miktarı hanesine kaydedilir.

- Hafif Kırağı** –⁰: Hiç yağış bırakmaz.
Tabii Kırağı – : Ölçülemeyecek kadar (0.0) yağış bırakır.
Kuvvetli Kırağı –²: 0.1 ve daha fazla yağış bırakır.

Örnek: Plüviyometrede ölçülemeyecek miktarda yağış bırakan ve 06⁵⁰ de müşahede edilen kırağının kaydı,

– 06⁵⁰ şeklinde yapılır.

Kırağının tarımda yapmış olduğu zarar önem arz ettiği için ilk kırağının ve son kırağının görüldüğü günlerin yanlarına **ilk** ve **son** kırağı diye not düşülür.

4.1.1.2.3. Jivr (Kırağı Buzu)

İçerlerinde hava kabarcıkları bulunan buz birikintileridir.Çok küçük su damlalarının aşırı derecede soğuması ve ani donması neticesinde oluşur.Yumuşak ve sert olmak üzere iki şekilde müşahede edilir.

Yumuşak jivr ,: Genel olarak su damlacıklarından oluşan sis veya pus hadiselerinin mevcut olduğu durumlarda aşırı derecede soğumuş su damlacıklarının , sıcaklığı 0 derecenin altında olan cisimlerin köşe ve sivri uçları üzerinde ve dikey kısımlarda beyaz buz kristal tabakasının birikmesidir. Jivr, cisimlerin rüzgâra bakan kısımlarında kırağıya benzer kalın bir tabaka meydana getirir.

Sert jivr □: Oluşumu yumuşak jivr gibidir. Fakat siste ve nemli havadaki sıcaklık derecesi daha düşüktür. Bu nedenle yumuşak jivre nazaran daha sert ve şekilsiz olup yüzeyler üzerinde donuk ve granül halinde buzun birikmesi olarak müşahede edilir. Otlar, ağaçlar teller ve buna benzer diğer cisimler üzerinde buz dikenleri hatta buz demetleri halinde olmasıdır.

Bu olay, soğuk ve kesif bir sisi oluşturan su zerreciklerinin aşırı soğumuş halde bulunması ve değdiği cisimlerin şekillerine uygun bir surette tamamiyle veya yalnız bir yönden buz dikenleriyle veya daha kesif olarak buz demetleriyle kaplanması olarak müşahede edilir. Ülkemizde daha çok İç Anadolu Bölgesi'nde görülen bu olaya halk arasında “kırç” da denir.

Genellikle çok az miktarda su bırakan bir hadisedir. Şayet ölçülebilecek miktarda su bırakmış ise ölçümü kar rasadında olduğu gibi yapılıp, başlama ve bitiş saatleri ile birlikte müşahede hanesine kaydı yapılır.

Örnek: 07²⁰ başlayıp 08⁰⁰,de sona eren sert jivr'in müşahede hanesine kaydı,

□ 07²⁰-08⁰⁰ şeklinde yapılır.

4.1.1.2.4. Vergla (Billuri Buz) ⚡

Sıcaklığı donma noktasının altında olan yüzeyler üzerine yağmur veya çisentinin düşmesi sonucunda meydana gelen ve genellikle düz ve berrak görünümlü bir buz tabakasıdır. Şiddetli donları takip eden günlerde aniden sıcak ve nemli hava akımının olması halinde, sıcaklığı halen donma noktasının altında olan yüzeyler üzerinde havanın içindeki su damlacıklarının yoğunlaşması ve donmasıyla meydana gelir. Asfalt yollarda otoların kaymasına ve patinaj yapmasına sebep olur. Bazı hallerde fazla birikim nedeniyle ağaç dalları kırılır, telefon telleri kopar.

Verglanın su miktarı ölçümü kar rasadında olduğu gibidir. Oluşturduğu buz tabakası eritilerek bıraktığı miktar ölçülür ve sembolüyle birlikte miktar hanesine kaydı yapılır. Ayrıca başlama ve bitiş saati müşahede hanesine kaydedilir. Bu hadisenin oluşturduğu buz tabakasının kalınlığının düz bir zeminde ölçülerek kaydedilmesi gerekir.

Örnek: 10²⁰,de başlayıp 11¹⁰,da sona eren ve yerde 1 cm'lik buz tabakası oluşturan verglanın müşahede hanesine kaydı,

⚡ 1 cm 10²⁰-11¹⁰ şeklinde yapılır.

4.1.1.3. Yeryüzünde Savrulan Hidrometeorlar

Bu tip hidrometeorlar bir yağış türü olmayıp yeryüzünde tabakalaşmış olan kar örtüsünün rüzgâr tarafından savrulması ile meydana gelirler. Kar savrulması ve kar fırtınası şeklinde müşahede edilirler. Kayıtları rasat el defterinin 27 no'lu müşahede hanesine devam saatleriyle birlikte yapılır.

4.1.1.3.1. Kar Savruntusu

Kuvvetli ve türbülanslı bir rüzgâr tarafından yeryüzünden kaldırılmış kar tanelerinin bir araya toplanması olayıdır. İki şekilde müşahede edilir:

a) Kar Sürülmesi ϑ : Yerdeki karın rüzgâr etkisiyle yerden yaklaşık 2 m'ye kadar savrulma ve sürüklenmesi olayıdır. Bunun sonucunda görüş mesafesi daralır fakat tümüyle kapanmaz. Kar parçacıklarının hareketi genelde yeryüzüne paraleldir.

b) Kar savrulması **I**: Yerdeki karın rüzgâr tesiriyle 2 metreden daha yüksek seviyelerde savrulmasıdır. Bu olay neticesinde yukarı doğru görüş mesafesi oldukça daralır. Semayı ve güneşi görmek zorlaşır. Kar parçacıklarının yukarı doğru hareketi oldukça kuvvetlidir.

4.1.1.3.2. Kar Fırtınası (Tipi) Φ

Kuvvetli rüzgârın etkisiyle kar, toprak yüzeyinden yukarı doğru savrulurken aynı zamanda kar yağışının olup olmadığı tayin edilemezse havada tipi var demektir. Yeryüzünde savrulan hidrometeorlar da rasat cetvelinin müşahede hanesine devam saatleri ile birlikte kaydedilir.

Örnek: **I** 14³⁰-15⁵⁰
 Φ 15⁴⁰-16¹⁰

4.1.1.4. Hava Bulanıklığı Yapan Hidrometeorlar

Havada devamlı olarak su buharı ve su zerrecikleri mevcuttur. Hüküm süren hava şartlarına göre bu partiküller çeşitli şekilde hava bulanıklığı ve dolayısıyla rüyet

daralmasına sebep olurlar. Bunlar çeşitli şekillerde müşahede edilirler. Kayıtları rasat el defterinin 27 no’lu müşahede hanesine yapılır.

4.1.1.4.1. Sis M

Atmosferin yeryüzüne yakın kısımlarındaki su buharının, herhangi bir nedenle soğuyup yoğunlaşarak asılı su damlacıkları, ya da buz kristalleri haline gelmesi, yatay görüş mesafesini her yönde daraltıp rüyeti 1000 m ve daha aşağısına düşürmesi olayına “**sis**” denir. Diğer bir deyimle sis, stratus bulutunun yer yüzeyinde teşekkül etmiş şeklidir. Sisin oluşabilmesi için atmosferin aşağı kısımlarında soğuma ve nemde artma olayının gerçekleşmesi gerekir (**Şekil 4.8.**). Oluşum nedenlerine göre sisler değişik şekillerde adlandırılırlar:



Şekil 4.8. Sis

1. Cephesel Sisler: Cephesel sis oluşumunda esas mekanizma, atmosferin aşağı seviyelerindeki nemin artması sonucu havanın doyma noktasına erişmesi ve cephe yüzeyi boyunca yükselerek soğumasıdır. Cephesel sisler, enverziyon (sıcaklığın yükseklikle aynı kalması veya artması) altındaki soğuk hava tabakası içinden yağmur düşmesi durumunda da meydana gelebilir. Bu sisler hem soğuk hem de sıcak cephelerde oluşabilirler.

2. Radyasyon Sisleri: Soğuk, rüzgârsız ve bulutsuz bir gecenin sabahında radyasyon kaybı nedeniyle yeryüzünün aşırı derecede soğumasıyla oluşan sislere “**radyasyon sisi**” ya da “**yer sisi**” denir. Ancak bu sislerin oluşabilmesi için yeryüzünün aşırı derecede soğuması yanında, atmosferin aşağı kısımlarında yeterli nemin ve yoğunlaşma çekirdeğinin bulunması gerekir. Ayrıca yerden başlayan bir inversiyonun

varlığı da temel koşullardan biridir. Sabah saatlerinde oldukça yoğun olan bu sisler, yeryüzünün ısınmasına bağlı olarak yavaş yavaş etkisini kaybederek, genellikle öğle saatlerinden sonra ortadan kalkmaktadır.

3. Adveksiyon Sisleri: Atmosferin yerle temas eden kısımlarındaki soğuma, yatay hava hareketlerine (adveksiyon) bağlı olarak oluşuyorsa, oluşan bu sislere genel bir ad olarak "*adveksiyon sisleri*" denir. Bunlar yatay hareket ettiği sürece günlerce etkili olabilen sislerdir. Adveksiyon sisleri genellikle sahiller boyunca karalar üzerinde oluşurlar.

4. Enverziyon sisleri: Bu tür isiler, bir sıcaklık enverziyon tabakasının altında bulunan stratüs bulutunun aşağı doğru çökmesinin bir sonucu olarak meydana gelir.

5. Yamaç sisleri: Ilık ve nemli havanın bir yamaç boyunca yükselerek adyabatik (çevresiyle enerji alışverişi olmadan) olarak soğuması ve yoğunlaşması sonucunda oluşan sislerdir.

6. Buz sisi: Küçük buz kristallerinin çok düşük sıcaklıklarda havada hareketsiz kalışı olayına buz sisi denir. Buz kristalleri, genellikle güneş ışığı altında parlar. Buz sisi, cisimler üzerinde kırağı veya buz iğnesi görünümünde zerrelere hale olayı gibi optik olayı da meydana getirebilir. Buz sisi çoğu kez normal sisten meydana gelir. Sıcaklığın 0 °C'ın altında olması ve sıcaklık düşüşünün devam etmesiyle su damlacıkları buz kristalleri haline dönüşerek, buz sisini meydana getirirler.

Sisin meydana getirdiği rüyet darlığının iyi tespit edilebilmesi için her istasyonda bir rüyet tablosunun bulunması gerekir. Bu tablo rasat parkının bulunduğu yerden bakıldığında, gözle görülebilen çeşitli uzaklıklardaki sabit cisimlerin istasyona olan uzaklığına göre mesafe çizgilerinin işaretlenmesi suretiyle hazırlanır. Görüş mesafesini daraltan bir hadise meydana geldiği zaman istasyonun 4 ana yönü (kuzey, güney, doğu, batı) üzerinde seçilen ve istasyona uzaklıkları 1000 m veya daha az olan sabit cisimler görülemiyorsa bu olay **sis** olarak kaydedilir. Dikkat edilecek husus görüşün her yönde 1000 m'nin altında olmasıdır. Sadece bir veya iki yönde görüş mesafesinin dar olması yeterli değildir.

Sisler görüş mesafesini daraltma durumuna göre kuvvetli, tabii ve hafif sis olmak üzere üçe ayrılır:

a) **Kuvvetli sis** \equiv^2 : Görüş mesafesinin 200 m veya daha düşük olduğu durumdur.

b) **Tabii sis** \equiv : Görüş mesafesinin 200 m ile 500 m arasında olduğu durumdur.

c) **Hafif sis** \equiv^0 : Görüş mesafesinin 500 m ile 1000 m arasında olduğu durumdur.

Sisin kuvveti tespit edilirken öncelikle görüş mesafesinin her yönde 1000 m'nin altında olması gerektiği unutulmamalıdır. Daha sonra 4 ana yönde tespit edilen görüş mesafeleri toplanıp ortalama değeri hesaplanır.

Örnek: İstasyonda 07⁵⁰ ve 10⁴⁰ saatleri arasında, N yönünde 20 m, S yönünde 140 m, E yönünde 110 m ve W yönünde 80 m görüş mesafesi olduğu tespit edilmiş olsun.

Bu durumda ortalama rüyet $(20 + 140 + 110 + 80) / 4 = 87.5 \text{ m}$ olarak bulunur. Bulunan bu değer 200 m'den küçük olduğu için sisin hali, **kuvvetli sis** grubuna girer. Bunun rasat eldefteri müşahede hanesine kaydı,

$\equiv^2 07^{50} - 10^{40}$ şeklinde yapılır.

4.1.1.4.1.1. Sisin Diğer Müşahede Şekilleri

1. **Gökyüzü Görünen Sis Z** : Yatay görüş mesafesi 1 km'den az fakat gökyüzü görülebiliyor ve varsa bulutlar tespit edilebiliyorsa bu olaya "**gökyüzü görünen sis**" denir.

2. **Sis Yağmuru** $_$: Genellikle açıktaki cisimler üzerinde toz bırakmış gibi bir görünüm arz eden ve yağış ölçü aletinde az da olsa su bırakabilen kuvvetli sislerdir. Miktarı ölçülerek sembolü ile birlikte yağış miktar hanesine kaydı yapılırken, başlama ve bitiş saatleri müşahede hanesine kaydedilir.

Örnek: 15³⁰'ta başlayıp 19⁰⁰'da sona eren ve 0.1 mm yağış bırakan sis yağmurunun bırakmış olduğu miktar, $_ 0.1$ şeklinde yağış miktar hanesine kaydedilirken, müşahede hanesine kaydı, $_ 15^{30}-19^{00}$ şeklinde yapılır.

İstasyonda sis hadisesi müşahede edildiği zaman aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

I) Sisler kaydedilirken başlama ve bitiş saatleri, hal değişiklikleri (hafif, tabii, kuvvetli) mutlaka rasat el defteri müşahede hanesine kaydedilmelidir.

Örnek: $\equiv^0 07^{45} - 08^{30} / \equiv 08^{30} - 08^{50} / \equiv^2 08^{50} - 09^{30}$

II) Hadisenin sis (hafif, tabii, kuvvetli, gökyüzü görülen) ve sis yağmuru olarak kaydedilmesi için görüş mesafesinin mutlaka 1 km'nin altında olması gerekir. Bu sisler ayın sisli günlerinden sayılır.

III) Şiddetli yağışın etkisiyle görüş mesafesinin 1 km'nin altına düşmesi durumunda bu olay sis olarak ifade edilmez. Sis ve şiddetli yağış dağlık bölgeler dışında çok nadir olarak birlikte görülebilir. Bu nedenle görüşü kısıtlayan etkeni çok iyi tespit edip ona göre kayıt yapmak gerekir.

3. Vadi Sisi ζ : Görüş mesafesi 1 km'den fazla fakat alçak kesimlerde (dere, vadi, şehir üzerinde) sis tespit ediliyorsa bu sis, "**vadi sisi**" olarak adlandırılır. Vadi sisi kaydedilirken görüldüğü yön sembolü ile birlikte belirtilip, başlama ve bitiş saatiyle birlikte müşahede hanesine kaydedilir.

Örnek: İstasyonun kuzey-batı yönünde $07^{45}-08^{40}$ saatleri arası sis müşahede edilmiş ve görüş mesafesi 1 km'nin üzerinde ise bu durum, rasat el defteri müşahede hanesine

NW ζ $07^{45} - 08^{40}$ şeklinde kaydedilir.

4.1.1.4.2. Pus =

Havadaki çok küçük su zerreciklerinin yere yakın seviyelerde boşlukta asılı kalması halidir. Sise göre daha ince bir tabaka oluşturur. Bu nedenle su zerrecikleri daha küçük ve dağınıktır. Havada grimsi bir bulanıklık oluşturur.

Görüş mesafesi sise nazaran daha fazla olup 10 km'nin üzerindedir. Ayrıca nispi nem durumu sise göre daha düşük bir değer ihtiva eder. Pus, sis ile kuru duman arasında

bir geçiş halidir. Başlama ve bitiş saatiyle birlikte rasat el defteri müşahede hanesine kaydedilir.

Örnek: İstasyonumuzda 07³⁰-09⁰⁵ saatleri arasında görüş mesafesini 4 km'ye düşüren pus hadisesi müşahede edilmiş ve nispi nem %75 olarak ölçülmüş ise bu durumun rasat el defteri müşahede hanesine kaydı,

=07³⁰-09⁰⁵ şeklinde yapılır.

4.1.2. LİTHOMETEORLAR

Katı haldeki çok küçük kimyevi tanecikler ile toz ve tuz zerreciklerinin havada asılı kalmalarıyla oluşan olaylardır. Kayıtları rasat el defterinin **27 no'lu** müşahede hanesine devam saatleriyle birlikte yapılır. Aynı şekilde aylık cetvele günü gününe kaydedilir. Başlıca lithometeorlar kuru duman,toz ve kum fırtınalarıdır.

4.1.2.1. Kuru Duman Δ

Kimyevi maddelerin yanmasıyla meydana gelen kömür,denizlerden gelen tuz ve karalardan rüzgâr vasıtası ile savrulan toz zerreciklerinin havada asılı kalarak meydana getirmiş oldukları bulanıklık halidir. Kuru olan bu zerrecikler gözle görülmezler. Karanlık bir fon önünde duman renginde mavimsi, parlak bir fon önünde sarımsı veya portakal renginde bir duman perdesi görünümündedir. Görüş mesafesi 1-10 km arasında olup nem açısından pusta daha düşük değere sahiptir. Pusta nem oranı % 70 ve daha yüksek bir değer ihtiva ederken, kuru dumanda bu değer % 70'in altındadır. Bu hadisede başlama ve bitiş saatiyle birlikte müşahede hanesine kaydedilir.

Örnek: İstasyonumuzda 07⁴⁰-09⁵⁰ saatleri arasında görüş mesafesini 7 km'ye düşüren kuru duman hadisesi müşahede edilmiş ve nispi nem % 65 olarak ölçülmüş ise bu durumun rasat el defterinin müşahede hanesine kaydı,

Δ 07⁴⁰-09⁵⁰ şeklinde yapılır.

4.1.2.2. Toz ve Kum Fırtınası T

Kuvvetli rüzgâr tesiriyle yerdeki toz ve kumun yükselmesi ve görüş mesafesini 1 km'nin altına düşürmesi olayıdır. Başlama ve bitiş saatinin yanında yönünün ve kuvvetinin de kaydedilmesi gerekir. Kuvveti bofor cetvelinden tespit edilir.

4.1.3. ELEKTRİKİ METEORLAR

Bunlar daha çok cumulonimbus bulutu içerisinde meydana gelen elektriksel olaylar neticesinde oluşurlar. Başlıcaları oraj ve şimşek hadisesidir. Kayıtları rasat el defterinin **29 no'lu** oraj rasatları hanesine kaydedilir ve günü gününe aynen aylık cetvele aktarılır.

4.1.3.1. Oraj O

Cumulonimbus ve iyi gelişmiş cumulus bulutlarının yarattığı gök gürültüsü, şimşek, hamleli yer rüzgârı, türbülans, kuvvetli yağmur sağanağı, dolu, buzlanma, orta veya kuvvetli dikey hareket ile karakterize edilen, nispeten kısa süreli (yaklaşık 2 saat) lokal fırtına halidir (**Şekil 4.9.**).



Şekil 4.9. Oraj

Bir orajın istasyona yaklaşması durumunda önce rüzgâr rasatçıdan uzaklaşıyor gibi eser ve barometre değeri düşmeye başlar. Oraj biraz daha yaklaşınca barometre değeri biraz yükselir ve rüzgâr tam tersi yönde yön değiştirerek rasatçıya doğru esmeye başlar. Kuvvetli yağışın başlamasıyla da barometre tekrar düşer. Orajların meydana

geldiği bulutlarda taban sıcaklığı yaklaşık olarak 0 °C, tepe sıcaklığı ise -20 °C'dir. Bulutun elektrik yüküne bakıldığında tavanın pozitif, tabanın negatif olduğu görülür. Kısacası oraj, şimşekle gök gürültüsünün duyulması şeklinde ifade edilebilir. Oraj hadisesi iki şekilde müşahede edilir.

a) İstasyonda oraj 9: Şimşek ışığının görülmesi ile sesinin kulağımıza gelmesi arasında geçen süre 10 saniye ve daha az ise buna “**istasyonda oraj**” denir.

b) Rüyette oraj (9): Şimşek ışığının görülmesi ile sesinin kulağımıza gelmesi arasında geçen zaman 10 saniyeden fazla ise buna da “**rüyette oraj**” denir.

4.1.3.2. Şimşek α

Cumulonimbus bulutlarının zıt yüklü kutupları arasında elektron akışıyla gerçekleşen, orajla ilişkin, ani ve görülebilir elektrik boşalması olayıdır. Elektrik deşarjı (boşalımı) bulut içinde gerçekleşebileceği gibi, bulutlar arasında, bulutla hava arasında veya bulutla yer arasında da olabilir. Kameralar yardımıyla ve elektrik alan yükü konusunda yapılan detaylı çalışmalar, yer deşarjının en az iki kuvvetli boşalım içerdiğini ortaya koymaktadır. Bunlardan birincisi, buluttan yere doğru öncü bir boşalımdır (**leader stroke**). Bu öncül boşalımın süresi çok kısa ve fazla parlak değildir. Boşalım aralıklı veya dallı budaklı, dağınık olabilir. Ana kanaldan etrafa yayılan birçok yan dallar gözlenir. İkincisi ise, hemen yerden buluta geri dönen boşalımdır (**return stroke**). İkinci boşalım hem kuvvetli hem de hızlıdır. Birincisine göre oldukça parlaktır.

Şimşek kısaca gök gürültüsünün işitilmeyip ışık demetlerinin görüldüğü durumdur. Bu nedenle oraj ile karıştırılmamalıdır. Şimşek görüldüğü anda aradan belli bir süre geçmesine rağmen gök gürültüsü işitilmezse bu olay rasat vesikasına şimşek olarak kaydedilir. Sesin duyulması halinde ise oraj olarak kaydedilir.

Oraj rasatlarının rasat el defterine ve aylık cetvele kaydı: Oraj ve şimşek hadiselerinin rasat cetveline kaydı ayrı bir önem arz eder. Rasat el defterinde oraj rasatları başlığı altında bir bölüm (29 no'lu bölüm) mevcuttur. Oraj istasyonda müşahede edildiği zaman, başlama ve bitiş saatleri ile birlikte gidiş istikametleri ve en şiddetli zamanları bu bölüme kaydedilmelidir. Şimşek ve rüyette oraj hadisesi müşahede edildiğinde rasat el defterine kaydı, istasyonda oraj hadisesi gibi olup sadece bu hadiselerin en şiddetli zamanları kaydedilmemektedir.

Örnek: İstasyonda 13²⁵-13⁴⁰ saatleri arasında gidiş istikameti NE'den (Kuzeydoğu), E'ye (Doğu) doğru olan oraj hadisesinin en şiddetli anı 13²⁸,de tespit edilmiş ise bu durumun rasat el defterinin oraj rasatları hanesine kaydı,

9 13²⁵ - 13²⁸ - 13⁴⁰ NE----E şeklinde yapılır.

Örnek: İstasyonumuzda 13⁴⁵-13⁵⁵ saatleri arası rüyette oraj tespit edilmiş ise kaydı,

(9) 13⁴⁵ - 13⁵⁵ NW--- N şeklinde yapılır.

Oraj olayı aylık rasat cetveline kaydedilirken, meydana geldiği gün, hadisenin şekli, gidiş istikameti, başlangıç saati (ilk gök gürlemesinin duyulduğu zaman), en şiddetli zamanı, bitiş saati (son gök gürlemesinin duyulduğu zaman), eğer hadise esnasında rüzgâr hızı 10.8 m/sn (6 bofor) ve üzerinde ise estiği saat, yönü, şiddeti not alınmalı ve oraj rasatları hanesine kaydedilmelidir (**Tablo 4.4.**). Şimşek hadisesinin kaydında ise tarih, gidiş yönü ve görüldüğü saat kaydedilmelidir.

29 Oraj Rasatları									
Günü	İstasyonda Rüyette şimşek hadisenin hali	gidiş istikameti	Müşahede Zamanları			Hadise esnasında rüzgann			İZAHAT
			Başlangıç (ilk gök gürlemesi)	Orajın şiddetli zamanı	Orajın bitmesi (en son gök gürlemesi)	Estiği saat	istikameti	Şiddeti	
6	(R)	NE → E	16 ²⁰		16 ³⁵				
24	R	SW → S	mn						
30	(R)	W → N	13 ³⁰		13 ⁵⁰				
30	R	N → E	14 ³⁰	14 ³⁵	15 ⁴⁰				
31	R	NW → N	13 ⁰⁰	13 ¹⁰	13 ³⁰				

Tablo 4.4. Orajın aylık cetvele kaydedilmesi

4.1.4. OPTİK METEORLAR

Güneş veya aydan gelen ışıkların karışması, yansımaları, kırılması ve tekrar yansımaları sunucunda meydana gelen olaylardır. Başlama saati, bitiş saati ve sembolleri ile birlikte müşahade hanesine kaydedilirler. Başlıcaları şunlardır.

4.1.4.1. Güneş veya Ay Tacı □

Güneş veya ay etrafında nispeten küçük bir çapta sıra halinde veya birden fazla renkli şeridin görünmesidir. Bu şeridin iç kısmındaki sıranın rengi mor veya mavi, dış kısmı ise kırmızı renktedir.

Taç çok küçük su veya buz parçacıklarını ihtiva eden ince bulutlardan, sis veya pustan geçen ışıkların yansması neticesinde oluşur.

4.1.4.2. Güneş veya Ay Halesi 1

Atmosferde asılı duran buz kristallerinden ışığın yansması ve kırılması neticesinde parlak lekeler, kavisler ve ışık saçan sütunlar ve daire şeklinde teşekkül eden optik bir olaydır.

Güneş ve ay etrafında yaklaşık olarak 22 derecelik, genellikle beyazımtırak bir halka oluşturur. Halkanın iç kenarı kırmızı veya kahverengimsidir. Halkadan dışa doğru renk açılır.

4.1.4.3. Gökkuşığı (Yağmur Kuşığı) ξ

Güneş ve ay ışığının , atmosferdeki su damlalarının oluşturduğu perde üzerinde mordan kırmızıya kadar sıralanan renklerle meydana getirdiği kavisli çizgi demetidir. Işığın yansması veya kırılması ile meydana gelir. Güneş etrafında meydana geldiğinde renkleri genel olarak parlak, ay etrafında meydana geldiği zaman ise daha soluk ve görülmez derecededir.



Şekil 4.10. Gökkuşığı

Renkli gökkuşağının görünüşü su damlaları çaplarının büyüklüklerine bağlıdır. Yüksek bir kule veya uçaktan bakıldığında tam bir çember görünümündedir. Her zaman mor renk iç kısımda, kırmızı renk dış kısımda olup gökyüzü, yayın dışında içine nazaran daha koyudur (**Şekil 4.10.**).

4.2. METEORLARIN KAYITLARINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

1. Klimatolojik rasatlarda yerel (mahallî) saat kullanılmaktadır. Bu nedenle rasat el defterinde, yağış devam saatleri ve müşahede hanesinde kullanılan saatin yerel saat olması gerekir.

2. Meteorolojide müşahede edilen tüm hadiselerin kaydı, saat ve dakika olarak yapılır. İlk iki rakam tam saati, bunun yanına daha küçük ve biraz yukarıya yazılmış olan diğer iki rakam ise dakikayı ifade eder: 07^{00} , 12^{23} , 15^{44} gibi.

3. Hadise kaydedilirken, ilk önce uluslar arası semboller kullanılmalıdır. Bundan sonra hadisenin başlama ve bitiş saati ile halinin de (hafif, tabii, kuvvetli) belirtilmesi gerekir.

Örnek: $\bullet^2 08^{22} - 09^{35}$, $*^0 14^{23} - 18^{50}$, $= 06^{20} - 08^{40}$

4. Meteorolojik hadiseler yerel saatle 21^{00} 'dan sonra müşahede edilmişse, aşağıdaki zaman sembolleri kullanılır. Özellikle geceleri herhangi bir sebeple hidrometeorolojik hadisenin başladığı ve sona erdiği saat tespit edilememiş ise bu zaman sembolleri kullanılır.

n - Gece (21^{00} - 07^{00} arası)

np - Gece yarısından evvel (21^{00} - 24^{00})

mn - Tam gece yarısı (24^{00})

na - Gece yarısından sonra (24^{00} - 07^{00})

Örnek: Yağmurun gece yarısından evvel başlayıp gece yarısından sonra sona erdiği tahmin ediliyorsa, başladığı günün yağış devam saatleri hanesine **•np-mn** kaydedilirken, sona erdiği günün yağış devam saatleri hanesine **•mn-na** kaydedilir.

Örnek: Yağmurun 21⁰⁰ rasadından sonra başlayıp gece 24⁰⁰,ten önce sona erdiği tahmin ediliyorsa, kayıt **•np** şeklinde yapılır.

Örnek: Sabah plüviyometre kontrol edilip de yağışın hangi saatte başlayıp sona erdiği tahmin edilemiyorsa bulunan günün hizasına **•n** yazılır.

5. Hadise devam ederken kuvveti değişebilir veya durup belli bir süre sonra tekrar başlayabilir. Bu durumda bu hal değişiklikleri kesme (/) işareti ile ayrılır.

Örnek: $\bullet^0 08^{22} - 12^{35} / \bullet 12^{35} - 13^{25} / \bullet^0 16^{22} - 18^{35}$

6. Değişik hadiseler birbirini takip ederek çeşitli şekillerde meydana geldiğinde, birbirlerinden / işareti ile ayrılır.

Örnek: $\bullet 13^{25} - 14^{20} / \bullet^0 15^{20} - 18^{30} / \bullet 18^{30} - 21^{00} / *^0 21^{00} - np$

7. Çiy, kırağı gibi olayların ilk görüldüğü saatin (yerel saat) kaydedilmesi yeterlidir.

Örnek: $- 06^{50} \quad \perp . 06^{55}$

8. Sis müşahedesinde azami dikkat gösterilmeli ve görüş mesafesinin her yönde 1 km'nin altında olmasına dikkat edilmelidir. Hal değişiklikleri de dikkatle takip edilmelidir.

Örnek: $\Sigma^0 06^{30} - 07^{20} / \Sigma^2 07^{20} - 08^{30}$

9. Meydana gelen hadise sis yağmuru ise miktarının ölçülüp yağış miktarı hanesine sembolüyle kaydedilmesi, müşahede kısmında başlama ve bitiş saatlerinin yine sembolü ile birlikte kaydedilmesi gerekir.

10. Vergla'nın da sis yağmuru gibi bıraktığı su miktarının kaydedilmesi, ayrıca oluşturduğu buz tabakası kalınlığının da müşahede hanesine yazılması gerekir.

11. Orajla birlikte sağanak yağış meydana gelmiş ise, bunun da ayrıca yağış devam saatleri hanesine kaydedilmesi gerekir.

4.3. SAYILIŞLI GÜNLER

Ay sonunda yağış, müşahede ve oraj rasatlarının aylık rasat cetveline kaydedilmesinden sonra hidrometeorlu günlerin sayılışları yapılarak rasat cetvelindeki, **günler sayısı tablosu** ve **en yüksek kıymetler tablosuna** kayıtları yapılır (**Tablo 4.6**). Sayılışların izahı aşağıda yapılmıştır.

4.3.1. GÜNLER SAYISI TABLOSU

- **Yağışı 0.1 mm ve daha fazla günler sayısı:** 24 saatlik toplam yağış miktarının (07⁰⁰'den 07⁰⁰'a kadar ölçülen yağış miktarı), 0.1 mm ve daha fazla ölçüldüğü ay içindeki günlerin sayısıdır. Ölçülemeyecek kadar az yağışın ölçüldüğü (0.0 mm'lik yağışın ölçüldüğü günler) bu sayılışa dahil edilmez. Bu günlerin sayılışında yağış türü önemli olmayıp, bıraktığı miktar önemlidir.

- **Yağışı 1.0 mm ve daha fazla günler sayısı:** 24 saatlik toplam yağış miktarının 1.0 mm ve daha fazla ölçüldüğü günlerin ay içindeki sayısıdır.

- **Yağışı 2.6 mm ve daha fazla günler sayısı:** 24 saatlik toplam yağış miktarının 2.6 mm ve daha fazla ölçüldüğü günlerin ay içindeki sayısıdır.

- **Yağışı 10.0 mm ve daha fazla günler sayısı:** 24 saatlik toplam yağış miktarının 10.0 mm ve daha fazla ölçüldüğü günlerin ay içindeki sayısıdır.

- **Yağışı 50.0 mm ve daha fazla günler sayısı:** 24 saatlik toplam yağış miktarının 50.0 mm ve daha fazla ölçüldüğü günlerin ay içindeki sayısıdır.

- **Yağmurlu günler (• 0.1 mm ve daha fazla):** 24 saatlik toplam yağış miktarı hanesinde 0.1 mm ve daha fazla yağmur suyunun ölçüldüğü ay içindeki günler sayısıdır.

Miktar üzerinde hem yağmur, hem de dolu sembolü varsa o gün, bir defa yağmurlu günlerden, bir defa da dolulu günlerden sayılır.

- **Karlı günler (K 0.1 mm ve daha fazla):** 24 saatlik toplam yağış miktarı hanesinde 0.1 mm ve daha fazla kar suyunun ölçüldüğü ay içindeki günler sayısıdır.

- **Karla karışık yağmurlu günler (E 0.1 mm ve daha fazla):** 24 saatlik toplam yağış miktarı hanesinde 0.1 mm ve daha fazla karla karışık yağmur suyunun ölçüldüğü ay içindeki günler sayısıdır.

- **Karla örtülü günler (;):** Rasat el defterinde mevcut kar kalınlığının verildiği (leke hariç) ay içindeki günlerin sayısıdır. Leke halindeki kayıtlar ve 0.5 cm'den daha az kar ölçümleri karla örtülü günlerden sayılmaz. Ayrıca 07⁰⁰ rasadı dışında yapılan ara ölçümler bu sayılışa girmez.

- **Çisentili günler (Ξ):** 24 saatlik toplam yağış miktarı hanesinde, 0.1 mm ve daha fazla çisenti suyunun kaydedildiği ay içindeki günler sayısıdır. Aynı gün içerisinde hem çisenti ve hem de yağmur düşebilir. Böyle bir günü çisentili günlerden de sayabilmek için çisentinin en az 0.1 mm'lik su bıraktığının tespit edilmesi gerekir.

- **Grezilla günler ((A, ≅):** 24 saatlik toplam yağış miktarı hanesinde en az 0.1 mm grezil suyu ölçülen ay içindeki günlerin sayısıdır. **Yuvarlak kar (kar paletleri)** ve **kar tanesi (kar greni)** olayları ay içindeki grezilla günlerden sayılacaktır. Aynı gün içinde hem grezil hem de yağmur suyu ölçülmüşse o gün bir defa grezilla günlerden, bir defa da yağmurlu günlerden sayılır.

- **Dolulu günler ($\&$, β):** 24 saatlik toplam yağış miktarı hanesinde 0.1 mm ve daha fazla dolu suyunun ölçüldüğü ay içindeki günler sayısıdır. Ay içerisinde ayrıca **buz taneleri (buz paletleri)** rasat edilmişse, bu hadiselerin sayılışları da aynı hanede parantez içerisinde gösterilir.

- **Sisli günler ($\bar{\quad}$, $|$, $_$ Görüş mesafesi 1 km. ve daha az):** Görüş mesafesinin 1000 m ve altında olduğu sisli günlerin ay içerisindeki sayısıdır. Gökyüzü görülen sisli günler ve sis yağmurlu günler sisli günlerden sayılır. Bunların dışında vadi sisi, pus, kuru duman gibi hadiseler sisli günlerden sayılmaz.

- **Çiyli günler (X):** Rasat zamanında ve rasat zamanı haricinde çiy müşahede edilmiş ay içerisindeki günlerin sayısıdır. Bir günde iki defa çiy hadisesi tespit edilmişse bu bir gün sayılır. Çünkü sayılmak istenen ay içindeki çiy hadiselerinin sayısı değil, çiyli günler sayısıdır. Çiy hadisesinin hali (hafif, tabii, kuvvetli) dikkate alınmayarak o gün çiyli günlerden sayılacaktır.

- **Kırağılı günler ($-$, $,$):** Çiy hadisesinin sayılışında olduğu gibi ay içindeki bütün kırağılı günler tespit edilerek sayılacaktır. Bazen bir gün içinde hem kırağı hem de çiy müşahede edilmiş ise o gün yalnız kırağılı gün olarak sayılır. **Jivrli günler** ayrıca sayılmayıp kırağılı günlere dahil edilmektedir. Ancak kırağılı gün sayısının yanında bir parantez içinde jivr sayısı gösterilir.

- **Orajlı günler (9, [O]):** Bu sayılışlar oraj tablosundan gece yarısı (00⁰⁰-24⁰⁰)'e kadar esas alınarak yapılır. Görüş sahasında tespit edilen orajlar da, orajlı günlerden sayılır. Bir gün içerisinde birden fazla oraj kaydedilmiş ise bir gün olarak alınır.

- **Şimşekli günler (α):** Ay içerisinde gözlenen şimşekli günler sayısıdır. Aynı gün içerisinde hem oraj hem de şimşek tespit edilmişse böyle günler yalnız orajlı günlerden sayılır.

4.3.2. EN YÜKSEK KIYMETLER TABLOSU

- **Ay içerisindeki en çok yağış (mm):** Ay içerisindeki 24 saatlik günlük toplam yağışların, en yüksek miktarı ve günü yazılır.

- **Ay içerisindeki en yüksek kar örtüsü (cm):** Mevcut kar örtüsü sütunundan, en yüksek kar örtüsü değeri günü ile birlikte yazılır.

NOT: Buz iğnesi, pus, kuru duman, kar savruntusu, toz ve kum fırtınası, vergla, hale ve yağmur kuşağı gibi hadiseler sayılışlara girmezler.

Gün	24 Yağış Mikdarı mm. ve şekli				25 Kar örtüsü yüksekliği		26 YAĞIŞ Hadiselerin başlama ve nihayet bulma zamanları ve halleri (0 - 2)		27 MÜSAHADE Hadiselerin başlama ve nihayet bulma zamanları ve halleri (0 - 2)	
	(21-07) 07	(07-14) 14	(14-21) 21	(07-07) Toplam	Mevcut cm.	Yeni kar cm.				
1	2,5	0,4	7,7	2,5			•° 03 32 - 20 17 / *° 20 17 - 20 32 / *° 20 32 - 22 22 *° 22 22 - 24 00			
2	4,6	0,2	1,6	12,7	8	8	*° 00 00 - 02 22 / *° 02 22 - 21 22			
3	0,0			1,8		10				
4		0,2	3,6		9		*° 12 17 - 15 42 / *° 15 42 - 17 42 / *° 17 42 - 23 32 *° 23 32 - 24 00			=° 06 32 - 12 17 / +° 17 22 - 21 52
5	2,6	0,2	0,0	6,4	30	21	*° 00 00 - 00 32 / *° 00 32 - 08 22 / *° 16 52 - 17 22 *° 20 57 - 24 00			
6	0,6	0,2	0,2	0,8		20	*° 00 00 - 06 42 / *° 06 27 - 11 42 / *° 13 32 - 22 32 *° 23 42 - 24 00			
7	0,0			0,4		22	*° 00 00 - 01 22			=° 09 32 - 12 52 / =° 13 32 - 19 32
8	0,5	0,7	0,0	0,5		22	*° 03 42 - 04 52 / *° 05 52 - 17 47 / *° 20 42 - 24 00			
9	0,1			0,8		22	*° 00 00 - 00 42 / *° 03 52 - 05 52			
10						18				=° 07 52 - 09 52
Top lam	10,9	1,9	13,1	25,9	X	36				X
11						17				=° 08 22 - 10 22 / ∞° 10 22 - 17 22 / =° 17 22 - 24 00
12						15				=° 00 00 - 11 52 / ∞° 11 52 - 16 02 / =° 18 02 - 19 42 =° 19 42 - 24 00
13						15				=° 00 00 - 12 57 / =° 12 57 - 13 52 / ∞° 13 52 - 15 52 =° 15 52 - 24 00
14						12				=° 00 00 - 03 22 / =° 03 22 - 05 52 / U° 06 00 =° 09 52 - 24 00
15		0,0				10	▲° 12 47 - 13 17			=° 00 00 - 09 17 / U° 05 30 / =° 09 17 - 12 42 =° 12 42 - 24 00
16			0,0			10				=° 00 00 - 09 32 / =° 09 32 - 24 00
17						10				∞° 00 00 - 01 30 / =° 01 30 - 05 32 / =° 09 32 - 11 22 =° 11 22 - 16 32 / =° 16 32 - 23 22 / =° 23 22 - 24 00
18						9				=° 00 00 - 06 52 / =° 06 52 - 11 42
19			0,0			8	*° 14 17 - 14 42 / *° 19 42 - 21 42			=° 11 52 - 14 17 / ∞° 16 02 - 16 42 / =° 16 42 - 19 42 =° 22 42 - 24 00
20	0,4			0,4		8	▲° 02 02 - 02 42 / ▲° 21 42 - 22 17 / *° 22 17 - 24 00			=° 02 42 - 07 42 / =° 09 32 - 15 52 / =° 18 22 - 21 42
Top lam	0,4	0,0	0,0	0,4	X	1,0				X
21	0,1	0,4	0,1			7	*° 00 00 - 00 57 / *° 04 02 - 12 32 / *° 21 17 - 23 17 *° 23 17 - 24 00			=° 00 57 - 04 02
22	3,0	0,0		3,4		10	*° 00 00 - 00 17 / *° 00 17 - 00 57 / *° 01 42 - 01 57 *° 03 52 - 06 17 / *° 06 52 - 10 22			
23				0,0		10				
24						8				U° 06 30 / =° 06 42 - 11 22 / ∞° 11 22 - 14 32 =° 20 52 - 24 00
25						8				=° 00 00 - 06 42 / U° 06 00 / =° 06 42 - 10 52 =° 10 52 - 19 32
26						7				U° 06 30 / =° 07 32 - 13 02 / ∞° 13 02 - 14 02
27						6				U° 06 00 / =° 10 42 - 14 02 / ∞° 14 02 - 16 02 =° 16 02 - 24 00
28						6	▲° 21 02 - 23 30			=° 00 00 - 01 42 / =° 01 42 - 03 42 / =° 03 42 - 05 42 =° 05 42 - 06 22 / =° 06 22 - 10 52 / U° 06 22 =° 10 52 - 12 42 / =° 12 42 - 13 52 / =° 13 52 - 24 00
29	0,0	0,0	0,0			6	▲° 08 17 - 09 17			=° 00 00 - 04 57 / =° 04 57 - 06 17 / U° 06 30 =° 08 17 - 09 42 / =° 09 42 - 12 32 / =° 12 32 - 23 32 =° 23 32 - 24 00
30	0,0		0,0			6	▲° 03 22 - 04 57 / ▲° 05 42 - 06 32			=° 00 00 - 08 22 / =° 06 22 - 13 22 / =° 13 22 - 24 00
31						5				=° 00 00 - 13 52 / ∞° 13 52 - 15 57 / =° 15 57 - 16 42 =° 16 42 - 24 00
Top lam	3,1	0,4		3,5	X	4				
Ay İkl Top.	14,4	2,3	13,1	29,8	X	43 9	4,8	MAKSİMUM YAĞIŞ : 12,7 mm GÜNÜ : 2	MAKSİMUM KAR YAĞIŞI : 30 cm GÜNÜ : 5	

Tablo 4.5. Aylık cetvel

istasyon No : 17130		istasyon adı: ANKARA		yıl : 2002		ay : OCAK		sayfa no : 11					
günler	28			29 Oraj Rasatları							İZAHAT		
	☒ Yükse liği cm.	Kar Örtüsü Su Kıymeti mm.	Kar suyunun Kar örtüsüne nisbeti (yoğunluk)	Günü	istasyonda Rüyette şimşek hadisenin hali	gidiş istikameti	Müşahede Zamanları			Hadise esnasında rüzgarın			
							Başlangıç (ilk çok görünmesi)	Orain şiddetli zamanı	Orain bitmesi (en son çok görünmesi)	Estiği saat		istikameti	Şiddeti
1													
2	8	11,2	1,4										
3	10	12,6	1,3										
4													
5	30	30,0	1,0										
6	20	33,0	1,6										
7	22	32,0	1,5										
8													
9													
10	18	22,1	1,2										
TOPLAM	X	X	8,0										
11													
12	15	18,2	1,2										
13													
14	12	15,4	1,3										
15													
16													
17	10	12,9	1,3										
18													
19	8	10,1	1,3										
20			0,0										
TOPLAM	X	X	5,1										
21	7	12,6	1,8										
22													
23													
24	8	13,4	1,7										
25													
26	7	12,8	1,8										
27													
28	6	10,6	1,8										
29													
30													
31	5	9,2	1,8										
TOPLAM	X	X	8,9										
AYLIK TOPLAM	X	X	22,0										
ORTALAMA	X	X	1,5										
				EN YÜKSEK KIYMETLER				maks		günü			
				En çok yağış mm.				12,7		2			
				En Yüksek kar örtüsü cm.				30		5			
				GÜNLER SAYISI									
				Yağış 0.1 mm ve daha fazla						11			
				Yağış 1.0 mm ve daha fazla						5			
				Yağış 2.0 mm ve daha fazla						4			
				Yağış 2.6 mm ve daha fazla						3			
				Yağış 10.0 mm ve daha fazla						1			
				Yağış 50.0 mm ve daha fazla									
				Yağmur 0.1 mm. ve daha fazla									
				Kar * 0.1 mm. ve daha fazla						11			
				Kar Yağmur * 0,1 mm ve daha fazla									
				Karla örtülü ☁						30			
				Çiğentili ☁									
				Grezilli ☁☁☁						2			
				Dolulu ☁☁☁									
				Sisli ☁☁☁ (Rüyet 1000 metrenin altında)						11			
				Çiğli ☁									
				Kırağılı ☁ (V)						8			
				Orajlı ☁ ve rüyet sahasında orajlı ☁									
				Şimşekli ☁									

© DMI EBİM 2000

Tablo 4.6 Aylık cetvel

**MÜŞAHEDE YAĞIŞ VE ORAJ TABLOSUNDA KAYDEDİLEN
HADİSELER**

**Müşahede Tablosunda Kaydedilen
Hadiseler**

1	Çiy	X
2	Kırağı	-
3	Jivr	□
4	Sert Jivr	□
5	Kar yüksekliği	;
6	Yükseklerde kar	<
7	Vergla	⊞
8	Kar sürülmesi	⊙
9	Kar savruntusu	I
10	Sis	-
11	Gökyüzü görülebilen sis	
12	Sis yağmuru	-
13	Vadi sisi	⊞
14	Pus	Π
15	Kuru duman	Δ
16	Rüyette Yağmur	□
17	Rüyette kar	□
18	Taç	□
19	Hale	ι
20	Toz / kum fırtınası	T
21	Gökkuşağı	γ

**Yağış Tablosunda Kaydedilen
Hadiseler**

1	Buz iğnecikleri	B
2	Buz taneleri	β
3	Çisenti	3
4	Yağmur	4
5	Kar	5
6	Yağmur Sağanağı	{
7	Grezil	7
8	Dolu	8
9	Kar taneleri	≅
10	Rule kar	A
11	Kar - yağmur	Λ
12	Tipi	Φ
13	Kar sağanağı	□
14	Kar-yağmur sağanağı	□
15	Grezil sağanağı	⊞
16	Dolu sağanağı	υ
17	Dolu yağmur	ε

Oraj Tablosunda Kaydedilen Hadiseler

1	İstasyonda	9
2	Rüyette	Ω
3	Şimşek	α

Değerlendirme Soruları: (4.ünite)

1. Hidrometeorlar oluşum şekilleri açısından kaç gruba ayrılır?
2. Yağmurun kuvveti bıraktığı miktara göre nasıl belirlenir, açıklayınız?
3. Kar rasatları kaç şekilde yapılır?
4. Kar – su eş değeri rasadı hangi şartlarda yapılır, izah ediniz?
5. Kırağı ve Jivrin oluşumları arasındaki farkları açıklayınız?
6. Hava bulanıklığı yapan hidrometeorlar hangileridir?

5. ÜNİTE

BUHARLAŞMA VE RASATLARI



Hazırlık Çalışmaları:

1. Buharlaşma nedir?
2. Buharlaşmaya etki eden faktörler nelerdir, araştırınız?
3. Buharlaşma havuzu nasıl kurulur?
4. Buharlaşma havuzundan ölçüm nasıl yapılır?

5. BUHARLAŞMA VE RASATLARI

5.1. BUHARLAŞMA

Hidrolojik çevrimin önemli bir unsurunu teşkil eden buharlaşma, yeryüzünde sıvı ve katı halde değişik şekil ve şartlarda bulunan suyun meteorolojik faktörler etkisiyle atmosfere gaz halinde dönüşü olarak tarif edilir. Yeryüzünde su ihtiva eden her yüzey atmosferdeki su buharının kaynağıdır. Denizler, göller, akarsular, nemli topraklar, karla örtülü veya buzla kaplı yüzeyler, ormanlar, bitki örtüsüne sahip araziler üzerinde devamlı buharlaşma meydana gelmektedir (**Şekil 5.1.**).



Şekil 5.1. Buharlaşma

Suyun sıvı halden gaz haline geçişi “**evaporasyon**” (buharlaşma) olarak tanımlanırken, bitkilerden kök ve yaprakları vasıtasıyla meydana gelen su kaybına “**transpirasyon**” (terleme), bitkilerden ve civarındaki topraktan meydana gelen su kaybına ise “**evapotranspirasyon**” (buharlaşma + terleme) adı verilir.

5.1.1. BUHARLAŞMAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Su yüzeyi ve ıslak yüzeylerde meydana gelen buharlaşma devamlı bir harekettir. Su yüzeyini terk eden su buharı miktarı; birim saha üzerindeki havanın özelliklerine (meteorolojik şartlar), suyun ve çevrenin özelliklerine göre değişim gösterir. Suda meydana gelen bu değişiklik bir enerji etkisiyle olmaktadır. 1 gram suyun buhar haline gelebilmesi için 539-597 kalorilik ısıya ihtiyaç vardır. Buharlaşma; difüzyon, konveksiyon veya rüzgâr tesiriyle meydana gelir. Havanın buhar basıncı, su sıcaklığına paralel olarak doymuş buhar basıncının altına düşünceye kadar difüzyon olayı devam eder. Su havadan daha sıcak olduğu zaman konveksiyon hareketi başlar. Konvektif

kayıplar genellikle türbülans olduğu zaman etkili olan rüzgâr tesiriyle ortaya çıkmaktadır. Buharlaşma miktarına etki eden faktörleri genel olarak üç grupta inceleyebiliriz.

5.1.1.1. Meteorolojik Faktörler

Güneş radyasyonu, hava buhar basıncı, sıcaklık, basınç ve rüzgâr buharlaşmayı etkileyen önemli meteorolojik faktörler arasındadır.

a) Güneş Radyasyonu: Isının başlıca kaynağı güneşten gelen radyasyondur. Azalan veya artan ısı değişimleri, buharlaşma miktarı için önemli bir faktördür. Güneşten gelen enerji miktarı mevsime, günün saatine ve havanın bulutlu veya açık olmasına göre değişir. Radyasyon enerjisi, aynı zamanda enlem, yükseklik ve yöne göre de değişiklik gösterir.

b) Hava Buhar Basıncı: Buharlaşma, su yüzeyindeki buhar basıncı ile suyun üstündeki buhar basıncının arasındaki fark ile orantılıdır. Sudaki buhar basıncı (e_w), havadaki buhar basıncından (e_a) büyük olduğu müddetçe buharlaşma devam eder ve $e_w = e_a$ olunca buharlaşma durur. Buna göre hava buhar basıncı arttıkça buharlaşma miktarı azalır.

c) Sıcaklık: Doymuş buhar basıncı sıcaklığa bağlı olduğundan buharlaşma oranı, hava ve su sıcaklıklarından büyük miktarda etkilenir. Buharlaşmanın günlük ve yıllık değişimleri, sıcaklığın günlük ve yıllık değişmelerine çok benzer. Gün esnasında buharlaşma sabah saatlerinde minimum, öğleden sonra 12⁰⁰-15⁰⁰ saatleri arasında ise maksimum değerine ulaşır. Yine sıcaklıkla ilgili olarak buharlaşma soğuk mevsimde az, sıcak mevsimde fazladır.

d) Rüzgâr: Buharlaşmanın devam etmesi için difüzyon ve konveksiyon ile su buharının su yüzeyinden uzaklaşması gerekir. Bu durum havanın hareketi (rüzgâr) ile mümkündür. Rüzgâr hızı ne kadar fazla olursa buharlaşma o kadar fazla olur.

e) Basınç: Hava basıncı arttıkça birim hacimdeki molekül sayısı artar ve sudan havaya sıçrayan moleküllerin hava moleküllerine çarpıp yeniden suya dönmeleri ihtimali yükselmiş olduğundan buharlaşma azalır. Ancak bu etki diğerlerinin yanında önemsizdir. Yükseklikle basınç azaldığından, yüksek yerlerde buharlaşma fazlalaşır.

Coğrafi ve Topoğrafi Faktörler

Buharlaşma olayında buharlaşmanın gerekleŖeceėi bölgenin, oğrafik konumu ve güneşe karşı konumu önemli yer tutmaktadır.

a) Enlem: Özellikle serbest su yüzeylerinden meydana gelen buharlaşma miktarının enlem derecelerine göre değişmekte olduğu tespit edilmiştir.Farklı enlem derecelerine sahip bölgelerde açık su yüzeyinde meydana gelen yıllık ortalama buharlaşma miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir (**Tablo 5.1.**).

Enlem Derecesi	Ortalama Buharlaşma (mm/yıl)
00- 100 (Ekvator Bölgesi)	1150
100- 300 (Alize Bölgesinde)	2250
300 - 400 arası	1600
400 - 500 arası	1000
500 - 600 arası	450

Tablo 5.1. Serbest su yüzeyinde buharlaşma miktarının enlemlere göre değişimi

b) Yükseklik: Diğer faktörler değişmediği taktirde yükseklik arttığa buharlaşma miktarı artar. Çünkü yükseldikçe hava basıncı azalır. Diğer taraftan yükseldikçe havanın sıcaklığı azalacağından buharlaşma miktarı da azalır. Fakat bu azalma hava basıncından ileri gelen çoğalmayı telafi edemediğinden yükseldikçe buharlaşmanın az bir miktar arttığı kabul edilir.

c) Bakı: Güneye ve Batıya bakan yamaçlardaki sular güneş ışınlarına daha çok maruz olduklarından buharlaşma Kuzey ve Doğuya bakan yamaçlara göre daha fazla olur.

5.1.1.3. Suyun Kalitesi ve Bulunduğu Ortam İle İlgili Faktörler

Su kütlesinin büyüklüğü, tuzluluk durumu, bulanıklılığı ve hareketliliği buharlaşma miktarı üzerinde etkilidir.

a) Su Kütlesinin Büyüklüğü: Derin su kütleleri hava sıcaklığındaki değişimlere geç uyarlar. Bu sebeple derin sularda buharlaşma, sığ su kütlelerine göre yazın daha az, kışın daha çok olur.

b) Tuz Durumu: Tuzlu sular, tatlı sulara göre daha az buharlaşır. Çünkü suda erimiş tuzlar buhar basıncını azaltır.

c) Kirlenme: Durgun su yüzeyinde biriken yabancı maddeler toz veya yağ tabakaları, buharlaşma oranına olumsuz etki yapar.

d) Dalgalı ve hareket halindeki su: Akan sulardaki buharlaşmanın durgun sulardaki buharlaşmadan % 7 ile % 9 oranında yüksek olduğu araştırmalarla bulunmuştur.

5.2. BUHARLAŞMA RASATLARI

Buharlaşma miktarları direkt olarak aletlerle ölçülür veya ampirik formüller kullanılarak hesaplanır. Don mevsimi boyunca buharlaşma ölçüm aletlerinin kullanılmaması nedeniyle, bu mevsimdeki buharlaşma miktarlarının bulunmasında ampirik formüllerden faydalanılır. Çok sayıda ampirik formül bulunmasına rağmen, en çok kullanılan ampirik metodlar, Penman, Thornwait, Blaney-Criddle, formülleridir.

Buharlaşma rasatları ülkemizde sadece büyük klima istasyonlarında yapılmakta olup, **gölgede ve açık su yüzeyinde** olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

a) Gölgedeki (kapalı siperdeki) buharlaşma: Bu ölçümün yapılmasında, rasat parklarına kurulan direkt güneş ışınlarına, yağmura ve rüzgâra maruz kalmayan 1.25-2 m yükseklikteki kapalı siperlerinin içine konulan buharlaşma ölçen aletlerden faydalanılır.

b) Açık su yüzeyindeki buharlaşma: Rasat parklarına yerleştirilen buharlaşma havuzlarından yararlanılarak ölçüm yapılır.

Gerek kapalı ortamdaki gerekse açık su yüzeyindeki buharlaşma miktarı ölçüm rasadı, don mevsiminin başlamasıyla birlikte sonlandırılır. Hidrolojik ve hidrometeorolojik çalışma ve uygulamalarda açık su yüzeyinden yapılan ölçümler tercih edilmektedir. Bunun sebebi hidrolojik çevrimin basamaklarından biri olan açık su yüzeylerindeki buharlaşma miktarını, buharlaşma havuzlarından yapılan ölçümler daha iyi temsil etmektedir.

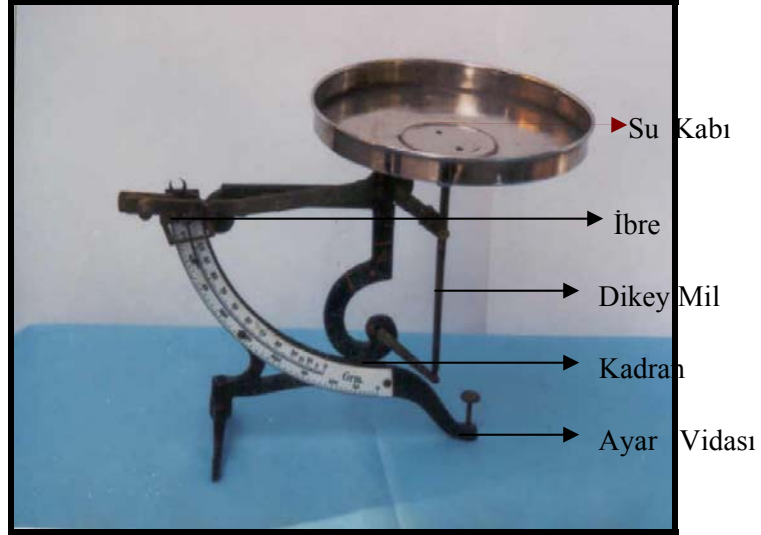
5.3. BUHARLAŞMA MİKTARI ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN ALETLER

5.3.1. Kapalı Siperdeki (Gölgedeki) Buharlaşma Miktarını Ölçen Aletler

Gölgedeki buharlaşma miktarı ölçümünde Wild ve Piche evaporimetreleri kullanılmaktadır. Bu aletler rasat parkı içindeki siper içerisine konmakta ve 07⁰⁰, 14⁰⁰ ve 21⁰⁰ rasat saatlerinde ölçümleri yapıp kaydedilmektedir. Wild ve pich aletinden okunan buharlaşma değerleri klimatolojik rasat el defterinin “**buharlaşma**” bölümüne kaydedilir.

5.3.1.1. Wild Evaporimetresi

Wild evaporimetresi, terazi esasına göre çalışan bir alettir (**Şekil 5.2.**). Bu alet başlıca; su kabı, dikey mil, hareket eden ibre ve ibrenin üzerinde hareket ettiği taksimatlı kadrandan oluşmaktadır. Alet üç ayak üzerine tespit edilmiştir. Alet servise konduğu zaman ayakların biri üzerinde bulunan ayar vidası ile düzgünlüğünün sağlanması gerekir. Bunun için su kabı boş durumda iken ibre ile kadran üzerinde bulunan ok (↕) işareti ile aynı hizaya gelecek şekilde ayarlama yapılır. Böylece aletin düzgünlüğü sağlanmış olur.



Şekil 5.2. Wild evaporimetresi

Wild aletinde içine su konulan kabın havaya açık olan yüzeyinin alanı 250 cm^2 yani $1/40 \text{ m}^2$ ölçüsündedir. Alet su kabında bulunan suyun buharlaşması ve buharlaşan su miktarının, su kabına bağlı ibre vasıtasıyla mm taksimatlı kadrana üzerine yansıtılması esasına göre çalışır. Su kabından 25 gram suyun buharlaşması, 1 m^2 'lik alanda 1 mm yüksekliğindeki suyun buharlaşmasına karşılık gelir. Su kabına konulacak suyun kireçsiz, temiz ve berrak olması gerekir. Bunun içinde saf su veya yağmur suyu kullanılmalıdır. İki rasat zamanı arasında, su kabının bağlı bulunduğu milin altına bir takoz konur. Bu takoz sayesinde, buharlaşma sonucunda veya hafif rüzgâr nedeniyle meydana gelecek sarsıntıdan aletin dikey mili ve ibresi korunmuş olur.

Kadrana, metrekaredeki buharlaşma miktarını mm cinsinden verecek şekilde taksimatlandırılmıştır. Buharlaşma miktarını kadrana üzerinden milimetrenin onda birine kadar okumak mümkündür.

5.3.1.1.1. Wild Evaporimetresi ile Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi

Wild evaporimetresi ile buharlaşma ölçümleri 07^{00} , 14^{00} ve 21^{00} rasatlarında yapılır. Aletin bulunduğu siperin kapağı dikkatli bir şekilde açılmalıdır. Kapağı açarken siperi sarsmamak gerekir. Dikey milin altına konan takoz yavaşça çekilir ve ibre serbest bir hale getirilir. İbre kadrana üzerinde biraz titreşim yapar. Bu titreşimin durmasını beklemek ve ondan sonra ibrenin kadrana üzerinde gösterdiği değeri okumak gerekir. Rasat anında okunan değer milimetrenin onda birlerine kadar rasat el defterinin 15 no'lu

buharlaşma tablosunun wild bölümünün altındaki **okunan** hanesine kayıt edilir. Okunan bu değer ile bir önceki rasatta okunan değer arasındaki fark bulunur. Bulunan bu fark rasat yapılan saatin **buharlaşan** hanesine kaydedilir.

07⁰⁰ rasadına ait buharlaşma miktarı: Bir gün önceki 21⁰⁰ rasadı ile o günün 07⁰⁰ rasadında okunan değer arasındaki fark.

14⁰⁰ rasadına ait buharlaşma miktarı: 07⁰⁰ rasadında okunan değer ile 14⁰⁰ rasadında okunan değer arasındaki fark,

21⁰⁰ rasadına ait buharlaşma miktarı: 14⁰⁰ ila 21⁰⁰ rasadında okunan değer arasındaki farktır.

Rasat anında ibrenin 11-12 milimetre kadar indiği görüldüğü zaman rasadı takiben kaba su konur. Kaba su koyarken ibrenin sıfır çizgisinden yukarı çıkmamasına dikkat edilmelidir. Su ilave edildikten sonra ibre tam sıfır noktası üzerinde veya sıfırın altındaki bölümlerden (taksimatin) kaçınıcı rakamı üzerinde kaldı ise o miktar gelecek rasat için bir başlangıç değeri olur.

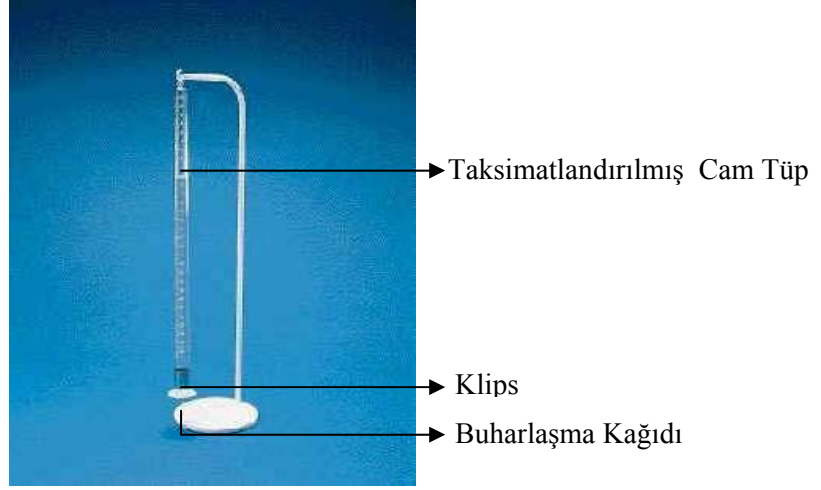
Örnek: 14⁰⁰ rasat saatinde aletten okunan değer 12.4 mm olsun. Okuma işleminden hemen sonra alete su ilavesi yapılmış ve ibrenin 0.4 mm'de durduğu kabul edilsin. 21⁰⁰ rasadında aletten okunan değer 3.8 mm olması durumunda, 21⁰⁰ rasat saatindeki buharlaşma miktarı,

$$3.8 - 0.4 = 3.4 \text{ olarak bulunur.}$$

07⁰⁰, 14⁰⁰ ve 21⁰⁰ rasatlarındaki buharlaşma miktarlarının toplamı o günün **toplam** hanesine kaydedilir.

5.3.1.2. Piche (Piş) Evaporimetresi

Bu alet bir tarafı kapalı, üzerinde taksimatu bulunan 14 milimetre çapında cam tüpten yapılmış bir alettir. Taksimatlarda milimetre ve ondalıklarını gösterir şekilde düzenlenmiş olup, taksimat değerleri yukardan aşağıya doğru büyür. Aletin alt ve üst kısmında taksimat olmayan kısımlar vardır. Bu alet genellikle, bitkilerde yapraklar aracılığıyla meydana gelen buharlaşma miktarını ölçmek için kullanılır (**şekil 5.3.**).



Şekil 5.3. Piche evaporimetresi

Rasada başlamadan tüpün içine saf su konulur. Aletin açık ucunda bilezik ile cam tüpe bağlı bir klips bulunur. Bu klips aletin açık yüzüne konulacak özel buharlaşma kağıdını tutturmaya yarar. Buharlaşma kağıdı daire şeklinde olup tüp içerisindeki suyu emerek buharlaşmayı sağlar. Yüzey alanı 7 cm^2 'dir. Buharlaşmanın kuvvetli olduğu yerlerde, tüpteki suyun emilmesini kolaylaştırmak ve kağıdın kurummasını önlemek için kağıdın orta noktasından iğne ile delinmesi gerekir. Kağıdın kirlenmesi su geçirgenliğini azaltacağı için bu durumda kağıdın değiştirilmesi gerekir. Piche evaporimetresi don mevsimi süresince rasattan kaldırılır.

5.3.1.2.1. Pich Evaporimetresi ile Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi

Piche evaporimetresi ile buharlaşma rasatları 07^{00} , 14^{00} ve 21^{00} saatlerinde olmak üzere günde üç defa yapılır. Aletin ilk rasada bulunduğu zaman okunan değer başlangıç noktası kabul edilerek bunu takip eden rasatta okunan değer arasındaki fark iki rasat arasındaki buharlaşma miktarını verir. Rasat kayıtları Wild evaporimetresi değer kayıtları gibi yapılır.

Evaporimetre içindeki suyun miktarı buharlaşma ile azalacağından herhangi bir aksamaya meydan vermemek için, tüp içinde 5 milimetre su kalması halinde alete rasattan sonra su ilave edilir. Üç rasat süresince meydana gelen buharlaşma değerlerinin toplamı, günlük toplam buharlaşma miktarını verir. Wild ve piche ile yapılan buharlaşma rasatlarının değerlendirilmesine ait birer örnek verelim:

Örnek 1: Bir gün evvelki 21⁰⁰ rasadında Wild evaporimetresinden okunan değer 3.2, o günün 07⁰⁰ rasadında Wild evaporimetresinden okunan değerde 3.8 olsun. 07⁰⁰ rasadındaki buharlaşma miktarını bulmak için iki değer arasındaki farkı alırız.

Buharlaşma miktarı: $3.8 - 3.2 = 0.6 \text{ mm}$ olur. Bulunan bu değer rasat el defterinin 15 no'lu bölümündeki wild buharlaşma miktarı hanesine 07⁰⁰ rasadının buharlaşma miktarı olarak kaydedilir.

Örnek 2: 07 rasadında piche evaporimetresinden okunan değer 7.6 mm ve 14⁰⁰ rasadında piche evaporimetresinden okunan değer 10.0 mm olsun.

Buharlaşma miktarı: $10.0 - 7.6 = 2.4 \text{ mm}$ olur. Bulunan bu değer rasat el defterinin 15 no'lu bölümündeki piche buharlaşma miktarı hanesine 14⁰⁰ rasadının buharlaşma miktarı olarak kaydedilir. Rasatta okunan değerlerin ve bulunan buharlaşma değerlerinin rasat el defterine kaydı aşağıdaki şekilde yapılır (**Tablo 5.2.**).

Rasat saati	BUHARLAŞMA (15)			
	Wild		Piche	
	Okunan	Buharlaşma	Okunan	Buharlaşma
	* 3,2		* 6,6	
07 ⁰⁰	3,8	0,6	7,6	1,0
14 ⁰⁰	5,6	1,8	10,0	2,4
21 ⁰⁰	6,8	1,2	11,6	1,6
Toplam	X	3,6	X	5,0
* Bir gün önceki 21 ⁰⁰ rasadında okunan değer.				

Tablo 5.2 Wild ve Piche evaporimetrelerinin buharlaşma değerlerinin kaydedilmesi

Wild ve piche evaporimetrelerinin yazıcıları da vardır. Yazıcı aletler üzerine takılan haftalık diagraamlardan saatlik buharlaşma miktarlarını ölçmek ve takip etmek mümkün olmaktadır. Aşağıda wild aletinin yazıcısının şekli verilmiştir (**Şekil 5.5.**).



Şekil 5.5. Wild evaporigrafı

Açık Su Yüzeyindeki Buharlaşma Miktarı Ölçümünde Kullanılan Aletler

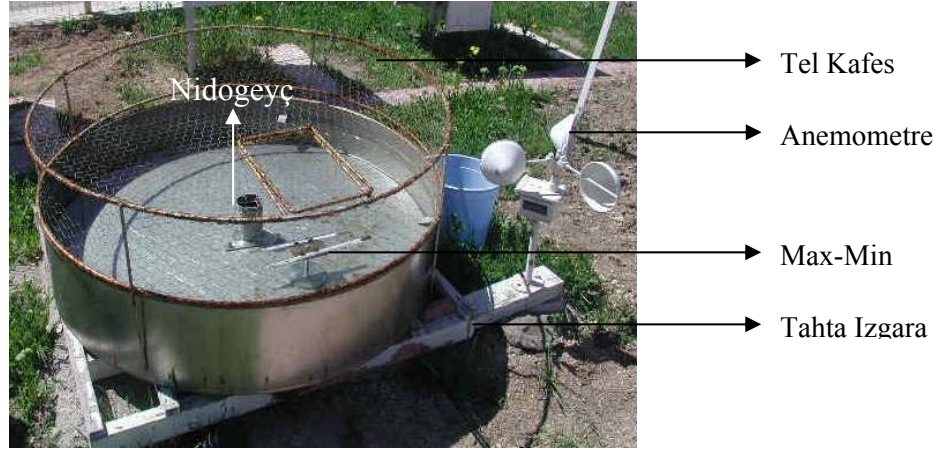
Açık su yüzeyindeki buharlaşma miktarı ölçümünde, bu rasadı yapan istasyonlarımızın tümünde Class A Pan tipi yuvarlak buharlaşma havuzları kullanılmaktadır. Daha önce kullanılan dört köşe buharlaşma havuzlarının tümü servisten kaldırılmıştır. Açık su yüzeyindeki buharlaşma rasat kayıtları, bu rasadı yapan her istasyonda bulunan buharlaşma el defterine yapılmaktadır.

Buharlaşma Havuzları (Class A Pan)

Galvaniz sac veya paslanmaz çelikten yapılmış, silindir biçimindeki yuvarlak buharlaşma havuzlarıdır. Çapları 112.9 cm veya 120.7 cm olup, 25.4 cm derinliğe sahiptirler (**Şekil 5.6.**). Buharlaşma havuzları rasat parklarının yağış, rüzgâr ve güneş almaya müsait yerlerine kurulur.

Havuz kurulurken; seçilen yerde normal zemin üzerine 10 ila 15 cm yükseklikte toprakla doldurma yapılır. Havuz ile dolgu toprak arasına, yağış sularının havuzun dibini çürütmemesi ve hava akımının sağlanması için tahta bir ızgara yerleştirilir. Havuz bu ızgara üzerine konur. Ölçümlerin doğru yapılabilmesi için havuzun, su terazisi ile düzgünlüğünün kontrol edilmesi gerekir. Havuzun üzeri, kuşların su içmesini, yıkanmasını ve içerisine çöp girmesini engellemek amacıyla ince telden örülmüş bir tel kafesle kapatılır. Havuz içerisinde nidoğeyç (dalgakıran ve su seviye göstericisi) ile maksimum ve minimum termometreler veya Bellani termometresi (maksimum,

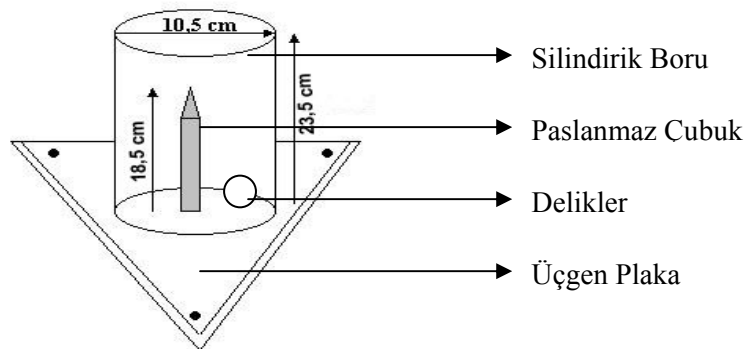
minimum ve aktüel sıcaklıkları birlikte gösteren termometreler) bulunur. Havuzun yanında da tahta ızgara üzerinde 30 cm yüksekliğe monte edilen bir anemometre bulunur.



Şekil 5.6. Buharlaştırma havuzu

Nidogeyç 10.5 cm çapında ve 23.5 cm uzunluğunda metalden yapılmış silindirik bir boru olup, bu boru üçgen şeklindeki bir plakanın ortasına kaynakla sabitlendirilmiştir.

Borunun merkezi noktasına 18.5 cm uzunluğunda paslanmaz sivri uçlu bir çubuk üçgen plakanın altından somunla tutturulmuştur. Silindir şeklindeki borunun dibine yakın kısımlarında çeşitli delikler bulunur, bu sayede havuzdaki su ile boru içindeki suyun irtibatı sağlanır. Üç köşe plakanın köşelerine konulan vidalar yardımı ile dalgakıranın tesviyesi sağlanır (Şekil 5.7.). Nidogeyç, havuzun kuzey kısmına ve havuz kenarından 30 cm kadar içeride bir yere konur.



Şekil 5.7. Nidogeyç (Dalgakıran ve su seviye göstericisi)

5.3.2.1.1. Havuzdan Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi

Buharlaşma ölçüm ve analizleri birçok alanda kullanılmaktadır. Su kaynaklarının yönetilmesi ve geliştirilmesi çalışmalarında çok önemli bir faktördür. Barajlar, su depoları, havuzlar, su bentleri, göletler, kanalların planlanmasında ve sulama projelerinde buharlaşma rasat ve analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Açık su yüzeyindeki buharlaşma rasadı her sabah 07⁰⁰ rasadında da olmak üzere günde bir defa yapılır. İlk defa buharlaşma rasadına başlarken (don mevsimi bittikten sonra), 07⁰⁰ rasat saatinde nidoğeyçin ortasındaki sivri uç seviyesine kadar, havuz temiz su ile doldurulur. Havuz suyu sıcaklık ölçümünde kullanılan termometreler irca edilerek havuz içindeki mesnetlerine yerleştirilir. İlk gün buharlaşma miktarı ölçülemez. Ertesi gün ölçü kabı ile havuza buharlaşan su miktarı kadar su ilave edilir. Havuzdaki su seviyesi sivri uç hizasına gelinceye kadar su koyma işlemine devam edilir. Havuza ilave edilen su miktarı bir gün önceki 07⁰⁰ rasadından rasat yapılan günün 07⁰⁰ rasadına kadar olan 24 saatlik buharlaşma miktarına karşılık gelir. Havuza konan bu miktar buharlaşma el defterindeki, havuza konulan su hanesine yazılır. Bu durum yağış olmadığı günler için geçerlidir. Yağışlı günlerde buharlaşma miktarının bulunması aşağıda detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Havuza su ilavesinde veya yağış miktarının buharlaşma miktarından çok olduğu günlerde havuzdan su çıkarma işleminde, 1 veya 2 litrelik ölçü kapları veya cm³ taksimatlı ölçekler kullanılır. Ölçü kapları ile ölçme işi yapılırken, ölçek düz bir yere konulur ve suyun kap içinde gösterdiği taksimat okunur. Açık su yüzeyindeki buharlaşma rasatlarında havuza ilave edilen veya çıkarılan su miktarı, aylık buharlaşma kartına ve yıllık buharlaşma el defterine litre olarak kaydedilirken, günlük buharlaşma miktarı mm cinsinden kaydedilir. İstasyonlarımızda kullanılan litre taksimatlı ölçekler mm olarak da taksimatlandırılmıştır.

112.9 cm çaplı havuzlarda 1 litrelik su ilavesi 1 m²'lik alanda 1 mm yüksekliğinde suyun buharlaşmasına karşılık gelirken, 120.7 cm çaplı havuzlarda 1 litrelik su ilavesi 1 m²'lik alanda 0.8 mm yüksekliğindeki suyun buharlaşmasına karşılık gelir. Havuza düşen yağış plüviometreden **mm** olarak ölçüldüğüne göre, farklı birimlere sahip bu aletlerle yapılan ölçüm neticesinde buharlaşma değerinin nasıl bulunduğu aşağıdaki örnekte gösterilmiştir:

Örnek: Havuza konulan su: 4 litre (4000 cm³)
Havuzun ağız alanı: 1 m² (112.9 cm çaplı havuz için)

$$\text{Yükseklik} = \frac{\text{Hacim}}{\text{Alan}} \Rightarrow h = \frac{4000 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^2}$$

$$4000 \text{ cm}^3 = 4000 \text{ 000 mm}^3 \quad 1 \text{ m}^2 = 1000 \text{ 000 mm}^2$$

$$h = \frac{4000 \text{ 000 mm}^3}{1000 \text{ 000 mm}^2} = \mathbf{4.0 \text{ mm.}}$$

1 litrelik ölçü kabı ile 1 m² ağız alanına sahip buharlaşma havuzuna konulan 4 litrelik suyun 4.0 mm'ye karşılık geldiği görülüyor. Bu nedenle milimetre olarak ölçülen yağış suyu ile litrelik ölçü kabından okunan havuz suyunun aritmetik olarak toplanıp çıkarılmasının mümkün olduğu görülür.

Son zamanlarda, 120.7 cm çaplı yeni havuzlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu havuzların ağız alanı 1 m²'den fazladır. Bu havuzlara, 1 litrelik ölçü kabıyla su ilavesi 1 m²'lik alanda 0.8 mm'lik yüksekliğe karşılık gelmektedir.

Açık su yüzeyindeki buharlaşma rasadı yapılırken değişik durumlarla karşılaşılabilir. Bu durumlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Yağış olmadığı durumlarda: Yağış kaydedilmeyen günlerde buharlaşma rasadı yapılırken havuzdaki su seviyesi, nidogeyçteki sivri uç hizasına gelinceye kadar ölçü kabı ile havuza su ilave edilir. Havuza ilave edilen bu miktar aynı zamanda 24 saatlik buharlaşma miktarını verir.

Örnek: Yağış kaydedilmeyen bir günde, 1 litrelik (1000 cm³) ölçü kabı ile havuza 4.3 litre (4300 cm³) su ilave edilmiş olsun. Buharlaşma el defterindeki o günün “**havuza konulan su**” hanesine 4.300 ve “**24 saatlik buharlaşma**” hanesine de 4.3 yazılır (**Tablo 5.3.**).

24 Saatlik Buharlaşma (mm)	Buharlaşma Hesapları		
	Yağış Miktarı (mm)	Havuzda Konan Su (litre)	Havuzdan Çıkarılan Su (litre)
4.3		4.300	

Tablo 5.3. Yağışsız günlerde buharlaşma miktarının el defterine kaydı

2. Yağış olup ta havuzdaki suyun seviyesi sivri uçtan aşağıda kaldığı durumlarda: Bu durumda da yağış olmamış gibi hareket edilerek, sivri uç seviyesine kadar ölçüle havuza su ilave edilir. Aynı zamanda plüviometreden ölçülen 24 saatlik toplam yağış miktarı da defterdeki “yağış miktarı” hanesine yazılır. 24 saatlik yağış ile havuza konulan su miktarı toplanarak 24 saatlik buharlaşma değeri bulunur ve buharlaşma el defterindeki hanesine kaydedilir.

Örnek: Havuza konulan su miktarı 5.6 mm (5600 cm³), 24 saatlik toplam yağış miktarı 1.6 mm olsun. 24 saatlik buharlaşma miktarı;

$5.6 + 1.6 = 7.2$ mm olarak buharlaşma el defterine kaydedilir (**Tablo 5.4.**)

24 Saatlik Buharlaşma (mm)	Buharlaşma Hesapları		
	Yağış Miktarı (mm)	Havuza Konan Su (litre)	Havuzdan Çıkarılan Su (litre)
7.2	1.6	5.600	

Tablo 5.4. Yağışlı günlerde buharlaşma miktarının el defterine kaydı

3. Yağış olup ta havuzdaki su seviyesi sivri uç hizasında bulunduğu durumlarda: Bu durumda havuza su koymak veya su çıkarmak gerekmediğinden buharlaşma el defterindeki yerleri boş bırakılır. Yalnız ölçülen 24 saatlik toplam yağış, buharlaşma el defterindeki hanesine yazılır. Bu yağış miktarı aynı zamanda 24 saatlik buharlaşma değerine eşit olacağından buharlaşma hanesine de aynı değer kaydedilir.

Örnek: Ölçülen 24 saatlik toplam yağış 9.0 mm ve 07⁰⁰ rasat saatinde havuzdaki su seviyesi sivri uç hizasında olması nedeniyle havuza, su ilavesi veya havuzdan su çıkarma işlemi yapılmamış ise günlük buharlaşma değeri 9.0 mm'dir (**Tablo 5.5.**)

24 Saatlik Buharlaşma (mm)	Buharlaşma Hesapları		
	Yağış Miktarı (mm)	Havuza Konan Su (litre)	Havuzdan Çıkarılan Su (litre)
9.0	9.0		

Tablo 5.5. Yağış miktarının buharlaşmaya eşit olduğu durum

4. Yağış olup ta havuzdaki su seviyesinin sivri ucun üstüne çıktığı durumlarda: Bu durumda havuzdaki su seviyesi sivri uç hizasına gelinceye kadar ölçü kabı ile havuzdan su alınır ve alınan suyun toplamı, buharlaşma el defterindeki “**havuzdan çıkarılan su**” hanesine kaydedilir. Plüviometreden ölçülen 24 saatlik yağış miktarı da yerine yazılır. 24 saatlik toplam yağış miktarından, havuzdan alınan toplam su miktarı çıkarılarak, 24 saatlik buharlaşma miktarı bulunur.

Örnek: Havuzdan çıkarılan su miktarı 27.7 mm, 24 saatlik toplam yağış miktarı 36.2 mm olsun. 24 saatlik buharlaşma miktarı; $36.2 - 27.7 = 8.5$ mm olarak bulunur ve buharlaşma el defterine aşağıdaki şekilde kaydedilir (**Tablo 5.6.**).

24 Saatlik Buharlaşma (mm)	Buharlaşma Hesapları		
	Yağış Miktarı (mm)	Havuzda Konan Su (litre)	Havuzdan Çıkarılan Su (litre)
8.5	36.2		27.700

Tablo 5.6. Yağış miktarının sivri ucu geçtiği durum

5. Şiddetli yağıştan dolayı havuzdaki suyun taştığı durumlarda: Rasatçı tarafından havuzun taşmasını engellemek için, fazla miktar bırakan şiddetli yağışlarda, rasat saati beklenmeden ölçülü kapla havuzdan taşmayı önleyecek miktarda su alınır ve defterin notlar hanesine kaydedilir. Rasat zamanı sivri uç hizasına gelinceye kadar ölçülerek tekrar havuzdan alınan su miktarı ile önceki miktar toplanıp havuzdan alınan su hanesine yazılır. Bu şekilde havuzun taşması önlenerek o güne ait buharlaşma değeri kaybolmamış olur. Havuzun taşması durumunda havuzdaki su, sivri uç hizasına gelinceye kadar ölçülmeden dışarı atılır. 24 saatlik toplam yağış miktarı defterdeki hanesine yazılır, o güne ait buharlaşma hanesi boş bırakılır ve aynı günün notlar hanesine “**havuz taşmıştır**” diye not düşülür.

Örnek: 24 saatlik yağış miktarı 84.3 mm olarak ölçülmüş ve havuz bu yağıştan dolayı taşmış ise kaydı aşağıdaki şekilde yapılır (**Tablo 5.7.**).

24 Saatlik Buharlaşma (mm)	Buharlaşma Hesapları			NOTLAR
	Yağış Miktarı (mm)	Havuzda Konan Su (litre)	Havuzdan Çıkarılan Su (litre)	
	84.3			Havuz taşmıştır.

Tablo 5.7. Şiddetli yağış nedeniyle havuzun taştığı durum

6. Havuzdaki su, soğuk havalarda buz tuttuğu durumlarda: Su yüzeyi ince tül şeklinde bir buzla kaplanmışsa bir çubukla bu ince buz kırılıp suyun içine batırılarak erimesi sağlanır ve normal şekilde buharlaşma rasadı yapılır. Buz tabakası kırılmayacak kadar kalırsa havanın ısınıp buzun kendiliğinden erimesi için birkaç gün beklenir 24 saatlik buharlaşma miktarları ölçülemez. Ölçüm yapılamayan bu günlerin notlar bölümüne “**havuz donmuştur**” notu düşülür. Bu devrede plüviometreden ölçülen günlük toplam yağışlar defterdeki yerlerine yazılır. Havuzdaki buz eridikten sonra, yukarıda izah edilen durumlardan hangisine uygunsa ona göre işlem yapılır. Rasat yapılmayan birkaç gündeki yağışların toplamı rasadın yapıldığı günde ölçülmüş gibi işleme tabi tutulur, bulunan buharlaşma miktarı da rasat yapılmamış olan birkaç günün toplam buharlaşmasını verir. Bu durumda buzlu günlerdeki günlük buharlaşma değerleri bulunamadığından o ayın sadece aylık buharlaşmasından istifade edilebilir.

Örnek: Ayın 5, 6 ve 7. günlerinde havuz donmuş ve 8. gün don olayı ortadan kalkmış ve ayın 5. gününde 1.4 mm, 7. gününde 2.4 mm yağış kaydedilmiş ise bu durumda şu şekilde hareket edilir:

Öncelikle don periyodundaki yağış miktarı 8. günde yağmış gibi kabul edilir. Bu durum göz önünde bulundurularak havuzdan su çıkarılır veya su ilave edilip yukarıdaki şartlardan hangi durum mevcut ise ona göre hareket edilir. Örneğimizde 8 gün havuza konan su miktarı 3.0 mm ve yağış miktarı da 3.8 mm (1.4 + 2.4) olduğuna göre 8. gün kaydedilecek buharlaşma miktarı $3.8 + 3.0 = 6.8$ mm olarak bulunur.

Bulunan bu miktar ayın 5, 6, 7 ve 8. günlerinde oluşmuş 4 günlük buharlaşma miktarını temsil eder. Bu durum rasat cetveline aşağıdaki gibi kaydedilir (**Tablo 5.8.**).

GÜNLER	24 Saatlik Buharlaşma (mm)	Buharlaşma Hesapları			NOTLAR
		Yağış Mik. (mm)	Havuza Konan Su (litre)	Havuzdan Çıkarılan Su (litre)	
5		1.4			HAVUZ DONMUŞTUR
6					HAVUZ DONMUŞTUR
7		2.4			HAVUZ DONMUŞTUR
8	6.8		3.000		

Tablo 5.8. Havuzun donduğu durum

5.3.2.1.2. Açık Su Yüzeyindeki Buharlaşma Miktarı Ölçümünde Yapılan Diğer Rasatlar

Açık su yüzeyindeki buharlaşma rasadı yapılırken, buharlaşmada etkili olan diğer meteorolojik faktörlerin de rasatları yapılmakta ve bu rasatlar ,rasat el defteri ile aylık buharlaşma kartına kaydedilmektedir. Açık su yüzeyindeki buharlaşma miktarı ölçümünde kaydı yapılan diğer rasatlar şunlardır:

1. Bulutluluk Rasatları
2. Rüzgâr Rasatları
3. Sıcaklık Rasatları

5.3.2.1.2.1. Bulutluluk Rasatları

Buharlaşma miktarına etki eden faktörlerden en önemlisi güneş ışınları olduğu için buharlaşma rasatlarına ilaveten gün içerisindeki 07⁰⁰, 14⁰⁰ ve 21⁰⁰ klima rasat saatlerinde gözlenen ve klimatolojik rasat el defterine kaydedilen bulutluluk miktarları,aynen buharlaşma el defterindeki bulutluluk hanesine kaydedilir. Günlük ve aylık kapalılık ortalamaları da hesaplanıp ilgili haneye kaydedilir (**Tablo 5.9.**).

BULUTLULUK			
07 ⁰⁰	14 ⁰⁰	21 ⁰⁰	Günlük Ortalama
6	3	4	4.3

Tablo 5.9. Bulutluluk rasatlarının kaydı

5.3.2.1.2.2. Rüzgâr Rasatları

Buharlaşma değerine etki eden diğer bir faktörde rüzgârdır. Bu bakımdan açık su yüzeyindeki buharlaşma miktarı ölçülürken, günlük ortalama rüzgâr hızının da tespit edilerek buharlaşma el defterine kaydedilmesi gerekir. Rüzgâr rasadı için havuzun altındaki tahta ızgaranın üzerine monte edilen 30 cm yüksekliğe sahip anemometre değerlerinden yararlanılır. Buharlaşma havuzunun servise konduğu ilk gün buharlaşma rasadı yapılmazken, anemometre sayacından 07⁰⁰ rasat saatinde okunan değer buharlaşma el defterine not edilmesi gerekir. Böylece ertesi gün günlük farkı bulmak mümkün olur. Anemometre üzerinden 07⁰⁰ rasadında okunan 6 rakamlı değer,

buharlaşma el defterindeki rüzgâr bölümünün “**okunuş**” hanesine yazılır. Ertesi gün aynı saatte anemometrenin gösterdiği değer okunur ve aynı şekilde okunuş hanesine yazılır. Rasat günü okunan değer ile bir gün önceki okunan değer arasındaki fark bulunur. Dekametre cinsinden olan bu değer sonuna sıfır ilave edilerek metreye dönüştürölür ve rüzgâr bölümünün “**günlük fark**” hanesine yazılır. Daha sonra bu değer 24 saatin saniye karşılığı olan 86400’e bölünerek rüzgârın 24 saatlik ortalama hızı, metre/saniye (m/sn) olarak bulunur ve ondalıklı olarak “**günlük ortalama hız**” hanesine kaydedilir.

Eğer buharlaşma havuzunun yanında, 30 cm yükseklikte anemometre aleti yoksa bunun yerine rasat parkındaki 200 cm yükseklikteki sabit anemometre değerlerinden yararlanılır. Bu durumda 07⁰⁰ rasat saatinde sabit anemometre sayacından okunan değer buharlaşma el defterindeki okunan hanesine kaydedilir. Kaydedilen bu değer ile bir gün önceki okunan değer arasındaki fark bulunur ve sonuna 0 eklenerek günlük fark hanesine kaydedilir. Bu değer 86400’e bölünerek 24 saatlik ortalama rüzgâr hızı bulunur. Rüzgâr rasatlarında kullanılan anemometre yüksekliği buharlaşma el defterinde mutlaka belirtilmelidir. 30 ve 200 cm yüksekliğe sahip anemometrelere göre rüzgârın 24 saatlik periyotta aldığı yolun (okunuş farkı), metre/saniye (m/sn) cinsinden hızı aşağıdaki **Tablo 5.10**.da düzenlenmiştir.

- Örnek:**
1. gün okunuş 211680,
 2. gün okunuş 235319 ise ikinci günün ortalama rüzgâr hızı,

$$235319 - 211680 = 23639 \text{ dm} = 236390 \text{ m}$$

$$\frac{236390}{86400} = 2.7 \text{ m/sn}$$

olarak bulunur. Bu değer rasat el defterine **Tablo 5.11**.deki gibi kaydedilir.

24 Saatlik Okunuş Farkı (m)	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	24 Saatlik Okunuş Farkı(m)	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)
4320--12959	0.1	220320--228959	2.6
12960--21599	0.2	228960--237599	2.7
21600--30239	0.3	237600--246239	2.8
30240--38879	0.4	246240--254879	2.9
38880--47519	0.5	254880--263519	3.0
47520--56159	0.6	263520--272159	3.1
56160--64799	0.7	272160--280799	3.2
64800--73439	0.8	280800--289439	3.3
73440--82079	0.9	289440--298079	3.4
82080--90719	1.0	298080--306719	3.5
90720--99359	1.1	306720--315359	3.6
99360--107999	1.2	315360--323999	3.7
108000--116639	1.3	324000--332639	3.8
116640--125279	1.4	332640--341279	3.9
125280--133919	1.5	341280--349919	4.0
133920--142559	1.6	349920--358559	4.1
142560--151199	1.7	358560--367199	4.2
151200--159839	1.8	367200--375839	4.3
159840--168479	1.9	375840--384479	4.4
168480--177119	2.0	384480--393119	4.5
177120--185759	2.1	393120--401759	4.6
185760--194399	2.2	401760--410399	4.7
194400--203039	2.3	410400--419039	4.8
203040--211679	2.4	419040--427679	4.9
211680--220319	2.5	427680--436319	5.0

Tablo 5.10. 24 saatlik okunuş farkına göre ortalama rüzgâr hızı

GÜNLER	Rüzgâr 30 cm Yükseklikte		
	Anemometre Kıymeti		
	Okunuş (Saat 07 ⁰⁰) *200105	Günlük Fark (m)	Günlük Ort. Hız Fark/86400 (m/sn)
1	211680	115750	1.3
2	235319	236390	2.7
3	242450	71310	0.8

* Buharlaşma havuzunun kurulduğu ilk gün anemometreden okunan değer

Tablo 5.11. Rüzgâr rasatlarının kaydı

5.3.2.1.2.3. Sıcaklık Rasatları

Buharlaştırma rasatlarında havuzdaki suyun sıcaklığının da ölçülmesi gerekmektedir. Bunun için havuz içine yerleştirilmiş halihazır havuz suyu sıcaklığı ile maksimum ve minimum havuz suyu sıcaklığını ölçen termometrelerden yararlanılır. Aletin servise konması ile birlikte termometrelerde havuzdaki mesnetlerine yerleştirilir. Termometrelerin, madeni aksamın sıcaklığından etkilenmemesi için dalgakırandan en az 30 cm uzağa konması gerekir. Bu termometreler rasat siperinde kullandığımız maksimum ve minimum termometrelerin aynısıdır. Maksimum termometreden, günlük en yüksek havuz suyu sıcaklığı ölçülürken, minimum termometreden günlük en düşük havuz suyu sıcaklığı ile aktüel (halihazır) havuz suyu sıcaklığı ölçülür. Bu termometre değerleri her gün 07⁰⁰ rasadında okunur. Okunan aktüel ve minimum sıcaklık değerleri rasat yapılan günün satırına yazılırken maksimum sıcaklık değeri bir gün önceki maksimum sıcaklık bölümüne yazılır. Bunun nedeni okunan maksimum sıcaklık değerine bir önceki günde ulaşılmasıdır.

- Örnek:** 1. gün, minimum su sıcaklığı=7.5 °C, aktüel su sıcaklığı=8.0°C
2. gün, minimum su sıcaklığı=7.8°C, maksimum su sıcaklığı=11.0°C, aktüel su sıcaklığı 9.0 °C
3.gün, minimum su sıcaklığı=8.8 °C, maksimum su sıcaklığı=14.8 °C

ise bu değerlerin rasat el defterine kaydı aşağıdaki şekil de yapılır. İkinci gün ölçülen maksimum sıcaklık değerinin birinci güne, üçüncü gün ölçülen maksimum sıcaklığın ikinci güne kaydedilmesi gerekir (**Tablo 5.12.**).

GÜNLER	Havuzdaki Su Sıcaklığı (°C)		
	Saat 07 ⁰⁰ da Havuz Suyu Sıcaklığı	Maximum Sıcaklık	Minimum Sıcaklık
1	8.0	11.0	7.5
2	9.0	14.8	7.8
3	11.2		8.8

Tablo 5.12. Sıcaklık rasatlarının kaydı

Sıcaklık rasadında dikkat edilecek hususlar:

- 07⁰⁰'deki havuz suyu sıcaklık değeri, günün en yüksek havuz suyu sıcaklığından küçük ve en düşük havuz suyu sıcaklığından yüksek veya eşit olmalıdır.
- Günün en yüksek havuz suyu sıcaklığı , 07⁰⁰'de okunan aktüel havuz suyu sıcaklığı ile günün en düşük havuz suyu sıcaklığından daima yüksek olmalıdır. Ayrıca bir gün önce ölçülen havuz suyu sıcaklığına eşit veya bu değerden yüksek olmalıdır.
- Günün en düşük havuz suyu sıcaklığı , en yüksek havuz suyu sıcaklığından daha düşük olmalı ve 07⁰⁰'deki aktüel havuz suyu sıcaklığına eşit veya daha düşük olmalıdır. Ayrıca bir gün önceki havuz suyu sıcaklığına eşit veya bu değerden daha düşük olmalıdır.
- Her gün 07⁰⁰ rasadında maksimum, minimum ve halihazır su sıcaklığı ölçüldükten sonra termometreler irca edilmelidir.

5.3.2.1.3. Açık Su Yüzeyindeki Buharlaşma Rasatlarında Dikkat Edilecek Genel Hususlar

a) Buharlaşma havuzunda kullanılacak suyun kirliliği ve yağlı olması, su yüzeyinin tozlanması, buharlaşma miktarını azaltır. Bunu önlemek için havuzdaki suyun 15 günde bir sabah rasadından sonra hızlı bir şekilde, dökülmesi, havuz iyice yıkanıp temizlendikten, delik ve paslanma olup olmadığı kontrol edildikten sonra dalgakıranın içindeki sivri uç seviyesine kadar temiz su doldurulup tekrar rasada hazırlanması gerekir. Havuzun temizlenip suyunun değiştirildiği tarih el defterine not düşülmelidir.

b) Havuzda delik görülmesi durumunda derhal tamir edilip rasada hazır duruma getirilmelidir. Bu durum rasat el defterinin notlar kısmına kaydedilmelidir.

c) Havuza yakın bir yerde rasatların aksamasını önlemek için devalı yedekte yeteri kadar temiz su bulundurulmalıdır.

d) Dalgakıranın dip kısmında bulunan deliklerin, kapanmasını önlemek için sık sık kontrol edilmesi ve su geçişinin sağlanması gereklidir.

e) Havuzun etrafındaki çiçek veya çimler havuz boyunu aşmamalıdır.

f) Gün boyunca havuz üzerine gölge düşmemeli, havuz ile etrafındaki ağaç veya bina gibi engeller arasında, engelin yüksekliğinin 3 katı kadar mesafe bulunmalıdır.

g) Baraj, göl, havuz gibi su kütlelerinin çok yakınında buharlaşma havuzu kurulmamalı, şayet kurulması zorunlu görülüyorsa o civardaki hakim rüzgâr yönü tespit edilerek, su kütlesinden rüzgâr tesiri ile gelecek su damlacıklarının havuza girmemesi için buharlaşma havuzu, büyük su kütlesine gelen hakim rüzgârın aksi yönünde kurulmalıdır.

h) Deprem veya kuvvetli fırtına nedeni ile havuzdaki suyun bir kısmının döküldüğü tespit edilirse, o güne ait buharlaşma değeri bulunamaz, ertesi gün rasat zamanında havuzun tesviyesi kontrol edilerek, sivri uç hizasına kadar su konup yeniden rasat yapılmaya uygun hale getirilmelidir. Bu durum buharlaşma el defterine not edilmelidir.

ı) Mevsimsiz yağan kar, havuzun üzerindeki tel kafesi kaplamışsa ve durum ancak rasat zamanında fark edilmişse böyle hallerde yine günlük buharlaşma değeri bulunamaz. Bu durumda havuz tekrar rasada hazır hale getirilmelidir.

i) Buharlaşma havuzları sert donların sona ermesi ile birlikte servise konulmalı ve sonbaharın sonlarında yeniden sert donların başlamasıyla servisten kaldırılmalıdır. Havuzun servise konuluşu ve servisten kaldırılışı bir yazı ile Genel Müdürlüğe bildirilmelidir.

k) Havuzun taşması buharlaşma miktarının ölçülemediği durumlarda bulutluluk, rüzgâr ve sıcaklık rasat kayıtları yapılmaya devam edilmelidir.

l) Buharlaşma rasadı yapıldığı periyot boyunca her ay aylık buharlaşma kartı eksiksiz olarak doldurulup Genel Müdürlüğe zamanında gönderilmelidir.

m) Don mevsiminin başlaması ve aletin servisten kaldırılması ile birlikte yıllık buharlaşma el defteri eksiksiz doldurulup Genel Müdürlüğe gönderilmelidir.

5.3.2.1.4. Buharlaşma El Defterinin ve Aylık Buharlaşma Kartının Hazırlanması

Açık su yüzeyindeki günlük buharlaşma rasatları yapıldıktan sonra, günlük buharlaşma değerleri ile yapılan diğer rasatlar (bulutluluk, rüzgâr ve sıcaklık rasatları) buharlaşma el defterine günü gününe kaydedilir. Ay sonunda günlük değerler toplanarak aylık toplam bulunur. Aylık toplam o ayın gün sayısına bölünmek suretiyle aylık ortalama buharlaşma değeri hesaplanmış olur. Havuzun taşıdığı veya herhangi bir sebeple buharlaşma rasadının yapılamadığı günler, aylık ortalama buharlaşma değeri bulunurken hesaba katılmaz. Aylık buharlaşma ile havuzdan çıkarılan su hanelerindeki miktarların toplamı, aylık yağış ile havuza konulan su hanelerindeki miktarların toplamına eşitse hesap ve kayıtlarda herhangi bir hatanın bulunmadığı anlaşılır.

Buharlaşma el defterine kaydedilen rasat değerleri ve notlar, ay sonunda aylık buharlaşma kartına aynen kaydedilir. Kartın defterle karşılaştırılması yapıldıktan sonra üst ve alt kısmında bulunan boşluklar doğru olarak doldurularak ay sonunda bu Genel Müdürlüğe gönderilir (**Tablo 5.13.**). Buharlaşma el defteri ise yıl sonunda Genel Müdürlüğe gönderilir.

AYLIK BUHARLAŞMA KARTI ÖRNEĞİ

istno : 17130 istadi : ANKARA Yıl : 2003 Ay : MAYIS Havuz tipi : YUVARLAK															
GÜNLER	24 Saatlik Buharlaşma mm.	Buharlaşma Hesapları			Bulutluluk				Buharlaşma havuzu yanındaCm. Yükseklikte rüzgar			Havuzdaki su sıcaklığı			NOTLAR
		yeğış mm.	Havuzda Konan su litre	Havuzdan çıkarılan su litre	07	14	21	Günlük ortalama	Anemometre Kıymeti			Saat 07 de min. sıcaklığı	En yüksek (Maxima)	En düşük (Minima)	
									Okunuş Saat 07 ⁰⁰	Günlük Fark	Günlük Ort. Hız Fark/86400 m/sec.				
1	4,8		4.800		0	2	0	0,7	998559	13490	0,2	11,8	26,6	8,4	
2	5,6		5.600		0	0	0	0,0	30	14710	0,2	13,0	27,8	8,4	
3	7,2		7.200		0	4	0	1,3	1774	17440	0,2	13,2	29,0	12,4	
4	6,4		6.400		0	6	3	3,0	3257	14830	0,2	14,1	29,4	13,0	
5	5,6		5.600		4	7	0	3,7	6882	36250	0,4	15,2	25,7	13,6	
6	4,8	0,0	4.800		0	0	0	0,0	12151	52690	0,6	14,4	26,5	11,1	
7	8,0		8.000		0	0	0	0,0	19444	72930	0,8	9,7	26,0	6,0	
8	5,6		5.600		0	0	0	0,0	23520	40760	0,5	10,0	27,0	9,2	
9	6,6		6.600		0	0	0	0,0	26570	30500	0,4	11,4	26,0	9,6	
10	8,0		8.000		0	0	3	1,0	30950	43800	0,5	13,0	28,6	10,8	
11	5,6		5.600		3	3	5	3,7	34666	37160	0,4	14,8	31,0	12,0	
12	7,4	1,0	6.400		0	4	1	1,7	36480	18140	0,2	14,2	30,0	14,0	
13	6,2		6.200		0	7	3	3,3	38784	23040	0,3	14,2	29,5	13,2	
14	7,4	0,0	7.400		4	9	4	5,7	41811	30270	0,4	14,8	29,0	13,4	
15	7,2	0,0	7.200		5	4	5	4,7	44420	26090	0,3	14,2	30,1	13,6	
16	7,6		7.600		4	7	7	6,0	47769	33490	0,4	14,8	30,0	13,9	
17	7,4		7.400		1	5	4	3,3	52040	42710	0,5	14,8	28,5	13,6	
18	7,0		7.000		7	9	0	5,3	55608	35680	0,4	14,0	25,6	13,3	
19	4,2	1,0	3.200		0	4	0	1,3	56924	13160	0,2	13,0	29,9	12,0	
20	7,4		7.400		6	6	9	7,0	58517	15930	0,2	14,6	30,0	12,9	
21	6,0	1,4	4.600		8	8	4	6,7	61420	29030	0,3	14,6	25,5	12,4	
22	4,9	0,9	4.000		0	9	8	5,7	62110	6900	0,1	14,0	28,4	13,0	
23	3,3	0,1	3.200		0	8	0	2,7	63260	11500	0,1	13,4	29,0	12,6	
24	6,4	0,0	6.400		2	6	9	5,7	64763	15030	0,2	14,9	28,0	13,2	
25	5,4	6,2		800	3	5	7	5,0	69119	43560	0,5	13,6	27,0	12,4	
26	3,9	1,6	2.300		8	9	4	7,0	70871	17520	0,2	12,0	21,6	10,9	
27	4,5	0,7	3.800		0	5	2	2,3	71930	10590	0,1	12,0	22,0	8,9	
28	5,4		5.400		9	6	8	7,7	73600	16700	0,2	11,4	20,2	10,8	
29	3,0	5,0		2.000	4	6	6	5,3	75295	16950	0,2	14,0	26,4	11,2	
30	6,1	0,1	6.000		8	9	8	8,3	78104	28090	0,3	13,0	24,6	11,6	
31	3,6	0,0	3.600		0	8	0	2,7	81385	32810	0,4	13,4	23,0	11,2	
Yekün	182,5	18,0	167.300	2.800	76	156	100	110,8	X	X	X	415,5	841,9	362,6	X
ort.	5,9	X	X	X	2,5	5,0	3,2	3,6	X	X	X	13,4	27,2	11,7	X

En çok buharlaşma 8,0 mm. ve günü 7 dür.

Memurun ismi imzası tarih 04.06.2003

Merkezde Kontrol edenin ismi imzası

© DMI EBİM 2000

Tablo 5.13. Aylık buharlaşma kartı

Değerlendirme Soruları: (5.ünite)

1. Buharlaşmaya etki eden faktörler nelerdir?
2. Buharlaşma rasatları kaç şekilde yapılır?
3. Buharlaşma (havuz) rasatları yapılırken dikkat edilecek hususları açıklayınız?
4. Aylık buharlaşma kartındaki hesapların doğruluğu nasıl kontrol edilir?

6. ÜNİTE

PLUVİOGRAF DİYAGRAMI ANALİZLERİ



Hazırlık Çalışmaları:

1. Plüviograf diyagramları ile ilgili olarak istasyonlardaki yapılan çalışmalar nelerdir?
2. Şiddetli yağış analizleri, niçin yapılır ve hangi alanlarda kullanılır, araştırınız?
3. Plüviograf diyagramlarının Histogram Analizleri nasıl yapılır?
4. Standart zamanlardaki maksimum yağışların tekerrür analizlerinde hangi dağılım fonksiyonları kullanılır?

6. PLÜVİOGRAF DİYAGRAMI ANALİZLERİ

Plüviograf diyagramları ile ilgili merkezde yapılan çalışmaları;

- Saatlik Analiz
- Şiddetli Yağış Analizi
- Özel Analizler, olarak sınıflandırabiliriz.

6.1. SAATLİK ANALİZ

İstasyonlardan gelen diyagramlar, Hidrometeoroloji şubesinde Plüviogram Analiz Ünitesi ve Etüd Analiz Ünitesi tarafından kontrolleri yapıldıktan sonra analizleri yapılır. Bir diyagram ele alındığında önce bu diyagrama ait plüviometrik değer tespit edilir. Sonra saatlik analiz yapılır. Diyagram üzerinde yazılı saatler dikkate alınarak 07-08, 08-09, 09-10, 10-11, 11-12, 12-13.....23-24, 00-01,.....06-07 arasındaki saatler arasına tesadüf eden miktarlar okunup kaydedilir. Bu değerlerin toplamı o güne ait plüviografda tespit edilen yağışların toplamıdır. Bu toplam ile plüviometrik toplam değer arasında genellikle bir fark vardır. Bu fark plüviografların kalem ucu sürtünmesinden veya diğer faktörlerden meydana gelir. Bu hatayı ortadan kaldırmak için, plüviometrik değeri, plüviograf değerine bölünerek bir düzeltme katsayısı bulunur.

Düzeltilme Katsayısı = Plüviometrik Değer / Plüviograf Değeri

Bu katsayı ile, saatler arasında okunup kaydedilen plüviograf değerleri çarpılır ve düzeltilmiş değerler bulunur. Bu düzeltilmiş değerlerin toplamı plüviometrik değere eşit olmalıdır. Antalya istasyonunun 26-27/11/2000 gününe ait saatlik diyagram analizi aşağıda verilmiştir.

Örnek:

17300 - ANTALYA		S A A T L E R																Gün. Top.		Düz. Kats		
26-27/11/00		07-08	08-09	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07		Piv.	Pif.
Pif. Değ.						0,5	3,0	0,1		3,0	3,1	3,2	0,6	1,1	1,8	1,8	1,6	1,6	4,6	27,1	26,0	1,04
Düz.Değ.						0,5	3,1	0,1		3,1	3,2	3,3	0,6	1,1	1,9	1,9	1,7	1,7	4,8			

6.2. ŞİDDETLİ YAĞIŞ ANALİZİ

Yağışların karakterlerinin belirlenmesi, hidrometeorolojik çalışmalara faydalı olmakla beraber endüstri, şehircilik, hava alanları, her çeşit su yapısı (baraj, gölet, sulama kanalları, kanalizasyon vb.) tasarımında önemlidir. Bu sebeple meteoroloji istasyonlarında sadece yağışların belirli zamanlarla bıraktıkları su miktarlarının ölçülmesi yeterli değildir. İstasyonlardan gelen plüviograf diyagramlarının saatlik analizlerinden sonra, şiddetli yağış analizleri yapılır. Belirli bir zaman içinde belirli miktarda su bırakan yağışlara “şiddetli yağış” denir. Bu limiti belirlemek için aşağıdaki formül kullanılır:

$$R = \sqrt{5t - \left(\frac{t}{24}\right)^2}$$

Bu formülde; R = Yağış miktarı (mm) 5 = Sabit değer
t = Yağışın devam süresi (dk) 24 = Sabit değer

Örnek: 45 dakika devam eden yağışın şiddetli sayılabilmesi için bu süre zarfında ne kadar su bırakması gereklidir?

$$R = \sqrt{5t - \left(\frac{t}{24}\right)^2} = \sqrt{5 \times 45 - \left(\frac{45}{24}\right)^2} = 14.9 \text{ mm}$$

Şiddetli yağış analizleri iki şekilde yapılır:

a) Standart Zamanlara Göre Analiz:

Uluslararası alanda en çok kullanılan 14 standart zaman vardır. Bu standart zamanlar; 5, 10, 15, 30 dk, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18 ve 24 saattir. Plüviograf diyagramı üzerinde eğer bu zamanlara ait şiddetli yağışlar varsa tespit edilir, eğer aynı standart zamana ait birden fazla şiddetli yağış varsa fazla miktar bırakan alınır. Yıl içerisinde herhangi bir zamana ait şiddetli karakterde yağış yoksa, o zamana ait maksimum yağış alınır ve tablolarda gösterilir. Diyagramlar analiz edilirken iki diyagram birleştirilerek zaman bütünlüğü sağlanır. Herhangi bir standart zamana ait yağış her iki diyagram üzerinde olabilir.

Şiddetli yağış analizleri önceleri elle diyagram üzerindeki eğim değişikliklerinden faydalanılarak yapılmaktaydı fakat şimdi Hidrometeoroloji şubesinde digitizer (dijital okuyucu) kullanılarak, diyagramlar bilgisayar ortamına kaydedilmekte ve bir paket program kullanılarak analiz yapılmaktadır. Standart zamanlardaki hesaplanan yağış miktarları aşağıda verilmiştir.

Süre (dk)	Miktar (mm)	Süre (dk)	Miktar (mm)
5	5.0	240	33.2
10	7.1	300	36.7
15	8.6	360	39.7
30	12.2	480	44.7
60	17.1	720	52.0
120	24.0	1080	58.1
180	29.0	1440	60.0

Türkiye’de 2001 yılına kadar ölçülen standart zamanlardaki en yüksek yağış miktarları, yer ve tarihleri **Tablo 6.1**.de verilmiştir.

Plüviografi bulunan istasyonların yıllık olarak bütün diyagramları analiz edildikten sonra, her istasyon için ayrı ayrı standart zamanlarda gerçekleşen şiddetli yağışların maksimumu, eğer şiddetli yağış yoksa bu zamanlardaki maksimum yağışlar belirlenir. Her istasyon için her yıla ait şiddetli veya maksimum yağış bilgilerini içeren bir tablo oluşturulur. Bu tablodaki değerlere bazı istatistiksel olasılık yoğunluk fonksiyonları uygulanarak standart zamanlardaki maksimum yağış miktarlarınının 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık meydana gelebilecek değerleri hesaplanmaktadır. Bu uygulanan fonksiyonlar;

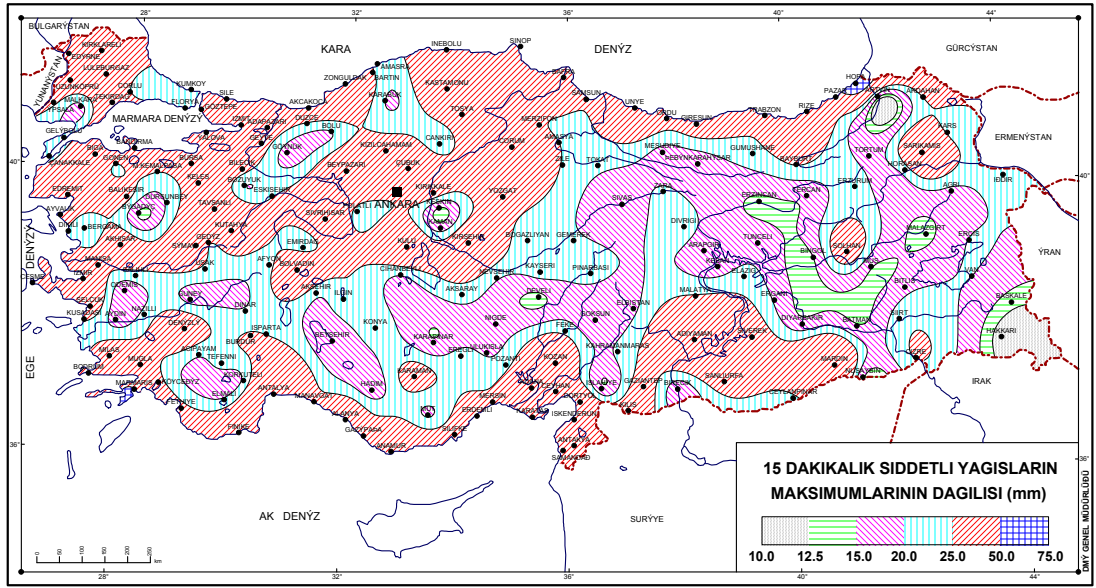
- Log-Normal II Dağılımı (LN2)
- Log-Normal III Dağılımı (LN3)
- II Parametrelili Gama Dağılımı (G2P)
- Log-Pearson III Dağılımı (LP3)
- Gumbel Dağılımı (G) dır.

SÜRE	MİKTAR(mm)	YER	TARİH
5 DK	50,5	HOPA	07.07.1988
10 DK	60.6	HOPA	08.07.1988
15 DK	70.7	HOPA	09.07.1988
30 DK	90.9	HOPA	10.07.1988
1 S	131.0	ANTALYA	03.11.1995
2 S	180.5	ANTALYA	04.11.1995
3 S	230.9	MARMARİS	11.12.1992
4 S	332.3	ANTALYA	04.11.1995
5 S	374.3	ANTALYA	04.11.1995
6 S	390.3	ANTALYA	05.11.1995
8 S	410.4	ANTALYA	06.11.1995
12 S	428.1	ANTALYA	07.11.1995
18 S	464.8	MARMARİS	10-11.12.1992
24 S	466.3	MARMARİS	10-11.12.1992

Tablo 6.1. Türkiye’de ölçülen en yüksek yağış miktarları

Bu fonksiyonlar tüm yağış serilerine uygulandıktan sonra, uygunluk sınamalarından Khi Kare (x^2) Testi ve Kolmogorov-Simironov Testi geçirilerek her seri için uygun dağılım bulunur. Uygunluk sınamalarındaki temel ilke belirli güven aralıklarında gözlenen maksimum değerler ile denenen olasılık dağılım fonksiyonları arasındaki farkın kabul edilebilir düzeyde olup olmadığının saptanmasıdır. Bütün bu analizler bir paket program kullanılarak yapılmaktadır. Bu programa göre Türkiye maksimum yağışlarının büyük oranda Log-Pearson III dağılımına uyduğu gözlenmiştir.

Standart zamanlara göre hazırlanan Marmaris’e ait maksimum yağış tablosu örnek olarak aşağıda **Tablo 6.2.**de verilmiştir. Tabloların üst kısımlarında gözlenen değerler, alt kısımlarında ise yıllık ortalama (**Y-ORT**) ve yıllık en yüksek değerler (**Y-EB**) ile 2, 5, 10, 25, 50, ve 100 yıllık tekerrür değerleri bulunmaktadır. Bu tablolardan faydalanılarak şiddetli yağış dağılım haritaları ve yağış şiddet-süre-tekerrür grafikleri çizilmektedir. Hazırlanan haritalara bir örnek aşağıda **Şekil 6.1.**de verilmiştir. Bu haritada, 15 dakikalık standart zamana göre maksimum yağışların dağılımı görülmektedir.



Şekil 6.1. 15 Dakikalık maksimum yağışların dağılımı

b) Tabii zaman bölümlerine göre şiddetli yağış analizleri

Standart zamanlar dışındaki zaman bölümlerinde şiddetli yağış formülü kullanılarak yapılan analizlerdir. Tabii zaman bölümlerine göre hazırlanan şiddetli yağış tablosu **Tablo 6.3.**de verilmiştir.

6.2.1. Yağış Şiddet-Süre-Tekerrür Grafikleri

Tablosu hazırlanan istasyonların ayrıca, gumbel logaritmik kağıdı kullanılarak grafikleri çizilir. Her standart zaman için, gumbel metoduna göre hesaplanan tekerrür değerleri grafik kağıdı üzerine işlenir. Gumbel dağılımı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[- \left(\frac{x-u}{\alpha} \right) e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha} \right)} \right]$$

DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ															
MARMARİS METEOROLOJİ İSTASYONUNDA															
STANDART ZAMANLARDA GÖZLENEN EN BÜYÜK YAĞIŞ DEĞERLERİ (mm)															
GÖZLEM YILI	DAKİKA				S A A T										
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2000	6,8	11,5	13,5	17,2	23,3	37,1	40,8	45,2	46,5	49,4	61,3	66,8	68,3	92,2	
1999	10,0	13,6	16,0	18,7	26,4	36,3	44,0	50,3	53,3	56,0	60,2	64,7	67,9	86,0	
1998	11,0	18,7	24,0	35,4	44,9	54,2	66,9	77,8	91,7	104,1	122,5	158,5	197,5	201,2	
1997	10,2	13,6	14,9	19,1	30,9	37,0	38,6	43,3	43,6	48,6	50,5	76,9	90,5	106,5	
1996	13,8	18,7	25,7	30,7	47,6	79,5	96,7	120,7	145,3	162,7	192,5	207,1	220,6	224,0	
1995	10,6	13,8	15,9	23,1	36,2	49,7	60,4	78,9	90,0	104,1	135,3	181,9	223,7	245,9	
1994	11,4	17,0	23,6	36,7	54,5	90,6	116,4	126,8	149,5	164,1	184,0	206,6	236,3	254,8	
1993	13,5	23,2	31,9	43,1	49,8	55,5	60,6	61,3	68,3	88,2	100,1	108,4	109,6	137,6	
1992	17,9	34,6	50,2	80,3	115,6	172,4	230,9	256,0	258,0	271,6	274,6	312,3	464,8	466,3	
1991	7,0	13,0	16,3	20,4	24,2	38,5	44,7	53,4	57,1	58,4	70,1	80,9	81,9	85,6	
1990	10,4	18,7	22,9	40,7	50,6	78,4	80,7	83,4	100,5	104,7	114,4	116,0	116,5	144,5	
1989	18,7	26,0	31,1	48,8	90,5	105,3	107,8	108,6	109,0	145,6	157,8	180,1	187,6	187,6	
1988	6,6	9,6	13,2	19,6	23,9	33,7	43,5	50,3	54,6	58,5	69,7	85,3	93,1	102,1	
1987	6,1	11,1	14,1	18,5	24,2	37,9	41,6	45,1	49,7	50,5	53,7	54,1	57,8	71,0	
1986	10,0	17,9	23,9	35,6	50,7	64,5	65,3	68,5	69,5	68,0	69,5	83,8	113,1	118,9	
1985	10,9	14,1	21,2	27,2	27,5	30,5	32,2	37,7	46,7	48,7	52,6	52,7	64,6	65,4	
1984	9,8	13,8	17,4	27,2	38,9	63,8	79,9	86,5	92,8	94,4	99,1	104,3	136,5	137,4	
1983	10,5	17,0	21,1	30,0	42,1	47,0	49,6	51,9	55,9	58,6	62,5	89,8	91,2	102,5	
1982	11,7	17,5	20,9	26,6	30,8	50,6	55,2	61,1	64,7	65,9	66,8	67,1	67,1	143,2	*
1981	7,1	11,5	14,3	21,2	38,6	51,5	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	68,7	73,9	
1980	10,0	11,7	12,8	14,6	17,5	25,3	30,3	30,9	38,8	45,7	49,5	53,3	55,7	55,7	
1979	12,5	18,8	23,6	38,6	66,2	66,2	73,2	75,3	76,0	78,0	105,3	121,0	122,6	143,2	
1978	10,1	15,3	19,9	28,5	34,7	46,7	48,1	48,2	49,8	60,3	64,3	65,4	90,1	92,2	
1977	11,9	18,6	22,5	36,0	44,0	58,3	68,0	95,2	104,5	113,9	123,2	142,5	164,2	166,5	
1976	10,1	13,2	16,3	25,5	41,4	55,7	56,2	56,5	56,9	60,7	61,1	69,3	74,0	74,7	
1975	12,5	20,0	24,7	33,5	39,4	58,2	58,7	59,6	75,3	76,6	80,6	121,9	134,1	134,1	
1974	13,1	17,0	19,9	34,0	42,9	49,2	52,0	59,6	70,9	71,6	77,1	83,8	85,1	85,1	
1973	9,4	11,9	15,0	21,6	27,5	40,2	51,7	53,6	60,0	65,7	74,9	89,4	112,1	113,1	
1972	10,0	17,6	21,6	30,0	32,1	41,2	44,9	48,6	51,7	56,5	57,6	69,1	89,2	95,6	
1971	7,2	11,2	16,7	30,6	44,5	48,4	50,9	50,9	50,9	52,1	54,1	61,2	70,7	89,1	
1970	8,5	12,1	17,6	29,7	41,7	56,1	60,3	60,9	63,3	63,3	69,2	74,3	75,4	92,1	
1969	6,9	9,7	11,7	17,5	28,6	34,8	41,9	48,3	49,8	50,2	53,1	85,0	85,2	156,9	*
1968	15,0	20,6	23,7	31,8	40,8	71,4	82,2	91,7	97,8	113,2	127,7	137,8	138,3	138,3	
1967	9,9	14,8	15,9	17,7	25,0	38,4	44,2	46,7	49,8	52,9	57,4	57,4	59,6	112,8	*
1966	12,3	18,9	22,0	31,6	53,0	72,4	75,7	80,9	81,8	83,0	97,9	101,6	101,6	184,6	
N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	35
Y-ORT	10,8	16,4	20,9	30,6	42,7	57,9	65,8	72,2	78,5	85,3	94,6	108,6	125,1	136,5	136,6
Y-EB	18,7	34,6	50,2	80,3	115,6	172,4	230,9	256,0	258,0	271,6	274,6	312,3	464,8	466,3	466,3
Std.S	3,0	5,1	7,3	12,2	19,5	27,5	36,4	40,9	42,8	47,1	50,7	58,2	80,1	79,9	76,5
Car.K	0,8	1,6	2,2	2,2	2,1	2,5	3,2	3,2	2,7	2,4	1,9	1,8	2,7	2,5	2,6
U.D.F	LN3	LN2	LP3	LN2	LN2	LP3	LP3	LP3	LP3	G2P	G2P	LP3	LP3	LP3	LP3
2	10,4	15,6	19,1	28,4	38,8	50,9	55,4	60,5	65,9	69,4	80,2	92,3	101,2	113,9	115,7
5	13,1	20,2	25,1	39,3	56,0	72,4	80,7	88,9	96,9	110,2	126,0	139,7	158,2	173,9	173,7
10	14,7	23,1	29,7	46,5	67,8	89,6	103,2	114,3	124,4	143,4	160,1	179,0	209,8	225,6	222,3
25	16,6	26,6	36,2	55,7	83,2	115,3	139,4	155,4	168,9	189,5	205,3	238,9	295,1	306,9	297,6
50	18,0	29,2	41,7	62,6	95,0	137,4	173,1	193,9	210,3	225,9	239,8	291,8	375,9	381,1	364,9
100	19,3	31,7	47,7	69,5	106,9	162,4	213,6	240,2	260,0	263,5	274,7	352,6	474,5	468,4	443,0
PLF	0,06	0,10	0,13	0,20	0,29	0,39	0,46	0,51	0,56	0,61	0,67	0,78	0,95	1,00	0,98
PLV	0,09	0,14	0,17	0,25	0,34	0,45	0,50	0,55	0,60	0,64	0,71	0,81	0,91	1,00	1,00

Tablo 6.2. Marmaris'e ait maksimum yağış tablosu

Apsis üzerinde **süre** (dakika), ordinat üzerinde **yağış şiddeti** (mm/s) işaretlenir. Yağış şiddeti (intensite) hesaplanırken, standart zamanlardaki yağış miktarları mm/s'e çevrilir.

Örnek: 5 dakikalık yağış 13.1 mm ise bu yağışın intensitesini bulunuz?

$$\begin{array}{cc} 5 \text{ dk} & 13.1 \text{ mm} \\ 60 \text{ dk} & X \text{ mm} \end{array}$$

$$X = 157.2 \text{ mm/s}$$

Pratik olarak yağış değerini , 5 dk için 12 ile, 10 dk için 6 ile, 15 dk için 4 ile, 30 dk için 2 ile, 60 dk için 1 ile çarparak, 2 s için 2 ye bölerek, 3 s için 3 e bölerek.....24 saat için 24'e bölerek "**intensite**" değeri bulunur. Her tekerrür periyodu için ayrı bir eğri, aynı kağıt üzerine çizilir. Marmaris istasyonun grafiği **Şekil 6.2.**de verilmiştir.

6.3. ÖZEL ANALİZLER

a) Verim Analizi

Saatlik ve şiddetli yağış analizinden başka, şiddetli yağışlar için yağış verimi de hesaplanır. Verim, özellikle zirai, havza, baraj, gölet vb. geniş alanları ilgilendiren çalışmalarda kullanılır. Aşağıdaki formülle hesaplanır:

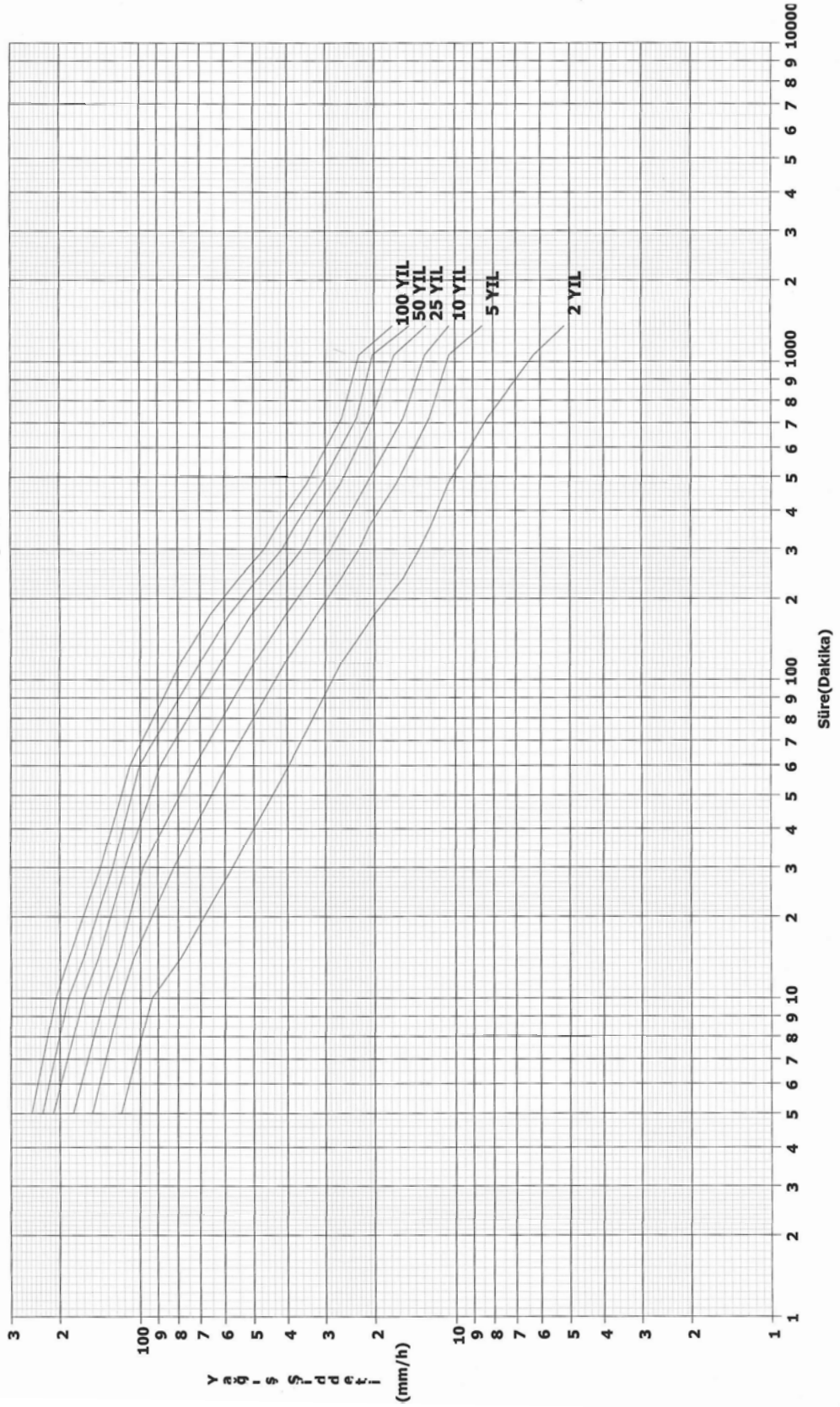
$$\text{Verim} = \frac{\text{Şiddetli Yağış Değeri (mm)}}{\text{Şiddetli Yağışın Süresi (dk)}} : 60 \times 10.000 \text{ birimi l/snHa'dır.}$$

Formüldeki şiddetli yağış değeri diyagram üzerinden tespit edilen ve düzeltme katsayısı ile çarpılan değerdir. **Verimi**; yağışın saniyede hektara litre cinsinden bıraktığı miktar olarak tanımlayabiliriz.

<u>Dakika(dk)</u>	<u>Yağış (mm)</u>	<u>Dakika(dk)</u>	<u>Yağış (mm)</u>
1	2,2	47	15,2
2	3,2	48	15,3
3	3,9	49	15,5
4	4,5	50	15,7
5	5,0	51	15,8
6	5,5	52	16,0
7	5,9	53	16,1
8	6,3	54	16,2
9	6,7	55	16,4
10	7,1	56	16,5
11	7,4	57	16,7
12	7,7	58	16,9
13	8,0	59	17,0
14	8,3	60	17,1
15	8,6	65	17,8
16	8,9	70	18,5
17	9,2	75	19,1
18	9,5	80	19,8
19	9,7	85	20,3
20	10,0	90	20,9
21	10,2	95	21,4
22	10,4	100	22,0
23	10,7	110	23,0
24	10,9	120	24,0
25	11,1	130	24,9
26	11,4	140	25,8
27	11,6	150	26,7
28	11,9	175	28,7
29	12,0	200	30,5
30	12,2	250	33,8
31	12,4	300	36,7
32	12,6	350	39,2
33	12,8	400	41,5
34	13,0	450	43,6
35	13,1	500	45,4
36	13,3	550	47,2
37	13,5	600	48,7
38	13,6	700	51,5
39	13,8	800	53,7
40	14,0	900	55,6
41	14,2	1000	57,1
42	14,3	1100	58,3
43	14,5	1200	59,1
44	14,7	1300	59,7
45	14,9	1400	59,9
46	15,0	1440	60,0

Tablo 6.3. Şiddetli yağış tablosu

MARMARIS METEOROLOJİ İSTASYONU YAĞIŞ ŞİDDET - SÜRE - TEKERRÜR EĞRİLERİ



Grafik :H.KIRMIZIGÜL-Met.Müh

Şekil 6.2. Marmaris yağış - şiddet - tekerrür eğrileri

Örnek: 30 dakika devam eden ve düzeltilmiş değeri 14.6 mm olan yağışın verimini bulunuz?

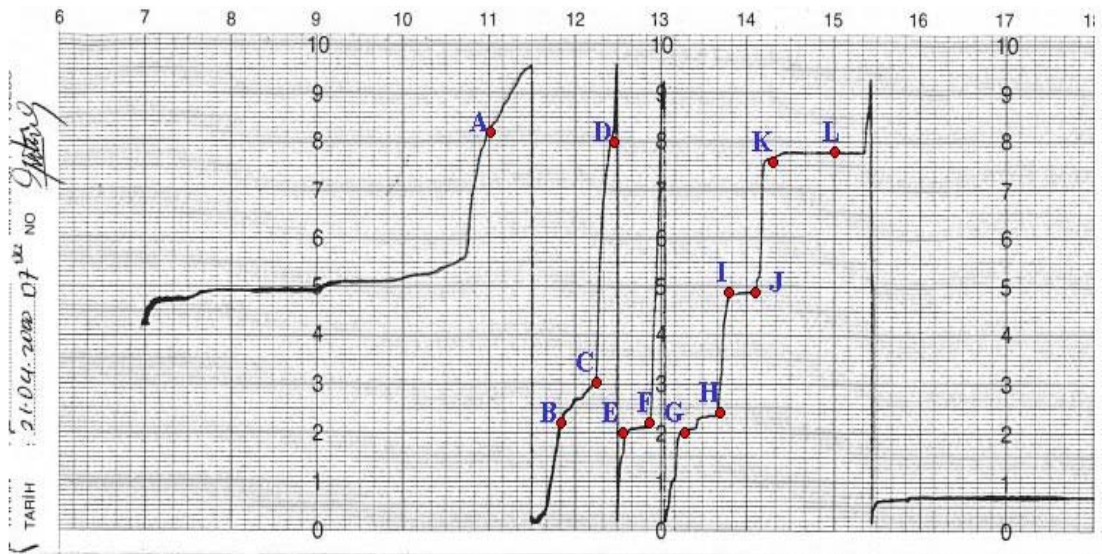
$$\text{Verim} = \left(\frac{14.6}{30} \right) : 60 \times 10.000 = (0.4866 : 60) \times 10.000 = 81.1 \text{ l/snHa}$$

b) Histogram Analizi

Havza çalışmaları veya hidrolojik çalışmalarda araştırmacılar tarafından plüviogramlardan histogram çıkarılması istenebilir. Şiddetli veya sağanak yağışlı bir güne ait histogram çizimi şöyle yapılır.

Önce plüviogram üzerinde yağışın şiddetine bağlı olarak meylin değiştiği kısımlar işaretlenir. Her iki nokta arasındaki tespit edilen yağışın miktarı ve süresi belirlendikten sonra, intensitesi hesaplanır. Diğer aralıklar içinde bu hesaplamalar yapılır ve bir tablo oluşturulur. Daha sonra bu değerlerden faydalanılarak, milimetrik kağıt üzerine histogram çizilir. Histogram grafiklerinden, yağışın pik noktaları, en çabuk akışa geçebileceği ve taşkınlara sebep olabileceği zamanlar ve hidrograf (debi m^3/sn – zaman grafiği) çizimlerinde yararlanılmaktadır.

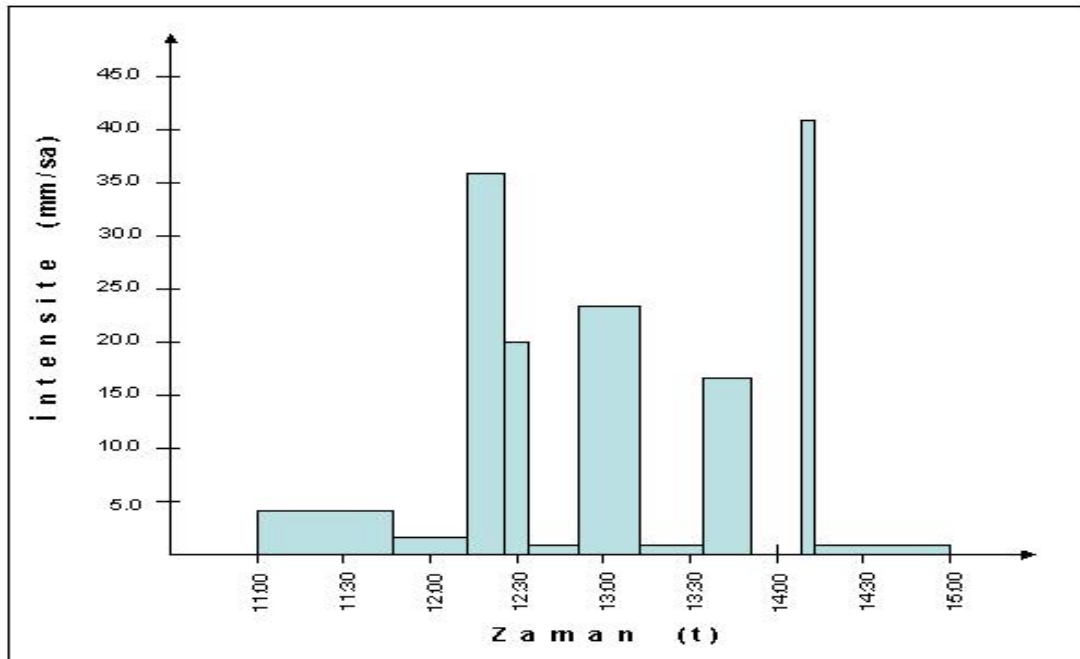
Örnek: Aşağıdaki plüviogramda 11⁰⁰-15⁰⁰ saatleri arasındaki yağışın histogramını çiziniz?



Diyagram üzerindeki eğim değişiklikleri noktaları (AB-BC-CD-DE-EF-FG-GH-HI-IJ-JK-KL). Bu noktalar arasındaki süre (dk), miktar (mm) ve intensite (mm/sa) hesaplanır. Bu değerler aşağıda tablo şeklinde verilmiştir:

Period	Saat	Süre (dk)	Miktar (mm)	İntensite (mm/sa)
A - B	1100 - 1150	50	3,6	4,3
B - C	1150 - 1215	25	0,6	1,4
C - D	1215 - 1225	10	6,0	36,0
D - E	1225 - 1235	10	3,4	20,4
E - F	1235 - 1250	15	0,1	0,4
F - G	1250 - 1313	23	9,0	23,5
G - H	1313 - 1340	27	0,4	0,9
H - I	1340 - 1349	9	2,5	16,7
I - J	1349 - 1408	19	0,0	0,0
J - K	1408 - 1412	4	2,7	40,5
K - L	1412 - 1500	48	0,2	0,3

İntensite değerleri ordinat üzerine zaman aralıkları ise apsis üzerine işaretlenerek histogram çizilir.

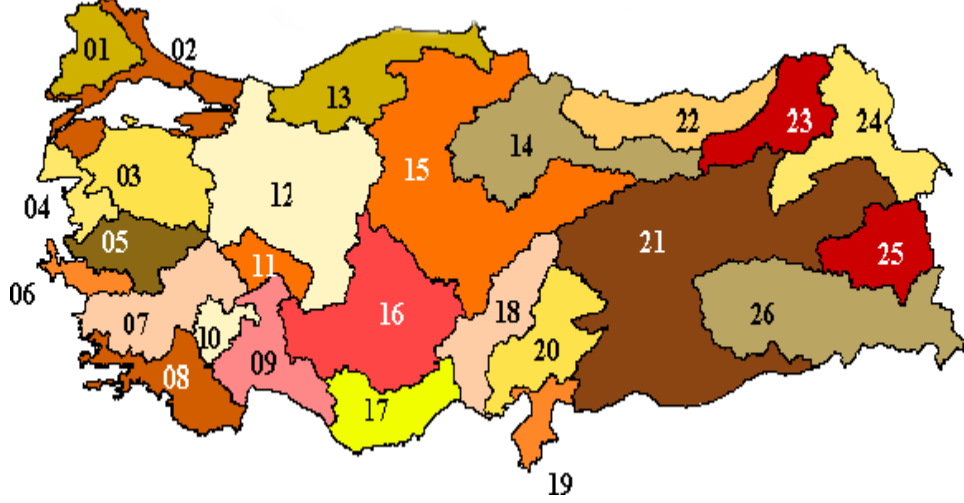


Değerlendirme Soruları: (6.ünite)

1. Plüviograf diyagramları ile ilgili olarak merkezde yapılan analizler nelerdir?
2. Şiddetli yağış analizi nasıl yapılır, açıklayınız?
3. Verim analizi nasıl yapılır, açıklayınız?
4. İntensite nedir, nasıl hesaplanır?

7. ÜNİTE

HAVZALAR VE HAVZA ÇALIŞMALARI



Hazırlık Çalışmaları:

1. Ülkemizin açık ve kapalı havzaları hangileridir?
2. Bir havzanın hidrometeorolojik etüdü hazırlanırken hangi parametreler dikkate alınır, araştırınız?
3. İzoheytt Metodu ile bir havzanın ortalama yağışı nasıl hesaplanır?

7. HAVZALAR VE HAVZA ÇALIŞMALARI

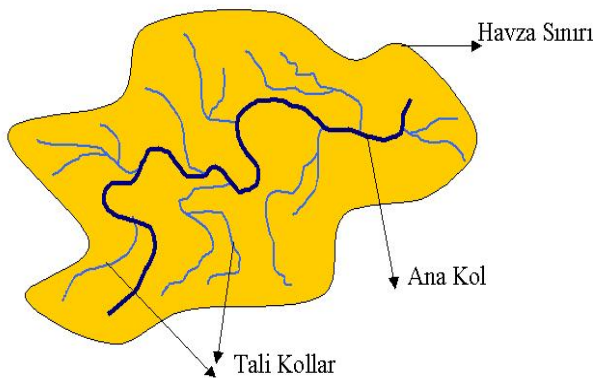
7.1. TANIMLAR

Bir yerde bulunan küçük veya büyük akarsuların toplandığı veya sularını boşalttığı alana “**havza**” adı verilir. Bu alana aynı zamanda “**havza alanı ya da drenaj alanı**” da denir. Havzaları besleyen akarsuların çıktığı yere “**menba**” ve havzaları besleyen akarsuların döküldüğü yere de “**mansap**” adı verilir. Bir havzada toplanan sular birleşerek denize döküldükleri gibi, bazen de birleşerek bir göle veya yer altı sularına da karışabilirler. Havzalar bu özelliklerinden dolayı iki kısma ayrılırlar:

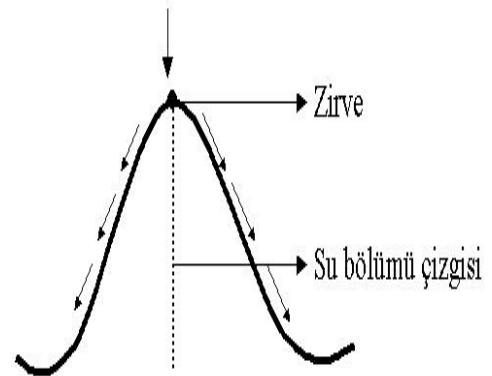
a. Açık Havzalar: Bir havzada toplanan suların birleşerek denize döküldüğü durumdaki havzalara “**açık havza**” denir.

b. Kapalı Havzalar: Bir havzada toplanan suların, bir göle döküldüğü ya da yer altı suyuna karıştığı havzalara “**kapalı havza**” denir. Bu tip havzalarda ise havzada toplanan sular açık denizlere ulaşmamaktadır.

Bir havzada ana kol bir nehir olduğu gibi, büyükçe bir çay da olabilir. Ana kolu besleyen diğer akarsu kollarına tali kollar adı verilir. **Şekil 7.1.**de havza sınırı, ana kol ve tali kollar gösterilmiştir.



Şekil 7.1. Havza sınırı, ana kol ve tali kollar



Şekil 7.2. Su bölümü çizgisi

İki havzayı birbirinden ayıran hatta (sınır) “**su bölümü çizgisi**” adı verilir. Yüksek bir tepe veya dağ düşünecek olursak, buradaki en tepe noktası (zirve) “**su ayırımı noktası**” olur. **Şekil 7.2.**de iki havzanın birleştiği sınır gösterilmiştir.

Topoğrafik haritalardan bir havzayı çizebilmek için en azından 1/500.000 ölçekli haritalar kullanmak gerekir. Daha küçük ölçekli haritalardan havza sınırlarını çizmek daha kolaydır. Örneğin, 1/200.000 ölçekli haritalardan çizilecek havza sınırları daha büyük ölçekli haritalardan çizilecek havza haritalarına göre daha sağlıklıdır. Bu günün şartlarında ise uydu fotoğrafları veya radar görüntüleri yardımı ile daha hassas ve sağlıklı aynı zamanda modellemede kullanılabilecek sayısal havza haritaları çizmek veya çizilmiş olanları elde etmek mümkündür. Özellikle, uydu veya radar görüntüleri yardımı ile alansal yağış dağılımı çalışmalarında bunlardan yararlanılabilir. Ünitinin ileriki bölümlerinde alansal yağışlar (havza yağışları) konusuna değinilecektir.

Havza sınırlarının belirlenmesinde en önemli rolü coğrafik ve topoğrafik özellikler oynar. Örneğin, herhangi bir coğrafik bölgede bulunan yüksek dağ veya tepeler iki havzanın birbirinden ayrılmasına sebep olur.

7.2. TÜRKİYE AKARSU HAVZALARI

Türkiye 779.452 km²'lik yüzölçümü üzerinde yer alan toplam 26 akarsu havzasına sahiptir. **Harita 9.1.**de Türkiye akarsu havzalarının sınırları gösterilmiştir.



Harita 7.1. Türkiye akarsu havzaları haritası

Bu havzalardan; Burdur Gölü (10), Afyon (Akarçay) (11), Konya (Orta Anadolu) (16) ve Van Gölü (25) havzaları olmak üzere 4 tanesi kapalı (haritada sarı renkte gösterilen yerler) diğerleri ise açık havzalardır.

Türkiye'deki akarsu havzalarının ortalama yıllık su potansiyeli ve bu potansiyelden yararlanma konusunda çeşitli çevrelerce araştırma yapılmıştır. Çoğunda birbirine yakın olmakla birlikte farklı değerler bulunmuştur. Bu değerler genelde 150–200 km³ (milyar m³) civarında yoğunlaşmaktadır. Bu konuda sürekli gözlem yapan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre akarsu havzalarımızdaki ortalama yıllık toplam akışı 186.05 km³/yıl'dır. **Tablo 7.1.**de havzalarımızın akış değerleri, alanları ve toplama göre potansiyel değerleri (D.S.İ. Genel Müdürlüğü verilerine göre) verilmiştir.

Havza No	Havza Adı	Alan (km ²)	Ort. Yıllık Akış (km ³)	Potansiyel Akış Oranı (%)
1	Meriç - Ergene Havzası	14560	1.33	0.7
2	Marmara Havzası	24100	8.33	4.5
3	Susurluk Havzası	22339	5.43	2.9
4	Kuzey Ege Havzası	10003	2.09	1.1
5	Gediz Havzası	18000	1.95	1.1
6	Küçük Menderes Havzası	6907	1.19	0.6
7	Büyük Menderes Havzası	24976	3.03	1.6
8	Batı Akdeniz Havzası	20953	8.93	4.8
9	Antalya (Orta Akdeniz) Havzası	19577	11.06	5.9
10	Burdur Gölü Kapalı Havzası	6374	0.50	0.3
11	Akarçay (Afyon) Kapalı Havzası	7605	0.49	0.3
12	Sakarya Havzası	58160	6.40	3.4
13	Batı Karadeniz Havzası	29598	9.93	5.3
14	Yeşilirmak Havzası	36114	5.80	3.1
15	Kızılırmak Havzası	78180	6.48	3.5
16	Konya (Orta Anad.) Kapalı Havz.	53850	4.52	2.4
17	Doğu Akdeniz Havzası	22048	11.07	6.0
18	Seyhan Havzası	20450	8.01	4.3
19	Asi (Hatay) Havzası	70796	1.17	0.6
20	Ceyhan Havzası	21982	7.18	3.9
21	Fırat Havzası	127304	31.61	17.0
22	Doğu Karadeniz Havzası	24077	14.90	8.0
23	Çoruh Havzası	19872	6.30	3.4
24	Aras Havzası	27548	4.63	2.5
25	Van Gölü Kapalı Havzası	19405	2.39	1.3
26	Dicle Havzası	57614	21.33	11.5
		779452	186.05	100

Tablo 7.1. Türkiye akarsu havzaları (Alanları-Akış değ.)

Ülkemizde en geniş alanı kapsayan ve akış değeri en çok olan havza 127.304 km²'lik alanı ve 31.61 km³'lük akış değeri ile Fırat havzasıdır. Fırat havzasının akış değerinin, Türkiye akarsu havzalarının toplam akış değerine oranı % 17.0'dir. Ayrıca alansal olarak Fırat havzasının Türkiye'nin toplam alanına oranı da %16.33'tür. Fırat havzasından sonra en yüksek akış değerine sahip havza Dicle havzasıdır ve aynı zamanda alan olarak 4 üncü büyük havzamızdır. Dicle havzasının alanı 57.614 km² ve akış değeri 21.33 km³'tür. Ülkemizin en büyük projelerinden biri olan GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi), bu iki havzamızın üzerinde kuruludur. Fırat ve Dicle havzalarının toplam alanı ülkemizin toplam alanının %23.4'lük kısmına karşılık gelmektedir ve iki havzanın toplam alanı 184.918 km²'dir ki bu alan dünyanın pek çok ülkesinin alanından fazladır.

Dünyada, suya olan talepten dolayı özellikle son yıllarda su kaynaklarının belirlenmesi, bu kaynakların geliştirilmesi ve kullanılması konularında oldukça geniş çalışmalar yapılmış ve halen de yapılmaktadır. Su kaynaklarının belirlenmesi, bu kaynakların geliştirilmesi ve kullanılması çalışmalarında özellikle havza çalışmaları ön plana çıkmaktadır.

Havza çalışmalarının sağlıklı olabilmesi için yeterli ve güvenli hidrometeorolojik verilere ihtiyaç vardır. Hidrometeorolojik gözlem ağıları, meteoroloji istasyonları ve hidrometri istasyonlarından oluşmaktadır. Hidrometri (akım ve göl gözlem) istasyonları, su seviyesi, akım, sediment, kalite ve kirlenme gözlemlerini; meteoroloji istasyonları ise yağış, buharlaşma ve nem gibi meteorolojik gözlemleri yapar. Bu istasyonlardan elde edilen veriler, diğer çalışmalarda da olduğu gibi havza çalışmalarında da sıhhatli değerlendirmeler yapmak açısından uzun süreli, kesintisiz ve doğru gözlenmiş olmalıdır. Aynı zamanda gözlem ağı, günün mevcut teknik ve teknolojik şartlarına da uygun olmalıdır.

Havza çalışmaları, bir ülkenin başlıca doğal kaynağı olan suyu ve kaynaklarını belirlemek, bu kaynaklardan optimum seviyede yararlanmak, suyun meydana getireceği taşkın ve sel gibi zararları tahmin ederek bu zararlara karşı gerekli koruyucu önlemleri araştırmak ve almak açısından da oldukça önemlidir.

7.3. HAVZALARDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

7.3.1. BİR HAVZADAKİ ORTALAMA YAĞIŞIN BULUNMASI

Bir havzada hidrometeorolojik etüt yapılırken önce havza alanı içinde meydana gelen yağış değerinin hesaplanması gerekir. Bir havza alanı içinde muhtelif sayıda istasyon bulunabilir ve her bir istasyonun yağış değerleri coğrafik ve topoğrafik etkenler nedeniyle birbirlerinden farklı olabilir. Herhangi bir havzadaki ortalama yağışı hesaplamak için, havza sahasının özelliklerine göre aşağıdaki metotlardan herhangi biri kullanılabilir:

- a) Aritmetik Ortalama Metodu
- b) Thiessen Metodu
- c) İzohyet Metodu
- d) Kareler Metodu

7.3.1.1. Aritmetik Ortalama Metodu

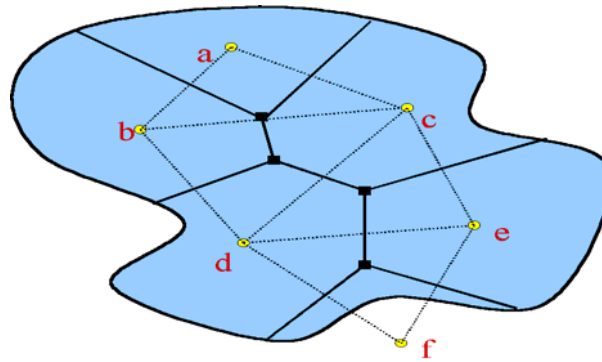
Bir havzadaki ortalama yağışı hesaplamada kullanılan metotlar içinde en basit olan bu metot da, havza sınırları içinde kalan bütün istasyonların yağış değerleri toplanır ve istasyon sayısına bölünerek ortalaması alınır. Elde edilen değer, havzanın ortalama yağış değeri kabul edilir.

$$\bar{P} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)/n$$

Bu metot, fazla engebeli olamayan, düz arazili ve çok sayıda istasyon içeren havzalarda uygulanmalıdır. Dağlık bölgelerde ve şiddetli yağışların olduğu durumlarda yağış homojen olarak dağılmadığından, bu metot sağlıklı sonuçlar vermeyebilir. Genelde bu metot, yağışın homojen dağıldığı, düz arazili, istasyon sayısı çok olan ve 500 km²'den küçük havzalarda kullanılır.

7.3.1.2. Thiessen Metodu

Bu metotta önce havza alanı çizilir ve havza üzerindeki ve yakınındaki istasyonların yerleri noktalanır. Noktalanmış her istasyon, kendisine komşu olan istasyonların noktaları ile bir üçgen meydana getirecek şekilde birleştirilir. Meydana gelen bu üçgenlerin her kenarından birer kenar orta dikme çıkılarak, bu dikmelerin birleştiği noktalar işaretlenir. Daha sonra, bulunan noktalar birbirleri ile birleştirilerek çokgenler (poligonlar) elde edilir. Bu çokgenler Thiessen çokgeni olarak adlandırılır. Thiessen çokgeni çizilirken bölgenin dışında kalan fakat meteorolojik bakımdan bölge ile aynı karakteristiğe haiz olan ve havza alanına yakın olan istasyonlar da göz önüne alınır. Bu istasyonların da oluşturdukları poligonlar alanlarına göre ağırlıklı ortalama değerlendirilirler. Bu şekilde çizilmiş bir örnek Thiessen çokgeni Şekil 7.3.te gösterilmiştir.

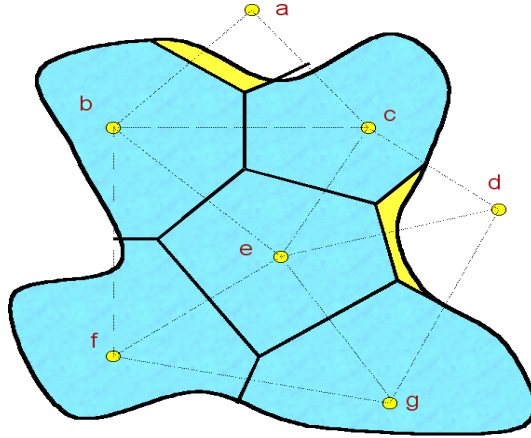


Şekil 7.3. Bir Thiessen çokgen örneği

Bu şekilde poligonlar oluşturulduktan sonra, her istasyonun içinde kaldığı poligonların alanı bulunur ve toplam alana göre oranları hesap edilir. Daha sonra, her istasyonun yağış değerleri ile toplam alana göre oranları çarpılarak tartılı yağışları veya diğer bir deyişle ağırlıklı yağış değerleri bulunur. Bu şekilde hesaplanan her istasyonun ağırlıklı yağış değerleri toplanarak havzanın ortalama yağış değeri bulunur.

$$\text{Ağırlıklı Yağ.} = \text{İstasyonun Yağışı} \times \text{Havza Alanına Göre Oranı}$$

Örnek: Şekil 7.3.a.da gösterilen örnek havza alanında (havzanın ortalama yağışını hesaplayalım. İstasyonların yıllık toplam yağış değerleri ve havza içindeki alanları şu şekilde olsun:



a:	130.0 mm	20 km ²
b:	292.6 mm	110 km ²
c:	384.0 mm	98 km ²
d:	398.2 mm	20 km ²
e:	538.4 mm	108 km ²
f:	596.0 mm	92 km ²
g:	900.4 mm	107 km ²

Şekil 7.3.a. Örnek Thiessen çokgeni

Şimdi yukarıdaki verilere göre istasyonların yağış değerlerini, içinde kaldığı poligonların alanlarını ve havzanın toplam alanına göre olan yüzdeleri gösteren tablomuzu (Tablo 7.2.) oluşturalım.

İstasyon	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Alan (km ²)	Toplam Alana Oranı	Ağırlıklı Yağış (mm)
a	130.0	20	0.04	4.7
b	292.6	110	0.20	58.0
c	384.0	98	0.18	67.8
d	398.2	20	0.04	14.3
e	538.4	108	0.19	104.8
f	596.0	92	0.17	98.8
g	900.4	107	0.19	173.6
		555	1.00	522.0

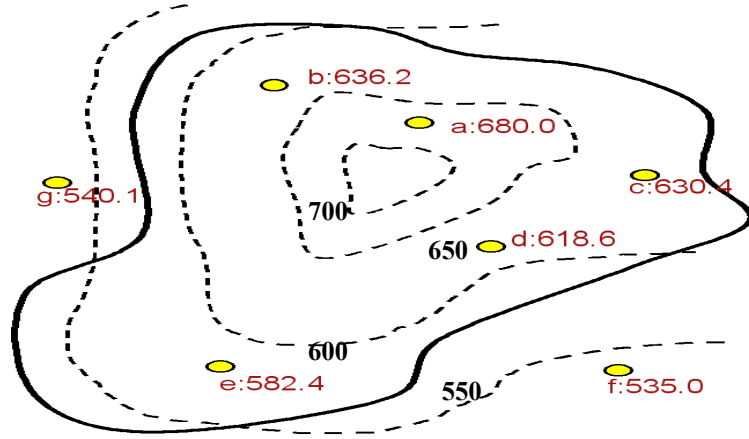
Tablo 7.2. Örnek Thiessen çokgeninin alanları, yüzdeleri ve ağırlıklı yağışları

Tablo 7.2.deki gibi istasyonların alanını toplam alana orantılarız. Daha sonra her istasyonun toplam alana oranı ile istasyonların yıllık toplam yağış değerlerini çarparak ağırlıklı yağışlarını hesaplarız. Son olarak ağırlıklı yağışları toplayarak havzanın ortalama yağış değerini buluruz (522.0 mm) .

Thiessen metodu, genellikle 500 km²-5000 km² arasındaki alanlarda kullanılır. Bu metotla elde edilen sonuçlar, aritmetik ortalama metodu ile elde edilen sonuçlardan daha çok gerçeğe yakındır. Bu metotta yağış rasat istasyonlarının homojen dağılmasından kaynaklanan etkiler hesaba katılmış olur. Ancak orografik yağışların sık rastlandığı bölgelerde, aşağıda anlatılacak olan izoheyt metodu daha iyi sonuçlar verebilir.

7.3.1.3. İzoheyt Metodu

Havza alanı, bir önceki metotta da olduğu gibi bir kağıt üzerine çizilir ve hem havza alanı içindeki hem de havza alanı yakınındaki istasyonlar çizilen bu alana işaretlenir. İstasyonların yağış değerlerine göre, **izoheytler (eş yağış çizgileri)** çizilir. Daha sonra, her izoheyt arasında kalan alan hesaplanır. Her iki izoheyt arasında kalan alanın ortalama yağışı iki izoheyt değerinin ortalaması olarak alınır. Yalnız, en büyük ve en küçük izoheyt değerleri, havzanın içindeki ve dışındaki yağış değerlerine bakılarak ve havzanın genel durumu incelenerek tahmini olarak alınır. Burada arazinin genel durumu da dikkate alınır. İzoheytlerin çizimi esnasında, arazi durumunun ve arazideki yağış fırtınalarının iyi bilinmesi gereklidir. Ayrıca analizcinin tecrübesi de çizimde etkili olur. **Şekil 7.4**.te bir havza üzerinde çizilmiş izoheytler gösterilmiştir.



Şekil 7.4. Bir havza üzerinde izoheytler

Şekil 7.4.teki gibi, havza üzerine izoheytlerimizi çizdikten sonra izoheytler arasında kalan alanlar hesaplanır. İzoheytler arasında kalan alan ile o alanları temsil eden ortalama yağış değeri (iki izoheytin ortalaması) çarpılarak, her iki izoheyt arasında kalan alanın toplam yağışı bulunur. Bütün alanların yağışları bu şekilde bulunduktan sonra, bulunan bu yağış değerleri toplanır ve havzanın alanına bölünür. Bu işlem sonunda havzanın ortalama yağışı bulunur.

Eş yağış çizgilerini (izoheyt) çizerken bölgenin topoğrafyasına ve yağışın dağılımına ait bilgileri de kullanmak imkânı olduğu için, bu metot özellikle dağlık bölgelerde diğer metotlara nazaran çok daha iyi sonuçlar verir.

Örnek: Şekil 7.4.teki havzanın ortalama yağışını hesaplayalım.

İzoheytlar	İzoheytlar Arası Alan (km ²)	İzoheytlar Arası Ort. Yağ. (mm)	İzoheytlar Arasındaki Alanda Toplam Yağış (mm)
> 700	52	730.0	37960
650-700	148	675.0	99900
600-650	613	625.0	383125
550-600	320	575.0	184000
<500	88	480.0	42240
	1221		747225

Havzanın toplam alanı 1221 km²'dir. Havzanın toplam alanına düşen toplam yağış ise 747.225 mm'dir. Bu durumda havzadaki ortalama yağış ise;

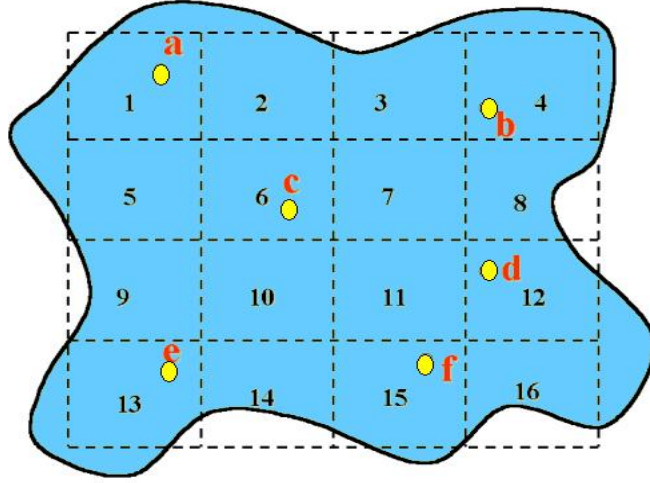
$$\bar{P} = \frac{747225}{1221} \quad \bar{P} = \mathbf{612.0 \text{ mm}} \text{ olarak bulunur.}$$

7.3.1.4. Kareler Metodu

Bu metot şöyle uygulanır:

- Havza alanı eşit karelere ayrılır.
- Her bir karedeki yağış miktarı o kare içinde kalan rasat istasyonunun değerine eşit kabul edilir.
- Bir kare içinde birden fazla yağış istasyonu var ise o karenin yağış değeri, o kare içindeki istasyonların yağış değerlerinin ortalaması olarak alınır.
- Eğer, bir kare içinde yağış istasyonu yok ise kendisine en yakın olan iki istasyonun değerleri arasında interpolasyon yapılarak yağış değeri bulunur.

Böylece her bir karedeki yağış değerlerini bulduktan sonra, bütün karelerin değerleri toplanır. Bulunan değer kare sayısına bölüldüğünde ortaya çıkan değer bize o havzanın ortalama yağışını verir. Kareler metoduna göre eşit kare parçalarına ayrılmış bir havza örneği **Şekil 7.5.**te gösterilmiştir.



Şekil 7.5. Eşit karelere bölünmüş bir havza örneği

7.3.2. HAVZALARDA YAPILAN DİĞER ÇALIŞMALAR

7.3.2.1. Bir Havzanın Hidrometeorolojik Etüdü

Bir havzanın hidrometeorolojik etüdü yapılırken ele alınacak başlıca faktörler şunlardır:

a. Drenaj Sahasının Coğrafi Durumu: Drenaj sahasının alanı, havzadaki belli başlı akarsuları, adları, döküldüğü yer, havzada bulunan dağ ve dağ silsilesi gibi hususlar incelenir.

b. Sahanın Jeolojik ve Jeomorfolojik Durumu: Havzanın jeolojik yapısı (jeolojik haritalardan ve diğer kaynaklardan yararlanılarak) incelenir. Jeolojik oluşum sonucu havzadaki kısımların hangi zamana ait olduğu ve oluşumu incelenir. Jeolojik zamanlara ait formasyonlar tespit edilmiş olur.

c. Havzadaki Doğal Bitki Örtüsü: Doğal bitki örtüsüyle birlikte kültür sahası da tespit edilir. Ayrıca arazinin mera olan kısmı ve meskûn olmayan kısımların % değerleri araştırılır.

d. Havzanın Toprak Durumu: Toprak haritalarından havzanın toprak sınıfları ve çeşitleri tespit edilir. Buna bağlı olarak toprakların infiltrasyon kapasiteleri bulunur. Toprak açısından toprakların geçirgenlikleri, dolayısıyla suyu boşaltma değerlendirilmesi yapılır (doğal drenaj).

e. Havzanın Sinoptik Durumu: Havzalara etkili olan yağışların sinoptik yönden durumu incelenir. Hava kütleleri ve cephesel olaylar araştırılır. Geniş çapta, hangi mevsimlerde hangi basınç merkezlerinin ve hangi sistemlerin etkisinde olduğu belirlenir.

f. Havzanın Hidrolojik Durumu: Havzadaki akarsular ve döküldüğü yer, memba (suyun çıktığı yer) ile mansap (suyun döküldüğü yer) arasındaki eğim durumu, membandaki yükselti, bu yükseltide kar durumu hakkında bilgiler çıkartılır. Halihazır durumda akım istasyonları ve yerleri, akım istasyonlarında bulunan aletler ve akım neticeleri yazılır.

g. Havza Sahasının Sel Rejimi Karakteri: Havzadaki küçük akarsu kollarıyla ana kolun durumu incelenir. Devamlı akan derecikler olup olmadığı, sellere sebep olup olmayacağı konusu araştırılır. Şimdiye kadar tespit edilen en yüksek ve en düşük debi değerleri çıkartılır. Selin veya taşkınımın en fazla hangi mevsimde meydana geldiği, bu mevsimde havzaya düşen yağmur ve kar yağışları tespit edilir (sel ve taşkınlarla ilgili bilgiler D.S.İ. ve E.İ.E. yayınlarından elde edilebilir).

h. Havzanın Ortalama Yağışının Hesaplanması: Havzanın aylık, mevsimlik veya yıllık ortalama yağışları bulunur. (Bir önceki konuda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.)

ı. Havzanın Yağış-Şiddet-Süre ve Tekerrür Analizlerinin Yapılması: Havza içinde plüviograf aleti bulunan istasyonlara ait meydana gelmesi muhtemel maksimum yağışlar hesaplanır. Bu hesaplama yapılırken havza içinde plüviograf aleti bulunan ve en az 10 yıllık değerleri olan istasyonlardan yararlanılır. Rasat süresi boyunca vukuu bulmuş en yüksek değerlerin kaç yılda bir tekrarlayabileceği tespit edilir. (Kitabın 7. ünitesinde ayrıntılı olarak bahsedilmiştir.)

i. Havzada Akım İstidâl Çalışmaları: Düşen yağışla akım arasındaki münasebet araştırmak üzere mansaba yakın bir veya birkaç akım istasyonu seçilir. Aylık ve yıllık değerler arasında, havzanın ortalama yağışı ile akım arasındaki ilişki araştırılır. Aralarında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı durumlarda bunun sebepleri araştırılır. Örneğin, Küçük Menderes havzasında yapılan bir çalışmada, yağış ile akım arasında uygunsuzluk tespit edilmiş ve sebepleri de maddeler halinde şu şekilde belirtilmiştir:

1. Havza içindeki yağış ölçüm istasyonlarının yeterli sayıda ve sıklıkta olmayışı.
2. Bu istasyonların çoğunda iklim rasatlarının yapılmayışı.
3. Birçok istasyonda yağış rasat sürelerinin istatistiksel bir araştırmaya yeterli olmayışı.
4. Yükseklerde, tam tekniğine uygun olarak kar rasatlarının yapılmayışı ve mevcut kar yükünün bilinmeyişi.
5. Jeolojik yapıdan dolayı düşen yağışın ne kadarının yüzey akışına geçtiği veya süzüldüğünün tam olarak bilinmeyişi.
6. Akım rasat istasyonlarındaki akım rasatlarının kısa süreli oluşu.

7.3.2.2. Havzalarda Yağış-Derinlik-Alan-Süre Çalışmaları

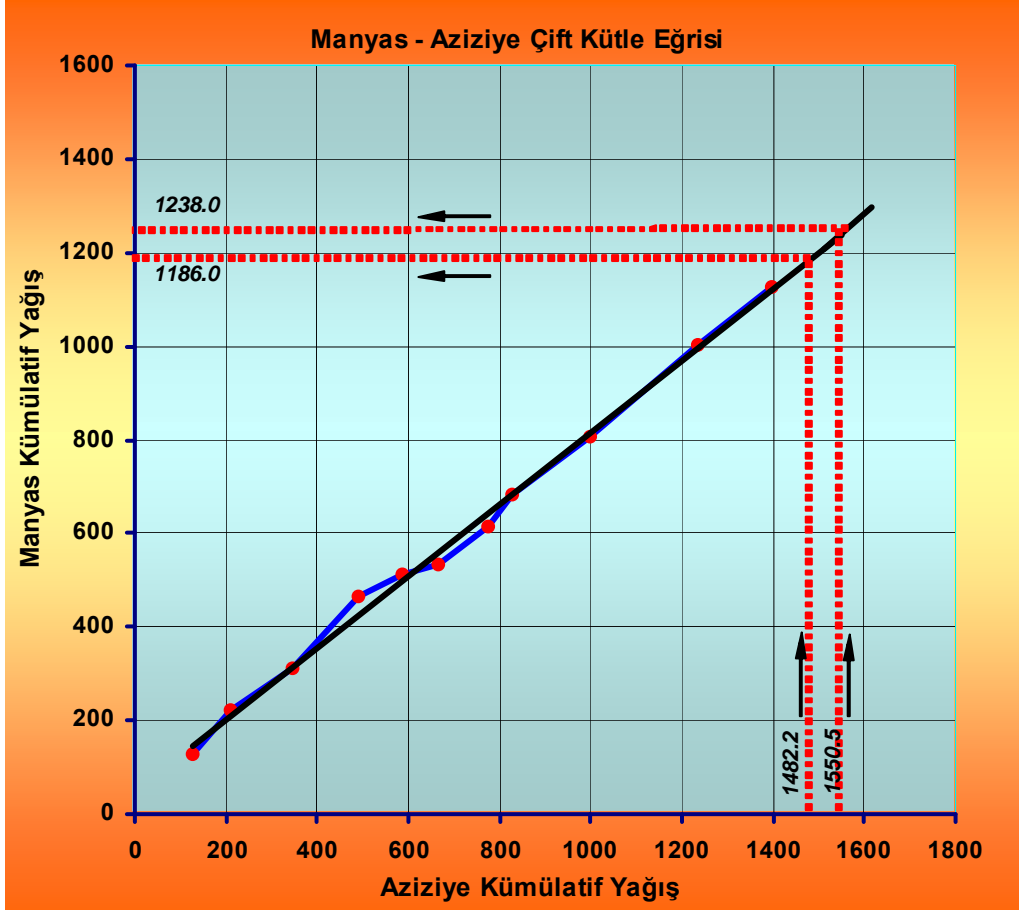
Bu çalışmanın amacı, havzalarda meydana gelen yağış fırtınalarının bu havzadaki standart alanlara bırakacağı en yüksek ortalama yağış derinliği ve süresini bulmaktır. Elde edilen bu analiz neticeleri, havzada ölçülmüş akarsu debilerinden o havzaya ait birim hidrografların elde edilmesinde, havzanın diğer hidrolojik karakteristiklerinin bilinmesinde ve dolu savak projelerinin hazırlanmasında kullanılır.

Değerlendirme Soruları: (7.ünite)

1. Havza, Menba ve Mansap nedir, tanımlarını yapınız?
2. Türkiye’de kaç tane akarsu havzası vardır, hangileri kapalı havza özelliği gösterir?
3. Ülkemizde en geniş alanı kapsayan ve akış değeri en çok olan havza hangisidir?
4. Havzalarda ortalama yağış hangi metodlarla hesaplanır?

8. ÜNİTE

AKSAK YAĞIŞ RASATLARIN TAHMİNİ



Hazırlık Çalışmaları:

1. Aksak yağış rasatlarının tamamlanmasının önemini araştırınız?
2. Kısa süreli rasatların periyodlarının uzatılmasında hangi metodlar kullanılır?
3. Yüzde metodu ile aksak yağış verilerinin tamamlanması hangi prensibe dayanır?
4. Yağış rejimi eğrilerinden faydalanılarak, kısa süreli rasatları olan bir istasyonun 30 yıllık normali nasıl hesaplanır?

8. AKSAK YAĞIŞ RASATLARININ TAHMİNİ

8.1. AKSAK YAĞIŞ RASATLARININ TAMAMLANMASI

Herhangi bir istasyondan elde edilen yağış verilerinin, hidrometeorolojik amaçla kullanılması ve hidrometeorolojik ilişkilerin araştırılması, uzun yıllar ortalamasının veya 30 yıllık yağış normallerinin hesaplanabilmesi için uzun süreli veriler şeklinde olması tercih edilir. Aynı zamanda herhangi bir yerin yağış karakteristiğinin belirlenebilmesi için de yine yağış verilerinin uzun süreli olması gereklidir. Kullanacağımız serinin uzun süreli olması ulaşacağımız sonuçların daha gerçekçi olmasını aynı zamanda da o süre içinde gerçekleşmiş bulunan fiziksel değişimlerin de dikkate alınmış olduğu sunucunu ortaya çıkarır. Veri serisinin kısalığı o civarda meydana gelmiş hidrometeorolojik değişimlerin hepsini kapsamayacağı için hidrometeorolojik ilişkilerde uygunsuzluk yaratacaktır. Bununla beraber eldeki imkânlar nedeniyle veya herhangi bir nedenden dolayı bazı zamanlarda hidrometeorolojik rasatlar aksayabilir ya da yapılamayabilir. Bu şekilde aksayan ya da yapılmayan rasatlar, işe yarar hale getirilmesi için bazı metotlar yardımı ile tamamlanabilir ya da düzeltilebilir. Bu metotlardan bazıları şunlardır:

1. Yüzde Metodu
2. Normal Oran Metodu
3. Korelasyon Metodu
4. En Küçük Kareler Metodu
5. Çift Kütle Metodu

8.1.1. YÜZDE METODU

Bu metot, herhangi bir istasyonun eksik veya hatalı aylık veya yıllık rasatlarını başka bir anahtar istasyonun rasatlarına orantılamak prensibine dayanır. Bunun için aşağıdaki adımlar sırasıyla uygulanır.

a) Rasatları eksik olan istasyonun eksik rasatlarını tamamlamak için bir anahtar istasyon seçilir. Anahtar istasyon seçilirken mümkün olduğu kadar aşağıdaki kıstaslara uyulması yapacağımız işlemin daha sağlıklı sonuçlar vermesini sağlar. Elimizdeki

imkânlar bütün bu kıstasların çoğu zaman bir arada gerçekleşmesine müsaade etmese de, bu kıstaslardan birkaçının bir arada olması da tercih sebebimiz olmalıdır.

i. Coğrafik (birbirine yakınlık, aynı havza içinde yer alması, denizden yüksekliği, denize veya göle olan uzaklık, bitki örtüsü vs.) olarak benzerlik göstermesi.

ii. Meteorolojik olarak benzerlik göstermesi.

iii. Rasatlarının uzun süreli ve eksiksiz olması.

b) Rasatları tam olan anahtar istasyonun, tüm periyot boyunca (rasatları eksik olan istasyonun eksik olan periyotlarına karşılık gelenler dahil) yağış miktarları toplanır.

c) Her yıla ait yağış miktarının toplam yağışa göre yüzdesi bulunur.

d) Rasatları eksik olan istasyonun eksik yıllarına karşılık gelen anahtar istasyondaki yüzde miktarları toplanır ve 100'den bu değer çıkarılır.

e) Aksak istasyonun yağış değerleri toplanır ve yukarıda bulduğumuz (d) değere bölerek bir **sabit değer** elde ederiz.

f) Bulduğumuz bu sabite rakamı ile rasatları eksik istasyonun eksik yıllarına karşılık gelen anahtar istasyonun yüzde değerlerini çarparak, eksik olan rasatları tamamlamış oluruz.

Örnek: Çorlu'da 1931-1936 yılları arasındaki eksik olan Ocak ayı yağış değerlerini Tekirdağ'ın değerleri yardımı ile tamamlayalım (**Tablo 8.1.**).

Tekirdağ'ın 1931-1964 yılları arasındaki toplam Ocak ayı yağışı 2256.6 mm'dir. % Değeri sütununda her yılın Ocak ayı yağışlarının, toplam Ocak ayı yağışlarına (2256.6 mm) oranı bulunur.

Çorlu'nun eksik yıllarına karşılık gelen % değerleri toplanır ve bulunan bu değer 100'den çıkartılır.

$$2.15 + 1.82 + 3.11 + 1.21 + 5.53 + 1.25 = \underline{15.07} \quad \underline{100 - 15.07 = 84.93}$$

Rasatları eksik olan istasyonun Ocak ayı yağışları toplamı (1877.8 mm) yukarıda bulduğumuz bu değere (84.93) bölünür ve bir sabite değeri elde ederiz.

TEKİRDAĞ			ÇORLU
Yıllar	Ocak Ayı	% Değeri	Ocak Ayı
1931	48.5	2.15	----
1932	41.0	1.82	----
1933	70.2	3.11	----
1934	27.3	1.21	----
1935	124.7	5.53	----
1936	28.3	1.25	----
1937	27.2	1.21	37.0
1938	25.7	1.14	30.7
1939	36.5	1.62	29.5
1940	93.8	4.16	94.8
1941	34.5	1.53	45.0
1942	65.6	2.91	90.3
1943	81.5	3.61	96.5
1944	29.2	1.29	35.1
1945	60.5	2.68	104.8
1946	107.1	4.75	65.5
1947	40.4	1.79	51.4
1948	80.7	3.58	94.3
1949	26.1	1.16	22.4
1950	100.0	4.43	102.5
1951	98.6	4.37	82.1
1952	84.3	3.74	102.2
1953	146.0	6.47	133.8
1954	94.3	4.18	58.3
1955	70.5	3.12	57.0
1956	91.7	4.06	85.3
1957	24.4	1.08	29.4
1958	104.3	4.62	71.8
1959	106.4	4.72	98.3
1960	104.8	4.64	82.5
1961	53.5	2.37	54.0
1962	36.4	1.61	37.6
1963	73.5	3.26	68.1
1964	19.1	0.85	17.6
Toplam	2256.6	100.00	1877.8

Tablo 8.1. Tekirdağ ve Çorlu'nun Ocak ayı toplam yağış ve % değerleri

8.1.2. NORMAL ORAN METODU

Bu metotta rasatları aksak olan istasyon ile birlikte (yüzde metodunda da bahsettiğimiz kıstaslar göz önünde bulundurularak) aynı özelliklere sahip veya benzer birkaç istasyon seçilir. İstasyon seçiminden sonra aşağıdaki formül yardımı ile eksik rasatlar tamamlanır.

$$P_X = \frac{1}{N} \left((N_X / N_A) \times P_A + (N_X / N_B) \times P_B + (N_X / N_C) \times P_C \dots \dots \right)$$

$$1877.8 : 84.93 = 22.11 \text{ (sabit değer)}$$

Son olarak, bulduğumuz bu sabite değeri ile rasatları eksik olan istasyonun eksik değerlerine karşılık gelen anahtar istasyon % değerleri çarpılarak eksik rasatlara karşılık gelen tahmini değerler bulunur (**Tablo 8.2.**).

Tekirdağ		Sabit Değer	Çorlu (Bulunan Değ.)
Yıllar	% Değer		(%Değ.X Sabit Değer)
1931	2.15	22.11	47.5
1932	1.82	22.11	40.2
1933	3.11	22.11	68.8
1934	1.21	22.11	26.7
1935	5.53	22.11	122.2
1936	1.25	22.11	27.7

Tablo 8.2. Çorlu'nun tahmini değerleri

N = Kullandığımız istasyon sayısı

$N_X, N_A, N_B, N_C = x, A, B$ ve C istasyonları için yağış normali veya uzun yıllar ortalaması

$P_X = x$ istasyonunun eksik olan yağışı

$P_A, P_B, P_C = A, B$ ve C istasyonunun yağışı (x istasyonunda eksik olan yılın veya ayın)

Örnek: Tablo 8.3.de verilenler yardımı ile Kızılcahamam istasyonunun 1972 yılındaki eksik olan yıllık yağışını tamamlayalım.

$N = 2$ $N_X = 561.5$ mm $P_X = ?$

$N_A = 404.1$ mm $N_B = 404.3$ mm $P_A = 441.6$ mm $P_B = 463.7$ mm

$P_X = 1 / 2 ((561.5/404.1) \times 441.6 + (561.5/404.3) \times 463.7)$

$P_X = \underline{539.4}$ mm

Yıllar	Ankara(a)	Esenboğa(b)	Kızılcahamam (x)
1972	441.6	463.7	
1973	328.3	266.2	443.6
1974	377.0	411.2	448.7
1975	514.5	496.7	726.4
1976	437.9	432.7	507.6
1977	242.0	288.7	340.2
1978	420.2	463.0	643.8
1979	347.5	401.1	488.4
1980	415.2	440.1	592.9
1981	493.9	443.0	764.5
1982	373.6	407.5	549.1
1983	487.2	496.8	630.9
1984	313.9	326.6	438.8
1985	404.5	412.3	549.2
1986	384.0	421.3	561.1
1987	418.4	445.7	604.4
1988	457.0	450.2	661.1
1989	351.7	354.9	484.8
1990	429.8	369.1	491.6
1991	403.3	321.8	512.3
1992	330.0	318.2	582.5
1993	300.3	303.1	470.6
1994	289.8	323.5	457.0
1995	525.5	447.2	683.8
1996	478.6	465.3	556.5
1997	548.1	496.2	671.4
1998	442.3	424.2	605.7
1999	435.3	448.4	755.4
2000	346.6	370.6	480.8
2001	437.4	485.4	661.4
2002	387.9	397.9	480.8
Ort. 1973-2002	404.1	404.3	561.5

Tablo 8.3. Ankara, Esenboğa ve Kızılcahamam'ın yıllık toplam yağış değerleri

Not: Yukarıdaki formüle göre yapılacak olan hesaplamada, seçtiğimiz anahtar istasyonların yağış normalleri veya uzun yıllar ortalamaları, yaptığımız işlemin doğruluğu ve hassasiyeti açısından bütün istasyonlarda aynı zaman aralıklarında hesaplanmış normal ya da uzun yıllar ortalaması olmalıdır.

8.1.3. KORELASYON METODU

Bu metot birbirinden bağımsız iki değişkenin, aralarında bir ilişki olup olmadığı, var ise ne derecede ilişkili olduğunu bularak iki değişkenden herhangi birinin bazı değerlerinin eksik ya da hatalı olduğu durumlarda diğerini tahmin etme mantığına dayanır. Örneğin birbirine yakın iki istasyonun yağış, sıcaklık vb. uzun süreli verilerinin birbirine ne kadar benzediği veya birbirleri ile ne kadar ilişkili olduğu bu yöntemle belirlenebilir. Eğer aralarında düzenli bir ilişki var ise herhangi birinin eksik ya da hatalı değerleri diğer istasyonun değerleri yardımı ile tamamlanabilir ya da düzeltilebilir.

Birbirinden bağımsız X ve Y değişkenleri arasında herhangi bir düzenli ilişki var ise, bu değişkenlerin herhangi biri hakkında bilgimiz olduğu durumlarda diğer değişken için de bir bilgimiz var demektir. İşte iki değişken arasındaki bu düzenli ilişkiye **korelasyon** adı veriyoruz. Eğer iki değişken arasında doğrusal bir ilişki var ise bu ilişkinin derecesi tek bir sayı ile ifade edilebilir ve bu sayıya **korelasyon katsayısı** adı verilir. Diğer bir ifade ile, aralarında doğrusal bir ilişki bulunan iki değişken arasındaki ilişkinin değerini ölçmeye yarayan sayıya “**korelasyon katsayısı**” adı verilir. Bu iki değişken arasındaki bağıntıyı veren denkleme de “**regresyon doğrusu denklemi**” denir. Eksik olan değerler bu regresyon doğrusu denklemi ile hesaplanır.

Korelasyon katsayısı +1 ile -1 arasında değişen bir değerdir. Bu değer ne kadar 1'e yakın olursa iki değişken arasındaki ilişki o kadar kuvvetlidir ve 1 olduğu durumlarda ise aralarında kusursuz bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı negatif (-) ise aralarında ters yönde bir ilişki, pozitif (+) ise aynı yönde bir ilişki söz konusudur. Eğer birkaç istasyon arasından bir anahtar istasyon seçecek olur isek, tek tek rasatları eksik olan istasyon ile diğer istasyonlar arasında korelasyon hesaplanır ve korelasyon katsayısı en yüksek olan istasyonun değerleri ile eksikler tamamlanır.

Korelasyon katsayısının matematiksel ifadesi ve regresyon doğru denklemi şu şekildedir:

Korelasyon katsayısı (**r**):
$$r = \frac{\sum x.y - n.\bar{x}.\bar{y}}{\sqrt{(\sum x^2 - n.(\bar{x})^2)(\sum y^2 - n.(\bar{y})^2)}}$$

Regresyon doğrusu denklemi:
$$\longrightarrow \underline{\underline{y = a + b.x}}$$

$$b = \frac{\sum x.y - n.\bar{x}.\bar{y}}{\sum x^2 - n.(\bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b.\bar{x}$$

n = eleman, rasat sayısı

y = rasatları eksik olan istasyon değerleri

x = rasatları tam olan istasyon değerleri

\bar{x}, \bar{y} = x ve y değerleri aritmetik ortalaması.

İki istasyon arasındaki bağıntıyı veren, yukarıdaki regresyon doğrusu denkleminde eksik olan rasatlar tamamlanır.

Örnek: Avanos istasyonunun 1990, 1993, 1994, 1995 ve 1996 yıllarındaki eksik rasatlarını, Ürgüp ve Nevşehir istasyonlarının değerleri yardımı ile hesaplayalım (**Tablo 8.4.**).

Yıllar	Avanos (y)	Ürgüp (x)	Nevşehir (x ₁)
1986	274.9	375.3	410.8
1987	424.2	480.0	589.0
1988	363.2	450.6	535.8
1989	201.7	273.4	302.8
1990		377.4	444.4
1991	377.4	404.1	466.9
1992	268.6	457.4	491.2
1993		322.4	400.9
1994		328.4	379.5
1995		384.0	434.4
1996		356.6	370.4
1997	373.5	467.9	434.8
1998	462.3	523.3	555.5
1999	261.5	333.5	303.8
2000	319.9	403.9	442.9
2001	257.5	341.9	293.8

Tablo 8.4. Avanos, Ürgüp ve Nevşehir yıllık yağış değerleri

Yıllar	y	x	x ₁	y ²	x ²	x ₁ ²	y.x	y.x ₁
1986	274.9	375.3	410.8	75570.0	140850.1	168756.6	103170.0	112928.9
1987	424.2	480.0	589.0	179945.6	230400.0	346921.0	203616.0	249853.8
1988	363.2	450.6	535.8	131914.2	203040.4	287081.6	163657.9	194602.6
1989	201.7	273.4	302.8	40682.9	74747.6	91687.8	55144.8	61074.8
1991	377.4	404.1	466.9	142430.8	163296.8	217995.6	152507.3	176208.1
1992	268.6	457.4	491.2	72146.0	209214.8	241277.4	122857.6	131936.3
1997	373.5	467.9	434.8	139502.3	218930.4	189051.0	174760.7	162397.8
1998	462.3	523.3	555.5	213721.3	273842.9	308580.3	241921.6	256807.7
1999	261.5	333.5	303.8	68382.3	111222.3	92294.4	87210.3	79443.7
2000	319.9	403.9	442.9	102336.0	163135.2	196160.4	129207.6	141683.7
2001	257.5	341.9	293.8	66306.3	116895.6	86318.4	88039.3	75653.5
Ort.	410.1	325.9	438.8					
Top.				1232937.6	1905576.0	2226124.8	1522093.0	1642590.8

Tablo 8.5. Korelasyon katsayısı hesaplamasında kullanılan değerler

Tablo 8.5.de gösterildiği şekilde, formülde kullanılacak değerler hesaplanır ve bunları formülde yerine koyduğumuz zaman Avanos istasyonu ile Ürgüp ve Nevşehir istasyonları arasındaki korelasyon katsayısı aşağıdaki şekilde olur (yukarıdaki x_1 değerleri, x değeri gibi düşünülerek ayrı ayrı korelasyon hesaplanır):

$$r = \frac{\sum x.y - n.\bar{x}.\bar{y}}{\sqrt{(\sum x^2 - n.(\bar{x})^2)(\sum y^2 - n.(\bar{y})^2)}}$$

$$r_x = 0.87 \text{ (Avanos ile Ürgüp arasındaki korelasyon katsayısı)}$$

$$r_{x1} = 0.83 \text{ (Avanos ile Nevşehir arasındaki korelasyon katsayısı)}$$

Avanos ile Ürgüp arasındaki korelasyon katsayısı değerine göre 1'e daha yakın olduğundan, eksik rasatları Avanos ile Ürgüp arasındaki ilişki ile tamamlamak değerine göre daha tutarlı olacağı için bu iki istasyon arasındaki regresyon doğrusu denklemini buluruz ve bu değer yardımı ile eksik değerleri tamamlarız:

$$b = \frac{\sum x.y - n.\bar{x}.\bar{y}}{\sum x^2 - n.(\bar{x})^2} \quad \mathbf{b = 0.94}$$

$$a = \bar{y} - b.\bar{x} \quad \mathbf{a = -58.6}$$

$$y = a + b.x \quad \mathbf{y = -58.6 + 0.94(x)}$$

<u>Yıllar</u>	<u>Ürgüp</u>		<u>Avanos</u>
1990	377.4	$y = -58.6 + 0.94 (377.4)$	296.2
1993	322.4	$y = -58.6 + 0.94 (322.4)$	244.5
1994	328.4	$y = -58.6 + 0.94 (328.4)$	250.1
1995	384.0	$y = -58.6 + 0.94 (384.4)$	302.4
1996	356.6	$y = -58.6 + 0.94 (356.4)$	276.6

8.1.4. EN KÜÇÜK KARELER METODU

Bu metot da korelasyon metodunda olduğu gibi, birbirinden bağımsız iki değişken arasında olduğu varsayılan bir regresyon doğrusu denklemini bularak ve bu denklemden yola çıkarak rasatları eksik olan istasyonun değerlerini bu regresyon doğrusu denklemi yardımı ile tamamlama prensibine dayanır. Aralarında fark ise, bu metotta regresyon doğrusu, sapmaların karelerinin toplamı en küçük olan doğrudur. Regresyon doğrusunu en küçük kareler toplamı yaklaşımı ile bulduğumuzdan dolayı bu metoda “**en küçük kareler metodu**” adı verilir.

Bu metotta kullanacağımız formüller şu şekildedir:

Regresyon doğrusu denklemi: $y = a + b.x$

$$\sum y = n.a + b. \sum x$$

$$\sum(x.y) = a. \sum x + b. \sum x^2$$

n: eleman, rasat sayısı

a: doğrunun eğimi

b: doğrunun y eksenini kestiği noktanın y koordinatı

Örnek: Erzurum istasyonunun 1972 yılındaki eksik değerini Tortum istasyonunun rasat değerleri yardımı ile tamamlayalım. Bunun için, **Tablo 8.6.**da görüldüğü gibi, korelasyon metodunda da yaptığımız gibi x^2 , $x.y$ vb. sütunlarımızı oluşturalım.

Not: x değerleri toplanırken rasadı eksik olan istasyonun eksik yıllarına karşılık gelen değerler toplanmaz.

Yıllar	Tortum (x)	Erzurum (y)	x.y	x ²
1953	371.0	391.6	145283.6	137641.0
1954	464.8	422.1	196192.1	216039.0
1955	229.1	327.1	74938.6	52486.8
1956	308.5	384.6	118649.1	95172.3
1957	309.7	348.8	108023.4	95914.1
1958	336.7	366.3	123333.2	113366.9
1959	541.5	482.5	261273.8	293222.3
1960	434.1	363.7	157882.2	188442.8
1961	359.8	295.9	106464.8	129456.0
1962	414.3	312.7	129551.6	171644.5
1963	645.0	638.5	411832.5	416025.0
1964	472.5	407.2	192402.0	223256.3
1965	540.8	462.4	250065.9	292464.6
1966	491.2	294.6	144707.5	241277.4
1967	721.0	550.9	397198.9	519841.0
1968	583.5	476.9	278271.2	340472.3
1969	405.2	308.3	124923.2	164187.0
1970	350.2	291.1	101943.2	122640.0
1971	575.8	364.4	209821.5	331545.6
1972	(628.2)			
Σ	8554.7	7489.6	3532758.2	4145095.0

Tablo 8.6. Erzurum ve Tortum yıllık toplam yağış değerleri ve gerekli olan hesaplamalar

8.1.5. ÇİFT KÜTLE METODU

Aynı karakteristik özellikleri taşıyan istasyonlar arasındaki ilişkiyi bulmada kullandığımız metotlar içinde yer alan çift kütle metodu, özellikle bol yağışlı durumlarda sağlıklı sonuçlar vermektedir. Aksi halde coğrafi, meteorolojik vb. karakteristik özellikleri aynı olan istasyonlarda bile özellikle yaz mevsiminde konvektif yağışlar ya da yağış fırtınaları gibi sebeplerden dolayı sonuçlarda zıtlıklar görülebilir. Bu sebepten dolayı, bu metodu günlük yağışların ya da yağış fırtınalarının düzeltilmesinde veya tamamlanmasında kullanmamız sağlıklı sonuçlar almamızı engeller.

Bu metodun ana prensibi iki istasyon arasındaki yağış ilişkisinin kümülatif toplamlar yardımı ile bulunmasına dayanır. Yine bu metotta da rasatları eksik olan istasyonu temsil edebilecek bir veya birkaç istasyon seçilir ve aralarında korelasyon

$$\Sigma y = n.a + b.\Sigma x \quad \text{ve}$$

$$\Sigma(x.y) = a.\Sigma x + b.\Sigma x^2$$

denklemlerinden a ve b değerleri hesaplanır. Bu denklemlere göre a ve b değerleri şöyledir:

$$a = 147.73$$

$$b = 0.55$$

$y = a + b.x$ regresyon doğrusu denkleminde de Erzurum istasyonunun eksik olan 1972 yılı yağış değeri hesaplanır;

$$y = 147.73 + 0.55 (628.2) = \underline{493.2} \text{ olur.}$$

yapılarak korelasyon katsayısı en uygun olan istasyon anahtar istasyon olarak seçilir. Daha sonra seçilen istasyon ile rasatları eksik olan istasyonun kümülatif yağış değerleri toplanır. Bu değerler bir grafik üzerinde (milimetrik bir kağıt üzerinde daha iyi sonuç alabiliriz), biri x eksenini diğeri de y eksenini olarak işaretlenir. Daha sonra birbirine karşılık gelen değerler (aynı yıla veya aya) grafik üzerinde, x değerinden ve y değerinden doğrular çizilerek kesiştikleri noktalar işaretlenir. Yani her bir noktanın apsisi ve ordinatı aynı yıla veya aya karşılık gelen x ve y değerleri olur.

Karşılıklı değerlerin hepsi grafik üzerinde işaretlendikten sonra, bütün bu noktaları arasından, bu noktaları temsil ettiği düşünülen bir doğru çizilir. Aslında çizilen bu doğru tahmini bir regresyon doğrusudur. Çünkü bu doğru göz kararı çizilmiştir. Daha sonra bu doğru, rasatları tam olan istasyonun diğer değerlerine de karşılık gelecek şekilde uzatılır. Rasatları eksik olan istasyonun eksik değerlerine karşılık gelen anahtar istasyon değerlerinden bu doğruya doğru dik bir şekilde dikey doğrular çıkarılır. Bu doğrular regresyon doğrusu ile kesişene kadar devam edilir. Kesiştikleri noktadan itibaren, x eksenine paralel olarak sola doğru y eksenini kesene kadar da yatay doğrular çizilir. İşte bu doğruların y eksenini kestiği noktalar eksik rasatlara karşılık gelen değerlerdir. Yine bu yöntemi, daha açıklayıcı olması açısından bir örnekle anlatalım.

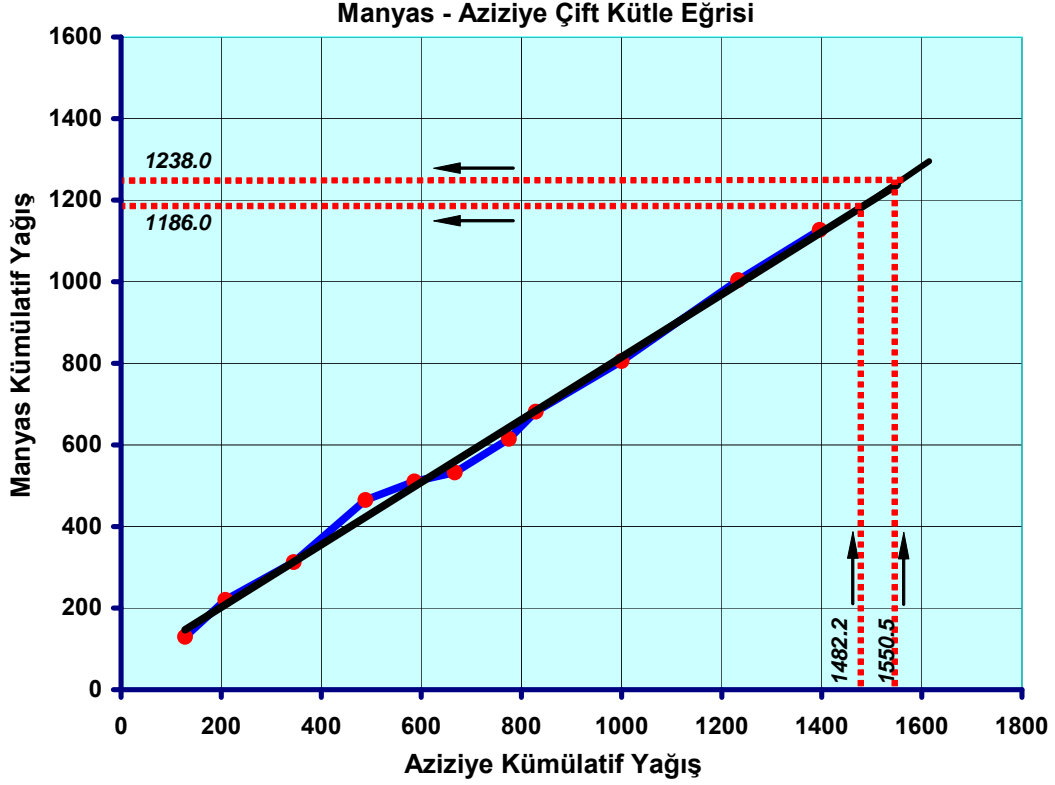
Örnek: Manyas istasyonunun 1961 ve 1962 yıllarının Ocak aylarına ait eksik rasatlarını Aziziye istasyonunun yağış değerleri yardımı ile tamamlayalım. Bunun için önce Aziziye ve Manyas istasyonlarının kümülatif değerlerini hesaplayalım (**Tablo 8.7.**).

Yıllar	Aziziye		Manyas	
	Ocak Ayı Yağ.	Kümülatif	Ocak Ayı Yağ.	Kümülatif
1950	128.1	128.1	129.2	129.2
1951	80.5	208.6	91.3	220.5
1952	137.9	345.6	91.8	313.3
1953	143.1	488.7	151.8	465.1
1954	97.5	586.6	45.2	510.3
1955	80.9	667.1	21.9	532.2
1956	107.9	775.0	82.5	614.7
1957	53.8	828.8	66.9	681.6
1958	171.9	1000.0	124.2	805.8
1959	232.4	1233.1	198.3	1004.1
1960	162.6	1395.7	122.9	1127.0
1961	86.5	1482.2		
1962	68.3	1550.5		

Tablo 8.7. Aziziye ve Manyas istasyonu Ocak ayı toplam ve kümülatif değerleri

İki istasyon arasındaki korelasyon katsayısı; $r = 0.85$ olur.

Yukarıda anlatılan bilgiler ışığında Şekil 8.1.deki grafiğimizi oluştururuz.



Şekil 8.1. Manyas ile Aziziye arasındaki çift kütle eğrisi

Yukarıdaki grafiğe göre Manyas istasyonunun 1961 ve 1962 yıllarının Ocak aylarına ait kümülatif değerleri sırasıyla 1186.0 ve 1238.0 olarak çıkmaktadır. Bu kümülatif değerlerden önceki yıllara ait kümülatif değerler çıkartılarak, 1961 ve 1962 yılları Ocak ayı yağış değerleri bulunur.

$$1186.0 - 1127.0 = 59.0 \text{ mm} \implies \text{Manyas istasyonu 1961 yılı Ocak ayı yağışı}$$

$$1238.0 - 1186.0 = 52.0 \text{ mm} \implies \text{Manyas istasyonu 1962 yılı Ocak ayı yağışı}$$

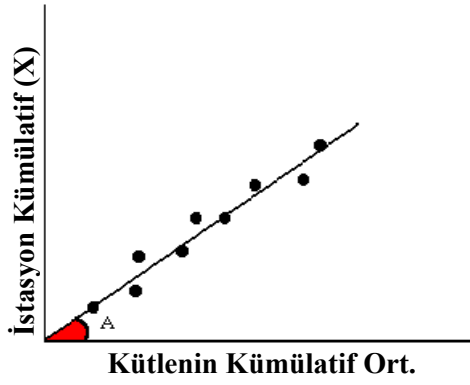
8.2. KISA SÜRELİ RASATLARIN 30 YILLIK NORMALLERİNİN HESAPLANMASI

Türkiye genelinde aylık, mevsimlik veya yıllık normal yağış haritalarının çizilebilmesi için her istasyonun 30 yıllık normallerinin (ortalamalarının) tamamlanmış olması gerekmektedir. Bundan dolayı rasat süreleri 30 yılı tamamlamamış olan istasyonların rasatlarının 30 yıllık periyoda tamamlanarak uzatılması gerekir. Yalnız burada dikkat edeceğimiz husus ne kadar az değer eksik olursa, yapacağımız hesaplama da o kadar sağlıklı olur. Tamamlayacağımız değerler 1 ya da 2 değerden fazla olduğu takdirde hesaplayacağımız normal (ortalama) değer o yerin gerçek ortalama yağış değerini vermeyebilir. 30 yıllık rasat süresini tamamlamak amacı ile aşağıdaki metotlar uygulanabilir.

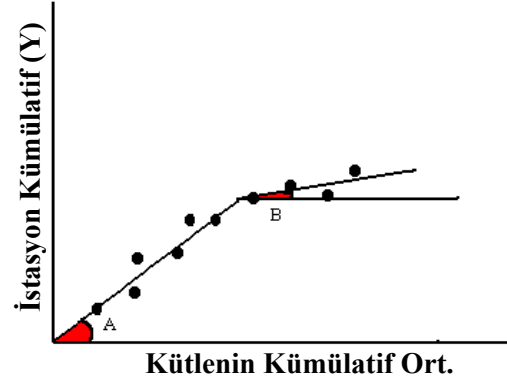
1. Çift kütle analizi metodu
2. Yağış rejimi eğrilerinden faydalanma metodu

8.2.1. ÇİFT KÜTLE ANALİZİ METODU

Herhangi bir istasyonda 30 yıllık rasat değerleri yoksa, biz bu istasyonun 30 yıllık yağış normalini bulmak için, o istasyonun bulunduğu bölgede 30 yıllık rasatları bulunan birkaç istasyon seçeriz. İstasyon adedi, rasadı eksik olan istasyonun çevresinde bulunan ve rasatları tam olan istasyon sayısına bağlı olarak 3 - 4 veya 5 istasyon olarak seçilebilir. İstasyonlarımızı seçtikten sonra bir tablo oluştururuz. Bu tabloda her istasyonun yıllık toplam yağışlarının yanına yıllık kümülatif değerler – o yılın değeri ile önceki yılların toplam değerleri (çalıştığımız periyot boyunca) – yazılır. Bütün istasyonların yıl yıl kümülatif değerleri toplanır ve istasyon sayısına bölünerek her yıla ait kütle ortalaması bulunur. Bütün yıllar için bu işlemi yaptıktan sonra kütle ortalamaları toplanır ve yıl sayısına bölünerek kütlenin 30 yıllık normalini bulunur. Aynı işlemi rasatları eksik olan istasyon için de yaparız. Daha sonra çift kütle metodunda da yaptığımız gibi x eksenini kütlenin kümülatif ortalamaları ve y eksenini de rasatları eksik olan istasyon olacak şekilde çift kütle eğrisini buluruz. Çift kütle eğrisinin aşağıdaki **Şekil 8.2.** ve **Şekil 8.3.**teki iki durumuna göre rasatları eksik olan istasyonun 30 yıllık normalini hesaplarız.



Şekil 8.2. Örnek çift kütle eğrisi



Şekil 8.3. Örnek çift kütle eğrisi

Eğer çift kütle eğrisinin eğiminde herhangi bir değişiklik söz konusu değilse (Şekil 8.2.); X istasyonunun normali, kütlelerin 30 yıllık kümülatif ortalaması (normali) ile çift kütle eğrisinin x eksenine yaptığı açının tanjantı (Tg) çarpılarak bulunur.

$$X_{\text{Normal}} = \text{Kütlelerin 30 yıllık kümülatif ort.} \times \text{Tg (A)}$$

$$\text{Tg (A)} = \sin (A) / \cos (A)$$

Eğer çift kütle eğrisinin eğimi herhangi bir yıldan itibaren değişmiş ise (Şekil 8.3.) (bu değişiklik X istasyonunun yerinin değişmesi, hatalı rasatlar, iklim değişimi vb. faktörlerden kaynaklanabilir); bu durumda hesaplamaya, değişen eğimin açısının Tg'ı da hesaplamaya dahil edilir ve bu durumda X istasyonunun normali aşağıdaki gibi hesaplanır.

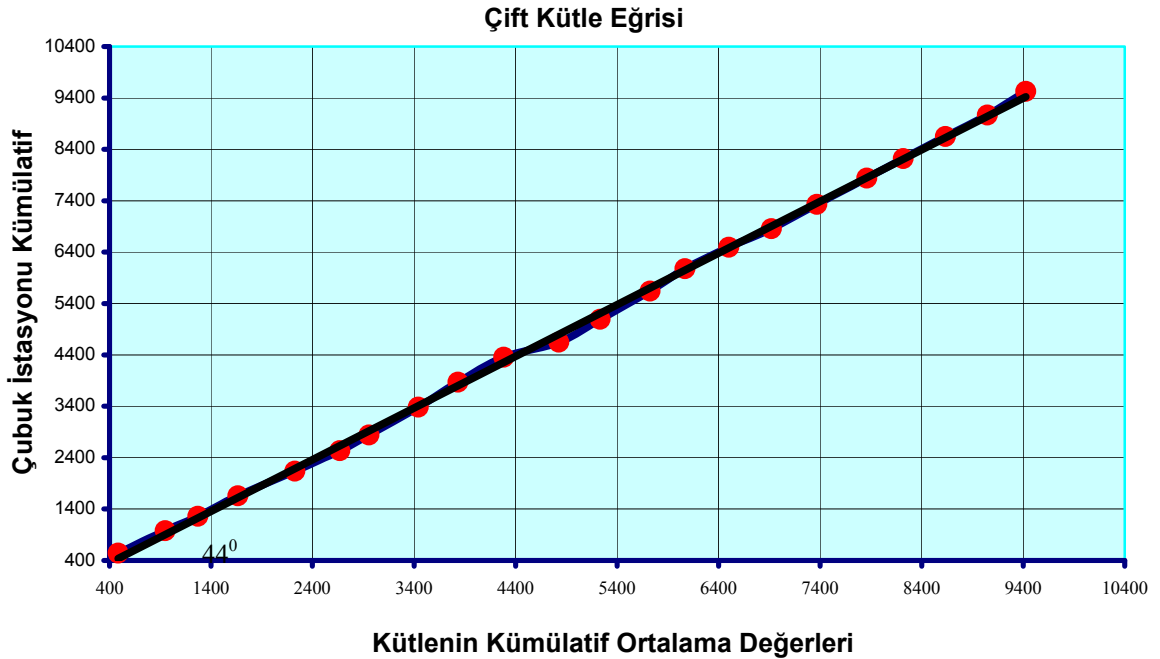
$$X_{\text{Normal}} = \text{Kütlelerin 30 yıllık küm. ort.} \times \frac{\text{Tg (A)} + \text{Tg (B)}}{2}$$

Örnek: 1993 yılında kapanmış olan Çubuk istasyonunun 1971 – 2000 yılları arasındaki 30 yıllık normalini (ortalama yıllık yağış toplamı), Ankara, Esenboğa, Polatlı ve Kızılcahamam istasyonlarının yıllık yağış toplamları yardımı ile hesaplamaya çalışalım. Önce tablomuzu (Tablo 8.8.) oluşturalım ve bütün istasyonların yıl yıl kümülatif değerlerini, hepsinin kümülatif toplamlarını, ortalamalarını, rasatları eksik olan Çubuk istasyonunun kümülatif değerlerini ve ortalamasını hesaplayalım. Tablo 8.8.deki ortalama değerler kümülatif değerlerin yıl sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Yıl	Ankara (a)		Esenboğa (b)		Polatlı (c)		Kızılcahamam (d)		Kütle Kümülatif		Yıl	Çubuk (x)	
	Yıllık	Kümülatif	Yıllık	Kümülatif	Yıllık	Kümülatif	Yıllık	Kümülatif	Yıllık	Ortalama		Yıllık	Kümülatif
1971	396.9	396.9	460.5	460.5	345.2	345.2	732.6	732.6	1935.2	483.8	1971	541.5	541.5
1972	441.6	838.5	463.7	924.2	386.6	731.8	567.2	1299.8	3794.3	948.6	1972	440.5	982.0
1973	328.3	1166.8	266.2	1190.4	252.6	984.4	443.6	1743.4	5085.0	1271.3	1973	278.4	1260.4
1974	377.0	1543.8	411.2	1601.6	340.5	1324.9	448.7	2192.1	6662.4	1665.6	1974	399.4	1659.8
1975	514.5	2058.3	496.7	2098.3	500.1	1825.0	726.4	2918.5	8900.1	2225.0	1975	478.3	2138.1
1976	437.9	2496.2	432.7	2531.0	404.0	2229.0	507.6	3426.1	10682.3	2670.6	1976	395.1	2533.2
1977	242.0	2738.2	288.7	2819.7	273.9	2502.9	340.2	3766.3	11827.1	2956.8	1977	307.9	2841.1
1978	420.2	3158.4	463.0	3282.7	420.0	2922.9	643.8	4410.1	13774.1	3443.5	1978	542.4	3383.5
1979	347.5	3505.9	401.1	3683.8	325.9	3248.8	488.4	4898.5	15337.0	3834.3	1979	482.0	3865.5
1980	415.2	3921.1	440.1	4123.9	354.1	3602.9	592.9	5491.4	17139.3	4284.8	1980	490.8	4356.3
1981	493.9	4415.0	443.0	4566.9	469.7	4072.6	764.5	6255.9	19310.4	4827.6	1981	293.0	4649.3
1982	373.6	4788.6	407.5	4974.4	290.1	4362.7	549.1	6805.0	20930.7	5232.7	1982	443.6	5092.9
1983	487.2	5275.8	496.8	5471.2	357.7	4720.4	630.9	7435.9	22903.3	5725.8	1983	548.2	5641.1
1984	313.9	5589.7	326.6	5797.8	294.0	5014.4	438.8	7874.7	24276.6	6069.2	1984	436.7	6077.8
1985	404.5	5994.2	412.3	6210.1	358.9	5373.3	549.2	8423.9	26001.5	6500.4	1985	417.4	6495.2
1986	384.0	6378.2	421.3	6631.4	306.4	5679.7	561.1	8985.0	27674.3	6918.6	1986	362.6	6857.8
1987	418.4	6796.6	445.7	7077.1	323.2	6002.9	604.4	9589.4	29466.0	7366.5	1987	473.4	7331.2
1988	457.0	7253.6	450.2	7527.3	407.2	6410.1	661.1	10250.5	31441.5	7860.4	1988	511.9	7843.1
1989	351.7	7605.3	354.9	7882.2	245.5	6655.6	484.8	10735.3	32878.4	8219.6	1989	380.6	8223.7
1990	429.8	8035.1	369.1	8251.3	365.4	7021.0	491.6	11226.9	34534.3	8633.6	1990	428.2	8651.9
1991	403.3	8438.4	321.8	8573.1	417.7	7438.7	512.3	11739.2	36189.4	9047.4	1991	414.6	9066.5
1992	330.0	8768.4	318.2	8891.3	285.8	7724.5	582.5	12321.7	37705.9	9426.5	1992	462.1	9528.6
1993	300.3	9068.7	303.1	9194.4	253.2	7977.7	470.6	12792.3	39033.1	9758.3			
1994	289.8	9358.5	323.5	9517.9	329.4	8307.1	457.0	13249.3	40432.8	10108.2			
1995	525.5	9884.0	447.2	9965.1	430.7	8737.8	683.8	13933.1	42520.0	10630.0			
1996	478.6	10362.6	465.3	10430.4	394.3	9132.1	556.5	14489.6	44414.7	11103.7			
1997	548.1	10910.7	496.2	10926.6	455.3	9587.4	671.4	15161.0	46585.7	11646.4			
1998	442.3	11353.0	424.2	11350.8	451.6	10039.0	605.7	15766.7	48509.5	12127.4			
1999	435.3	11788.3	448.4	11799.2	385.6	10424.6	755.4	16522.1	50534.2	12633.6			
2000	346.6	12134.9	370.6	12169.8	320.2	10744.8	480.8	17002.9	52052.4	13013.1			
Ort.	404.5		405.7		358.2		566.8		1735.1	433.8	Ort.	433.1	

Tablo 8.8. Ankara, Esenboğa, Polatlı, Kızılcahamam ve Çubuk istasyonlarının yıllık yağış ve kümülatif değerleri

Şimdi **Tablo 8.8.** yardımı ile, kütle kümülatif ortalama değerleri ile Çubuk istasyonunun kümülatif değerlerinin çift kütle eğrisini (**Şekil 8.4.**) çizelim.



Şekil 8.4. Çubuk istasyonu için çizilen çift kütle eğrisi

Çift kütle eğrisinin x eksenine ile yaptığı açı 44°'dir. 44°'nin tanjantı ise;

$$\text{Tg}(44^\circ) = 0,9656 \text{ dır.}$$

Bu durumda Çubuk (x) istasyonunun 30 yıllık normalini (yıllık toplam yağış ortalaması);

$$X_{\text{Nor.}} = 433.8 \times 0.9656 = \mathbf{418.9 \text{ mm}} \text{ olur.}$$

8.2.2. YAĞIŞ REJİMİ EĞRİLERİNDEN FAYDALANMA METODU

Bu metot yardımı ile kısa süreli rasatları olan herhangi bir istasyonun rasatlarından 30 yıllık normallerini (ortalamalarını) elde etmek için yine o istasyonu temsil eden ve rasatları uzun süreli bir anahtar istasyon seçeriz ve aşağıdaki formül yardımı ile 30 yıllık normallerini hesaplarız.

$$\bar{X} = \frac{P \times 100}{(100 - R) \times 30}$$

\bar{X} = Rasatları eksik olan istasyonun hesaplanmış 30 yıllık normali

P = Rasatları eksik istasyonun eksik yıllar itibariyle kümülatif değeri

R = Anahtar istasyonun toplam % değerleri (rasatları eksik olan istasyonun eksik yıllarına karşılık gelen)

Örnek: Esenboğa istasyonunun 1951-1980 (1951-1956 yılları eksik) yılları arasındaki 30 yıllık normalini Ankara istasyonunun rasatları yardımı ile hesaplayalım. Bunun için tablomuzu oluşturalım (**Tablo 8.9.**).

Yıllar	Ankara			Esenboğa
	Yıllık	%Değer	Kümülatif % Değer	Yıllık
1951	409.6	3.4	3.4	
1952	364.1	3.0	6.5	
1953	332.8	2.8	9.3	
1954	395.5	3.3	12.6	
1955	397.9	3.3	15.9	
1956	247.5	2.1	18.0	
1957	422.2	3.5	21.5	390.0
1958	404.4	3.4	24.9	372.2
1959	332.7	2.8	27.7	345.4
1960	361.0	3.0	30.7	374.1
1961	401.0	3.4	34.0	400.1
1962	446.1	3.7	37.8	417.4
1963	612.6	5.1	42.9	557.4
1964	375.7	3.1	46.1	355.3
1965	351.1	2.9	49.0	407.4
1966	379.8	3.2	52.2	420.9
1967	361.0	3.0	55.2	401.5
1968	571.2	4.8	60.0	563.2
1969	490.5	4.1	64.1	535.5
1970	371.8	3.1	67.2	399.7
1971	396.9	3.3	70.5	460.5
1972	441.6	3.7	74.2	463.7
1973	328.3	2.7	77.0	266.2
1974	377.0	3.2	80.1	411.2
1975	514.5	4.3	84.4	496.7
1976	437.9	3.7	88.1	432.7
1977	242.0	2.0	90.1	288.7
1978	420.2	3.5	93.6	463.0
1979	347.5	2.9	96.5	401.1
1980	415.2	3.5	100.0	440.1
Toplam	11949.6	100.0		10064.0

Tablo 8.9. Ankara ve Esenboğa yıllık toplam ve kümülatif % değerleri

$$P = 10064,0 \text{ mm}$$

$$R = \% 18,0$$

$$\bar{X} = \frac{P \times 100}{(100 - R) \times 30}$$

$$\bar{X} = \frac{10064,0 \times 100}{(100 - 18) \times 30} = 409.1 \text{ mm}$$

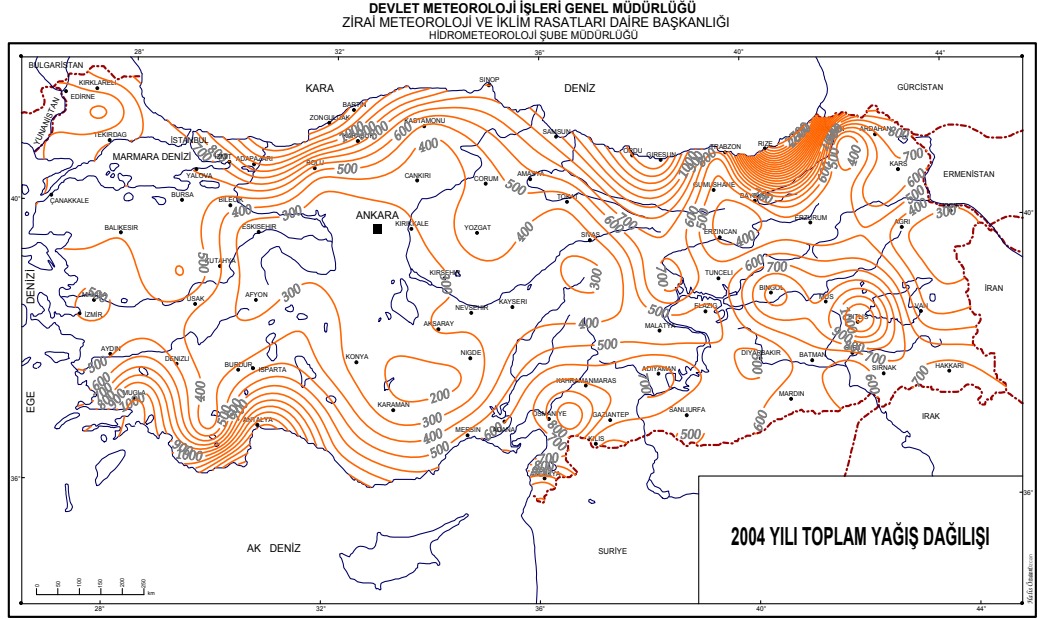
Böylece Esenboğa istasyonunun 1951–1980 yılları arasında 30 yıllık normal (yıllık toplam yağış ortalaması) **409.1 mm** olarak hesaplanmış olur.

Değerlendirme Soruları: (8.ünite)

1. Aksak rasatların tamamlanmasında hangi metodlar kullanılır?
2. Korelasyon ve Korelasyon Katsayısını tanımlayınız?
3. En Küçük Kareler Metodu hangi prensibe dayanır?
4. Çift Kütle Metodu hangi durumlarda sağlıklı sonuç verir?

9. ÜNİTE

AYLIK YAĞIŞ RAPORU VE HARİTALARININ HAZIRLANMASI



Hazırlık Çalışmaları:

1. Aylık ve kümülatif yağış raporu ne amaçla hazırlanır?
2. Aylık ve kümülatif yağış raporu nasıl hazırlanır, araştırınız?

9. AYLIK YAĞIŞ RAPORU VE HARİTALARIN HAZIRLANMASI

Aylık yağış raporu ve haritalarının hazırlanmasında aylık toplam yağış değerleri kullanılır. Bu şekildeki bir değerlendirme için bütün istasyonların kullanılması yerine, coğrafi bölgelere göre seçilmiş, bölgeyi temsil eden istasyonlar kullanılır.

Herhangi bir aya ait yapılan çalışmada aylık toplam yağışlar, uzun yıl ortalama yağış değerleri (normal) ve geçen yılın aynı ay değerleri ile karşılaştırılır. Normaline ve geçen yıla göre durumu tespit edilir. Sonuçta noktasal olarak yapılan bu değerlendirme diğer istasyonların da eklenmesiyle bölgelere, dolayısıyla Türkiye için genel bir görünüme kavuşturulur. Harita üzerinde istasyonların her birinin normaline göre ne konumda olduğu belirlenir. Normalinden fazla olan istasyonlar üzerine (+), az olanlara (-) ve normaline yakın değerler taşıyan istasyonlara da (=) işareti konulur. İşaret yönünden aynı olan istasyonlar aynı alan içerisinde toplanır. Böylece harita üzerine üç farklı alan ortaya çıkarılmış olur. Bu farklı alanlar ya değişik renklerle boyanır ya da farklı şekillerde taranır. Haritaya bakıldığında aylık yağış durumu net olarak görülür. Aslında kullanılan her tür grafik ve diyagramın amacı da herhangi bir meteorolojik olayı kolayca gözler önüne sergileyebilmektir.

Yağış raporlarında kullanılan “**normal**” ifadesi, herhangi bir olayın ya da değişkenin uzun yıllar ortalamasıdır. Meteorolojik parametrelerden biri olan yağışın, diğer faktörlerden bazılarına göre daha çok değişken olması (nemli ve kurak dönemlerin ortalamaya dahil edilebilmesi için de) nedeniyle ortalamalar bulunurken yıl sayısının, veri sayısının uzun tutulmasını gerektirir.

Türkiye’deki yağış ölçümlerinin resmî olarak 1928-29 yıllarında başladığı, ancak bu yıllarda istasyon sayısının çok az, varolanların bilgilerinin de eksik olduğu bilirse, değerlerin homojen, kayıt sürelerinin eşit ve uzun tutulabilmesinin güçlüğü ortadadır. Yine de en uygun dönemin 1940-81 yılları olduğu tespit edilmiş, daha sonra bu periyot zorunlu (istasyonların kapanması vb.) gerekçelerle **1960-90** olarak değiştirilmiştir. En az 30 yıl ve daha fazla periyoda sahip olmak şartı ile, bu periyotlar güncellenmelidir.

Herhangi bir istasyondaki aylık yağışın normaline göre farklılığı tespit edilirken yakın geçmişe kadar sadece normalinin \pm % 15 kriteri kullanılıyordu. Daha sonra her

istasyonun standart sapmasını da dikkate alan yeni bir bağıntı kullanılmaya başlanmıştır. Buna göre; $\bar{X} \pm \frac{1}{4} \delta$ bağıntısını sağlayan merkezlerin normali civarında olduğu kabul edildi. (\bar{X} = normal, uzun yıllar ortalaması, δ = istasyonun aylık standart sapma değeri).

Örnek: Bir A istasyonunun Ocak ayı normali 82.4 mm standart sapması 47.8'dir. Bu istasyonda 1984 yılı ocak ayında ölçülen yağış 93.7 mm ise istasyonun normaline göre durumu nedir? Harita üzerindeki yerine + - = işaretlerinden hangisi konur?

$$\bar{X} \pm \frac{1}{4} \delta \Rightarrow 82.4 \pm \frac{1}{4} 47.8 \Rightarrow 82.4 \pm 11.95$$

$$82.4 + 11.95 = 94.35 \cong 94.4 \text{ mm}$$

$$82.4 - 11.95 = 70.45 \cong 70.5 \text{ mm}$$

İstasyondaki yağış 70.5 mm ile 94.4 mm arasında ise normali civarında kabul edilir. Ölçülen yağış 93.7 mm olduğundan ve 70.5 – 94.4 değerleri arasında yer aldığından harita üzerinde bu istasyon (=) işaretiyle belirlenir. Bu durumda 94.4 mm'nin üzerindeki yağışlar normalinden fazla (+), 70.5 mm'nin altındaki yağışlar da normalinden az (-) dır.

Bir önceki yılın aynı ayı ile yapılacak karşılaştırmada, tek bir değer olduğu için geçen yılın yağışının $\pm \% 15$ 'i içine giren istasyonlar geçen yılın yağışına yakın kabul edilir. Örnekte verilen A istasyonunun 1983 yılı Ocak ayı yağışını 71.3 mm olduğunu kabul edersek;

$$71.3 \times 0.15 = 10.695 \cong 10.7 \text{ mm}$$

$$71.3 + 10.7 = 82.0 \text{ mm}$$

$$71.3 - 10.7 = 60.6 \text{ mm}$$

limit aralıkları bulunur. 1984 Ocak ayı yağışı 93.7 mm olduğundan 82.0 mm'lik üst limitin aşıldığı görülür. Bu istasyon geçen yıla göre fazla yağış almıştır ve haritada (+) ile işaretlenir.

Aylık yağış normali 100 kabul edilerek, yağış raporu tablolarında aylık yağış miktarlarının normale göre oranı (%) ve geçen yıldan artma azalma oranı da hesaplanır.

Örnek: Ankara'nın; 2003 Mayıs ayı yağışı = 18 mm
Normali = 54 mm ve
2002 Mayıs ayı yağışı = 34 mm'dir. Buna göre;

Normale Göre Oranı: %33

Geçen Yıldan Artma-Azalma Oranı: - % 47

Ayrıca seçilmiş istasyonların onbeşer günlük yağış toplamları alınarak **15 günlük yağış raporu** ve 1 Ekim başlangıç kabul edilerek (su yılı ya da tarım yılının başlangıç günü) aylık kümülatif toplam yağışlar alınarak **tarım yılı yağış raporları** hazırlanır. Bu her iki yağış raporundaki değerlendirmeler yukarıda anlatıldığı gibidir.

2003 yılı Mayıs ayı yağış raporu örnek olarak verilmiştir.

Örnek:

T.C
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
ZİRAİ METEOROLOJİ VE İKLİM RASATLARI DAİRESİ BAŞKANLIĞI
HİDROMETEOROLOJİ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ

2003 YILI
MAYIS AYI YAĞIŞ RAPORU

GENEL DURUM: Yağışlar genel olarak normallerinden az, geçen yıl yağışlarından fazla olmuştur.

Aylık yağış ortalaması 35,1 mm, normali 48,5 mm, geçen yılın aylık ortalaması 29,3 mm'dir. Yağışlarda normallere göre % 27,6 azalma, geçen yıla göre % 20,2 artış gözlenmiştir.

MARMARA BÖLGESİ: Yağışlar Edirne, Kırklareli ve Uzunköprü'de normallerinden fazla; Bursa'da normali civarında; diğer merkezlerde normallerinden az olmuştur.

Yağışlar Bilecik, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Lüleburgaz ve Uzunköprü'de geçen yıl yağışlarından fazla; Bursa ve Tekirdağ'da geçen yıl yağışları civarında; diğer merkezlerde geçen yıl yağışlarından az olmuştur.

KARADENİZ BÖLGESİ: Yağışlar Tokat'ta normalinden fazla; Çorum, Giresun, Kastamonu, Samsun ve Trabzon'da normalleri civarında; diğer merkezlerde normallerinden az olmuştur.

Yağışlar Artvin, Bayburt, Hopa, İnebolu, Tortum ve Zonguldak'ta geçen yıl yağışlarından az; Bolu'da geçen yıl yağışı civarında; diğer merkezlerde geçen yıl yağışlarından fazla olmuştur.

İÇANADOLU BÖLGESİ: Yağışlar Karaman ve Ulukışla'da normallerinden fazla; Aksaray, Eskişehir, Gemerek ve Kangal'da normalleri civarında; diğer merkezlerde normallerinden az olmuştur.

Yağışlar Ankara, Gemerek, Kayseri, Niğde ve Sivrihisar'da geçen yıl yağışlarından az; Eskişehir, Karaman ve Yozgat'ta geçen yıl yağışları civarında; diğerk merkezlerde geçen yıl yağışlarından fazla olmuştur.

EGE BÖLGESİ: Yağışlar Afyon, Aydın ve Edremit'te normallerinden fazla; Denizli, Muğla, Salihli ve Uşak'ta normalleri civarında; diğerk merkezlerde normallerinden az olmuştur.

Yağışlar Emirdağ, İzmir ve Simav'da geçen yıl yağışları civarında; diğerk merkezlerde geçen yıl yağışlarından fazla olmuştur.

AKDENİZ BÖLGESİ: Yağışlar Antalya, Elmalı, Fethiye, Finike ve Isparta'da normallerinden fazla; Anamur, İslahiye ve Manavgat'ta normalleri civarında; diğerk merkezlerde normallerinden az olmuştur.

Yağışlar Adana, Beyşehir, Mersin ve Silifke'de geçen yıl yağışlarından az; Kahramanmaraş'ta geçen yıl yağışı civarında; diğerk merkezlerde geçen yıl yağışlarından fazla olmuştur.

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ: Yağışlar Gaziantep'te normali civarında; diğerk merkezlerde normallerinden az olmuştur.

Yağışlar Mardin ve Ş.Urfa'da geçen yıl yağışlarından fazla; Adıyaman'da geçen yıl yağışı civarında; diğerk merkezlerde geçen yıl yağışlarından az olmuştur.

DOĞU ANADOLU BÖLGESİ: Yağışlar Ardahan, Hakkari, Iğdır ve Sarıkamış'ta normalleri civarında; diğerk merkezlerde normallerinden az olmuştur.

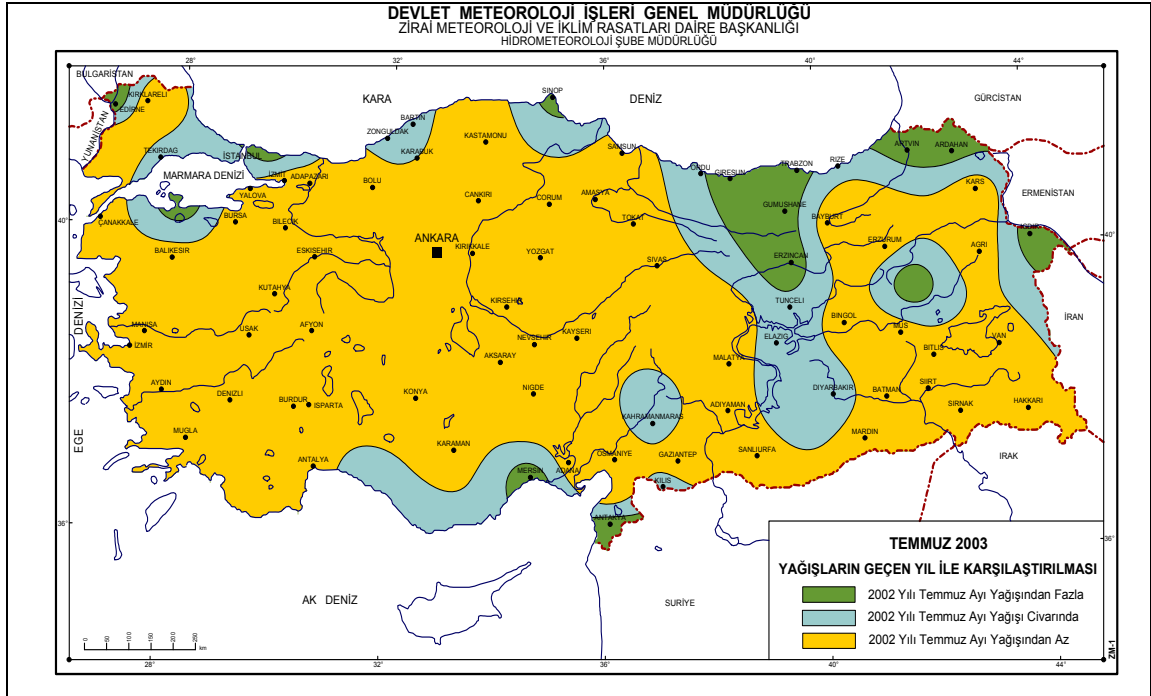
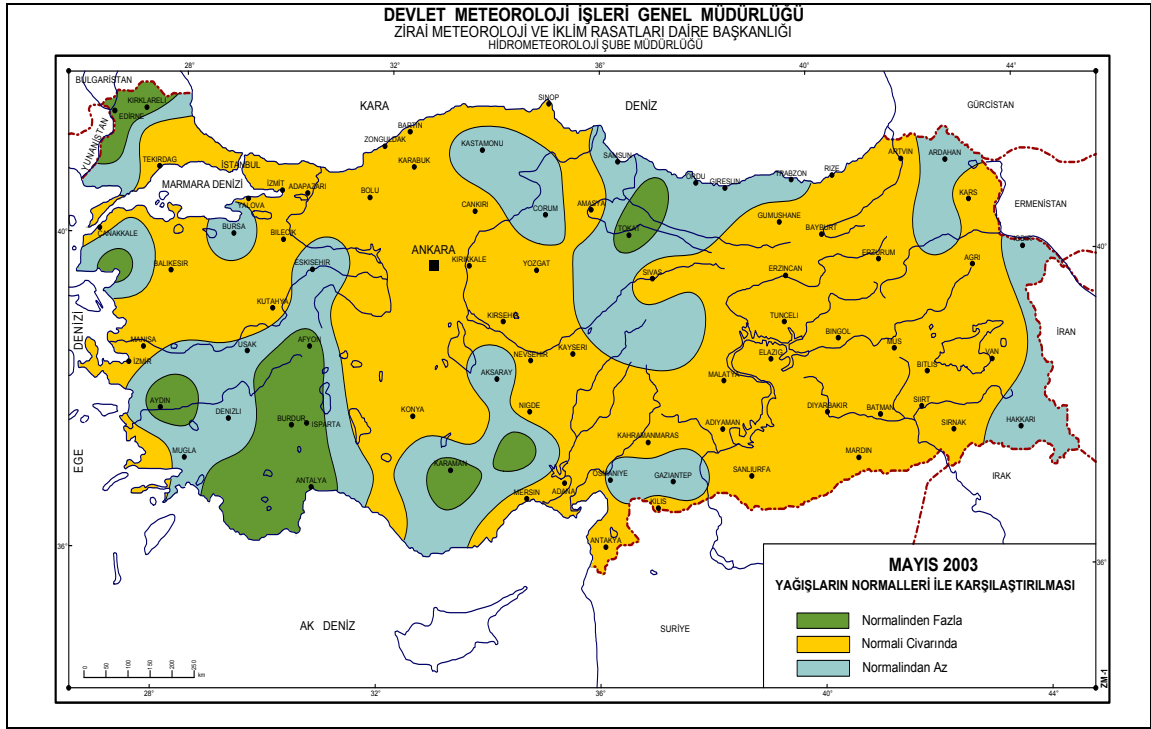
Yağışlar Ardahan ve Muş'ta geçen yıl yağışlarından fazla; Arapkir, Erzincan, Kars ve Sarıkamış'ta geçen yıl yağışları civarında; diğerk merkezlerde geçen yıl yağışlarından az olmuştur.

NOT:

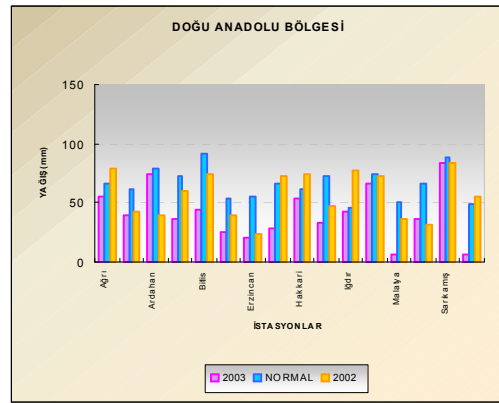
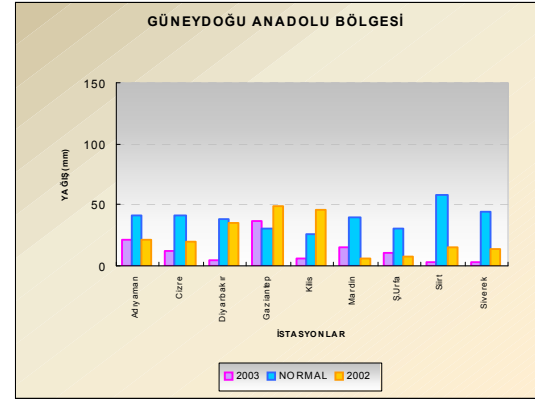
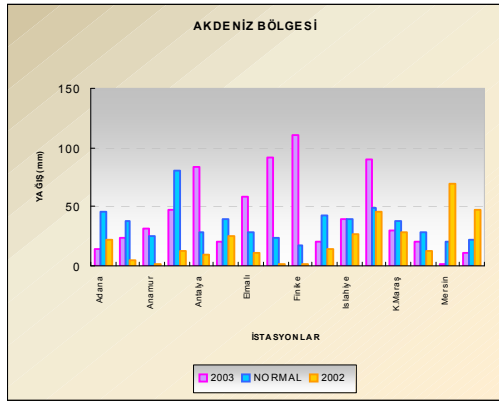
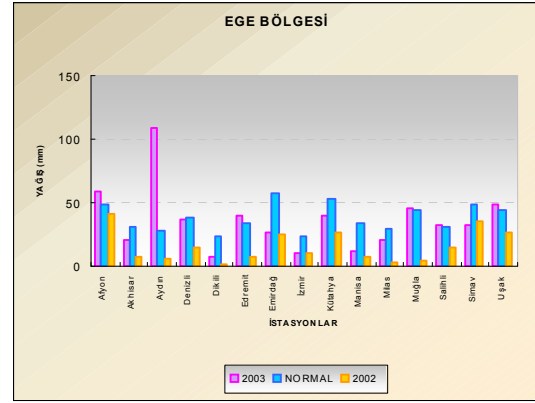
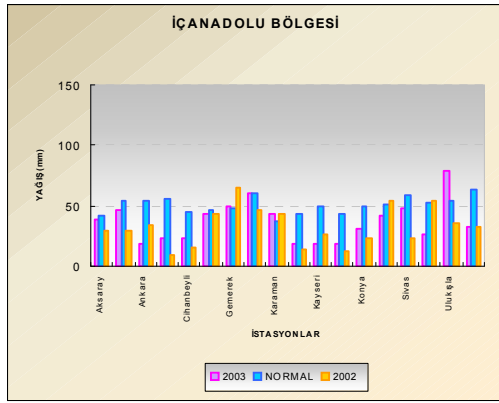
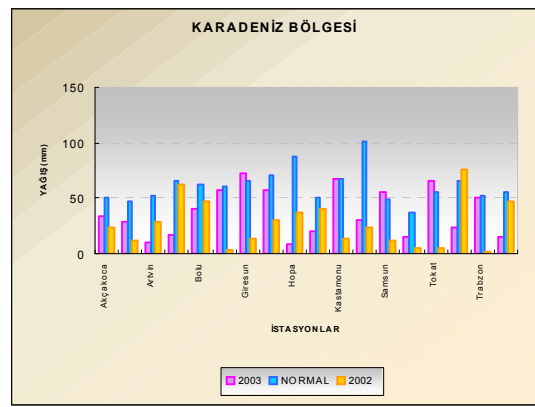
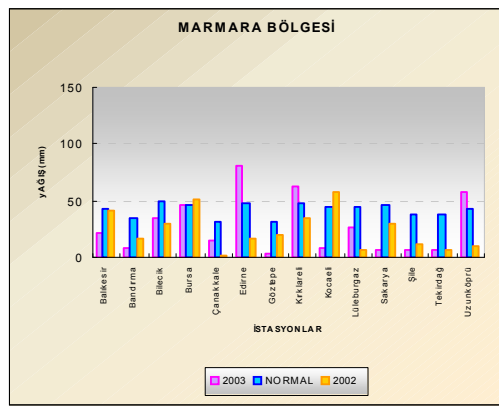
1. Normaller 1960-1990 periyodunu kapsar.
2. Uzun yıllar ortalama değeri $\pm \frac{1}{4}$ standart sapma bağıntısını sağlayan merkezler normali civarında; geçen yıl yağışlarının $\pm \% 15$ 'i içine giren merkezler geçen yılın yağışları civarında kabul edilmiştir.

BÖLGELER	2003		2002		Normalden Fark (mm)	Geçen Yıldan Fark (mm)	Normal ile Kıyas	Geçen Yılla Kıyas	Normale Göre Oran (%)	Geçen Yıldan Artma- Azalma Oranı
	Yağışı (mm)	Mayıs Ayı Normali (mm)	Yağışı (mm)							
MARMARA BÖLGESİ										
Balıkesir	22	43	42	-21	-20	-	-	51	-48	
Bandırma	9	35	16	-26	-7	-	-	26	-44	
Bilecik	35	50	29	-15	6	-	+	70	21	
Bursa	46	46	51	0	-5	=	=	100	-10	
Çanakkale	15	31	2	-16	13	-	+	48	650	
Edirne	80	48	16	32	64	+	+	167	400	
Göztepe	4	31	20	-27	-16	-	-	13	-80	
Kırklareli	63	48	34	15	29	+	+	131	85	
Kocaeli	8	44	57	-36	-49	-	-	18	-86	
Lüleburgaz	27	45	6	-18	21	-	+	60	350	
Sakarya	7	46	30	-39	-23	-	-	15	-77	
Şile	7	38	12	-31	-5	-	-	18	-42	
Tekirdağ	6	38	6	-32	0	-	=	16	0	
Uzunköprü	57	43	10	14	47	+	+	133	470	
BÖLGE TOP.	386	586	331	-200	55					
BÖLGE ORT.	28	42	24	-14	4					
BÖLGE STD.	24	6	17							
KARADENİZ BÖLGESİ										
Akçakoca	33	51	23	-18	10	-	+	65	43	
Amasya	29	47	12	-18	17	-	+	62	142	
Artvin	10	53	29	-43	-19	-	-	19	-66	
Bayburt	17	66	62	-49	-45	-	-	26	-73	
Bolu	41	62	47	-21	-6	-	=	66	-13	
Çorum	57	61	4	-4	53	=	+	63	1325	
Giresun	73	66	13	7	60	=	+	111	462	
Gümüşhane	57	71	30	-14	27	-	+	80	90	
Hopa	9	88	37	-79	-28	-	-	10	-76	
İnebolu	21	51	41	-30	-20	-	-	41	-49	
Kastamonu	67	68	13	-1	54	=	+	99	415	
Rize	31	101	24	-70	7	-	+	31	29	
Samsun	55	49	11	6	44	=	+	112	400	
Sinop	16	37	5	-21	11	-	+	43	220	
Tokat	66	55	5	11	61	+	+	120	1220	
Tortum	24	65	76	-41	-52	-	-	37	-68	
Trabzon	50	52	2	-2	48	=	+	96	2400	
Zonguldak	15	56	47	-41	-32	-	-	27	-68	
BÖLGE TOP.	671	1099	481	-428	190					
BÖLGE ORT.	37	61	27	-24	11					
BÖLGE STD.	21	15	21							
İÇ ANADOLU BÖLGESİ										
Aksaray	39	41	30	-2	9	=	+	95	30	
Akşehir	46	54	30	-8	16	-	+	85	53	
Ankara	18	54	34	-36	-16	-	-	33	-47	
Çankırı	23	56	9	-33	14	-	+	41	156	
Cihanbeyli	23	45	16	-22	7	-	+	51	44	
Eskişehir	44	46	44	-2	0	=	=	96	0	
Gemerek	50	48	65	2	-15	=	-	104	-23	
Kangal	60	60	46	0	14	=	+	100	30	
Karaman	44	37	43	7	1	+	=	119	2	
Karapınar	18	44	14	-26	4	-	+	41	29	
Kayseri	19	49	27	-30	-8	-	-	39	-30	
Kırşehir	18	44	13	-26	5	-	+	41	38	
Konya	31	49	23	-18	8	-	+	63	35	
Niğde	41	51	54	-10	-13	-	-	80	-24	
Sivas	48	59	23	-11	25	-	+	81	109	
Sivrihisar	26	52	54	-26	-28	-	-	50	-52	
Ulukışla	79	54	36	25	43	+	+	146	119	
Yozgat	32	63	33	-31	-1	-	=	51	-3	
BÖLGE TOP.	659	906	594	-247	65					
BÖLGE ORT.	37	50	33	-14	4					
BÖLGE STD.	16	7	15							

EGE BÖLGESİ									
Afyon	59	48	41	11	18	+	+	123	44
Akhisar	20	31	7	-11	13	-	+	65	186
Aydın	109	28	6	81	103	+	+	389	1717
Denizli	37	38	15	-1	22	=	+	97	147
Dikili	7	23	1	-16	6	-	+	30	600
Edremit	40	34	7	6	33	+	+	118	471
Emirdağ	26	58	25	-32	1	-	=	45	4
İzmir	10	23	10	-13	0	-	=	43	0
Kütahya	39	53	27	-14	12	-	+	74	44
Manisa	12	34	8	-22	4	-	+	35	50
Milas	20	30	3	-10	17	-	+	67	567
Muğla	45	44	4	1	41	=	+	102	1025
Salihli	32	31	15	1	17	=	+	103	113
Simav	32	49	35	-17	-3	-	=	65	-9
Uşak	48	44	27	4	21	=	+	109	78
BÖLGE TOP.	536	568	231	-32	305				
BÖLGE ORT.	36	38	15	-2	20				
BÖLGE STD.	24	11	12						
AKDENİZ BÖLGESİ									
Adana	15	46	22	-31	-7	-	-	33	-32
Alanya	24	38	4	-14	20	-	+	63	500
Anamur	31	26	1	5	30	=	+	119	3000
Antakya	47	81	12	-34	35	-	+	58	292
Antalya	84	29	10	55	74	+	+	290	740
Beyşehir	20	39	26	-19	-6	-	-	51	-23
Elmalı	59	28	11	31	48	+	+	211	436
Fethiye	92	24	1	68	91	+	+	383	9100
Finike	111	18	1	93	110	+	+	617	11000
İskenderun	21	43	15	-22	6	-	+	49	40
İslahiye	39	40	27	-1	12	=	+	98	44
Isparta	90	49	46	41	44	+	+	184	96
K.Maraş	30	38	29	-8	1	-	=	79	3
Manavgat	21	28	12	-7	9	=	+	75	75
Mersin	2	21	69	-19	-67	-	-	10	-97
Silifke	11	22	48	-11	-37	-	-	50	-77
BÖLGE TOP.	697	570	334	127	363				
BÖLGE ORT.	44	36	21	8	23				
BÖLGE STD.	32	15	19						
GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ									
Adıyaman	22	42	21	-20	1	-	=	52	5
Cizre	12	41	20	-29	-8	-	-	29	-40
Diyarbakır	5	39	35	-34	-30	-	-	13	-86
Gaziantep	37	31	49	6	-12	=	-	119	-24
Kilis	6	26	46	-20	-40	-	-	23	-87
Mardin	16	40	6	-24	10	-	+	40	167
Ş. Urfa	11	30	7	-19	4	-	+	37	57
Siirt	3	58	15	-55	-12	-	-	5	-80
Siverek	3	44	14	-41	-11	-	-	7	-9
BÖLGE TOP.	115	351	213	-256	-98				
BÖLGE ORT.	13	39	24	-26	-11				
BÖLGE STD.	10	9	15						
DOĞU ANADOLU BÖLGESİ									
Ağrı	55	67	79	-12	-24	-	-	82	-30
Arapkir	39	61	43	-22	-4	-	=	64	-9
Ardahan	74	79	40	-5	34	=	+	94	85
Bingöl	37	72	60	-35	-23	-	-	51	-38
Bitlis	45	91	75	-46	-30	-	-	49	-40
Elazığ	26	53	40	-27	-14	-	-	49	-35
Erzincan	21	56	24	-35	-3	-	=	38	-13
Erzurum	28	67	73	-39	-45	-	-	42	-62
Hakkari	54	62	75	-8	-21	=	-	87	-28
Hınıs	33	72	47	-39	-14	-	-	46	-30
Iğdır	43	46	78	-3	-35	=	-	93	-45
Kars	66	75	72	-9	-6	-	=	88	-8
Malatya	7	50	36	-43	-29	-	-	14	-81
Muş	37	67	31	-30	6	-	+	55	19
Sarıkamuş	84	89	83	-5	1	=	=	94	1
Van	6	49	55	-43	-49	-	-	12	-89
BÖLGE TOP.	655	1056	911						
BÖLGE ORT.	41	66	57						
BÖLGE STD.	21	13	19						



2003 MAYIS AYI YAĞIŞI



Değerlendirme Soruları: (9.ünite)

1. Meteorolojik anlamda “Normal” neyi ifade eder?
2. Aylık toplam yağışların normalleri ile kıyaslanmasında hangi formül kullanılır?
3. Aylık yağış raporlarında hangi haritalar çizilir?

SÖZLÜK

-A-

Atmosfer: Yerkürenin etrafını saran gaz örtüsü.

-B-

Buharlaşıma (Evaporasyon): Sıvı maddenin gaz haline dönüşme süreci. Meteorolojide, sıvı haldeki suyun su buharı haline geçme süreci.

Bulut: Serbest atmosferde, buz kristalleri, ve su damlacıkları gibi gözle görülür parçacıkların bir araya gelmesiyle oluşan bütün.

-C-

Cephe: Farklı sıcaklık ve farklı yoğunluğa sahip iki farklı hava kütlesi arasındaki sınır veya geçiş bölgesi.

-Ç-

Çisenti: Çapı 0.5 mm'den daha az olan, yağış şeklinde çok yavaş ve hava içerisinde yüzerek yere düşen küçük su damlacıkları.

-D-

Dolu: Cumulonimbus gibi konvektif bulutlardan yere düşen, farklı şekil ve büyüklüğe sahip, topa benzer veya düzensiz parçalar halindeki sert buz şeklindeki yağış türü.

Difüzyon: Eriyik bir maddenin moleküllerinin termal hareketler sonucu yayılması.

-G-

Gökkuşağı: Güneş ışınlarının yağmur damlaları tarafından kırılması ve yansması sonucunda oluşan yarım çember şeklindeki renkli yay.

-H-

Hale: Buz kristalleri içeren bulutların olması veya gökyüzünün buz kristalleri ile dolu olması durumunda, ışığın bu buz kristalleri tarafından kırılması ve yansıtılması sonucunda, ay veya güneşin civarında oluşan, yay veya çember şeklindeki, beyaz dahil tüm değişik renkler; taşıyan her türlü görsel meteorlara verilen genel isim.

Havza: Bir yerde bulunan küçük veya büyük akarsuların toplandığı veya sularını boşalttığı alan.

Hidroloji: Nehirler ile göllerde tutulanlar dahil olmak üzere, toprak üstü ve altındaki suyun oluşum ve özelliklerini inceleyen bilim.

Hidrolojik Çevrim: Katı, sıvı ve gaz halinde olmak üzere, suyun atmosfer, kara ve denizler arasında yatay veya dikey taşınımıdır. Su döngüsü olarak ta bilinir.

Hidrometeor: Yeryüzünden rüzgâr tarafından savrulanlarda dahil olmak üzere atmosferik su buharının her çeşidi.

Hidrometeoroloji: Atmosfer içerisindeki su, atmosfer içerisindeki sudan kaynaklanan yağış ve bu yağışın sonuçları olan sel ve toprak kayması gibi olayları açıklamaya çalışan meteoroloji dalı.

-I-

Isı: Farklı sıcaklık değerlerine sahip olmalarından dolayı, iki sistem arasında transfer edilen enerji şekli.

-İ-

İklim: Bir bölgeyi tanımlamada kullanılan, mevsimsel hava olayları ve günlük ortalamaların tanımları ve tarihi kayıtları.

İnfiltrasyon (Sızma): Suyun yüzey çatlaklarından alt katmanlara inmesi.

İzohey: Eş yağış eğrileri.

-K-

Kar: Buz kristallerinden oluşan, parlak, beyaz, katı ve çok kere altıgen şekle sahip donan yağış.

Kırağ: Hava sıcaklığı ve işba noktasının donma sıcaklığı altında olması durumunda, radyasyon nedeniyle soğumuş yüzeyler üzerinde oluşan pul, tüy veya yelpaze şeklindeki ince buz kristalleri.

Konveksiyon: Bu kavram ısı ve nemin taşınması için kullanılır. Genellikle çökme hareketinin tersi olan dikine yukarı doğru yükselme hareketi için kullanılan bir kavram.

-M-

Meteoroloji: Atmosfer ve atmosferik olaylarla ilgilenen bilim dalı.

-N-

Normal: Belirlenen bir tarih, bir ay, yılın bir bölümü veya tam bir yıl için, uzun yıllar periyodundan elde edilen meteorolojik elemanın ortalama değeridir.

-O-

Oraj: Cumulonimbus ve iyi gelişmiş cumulus bulutlarının yarattığı, gök gürültüsü, şimşek, hamleli yer rüzgârı, türbülans, kuvvetli yağmur sağanağı, dolu, buzlanma, orta veya kuvvetli dikey hareket ile karakterize edilen nispeten kısa süreli lokal fırtına.

-P-

Pus: Göreceli olarak büyük parçacıklardan oluşan zayıf ince sis.

-R-

Rasat (Gözlem): Meteorolojide, yeryüzü veya yukarı seviyelerde, atmosferin durumunu tanımlayan rüzgâr, basınç ve sıcaklık gibi meteorolojik elemanların bir veya birden çoğunun değerlendirilmesi.

Rüzgâr: Yeryüzü ile ilişkili olarak, genellikle yatay olarak gelişen hava hareketi.

-S-

Sağanak: Konvektif bulutlardan oluşan ve yere düşen katı veya sıvı haldeki yağış.

Sel: Kar erimesi veya kuvvetli yağış nedeniyle ırmak ve nehirlerin yatağından taşması. Aşırı yağışlar nedeniyle su baskınları olması.

Sıcak Cephe: İlerleyen sıcak hava kütlesi ile yerini aldığı nispeten soğuk hava kütlesi arasındaki sınır.

Sıcaklık: Bir maddenin ısı veya moleküler hareketinin derecesinin ölçüsü.

Siklon: İzobarlarla kapalı olarak çevrili, kendi etrafında dönen, konverjansın olduğu ve merkezinde etrafına göre basıncın en düşük olduğu alan.

Siper: Meteorolojik aletlerin rasat parkında içerisine koyulduğu, aletleri istenmeyen dış etkenlerden koruyan muhafaza.

Sis: Atmosferik su buharının çok küçük su damlaları şeklinde yoğunlaşarak, yerde yatay görüşü engelleyen (yatay görüş 1000 metrenin altında olacak.) bulut oluşturması.

Soğuk Cephe: Hareket etmekte olan bir soğuk hava parselinin yolu üzerinde bulunan sıcak hava kütesinin altına doğru girerek onu yukarıya itmesi veya onunla yer değiştirmesi sırasında gerçekleşen iki farklı hava parseli arasındaki süreksizlik hattı.

Sublimasyon: Doğrudan doğruya katı fazdan gaz fazına geçiş veya bunun tersi.

Su Buharı: Su buharı olarak ta bilinen, suyun buhar hali.

-Ş-

Şimşek: Cumulonimbus bulutlarının zıt yüklü kutupları arasında elektron akışıyla gerçekleşen, orajla ilişkin, ani ve görülebilir ışık patlaması.

-T-

Taç: Yağmur damlalarının ışığı kırması sonucunda ay ve güneşin etrafında gözlenen renkli taç.

Tipi: Çoğunlukla yerden aldığı kar tanelerini havada savuran, Şiddetli, yoğun ve soğuk rüzgâr/fırtına.

-Y-

Yağış: Yaęmur, kar, çisenti, dolu, buz parçacıkları ile bunların değişik Őekillerini de içeren ve nemin yere doğru dūřen tım Őekli için kullanılan genel bir terim.

Yaęmur: 0.5 mm'den daha bųyųk sıvı su damlaları Őeklindeki yaęıřa verilen isim.

Yağmur Gölgesi: Dağın rüzgâra bakan, yağış alan tarafının tam tersi, kuytu tarafında daha az yağış alan yerleri için kullanılan terim.

Yoęunlařma: Buharın sıvı veya katı hale dųnųřųm iřlemi.

Yoęunlařma ekirdeęi: Serbest atmosferde su buharının ųzerinde yoğunlaştığı parçacıklar.

KAYNAKLAR

- Akman, Y. 1990: İklim ve Biyoiklim , Palme Yayınları, Müh. Serisi No: 103, Ankara.
- Altıatası, Z. 1972: Kar Hakkında Genel Bilgiler, DSİ Yayınları, Ankara.
- Beyazıt, M. 1974: Hidroloji, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- Buharlaştırma ve Metodları, 1971, DMİ Yayınları, No: 51, Ankara.
- Çanga, İ. 1979: Meteoroloji Aletleri Hakkında Genel Bilgiler, DSİ Yayınları, Ankara.
- Doğan, Ş. 1980: Klimatoloji Kurs Notları, DMİ Yayınları, Ankara.
- Eriş, E. 1974: Çift Kütle Analizi ve F Testinin Uygulanması, DMİ Yayınları, Ankara.
- Gafur, A.- Çelenk, Ş.- Gürsu, T. 1982: Hidrometeoroloji 1 Ders Kitabı, DMİ Yayınları, Ankara.
- Gafur, A. 1984: Aylık Yağış Raporu ve Haritaların Hazırlanmasında Uygulanan Esaslar, DMİ Yayınları, Ankara.
- Gafur, A.- Çelenk, Ş.- Gürsu, T. Gürler, T 1982: Hidrometeoroloji 2 Ders Kitabı, DMİ Yayınları, Ankara.
- Gürel, A. H. 1975: Buharlaştırma ve Terleme, DMİ Yayınları, Ankara.
- İklim Değişikliği Ve Türkiye Su Kaynaklarına Etkisi, 2002, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- İTÜ Vakıf Dergisi, 2001, İTÜ Vakıf Yayınları, Sayı: 34, İstanbul.
- Kesim, A.K. 2001: Totalizatör Rasatlarının Değerlendirilmesi, Ankara
- Klimatolojik Rasat El Kitabı, 1969, DMİ Yayınları, Ankara.
- Meteoroloji Mühendisliği Dergisi, 1997, TMMOB Met. Müh. Odası Yayınları , Sayı:2, Ankara.
- Meteorolojik Rasat Aletleri Ders Kitabı, 1985, DMİ Yayınları, Ankara.
- Oğuz, E. 1999: Genel Klimatoloji, 5.Baskı, Çağatay Kitapevi, İstanbul.
- Özkan, R.- Özcan, H.- Kacar, M. 1999: Türkiye Yağış Dağılışı, Ankara.
- Rainbird, A.F. (Çev: Eriş, E.), 1969: Bir Saha Üzerindeki Ortalama Yağış Tahmin Metotları, DMİ Yayınları, Ankara.

Sevim S., Sencer Y. 1992: Meteorolojik Rasatlar ve Değerlendirme. D.S.İ Genel M¼d¼rl¼ę¼ Basımevi, Ankara

Susuz Toplumlar İçin Su, 2002, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

Uğurlu, A. – Kesim, A.K. 2001: T¼rkiye Maksimum Yağışları ve Tekerr¼r Analizleri, Cilt-1, Ankara.

Uğurlu, A. – Kesim, A.K. 2001: T¼rkiye Maksimum Yağışları ve Tekerr¼r Analizleri, Cilt-2, Ankara.

Ulug¼r, M.E. 1972: Su M¼hendislięi, 1. Baskı, ağlayan Kitapevi, İstanbul.

II. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu, 1998, DMİ Yayınları, Ankara.

II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri, 1979, DSİ Yayınları, Ankara.

WMO, 1970: Guide To Hydrometeorological Practices, 2.Baskı. No.168 TP.82, Geneva.

WMO, 1994: Guide To Hydrological Practices, 5. Baskı, No: 168, Geneva.
Yağış Rasatları ve Kayıt Usulleri, 1983, DMİ Yayınları, Ankara.