

T.C.  
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI  
Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

# ZİRAİ METEOROLOJİ



Şubat - 2008  
ANKARA

T.C.  
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI  
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ  
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



# ZİRAİ METEOROLOJİ

**HAZIRLAYANLAR**

**Murat ASAR  
Servet YALÇIN  
Gökhan YÜCEL  
Yüksel NADAROĞLU  
Halis ERCİYAS**

Ocak 2007  
ANKARA



<b>1. BÖLÜM : TARIM VE METEOROLOJİ .....</b>	<b>3</b>
1.1. Ziraî Meteorolojinin Tanımı ve Tarihçesi .....	3
1.1.1. Ziraî Meteorolojinin Tanımı ve Önemi .....	3
1.1.2. Ziraî Meteorolojinin Tarihçesi .....	4
1.1.3. Ziraî Meteorolojik Uygulamalar .....	5
1.1.4. Ziraî Meteorolojinin Ekonomiye Katkısı .....	5
1.2. Tarımın Tanımı ve Çeşitleri .....	9
1.2.1. Tarla Tarımı .....	9
1.2.2. Bağ-bahçe Tarımı .....	10
1.2.3. Hayvancılık .....	10
1.2.4. Ormancılık .....	10
1.2.5. Balıkçılık .....	11
1.3. Tarımın Türkiye Ekonomisinde Yeri ve Önemi .....	12
1.4. İklim Faktörleri ve Tarıma Etkileri .....	13
1.4.1. Isı ve Sıcaklık .....	14
1.4.1.1. Sıcaklık değişimine etki eden faktörler .....	15
1.4.1.2. Sıcaklığın bitkiler için önemi .....	18
1.4.1.3. Termoperiyot ve termoperiyodizm .....	19
1.4.1.4. Düşük sıcaklığın bitkiler üzerindeki etkileri .....	19
1.4.1.5. Yüksek sıcaklığın bitkiler üzerindeki etkileri .....	21
1.4.1.6. Toprak sıcaklığı .....	22
1.4.2. Rüzgâr .....	25
1.4.2.1. Rüzgârın bitkiler üzerine olumlu etkileri .....	26
1.4.2.2. Rüzgârın bitkiler üzerine olumsuz etkileri .....	26
1.4.2.3. Rüzgâr erozyonu .....	27
1.4.3. Nem .....	27
1.4.3.1. Hava nemi .....	27
1.4.3.2. Toprak nemi .....	28
1.4.4. Yağış .....	33
1.4.4.1. Çisenti .....	35
1.4.4.2. Yağmur .....	35
1.4.4.3. Kar .....	37
1.4.4.4. Dolu .....	38
1.4.4.5. Çiğ .....	40
1.4.4.6. Kırağı .....	41
1.4.4.7. Kırç .....	41
1.4.4.8. Sis .....	42
1.4.4.9. Grezil .....	43
1.4.5. Güneşlenme .....	43
1.4.5.1. Işık istekleri yönünden bitkilerin sınıflandırılması .....	43
1.4.5.2. Işığın bitkiler üzerindeki etkileri .....	44
1.4.5.3. Fotoperiyot ve fotoperiyodizm .....	45
1.4.5.4. Fotosentez .....	46

<b>2. BÖLÜM : ZİRAÎ METEOROLOJİK OLAYLAR .....</b>	<b>53</b>
2.1. Erozyon .....	53
2.1.1. Su Erozyonu .....	57
2.1.2. Rüzgâr Erozyonu .....	59
2.1.3. Erozyondan Korunma Yöntemleri .....	61
2.2. Bitki Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele .....	64
2.2.1. Bitki Hastalıkları ve İklim .....	64
2.2.1.1. Sıcaklık .....	64
2.2.1.2. Nem .....	65
2.2.1.3. Işık .....	65
2.2.1.4. Diğer faktörler .....	66
2.2.1.5. İklim etkenlerinin işbirliği .....	66
2.2.2. Bitki Zararlıları ve İklim .....	67
2.2.2.1. Sıcaklık .....	67
2.2.2.2. Nem .....	68
2.2.2.3. Işık .....	68
2.2.2.4. Rüzgâr .....	70
2.2.2.5. İklim etkenlerinin işbirliği .....	70
2.3. Don Olayı .....	71
2.3.1. Don Olayının Tanımı .....	72
2.3.2. Don Olayının Sınıflandırılması .....	72
2.3.2.1. Meydana geliş zamanına göre .....	73
2.3.2.2. Sıcaklık ve rüzgâr hızına göre .....	73
2.3.2.3. Bitkilerin gördüğü zarar durumuna göre .....	74
2.3.3. Don Olayını Etkileyen Faktörler .....	74
2.3.4. Don Tahmin Metotları .....	75
2.3.4.1. Mahallî don tahmini .....	76
2.3.4.2. Pagoskop cetveli (Grafik metodu) .....	77
2.3.4.3. Havanın gözlenmesi ile yapılan don tahmini .....	78
2.3.5. Don Olayından Korunma Yöntemleri .....	79
2.3.5.1. Pasif yöntemler .....	79
2.3.5.2. Aktif yöntemler .....	83
2.4. Kuraklık .....	88
2.4.1. Kuraklığın Tanımı .....	88
2.4.2. Kuraklık Nedenleri .....	89
2.4.3. Kuraklığın Etkileri .....	90
2.4.4. Kuraklık Analizleri .....	90
2.4.5. Kuraklığın Bitkilerde Meydana Getirdiği Değişiklikler .....	95
2.5. Orman Yangınları .....	95
2.5.1. Orman Yangın Tipleri .....	96
2.5.2. Orman Yangınlarından Korunma .....	97
<b>3. BÖLÜM : ZİRAÎ METEOROLOJİ İSTASYONLARI ve RASATLARI .....</b>	<b>103</b>
3.1. Ziraî Meteorolojik Gözlemlerin Temel Esasları .....	103
3.1.1. Fiziksel İklim Elemanları .....	103
3.1.2. Biyolojik Elemanlar .....	103
3.1.3. Gözlemlerin Ölçeği .....	103

3.1.4. Gözlemlerin Kapsamı .....	104
3.2. Ziraî Meteoroloji İstasyonları .....	104
3.2.1. Ziraî Meteoroloji İstasyonlarının Sınıflandırılması .....	104
3.2.2. İstasyon Yerinin Seçimi .....	105
3.2.3. İstasyondaki Aletlerin Yerlerinin Planlanması .....	105
3.2.4. İstasyon Ağı .....	106
3.2.5. Ziraî Meteoroloji İstasyonları Rehberi .....	107
3.3. Ziraî Meteoroloji Rasatları .....	107
3.3.1. Fiziksel Çevre Rasatları .....	108
3.3.1.1. Güneşlenme .....	108
3.3.1.2. Hava sıcaklığı ve nemi .....	110
3.3.1.3. Rüzgâr .....	112
3.3.1.4. Yağış ve bulutluluk .....	112
3.3.1.5. Buharlaşma .....	113
3.3.1.6. Toprak sıcaklığı .....	115
3.3.1.7. Toprak nemi .....	116
3.3.1.8. Su sıcaklığı .....	118
3.3.1.9. Ziraî mezoklimatolojik incelemeler .....	119
3.3.1.10. Rutin ve sürekli olmayan eksiksiz fiziksel gözlemler (Ziraî mikrometeorolojik araştırmalar için) .....	120
3.3.2. Biyolojik Çevre Rasatları .....	121
3.3.2.1. Doğal olayların gözlemleri .....	122
3.3.2.2. Ziraî klimatolojik kullanım için gözlemler .....	122
3.3.2.3. Hava olaylarının yaptığı zararların gözlemleri .....	123
3.3.2.4. Eksiksiz biyolojik gözlemler .....	123
3.3.2.5. Uygulamalı kullanım için gözlemler .....	124
3.3.2.6. Küresel biyolojik gözlemler .....	125
<b>4. BÖLÜM : ZİRAÎ METEOROLOJİK UYGULAMALAR .....</b>	<b>129</b>
4.1. Ziraî Meteoroloji Tahminleri .....	129
4.1.1. Ziraî Tahmin Çeşitleri .....	130
4.1.2. Ziraî Tahminlerde Kullanılan Meteorolojik Parametreler .....	132
4.1.3. Ziraî Tahminlerin Kullanıldığı Alanlar .....	134
4.1.4. Ziraî Tahmin Kriterleri ve Tahminlerin Duyurulması .....	137
4.1.5. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde Yapılan Ziraî Tahmin Çeşitleri .....	138
4.2. Verim Tahminleri .....	142
4.3. Bitki İklim Modelleri .....	144
4.3.1. Model Kavramı .....	145
4.3.2. Bitki Gelişiminin Modellenmesi .....	146
4.3.3. Bitki-İklim Modellerinde Üretim Seviyeleri .....	149
4.3.4. Bitki-İklim Model Çeşitleri .....	151
4.3.5. Bitki-İklim Modellerinin Amaçları .....	152
4.3.6. Dünyada Yapılan Modelleme Çalışmaları .....	153
4.3.7. Ülkemizde Model Çalışmaları .....	156
4.4. Fenolojik Gözlemler .....	156

4.4.1. Fenolojik Gözlemlerin Önemi ve Yararlanma Şekilleri .....	157
4.4.2. Fenolojik Gözlemlerin Yapılışı .....	159
4.4.3. Aylık Fenoloji Rasadı Kod Formu .....	161
4.4.3.1. Aylık fenolojik gözlemlerin hazırlanmasında dikkat edilecek hususlar .....	161
4.4.3.2. Aylık fenoloji rasadı örnekleri .....	162
4.4.4. Yıllık Fenoloji Kartının Doldurulmasında Dikkat Edilecek Hususlar .....	164
4.4.4.1. Yıllık fenoloji kartı örneği .....	165
4.5. Fevk Rasatları .....	166
4.5.1. Fevk Rasatlarının Şifrelenmesi .....	167
4.5.2. Hasar Raporu .....	168
4.5.3. Fevk Rasadı Örnekleri .....	168
4.6. Tarım Gidiş Raporları .....	171
4.6.1. Raporda Bildirilecek Bitki ve Hayvan Gurupları İle Olaylar .....	172
4.6.2. Tarım Gidiş Raporu Gönderme Şekli .....	173
4.6.3. Tarım Gidiş Raporu Örneği .....	174
4.7. Ziraat Meteorolojide Uzaktan Algılama Uygulamaları .....	175
<b>SÖZLÜK .....</b>	<b>179</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>181</b>

# 1. BÖLÜM

## TARIM

### VE

## METEOROLOJİ







# 1. BÖLÜM : TARIM VE METEOROLOJİ

## 1.1. Ziraî Meteorolojinin Tanımı ve Tarihçesi

### 1.1.1. Ziraî Meteorolojinin Tanımı ve Önemi

Ziraî meteoroloji; canlıların içinde yaşadıkları fiziksel çevreye karşı gösterdikleri tepkileri inceleyen ve araştıran bilim dalıdır. Atmosferde meydana gelen fiziksel olayların ziraî üretime olan etkilerini inceler. Ziraî meteoroloji konuları içerisinde incelenen canlılar, ekonomik önemi olan kültür bitkileri, çiftlik ve av hayvanları, böcekler ve hastalık etmeni mikroorganizmalardır. Çevrenin fiziksel yapısı ile o çevredeki bitki ve hayvan topluluklarının karşılıklı etkileşimini ve ilişkilerini incelerler.

Ziraat atmosfer şartlarında çalışan bir fabrikadır. Ziraat teknikleri ve buluşları ne kadar yenilense de iklim faktörlerinin olumlu ve olumsuz etkileri mevcuttur. Ziraî konularda tesis ve işletme planları yapılırken öncelikle o bölgenin iklim özellikleri dikkate alınır. Bir bölgede yetiştirilecek bitki çeşidinin seçimi, toprak işleme, ekim, dikim, budama, çapalama, sulama, ilaçlama ve hasat işlemlerinde iklim ve hava durumu yönlendirici ilk faktördür.

Tarımın temelini oluşturan planlama ve uygulamalarda oluşabilecek hataların sonucu maddi kayıplar meydana gelir. Tarım alanında bol ve kaliteli ürün elde edebilmek için gerekli olan ana faktörlerden iklim dışında kalan tohum, toprak ve insan kontrol ve ıslah edilebilir.

İklim faktörleri dikkate alınmadan yapılan tarımsal faaliyetlerde, yatırımlar olumsuz hava şartlarından zarar görebilir.

İklim faktörleri, tarım alanındaki hastalık ve zararlıların çoğalıp yayılmasıyla da dolaylı olarak zarara sebep olur. Sıcaklık ve nem durumuna bağlı olarak yapılacak ilaçlamaların şekli ve zamanı değişiklik gösterir.

Ziraî meteorolojinin amacı; üretimin verim ve kalitesini artırmak için iklim ve hava özellikleri konusunda üretici ve tarımcılara gerekli bilgileri vermek, olumsuz hava şartlarının zararını en aza indirmek, ziraî girdileri (gübre, ilaç, iş gücü, vb.) ekonomik olarak kullanmayı sağlamaktır.

### **1.1.2. Ziraî Meteorolojinin Tarihçesi**

Hava ve iklime ait bilgilerin tarıma etkisi ilk kez Roma ve Çin kayıtlarında görülmektedir. Fenolojik takvimin (canlılarda gelişme safhalarının periyotları) kayıtları ise M.Ö. 500 yıllarına kadar uzanmaktadır. Günümüzde kullanılan çok sayıda alet ve cihaz Rönesans döneminde geliştirilmiştir. Hidrometre, Galilei Galileo tarafından 1593 yılında, Barometre, Evangelista Toricelli tarafından 1643 yılında icat edilmiştir. Bu dönemde mikrometeoroloji ve ziraî meteorolojinin çalışma alanlarına katkı sağlayan diğer bir gelişme Edmund Halley tarafından 1694 yılında güneşlenme ve rüzgârın buharlaşma üzerine olan etkisinin tanımlanmasıdır. Ziraî meteoroloji alanında geçen 150 yıl içerisinde çok sayıda araştırma sonuçları alınmıştır. 1867 yılında Carl Linsser bitki-iklim-buharlaşma arasındaki ilişkiyi, 1896 yılında Thedor Hommen toprak sıcaklığı ölçümlerini gerçekleştirmiştir.

Biyolojik olarak enerji konusunda yapılan çalışmalar, güneş enerjisinin yeşil bitkiler tarafından depo edilmesi, hayvanlar, mikroorganizmalar ve canlı dokularda nakli ile ilgili bilgilerin her geçen gün artması, ziraî meteorolojinin gelişmesine yardımcı olmaktadır.

Biyolojideki gelişmelerin yanı sıra fizik biliminde, özellikle, mikroklimatolojik araştırmalarda alet kullanımı ve diğer gelişmelerde elektroniğin katkısı, fiziksel çevrenin daha iyi tanınma ve yorumlanmasına imkân sağlamıştır. Böylece fiziksel çevrenin ölçüm ve incelenmesinde ulaşılan başarılar ziraî meteoroloji alanındaki gelişmeleri hızlandırmıştır.

### **1.1.3. Ziraâ Meteorolojik Uygulamalar**

Meteorolojik bilgilerin tarıma uygulanması yakın geçmişte büyük gelişmeler göstermiştir. Laboratuar ve sera denemelerinde elde edilen sonuçların tarla şartlarında uygulamaya alınması ziraâ meteorolojistlerce önerilir.

Meteorolojik faktörlerinin tarıma uygulanması ile ilgili bir çok örnekler mevcuttur. Önemli bazı uygulamalar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- a) Tarım ve yerleşim alanlarının seçimi,
- b) Suyun muhafazası ve sulama kontrolleri,
- c) Orman yangınları ile ilgili uyarılar,
- d) Ekim ve hasat tarihlerinin programlanması,
- e) Don olayının tahmin edilmesi ve dona karşı alınacak tedbirler,
- f) Bitki zararlıları ve hastalıklarının kontrolü,
- g) Mikroklimatolojik değişiklikler (rüzgâr kıranlar, malç vb.).

Ziraâ meteorolojinin rolü; laboratuar ve sera teknikleri ile bulgularının tarla şartlarında uygulanması, bir bölgenin lokal iklim şartlarının değiştirilmesi, kontrolü ve buna ait ziraâ hava tahmin ve uyarılarının hazırlanmasıdır.

### **1.1.4. Ziraâ Meteorolojinin Ekonomiye Katkısı**

Sürekli artan dünya nüfusu ve olağanüstü hava koşullarının sonucunda ortaya çıkan üretim azalması, dünya gıda pazarlarında önemli dalgalanmalara neden olmuş ve ürün fiyatları bundan büyük ölçüde etkilenmiştir. Yaşanan bu dalgalanmalar ziraâ üretimin hava koşullarına bağımlılığını ve ziraâ üretimde meteorolojinin vazgeçilmezliğini bir kez daha göstermiştir. Ekim, dikim, gübreleme, hasat, ilaçlama, tarımsal mekanizasyon, sulama ve hayvansal üretim alanlarında yapılacak planlama ve günlük faaliyetlerde meteorolojik bilginin mutlaka kullanılması gerektiği bütün dünyada kabul edilmiştir. Bu amaçla her gün hava tahmini bültenleri yayınlanmakta ve çok sayıda çiftçi faaliyetlerinde bu bilgileri kullanmaktadır.

Tarımla uğraşan kişilerin hangi meteorolojik olaylarla karşılaşacağını önceden bilmesi, bu kişileri bazı teknik ve kültürel önlemler almaya zorlar. Örneğin, don olayından bitkileri korumak için alınan önlemler, aşırı yağışın toprakta yapacağı zararı azaltmak için yapılacak çalışmalar, fırtınanın etkisini hafifletmek için kullanılan yöntemler verilebilir. Ancak bütün bu önlemler ekonomik olduğu ölçüde uygulanabilir. Bununla beraber ziraat üretiminde planlama ve üretim aşamalarında farklı meteorolojik bilgilere ihtiyaç vardır. Örneğin, üretimin planlama aşamasında uzun yıllar ortalamalarına, ekimden hasada kadar geçen sürede ise mevcut hava durumu ile kısa süreli hava tahminlerine gerek duyulur.

Herhangi bir yörede yetiştirilecek bir ürün, o yörenin iklim koşullarına uygun değilse arzu edilen verim alınmaz. Sera tarımında bile birçok faktörü kontrol etmek mümkün olmakla birlikte ürünün sıcaklık, güneşlenme gibi istekleriyle mevcut koşullar arasında önemli farklılıklar varsa, burada ekonomik bir üretim yapılamaz. Bitki ve hayvanlarda görülen hastalık ve zararlılar da belli meteorolojik parametrelerin (sıcaklık, nispi nem, çiğ, sis, yağış, bulutluluk, ışık, rüzgâr, kar örtüsü ve donma derinliği) etkisi altında ortaya çıkar, gelişir ve yayılır. Bu bilgilerden faydalanarak ziraat mücadelede kullanılacak kimyasal maddelerin cinsine, kullanılma şekline (yerden püskürtme veya uçaklardan yararlanma) ve zamanına karar verilir. Örneğin, sulama ve ilaçlamadan sonra yağın yağmur harcanan emek, ilaç, enerji, zaman ve paranın boşa gitmesine neden olur.

Meteoroloji ve hidroloji servislerinin yaptıkları hizmetlerin ekonomik faydaları ile ilgili olarak 1994 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü'nce (WMO) organize edilen bir toplantıda, tarım sektöründe bu hizmetlerin maliyet/fayda oranının 1/15 olduğu belirtilmiştir. Bu ifade, hava tahmini için harcanan 1 dolar karşılığında, tarımda 15 dolar kazanıldığını gösterir. İngiltere'de yapılan benzer bir çalışmada ise hava tahminleri ile yılda 1 milyar sterlin değerindeki ekonomik zararın engellendiği tespit edilmiştir. Bu paranın büyüklüğünün, bir üçüncü dünya ülkesinin gayri safi milli hasılası kadar olduğu görülmektedir. Yine ABD'de yapılan bir çalışmaya göre meteorolojik hizmetler sayesinde yılda yarım milyar dolarlık bir zarar engellenmiştir.

Türkiye'de olağanüstü hava olayları, yabancı ot, hastalık ve zararlılar nedeniyle meydana gelen ürün kaybının en az % 20 olduğu belirtilmektedir. Bu oranın

azaltılmasında meteorolojik bilgi ve desteğin önemi göz ardı edilemez. Ziraî mücadele çalışmalarını etkileyen çeşitli meteorolojik olaylara ait Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü'nde hazırlanan bir raporda, 1997 yılında Marmara Bölgesindeki zeytin bahçelerinde görülen çürüme ve dökülmelerin esas nedeninin Ekim ayının 2. yarısında görülen yüksek nispi nem olduğu saptanmıştır. Yine aynı raporda ürün kaybının ağaç veriminin yaklaşık % 10 u düzeyinde kalacağı açıklanmıştır.

Bunun yanında Türkiye'de her yıl yaşanmakta olan seller, toprak kaymaları ve çığların yol açtığı can ve mal kayıpları giderek artmaktadır. Örneğin, Aydın-Söke Ziraat Odasının yapmış olduğu açıklamaya göre, 17 Mayıs 1998 tarihinde başlayan yağışların pamuk ekili alanların % 50 sini olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Ege'nin pamuk ambarı olarak bilinen Söke'de üreticiler 3-4 defa ekim yapmak zorunda kalmışlardır. Aynı kaynaklar bölgede bu yağışlardan kaynaklanan zararın 1,5 trilyon liraya ulaştığını açıklamışlardır.

Tarımda büyük kayıplara neden olan don olayı için, zararın yüksek olduğu kritik dönemlerde ve özellikle dona karşı duyarlı türlerin yetiştirildiği bölgelerde, özel don tahminleri yapılması, gerekli önlemlerin zamanında alınmasını sağlar. Ancak her şeyden önce tarımla uğraşan kesimlerin mutlak surette bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi gerekir. Aksi takdirde don ile mücadele yöntemleri ekonomik açıdan istenilen amaca ulaşamaz.

Ülkemizde her yıl yaşanan don olayı çeşitli oranlarda ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Örneğin 2004 yılı nisan ayı başlarında Ege ve Akdeniz kıyıları hariç yurt genelinde meydana gelen orta şiddette ve kuvvetli don olayı nedeniyle özellikle fındık, kayısı, elma, üzüm ve soğanda büyük kayıplar meydana gelmiştir. Bu don olayından sonra bir grup milletvekili TBMM'de yaptıkları basın toplantısında fındıktaki zararın 500-800 trilyon lira arasında olduğunu ve fındıkta görülen bu zararın etkisini 2005 ve 2006 yıllarında da göstereceğini açıklamışlardır. Yine bu tarihlerde, ülkemizin soğan ambarı olarak nitelendirilen Bursa'nın Karacabey ilçesinde 10-15 bin dekarlık alanın don olayından etkilendiği ve yaklaşık 20-30 bin ton civarında kayıp olduğu ilçe ziraat odası başkanı tarafından açıklanmıştır. Manisa Tarım İl Müdürlüğü ise bu tarihlerde bölgedeki 680 bin dekar olan bağlık alanın yarıdan fazlasının dondan etkilendiğini ve zararın yaklaşık 75 trilyon olduğunu bildirmiştir. Yine aynı tarihlerdeki don olayı sebebiyle Malatya ilimizdeki kayısı üreticilerinin zararının 150 trilyon civarında olduğu

belirtilmiştir. DMİ Genel Müdürlüğü'nün 2004 yılı genel bütçesinin 72 trilyon olduğu göz önüne alınır, don tahminlerine verilmesi gereken önem ve don olayının dikkatli bir şekilde izlenmesinin gerekliliği daha iyi anlaşılmış olacaktır. Bundan dolayı don olayının neden olduğu zararları önlemek için zamanında ve tutarlı don tahminlerinin yapılması, dondan korunma yöntemlerinin üreticiye öğretilmesi, yöntemlerin arazide doğru bir şekilde uygulanması sağlanmalıdır.

Tarımı olumsuz etkileyen bir diğer meteorolojik faktör olan dolu olayı, bütün ürünlerde önemli kayıplara neden olur. Meyve ağaçlarına ve bağlara sadece o dönemde zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda 1-2 yıllık sürgünleri de kırmak suretiyle gelecek yılların verimlerini de düşürür.

Sulamanın zamanında, uygun yöntem seçimi ile bilinçli bir şekilde yapılması, işlemin ekonomik olması açısından büyük önem taşır. Sulama planlamasında meteorolojik parametrelerden yararlanır. Örneğin, rüzgâr hızının yüksek ve esme süresinin fazla olduğu yörelerde, hava sıcaklığının yüksek ve nispi nemin çok düşük olduğu alanlarda buharlaşma kayıplarının yüksek olmasından dolayı yağmurlama sulama yöntemi genellikle uygun olmaz. Bu tip bir sistemin ilk tesis masrafının yüksek olduğu düşünülürse bilinçli ve tekniğine uygun olarak yapılan sulama ile ekonomi arasında sıkı bir ilişki olduğu ortaya çıkar. Ayrıca özellikle ilkbahar son donlarının tehlikeli olduğu yerlerde, ekonomik değeri yüksek olan bitkilerin dondan korunması için alınması gereken önlemlerden biri de yağmurlama sulama yönteminin seçilmesidir.

Tarımda önemli ölçüde verim kaybına yol açan bir diğer faktör kuraklıktır. Kuraklık olayından etkilenmemek için ziraî faaliyetlerin iklim ve su kaynaklarına uyumlu olma zorunluluğu vardır. Çiftçi meteorolojinin üretmiş olduğu yağış ve kuraklık durumu ile ilgili bilgileri sürekli olarak takip etmeli ve faaliyetlerinde yağıştan optimum bir şekilde faydalanıp kuraklığın zararını en aza indirmelidir. Eğer ziraî faaliyetler yalnızca nemli döneme ait su varlığı üzerinde geliştirilirse ekonomik ve sosyal gelişme sıkıntıya girer. Barajların ve sulama sistemlerinin yaygınlaşmadığı bir ülkede kuraklığın olumsuz etkilerinden kurtulmak mümkün değildir.

Meteorolojinin bitkisel üretime olumlu katkıları olduğu gibi ürünün korunmasındaki katkısı da çok büyüktür. Özellikle sıcak ve nemli ülkelerde ürünün

depolanması ve taşınması sırasında her yıl büyük kayıplar meydana gelmektedir. Depolama ve taşınma sırasında meydana gelebilecek kayıpları önlemek için uygun iklim ve havalandırma koşulları sağlanmalıdır. Örneğin, elmaların taşınması sırasında en uygun hava sıcaklığı 0.5 °C dir. Daha yüksek sıcaklıkta bozulma ve unlanmalar, daha düşük sıcaklıkta ise donmalar meydana gelir. Bu yüzden ürünlerin taşınması, depolanması ve tüketiciye ulaştırılmasında etkin meteorolojik desteğin sağlanması gereklidir.

Tüm meteorolojik çalışmaların ortak amacı, ülkelerin milli ekonomilerini geliştirecek yöndeki projelere ağırlık vererek toplumun yaşam seviyesinin yükseltilmesidir. Ziraî meteorolojik bilgi çiftçilere düşük riskle, düşük maliyetle daha az çevre kirlenmesi ve zarar ile sürdürülebilir, yüksek kalitede ve verimde daha karlı bir tarım yapma konusunda yardımcı olur.

## **1.2. Tarımın Tanımı ve Çeşitleri**

Tarım; doğal şartlarda üstü açık bir fabrikadır. Tarım alanında yapılan tüm çalışmalar iklim faktörlerinin etkisi altındadır. Ürün miktarı ve kalitesi iklim şartlarına ve kontrolüne bağlıdır. Tarımda tesis ve işletme planları yapılırken öncelikle o bölgenin iklim özellikleri ve hava durumu dikkate alınır. Bir yörede yapılacak tarımın şekli, bitki çeşidinin seçimi, toprak işleme, ekim, dikim, budama, sulama, ilaçlama ve hasat sırasında hava tahmin raporları yönlendiricidir.

Tarım faaliyetleri içerisinde pek çok üretim çeşidi mevcuttur. Toprak ıslahı, tarla tarımı, meyvecilik, sebze üretimi, endüstri bitkilerinin üretimi, hayvancılık, balıkçılık, arıcılık, ipek böcekçiliği, ormancılık ve el sanatları sayılabilir.

### **1.2.1. Tarla Tarımı**

Yurdumuzda tarım arazilerinin % 36 sı tarla tarımında kullanılmaktadır. Tarla tarımı denildiğinde ilk akla gelen tahıl üretimidir. Tahıl çeşitlerinden en fazla buğday üretimi yapılmaktadır. Buğdaydan sonra sırasıyla arpa, mısır, çeltik, yulaf, çavdar ve darı üretimi yapılmaktadır. Tarla tarımı olarak endüstri bitkilerinden şeker pancarı, pamuk, tütün, ayçiçeği, keten, kenevir, susam ve haşhaş sayılabilir. Tarla tarımı



içerisinde yer alan sebzeler de vardır. Tarla tarımında bitkiler genellikle toprağa tohum olarak ekilirse de bir kısmı önce çimlendirilip sonra fideler halinde toprağa aktarılır.

### **1.2.2. Bağ-bahçe Tarımı**

Meyve ve sebze üretimimizin büyük kısmı bağ-bahçe tarımı ile sağlanır. Yurdumuzun yüzey şekline, iklim çeşitliliğine bağlı olarak çok fazla tür meyve ve sebze üretimi aynı mevsimde yapılabilir. Son yıllarda sera üretimi ile mevsim dışı üretimler de (turfanda) iç ve dış tüketimde yerini almıştır. Her türlü meyvenin taze, konserve ve nektar olarak tüketimi bağ-bahçe tarımını teşvik etmektedir. Ayrıca çay, fındık ve zeytin gibi bitkiler sanayi hammaddesi olarak bağ-bahçe tarımında yer alır.

### **1.2.3. Hayvancılık**

Tarımın diğer bir kolu hayvancılıktır. Evcil hayvanları besleme, ürünlerinden ve gücünden faydalanma tarımda çok yönlü faaliyet gerektirir. Ayrıca bazı endüstri kolları için hammadde kaynağıdır. Bu yönü ile beslenme, ticaret ve sanayi alanında önemli bir yere sahiptir. Türkiye hayvancılık potansiyeli yüksek bir ülkedir. Yurdumuz topraklarının 1/4 ü çayır ve otlaklarla kaplıdır. Bu otlakların tamamı verimli olmayıp büyük bir kısmı meyilli yerlerde bulunur. Çayır ve mera hayvancılığının en yoğun olduğu yerler Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerimizdir. Hayvancılığın diğer bir çeşidi de besi veya ahır hayvancılığıdır. Besi hayvancılığında en büyük sorun yem ve adaptasyonu iyi türlerin seçimidir. Yurdumuz hayvan türü ve sayısı bakımından zengin ülkeler arasında sayılır. En çok inek (büyük baş), koyun ve keçi (küçük baş), kümes hayvanları ve binek hayvanları üretilmektedir. Kümes hayvanları, beyaz eti ve yumurtası için üretimde son yılların tercihidir. Yurdumuzun tüm iklim şartlarında yetişebildiğinden aile işletmelerinde ve şehre yakın çiftliklerde üretilmektedir. Ayrıca arıcılık, ipek böcekçiliği ve av hayvanlarının üretimi de hayvancılık faaliyetleri olarak sayılmaktadır.

### **1.2.4. Ormancılık**

Yurdumuz yüzölçümünün yaklaşık % 27 si koruluk ve ormanla kaplıdır. Bunun yaklaşık yarısı bozuk orman ve koruluktur. Bir ülkenin orman varlığı açısından zengin

olabilmesi için arazisinin en az % 30 ormanla kaplı olması gerekir. Orman varlığı az olan ülkelerde kuraklık, erozyon, sel, hava kirliliği gibi olaylar sık görülür.

Yurdumuz orman için fazla elverişli olmayan bir iklim kuşağı üzerindedir. Özellikle yağışlar yıl içinde düzensiz bir dağılışı göstermekte ve vejetasyonun (büyüme devresi) içinde uzunca bir kurak devre yer almaktadır. Arazinin yapısı da elverişsiz durumdadır. Genel olarak dağlık ve engebeli olan yurdumuzun üç tarafı kıyı boyunca yüksek dağ sıraları ile çevrilmiştir. Topoğrafik ve ekolojik şartların elverişsiz olması orman varlığını olumsuz etkilemektedir.

Sanayi sektöründe mobilya, kağıt ve selüloz yapımının hammaddesi orman ve yan ürünlerinden elde edilmektedir. Orman varlığı hammadde, yakacak, diğer canlılara barınma ve beslenme kaynağıdır. Av hayvanları, yabancı otlar, mantarlar ve tıbbi otlar orman zenginliklerindedir.

Orman çevre iklimini yumuşatır, erozyonu, sel ve fırtınaları önler, yağış düzenini sağlar, havayı temizleyerek ekolojik dengeyi canlıların lehine çevirir. Mevcut ormanların korunması ve yenilerinin oluşturulmasında meteorolojik faktörler önemlidir.

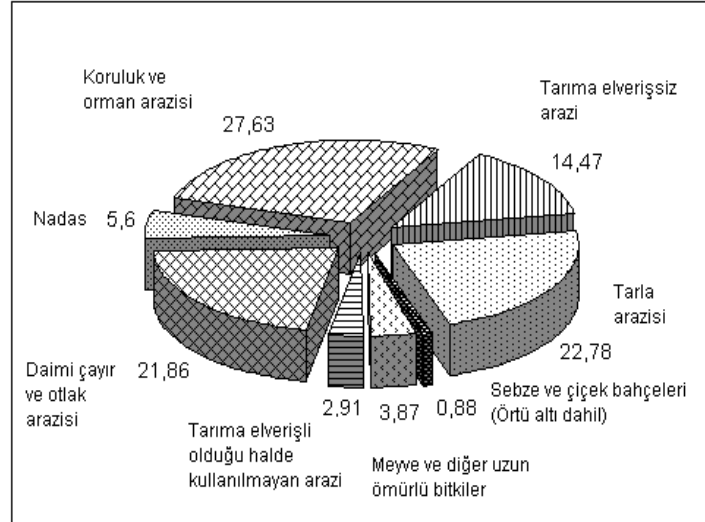
### **1.2.5. Balıkçılık**

Üç tarafı denizlerle çevrili yurdumuzda su sıcaklığı, akıntı durumu, derinlik ve tuzluluk bakımından denizlerimiz farklılık gösterir. Uzun kıyılar, çok sayıda akarsu ve gölleriyle ülkemizin su ürünleri potansiyeli büyüktür. Av balıkçılığının yanında son yıllarda çeşitli şekillerde yapılan balık yetiştiriciliği de ekonomimizde yerini almıştır. Balıkçılığımızın başlıca sorunu çevre kirliliğidir. Özellikle sanayi kuruluşlarının zehirli ve kirli atıklarıyla sularımızda doğal denge bozulmakta, türler yok olmaktadır. Kıyı balıkçılığının yaygın olduğu yurdumuzda açık deniz balıkçılığına uygun filolarımız yoktur. İkel metotlar av balıklarının çoğalmasını engellemektedir. Bilinçli avlanma ile mevcut potansiyel korunabilir.

### 1.3. Tarımın Türkiye Ekonomisinde Yeri ve Önemi

Nüfusumuzun önemli bir bölümü geçimini tarımdan sağlamaktadır. Ülkemizdeki sanayi kuruluşlarının pek çoğu tarım ürünlerini işlemekte ve ihraç etmektedir.

Topraklarımızın % 22.78 i tarla, % 21.86 ı çayır-mera, % 27.63 ü orman ve koruluk, % 14.47 si tarıma elverişsiz arazi, % 3.87 si meyve ve diğer uzun ömürlü bitkiler, % 5.6 sı nadas, % 2.7 si tarıma elverişli olduğu halde kullanılmayan arazi, % 0.88 i sebze ve çiçek bahçeleri (örtü altı dahil) tarımında kullanılmaktadır. Tarımda makine ve özellikle traktör kullanımı ile işlenmeyen bir çok arazi ve otlaklar işlenerek tarlaya dönüştürülmüştür.



Şekil 1.1. Arazinin kullanım biçimine göre dağılımı (%), 2001 yılı, (DİE web sayfası)

Tarımla uğraşanların eğitilmesi, uygun iklim ve toprak şartlarında daha çok gelir getiren ürünlerin yetiştirilmesi, gübrenin bilinçli kullanılması ve sulamanın zamanında yapılmasıyla verim artmaktadır. Türkiye'nin toprak ve iklim özellikleri çok çeşitli tarım ürünlerinin yetiştirilmesine uygundur. Topraklarımız için en önemli tehlike erozyondur.

Topraklarımızı erozyondan korur, meteorolojik şartları dikkate alır, bilinçli tarım yaparsak verim artacaktır.

Yüzölçümümüzün 1/3 ü tarla, bağ, bahçe ve seralardan oluşan tarım arazisidir. Bu alanların büyük bölümünü oluşturan tarlaların bir kısmı nadasa bırakılır. Ekili alanların büyük kısmını tahıllar, kalanını endüstri bitkileri, sebze ve meyveler oluşturur.

#### **1.4. İklim Faktörleri ve Tarıma Etkileri**

Tarım tesisleri planlanırken uzun süreli olacağı düşünülerek etkili faktörlere dikkat edilmelidir. Bu faktörler iklim-toprak-tohum ve üretici olarak sayılabilir. Ziraî meteorolojik açıdan iklim, üretimde ilk kriteri oluşturur. İklim koşullarına bağlı olarak seçilecek bitki çeşidine göre tohum seçimi ve toprak ıslahına gidilebilir. Diğer faktörler olumlu olsa bile iklim, tarımı doğrudan etkiler. Ziraî meteoroloji yalnız toprağa yakın hava tabakasının durumu ve içinde meydana gelen fiziksel olayları incelemekle yetinmeyip, don olayını, kuraklığı, sel baskınlarını ve diğer elverişsiz koşulları önleyici yöntemleri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Bitkiler büyüme ve gelişmeleri için gerekli enerjiyi güneşten, suyu ise yağıştan karşılamaktadır. Sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi diğer meteorolojik parametreler de verimi etkileyen faktörlerdir.

Bitkiler güneş radyasyonunun çok dar bir spektrum bandından faydalanmaktadır. Elektromanyetik spektrumu yaklaşık olarak 0.4-0.7 milimikron olan ışık, özellikle tüm yeşil bitkilerin fotosentez, fototropizm, fotoperiyodizm aktivitelerinin gerçekleştirilmesi için gereklidir. Albedo (ışığın yansımaya oranı) tarımda verimin sağlanmasında etkili diğer bir parametredir.

Bitkilerde en uygun büyüme sıcaklıkları genel olarak 15 ile 30 °C dir. Bununla beraber çok yıllık bitkilerde -80 °C ile 70 °C, mevsimlik bitkilerde ise 0 °C ile 50 °C dayanma sınırlarıdır.

Tohumların çimlenmesi özellikle toprak sıcaklığına bağlıdır. Bazı tohumlar 1 °C nin altında bile çimlenebilirler.

Hava sıcaklığındaki artış atmosferin su buharı tutabilme kapasitesini artırmaktadır. Bu da evapotranspirasyonu güçlendirmektedir.

Yüksek atmosferik nem, evapotranspirasyonu düşürmekte, bitkinin su ihtiyacını azaltmaktadır. Ayrıca tarım zararlılarının yumurtaları, larvaları, bakteri sporları sıcak ve nemli şartlarda, özellikle çiğ şartlarında daha aktif duruma geçmektedir. Düşük nem, rüzgâr ve sıcaklıkla birleştiğinde bitki dokularını hızla kurutmaktadır. Kuru hava çiçek ve polenleri de olumsuz etkilemektedir.

Şiddetli rüzgâr ağaç filizlerini, meyveleri ve ağaç kökünü fiziksel olarak etkilerken, sürükledikleri toprak zerrelere ile meyve kalitesini düşürürler. Rüzgâr atmosfer içinde sağladığı karışımla bitkilere yeterli miktarda CO<sub>2</sub> sağlamakta, nispeten sıcak karakterli hava kütlelerini soğuk yüzeylere taşıyarak don olayını hafifletmekte ve bitkilerin tozlaşmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Yağmur ve kar tarım açısından en faydalı yağış tipleridir. Özellikle kar kış aylarında ekili alanları dona karşı korumaktadır. Toprak yüzeyine düşen suyun bir kısmı toprak içine sızar, bir kısmı yüzey akışına geçer, bir kısmı da buharlaşır.

Tarım için en faydalı olanı sızan sudur (infiltrasyon). Yüzey akışı yamaçlarda bulunan tarım arazilerinde erozyona sebep olmaktadır. Ayrıca yüzey akışına ve buharlaşmaya uğrayan su tarım açısından bir kayıp olarak değerlendirilir. Şiddetli yağış ve yoğun toprak nemi, ekili alanlar üzerinde, ciddi boyutlarda ürün kayıplarına neden olabilir.

Tarımda verim ve kalite, yetiştirme ortamındaki optimum şartların sağlanması, uygun tarım tekniği, kaliteli tohum, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele ve uygun iklim şartlarına bağlıdır.

#### **1.4.1. Isı ve Sıcaklık**

Bitkilerin büyümeleri ve gelişmeleri için ısı önemli bir faktördür. Ekvator ile kutuplardaki vejetasyonu (bitki örtüsü) ve bitkilerde yaz aylarındaki hızlı gelişme ile kış aylarındaki durgunluğu karşılaştırdığımızda ısının önemi daha kolay anlaşılır. Konuya geçmeden önce ısı ve sıcaklık terimlerinin ne olduğunu kısaca açıklayalım.

**Isı;** Bir cismin kütlesi içinde sahip olduğu enerjinin toplam miktarına ısı denir. Cisimlerin içlerinde sahip oldukları ve onların moleküllerini hareket halinde tutan enerjiye genel olarak iç enerji denir. Isı ise bu iç enerjinin toplamıdır. Cisimlerdeki molekül hareketlerini ve titreşimlerini sağlayan bu ısı enerjisi doğrudan hissedilip ölçülemez.

**Sıcaklık;** Bir cismin kütlesi içindeki enerji miktarı, diğer bir deyişle ısı arttıkça o kütleyi oluşturan moleküllerin her birine düşen enerji payı da artar. Tek tek her moleküldeki enerji artışı da, onların kinetik enerjisini yani titreşimini arttırmaktadır. Bu artan molekül titreşimleri ise, elektromanyetik dalgalar halinde etrafa etkide bulunurlar.

Kısaca özetleyecek olursak ısı cisimlerde bulunan potansiyel bir güçtür. Sıcaklık ise bu potansiyel gücün kinetik olarak ortaya çıkmış şeklidir ya da bu potansiyel gücün etkisidir. Fizikte sıcaklık termometre ile ölçülür, birimi derecedir. Isı ise doğrudan değil onun bir görüntüsü olan sıcaklık yardımı ile ölçülür ve birimi kaloridir.

#### **1.4.1.1. Sıcaklık değişimine etki eden faktörler**

Güneş enerjisi ile ortaya çıkan sıcaklığın miktarı; zamana (günün saatleri ve mevsimler), enlemlere, arazinin yönü ve meyline, yüksekliğine, havanın bulutlu ya da açık oluşuna, toprak rengi ve yapısına ve bitki örtüsüne göre değişiklik gösterir.

**Zamanın etkisi;** güneşin doğuşu ile birlikte yeryüzünde sıcaklık hızla artmaya başlar, güneş battıktan sonra da toprak yüzeyinden radyasyon yayma devam ettiğinden geceleri toprak sıcaklığı hızla azalır ve sabaha karşı gün içinde en düşük değere ulaşır. Ayrıca geceleri toprak sıcaklığının hızla düşmesine toprak yüzeyinden olan buharlaşmanın devam etmesi büyük ölçüde etkili olmaktadır. Bütün bunların sonucu olarak da geceleri toprak sıcaklığı toprak yüzeyindeki havanın sıcaklığından daha düşüktür.

Yaz aylarında toprağın güneş altında ısınma süresi güneş battıktan sonraki soğuma süresinden daha fazla olduğundan yaz gecelerinde toprağın soğuması kış aylarına oranla daha azdır. Kış aylarında ise güneş ışınları yeryüzüne eğik geldiğinden daha uzun bir atmosfer tabakası içerisinden geçerler ve güneşten gelen ışınların

atmosfer tarafından tutulan miktarı artar, bir başka deyişle yeryüzüne ulaşabilen ışın miktarı azalır. Bunun sonucunda kış aylarında atmosferin sıcaklığı toprak sıcaklığına oranla daha yüksek olur.

**Enlemlerin etkisi;** yeryüzünde ortalama sıcaklık derecesi ekvator dan kutuplara doğru çıktıkça azalır. Bu azalma kuzey yarımküresinde 20-23° kuzey enlemine kadar yavaş, daha sonra 70° enlemine kadar hızlı ve 70° enleminden itibaren de yeniden yavaş seyreder. Güney yarımküresinde ise 60° güney enlemine kadar yavaş, 60° güney enleminden sonra güney kutbuna kadar hızlı olur. Sıcaklığın enlemlere göre değişiklikleri gözden geçirilirken yıllık ortalamalar yanında aylık ortalamalarında incelenmesi gerekir. Çünkü yıllık ortalamalar arasında çok kez önemli farklar bulunmadığı halde aylık ortalamalar arasında oldukça büyük farklar görülür. Ekvator da hemen hemen bütün ayların ortalama sıcaklıkları aynı olduğu halde, kuzeye doğru çıktıkça aylık sıcaklık ortalamaları arasında önemli farklar ortaya çıkmakta ve 82° 7' kuzey enleminde yer alan kuzey batı Grönland'da en sıcak ve en soğuk aya ait sıcaklık ortalamaları arasındaki fark 42.2 °C ye kadar ulaşmaktadır.

Sıcaklık bakımından dünyamız başlıca üç iklim kuşağına ayrılmaktadır. Tropik iklim kuşağı; ekvator ile 23° 27' kuzey ve güney enlemleri arasında kalan kuşaktır. Bu bölgede genellikle aylık sıcaklık ortalamaları arasında fazla bir farklılık yoktur. Ilıman iklim kuşağı; Güney ve kuzey yarımkürelerde 23° 27' ile 66° 33' enlemleri arasında kalan bölgelere ılıman iklim kuşağı denir. Bu bölgede mevsimlere göre sıcaklık farkları oldukça büyüktür. Ilıman iklim kuşaklarının tropik iklim kuşağına yakın bölgelerinde iki bölge arasındaki geçiş iklimini gösteren bölgeye subtropik iklim kuşağı adı verilir. Ancak bu bölge deniz olan yerlerde daha belirgin olup, karalara doğru gidildikçe hiç görülmeyebilir. Kutup iklim kuşağı; güney ve kuzey yarımkürelerinde 66° 33' enlemleri ile güney ve kuzey kutup noktaları arasında kalan bölgelere kutup iklim kuşağı adı verilir. Bu bölgelerde en düşük ve en yüksek sıcaklıklar arasında büyük farklılık bulunmaktadır. Bazen bu fark 60 °C ye çıkabilmektedir.

**Arazi meyil ve yönünün etkisi;** ekvatora bakan yamaçlar yılın her gününde kutuplara bakan yamaçlara oranla daha uzun süreli ve daha dik olarak güneş ışınlarını alırlar. Ekvatora bakan yamaçların meyili arttıkça buraya gelen güneş ışınlarının dikeylik derecesi de artmaktadır. Bunun sonucu olarak kuzey ve güney yarımkürede

yönü ekvatora doğru olan alanlardaki sıcaklık değeri, yönü kutuplara doğru olan alanlara oranla daima daha yüksek olmaktadır.

**Yüksekliğin etkisi;** arazinin deniz seviyesinden olan yüksekliği arttıkça sıcaklık derecesinde devamlı azalma görülür. Bu azalma her 1000 m yükseklikte 5.5 °C olarak kabul edilir.

**Atmosferin etkisi;** bulutlu ve sisli havalarda daha çok su buharı bulunduğundan açık havalara oranla bulutlu havada güneş ışınları daha çok tutulur. Yeryüzüne ulaşabilen güneş ışınlarının büyük bir bölümü yeryüzüne çarpıp yansıtıldığında havadaki bulut ve sis katmanları tarafından tekrar tutulurlar. Bunun sonucunda bulutlu ve sisli havanın sıcaklığı açık havaya oranla daha yüksek olur.

**Toprak yapısı ve renginin etkisi;** bitki örtüsü bulunmayan çıplak ve açık renkli topraklar kendilerine gelen güneş ışınlarını kolayca yansıtırlar. Bu gibi yerlerde toprağın hemen üstündeki hava tabakası hızla ısınır. Koyu renkli topraklar güneş ışınlarını daha fazla absorbe (emilim) ederek açık renkli topraklara oranla daha sıcak olurlar. Bu fark toprağın üst katmanlarında 20 °C olabilir.

**Toprak suyunun ve boşlukların etkisi;** toprak içindeki hava boşlukları ne kadar çok olursa güneş ışınlarının toprak tarafından tutulması o kadar fazla olur. Bu gibi toprakların su tutma gücü yüksektir. Toprak suyu fazla olduğunda sıcaklık değişimleri yavaş seyreder. Çünkü suyun özgül ısısı, toprağın özgül ısısının beş katı kadardır. Bir başka deyişle; 1 gr suyun sıcaklığını 1 °C arttırmak için 1 cal ısı gerekli iken, 1 gr toprağın sıcaklığını 1 °C arttırmak için yaklaşık 0.2 cal gereklidir. İçinde su miktarı fazla olan topraklar ısınmak için kuru topraklara oranla daha fazla ısı isterler. Bu nedenle suyu bol olan topraklar hem geç ısınır hem de geç soğurlar.

**Bitki örtüsünün etkisi;** bitki örtüsü bulunan yerlerdeki hava hareketi açık arazilere nazaran daha azdır. Bitki örtüsünün bulunduğu yerlerde, gerek havanın gerekse toprağın aşırı ısınması ya da soğuması geç olur. Sıcaklık değişimleri açık alanlara oranla daha azdır. Aşağıda verilen orman içindeki ve orman dışındaki alanlarda uzun yıllar Ağustos ayı ortalama sıcaklıkları bunu açıkça göstermektedir.



Hava Sıcaklığı (°C)		
	Açık alanda	Ormanda
En Yüksek	30.0	25.9
En Düşük	3.9	7.4
Fark	26.1	18.5

**Kar örtüsünün etkisi;** eğer donmuş bir toprak üzerine kar yağacak olursa kar toprağın daha derinlere doğru donmasını engeller. Kar örtüsü içinde ve özellikle kar örtüsü altındaki toprak yüzeyinde sıcaklık değişikliği kar örtüsü üstündeki hava sıcaklığına oranla daha az olur.

#### 1.4.1.2. Sıcaklığın bitkiler için önemi

Bitkilerde fizyolojik fonksiyonlar için gerekli sıcaklıklar 0-54 °C arasındadır. Bu sınırların dışında büyüeyebilen bitki çeşitleri de mevcuttur. Kutup bölgeleri ile ekvator bölgelerinde yetişen bitki çeşitleri sıcaklık açısından birbirlerinden çok farklı ortamlarda yaşamlarını sürdürmektedirler. Bununla birlikte aynı bitki çeşidinin, değişik gelişme devrelerinde istemiş oldukları sıcaklık dereceleri birbirinden farklıdır. Genel olarak bitkilerde en düşük büyüme sıcaklığı, en düşük çimlenme sıcaklığından daha yüksektir. Örneğin; en düşük büyüme sıcaklığı buğdayda 5-6 °C, mısırdan 13-15 °C ve pamukta 16-17 °C iken en düşük çimlenme sıcaklığı buğdayda 3-4 °C, mısırdan 9-10 °C ve pamukta 13-15 °C dir. Bitkiler en düşük büyüme sıcaklığında devamlı kalacak olurlarsa normal gelişmelerini yapamazlar. Çünkü bu sıcaklıklarda fotosentez yavaşlar ve oluşturdukları kuru madde miktarı da azalır. Oluşan kuru maddenin büyük bir bölümü ise solunumla harcanan kuru maddeyi karşılamada kullanılmaktadır. Bitkilerin büyüme ve gelişmelerini tamamlayabilmeleri fotosentezle yaptıkları kuru madde miktarının solunumla harcadıkları kuru madde miktarından fazla olması ile sağlanabilmektedir. Bitkilerin büyüme ve gelişmeleri doğrudan doğruya meydana getirebilecekleri besin maddelerine bağlı olduğundan, bitki sıcaklığının kendisi için özel olan en uygun fotosentez sıcaklığının üstüne çıkmaması ve bitkide solunumun fazla olmaması gerekmektedir. Bitki yetiştirme yönünden bitki çeşitlerinin en uygun fotosentez ve solunum sıcaklık derecelerinin iyi bilinmesi ve buna göre belli sıcaklık koşullarında ürün verebilecek çeşitlerin seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Bitkilerin normal büyüme ve gelişmelerini tamamlayabilmeleri için yaşam süreleri boyunca gereksinim

duydukları toplam sıcaklık miktarı da birbirinden farklıdır. Toplam sıcaklık miktarları bitkinin çimlenme ve erme devresi arasında geçen ve günlük ortalama sıcaklığı, bitkinin en düşük ve en yüksek büyüme sıcaklıkları arasında olan günlerin ortalama sıcaklıkları toplanarak hesaplanır. Örneğin yaşamları boyunca istedikleri toplam sıcaklık miktarı kışlık buğdayda 1960-2250 °C, yazlık buğdayda 1870-2250 °C, mısırdaki 2370-3000 °C ve çeltikte 3500-5000 °C dir.

Bitki sıcaklığı, içinde bulunduğu çevrenin sıcaklığı ile çok yakından ilgilidir. Genel olarak bitki köklerinin sıcaklığı, içinde buldukları toprak sıcaklığı kadardır. Buna karşılık toprak üstü organlarının sıcaklığı güneş ışınlarını absorbe ettikleri zaman morfolojilerine de bağlı olarak çevredeki hava sıcaklığından bir kaç derece yüksek, transpirasyonla su kaybettiği zaman ise bir kaç derece düşüktür.

#### **1.4.1.3. Termoperiyot ve termoperiyodizm**

Günlük sıcaklık değişmelerine termoperiyot denir. Güneşin doğmasıyla artmaya başlayan ışık ve sıcaklığa paralel olarak havanın nispi neminin azalması öğleye kadar sürer, öğleden sonra ise sıcaklığın azalması nispi nemin artması güneşin batışına kadar yavaş, güneş battıktan sonra hızlı bir şekilde seyrederek güneşin doğuşuna kadar sürer. Bu hava sıcaklığı ve nispi nem değişikliklerine bitkiler adapte olmuştur. Bu şekilde nöbetleşe olarak gece ve gündüz sıcaklık değişimlerine karşı bitkilerin gösterdiği tepkilere termoperiyodizm denir.

#### **1.4.1.4. Düşük sıcaklığın bitkiler üzerindeki etkileri**

**a) Olumlu etkileri;** Düşük sıcaklığın bitkiler üzerinde uyarıcı etkileri vardır. Serin ve soğuk bölgelere adapte olmuş kışlık bitkilerin büyük çoğunluğu her yıl gelişmelerinin ilk devrelerinde belli bir süre uyku devresi geçirirler. Bu bitkiler uygun koşullarda çimlenip belli bir büyüme gösterdikten sonra aynı uygun yetiştirme koşulları sürdürülse bile belli bir süre ve belli bir düşük sıcaklık (0 °C üstü) derecesinde uyku devresi geçirmezlerse normal gelişme devrelerini tamamlayamazlar. Bitkilerin vejetatif devreden generatif devreye geçebilmek için gelişmelerinin ilk devrelerinde belirli bir süre belirli bir düşük sıcaklık istemelerine vernalizasyon ya da yarovizasyon denir. Son yıllarda yapılan araştırmalara göre bazı sıcak iklim bitki çeşitlerinin de vernalizasyon

gereksinimlerinin bulunduğu saptanmıştır. Fakat bu bitkilerin serin ve soğuk bölgelerde yetişen bitkilere oranla vernalizasyon süreleri daha kısa, sıcaklık istekleri daha yüksektir. Örneğin, serin iklim bitkilerinden olan buğday, çimlenip kardeşlendikten sonra belli bir süre 5-8 °C sıcaklıklarda uyku devresi geçirmezlerse sapa kalkamaz, dallanamaz ve generatif gelişme gösteremez.

**b) Olumsuz etkileri;** Hava sıcaklığı 0 °C nin üstünde fakat bitkinin özel ve en düşük büyüme sıcaklığının altına düşerse bitki uyuma devresine girer. Bu uyku devresinde solunumla besin maddesi harcanması fotosentezle karşılanamadığından bitkilerde sararma (kloroz) ortaya çıkar. Bu sıcaklık düşüşü ani ve fazla olursa bitki hücrelerinin protoplazmaları zarar görmeye başlar. Bu zarar başlıca üç şekilde kendini gösterir.

a) Sıcaklık henüz hücre suyunu donduracak dereceye düşmediği halde hücrelerdeki proteinlerin direk olarak terlemesi ve protoplazmanın pıhtılaşması (koagule olması) sonucu bitkiler ölür.

b) Düşük sıcaklıklarda hücreler arası boşluklarda oluşan buzlar hücre protoplazmasından su çeker, bu durum uzun süre devam ederse protoplazma sürekli su kaybedeceğinden pıhtılaşır ve hücre ölür.

c) Hızlı ve fazla sıcaklık düşmesi doğrudan doğruya protoplazma içerisinde buzların oluşmasına neden olur. Bu buz kristalleri protoplazmanın yapısını parçalar, aynı zamanda hacim genişlemesi ile hücre zarlarının yırtılmasına neden olur ve bitki ölür.

Düşük sıcaklığın bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri her zaman ve her yerde aynı ölçüde olmaz. Bu olumsuz etkilerin ortaya çıkmasında;

- a) Düşük sıcaklığın değeri ve süresi,
- b) Sıcaklık düşmesinin ani ya da yavaş oluşu,
- c) Bitki morfolojisi,
- d) Bitkinin büyüme hızı ve gelişme dönemi,
- e) Bitki bünyesindeki madensel besin maddelerinin ve suyun miktarı,
- f) Bitkinin bölge koşullarına uyma özelliği

önemli ölçüde etkilidir.

**Mekanik zararlar;** Kış aylarında özellikle geceleri hava sıcaklığı azaldığı zaman bitki gövdesinin sıcaklığı da azalır. Bitki gövdesinde büzülmeler meydana gelir. Bu büzülmeler özellikle ağaç gövdelerinde çatlaklar şeklinde kolaylıkla görülür. Sıcaklığın ani ve hızlı düştüğü zamanlarda ağaçların kabuk kısımları büzülerek, çatlaklar uzunlamasına yarılr.

**Kış kurağı zararı;** Kış aylarında toprak soğuk ve donmuş, buna karşılık toprak üstü havasının sıcaklığı daha fazla olursa bitkinin toprak üstü organlarının transpirasyonla kaybettiği suyun kökleri ile topraktan karşılanamadığı durumlarda kış kurağı görülür. Düşük sıcaklıklarda suyun viskozitesi artar. Toprakta bol miktarda su bulunmasına rağmen köklerin suyu alabilme güçleri azalır. Bunun sonucu olarak da bitkilerde fizyolojik kuraklık zararı görülür.

**Don kesmesi;** Toprağın donup çözülmesi toprak suyunun alt katlardan yukarıya doğru çekilmesine ve buradan buharlaşarak havaya karışmasına neden olur. Donmalar hızlı olduğunda toprağın üst katları kütle halinde su ile birlikte donar. Donan bu üst katın alt yüzü toprak içindeki suyu yukarıya çeker. Bu şekilde gece donup yükselme ve gündüz erime olayları birbirini izleyerek ilerlerken toprakta ekili bulunan bitkilerin toprak altında bulunan organları da her gün biraz daha yukarı doğru çekilir. Bu durum uzun süre devam ederse, genç bitkilerin kök taçları bazen 8-10 cm toprak yüzüne çıkar, bunun sonucu olarak ta bitkiler ölür. Çoğu zaman kökler yukarı doğru çekilirken kesilmiş gibi kopar daha erken ölüme neden olur. Don kabarması (kesmesi) suyu bol olan topraklarda, sağanaklardan sonra ya da aşırı kar erimeleri ile ortaya çıkan göllenmelerden sonra görülür.

#### **1.4.1.5. Yüksek sıcaklığın bitkiler üzerindeki etkileri**

Sıcaklık en uygun büyüme sıcaklığından yukarıya doğru çıktığında fotosentez ve solunum dengesi bozulduğundan bitkilerde büyüme yavaşlar. Sıcaklık artışı bitkinin kendine özel en yüksek büyüme sıcaklığını geçecek olursa bitki önce bir durgunluk devresi geçirir. Bu sıcaklık artışı uzun süreli olursa bitki toprak üstü organları ile devamlı kaybettiği suyu kökleri ile karşılayamaz ve önce yapraklardan başlamak üzere yeşil organlar sararmaya başlar. Daha sonra protoplazmanın pıhtılaşması bitkinin ölümüne neden olur. Bu durum sıcak rüzgârlar estiğinde çok daha hızlı seyreder.

#### 1.4.1.6. Toprak sıcaklığı

Yer yüzeyi ve yakınındaki toprak tabakası birçok canlı türü için yaşam yeridir. Doğal olarak ortamdaki fiziki koşullar, içinde yaşayan canlıları etkileyecektir. Bu fiziksel parametrelerden biri olan toprak sıcaklığı toprak içindeki yaşam üzerinde önemli bir denetime sahiptir. Örneğin organik maddelerin çürümesi ve azotun organik şekillerinin mineralleşmesi sıcaklıkla artar. Tohum filizlenmesi ve bitki büyümesi olaylarında, her bitkinin kendi iç yapısına göre en uygun sıcaklık değerleri söz konusudur. Bu nedenle toprak sıcaklığı tarımsal faaliyetlerde önemle göz önünde alınması gereken bir değişkendir.

Toprak sıcaklığı öncelikle, toprak yüzeyinde, birim zamanda birim alana nüfuz eden veya topraktan ayrılan ısı miktarına, toprağın bileşimine, strüktürüne, toprağın hava ve nem muhtevasına bağlı bulunmaktadır.

Toprak sıcaklığı, bitkiler için aynen su, hava veya besin maddeleri gibi önemli bir gelişim faktörüdür. Tohumlar, bitki kökleri ve mikroplar toprağın içinde yaşarlar ve bunların hayat süreçleri toprak sıcaklığı tarafından direk olarak etkilenir.

Topraktaki tohumlar toprak sıcaklığı belli bir dereceye ulaşmadan çimlenmezler (pamuk 15 °C). Bitkinin kullanacağı besin maddelerinin oluşmasını sağlayan kimyasal reaksiyonlar ve bunların hızını da toprak sıcaklığı önemli derecede etkiler. Topraktaki suyun gerek sıvı, gerekse buhar halindeki hareketi, suyun bitkiye elverişliliği de topraktaki sıcaklıktan etkilenir.

Toprak sıcaklığının pratik tarım bakımından şu önemleri vardır;

- a) Topraktaki mikrobiyal aktiviteyi artırır.
- b) Çimlenmeyi hızlandırıcı etkisi vardır.
- c) Bitki gelişimini etkiler.
- d) Topraktaki su hareketini etkiler (sıvı-buhar).
- e) Havalanmayı sağlar.
- f) Diğer kimyasal olayların, toprak oluşumunun hızını artırır (Van't Hoff Kanunu).

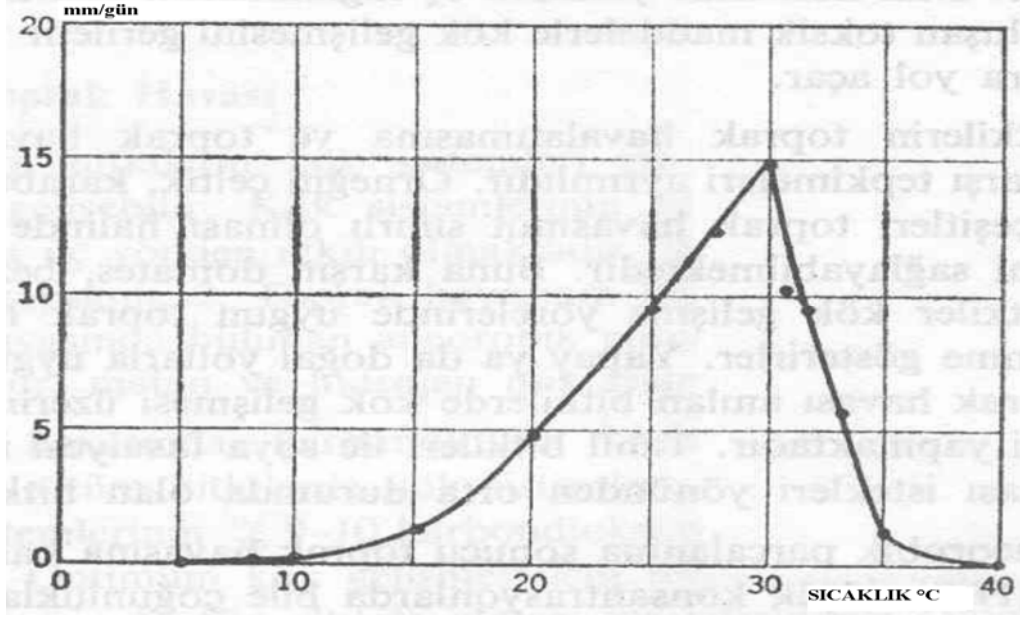
Toprak sıcaklığı bitkiler üzerinde en büyük etkisini çimlenme devresinde ve kök gelişmesinde gösterir.

**Çimlenme;** Çimlenmede yalnız toprak sıcaklıkları önem kazanmaktadır. Bitkiler çimlenmek için minimum, optimum ve maksimum sıcaklıklara sahiptirler. Bu nedenle çapa bitkilerinin tohumlarının toprak sıcaklığı optimum seviyeye eriştiği zaman hızlı bir çimlenmeye başlarlar. Aksi takdirde tohumlara mantarlar ve diğer hastalıklar arız olurlar veya o kadar yavaş çimlenirler ki bunlardan daha düşük optimum çimlenme sıcaklığına sahip olan yabancı otlar daha önce çimlenerek onlara zarar verirler.

**Kök gelişimi;** Kök gelişmesi üzerine genellikle belli bir düzeye dek toprak sıcaklığı etki yapmakta ve optimum düzey aşıldıktan sonra toprak sıcaklığının etkisi olumsuz yönde olmaktadır. Bu durum domates bitkisi üzerinde yapılmış bir araştırma ile de açık bir şekilde ortaya konmuştur.

Bitkilerde kök gelişmesi üzerine en uygun toprak sıcaklığı genellikle 15-20 °C arasında değişmektedir. Kimi bitkilerde, örneğin ayrıkta (yabancı ot), kök gelişmesi için en uygun toprak sıcaklığı 32 °C, narenciyelerde 35 °C ve buğday bitkisinde ise 16 °C dir.

Toprak sıcaklığının çok yükselmesi veya çok düşmesi kök teşekkülünü geriletir veya durdurur. Meyve ağaçlarında yüksek toprak sıcaklığından (35 °C si üzerinde) ileri gelen kök teşekkülü zarar görmesine ancak çok ekstrem durumlarda ve yerlerde rastlanabilir. Buna karşılık düşük toprak sıcaklığı zararlarıyla daha çok karşılaşmaktayız. Özellikle toprak yüzeyinin kışın karla örtülü bulunmadığı ve toprak sıcaklığının, -10 °C nin altına düştüğü yerlerde düşük sıcaklığın köklerdeki etkisi dondurucu ve öldürücü olmaktadır. Bu durum fidan sökümü ve taşınmasında da önemle göz önünde tutulmalıdır.



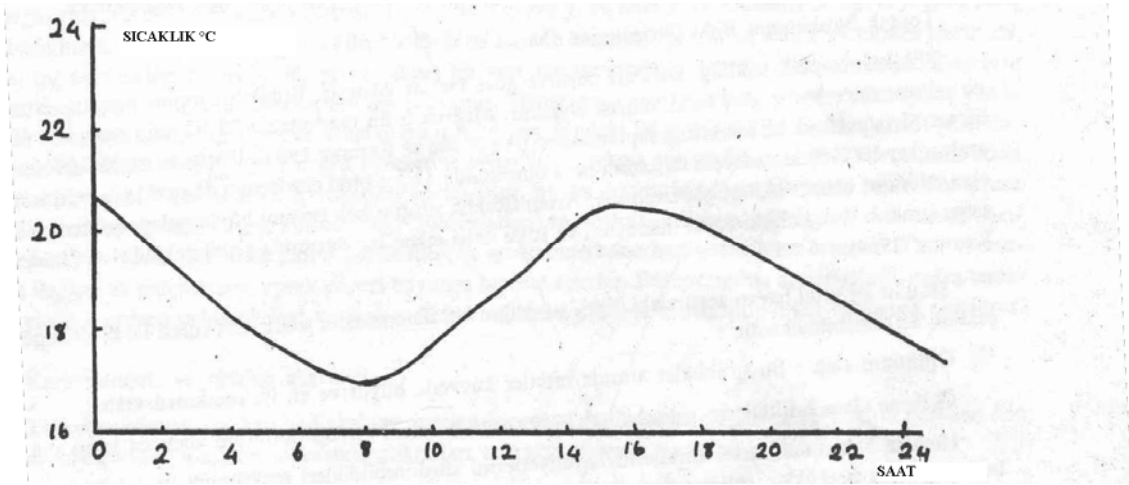
Şekil 1.2. Toprak sıcaklığının domates bitkisinin kök gelişmesi üzerine etkisi

Toprak sıcaklığı, bitkilerde köklerin topraktan suyu ve suda erir durumda bulunan besin maddelerini absorbe etmeleri üzerine de etki yapar. Genel olarak düşük sıcaklık derecelerinde köklerin absorpsiyon güçleri azalmakta, buna karşılık belli bir toprak sıcaklığına kadar artmaktadır.

Düşük sıcaklık derecelerinde köklerin uzunluklarına büyümelerindeki gerileme veya durma, yeni köklerin teşekkül edememesi, suyun toprak içerisindeki hareketinin yavaşlaması ve bunlara katılacak daha birçok nedenlerle suyun alınmaması, ülkemizin özellikle kurak bölgelerinde kışın meyve ağaçlarımızda susuzluktan ileri gelen kurumalara yol açar. Bir çok çiftçimiz bu kurumaları donma zannetmektedirler. Bu gibi yerlerde kış sulamaları yaparak, toprakta özellikle köklerin çevresindeki su miktarını artırmak ve böylece ağacın su düzenini kurmasına yardım etmek gerekir.

**Toprak sıcaklığında günlük ve mevsimlik dalgalanmalar;** Günlük dalgalanmalar en fazla yüzey toprağında olmaktadır. 30 cm derinlikte nadiren 3 °C yi aşar, 60 cm derinlikte 1 °C ye erişebilir, buna karşılık 1 m derinlikte günlük sıcaklık dalgalanmalara sıfıra yakındır. Bu rakamlar, dalgalanmaların nispeten yüksek olduğu Orta Anadolu'nun yaz mevsiminde toprak sıcaklığı değişimlerini aksettirmektedir. Kış mevsiminde güneş tarafından sağlanan enerjinin yaz aylarına göre daha az olması,

karla kaplı yüzeylerde kar örtüsünün yalıtkanlık özelliği ve toprak sıcaklığını kararlı tutma eğilimi nedeniyle dalgalanmalar daha az olmaktadır.



Şekil 1.3. Yüzey toprağındaki günlük sıcaklık değişmeleri (derinlik 10 cm, örtü ot.)

Güneşli bir günde çıplak bir toprak yüzeyinin sıcaklığı genellikle hava sıcaklığından daha yüksektir. Yüzeyin altında, derine doğru inildikçe, ısının toprak içine nüfuzu zaman alacağından toprak sıcaklığının maksimum ve minimumları yüzeye göre daha geç olmaktadır.

Günlük sıcaklık dalgalanmaları, yüksek su kapsamı, bulutluluk, malç, kar, bitki örtüsü ve kuzey yarım kürede kuzeye bakan yamaçlar tarafından asgarîye indirilir.

Mevsimlik sıcaklık dalgalanmaları toprağın içerisinde, günlük dalgalanmalara göre daha derinlere uzanmaktadır. Mevsimlik dalgalanmaların en fazla, yaz ve kış mevsimlerinde yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın en yüksek olduğu ılıman bölgelerin karasal iklimlerinde rastlanmaktadır.

#### 1.4.2. Rüzgâr

Hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgâr denir. Rüzgâr hız ve süresine bağlı olarak değişik yoğunluklarda; bitkilerin transpirasyonuna, toprak yüzünden olan evaporasyona, bitki tohumlarının yayılması ve taşınmasına doğrudan etkili olmaktadır. Rüzgâr, sıcak ve soğuk hava kütlelerinin bir yerden diğer bir yere taşınmasıyla da; bulut



ya da sisin bir yerden bir yere taşınarak nispi nem, güneşlenme ve sıcaklık üzerine dolaylı olarak etkide bulunur.

#### **1.4.2.1. Rüzgârın bitkiler üzerine olumlu etkileri**

Bitkiler için en uygun rüzgâr hızı 3-5 m/sn dir. 3-5 m/sn rüzgâr hızında; bitki köklerinin topraktan aldığı su ile yaprak yüzeyinden terleme yolu ile kaybettiği su miktarı dengeli olup, yaprakların turgor basınçları tamdır. Bu rüzgârlar bitkilerde solunum ve transpirasyonun normal seyretmesine, bitkinin etrafındaki CO<sub>2</sub> miktarının dengelenmesine ve fotosentezin artmasına katkıda bulunur. Ayrıca çevrenin havasını temizlediği gibi bitki köklerinin derinlere inerek sağlam tutmalarını sağlar. Yabancı tozlanan bitkilerde döllenmeye de yardımcı olur.

#### **1.4.2.2. Rüzgârın bitkiler üzerine olumsuz etkileri**

Rüzgâr bitkiler üzerine mekanik, fizyolojik ve morfolojik olarak etki eder.

**Mekanik etkileri;** Rüzgâr hızı arttıkça bitkiler üzerine mekanik olarak zararlı etkide bulunur. 10 m/sn olunca küçük ağaçlara, 20 m/sn büyük dalların kırılmasına, tarla bitkilerinin tamamen yatmasına, çiçek tane ve meyvelerinin dökülmesine, bitki yapraklarının parçalanmasına, 40 m/sn olunca ağaçların sökülmesine, binaların çatılarının uçmasına sebep olur.

**Fizyolojik etkileri;** Nemli havanın yerine kuru havanın gelmesi ile bitkilerin fazla buharlaşma yapması su kaybını arttırmakta bitkinin kuru madde miktarını azaltmaktadır. Diğer taraftan rüzgâr yaprakları hareket ettirip kıvrılıp bükülmelerine hücre arası boşluklarda ortaya çıkan sıkışma sonucu bitkide bulunan nispi nemin dışarıya atılmasına neden olur. Bunların sonucu olarak ta bitki artan transpirasyonla kaybettiği aşırı suyu kökleri ile topraktan karşılayamayacak duruma gelir, solmaya başlar ve kurur. Bitkilere zararlı olan bazı hastalık sporlarını ve böcekleri taşıdıkları için de zararlıdır.

**Morfolojik etkileri;** Bitkiler rüzgârın kurutucu etkisinden kendisini koruyabilmek için stomalarını kapatırlar. Bu durum bitkilerin solunum ve fotosentez

olayını aksatır. Bitki çevresindeki karbondioksiti bol olan hava, karbondioksiti az olan hava ile yer değiştirdiğinde fotosentez için gerekli olan karbondioksit açısından dolayı fotosentez yapamaz. Rüzgârın bu olumsuz etkisi sonucu bitkilerde büyüme yavaşlar ve cüceleşme ortaya çıkar.

### **1.4.2.3. Rüzgâr erozyonu**

Toprak parçacıklarının bir yerden diğer bir yere rüzgâr ile sürüklenerek arazi üzerinde taşıyıcı etki yapmasıdır. Rüzgâr erozyonu ile toprakların aşınma ve taşınması şiddetli rüzgârlarda çok fazla olur ki çok kere bitki kökleri açıkta kalır ya da tamamen sökülerek savrulurlar. Rüzgâr tarafından taşınan toz, toprak vb. gibi maddelerin rüzgâr hızının azaldığı bölgelerde bitki üzerine yığılması sonucu oluşan 2-3 mm lik tabakalar bütün tarla ürünlerinin zararı görmesine sebep olur. Rüzgâr erozyonunun bu olumsuz etkileri rüzgâr kıranlar, uygun toprak işleme teknikleri ve ekim yöntemi ile önlenebilir.

### **1.4.3. Nem**

#### **1.4.3.1. Hava nemi**

Hava nemi, görünen ve görünmeyen hava nemi olmak üzere iki şekilde bulunur. Görünmeyen hava nemi; hava içerisinde bulunan su buharıdır. Havadaki su buharı miktarı ise, mutlak ve nispi nem olmak üzere iki şekilde ifade edilir. Belirli bir sıcaklıkta 1 m<sup>3</sup> havada bulunan su buharı miktarının gram olarak ağırlığına mutlak nem denir. Belirli bir sıcaklıkta 1 m<sup>3</sup> havada bulunan su buharı miktarının, aynı sıcaklıkta 1 m<sup>3</sup> havayı doymuş hale getiren su buharı miktarı oranına nispi nem denir. Görünen hava nemi ise sis ve buluttan oluşur. Hava nemi, güneşten gelen ışınların büyük bir bölümünü tutarak yeryüzünün aşırı miktarda ısınmasını önler.

**Hava neminin bitkiler için önemi;** Havanın nispi nemi azaldıkça, evaporasyon (toprağın en fazla 8-10 cm lik üst katında bulunan suyun ve bitkilerin yaprakları üzerine yağışlarla bırakılmış olan su damlacıklarının buharlaşarak havaya geçmesi) ve transpirasyon (bitkilerin kökleri ile topraktan alıp, toprak üstü organlarına gönderilen suyun stomalar yolu ile buğulaşarak havaya karışması) oranları artar.

Genel olarak, bitki hücrelerinin turgor basınçlarının tam olabilmesi için, bir başka deyişle transpirasyonla kaybettikleri su ile topraktan aldıkları su miktarları arasında denge sağlanabilmesi için, çevre havasında nispi nem oranının % 65 in altına düşmemesi gerekir. Havanın nispi nem oranı azalması sürekli olursa, önce transpirasyon hızla artar; ancak bir süre sonra, köklerle topraktan alınan su, transpirasyonla kaybedilen suyu karşılayamayacağından, bitki stomalarını kapatarak, transpirasyonu azaltmaya çalışır. Bu durumda ise, bitki fotosentez ve solunum için gerekli gaz alışverişini normal yapamaz ve sonuç olarak ta bitkide büyüme ya çok yavaşlar, ya da tamamen durur. Nitekim, bitkilerin fazla rüzgâr tutan sırt ve tepelerde çok yavaş büyümeleri ve bodur kalmaları, buna karşılık hava hareketinin az olduğu kuytu ve kapalı yerlerde iyi büyüme göstermeleri ve iri yapıya sahip olmaları, havadaki nispi nem miktarının bitki yetiştirme yönünden olan önemini açıkça göstermektedir.

Ürünlerin depolanmasında da hava neminin önemi büyüktür. Ambardaki nispi nemin fazlalığında saklanan ürün kızışıp bozularak çürür ve zarara neden olur.

Bütün bunlardan başka sis de özellikle kurak bölgeler için önemlidir. Örneğin bu gibi yerlerde sis, geceleri daha düşük sıcaklıkta olan bitki ve toprakla temas edince bir miktar suyunu bitki ve toprak yüzeyine bırakır. Bitkiler üzerine bırakılan bu su bitkinin epidermis hücreleri tarafından emilir ve hücrelerde turgor basıncı yükseltilmiş olur. Sis toprak yüzünün nemlenmesine ve bitkilerde büyümeye olumlu yönde etkide bulunur. Çöllerde bir kaç yıl hiç yağış olmamasına karşı bazı bitki çeşitlerinin yaşamlarını sürdürebilmeleri buna bağlıdır. Ancak hava nispi neminin gereğinden fazla bulunması, sisli ve bulutlu havalar, bitkilerde değişik hastalıkların ve mantarların hızla büyümesine ve yayılmasına ortam hazırlayarak özellikle nemli bölgelerde üretimin azalmasına sebep olurlar.

#### **1.4.3.2. Toprak nemi**

Tarımsal üretimde hava nemi kadar, bitkilerin normal gelişmeleri açısından topraktaki nem miktarı da oldukça önemlidir. Topraktaki nem miktarının azlığı çimlenmenin azalmasına, kök gelişmesinin sınırlanmasına, bitkinin kökleri ile yeterince besin maddesi alıp gövde kısmına ulaştırmasının engellenmesine, böylece bitkinin verim ve kalitesinin düşmesine neden olur. Toprak nemi eksikliği, bitkinin solması ve

zayıf gelişmesinden anlaşılabilir. İleri eksiklik durumlarında ise otsu bitkilerde ölüm olayı görülür.

Topraktaki nemin fazla oluşu ise, toprak parçacıkları arasındaki hava boşluklarının dolmasına böylece toprağın havasız kalmasına neden olur. Bu da kök gelişmesini, köklerin besin maddelerini almalarını engelleyerek bitkinin gelişmesini aksatır. Aşırı nem, toprak kökenli hastalık etmenlerinin gelişmesini hızlandırır.

Bu nedenlerle, özellikle etkili kök derinliğinde toprak neminin kontrol altında tutulması ve sulama ile verilecek su miktarının yeterli doğrulukta saptanması ve uygulanması gerekmektedir.

Toprak neminin ölçülmesinde ve nitelik olarak belirlenmesinde aşağıdaki ifade şekilleri kullanılmaktadır.

**Toprak neminin ağırlık yüzdesi cinsinden ifadesi;** Toprakta bulunan nem miktarı, toprağın kuru ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilmekte ve alınan toprak örneklerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$P_w = 100 \frac{W - W_s}{W_s}$$

Burada;

$P_w$  = Toprağın kuru ağırlığının yüzdesi cinsinden nem miktarı, %

$W$  = Toprak örneğinin yaş ağırlığı (toplam ağırlık), gr

$W_s$  = Toprak örneğinin kuru ağırlığı (katı kısmın ağırlığı), gr dır

Kuru ağırlık, toprak örneğinin fırında 105 °C de 24 saat kurutulması ile elde edilir.

**Toprak neminin hacim yüzdesi cinsinden ifadesi;**

$$P_v = P_w \frac{V_t}{V_w}$$

Burada;

$P_v =$  Toprak hacminin yüzdesi cinsinden nem miktarı, %

$v_t =$  Toprağın hacim ağırlığı,  $gr/cm^3$  ve

$v_w = 4$  °C sıcaklıkta arı suyun hacim ağırlığı,  $g/cm^3$  tür.

Bu eşitlikte yine  $v_w = 1gr/cm^3$  olduğundan eşitlik kısaca ;  $P_v = P_w \cdot v_t$  şeklinde yazılır.

### **Toprak neminin derinlik cinsinden ifadesi;**

$$d = \frac{P_v \cdot D}{100} = \frac{P_w}{100} \cdot v_t \cdot D$$

Burada;

$d =$  Topraktaki su derinliği, cm

$D =$  Toprak derinliği, cm dir.

**Toprak neminin tansiyon cinsinden ifadesi;** Toprak zerreleri, toprakta bulunan su moleküllerini kendilerine doğru çekerler. Bu çekme miktarı, su molekülünün toprak zerresinin yüzeyine olan mesafesi ile ters orantılıdır. Bu nedenle, nem miktarı düşük topraklarda su, toprak zerreleri etrafında ince bir zar biçiminde tutulur. Böyle topraklar sulandığında önce toprak zerreleri etrafındaki su zarı gittikçe kalınlaşır ve toprak boşlukları dolar. Daha sonra yer çekimi ve kapillar kuvvetlerin etkisiyle bir kısım su aşağı doğru hareket etmeye başlar.

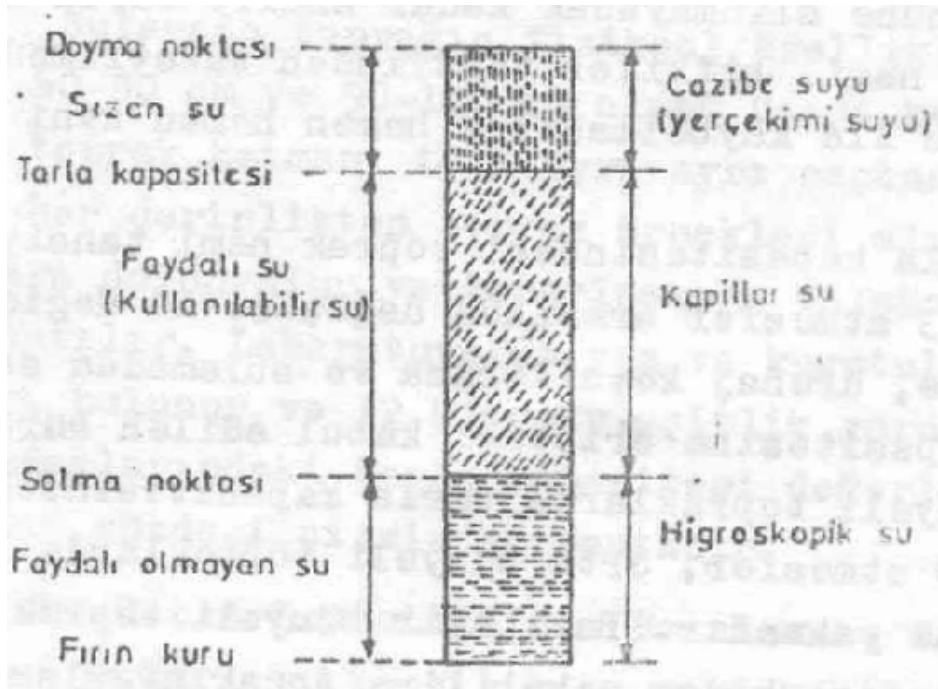
Su ile ıslatılmış bir toprak kütesinden su dışarı alınmaya çalışıldığında her birim su miktarı için belirli bir enerjiye, başka bir deyişle işe gerek vardır. Suyun özgül ağırlığının bir birim olması nedeniyle, uygulanacak iş miktarı, rakamsal olarak basınç değerine eşit olmaktadır. Dolayısıyla iş deyiminden çok basınç deyimini kullanılmaktadır.

Suyun toprak zerreleri tarafından tutulma gücü, topraktaki nem miktarı azaldıkça artmaktadır. Bu nedenle, suyun tutulma gücü negatif olarak ifade edilmektedir. Uygulamada genellikle negatif basınç yerine tansiyon deyimini kullanıldığından, toprak nemi tansiyonu denildiğinde , toprak zerrelere suyu kendi yüzeyleri etrafında tutma

gücü anlaşılmaktadır. Toprak nemi tansiyonunun birimi, basınç birimleri ve genellikle cm su sütunu (cm SS) ya da kısaca cm cinsinden belirtilir.

**Toprak nemi sabiteleri;** Bitki kök bölgesinde tutulan ve bitkiler tarafından kullanılan su miktarı ile toprağın alt katlarına sızan su miktarının değerlendirilmesi için belirli tansiyonlarda tutulan bazı toprak nem miktarlarının bilinmesi gerekir. Başvuru niteliğindeki bu toprak nemi miktarlarına toprak nemi sabiteleri adı verilir. Bunlar; doyma noktası, tarla kapasitesi, solma noktası ve fırın kurudur.

**Doyma noktası;** Teorik olarak, toprak zerreleri arasındaki tüm gözenek hacminin su ile dolu olduğu anda toprakta bulunan nem miktarıdır. Bu durumda toprak nemi tansiyonu sıfırdır. Ancak, sulama uygulamalarında gözeneklerdeki havanın tamamının dışarı çıkarılması söz konusu değildir ve ender durumlarda gözenek hacminin % 85-90 ı su ile doldurulabilmektedir. Bitkinin normal gelişmesini sürdürebilmesi için toprakta havaya da ihtiyaç duyulduğu göz önüne alınırsa, toprağın doyma noktasına gelmesi istenmez. Eğer drenaj koşulları iyi ise sulama suyu verildiğinde doyma noktasına yaklaşan topraktaki fazla su, yer çekimi etkisi ile kısa zamanda derinlere doğru sızar.



Şekil 1.4. Toprak nemi sabiteleri

**Tarla kapasitesi;** Serbest drenaj koşullarında toprak zerrecilerinin yer çekimine karşı tuttuğu su miktarıdır. Tarla kapasitesindeki suyun hareketine etkili olan yer çekimi kuvvetleri ile kapillar kuvvetler denge halindedir.

Tarla kapasitesi civarındaki toprak nemi ile toprak havası arasındaki denge birçok kültür bitkisi için en yararlı düzeydedir. Bu nedenle, sulama uygulamalarında toprak neminin tarla kapasitesinin üzerine çıkarılması istenmez. Topraktaki nem miktarı tarla kapasitesi ya da bunun altında olduğunda, topraktan drene olan su (alt katlara sızan su) göz önüne alınmayacak kadar azdır. Tarla kapasitesindeki toprak nemi, bitkiler tarafından tüketilmedikçe ya da buharlaşma yolu ile kaybolmadıkça hemen hemen aynı düzeyde kalır.

Tarla kapasitesindeki toprak nemi tansiyonu genel olarak 1/10-2/3 atm arasında değişir fakat uygulamalarda ortalama 1/3 atm değeri kullanılmaktadır

**Solma noktası;** bitkilerin devamlı solmaya başladığı anda toprakta bulunan nem miktarına denir.

Sulama uygulamasından sonra tarla kapasitesindeki nem miktarı bitkilerin kullanması ve buharlaşma yoluyla devamlı azalır. Toprağa tekrar su verilmezse nem miktarı öyle bir değere düşer ki, bitkiler kökleri aracılığıyla bünyelerine su alamazlar ve turgorunu sağlayamazlar. Bitki yapraklarından olan terleme hemen hemen durur ve bitki devamlı solmaya başlar. Bundan sonra toprağa su verilse bile eski durumuna dönemez. Bu durumdaki toprak nemi miktarı solma noktasını oluşturur. Belirli bir toprakta yetiştirilen kültür bitkilerinin hemen tamamı aynı toprak nemi düzeyinde devamlı olarak solarlar.

Solma noktasındaki toprak nem tansiyonu 7-40 atm arasında değişmektedir. Ancak uygulamada bu değer 15 atm değeri kullanılmaktadır.

**Toprak nemi sınıfları;** Toprak nemi genellikle yukarıda değinilen sabiteler göz önüne alınarak sınıflandırılmaktadır. Toprakta bulunan su; cazibe suyu, kapillar su ve hidroskopik su olmak üzere 3 sınıfa ayrılmaktadır. Ancak uygulamalarda sızan su,

faydalı (kullanılabilir) su ve faydalı olmayan (kullanılamaz) su şeklinde yapılan sınıflandırma daha çok kullanılmaktadır.

Doyma noktası ile tarla kapasitesi arasındaki su normal drenaj koşullarında yer çekimi etkisiyle bitki kök bölgesinin altına sızarlar. Bu nedenle buna sızan su adı verilir. Bu sudan bitkiler genellikle yararlanamadığı gibi bitki besin maddelerini yıkayarak kök bölgesinin altına indirirler ve böylece zararlı olurlar.

Bitkiler, toprakta tarla kapasitesi ile solma noktası arasında bulunan sudan yararlanabilirler. Bu nedenle, bu suya faydalı su ya da kullanılabilir su adı verilir. Tarla kapasitesi ile solma noktası arasında tutulan nem miktarına toprakların kullanılabilir su tutma kapasitesi denir. Toprakta herhangi bir andaki nem miktarı ile solma noktası arasındaki fark ise o anda toprakta bulunan mevcut kullanılabilir su miktarını verir. Toprakların su tutma kapasiteleri amaca göre; kuru ağırlık yüzdesi, hacim yüzdesi ya da belirli toprak derinliği için derinlik olarak ifade edilebilir. Kullanılabilir su tutma kapasitesi hafif bünyeli topraklarda düşük, ağır bünyeli topraklarda ise yüksektir. Kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda, her sulamada fazla miktarda sulama suyu vermek ve sulamayı ve daha uzun aralıklarla yapmak mümkündür. Hafif bünyeli topraklarda ise su tutma kapasiteleri düşük olduğundan sulama sık aralıkla yapılır ve her defasında az miktarda sulama suyu uygulanır.

Toprak ve bitki ile ilgili çok çeşitli değişkenlerin kök bölgesi derinliğine etkileri ve ayrıca iklim faktörlerinin kararlı olmaması yüzünden sulamaya toprak nemi devamlı solma noktasına düşmeden önce başlanır. Uygulamada genel olarak, toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50 si tüketildiği zaman sulamaya başlanması önerilmektedir.

Bitkiler solma noktasının altındaki sudan yararlanamaz ve buna faydalı olmayan su ya da kullanılamaz su adı verilir.

#### **1.4.4. Yağış**

Görünmeyen hava neminin katı veya sıvı hallerde yeryüzüne düşmesine yağış denir. Bütün yağış şekillerinin oluşumu yoğunlaşma ile başlamaktadır. Yağış,



yoğunlaştığı yer ve aşağı düşerken içinden geçtiği hava katlarının sıcaklık, basınç ve hava hareketlerine bağlı olarak yağmur, kar, sulu kar, dolu, çığ, kırağı gibi değişik şekillerde düşebilir. Bunların içerisinde yağmur ve kar şeklinde olan yağışlar bitki yetiştirme yönünden en yararlı olan yağışlardır. Atmosferden su damlaları halinde yer yüzüne düşerken alt tabakalarda rastladığı sıcak hava nedeniyle yere inmeden buharlaşan yağışa da yere düşmeyen yağış denir. Yere düşmeyen yağışın kültür bitkilerine doğrudan bir yararı yoktur. Ancak, kısa bir süre havadaki nispi nemi artırdığı için, bitkilerdeki buharlaşmayı azaltır ve geçici ve dolaylı yarar sağlar.

Yağış bitkilerin topraktan gerekli besini alabilmeleri için önemlidir. Toprakta bir takım kimyasal ayrışmalara faydalı olduğundan toprağın oluşmasına yardımcı olur.

Yağış fazla yağdığı zaman derinlere kadar nemli bir ortam sağlayarak toprağı tarıma elverişli hale getirir. Ancak fazla yağışlar toprakta birikecek olursa mevcut bitkiyi çürütebileceği gibi, uygun zamanda toprak işlemeyi geciktirip, ekim ve dikimin ertelenmesine neden olur. Bu gibi durumlarda drenaj kanalları açılarak fazla su tahliye edilmelidir. Aşırı yağışlar toprağın üst tabakalarındaki besin maddelerini de derinlere taşıyarak toprağın bitki besin maddesi yönünden fakirleşmesine neden olabilir.

**Yağışın etkinlik derecesi;** Tarla topraklarının su kaynağı yağışlardır. Yağışın gerçek etkisi sadece yağış miktarının sonucu değildir. Çünkü, yağın yağışın büyük bölümü bitkilerin gelişme döneminde yağmıyorsa veya yıldan yıla yağış miktarları değişiyorsa, ya da suyun büyük bölümü buharlaşıyorsa, yağışın etkisi azdır. Ancak her yağış şekli, tarla toprakları ve buna bağlı olarak da bitki yetiştirme yönünden aynı önemi taşımaz. Yağışların bu yönden olan etkileri, yağışların şekli, süresi ve yoğunluğu ile çok yakından ilgilidir. Bitki yetiştirme yönünden yağışları süre ve yoğunluğuna göre 4 gruba ayırırız.

- a) Uzun süreli bol yağışlar; 3 saati aşan bir süre içinde 10 mm den ve 5 saati aşan bir süre içinde 15 mm den fazla olan yağışlardır.
- b) Uzun süreli az yağışlar; 3 saati aşan bir süre içinde 5 mm den ve 5 saati aşan bir süre içinde 10 mm den az olan yağışlardır.
- c) Kısa süreli bol yağışlar; 1 saati aşan bir süre içinde 10 mm den ve 3 saat içinde 15 mm den çok olan yağışlardır.

d) Kısa süreli az yağışlar; 1 saat içinde 3 mm den ve 3 saat içinde 5 mm den az olan yağışlardır.

Bitkiler için en yararlı yağış, toprak içine iyi sızan, yavaş ve uzun süreli yağışlardır. Kısa süreli ve bol yağışlar, sıcak günlerde meydana geldiğinden büyük bir bölümü yüzey akışı ve buharlaşma ile kaybolur, bunların çok az bir kısmı toprak tarafından emilir. Bu yağışlar, toprakta su erozyonuna neden olduğundan, toprak için faydasından çok zararı vardır.

**Yağışın yıl içindeki dağılışı;** Bitki yetiştirme yönünden yıllık yağışın toplam miktarından çok, yağışın mevsimlere ve aylara göre dağılımı, bitkiler üzerinde önemli rol oynar. Yetiştirilen kültür bitkisinin vejetasyon dönemine iyi dağılmış yağış en etkili yağıştır. Yıllık yağış miktarı aynı olan iki yerde, yağışın büyük bir bölümü ayrı mevsimlerde ve aylarda düşüyorsa bu bölgelerde yetiştirilebilecek bitki tür ve çeşitleri farklılık gösterir. Örneğin bu yönden Doğu ve İç Anadolu Bölgelerini karşılaştırabiliriz. İç Anadolu Bölgesinde en önemli yağışlar ilkbahar ayında (yıllık yağışın üçte biri) özellikle mayıs ayında olmaktadır. Bu nedenle mayıs ayı yağışları birim alandan elde edilecek ürünün az ya da çok olmasında bir ölçü olarak kabul edilebilir. Buna karşılık Doğu Anadolu Bölgesinde yıllık yağışlar ilkbahar, yaz hatta sonbahar aylarında düzenli bir şekilde yayılmıştır. Bu yüzden de İç Anadolu Bölgesinde kışlık ürün yetiştirme esas olduğu halde, Doğu Anadolu Bölgesinde yazlık ürün yetiştirme ağırlık kazanmaktadır.

#### **1.4.4.1. Çisenti**

Yağmurun 0.5 mm den daha küçük çapta düşen damlacıklarına çisenti denir. Çisenti uzun süre yağarsa, bir hayli yararlı olur. Çünkü çisenti damlaları toprağa yavaş düştüğünden, toprak tarafından emilmesi daha fazla olmaktadır.

#### **1.4.4.2. Yağmur**

Atmosferdeki su buharının damlacıklar halinde ve sıvı olarak yer yüzüne düşmesidir. Meteorolojik olaylar içinde yağmur, en fazla su bırakan yağış şeklidir. Yağmur kutup bölgeleri dışında kalan yeryüzünün hemen her yerinde en çok görülen yağış şekli olup, sıcaklığın 0 °C nin üstünde olduğu hallerde meydana gelir. Yer çekimi

kuvvetiyle aŖađıya dođru dűŖen su damlacıkları, doymuŖ hava katları içinden geçtiklerinde, hava katları tarafından hiç tutulmadan yeryűzűne ulaŖırlar. Eđer içinden geçtikleri hava katları doymuŖ deđilse ancak onları doymuŖ hale getirdikten sonra arta kalan su yađmur olarak yeryűzűne eriŖebilir.

Bazen, yađmur, kar ve yarı erimiŖ kar tanelerinin oluŖturduđu sulu sepken veya aŖırı sođumuŖ tanelerin oluŖturduđu yađmurlarda, taneler yere dűŖer dűŖmez donarak buz haline gelir. Bu donan yađmurlara vergla denir. Bu biçimde dallara ve tellere yıđılan buz hasara neden olur.

**Sađanak ve sel;** Sađanak yađıŖlar ile gűnlerce devam eden yađmurlar tarım için zararlıdır. Sađanak yađıŖlar kısa sűrede hızlı yađdıkları için fazla miktarda su bırakıp, dűz arazilerde su birikintilerine, meyilli arazilerde sele neden olurlar. Sađanak yađıŖlar toprakta kaymak tabakası oluŖturarak yűzey akıŖına geçerler. Bu da erozyona neden olup, toprađın verimli űst kısmı taŖınarak, toprakları verimsizleŖtirir. Seller içinde sűrűklediđi taŖlarla ađaç kabuklarını zedeler, Ŗiddetli olursa bitkileri kűkűyle birlikte sűkebilir. Su birikintileri ve fazla yađıŖ bitki kűkűlerinin havasız kalmasına neden olur. Kűk bűlgesinde yetersiz havalanmanın sonucu olarak, meyve ađaçları ve asmalarda kűk bođulmasına neden olur. Fazla yađıŖlar taban arazilerde taban suyu seviyesinin yűkselmesine, bitkilerin yavaŖ yavaŖ űlűműne neden olur. Su basmıŖ ya da aŖırı yađıŖ alan topraklarda kűklerin buna bađlı olarak da bitkinin geliŖebilmesi, oksijensizliđe dayanım dűzeyine bađlıdır. űrneđin erik, Ŗeftali ve kayısıya gűre daha dayanıklıdır. űnkű bu tűr topraklarda Ŗeftali ve kayısı kűklerinde oksijen azalması ile hidrojen siyanid (HCN) oluŖmakta, bu da kűklerin zarar gűrmesine neden olmaktadır. Asma kűkleri de uzun sűre su içinde kalamazlar. Kumlu topraklar suyu kolayca alt tabakalara sızdırdıđı için fazla yađıŖlardan etkilenmezler. Ađır ve killi topraklar suyu sızdırmadıđından birikme ve akıntılara neden olur. Tozlanma dűneminde meydana gelecek devamlı yađıŖ, dűllenmeyi zorlaŖtırdıđından antepfistıklarında partenokarp (fis) meyve oranını artırır ve meyve dűkűműne neden olur.



Şekil 1.5. Sağanak yağış ve sel

Yağmur suları havadaki nitratları aldığı için bitkilere faydalıdır. Havadaki CO<sub>2</sub> yi aldığı için de hafif bir asit etkisi yaparak kalkerlerin erimesinde önemli rol oynar.

Şiddetli sel ve sağanaklar kök bölgesinden toprağı taşıyarak köklerin açığa çıkmasına hatta ağaçların sökülmesine de neden olabilmektedir. Ağaçların çiçeklenme devresinde uzun süre yağın yağmurlar anterlerin patlamasını önlemekte ve dişicik tepelerini yıkayabilmektedir. Meyve türlerinin çoğunluğunda tozlanmayı arılar yaptığından devamlı yağışlar bunların faaliyetini de engellemekte ve döllenede aksaklıklara neden olmaktadır.

#### **1.4.4.3. Kar**

Hava neminin donma noktasının altındaki sıcaklıklarda yoğunlaşması ile kar şeklindeki yağışlar ortaya çıkar. Düşük sıcaklık nedeniyle havadaki su buharının sıvı hale geçmeden katılarak yeryüzüne inmesi olayına kar denir. Kar, genel olarak atmosferin üst katlarında ve 0 °C nin altındaki sıcaklıklarda yoğunlaşan hava neminin yassı ve altı köşeli (hekzagonal) billurlar halinde yeryüzüne düşmesidir. Kar, yağmurdan daha az yoğun olduğu için, kar taneleri yeryüzüne yavaş düşer. Kar, yağmurdan sonra en çok su bırakan yağış şeklidir. Kar yavaş ve alttan eridiği için toprak suyu iyi emer ve yeraltı suları da artar.

Kar örtüsü, kış yağışlarını biriktiren ve bitkilerin suya gereksinim duyduğu bahar mevsiminde eriyerek bu suyu geri veren bir depo etkisi gösterir. Kar yağışları eriyerek toprak suyunu arttırırken, kış aylarında bitkilerin üstünü örterek yorgan görevi yapar, onları dondan korurlar. Karın bünyesinde fazla hava bulunduğundan sıcaklığı iyi iletmez. Bu nedenle gece radyasyonları sırasında toprağın sıcak kalmasını ve altındaki bitkilerin dondan zarar görmemelerini sağlar. Kar örtüsü yavaş eridiğinden, kar suyunun tamamı toprak tarafından alınır. Kar örtüsü çok fazla ise veya karın üstü eriyip sonradan buz tutmuşsa alttaki bitkiler havasızlıktan boğulurlar. Havaaların, özellikle ilkbahar başlangıcında aniden ısınmasıyla birlikte eriyen karlar, sellerin oluşmasına neden olabilirler. Ani kar erimeleri su taşkınlarına neden olarak büyük zararlar yapar.



Şekil 1.6. Karla kaplı bitki yüzeyi

Kısa zamanda ve fazla miktarda kar yağışı dal kırılmalarına neden olabilmektedir. Böyle durumlarda dallar silkelenerek karın dökülmesi sağlanmalıdır.

Uygun zamanda ve yavaş yavaş olan kar erimleri tarlaların tava gelmesine (işlemeye hazır hale gelmesi) olumlu etki yapar. Geç kar erimleri ekimi geciktirir, bitkiler zamanında su sağlayamaz, eriyen kar havadan sıcaklık aldığı için, bazen havanın ısınmasını da geciktirir.

#### 1.4.4.4. Dolu

Yağmur ve kar zerrelerinin soğuk ve fırtınalı hava tabakası içinden döne döne geçerken katı ve yuvarlak taneler haline dönüşerek yeryüzüne düşmesine dolu denir. Dolu şeklindeki yağışlar daha çok kara ikliminde ve sıcak günlerde görülür. Geceleri dolu yağışına pek az rastlanır. Dolu tanelerinin çapı 5-50 mm civarındadır. Bazen yumurta büyüklüğünde dolu yağdığı da görülür. Bu büyüklükteki dolu, insan ve hayvanlar için de büyük tehlikedir, ölüm olaylarına bile neden olabilir. Dolu, genellikle

ilkbahar ve sonbahar aylarında görülür ve şeritler halinde yağdığı için zarar alanı bu şeritler içindedir.

Dolu oluşumunda, arazinin yüzey şekli, toprağın ısınma yeteneği, havanın nemi ve bitki örtüsünün önemli etkileri vardır. Genellikle az ısınan topraklarda dikine (konvektif) faaliyetler pek görülmediği için, dolu yağışı da meydana gelmez. Aynı nedenle yoğun bitki örtüsü bulunan alanlarda dolu yağışı az olur. Dolunun topraklar üzerindeki zararı, hızına ve büyüklüğüne göre değişir.

Dolu yağışı 5-10 dakika gibi kısa bir süre devam etmesine rağmen, tarım alanlarında yaptığı zarar fazladır. Doluların zararı fiziki olup daha çok meyveler üzerindedir. Dolu zararı; yağışın süresine, şiddetine ve büyüklüğüne bağlıdır. Dolu tanesinin iriliği ve bitkilerin genç, taze oluşu dolu zararını artırır. Dolu yağışı, kültür bitkileri toprak üstüne çıktığı sırada olursa, büyük zarar yapar. Örneğin, tahıllarda kardeşlenme, sapa kalkma veya başaklanma dönemlerinde; meyve ağaçları çiçeklenme ve meyve oluşum dönemlerinde iken yağacak olan dolu, dolu tanelerinin irilik veya ufaklığına göre az ya da çok zarara neden olur. Tahılların yaprak ve saplarını kırar, yatırır, meyve ağaçlarının körpe dallarını zedeler, bir-iki yıllık filizleri kırar ve gelecek yıllardaki meyve verimini düşürür. Otsu yapıya sahip bitkilerde, dolu şiddet ve süresine bağlı olarak zarar artmaktadır.



Şekil 1.7. Tahıllarda dolu zararı

Hafif olursa meyvelere ve yapraklara zarar verir. Meyvelerde meydana gelen yara ve bereler kaliteyi düşürür, hatta meyvelerin çürümesine neden olur. Çilek, dut, ahududu gibi meyveleri tamamen bozar. Çok şiddetli dolular meyveleri döktüğü gibi yaprakları tahrip edip ince dallarda yaralar meydana getirmektedir. Dolu yağışları özellikle bitkilerin ileri

büyüme devrelerinde büyük zararlara neden olarak verimi düşürür. Dolunun düştüğü araziler eğimli ve çıplak ise oluşacak seller ve su baskınları büyük zarar yapar.

#### 1.4.4.5. Çiğ

Gündüzleri sıcak, geceleri ise serin, soğuk olduğu yerlerde ya da mevsimlerde sabahları özellikle soğuk cisimler üzerinde biriken su damlalarına çiğ denir. Hava, geceleri daha soğuk olan bitki organları ve toprak yüzeyi ile temas ettiğinde, sıcaklık düşmesi nedeniyle, içindeki su buharının bir kısmını su damlacıkları halinde bitki organları ve toprak yüzeyine bırakır. Slatyer (1967) e göre, bir gecede çiğ şeklindeki yağışların toplam miktarı 1 mm nin altındadır. Çiğ yağışlarının olması için;

- a) Havanın açık olması (havada bulut ve sisin bulunmaması),
- b) Rüzgâr hızının az olması,
- c) Nispi nemin yüksek olması,
- d) Bitki örtüsü sıcaklığının düşük olması gerekir.

Çiğ oluşması için gündüzlerin sıcak olması ve gece ile gündüz arasında belirgin bir sıcaklık farkının bulunması gerekir. Çiğ, ilkbahar ve sonbahar aylarında, toprak ve hava sıcaklığının 0 °C nin üzerinde olduğu zamanlarda meydana gelir. Bilindiği gibi bu aylarda atmosferdeki nem, yaz aylarına oranla daha fazladır. Özellikle havanın soğuk olduğu gecelerde, radyasyon nedeniyle toprak sıcaklığı düşer, toprağın ve üzerindeki cisimlerin soğuması sonucunda bu cisimler üzerine değen hava nemi su damlacıkları haline gelir. Bulutlu gecelerde, bulutlar sıcaklık kaybına engel olduğundan, çiğ meydana gelemez. Ancak çiği, gutasyon (damlama) ile karıştırmamalıdır. Gutasyon, özellikle toprakları sıcak ve fazla nemli olan yerlerde sabaha karşı bitki stomalarından suyun damlacıklar halinde dışarıya çıkmasıdır. Gutasyon fizyolojik bir olaydır. Gutasyon yaprak kenar ve uçlarında, çiğ yaprağın üst yüzeyinde olur. Havadaki su buharının, yeryüzündeki soğuk cisimler üzerinde yoğunlaşmasıyla meydana gelen çiğ olayı tarımsal açıdan faydalıdır. Toprağa çiğ şeklinde düşen su miktarı esasen pek önemli ve doyurucu değildir, ancak kuru bir mevsimden sonra baygın haldeki bitkiler üzerine geceleri düşmeye başlayan çiğ yağışı, bitkiler üzerinde can suyu etkisi yapar. Çiğ şeklindeki yağışlardan bitkilerin yararlanma oranı; bitki cins, tür ve çeşitlerine, çevre koşullarına, yağışın yoğunluk ve süresine bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin, toprakta nemin az bulunduğu kurak bölgelerde yetişen bitkiler, nemli bölgelerde yetişen bitkilere göre çiğ şeklindeki yağışları daha çok emerler. Çiğ yağışları

özellikle taban suyunun toprak yüzeyine yakın olduğu arazilerde önem arz eder. Çünkü buralarda düşen çığ miktarı fazladır.

#### **1.4.4.6. Kırağı**

Sıcaklığı donma noktasının altında bulunan cisimlerde temas eden havanın, bu maddeler üzerine donmuş halde su bırakmasıdır. Kırağı oluşumu da çığ oluşumuna benzer. Ondaki farkı, aşırı soğuyan yeryüzünde ve cisimler üzerindeki yoğunlaşmanın su değil, çok ufak ve ince buz kristalleri halinde olmasıdır. Burada radyasyon daha kuvvetlidir ve sıcaklık, 0 °C nin altındadır. Onun için orta enlemlerde, ilkbahar ve sonbaharın kışa yakın aylarında, gündüzleri ılık, geceleri ise açık, durgun ve soğuk olduğu zaman çığ yerine kırağı olur. Yoğun kırağı olayında, çevreye sanki kar yağmış gibi bir görünüm hakim olur.

Kırağı tarım ürünleri için çok tehlikeli ve zararlıdır. Kırağı ilkbahar ve sonbaharda oluşur ve meyve ağaçlarında açan çiçekler, sebze bahçeleri ve bağlarda taze filizler donar. Don olayı kırağı düşmesinden değil, sıcaklığın 0 °C nin altına düşmesinden meydana gelir. Sonbaharda düşen kırağı, yazlık sebzelerin, vejetasyonları devam eden bitkilerin zarar görmesine neden olur. Kırağı dondurucu geceleri işaret eder. Kırağının başlangıç ve bitiş tarihleri dikkatle izlenmelidir.

#### **1.4.4.7. Kırç**

Yerde, kırağıya benzer şekilde bir buz oluşumu olayıdır. Bu kristaller bazen kırağı gibi yumuşak, kadife ve benzeri beyaz bir örtü halindedir ve soğuk cisimlerin köşelerinde daha kalındır. Bu olaya yumuşak kırç (jivr) denmektedir. Bazen de buz kristalleri 2-3 cm iriliğinde iğneler veya dişler halinde olur. Bunlara sert kırç denir.

Kırç, görünüş ve özellik bakımından kırağıya benzemekle birlikte, oluşum bakımından tümüyle ondan farklıdır. Kırç, aşırı soğumuş su taneciklerinden oluşan bir sis uzunca bir süre, bir yerde kaldığı zaman görülür. Bu durumda, aşırı soğumuş fakat hava kütlesi kararlı ve durgun olduğundan yağış haline dönemediği için, havada yüzer şeklinde bulunan tanecikler soğuk cisimlere çarpıp buz haline geçer, geriden gelen tanecikler de onlara eklenerek bu buz kristali büyür. Buna göre kırç, aslında



doğrudan doğruya yerde yoğunlaşmanın yani süblimasyonun değil, havada yoğunlaşmış suyun yerde katılaşmasının sonucudur. Eğer havada çok hafif fakat belirli yönde bir hareket varsa, buz kristallerinin hepsi bu akımın geldiği yöne doğru uzarlar.



Şekil 1.8. Kırç

Sis yoğun ve uzun süreli olduğunda kırç çok kalın ve iri kristallerden oluşur, üzerinde geliştiği ağaç dallarının kırılmasına ve telgraf tellerinin kopmasına neden olur. Kırç, sisin oluştuğu ve havanın fazla soğuk olduğu yerlerde, yani orta enlemlerde kış aylarında ve kutup çevrelerinde görülür.

#### 1.4.4.8. Sis

Yatay görüş mesafesini 1 km nin altına düşüren meteorolojik bir olaydır. Stratus bulutunun yerde veya yere yakın seviyede oluşması olarak da bilinir. Yerle temas eden hava içindeki su buharının yoğunlaşması veya donarak kristalleşmesi sonucu ortaya çıkan çok küçük su damlacıkları veya buz kristallerinden meydana gelmiştir. Sis içinde çisenti biçiminde çok hafif yağış olabilir.



Şekil 1.9. Sis

Havada nemin aşırı derecede artmasından meydana gelen sislerin zararı, sıklığına ve zamanına göre değişir. Uzun süre devam eden ya da sık sık görülen sisler bitki yetiştiriciliğinde sorunlara neden olmaktadır. İlkbaharda çiçeklenme zamanlarında tozlaşmayı ve döllemeyi güçleştirir ve devamlı olursa imkânsız kılar. Bu gibi durumlarda, bitki tür ve

çeşidine göre, ya bitkiler hiç meyve vermez (badem, kayısı) ya da meyvelerin içi boş kalır. Örneğin Karadeniz Bölgesinde sisler fındıkların içlerinin boş kalmasına neden olur. Meyvelerin büyüme zamanlarında fazla sis ve bununla birlikte meydana gelen çişler, meyve dökülmelerine ve akmasına (incirde olduğu gibi), mantar hastalıklarına ve buna bağlı olarak meyvelerin çilli ve lekeli görünüm almalarına neden olurlar.

Sis özellikle kurak bölgeler için büyük önem taşır. Bu bölgelerde sis, geceleri daha düşük sıcaklıkta olan bitki ve toprakla temas edince sıcaklık düşmesi sonucu bir miktar suyunu bitki ve toprak yüzüne bırakır. Bitkiler üzerine bırakılan bu su, bitki epidermis katının kütikula hücreleri tarafından emilir ve böylece hücrelerde turgor basıncı yükselmiş olur. Sis, hem toprak yüzeyinin nemlenmesine, hem de bitkilerde büyümeye olumlu yönde etkide bulunur.

#### **1.4.4.9. Grezil**

Bu yağış şekline en çok ilkbahara girilirken rastlanır. Karın donmuş halidir. Doluya oranla daha yumuşak olup, iki parmak arasında kolayca ezilebilir. Grezil yağışı genellikle kar yağışından önce veya karla karışık meydana gelir. Bu yağışın kültür bitkilerine önemli derecede olumsuz etkisi yoktur. Hatta çabuk eridiği için toprağa bir miktar su bırakmak suretiyle yararlı olabilir. Ancak çok körpe filizler oluşmuş ise, onlara bir ölçüde zarar verebilir. Genellikle grezil yağışlarının görüldüğü mevsimde tüm bitkiler henüz uyanmamış durumdadırlar.

#### **1.4.5. Güneşlenme**

Işık bütün canlılarda olduğu gibi, bitkiler için de gerekli bir yaşam kaynağıdır. Bitkiler için gerekli olan ışık azaldığı veya çoğaldığı zaman zararlı etkiler yapar. Işık bitkilerde; klorofil oluşumuna, stomaların açılıp kapanmasına, fotosentez olayına, transpirasyonun şiddetine, hormon oluşumuna, bitkilerin hareketine, bitki yapısının değişimine, bitkilerde çiçek ve yaprak veriminin yükselmesine, kardeşlenmenin artmasına etkili olmaktadır. Bulutluluk genellikle güneşlenmeyi azaltan bir etkidir. Çünkü bulut, güneş ışınlarının toprak yüzeyine ulaşmasını engellemekte ve sıcaklığı düşürmektedir. Bulutluluk nemi ve yağışı artıracığından bitkilerde çeşitli mantar hastalıklarına yol açar.

##### **1.4.5.1. Işık istekleri yönünden bitkilerin sınıflandırılması**

Bitkiler ışık istekleri yönünden başlıca iki grupta toplanırlar. Gün bitkileri ve gölge bitkileri. Normal büyüme ve gelişmelerini yapabilmeleri için bol ışığa gereksinim duyan bitkilere gün bitkileri, az ışığa gereksinim duyan bitkilere ise gölge bitkileri adı

verilmektedir. Ancak genel olarak bitkileri gün ve gölge bitkileri olarak ayırmakla birlikte, bu gruplar içerisinde yer alan bitki tür, cins ve çeşitlerinin de istedikleri ışık yoğunluğu ve süreleri büyük farklılıklar göstermektedir. Çeşitli bitkiler belli ışık yoğunluklarına uyum göstermişlerdir. Bu ışık yoğunluğu değiştiğinde bitkilerde büyüme, gelişme ve üreme fonksiyonlarında azalma ve duraklama görülmektedir.

#### **1.4.5.2. Işığın bitkiler üzerindeki etkileri**

**Işığın çimlenme üzerine etkisi;** Farklı bitki cins ve türlerine ait tohumların çimlenebilmek için ışığa gösterdikleri duyarlılık farklı olmaktadır;

- a) Çimlenmede mutlak ışık gereksinimi duyan bitkiler,
- b) Çimlenmede ışığa mutlak gereksinim duymayan fakat ışıkta daha iyi çimlenen bitkiler,
- c) Çimlenmede mutlak karanlık gereksinimi duyan bitkiler,
- d) Hem ışıkta hem de karanlıkta çimlenebilen, fakat karanlıkta daha iyi çimlenebilen bitkiler (kültür bitkileri).

**Işığın solunum (respirasyon) üzerine etkisi;** Bitki yaşamında solunum, sürekli olarak her hücrenin protoplazmasında meydana gelen biyolojik bir olaydır. Işıklanma süresi ve yoğunluğu arttıkça solunumda o oranda artarak bitkinin daha fazla ağırlık kaybetmesine neden olur. Bu ağırlık kaybedişi fotosentezle karşılanmazsa bitkiler normal büyüme ve gelişmelerini devam ettiremez ve ölürlür.

**Işığın terleme (transpirasyon) üzerine etkisi;** Işık bitkilerde stomaların açılmasına ve hücre zarlarının geçirgenliğinin artmasına neden olur. Bu olay ışıklenme süresi ve ışık yoğunluğu ile doğru orantılı olarak seyreder. Bitkilerin büyük çoğunluğunda stomalar gündüzleri açık olmalarına karşın geceleri kapanırlar. Böylece gündüz ışıklenme ile transpirasyon artar, gece ise azalır.

**Işığın renk maddelerinin (antosiyonin pigmentleri) oluşumuna etkisi;** Renk maddeleri bitkinin güneş alan yüzeyinde oluşur ve gelen ışınları yansıtarak bitkilerin fazla ısıdan zarar görmesini önlerler.

**Işığın yeşil renkli olmayan bitkilere etkisi;** Dalga boyları 2540-2800 Å arasında olan ultraviyole ışınları klorofil taşımayan bitkilere (mantar ve bakteri) öldürücü etkide bulunurlar.

**Işığın bitki morfolojisine etkisi;** Bitkiye gelen ışığın yoğunluğu ve süresi organların yapıları (morfoloji) üzerinde etkilidir;

- a) Tahıllarda kardeşlenme, diğer bitkilerde dal sayısını artırır,
- b) Bitki boyunu ve boğum aralarını kısaltır, sap sağlamlığını artırır,
- c) Kökler uzun ve çok sayıda dallı olur, ağırlık olarak kök/sap oranı artar,
- d) Yaprak hücre zarları ve kütikula katı kalınlaşır, hücre ve stomalar küçülür ve birbirlerine daha yakın olurlar, yaprak damarları inceler, yapraklar daralır ve dikleşir, yaprak yüzeyinde hücre, stoma ve tüy sayısı artar,
- e) Palizat hücreleri yaprağın her iki yüzeyinde de daha iyi oluşur,
- f) Sünger mezofili zayıf olur ve hücreler arası (interselüler) boşluklar azalır.

**Işığın bitki fizyolojisine olan etkileri;** Bitkiye gelen ışığın yoğunluğu ve süresi organların çalışmaları (fizyoloji) üzerinde etkilidir;

- a) Bitkilerin kuru madde oranı yüksek olur ve birim yaprak alanında, az ışıklı yerde yetişen bitkiye oranla 2.5 katı kadar fazla kuru madde meydana gelir,
- b) Sap ve samanın taneye olan oranı azalır, hasat indeksi (tane ağırlığı/sap ağırlığı yüzdesi) artar,
- c) Tanelerde protein oranı artar,
- d) Hücrelerde tuz ve şeker miktarı artar, ozmotik basınç yüksek olur,
- e) Hücre suyunun asitliği azalır,
- f) Çiçeklenme, meyve ve tohum meydana getirme çok hızlı seyredir, generatif gelişme kısalmır,
- g) Bol ışığa uymuş bitkilerde sıcağa, kurağa ve hastalıklara dayanıklılık artar.

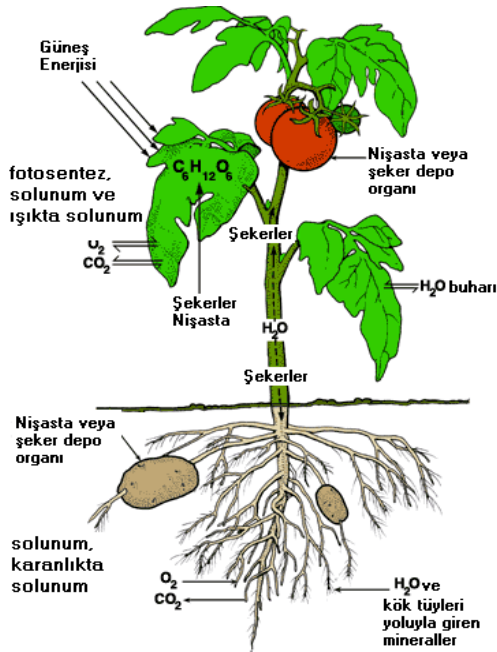
#### **1.4.5.3. Fotoperiyot ve fotoperiyodizm**

Bitkilerin büyük çoğunluğunda periyodik ışıklanma, güneşin doğuşu ve batışı arasındaki aydınlık ve karanlık periyotlarla sağlanır. Günlük ışıklanma süresine

fotoperiyot, bitkilerin fotoperiyoda karşı gösterdikleri tepkiye fotoperiyodizm denir. Bitkiler fotoperiyodik etkiyi yaprakları ile alırlar. Işık süresi ve yoğunluğunun yapraklarda nasıl etkili olduğu halen tam açıklanamamakla birlikte bunun fotoşimik uyarı olduğu kabul edilir. Fotoperiyodun etkisi daha çok katalizatör özelliindedir. Bu katalitik etki sonucunda yapraklarda florigen adı verilen hormon benzeri bir madde oluşmakta ve madde yapraklardan çiçekleri oluşturacak (farklılaşma) dal ve sürgünlerin büyüme noktalarına gönderilerek oradaki hücrelere uyarıcı etki yapar, çiçeklenmenin ortaya çıkışını sağlar. Bitkileri aydınlık ve karanlık periyotlarda nöbetleşe tutmak suretiyle onların çiçeklerini uyarmaya fotoperiyodik uyarma denir. Bitkiler tek yönlü ışık aldıklarında büyümelerini ışığa doğru yaparlar. Bitkilerin ışığa yönelmelerine, ışığa doğru büyümelerine fototropizm denir (örneğin ayçiçeği bitkisi).

#### 1.4.5.4. Fotosentez

Tüm canlılar gibi bitkiler de yaşamlarını sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. İhtiyaç duyulan bu enerji bitkilerin kendi organlarında yaptıkları ya da dışarıdan aldıkları organik maddelerde depo edilmiş kimyasal gıda enerjisinden sağlanır. Organik maddelerde depo edilmiş kimyasal enerjinin ana kaynağı güneştir.

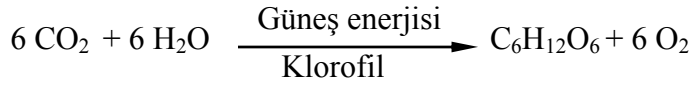


Şekil 1.10. Fotosentez

Yeşil bitkiler güneş enerjisi sayesinde havanın karbondioksitini indirgeyerek organik madde yaparlar. Canlıların dış ortamdan aldıkları inorganik maddelerden gelişmeleri için zorunlu olan organik maddeleri yapmalarına özümleme (asimilasyon) denir. Bu işi kendileri yapan ve başka canlılardan organik maddeye gereksinim duymayan canlılar ototrof olarak tanımlanır. Tüm yeşil bitkiler bu yeteneğe sahiptir. Yaşamları için gerekli tüm organik besin maddeleri dışarıdan almak zorunda olan canlılar heterotrof olarak tanımlanır. Ototrof canlılar belli bir enerjiden yararlanarak havadan aldıkları karbondioksiti indirgeyerek, kendileri

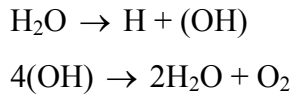
için gerekli olan organik maddeler yaparlar. Çok önemli olan bu olaya karbondioksit özümlemesi adı verilir. Yeşil bitkilerin güneş enerjisini kullanarak inorganik maddelerden organik besin maddesi yapmasına fotosentez denir. Yeşil olan tüm bitkiler fotosentez yaparak yaşamlarını sürdürürler. Özümleme bitkinin bütün yeşil kısımlarında olursa da, bu işe en elverişli olan organlar bol klorofil taşıyan yeşil yapraklardır.

Bitkilerin yeşil hücrelerinde bulunan klorofil maddesi ve bazı enzimlerin yardımı ile güneş ışığının radyant enerjisini absorbe ederek, bitkinin havadan aldığı CO<sub>2</sub> ile topraktan aldığı H<sub>2</sub>O yu birleştirip, ilk basit şeker molekülünün ortaya konmasıdır. Bu biyolojik olayda güneşin radyant enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülür.



Fotosentez esnasında CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O nun klorofilli yeşil yapraklarda karbonhidratlara dönüşüncüye kadar birçok ara maddeleri ve bu ara maddelerinin zincirleme devamı sonucunda da karbonhidratlar meydana gelir. Fotosentez, ışık ve karanlık olmak üzere iki safhada gerçekleşir.

**Işık reaksiyonu (suyun parçalanması);** Bu safhada ışığın klorofil tarafından emilmesi (absorbe edilmesi) ve emilen bu ışık enerjisi sayesinde suyun parçalanması sağlanır. Bu safhada ışık gereklidir. Fotosentezin ilk ve en önemli safhası olan bu safhada, ışık enerjisinin canlı hücreye geçişi ve bu enerji sayesinde suyun kademe kademe ilerleyen reaksiyonlarla parçalanması (hidrojen ve oksijene ayrılması) sağlanır.



Buradan anlaşılıyor ki, fotosentezde açığa çıkan O<sub>2</sub>, karbondioksitin redüklenmesinden değil, suyun parçalanmasından olmaktadır.

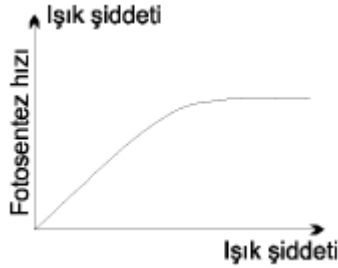
**Karanlık reaksiyonu (karbondioksitin redüksiyonu);** Karanlık reaksiyonları ışık reaksiyonlarının devamı niteliğindedir. Besin yapımının gerçekleştiği safhadır. Işık reaksiyonları durunca karanlık reaksiyonları otomatik olarak başlar. Bu safhada esas olarak CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> nin birleşmesi sağlanır. Özel moleküllerle tutulan hidrojen (ışık

reaksiyonunda açığa çıkan) ve havadan alınan karbondioksit, birbirini izleyen reaksiyonlar sonunda besin maddesine dönüştürülür. Glikoz, fruktoz, levüloz gibi karbonhidratlar oluşur. Hidrojen sudan sağlanmaktadır. Bu safhada ışık gerekli değildir. Enzimsel reaksiyonlardır. Bundan dolayı olay, karanlıkta da olabilir.

### Fotosentez hızına etki eden faktörler

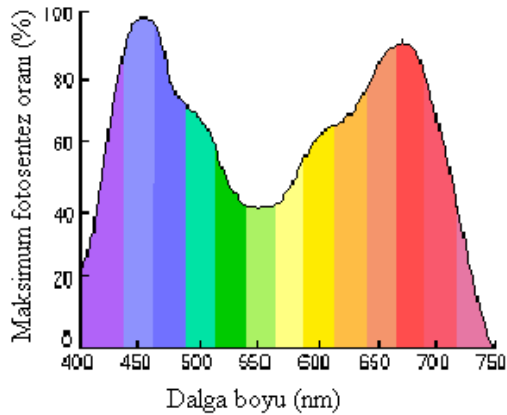
#### a) Çevresel faktörler

**Işık şiddeti;** Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı da artar. Ancak ışık şiddeti belli bir değeri geçtikten sonra sabit kalır.



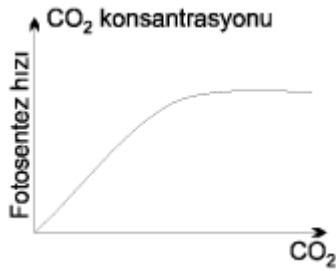
Şekil 1.11. Işık şiddeti ve fotosentez hızı

**Işığın dalga boyu;** Fotosentez, kırmızı ve mor dalga boylarında hızlı, yeşil ışıkta ise minimum hızdadır. Fotosentez görünür bölge ışığında gerçekleşir.

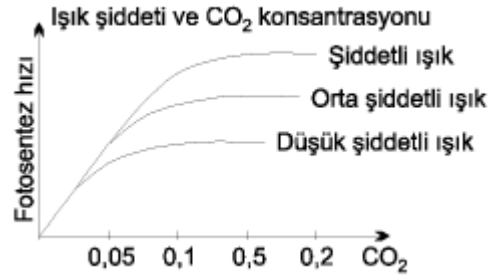


Şekil 1.12. Işığın dalga boyu ve fotosentez hızı

**CO<sub>2</sub> konsantrasyonu;** CO<sub>2</sub> konsantrasyonu arttıkça fotosentez hızı da artar. % 1 den fazla CO<sub>2</sub> verilmesi hızı etkilemez, hız sabit kalır.

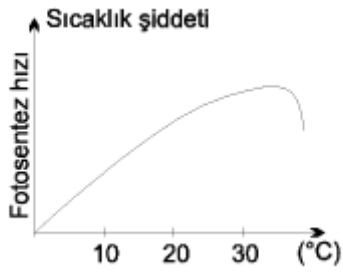


Şekil 1.13a. CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ve fotosentez hızı



Şekil 1.13b. Işık şiddeti ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ve fotosentez hızı

**Sıcaklık;** Yüksek sıcaklık enzim yapısını bozacağından 35-40 °C den sonra fotosentez hızı düşmeye başlar.



Şekil 1.14. Sıcaklık ve fotosentez hızı

**Su miktarı;** Ortamdaki su miktarının belli bir dereceye kadar artışı fotosentez hızını artırır.

**O<sub>2</sub> miktarı;** Ortamdaki O<sub>2</sub> artışı solunumu hızlandırarak, hem solunum hem de fotosentez için gerekli ortak maddelerin solunumda daha fazla kullanılmasına neden olacağından fotosentez hızını azaltır.

**Madensel tuzlar;** Bitkilerin gelişmesi için gerekli olan temel elementler (Mg, Fe, Ca, K, N, S, P, C, H, O, vb.) fotosentez hızını etkiler.



## **b) İ fakt6rler**

**Klorofil miktarı;** Klorofil miktarındaki azalma fotosentez hızını azaltır.

**Yaprak anatomisi;** Hücrelerarası boşlukların ve stomaların büyüklüğü, yapısı ve dağılışı, yaprakta damarlanma sistemi, ktikla kalınlığı, stoplazmanın su miktarı ve son ürünlerin birikimi fotosentez hızını etkiler.

# 2. BÖLÜM

## ZİRAÎ METEOROLOJİK

### OLAYLAR





## 2. BÖLÜM : ZİRAİ METEOROLOJİK OLAYLAR

### 2.1. Erozyon

Erozyon, toprakların hava ve çevre olaylarının etkisiyle aşınması ve buldukları yerden başka yerlere taşınarak yığılmasıdır. Toprak biliminde ise; yeryüzündeki ana materyalin çeşitli etkenlerle aşınıp taşınmasıdır. Erozyon toprak, su ve bitki arasındaki doğal dengenin bozulması sonucu ortaya çıkar. Erozyonu artıran en önemli faktör topoğrafik durum ve iklimdir. Yağışı bol yerlerde yağmur suları, kurak yerlerde rüzgârlar, direnci azalan verimli tarım topraklarını taşımaya ve tarım arazilerini verimsiz hale getirmeye başlar.



Doğal ve normal koşullarda erozyon dünyanın varoluşundan beri ve çok yavaş olarak meydana gelmektedir. Tabiatın normal süreci içinde meydana gelen erozyona doğal erozyon veya jeolojik erozyon adı verilir. İnsanların tabiattaki toprak, su ve bitki arasındaki dengeyi bozucu nitelikte müdahaleleri sonucunda meydana gelen erozyona hızlandırılmış erozyon adı verilir. Meraların aşırı derecede otlatılması, ormanların tahrip edilmesi ile daha az korunan toprak, su ve rüzgârla kolayca taşınabilmektedir ve erozyon hızlanmaktadır.

Şekil 2.1. Erozyon ve orman yangını

Erozyon, neden olduğu toprak kayıpları bakımından hafif, orta, şiddetli ve çok şiddetli olarak sınıflandırılmaktadır. Hafif erozyon üst toprağın % 25 inin, orta derecede erozyon üst toprağın % 25-75 inin, şiddetli erozyon üst toprağın % 100 ü ile alt toprağın % 25 inin, çok şiddetli erozyon ise alt toprağın % 25-75 inin aşınarak taşınmış olmasıdır.

Erozyon, toprağın çeşitli sebeplerden dolayı aşındırılması ve olduğu yerden başka bir yere taşınıp biriktirilmesi olayı olduğuna göre, bu olayda etkili olan bazı doğal

faktörler vardır. Bunlar; iklim, topoğrafya, toprağın yapısı, bitki örtüsü vb. olarak sıralanabilir.

İklimin temel öğeleri, başta yağış ve sıcaklık olmak üzere, rüzgâr, nem, ışık vb. dir. İklimle ilgili olarak bir bölgedeki yağış yoğunluğunun (şiddetinin) çok fazla olması, toprağın erozyona uğrama derecesini artırır. Bunun yanında yağışın miktarı, süresi, damla büyüklüğü ve düşüş hızı, yağışın mevsimlere göre dağılımı da erozyon oluşumunda etkilidir. Sıcaklık değişimleri sonucunda toprak küçük parçalara ayrılır. Bu durum toprağın dayanıklılığını azaltır.

Topoğrafya bir arazi parçasının eğimini, yüksekliğini, yöneyini, pürüzlülüğünü vb. yüzey yapısını gösteren bir kavramdır. Yağışla birlikte düşünüldüğünde topoğrafya da erozyon oluşumunda etkilidir. Örneğin, aynı yağış şiddetinde, eğimin fazla olduğu yerlerde toprağın sürüklenmesi daha kolay olmaktadır.

Toprağın yapısına bağlı olarak, erozyon bazı yerlerde daha fazla ya da daha az meydana gelebilir. Örneğin içinde bol miktarda organik madde (humus) bulunması halinde aşınmaya karşı daha dirençli olan killi toprak, erozyon oluşumunu yavaşlatabilir. Toprağın işleniş biçimi, mekanik bileşimi (tane iriliği dağılımı), içerdiği organik ve inorganik maddelerin miktarı da erozyon üzerinde oldukça etkilidir. Organik maddenin diğer bir etkisi de toprağın yapısını geliştirmek, toprak taneciklerini kümeleştirmek suretiyle infiltrasyon (toprağın suyu emme ve geçirme gücü) kapasitesini artırarak, yüzey akışını azaltıp erozyonu önlemesidir.

Erozyon oluşumunu etkileyen en önemli faktör bitki örtüsüdür. Bitki örtüsünün sıklığı, çeşidi, bitkilerin kök dağılımı, yaşam süresi vb. nitelikleri, toprağın aşınma, taşınma miktarı ve hızında etkili olur. Örneğin çok yıllık odunsu bitki topluluğu sınıfına giren ormanlar, toprağı en iyi koruyan bitki örtüleridir. Bitkiler kökleriyle toprağı tutarak erozyona neden olan yüzey akışını azaltır. Aynı zamanda yaprakları ve dallarıyla yağmur damlalarının hızını keserler. Böylece damlaların toprağı doğrudan çarpmak suretiyle toprak kümelerinin parçalanmasını ve daha kolay taşınabilir hale gelmesini engeller. Odunsu ve otsu bitkiler, özellikle birlikte bulduklarında, toprak erozyonunu etkili olarak önleyen doğal koruyuculardır. Çin'de Sarı Irmak ve Hindistan'da Ganj Nehirleri, dünyanın en çok toprak taşıyan akarsularıdır. Dünyada en yüksek debiye

sahip olan Amazon Nehri ise, diğerlerine oranla en az toprak taşıyan akarsudur. Bunda, Amazon Nehri ve kollarının su toplama havzalarının zengin bitki örtüsü ve ormanlarla kaplı olması etkilidir. Buradan, sık ve bol bitki örtüsünün, özellikle de ormanların, toprak erozyonunu önlemede ne derece önemli ve etkili olduğu ortaya çıkmaktadır.

İçinde geniş canlılar alemi barındırarak bitkilere durak ve besin kaynağı görevi gören toprağın oluşumu için çok uzun zamana ihtiyaç vardır. Toprak, kayaların ve organik maddelerin ayrışmasıyla meydana gelir. Normal şartlarda 2,5 cm kalınlığında bir toprak tabakasının oluşumu için 300-1000 yıl geçmesi gerekir.

Erozyonun yaptığı en büyük zarar, oluşması için binlerce yıl gereken örtü toprağının elden çıkmasıdır. Yapılan araştırmalara göre her yıl topraklarımızın ortalama 1 mm lik tabakası (yaklaşık Kıbrıs adası kadar) erozyonla yok olmaktadır. Her yıl çok büyük miktarları bulan, tohum, gübre, bitki besin maddesi, organik madde kısaca verimlilik erozyonun etkisiyle tükenip yok olmaktadır. Toprakları erozyonla verimsizleşen, giderek yok olan tarım arazileri, hızla artan nüfusu besleyemez olmuş ve köyden şehre göç hızlanmıştır. Bu durum ekonomiye çok ağır yük ve sıkıntı getirmektedir. Rüzgâr ve yağmur, verimli toprakları sürükleyerek, baraj göllerine, akarsu yataklarına ve denizlere taşımaktadır. Kaybettiğimiz topraklar, barajları doldurmakta ve büyük boyutlarda ekonomik zarara neden olmaktadır. Bitki örtüsü ve toprak, kar ve yağmur sularının akıp gitmesini engelleyerek, yeraltındaki kaynaklara inmesini ve kaynaklarının düzenli beslenmesini sağlar. Bitki örtüsünün kalkması erozyona başlıca neden teşkil ederken toprak kaymaları, taşkınlar, sel ve çığ felaketlerine ve büyük zararlara yol açmaktadır. Toprağın kaybı ile bir ülkenin en büyük değerlerinden biri olan ormanlar yok olmaktadır. Meraların kaybolması ile ülkemiz hayvancılıktan kazanacağı gelir azalmaktadır. Erozyon, toprak kaybının yanı sıra esasen ekonomik ve sosyal düzene zarar vermekte, insan yaşamı için tehlike oluşturmaktadır. Bunun çarpıcı örneği; 13 Temmuz 1995 de meydana gelen Isparta-Senirkent kitle erozyonudur. Senirkent yöresinde yaklaşık 10-13 dakika süren sağanak yağış, sel ve erozyon afetine yol açmıştır. Burada evlerin çoğu ahşaptır ve çeşitli ağaçlar kullanılarak yapılmıştır. Senirkent'te bir ev için yaklaşık 600 ağaç kesilmekte, bu da yaklaşık 0.5 ha ormanın yok edilmesi anlamına gelmektedir. Kaybolan toprak yüzünden her yıl yaklaşık 50 milyar m<sup>3</sup> yağış depolanamamaktadır. Erozyonla yılda 90 milyon ton bitki besin maddesi toprak ile birlikte yitirilmektedir.

Ülkemizde iklim, toprak, arazi şekilleri, bitki örtüsü gibi etmenler aşınmaya elverişli durum oluşturmaktadır. Ülkemiz arazilerinin % 64 ünün eğimi % 12 den fazladır. Türkiye kara yüzeyinin % 90 ında çeşitli şiddetlerde erozyon cereyan etmektedir. Arazinin % 63 ü çok şiddetli ve şiddetli, % 20 si orta, % 7 si hafif derecede erozyonla karşı karşıyadır. Ülkemizde işlenen tarım alanlarının % 75 inde (yaklaşık 20 milyon ha) yoğun erozyon görülmektedir. Her yıl tarım alanlarından 500 milyon ton, tüm ülke yüzeyinden 1.4 milyar ton verimli üst toprak erozyonla kaybedilmektedir. Yapılan bir araştırmaya göre erozyonun şiddetlenerek devam etmesi halinde Türkiye'nin büyük bir bölümü 55 yıl sonra çöl olacaktır. Ülkemizde erozyondan zarar gören arazinin % 99 u su, % 1 i rüzgâr erozyonuna maruz kalmaktadır. Su erozyonu daha çok 5, 6 ve 7 inci sınıf arazilerde olmakla birlikte 2, 3 ve 4 üncü sınıf arazilerini de değişik şiddette etkilemektedir. Su erozyonu bütün bölgelerimizde etkili olmaktadır. Rüzgâr erozyonunun büyük bölümü 400 mm nin altında yağış alan, yıllık yağışların mevsimlere göre dağılımı düzensiz olan İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerimizde etkili olmaktadır. Deniz, göl ve barajlarımıza en çok toprak taşıyan akarsularımızdan Fırat, Yeşilırmak ve Kızılırmak ilk sıralarda yer alırlar. En az miktarda toprak taşıyan akarsularımız ise Dalaman Çayı ile İyidere'dir. Bu akarsularımızın çok az toprak taşımalarının asıl nedeni havzalarının ormanlarla kaplı olması ve güçlü doğal bitki örtüsünün toprağı korumasıdır.

İki çeşit erozyon vardır. Bunlar:

- Su Erozyonu
- Rüzgâr Erozyonu

### 2.1.1. Su Erozyonu



Şekil 2.2. Su erozyonu

En yaygın ve en etkili olan erozyon çeşididir. Bunun içindir ki, erozyon denilince akla su erozyonu gelmektedir. Toprağın aşınarak taşınmasında yağmur ya da bilinçsizce yapılan sulama etken olduğunda, bu olaya su erozyonu adı verilir. Tarım topraklarımızın % 72 si su erozyonunun etkisi altındadır. Su erozyonunun derecesi; eğim, toprak yapısı, bitki örtüsü ve yağmurun şiddetine bağlıdır. Arazilerin yanlış ve hatalı kullanımı sonucu açığa çıkan toprağın üzerine düşen yağmur suları toprakta tutunamayarak sel halinde yüzey akışına geçer. Sel suları beraberinde önemli miktarda irili ufaklı toprak zerrecelerini ve bitki besin maddelerini de sürükleyerek götürür. Hızı azaldığı zaman bünyesindeki iri materyali bırakır, ince zerrecileri sürüklemeye devam eder. Böylece tarlaların en kıymetli üst toprağı denizlere kadar taşınır, geriye kum ve çakıl gibi kaba materyal oranı yüksek verimsiz toprak kalır. Bazen taşınan bu irili ufaklı toprak ve taş, verimli taban arazilerini örterek bunları da verimsizleştirir. Böylece erozyon yalnızca oluştuğu yerde değil alt taraftaki verimli taban arazilerinde de ikinci bir zarara neden olur. Toprakla birlikte ekilen tohum, atılan gübre taşınmaktadır. Böylece tarım için büyük önem taşıyan üst toprağın erozyonla taşınması verimliliği de beraberinde götürmektedir. Kırsal alanlardan gelen yüzey akış suları yerleşim alanlarında taşkın ve tahribata neden olur. Yığılan tortu verimli arazilerdeki bitkilere zarar verir, dereleri, göletleri, barajları doldurur. Beş çeşit su erozyonu vardır.

**Yağmur damlası erozyonu;** En tehlikelidir ve su erozyonunun başlangıcını oluşturur. Bitki örtüsü olmayan, çıplak bir toprak yüzeyine düşen yağmur damlası, toprak zerrecelerini eğime bağlı olarak metrelerce uzağa ve havaya fırlatır. Damlalar bu şekilde yerinden kopardığı toprak zerrecelerini kolayca sürüklenebilir duruma getirir.

**Yüzey (tabaka) erozyonu;** Hemen fark edilmeyen, yavaş seyreden sinsi bir erozyon şeklidir. Akarsuların bulanık akmasıyla kendini gösterir. Eğimli arazilerde akışa geçen yağış sularının, toprak yüzeyini ince bir tabaka halinde taşıması olayıdır.



**Oluk (parmak) erozyonu;** Toplanıp bir kanaldan akmaya başlayan su, hem



Kendi etrafında dönme hem de taşıma enerjisi kazanır. Dönme enerjisi toprak tanelerini gevşetip yerlerinden koparır. Taşıma enerjisi ise kopan tanelerin eğim aşağı taşınmalarını sağlar. Eğim aşağı sürüm ve ekim yapıldığında kendini gösterir. Eğimi fazla olan arazilerde yüzeysel akan sular, buldukları en küçük kanalları izler ve başlangıçta 1-2 parmak derinlikte oyuntular oluşur. Zamanla küçük oyuntular derinleşerek oluklar haline gelir. Hemen önlem alınmazsa bu oluklar derinleşir ve toprağın en değerli üst katını alıp götürür.

Şekil 2.3. Oluk erozyonu

**Oyuntu (sel yarıntısı) erozyonu;** Oluk erozyonunun ihmal edilmesiyle, başlangıçta oluşan küçük kanallar zamanla daha da derinleşerek oyuntu ya da sel yarıntısına dönüşürler. Bu yarıntılar tarım aletlerinin toprağı işleyemeyeceği kadar genişler ve büyük kayıplara neden olurlar.



Şekil 2.4. Oyuntu erozyonu

İç Anadolu'da çok sık görülen bu erozyonun iyileştirilmesi çeşitli kültürel ve teknik önlemlerle mümkün olur. Halbuki yüzey ve oluk erozyonu basit kültürel önlemlerle (örneğin eğime dik sürümle) önlenabilir.

**Akarsu erozyonu;** Akarsuların yataklarını ve kenarlarını aşındırması olayıdır.



Şekil 2.5. Akarsu erozyonu

Özellikle taşkın zamanlarında akarsular yataklarını genişletirler. Böylece akarsu kenarlarındaki değerli tarım arazileri yok olur, köprüler yıkılır ve yollar bozulur.

### 2.1.2. Rüzgâr Erozyonu

Toprakların, rüzgârın etkisiyle bulunduğu yerden aşındırılarak taşınıp, başka yerlerde biriktirilmesine rüzgâr erozyonu denir. Rüzgâr erozyonunda üç aşama vardır;

**1. Aşınma;** Rüzgâr hızı yavaş yavaş artarken önce erozyona hassas olan toprak parçacıklarını hareket ettirmeye yetecek bir hıza ulaşır. Bu hız toprak tanelerini aşındırmaya başlar ve rüzgâr hızı arttıkça diğer toprak tanelerinin hareketi başlar.

**2. Taşınma;** Rüzgârın aşındırdığı toprakların taşınması üç şekilde olur;

**a) Sıçrama ile hareket;** Rüzgârın toprak tanesi yüzeyine yaptığı basınç sonucu tane bir yükselme gösterir ve yükselen tane rüzgârdan aldığı enerjiyle diğer tanelerin sıçramasına ve diğer iki tip harekete neden olur.

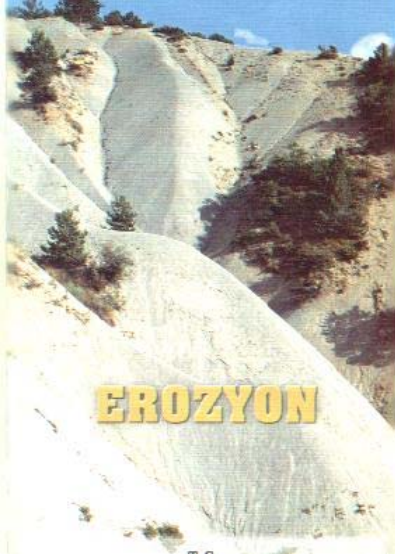
**b) Sürüklenme ile hareket;** İnce toz parçacıklarının havada asılı yuvarlanma şeklinde olan hareketidir.

**c) Havada asılı hareket;** İnce toz parçacıklarının havada asılı kalarak rüzgâr etkisiyle hareketidir.

**3. Birikme;** Taşınan toprakların bir engele rastlayarak ve rüzgâr hızının kesildiği yerlerde birikmesidir.

Rüzgâr jeolojik çağlardan beri aktif bir erozyon yapıcıdır. Rüzgâr erozyonunun oluşmasında iki temel neden vardır. Birincisi; insan faktörüne bağlı olarak yanlış arazi kullanımı, yanlış sulama, meralarda aşırı otlatma, bitkilerin sökülmesi ve ormanların kesilmesidir. İkincisi de iklim ve topoğrafik yapı gibi doğal faktörlerdir.

Rüzgâr erozyonu kurak bölgelerde, bitkisiz çıplak alanlarda, anızı bozulmuş hububat tarlalarında, düz ve hafif eğimli arazilerde etkisini gösterir. Özellikle üzerinde bitki örtüsü bulunmayan ve yıllık yağışı 400 mm nin altında olan kurak bölgelerde çok aşırı derecede kendini gösterir. Rüzgâr, toprağın tarımsal yönden en önemli bölümünü aşındırıp taşırken, taşınan kum ve verimsiz toprak, verimli tarım arazilerini kaplayarak tarım yapılamaz hale getirmektedir. Rüzgâr erozyonu üç safhadan oluşur; yerinden



Şekil 2.6. Rüzgâr erozyonu

kalkma, taşınma, yığılma. Bu safhaların tamamlanmasıyla son bulunduğu gibi, bazen aynı noktadan safhalar yeniden başlayabilir. Toprağın verimli olan ince zerrelerini (organik madde, ince mil, kil) götürür, geriye iri kum ve çakıl bırakır. Rüzgâr erozyonu ile toprakların aşınma ve taşınması, şiddetli rüzgârlarda o kadar fazla olur ki çok kere bitki kökleri açıkta kalır ya da bitkiler tamamen sökülerek önlerine bir çukur, bir engel çıkıncaya ya da rüzgârın hızı kesilinceye kadar rüzgâr tarafından taşınırlar. Rüzgâr erozyonunun kontrolünde en etkili yöntem bitkisel koruma yöntemleridir. Toprak yüzeyinde ekili olan

bitkiler, rüzgârın hızını keserler, kökleri ve organik maddeleri ile toprak zerreciklerinin dayanıklılığını artırır. Rüzgâr erozyonunu başlamasına engel olunması, durdurulmasından daha kolaydır.

Ülkemizde rüzgâr erozyonunun yaygın olduğu alanlar genellikle kurak ve yarı kurak olan İç Anadolu'nun güney yarısı (özellikle Konya, Niğde, Kayseri) ile doğuda Kars ili sınırları içindedir. Konya ilinin Karapınar ilçesinde görülen erozyon tipik bir örnektir. Tarım arazisi 1 595 000 dekar olup bu arazinin 1 030 000 dekarlık bölümünde rüzgâr erozyonu tahribatı vardır. Karapınar yöresinde rüzgârın bir alandan kopardığı toprağı, yaklaşık 70-80 km mesafedeki başka alanlara taşıdığı bilimsel olarak yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır. Ülkemizde bulunan rüzgâr erozyon alanlarının, Konya-Karapınar'dan sonra ikinci büyük kısmı Iğdır ili Aralık ilçesinde yer almaktadır. Iğdır-Aralık yöresinde rüzgâr erozyonuna maruz kalan alan 135 542 dekadır.

### **Rüzgâr erozyonunun oluşmasında etkili olan faktörler;**

**Yıllık yağışın düşük, dağılımının düzensiz olması;** Yağışı fazla olan ve yıl içindeki dağılışı düzenli bulunan yerlerde toprak yüzeyi her zaman bitki örtüsü ile kaplıdır ve toprak daimi olarak nemli bulunduğu için, rüzgâr erozyonunun zararı yok denecek kadar azdır. Kurak ve yarı kurak bölgeler yağışın az olması nedeniyle rüzgâr erozyonuna elverişlidir.

**Şiddetli esen rüzgârlar:** Rüzgâr hızı arttıkça erozyon etkisi artmaktadır.

**Meraların erken, aşırı ve plansız otlatılması;** Rüzgâr erozyonunun oluşmasında topraktaki bitki örtüsünün yüksekliğinin, sıklığının ve mevsimlere göre dağılımının etkisi büyüktür. Rüzgâr doğal olarak örtüsüz yüzeylerden daha fazla toprak taşımaktadır. Bitki örtüsü rüzgâr erozyonuna karşı iki yönlü yarar sağlar. Rüzgârın toprağa doğrudan temasını önleyerek hızını azaltır. Bir de organik madde artışını ve nemliliği sağlar. Mera arazileri aşırı derecede otlatıldığında ilkbahar ve yaz aylarında esen rüzgârlara karşı direnç gösterememektedirler. Özellikle kurak geçen yıllarda rüzgâr büyük zarar meydana getirmektedir.

**Toprak işleme;** Nadas-hububat ekim sisteminin uygulandığı kurak ve yarı kurak bölgelerde, toprak işleme zamanı ve toprak işlemede kullanılan aletlerin cinsi erozyon kontrolü yönünden çok önemlidir.

### **2.1.3. Erozyondan Korunma Yöntemleri**

Erozyonu önlemede amaç yağmur damlasını düştüğü yerde, toprağı oluştuğu yerde tutmaktır. Bunu için; arazi ölü veya canlı bitkilerle mümkün olduğu kadar fazla örtülü bulundurulmalıdır.

Erozyondan korunma yolları şunlardır;

- a) Araziler doğal yeteneğine (sınıfına) uygun kullanılmalıdır (orman arazisinin orman, çayır-mera arazisinin çayır-mera vb.),
- b) Orman arazileri tahrip edilmemelidir,
- c) Münavebeli ve toprak muhafazalı tarım yapılmalıdır,
- d) Çayır-meralar aşırı, düzensiz, zamansız ve erken otlatılmamalı, tarım arazisi olarak kullanılmamalıdır,
- e) İlkbahar ve sonbahar aylarının kritik dönemlerinde toprak yüzeyi bitki örtüsü ile kaplı bulundurulmalıdır,
- f) Anız örtülü tarım yapılmalı; anız bozma işlemi erken ilkbaharda, toprakta uygun tav bulunduğunda, anızı toprağa gömmeyen aletlerle ve tarlanın eğimine dik

olarak yapılmalıdır. Meyilli arazilerde araziye eğime dik olarak işlenmeli (kontur tarım) ve sıra halinde ekim (şeritvari ekim) yapılmalıdır.

g) Toprak işleme uygun aletler ile uygun zaman ve biçimde, hakim rüzgâr yönüne dik olarak yapılmalıdır. Toprak yüzünü pürüzlü kılan sürüm aletleri kullanılmamalıdır. Hasat sonrası sap, saman gibi bitki artıkları tarlada bırakılmalı, anız yakılmamalıdır. Aşırı toprak işlemeden kaçınılmalıdır.

h) Teraslama yapılmalıdır.

i) Araziye düşen suları çevirerek, zarar vermeyecek bir hızda, korunmuş su yollarından akıtılmalıdır.

j) Toprağın kümelenme derecesi ve kümelerin büyüklüğü artırılmalıdır. Rüzgâr ilk olarak 0.1-0.5 mm arasındaki zerreleri harekete geçirir. Bu nedenle zerrelerin birbirine tutunarak daha büyük çaplı kümeler meydana getirmesi erozyonu önlemede etkili olur. Organik maddece zengin topraklarda kümelenme yüksektir. Toprak işleme kümelerin ufalalanarak toprağı aşınmaya hazır hale getirdiği için olabildiğince az yapılmalıdır. Kesekli sürüm hem küme oluşumuna yardım eder hem de yüzeyi pürüzlendirir. Donma-çözülme olayı kümelerin parçalanmasına neden olur.

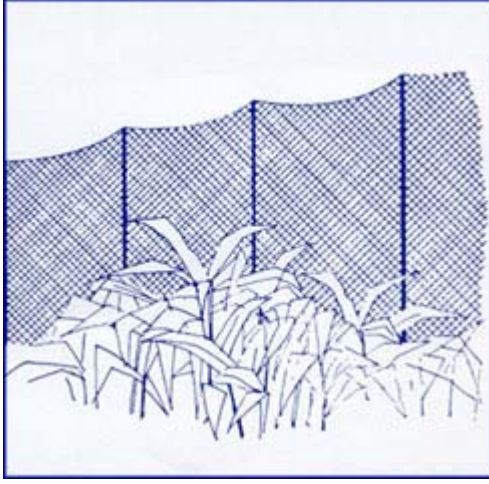
k) Sıçrayan zerreler tutulmalıdır. Bu zerreler aşınımı durdurmada çok önemlidir. Çünkü doğrudan rüzgâr etkisiyle sıçrayan 0.1-0.5 mm çaplı zerrelerin vurmasıyla diğer zerreler de harekete geçer. Sıçrama halindeki zerreler en iyi bitki örtüsüyle ve sık anızla durdurulabilir. Sıçrayan zerreler yere düşüp başka zerreleri harekete geçirmeden tutulmalıdır. Rüzgâr yönüne dik karıklar, sırtlar gibi toprak işleme şekilleri faydalı olur. Sıçramanın % 90-98 i 30 cm arasındadır. Bu yükseklikte sağlanacak engel sıçramayı büyük ölçüde kontrol altına alır.

l) Toprak yüzeyi nemli tutulmalıdır. Toprak nemi yüzey gerilimini artırır. Bu gerilim zerreleri bir arada tutar ve rüzgârın uçurmasını engeller. Toprak yüzeyi, yüzey sulama ile ölü veya canlı bitki örtüsüyle korunarak nemli tutulabilir.

m) Toprak yüzeyindeki rüzgâr hızı azaltılmalıdır. Rüzgâr yönüne dik engeller oluşturmak suretiyle (rüzgâr kıran) hız azaltılır. Bu engeller rüzgârın hızını azaltarak toprak zerrelerinin ilk hareketini önler. Bitki örtüsü en etkili engeldir. Kısa çayır otlarından kültür bitkilerine, çalılara ve ağaçlara kadar tüm bitkiler bu konuda yararlıdır. Tümsekler, sırtlar daha çok rüzgâr etkisi altındadır.

Rüzgâr erozyonundan ve rüzgârın diğer olumsuz etkilerinden tarım alanlarını ve kültür bitkilerini koruyabilmek için, bölgenin hakim rüzgârlarının esiş yönüne dik

olarak yetiştirilen ağaç ve çalılardan oluşan şeritlere rüzgâr kıran adı verilir. Rüzgâr kıran bitkileri, kışın yapraklarını dökmeyen türden olmalıdır.



Şekil 2.7. Rüzgâr kıran

Genellikle ağaç şeritlerinin genişlikleri, hakim rüzgârın hızı ve süresi ile ilgili olup, 5-15 m ile rüzgârın hızı ve süresi arttığında 50-60 m ye çıkabilmektedir. Bu şeritlerin kendi arkalarında rüzgârdan koruyabildikleri arazi parçasının derinliği ise, Günay (1982) a göre rüzgâr kıran kendi yüksekliğinin 10 katı uzaklıkta ve genişliğinin 2/3 ü kadar genişlikteki bir yeri rüzgârdan korur. (Örneğin, 6 m yüksekliğinde ve 50 m uzunluğunda bir rüzgâr kıran 60 m

uzunlukta ve tabanı 30 m den başlayarak gittikçe daralan üçgen şeklindeki bir alana etkilidir). Ancak bu koruma alanındaki etki derecesi, rüzgâr kıranlara yakın olan yerlerde daha fazla, uzaklaştıkça ise daha az olmaktadır. Diğer yandan, aynı yönde rüzgâr kıran şeritleri ne kadar çok arka arkaya gelirse, bunların kendi arkalarında koruyabildikleri alan miktarı da artar. Rüzgâr kıranlardan sağlanan yararlar şunlardır;

- 1) Toprak yüzeyinden (evaporasyon) ve bitkilerden (transpirasyon) olan su kaybı daha az olur,
- 2) Toprak neminden bitkiler daha iyi yararlanır,
- 3) Kış kuraklıklarından bitkiler daha az zarar görürler,
- 4) Rüzgârın bitkilere olan mekanik etkileri daha az olur,
- 5) Dalgalı arazilerde kar örtüsünün kalınlığı arazinin her yerinde aynı olur,
- 6) Advectif donlardan (rüzgâr donu) (Donma noktasının altındaki sıcaklık değerlerine sahip hava kütesinin bir bölge üzerine gelmesi) korur,

Rüzgâr kıranların bu olumlu etkileri yanında, rüzgâr kıran olarak yetiştirilen ağaçların toprak nemini ve bitki besin maddelerini tüketmeleri, kapladıkları ve gölgeledikleri alanlarda tarımı daraltması gibi olumsuz etkileri olmaktadır.

## 2.2. Bitki Hastalık ve Zararları İle Mücadele

### 2.2.1. Bitki Hastalıkları ve İklim

#### 2.2.1.1. Sıcaklık

Sıcaklık bitkinin yayılışına ve gelişmesine etki ettiği gibi hastalıkları da etkiler. Her bitkinin gelişmesine uygun olan bir sıcaklık vardır. Bu sıcaklığın çok üstünde veya çok altında bitki zarar görür. Sıcaklığın fazlalığı meyvelerde şekerlenme ve aromayı artırır. Sıcaklığın 40 °C yi bulduğu nokta hemen bütün bitkiler için hayati faaliyetlerin son bulunduğu noktadır. Bu nokta aşılinca bitkilerde patolojik durumlar oluşur. Aşırı sıcaklığın etkisiyle hücre ani olarak su kaybeder, plazması koagule olur, solgunluk ve ölüm meydana gelir. Bu olaya güneş çarpması denir. Bitkiler yüksek sıcaklığa dayanıklılık bakımından birbirlerinden farklıdır. Su miktarı fazla olan bitkiler veya organlar daha çok zarar görürler. Bunun yanı sıra sıcaklığın 0 °C nin altına düşmesi de zararlıdır.

Sıcaklık birçok hastalığın oluşması ve gelişmesinde etkili ve önemli koşuldur. Bazı hastalıklar düşük, bazıları ise yüksek sıcaklıklarda daha fazla etkilidir. Bölgeler arasındaki, mevsimlere göre olan sıcaklık farklılıkları da hastalıkların yayılma derecesini ve cinsini etkiler. Örneğin, elma küllemesi karasal iklimin hüküm sürdüğü kurak ve sıcak alanlarda yayılmakta iken, taş çekirdekli meyve monilyası aynı alanlarda daha sınırlı görülür. Uygun olmayan sıcaklıklar enfeksiyon ve yeni spor oluşumu arasındaki sürenin (inkubasyon) uzamasına neden olabilmektedir. Hastalık oluşumu üzerine olan bu etki, salgının meydana gelip gelmemesini de belirler. Sistemik olarak yayılan bitki virüs hastalıklarında sıcaklığın hastalığı maskeleyiği, şiddetini düşürdüğü ve belirtilerin kaybolmasına neden olduğu bilinmektedir. Bir çeşit, bir sıcaklık derecesinde bir hastalığa duyarlılık gösterirken, bir diğerine karşı dayanıklılık gösterebilir.

Toprakta sıcaklık 3-4 °C olursa buğday tohumu çimlenemez ve bu durumda sürme hastalığı meydana gelir. Patates mildiyösü serin ve nemli yerleri tercih eder, salgın (epidemi) için uygun nemde 19-22 °C sıcaklık ister.

### 2.2.1.2. Nem

Bitkiler için çok önemli bir meteorolojik faktördür. Bitkiler, tür ve çeşitlerine göre değişmekle beraber % 65-98 oranında su ihtiva ederler. Yüksek nispi nem ve yoğun sis, sakin hava ile birleşince bitkilerin hastalanma oranı yükselir. Aşırı nem ve ışık azlığı sık fideliklerde kök boğazı yanıklığı yapar. Nemin yüksek olmasından bazı bitkilerin yapraklarında ballı maddeler meydana gelir. Ballı madde salgısı (ifrazatı) soğuk geçen gecelerin ardından gelen sıcak günlerde görülür. Ballı madde salgısı fumajine (kara ballık) neden olur ve yaprağın fonksiyonunu azaltarak erken yaprak dökümüne yol açar. Fumajinin etmeni bir mantardır, bu mantar ballı madde üzerinde çoğalarak siyah bir örtü meydana getirir. Hububat hastalıklarından pas, bağ ve patates mildiyösü, meyve hastalıklarından kara leke ve daha birçok mantar enfeksiyon için yüksek nem ister. Yüksek nem, çiçek ve olgunluk sürelerini uzatır. Ürünün olgunluk devresinde hava veya toprak nemi fazla yüksek olursa çatlama meydana gelir. Yaprak sathında veya dallarda oluşan bazen yuvarlak, bazen çizgi şeklinde delinmelere yol açan hastalık da yüksek nem sonucunda meydana gelir. Nemin belirli bir oranın altında olması nedeniyle de bitkilerde solgunluk meydana gelir. Kuraklığın uzun süre devam etmesi halinde solgunluktan sonra bitkilerde kuruma meydana gelir.

### 2.2.1.3. Işık

Bitkiler için en önemli hayat faktörlerinden biriside ışıktır. Bitkiler ışık sayesinde asimilasyon yaparlar ve karbonhidrat elde ederler. Kültür bitkilerinin ışığa olan ihtiyaçları farklıdır. Bazı kültür bitkileri günde 12 saat, bazıları günde 5 saat güneşlenme ister.

Işık azlığı veya çokluğu bitki bünyesinde madensel madde oranını değiştirir. Az ışıklanma karbonhidrat miktarını azaltır. Tomurcuk teşekkülü ve meyve bağlama zayıf olur. Sık fideliklerde az ışıktan dolayı fideler yatar. Yeterli miktarda güneş görmeyen yapraklar sararır ve incilir. İleri safhalarda beyazlaşır, bu duruma etioleman denir. Etirole olmuş bitkiler hastalıklara kolaylıkla yakalanabilirler.

Işık yoğunluğu hastalığın bitkiye bulaşmasını etkiler. Bazı hastalık etmenleri 8000 lux gibi yüksek ışık yoğunluğu isterken, bazıları düşük ışık yoğunluğunda bitkiye



bulaşabilir. Işık, enfeksiyona karşı bitkinin tepkisini de etkileyebilmektedir. Gün uzunluğu 12 saati geçtiğinde arpa bitkileri pasa karşı oldukça dayanıklılık gösterirken, kısa günlerde oldukça duyarlılık gösterir. Işık bitki üzerindeki birçok hastalık etmeninde (patojen) çoğalmayı (sporulasyonu) teşvik eder, fakat bazen engelleyici etkide de bulunabilir. Bazı hastalıklar bulaştıktan (inokülasyon) sonra bir hafta süre ile 6 saat karanlığa bırakıldığında maksimum çoğunluğa oluşur. Bu süre içerisinde sürekli ışık olması durumunda çoğalma engellenir. Bulaşmadan önceki düşük ışık yoğunluğu veya gün kısalığı domates bitkilerinin solgunluğa eğilimini arttırmaktadır.

#### **2.2.1.4. Diğer faktörler**

Yukarıda anlatılan faktörlerden başka yıldırım, havadaki kimyasal maddeler ve rüzgârda bitkilere zarar verir. Yıldırım bitkiyi tepe noktasından yakar, yapraklar zarar görür. Kimyasal gazlar yaprakların damar aralarını sarartır, beyazlaştırır veya kahverengileştirir. Fabrika artıkları bitki sağlığı için zararlı maddeler ihtiva ederler. Rüzgâr ise dalları kırar ve dalların birbirine sürtünmesi sonucunda kabuklarda kurumalara yol açar. Şiddetli rüzgâr bitkilerin su tüketimini arttırır. Kuru bir rüzgâr olan sam rüzgârı dokuların suyunun uçmasına ve kurumalara yol açar. Hastalıkların yayılması bakımından da rüzgâr etkili koşullardan birisidir. Özellikle pas ve rastık hastalıklarının sporları rüzgâr sayesinde çevreye yayılır ve sağlam başakları çiçek zamanı yakalar. Yağış veya film tabakası şeklindeki yaprak nemliliği de varsa hastalığın seyri hızlanır. Keza sık ekim yapılmış tahıl tarlalarında rüzgârla birbirine sürtün başaklar hastalık alanının genişlemesine neden olur.

#### **2.2.1.5. İklim etkenlerinin işbirliği**

Yukarıda anlatılan faktörlerden yalnızca biri bir bölgede hastalığın çıkışı ve yayılabilmesi için yeterli değildir. Özellikle sıcaklık ve nem, bir bölgede herhangi bir hastalığın çıkışını, yayılma oranı ve hızını, hastalığın devam süresini etkiler. Ayrıca rüzgâr da sporların taşınmasında ve hastalığın yayılmasında büyük rol oynar. Bazı hastalık etmenlerinin bitkiye bulaşabilmesi için su damlası gerekmektedir.

Örneğin, şeker pancarı mildiyusu % 80 nem ve 19-22 °C sıcaklıkta, tütün küllemesi % 80-90 nem ve 18-24 °C sıcaklıkta, fasulye pası % 80-98 nem ve 20 °C

sıcaklıkta, elma ve armutta görülen kara leke 12-13 °C sıcaklık ve % 99-100 nemde, sert çekirdekli meyvelerde görülen yaprak delen 20 °C sıcaklık ve % 70 nemde daha iyi salgın yapar.

Sıcaklık ve nem, hastalığın inkübasyon süresini de (hastalığın başlangıcından ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü zamana kadar geçen süre, kuluçka süresi) etkiler. Örneğin buğday kara pasında kuluçka süresi yüksek ve sabit hava neminde (% 75-80), 4-5 °C de 22 gün, 10-11 °C de 15 gün, 21 °C de ise 7 gündür.

## **2.2.2. Bitki Zararlıları ve İklim**

### **2.2.2.1 Sıcaklık**

Bu iklim faktörü böceğin yayılma alanı ve gelişme süresini tayinde rol oynar. Sıcaklığın artışı gelişme süresini kısaltır veya gelişme hızlanır. Bazı böcekler oldukça düşük sıcaklıklara dayanırlar. Soğuğa dayanıklı böceklerin her bir hayat dönemine ait dayanıklılık başkadır. Bu tip böcekler genellikle kışı kuytu yerlerde ve ağaç kabuklarında geçirirler. Bazı böcekler gelişmelerini tamamlamaları için belirli bir dönemde kış soğuklarında kalmaları şarttır. Örneğin meyve ağaçlarında zarar yapan yüzük kelebeği (*Malacosoma neustria*) yumurtaları içinde embriyo gelişmesi olursa da, kış soğuşuna uğramadan tırtılların yumurtayı terk etmeleri mümkün değildir. Bazı türlerde ise soğukla karşılaşmadan embriyo gelişmesi olmaz ya da kışlama dönemi atlatılamaz.

Ilıman iklime sahip enlemlerde ilkbahar ve yaz başlarında görülen böcek faaliyetleri, kuzey enlemlere çıkıldıkça ve her 100-130 m yükseklikte 3-4 gün sonra görülür. Sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda böceklerin dış görünüşlerinde renk ve şekil değişikliği gibi geçici değişimler gözlenir. Yüzeyi karla kaplı bir alanda toprak içinde bulunan böcekler, karla kaplı olmayan bir alanda bulunan böceklere göre sıcaklık değişimlerinden daha az etkilenir.

Genel olarak böcekler için en uygun sıcaklık 26 °C dir. Çok yüksek sıcaklıklarda (38-40 °C) böceklerde geçici uyuşukluk meydana gelir. 46-50 °C arasında ise böceklerde sıcağın sürekli uyuşukluk başlar. Tırtıllar için ölüm 40 °C nin üstündeki

sıcaklıklarda başlar. Un güvesi (*Ephestia kuehniella*) tırtılları 43 °C de, darı kurdu (*Ostrinia nubilalis*) tırtılları ise 54 °C de 15 dakikada ölürlür. Dişi böcekler uygun veya az da olsa üstündeki sıcaklıklarda daha fazla yumurta koyarlar.

#### **2.2.2.2. Nem**

Tüm canlılarda olduğu gibi su, böcekler için de çok önemlidir. Böceklerin vücudunun büyük bir kısmı (erginlerde % 60, larvalarda % 90 a kadar) sudan ibarettir. Vücut suyu bu oranların altına düşerse metabolizma yavaşlar ve gelişme azalır. Az su geçiren bir deri, vücut içerisinde yerleşmiş solunum sistemi, su tutmayı sağlayan tedbirler, hareketlerin yavaşlatılması, oyuklarda veya geceleri faaliyet, nemin idaresi ve besin suyundan yararlanma gibi durumlar vücut sularını korumaktadır. Patates böceği (*Leptinoterca decemlineata*), japon böceği (*Papillo japonica*), un güvesi (*Ephestia spp*) aşağı yukarı % 70 olan vücut sularının % 60 veya daha aşağı düşmesi sonucu ölürlür.

Nem böceklerde gelişme süresi ve canlı kalma oranı gibi konuları da etkiler. Sudan çekirgesi (*Schistocerca gregaris*) 32 °C sıcaklıkta ve % 60 nemde çok iyi gelişir ve zarar yapar. Sıcaklık aynı kalmak şartıyla un güvesi (*Ephestia spp*) tırtılları % 70 nemde 33 günde, % 33 nemde 50 günde gelişmesini tamamlar. Kıрма bitler (*Tribolium confusumun*) larva döneminde nemin % 30 dan % 80 e yükselmesi sonucunda gelişme süreleri 30 günden 22 güne iner.

Gelişme süresi üzerine nemin etkisi türe bağlı olduğu gibi, hayat dönemine de bağlıdır. Nitekim baklagil tohum böceği (*Bruchus spp*) larvaları yüksek orantılı nemde daha çabuk, yumurta ve pupaları ise daha yavaş gelişir.

Nemin bir diğer etkisi de dişi/erkek oranı üzerindedir. Beyaz ağaç kelebeği (*Aporia crataegi*) tırtılları düşük orantılı nemde dişi kelebek, yüksek nemde erkek kelebek meydana getirirler.

#### **2.2.2.3. Işık**

Tüm canlılarda olduğu gibi böceklerde ışığın etkisi altındadır. Ekolojik yönden kızılötesi (infrared-infraruj), morötesi (ultraviole) ve güneşin görülen ışınları önemlidir.

Böceklerin ışığa karşı tepkileri süre ve hayat dönemine göre değişir. Bazı böcekler ışıktan kaçır (fotonegatif) ve kırmızı ışıktan rahatsız olmazlar. Fotopozitif böcekler ise mor ışığa yönelirler. Gün uzunluğu bazı böcekleri etkiler. Işığın parlaklığına tepki gösteren hayvanlar çok defa sarı renkte toplanırlar. Bu etkiler yaprak bitlerinde (*Aphis spp*) kanatlı formların ortaya çıkışı ve çoğalma şeklinde değişiklik olarak görülür. Birçok böceklerin larva ve ergin dönemleri ışığa karşı birbirinin tersi tepkiye sahiptir. Birçok sinek (*Diptera spp*) türü larvaları ışıktan kaçtığı halde, erginlerde ışığa yönelme görülür. Genel olarak toprak altında odun, meyve vb. içerisinde yaşayan böceklerde ışıktan kaçma görülür. Tırtılların pek çoğu ışığa (güneşe) yönelim (pozitif heliotropizm) gösterirler.

Böcekler ışığın belirli dalga uzunluklarına karşı tepki gösterirler. Bu durum beslenme ya da yumurtlama yönünden yararlı olmaktadır. Örneğin kelebekler sarı, kırmızı ve mavi rengi yeşilden ayırt ederler. Besin alacakları çiçekleri böylece bulabildikleri gibi, aynı kelebeklerin çoğu yumurtalarını yeşil renkli taze yapraklara koyarlar.

Işık renginin böcek gelişmesi yönünden de önemli olduğu bilinmektedir. İpek böceği (*Bombyx mori*) üçüncü dönem tırtılları değişik renklerde fanuslar altında yetiştirilmiş ve sonuç olarak karanlığın gecikmeye neden olduğu gibi, menekşe renginin ise gelişmeyi hızlandırdığı anlaşılmıştır. Çadır (*Arctia caja*) tırtılları da aynı durumu göstermiştir. Menekşe renkli ışık altında bulundurulan tırtıllar diğer ışıklardakilerin iki katı yaprak yemişler ve kelebekleri mavi ve kırmızı ışıkta yetiştirilenlerden 14 gün önce meydana gelmiştir.

Işığın böceklerin gelişme hızına etkisi incelenecek olursa, ışıhta yaşayan böcek larvalarının gelişmesinin ışık yokluğunda geciktiği gibi, karanlıkta yaşamaya alışmış olanların gelişmesinin ise ışıhta daha yavaş olduğu görülür. Işık şiddeti böcekler üzerinde salgın yapabilme (epidemiolojik) etkisinde bulunur. Örneğin elma iç kurdu (*Carpocapsa pomonella*) kelebekleri 1-1.5 m-mum ışıhta 26-27 °C sıcaklıkta yumurtlar.

#### 2.2.2.4. Rüzgâr

Rüzgârın böcek yapısına etkisi, diğer bir deyişle böcek yapısının rüzgâr ile ilgisi konusundaki çalışmalar, ada ve dağ gibi sınırlanmış ve ayrıca güçlü rüzgârlar alan yerlerde yaşayan böceklerin aşırı derecede çok, kanatsız formlara sahip olduğunu ortaya koymuştur. Rüzgâr yardımı ile diğer bazı küçük hayvanlarda olduğu gibi, böcekler de kilometrelerce uzağa taşınır. Rüzgâr kelebeklerin göçlerine büyük ölçüde yardımcı olur. Kuzey Afrika'da yaşayan füze kelebekleri (Sphingidae spp) güney rüzgârlarının yardımı ile Akdeniz'i aşarak Kuzey Almanya'ya kadar giderler. Şiddetli rüzgârlar bazı kelebeklerin ölümüne yol açarlar. Örneğin darı kurdu (*Ostrinia nubilalis*), beyaz kelebekler (*Pieris* spp) ve alaca kelebekler (*Vanessa* spp) gibi bazı kelebekler şiddetli rüzgârlar nedeniyle ölürlür. Yapılan gözlemler, bazı durumlarda sıcak rüzgârların böcek popülasyonlarının düşmesinde önemli etkilerde bulduklarını tespit etmiştir. Hava akımları, koku taşımaları yönünden de önemlidir. Bilindiği gibi kokular rüzgâr sayesinde daha uzaklardan ve daha keskin olarak alınır. Cinsel çekici kokular böceklerin çiftleşme ve sonuç olarak çoğalmalarına etkide bulunduğundan dolayı rüzgâr böceklerin çoğalmalarına dolaylı olarak etki eden önemli bir faktördür.

#### 2.2.2.5. İklim etkenlerinin işbirliği

İklim etkenlerinin sadece bir tanesi, tek birey veya popülasyon için, ancak hoşgörü sınırlarının alt veya üst ucuna yaklaşması halinde ekolojik yönden önem kazanır. Böcekler etkenlerin her birinden çok tümüne birden tepki gösterirler. İklim etkenleri arasında birçok önemli veya karşılıklı ilgi ve bağlantılar vardır.

Sıcaklık ve nem birbirine çok karışmış durumda etkide bulunan ve bu nedenle üzerinde en çok araştırma yapılan iklim faktörleridir. Böcekler değişik sıcaklık ve nem değerlerine sahip özel bölmelerde yetiştirilecek olursa, her bir bölmeye konulmuş olan belirli sayıdaki yumurta, larva veya pupadan bir kısmının gelişmesini tamamlayamadığı görülmektedir. Örnek olarak elma iç kurdu (*Carpocapsa pomonella*) pupalarında düşük orantılı nemde sıcaklığa olan hoş görülük azalmaktadır. 15 °C sıcaklıkta nem % 40 ın altına düşerse ölüm oranı % 100 dür. Buna karşı 30 °C de ölüm ancak % 15 nemde ortaya çıkar. Bu pupalar için en uygun yaşama şartları 22-28 °C sıcaklık ve % 60-90

nemdir. Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) için ise 16-32 °C sıcaklık % 75-85 nem idealdir.

Sıcaklık ve nem değerleri gelişme süresini de etkiler. Örneğin pamuk hortumlu böceği (*Anthamonus grandis*) % 55-65 nem ve 27-32 °C sıcaklıkta 11 günde, % 40-85 nem ve 17-37 °C sınırında ise 21 günde gelişmesini tamamlar.

Sıcaklık ve nemin birlikte etkisiyle dişi böceklerin yumurtlama veya genel bir deyimle çoğalma güçlerinde de değişimler olur. Örneğin kabuklu bit (*Aonidiella auranti*) 24-27 °C sıcaklık ve % 70-75 nem, sudan çekirgesi (*Schistocerca gregaria*) 25-30 °C sıcaklık ve % 55-70 nem, salkım güvesi (*Lobesia botrana*) 25-30 °C sıcaklık ve % 40-70 nemde yumurta bırakır. Böceklerin rengi de nem veya nem ile sıcaklık tarafından etki altında bırakılır. Nemli ve soğuk yerlerde boya maddeleri çoğalır ve böcek renkleri koyulaşır. Sıcak ve kurak yerlerde ise böceklerin sahip oldukları boya maddesi azalır ve böceklerin renkleri açılır.

### 2.3. Don Olayı



Şekil 2.8. Bitki yüzeyinde don olay

devresinde zaman zaman ortaya çıkan don olaylarının büyük önemi vardır. Her bitkinin don olayından gördüğü zarar, çeşidine ve gelişme durumuna bağlı olarak değişir. -15 °C den sonra ağaçların gövdesinde ve kabuklarında çatlamlar oluşmaya başlar. Zeytin ağaçları -10 °C de en fazla 1-2 saat sonra ölür. Don olayından en çok erken uyanan meyve ağaçları, muz ve narenciye bahçeleri, sebze fideleri ve seralarda yetiştirilen süs bitkileri ile turfanda sebzeler zarar görür.

Bilindiği gibi ziraat meteorolojinin en önemli görevlerinden bir tanesi de, kültür bitkilerinin değişik devrelerinde zararlı iklim şartlarından korunmasına yardımcı olmaktadır. Meteorolojik faktörlerin etkisiyle meydana gelen zararlar arasında kültür bitkilerinin gelişme

### 2.3.1. Don Olayının Tanımı

Don olayının değişik tanımları vardır. Geniş anlamda don olayı, hava sıcaklığının 0 °C nin (siper seviyesinde) altına düşmesiyle meydana gelen meteorolojik olay olarak tanımlanabilir.



Şekil 2.9. Bitki yüzeyinde kırağı

**Kırağı Donu;** Radyasyon yoluyla soğumuş yüzeyler üzerinde biriken pul, iğde, tüy veya yelpaze şekillerindeki ince buz kristalleridir. Buz kristalleri, soğumuş yüzeylerde biriken ve sonra donan çiğ damlalarının ve kısmen de 0 °C nin altındaki sıcaklıkta direk olarak su buharının buz haline gelmesi ile teşekkül eder.

**Şeffaf Don;** (kara buz = vergla) Hava sıcaklığı 0 °C nin altına düştüğü zaman, sıcaklığı donma noktasının altındaki yüzeylere yağmur, çisenti veya sulu sepken yağması halinde teşekkül eden, ince genellikle düz ve şeffaf buz tabakasıdır.

Sıcak ve nemli bir hava akımını şiddetli bir don takip ettiği zaman, donma noktası altındaki sıcaklıklarda suyun herhangi bir yüzey üzerinde yoğunlaşması ve donması ile de teşekkül eder. Yollar üzerinde teşekkül ettiği zaman buna halk dilinde kara buz da denir.

### 2.3.2. Don Olayının Sınıflandırılması

Don olayı meydana geliş zamanına ve oluş şekillerine göre sınıflandırılır. Ayrıca bitkilere verdiği zarar ile sıcaklık ve rüzgâr hızına göre de sınıflandırılabilir.

### 2.3.2.1. Meydana geliş zamanına göre

**Sonbahar erken donları;** Eylül, ekim ve kasım aylarında meydana gelir. Sonbahar ve kış aylarında görülen don olaylarının zararı sınırlıdır. Yaz mevsimi sonunda hasadı geciken sebze, meyve ve yazlık tarla ürünleri sonbaharın ilk aylarında meydana gelen don olaylarından etkilenir. Yeterinden fazla azotlu gübre verilen bitkilerin gelişme süresi uzadığı için sonbahar don olayından çoğu kez bu bitkiler zarar görmektedir. Kış mevsimine girildiğinde bitkiler genellikle uykuda olduklarından don olayından pek fazla zarar görmezler. Kışlık ekinler ise düşük sıcaklığa karşı dayanıklıdır.

**İlkbahar geç donları;** Tarım alanında en tehlikeli olan ve en fazla zarar yapan don olayı ilkbaharın son aylarında meydana gelen geç donlardır. Bu dönem, tüm bitkiler için çimlenme, tomurcuklanma ve çiçeklenme mevsimidir. Isınmaya başlayan hava durumuna aldanan bitkilerin çoğu şubat, mart ve nisan aylarında hemen uyanmaya başlar. Bu günlerde yaşanan bir gecelik don olayı çiçek, sürgün ve yaprakları kurutur, mantar hastalıklarının kolayca salgın yapmasına neden olur. Yurdumuzda genel olarak Doğu Anadolu'da Haziran, Ege ve Marmara Bölgelerinde Nisan, Akdeniz sahillerinde ise Şubat ayı sonlarına kadar don olayı görülmektedir. Tarımla ilgilenen kişiler kendi yöresinin ilkbahar geç don tarihlerini bilmeli ve buna göre gerekli önlemleri zamanında almalıdır.

### 2.3.2.2. Sıcaklık ve rüzgâr hızına göre

**Radyasyon donları;** Sakin ve açık geçen gecelerde radyasyon nedeniyle yerin ısı kaybı artar. Gökyüzü açık veya az bulutlu olduğunda toprağın sıcaklığı azalır ve buna bağlı olarak toprakla temas halindeki havanın sıcaklığı da azalır. Eğer, soğuma oldukça yüzeyde olursa soğuk hava tabakası, gece ilerledikçe daha yükselerek siper yüksekliğindeki sıcaklık, donma noktasının altına düşer ve radyasyon donu meydana gelir. Radyasyon donu toprak yüzeyinden itibaren başlar.

Çukur olan yerler don olayı için uygun bir ortamdır. Yamaçlarda soğuyan hava, ağırlaşarak adeta su gibi çukur olan yerlere doğru akar ve burada birikir.



**Rüzgâr donları;** Donma derecesine yakın hava akımının bölgeyi kapladığı sinoptik durumlarda olur. Rüzgâr donunun başlıca özelliklerinden biri hava sıcaklığının genel olarak sabit kalmasıdır. Rüzgâr donunda hava kütleleri çok büyük alanları etkileyebilir ve çok uzak mesafelerden gelebilir.

<b>Donun Cinsi</b>	<b>Rüzgâr hızı &lt; 10 knot</b>	<b>Rüzgâr hızı &gt; 10 knot</b>
Hafif	0.0 °C den -3.5 °C ye	0.0 °C den -0.4 °C
Orta	-3.6 °C den -6.4 °C ye	-0.5 °C den -2.4 °C
Şiddetli	-6.5 °C den -11.5 °C ye	-2.5 °C den -5.5 °C
Çok Şiddetli	-11.6 °C den daha düşük	-5.6 °C den daha düşük

### **2.3.2.3. Bitkilerin gördüğü zarar durumuna göre**

<b>Donun Cinsi</b>	<b>Sıcaklık Limiti</b>	<b>Çeşitli bitkilerde yaptığı zarar derecesi</b>
Hafif	0.0 °C den -2.2 °C ye	Genelde bitkiler fazla zarar görmez. Deniz seviyesine göre fazla yüksek olmayan yerlerde bitkiler zarar görebilir.
Orta	-2.2 °C den -4.4 °C ye	Genelde bitkiler zarar görür. Meyve ağaçlarında tomurcuk ve çiçeklenmede ve hassas bitkilerde özellikle taban arazilerde görülür.
Kuvvetli	-4.4 °C den daha düşük	Bütün bitkiler şiddetli zarar görür.

### **2.3.3. Don Olayını Etkileyen Faktörler**

**a) Bulut;** Bulutsuz ve sakin geçen gecelerde sıcaklık düşüşü fazla olur, don olayı meydana gelebilir. Bulut ise toprak ve bitki tarafından verilmiş olan radyasyonu tutar ve önemli bir kısmını toprağa geri gönderir. Bu nedenle bulutlu geçen gecelerde don olayı çok fazla görülmez.

**b) Nem;** Havadaki nem oranı da don olayı için belirleyici bir faktördür. Nispi nemin fazla olması toprak sıcaklığının radyasyon yoluyla kaybını önler ve don tehlikesini azaltır.

c) **Rüzgâr;** Bulutsuz geçen gecelerde sakin hava don tehlikesini arttırabilir. Rüzgârlı hava, toprakla temas halinde bulunan soğuk havanın daha üstteki sıcak hava ile karışıp yer değiştirmesine neden olur ve bu durumda don tehlikesi azalır.

d) **Toprağın durumu;** Fazla nemli topraklar gece donlarından daha az etkilenirler. Çünkü toprakta bulunan su, sıcaklık kaybını önler ve gündüzleri ısınan toprak geceleri daha az soğur.

e) **Bitki örtüsü;** Bitki örtüsü ile kaplı topraklar bitki örtüsü olmayan topraklara göre daha çok don olayından etkilenirler. Çünkü toprakla bitki örtüsünün üst seviyesi arasındaki hava, sıcaklık için az geçirgen olduğundan, topraktan gelen daha sıcak hava bitkinin en üst seviyesine kadar ulaşamayacağı için gece donlarına neden olan sıcaklık kayıpları önlenemez.

f) **Arazinin durumu;** Dağın veya tepenin değişik yönlerinde sıcaklık bakımından fark vardır. Günlük güneşlenme ve ısınma doğu yönünde, batı yönüne göre daha azdır. Gündüzleri toprağın en fazla ısındığı yönler güney ve batı, en az ısındığı yönler kuzey ve doğudur. Gündüz güneşlenmenin fazla olduğu güney ve batı yönlerde geceleri soğuma az olur.

g) **Su kütleleri;** Deniz, göl ve nehir gibi su kütleleri civarında gündüz ile gece arasında sıcaklık farkı karalara göre azdır. Su kütlelerinde güneş ışınları toprağa nazaran daha çok derinlere nüfuz eder ve daha fazla enerji depo edilir. Gündüz depo edilen bu enerji gece sıcaklık olarak yayılır ve su kütleleri civarındaki hava toprakla temas eder ve diğer yerlere göre hava daha ılıman olur.

#### 2.3.4. Don Tahmin Metotları

Don olaylarının önceden tahmin edilmesi çok önemli ve gereklidir. Özellikle ilkbahar geç donları meyve yetiştiriciliği için çok tehlikelidir. Don olayının önceden tahmin edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması ülke ekonomisine büyük katkılar sağlar. Don tahmini yapmak ve ilgililere duyurmak Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün görevlerindedir. Fakat don olaylarının tahmini küçük alanlarda zor olmaktadır. Bu nedenle istasyonlarda görevli Meteoroloji memurlarının yanı sıra yörenin üreticileri de Meteorolojiden gerekli bilgileri alarak don tahmini yapabilmelidir.

Mahallî don tahmini, Pagoskop cetveli (Grafik metodu) ve havanın gözlenmesiyle yapılan don tahmini olmak üzere başlıca üç çeşit don tahmin metodu vardır.

#### 2.3.4.1. Mahallî don tahmini

Bu metotla don tahmini yapabilmek için minimum ve toprak üstü minimum sıcaklıkları, kuru ve ıslak termometre değerleri, işba sıcaklığı, rüzgâr hızı, bulutluluk ve son yağıştan itibaren geçen gün sayısına gerek vardır. Bulutluluk yazılırken genel kapalılık 0-8 üzerinden değil, 0-4 olarak hesaplanır. Yani gökyüzü 8/8 kapalıysa 4, 7/8 kapalıysa 3, 5/8 veya 4/8 kapalıysa 2 olarak yazılır. Rasat saatinde yağış mevcut ise  $R = 0$ , yağış rasat saatinden 12 saat önce meydana gelmişse  $R = 0.5$ , 24 saat önce meydana gelmişse  $R = 1$ , 3 gün önce meydana gelmişse  $R = 3$  olarak kaydedilir. Bu metot Mart, Nisan ve Mayıs aylarında uygulanır ve değerler akşam güneş batmadan 15 dakika önce alınır.

Bu metot ta ölçümler şöyle gösterilir.

Rüzgâr Hızı	(W) = m/sn
Kuru Termometre Sıcaklığı	(T) = °C
Bulutluluk	(C) = 0-4 olarak değerlendirilir.
İşba sıcaklığı	(D) = °C
Yağışsız gecen gün sayısı	(R) = Rasat cetvellerinden çıkar.

Elde edilen bu değerler  $T + W + C - R$  şeklinde formüle elde edilir ve y (ordinat ekseni) işba sıcaklık değeri (D) de x (apsis eksenine) işaretlenerek çizilen dik doğruların kesiştikleri nokta birinci bölge içerisinde kalıyorsa "don olayı muhakkak" ikinci bölgeye giriyorsa "don olayı muhtemel" ve üçüncü bölgeye düştüğü takdirde "don olayı beklenmemektedir." şeklinde bir değerlendirme yapılabilir.

Bahsedilen bu bölgeler bir yıl evvel oluşturulan grafikte gerçekleşen don çeşidinin dağılımına göre, yoğunluklarına bakılarak tespit edilir. Oluşturulan grafik ertesi yıl için baz olarak kullanılırken, daha sonraki yıl kullanılmak üzere yeni grafik oluşturulur.

Bu konuda aşağıdaki örnekler verilebilir.

a) Rüzgâr hızı (W) = 5 m/sn, Kuru termometre sıcaklığı (T) = 6.2 °C, Bulutluluk (C) = 0.5 (1/8), İşba sıcaklığı (D) = -1 °C, Yağışsız gecen gün sayısı (R) = 1

Bu değerleri formüle uyarlırsak  $W + T + C - R = 5 + 6.2 + 0.5 - 1 = 10.7$  değeri bulunur ve bu değer dikey eksen üzerinde bulunup işaretlenir. Aynı gün ölçölüp bulunan işba sıcaklığı -1 °C de yatay eksene işlenir. Bu iki noktanın kesiştiğı nokta birinci bölgeye düştüğü için gece don olayının meydana geleceğine karar verilir.

b) Rüzgâr hızı (W) = 1.5 m/sn, Kuru termometre sıcaklığı (T) = 12.8 °C, Bulutluluk (C) = 3.5 (7/8), Yağışsız geçen gün sayısı (R) = 0.5, İşba sıcaklığı (D) = 5 °C

$W + T + C - R = 1.5 + 12.8 + 3.5 - 0.5 = 17.3$  değeri dikey eksene, işba sıcaklığı (5 °C) yatay eksene işaretlendiğı zaman iki noktanın kesiştiğı yer grafikte ikinci bölgeye yani "don olayı muhtemel" girmektedir.

c) Rüzgâr hızı W = 2.5 m/sn, Kuru termometre sıcaklığı (T) = 20.8 °C, Bulutluluk (C) = 1 (2/8), İşba sıcaklığı (D) = 10 °C, Yağışsız geçen gün sayısı (R) = 1

$W + T + C - R = 2.5 + 20.8 + 1 - 1 = 23.3$  değeri dikey eksene, işba sıcaklığı (10 °C) yatay eksene işaretlendiğı zaman iki noktanın kesiştiğı yer grafikte üçüncü bölgeye girdiğı için don olayı beklenmemektedir.

#### 2.3.4.2. Pagoskop cetveli (Grafik metodu)

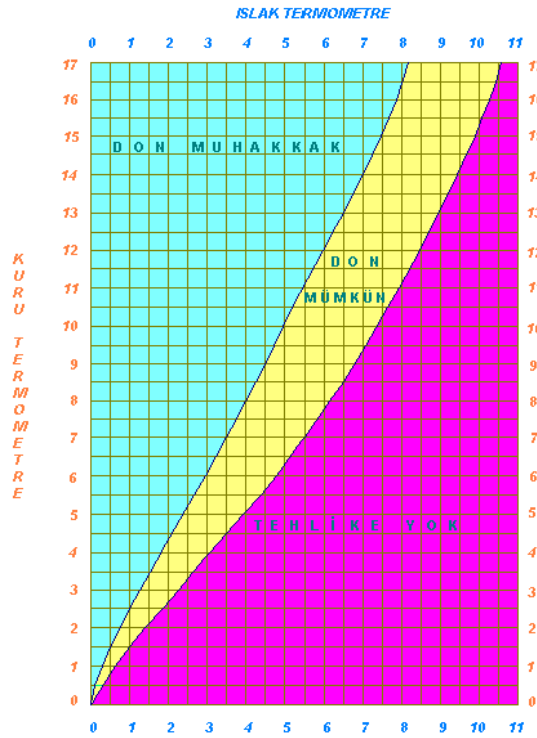
Bu metotla akşam gün batımından 30 dakika önce toprak üzerinde 60 cm yüksekliğe yerleştirilen bir termometre seti (psikrometre) ve bir pagoskop cetveli yardımıyla don tahmini yapılır. Termometre setinde iki adet termometre ve aspiratör çalıştırılır, gün batımından 15 dakika önce değerler okunur, pagoskop cetvelinde kesiştirilir ve kesişme noktasının düştüğü bölgeye göre tahmini yapılır. Pagoskop cetvelinde düşey eksen kuru termometre, yatay eksen ıslak termometre değerlerini göstermektedir. İki noktanın kesiştiğı yer A bölgesinde ise "don muhakkak" B

bölgesinde ise "don muhtemel" C Bölgesinde ise "don tehlikesi yok" denir. Bu konuda örnekler aşağıda verilmiştir.

a) Kuru termometre sıcaklığı = 9 °C, Islak termometre sıcaklığı = 4 °C. Bu değerler pagoskop cetvelinde işaretlendiğinde kesiştikleri nokta A bölgesine girmektedir, yani “don muhakkak”tır.

b) Kuru termometre sıcaklığı = 11.2 °C, Islak termometre sıcaklığı = 6.5 °C. Bu iki değerinin pagoskop cetvelinde kesiştikleri nokta B bölgesine yani "don muhtemel" girmektedir.

c) Kuru termometre sıcaklığı = 12 °C, Islak termometre sıcaklığı = 8.5 °C. Bu iki değerinin pagoskop cetvelinde kesiştikleri nokta C bölgesine yani "don tehlikesi yok" bölgesine girmektedir.



Şekil 2.10. Pagoskop Cetveli

### 2.3.4.3. Havanın gözlenmesi ile yapılan don tahmini

İyi ve dikkatli bir gözlemci hiç bir alet kullanmadan da don tahmini yapabilir. Bu tahmini yapabilmek için şu gözlemlere dikkat edilir.

Gündüz hava ılık ve gökyüzü bulutlarla kaplı ise o gece don olayı beklenmez.  
Hava nemli iken ve toprakta belirgin bir ıslaklık varsa don olayı beklenmez.  
Rüzgâr kuvvetli esiyor ve yönü kuzey değilse don olayı beklenmez.

### **Don olayı beklenen durumlar ise şunlardır;**

Gökyüzü akşam saatlerinden itibaren açık ve parlak ise,  
Karanlık başladığında yıldızlar ve ay net olarak görülüyorsa,  
Hava kuru ise,  
Rüzgâr yok veya kuzey yönden çok hafif esiyorsa,  
Hava basıncı yükseliyor veya yüksek bir değerde düşmeden kalıyorsa.

Bu gözlemler don olayı için kritik olan zamanlarda yapıp değerlendirilmelidir.  
Zira, havanın böyle özellikleri göstermesi her zaman don olayı için yeterli değildir.

### **2.3.5. Don Olayından Korunma Yöntemleri**

Tarım ürünlerini don olayından korumak için çok çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Her yörenin iklim durumu, yapılan tarımın şekli, yetiştirilen bitkinin özelliği ile ilgili tarım işletmesinin imkânları göz önüne alınarak, bu yöntemlerden en uygun, en pratik ve en ucuz olanı seçilmelidir. Tek bir yöntemle önlem alınabileceği gibi, gereken durumlarda bir kaç yöntem birlikte uygulanarak don olayının zarar yapması önlenabilir. Önemli olan konu, doğru ve en etken olan yöntemin seçilmesi ve doğru şekilde uygulanmasıdır. Genel olarak bu konuda iki yöntem kullanılır;

#### **2.3.5.1. Pasif yöntemler**

**a) Yer seçimi;** Don riski taşıyan bölgelerde mümkün oldukça ziraî faaliyetler yapılmamalıdır. Eğer tarım yapılması düşünülen bölge don tehlikesine maruz ise, farklı mevsimlerde don hadisesinin görülme ihtimali, muhtemel şiddeti ve havadaki dağılımı araştırılmalıdır.

Bu konu ile ilgili olarak, dikkatler çok iyi bilinen don boşlukları veya don çukurlarına yöneltilmelidir. Don boşlukları herhangi bir yükseklik seviyesinde meydana gelebilir ve genellikle doğal veya yapay olarak oluşmuş şiddetli rüzgârlardan korunan ve içinde soğuk hava hareketi olmayan, küçük vadiler (oluklar) veya alçak basınç merkezleridir. Bu don bölgeleri özellikle don zararlarına açıktır ve bu bölgelerde ziraî faaliyet yapılmamalıdır.

Bir eğim veya nehir kenarı boyunca yer alan ağaçlar, çalılar ve engebeli mera soğuk hava akışına engel olabilir ve don olukları meydana getirebilirler. Genel olarak aşağı yönde akış hızı 2 m/sn değerini geçmez, ancak engebeli arazilerde soğuk hava engelleri olarak oluşabilen hava karışımları ve dalgalanmaları kırılır veya üzerinden aşılır ve hava bir nabız atışı karakterinde eğim aşağı hareket eder.

Alçak bölgelere doğru akan soğuk havanın doğal ve yapay engellerle önü kesilmelidir. Eğer bu tip engeller yoksa, don çukurları olarak tanımlanan düşük rakımlı bölgelerde, soğuk havanın çökmesiyle don hadisesi görülür ve hava olaylarına bağlı olarak birkaç gün sürebilir. Doğal engeller ağaç sıraları, çalılar, bodur ağaçlar, asma bitkileridir. Yapay engeller ise, binalar, duvarlar, tahta perdeler, yoğun çalılar, demiryolu ve otoyol duvarlarıdır. Soğuk hava, eğim yönünde aşağı doğru akarken engeller tarafından tutulur ve yönü değiştirilerek bitkilerden uzaklaştırılır. Köşeli ve eğimli doğal bir engel soğuk havanın yönünü değiştirir ve bu şekilde hassas bitkiler korunur. Sık ağaçlar ve çalılar tarafından tutulan soğuk hava akımını uzaklaştırmak için uygun doğal ortam yoksa, ağaç ve çalılar arasında eğime uygun küçük boşluklar bırakılarak soğuk havanın uzaklaştırılması gerekir.

Yakın çevredeki geniş su yüzeylerinde don riski daha düşüktür ve kuzey yarımküre için güneye bakan eğimlerde dikilen çit bitkileri, kuzeye bakan eğimlerdeki çit bitkilerine göre don zararına daha az maruz kalır. Güney yarımkürede bu durumun tersi söz konusudur. Genel olarak bölgelerin iklim özelliklerine göre ürün çeşitleri ve yurdumuza uygulaması aşağıda verilmiştir:

Bölgelerin özellikleri ve yetiştirilmesi uygun olan ürünler

İlkbaharda hemen hemen don olayı görülmeyen bölgeler (Akdeniz kıyıları); Turunçgiller;

Seyrek olarak don olayı görülen bölgeler (Doğu Karadeniz kıyıları); Bölgenin yüksek kesimlerinde turunçgiller ve sert çekirdekli meyveler, bölgenin alçak kesimlerinde don olayına hassas çeşitler;

Don olayının orta sıklıkta görüldüğü bölgeler (Ege ve Marmara kıyıları); Bağ;

Dona açık bölgeler (Ege, Marmara, Karadeniz, Akdeniz iç kesimleri); Don olayına daha dirençli bağ, armut ve elma çeşitleri;

Don etkisi altında olan bölgeler (İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu); Don olayına en dayanıklı bağ, armut ve elma çeşitleri.

Ziraî üretim için don zararlarına karşı koruma yöntemlerinin hiçbirisi güvenli dönemin uzunluğundan daha önemli olamaz. Bitki yetişme döneminin ortalama uzunluğu, ilkbahar geç donlarının en son tarihi ile sonbahar erken donlarının ilk tarihi arasındaki zaman olarak açıklanabilir.

Bitki yetişme döneminin uzunluğu ile ilgili bilgiler, don tehlikesine açık bölgeler için uygun ürün, tür ve çeşitlerinin seçiminde ziraat ile uğraşanlara önemli ölçüde yardımcı olacaktır. Bu verilerden belirli ürünler için ortalama güvenli dikim tarihleri elde edilebilir.

Don tehlikesine hassas bölgelerin haritalanması için literatürde bir çok yöntem açıklanmıştır. Bunlardan bazıları topoğrafik ve klimatolojik haritaların esas alındığı masa çalışmalarıdır. Diğer kısmı ise detaylı alet ölçümlerine dayanan ve farklı arazi ölçümleri tarafından desteklenen çalışmalardır. Alet ölçümlerine dayanan yöntem en yaygın olanıdır ve farklı yaklaşımların geniş oranda uygulandığı yöntemdir. Aletlerin tipleri ve kullanışlılığı, gözlemlerin yoğunluğu ve gözlem süresinin uzunluğu (genellikle bir çok don dönemi) gibi faktörler yöntemin yararlı olmasında önemli etkenlerdir.



**b) Bitki idaresi;** Bitkilere uygulanacak farklı işlemler, bitkilerin don olayına karşı direncini arttırabilir ve en az zararla kurtulmasını sağlayabilir. Bu işlemlerin uygulanabilir ve ekonomik olması önemlidir. Bu işlemlerden bazıları aşağıda belirtilmiştir;

En fazla hava akımına imkân verecek bitki dikimi,  
Önerilen tarihlerden önce bitki dikimi yapılmaması,  
İyi toprak verimliliği ve uygun su kaynaklarının yararlı etkilerini sürdürmek,  
Don olayına karşı dayanıklılığı arttırmak için kimyasallar ve bitki hormonları kullanmak.

**c) Bitki seçimi ve üretimi;** Aynı tarihte çiçeklenen belirli meyvelerin çeşitleri, dayanıklılık konusunda belirgin farklılıklar gösterir. Bundan dolayı hassas olanların çıkartılması ve dirençli olanların üretilmesi don riskini azaltacaktır. Daha geç çiçeklenen elma çeşitleri, sert kışlık buğday, yulaf çeşitleri ve dona daha dayanıklı çilek çeşitlerine don olayına hassas bölgelerde her zaman ihtiyaç duyulur. Yapılacak çalışmalarda başarı, hassaslık veya dayanıklılık ile ilgili nedenlerin açıklanmasında sağlanacak gelişmelere bağlıdır. En uygun bitki seçimi ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir;

a) Don meydana gelen bölgelerde ve şiddetli iklimlerde uzun boylu gelişen bitki türleri seçilerek hassas çiçekler ve meyveler yer seviyesindeki soğuk havadan uzaklaştırılarak korunur.

b) Vadi tabanlarında, dar havzalarda ve çukur bölgelerde dona hassas bitkilerin yetiştirilmesinden kaçınılmalıdır. Dağlık bölgelerde ve tepelerde güneye bakan daha sıcak eğimler; bağ, meyve ve erkenci patates için en uygun yetiştirme alanlarıdır.

c) Göl, rezervuar ve nehir gibi geniş su kütlelerine yakın bölgelerde don riski daima azdır.

d) Ağaçlık alanlar soğuk havayı saptırarak eğim aşağı uzaklaştırırlar. Bu nedenle ağaçlık alanların korunması önemlidir.

e) Dona hassas bitkilerin yetiştirildiği arazilerde toprak işlemlerinden kaçınılmalıdır.

f) Don riski olan bölgelerde, dona hassas bitkilerin özellikle yonca arazileri, çayır, tahıl, çalılık ve fidanlık yakınlarında yetiştirilmesinden kaçınılmalıdır.

g) Don olayına hassas bitkilerin yetiştirildiği yerlerde, don tehlikesi başlamadan önce yabancı otlar temizlenmeli, ancak başka hiçbir kültürel işlem yapılmamalıdır.

### 2.3.5.2. Aktif yöntemler

**a) Atmosfere giden radyasyonun durdurulması (suni sis);** Havaya su buharı püskürtülerek yapay bulut oluşumu (sis) ile atmosfere giden radyasyon engellenebilir. Duman perdesi veya dumandan oluşturulan yapay bulutlar radyasyon kayıplarını önleme çalışmalarında kullanılmıştır, fakat bu yöntemlerin etkinliği hakkında uygulanan duman perdesinin görünen yoğunluğu ile karar vermek imkânsızdır. Duman perdesinde oluşturulan parçacıklar yerden uzaya giden uzun dalga radyasyonu yakalayabilmelidir. Bulut içerisindeki su damlacıkları, yapay olarak oluşturulan duman perdesindeki çok küçük parçacıklardan daha etkili olduğu belirlenmiştir.

**b) Isı yalıtımı;** Ürünleri dumanla kaplamak için toksik olmayan protein köpükleri kullanılır. Bu yöntem mekanize olması nedeniyle bazı avantajlara sahiptir, köpük bitkiler üzerinde uzun süre kalabilir ve daha sonra beklenen don olayları için koruyucu olur.

**c) Havanın karıştırılması;** Tipik radyasyonlu geceler boyunca, yer ile temas halinde olan hava soğur ve yüzeye yakın seviyelerde soğuk bir hava tabakası oluşur. Yerden 150 m yükseklikteki bir hava tabakasındaki sıcaklık, yer seviyesindeki sıcaklıktan fark edilecek derecede daha sıcaktır. Sıcaklığın yükseklikle arttığı bu gibi özel durumlar sıcaklık terselmesi (enverziyon) olarak adlandırılır. Normal günlerde yükseklik ile sıcaklık azalır. Don zararı soğuk hava tabakası ile ilgilidir, fakat üst seviyelerdeki daha sıcak hava ile aşağıdaki daha soğuk havanın karıştırılmasıyla don zararını en aza indirilebilir. Yere yakın seviyedeki soğuk hava ile üst seviyelerdeki daha sıcak havanın karıştırılması sonucu enverziyon bozulur ve yere yakın soğuk hava tabakasının sıcaklığı birkaç derece artırılır. Bu durum rüzgâr makineleri, fanlar ve hatta helikopterler kullanılarak yapılabilir.



Şekil 2.11. Havanın karıştırılması

Rüzgâr makineleri ile don mücadelesinde başarıya ulaşmak için don beklenen gecelerde öncelikle enverziyonun şiddeti belirlenmeli ve daha sonra rüzgâr makineleri kullanılmalıdır. Zayıf enverziyon şartları altında, rüzgâr makinelerinin kullanımı sınırlandırılır. Şiddetli enverziyonların meydana geldiği bölgelerde don ile mücadele maliyetleri, korunan ürünün ekonomik değeri dikkate alınarak belirlenmelidir.

**d) Direk hava ve bitki ısıtması;** Radyasyon yoluyla yeryüzünden atmosfere giden ısı kaybının giderilmesi için en yaygın ve en kolay yöntem uygun ısıtma ekipmanları kullanmak veya küçük ateşler yakmaktır. Bu yöntemle arazilerde veya meyve bahçelerindeki sıcaklıklar belirli ürünler için kritik sıcaklık değerlerinin üzerinde tutulabilir. Dünyanın bir çok bölgesinde ısıtma yöntemi yaprağını dökmeyen Akdeniz meyveleri ve yaprağını döken diğer meyve ağaçlarının bulunduğu alanlarda düzenli ve iyi organize edilmiş olarak uygulanmaktadır.



Şekil 2.12. Direk hava ve bitki ısıtması

Bu yöntemde odun, kömür veya mangal kömürü kullanılabildiği gibi, dizel yağlar da çeşitli tip ve büyüklüklerdeki uygun ekipmanlar yardımıyla yaygın olarak kullanılırlar. Bu yöntemle ilgili olarak ısıtıcı modellerinin geliştirilmesi, bitkilere toksik etkisi nedeniyle dumanın yok edilmesi, alet içinde oluşan isin ve kullanılan yakıtın azaltılması çalışmaları önemini korumaktadır.

Isıtıcılar bütün araziye etkili olacak şekilde dağıtılmalı (75-200 adet/ha), fakat arazinin daha soğuk kesimlerinde ısıtmanın iyi yapılabilmesi için rüzgârın geliş yönüne daha fazla ısıtıcı konulması uygun olacaktır. Bitki için gerekli olan hava sıcaklığının artmasıdır, fakat aynı zamanda ısıtıcılarla yayılan ısınmada önemi büyüktür. Yağ ve gaz ısıtıcıları havayı konveksiyon (ısınarak yükselme) yoluyla ısıtırlar, fakat ısıtıcının tipine bağlı olarak ekipmanların sıcak yüzeyleri tarafından meyve bahçelerine yayılan ısı, toplam ısının % 10-30 unu oluşturmaktadır.

Çok sayıda yakılan küçük ateşler, az sayıdaki büyük ateşlere göre havayı ısıtmada daha etkilidir. Büyük ateşler, etrafa yayılmadan hızlıca yükselip enverziyon tavanını delerek soğuk ve sıcak havanın iyi bir şekilde karışması için gerekli sirkülasyonu engelleyecek sütunların oluşmasına neden olabilir. Büyük ateşler sadece enverziyonun tavan tabakasına zarar vermez, aynı zamanda hızlıca soğuk havanın içine çekilerek zararı faydasından fazla olur. Eğer bir bölgede bir mevsim boyunca 2-3 defadan fazla don olayı görülmezse ısıtma yöntemi uygun ve ekonomiktir. Daha fazla don görülen bölgelerde ısıtma ekonomik değildir.

Seralarda elektrikle ısıtma ve araziye uygun kalorifer sistemi ile ısıtma bazı ülkelerde kullanılan pahalı yöntemlerdir. Ancak bu yöntemlerde korunacak ürünün ekonomik değeri esas alınmaktadır.

**e) Su uygulaması;** Don olayını önlemede bir yöntem olan üstten sulama veya yağmurlamanın belirgin bir yararı vardır ve dikkate değer bir öneme sahiptir. Bu uygulama geniş bir su kaynağı, uygun sulama ekipmanları ve iyi bir toprak drenajı ister. Bu yöntem sadece üzerindeki buz yükünü taşıyabilecek bitkilerde uygulanabilir.



Şekil 2.13. Su uygulaması

Yağmurlama yönteminde, bitki su soğuduğu ve donduğu zaman, radyasyonla kaybolan ısıyı kazandırmak için eritme ısını ortama verir. 1 gr veya 1 cm<sup>3</sup> suyun 1 °C soğuması için 1 kalori ısı açığa çıkar, fakat bitki için daha önemli olan durum 1 gr suyun donması için 80 kalorinin açığa çıkmasıdır. Eğer yaprak veya tomurcuk ince bir su

tabakasıyla kaplanırsa, suyun donmasıyla ısı açığa çıkar ve bitki sıcaklığının 0 °C nin altına düşmesi engellenir. Bu su tabakasının olabildiğince sürekliliği sağlanmalıdır, bu sayede bitki üzerinde buz tabakaları oluşmasına ve ortam sıcaklığı donma noktasının altına düşmesine rağmen bitki sıcaklığı donma noktasının altına düşmeyecektir.

Bu uygulama, ıslak termometre sıcaklığı donma noktasına ulaştığı zaman yağmurlama işlemine başlanmalıdır. Yağmurlama işlemi bitki dokularının dayanabilmesi için mümkün olduğu kadar sürdürülmelidir. Uygulama hava sıcaklığı 0 °C nin üzerine çıkıncaya kadar devam ettirilmelidir.

Yağmurlama sistemi, ürün kaybına neden olabilen birkaç dakikalık kritik devreyi engelleyecek veya kesecek şekilde tam ve sürekli olarak su örtüsü sağlamalıdır. Yağmurlama sisteminin önceden test edilmesi gereklidir. 12-20 saniye aralıklarla çalışan küçük yağmurlayıcılardan daha tatmin edici sonuçlar alınmıştır. 90 saniye aralıklarla çalışan daha büyük yağmurlayıcılar -5 °C de domates bitkisi üzerinde etkili olamamıştır. Tekrarlanan uygulamaların daha kısa aralıkları, yaprak yüzeyindeki daha düşük sıcaklık değişimlerinde iyi sonuç vermiştir.

**f) Toprak işleme ve idaresi;** Don zararlarını en aza indirebilmek için; toprak nemli, yabancı otları temizlenmiş, düzeltilmiş ve pekiştirilmiş olmalıdır. Don tehlikesi olan dönemlerden önce toprak üzerindeki ürünler, organik madde artıkları, gübre artıkları ve yabancı otlar sürülmeli ve toprak sıkıştırılmalıdır. Bu işlemlerden sonra toprak sulanmalı ve kuru kalmasına fırsat verilmemelidir.

**g) Kumlama;** Bu yöntem hem pahalı, hem yüksek işçilik, hem de toprağın yapısını etkilemesi nedeniyle uygulanması güç bir yöntemdir. Kum materyalinin kolay ısınması ve radyasyon yoluyla yavaş soğuması bu yöntemin olumlu yanıdır. Her yıl ince bir kum tabakasının don riskli alanlara serilmesi şeklinde yapılır. İnce kum aynı zamanda buharlaşmayı (kendi bünyesindeki su miktarı çok az olduğundan) en alt seviyeye indirir.

**h) Çiçeklenmeyi geciktirme;** İlkbaharda meydana gelen son don olaylarının çok sık görüldüğü yerlerde, meyve ağaçlarının çiçeklenme devresinde don olayından fazla zarar görülmemesi için çiçeklenmenin geciktirilmesi amacıyla ağaç dipleri 1 m çapında açılarak kar veya buz kalıpları konulur.

**i) Örtü usulü;** Dona karşı korunmada alçak boylu bitkilerin plastik örtülerle örtülmesidir. Hem radyasyon hem de rüzgar donuna karşı bir tedbir olarak kullanılırlar.



Şekil 2.14. Örtü usulü

**j) Zorlanmış hasat;** Birçok durumda geniş bir ürün topluluğunu zorunlu hasat yoluyla dondan korumak mümkündür. Don veya donma sıcaklıkları ile ilgili tahmin ve uyarılar yapıldığında, bölgedeki çiftçiler olgun meyveleri, sebzeleri ve diğer ürünleri acil olarak toplayabilir, aksi takdirde arazi üzerinde kalır ve don tehlikesine hedef olur. Bu durum geceleri bile devam edecek uzun saatler süren bir ekip çalışmasını gerektirir. Toplanan ürünlerin korumalı yerlerde depo edilmesi zorunludur.

## 2.4. Kuraklık



Günümüzde kuraklığın çok değişik tanımları vardır. Genellikle kuraklık yağışın az olduğu devre içinde düşünülebilir. Aylara göre düzensiz yağış rejimi olan ülkelerde kuraklık daima mevcuttur. Kuraklık üzerine yıllık yağışların miktar bakımından çokluğu değil, onun aylar içinde düzenli dağılışı önemlidir. Aksi halde, kısmi kuraklıklar meydana geldiği gibi ülke ekonomisi üzerinde de olumsuz etkisi büyük olmaktadır.

Şekil 2.15. Kuraklık

### 2.4.1. Kuraklığın Tanımı

**Meteorolojistlere göre kuraklık;** Bölgenin coğrafi durumuna göre yıllık yağışın mevsimlere göre dağılışındaki düzensizlik ve yetersizliktir.

**Tarımcılara göre kuraklık;** Topraktaki nem miktarının bitkinin solma noktasına düşmesidir.

**Hidrolojistlere göre kuraklık;** Yeraltı ve yerüstü su seviyelerinin alçalması veya akarsuların su potansiyelinin azalmasıdır.

**Ekonomistlere göre kuraklık;** Ekonomik kurallara tesir edecek derecede suyun azalmasıdır.

**Klimatolojistlere göre kuraklık;** Henry'nin tanımında 21 veya daha fazla gün içerisinde kaydedilen yağış, aynı derecedeki normal yağışın % 30 unu bulduğu zaman kuraklık olduğu ifade edilmekte ve bu oran % 10 a düştüğü zaman maksimum kuraklık ortaya çıkmaktadır.

#### 2.4.2. Kuraklık Nedenleri

Kuraklık, atmosferik sirkülasyonun geniş çapta sapması ile genel klimatolojik değişmelerin birleşmesi sonucu görülen bölgesel bir durumdur. Meteorolojistler, kuraklık olgusunu incelerken bölgesel olarak tanımlarlar. Buradan da anlaşılacağı gibi, kuraklık nedenlerinin en önemlisi, atmosfer sirkülasyonunun dinamik ve termodinamik olarak sapma göstermesi ve buna paralel olarak genel anlamda klimatolojik olayların normallerine göre farklı bir görünüm almasıdır.

Genel olarak kuraklık nedeni iki grupta toplanabilir. Bunlardan biri sirkülasyon değişikliğine neden olan çok değişik ve dünyaya ait kuvvetler ile Dünya-Okyanus-Atmosfer üçlüsünün kendi kendilerine değişimleri sonucunda ortaya çıkar.

Okyanusların çok fazla ısı depolama kapasiteleri ve atmosfer ile aralarındaki açık olarak meydana gelen enerji alışverişi klimatolojik değişkenliğin bir nedenidir. Okyanuslar, deniz ile havanın karşılıklı etkileşimini ortaya çıkarırlar. Bu karşılıklı etkiler çok kapsamlı olup henüz açıklanamamıştır.

Ayrıca atmosferde volkanik aktivitelerden dolayı mevcut bulunan çok fazla miktardaki toz ve dumanın, yer radyasyon dengesini değiştirebildiği ve klimatolojik değişmelere neden olan sirkülasyon şartlarını oluşturabileceği kabul edilir

Kuraklık nedenlerinden diğeri de atmosferi oluşturan bileşiklerin çeşitli olaylardan sonra oranlarındaki büyük değişikliklerdir. Bilindiği gibi atmosferde gaz halinde su buharı, karbondioksit ile ozon bulunmaktadır ve bu gazların radyasyonu emici özellikleri değişiktir.

Diğeri bir görüş ise, güneş radyasyonunun tayf kalitesi ve miktarı ile ilgili olup 80 veya 90 yıllık bir periyot için değer tespiti gerektirir. Ayrıca bu hipoteze göre, güneş radyasyonunun yeryüzüne hangi şartlarda ve hangi faktörlerden etkilenecek geldiğinin bilinmesi gereklidir.



### 2.4.3. Kuraklığın Etkileri

Kuraklığın çeşitli alanlara etkileri vardır.

**a) Enerji üretimine etkisi;** Yağışın azlığı veya normallerinden düşük kaydedilmesi, enerji üreten barajlardaki su seviyelerinin düşmesine, dolayısıyla elektrik enerjisi üretiminin azalmasına neden olmaktadır.

**b) Tarıma etkisi;** Kuraklık olayı tarımsal yönden ele alınırken, hareket noktasını, toprak nemi oluşturacaktır. Gerçekte yağış değerlerinin yorumundan çok, ürün verimi ile doğrudan ilgili olması nedeniyle toprak nemindeki eksiklikle tarımsal kuraklık incelenebilir. Tarımcılar için toprağın nem miktarının, bitkinin solma noktasına erişmesi halinde kuraklıktan söz edilmektedir.

Topraktaki su miktarı, ele alınan herhangi bir sahada yetiştirilen hakim bitkilerin normal büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan suya eşit veya bundan az olduğu zaman, kuraklığın mevcut olduğunu kabul etmektedir.

Buna göre kurak günlerin dağılımı;

Yağış miktarı,

Toprağın nem tutma özelliğine,

Kök derinliğine,

Toprağın nemine karşı bitkinin fizyolojik reaksiyonuna,

Evapotranspirasyon miktarına bağlı olmaktadır.

Kuraklık olayı, yüksek sıcaklık, düşük nem ve yağış, aşırı güneşlenme neticesinde ürün miktar ve kalitesi üzerinde büyük zararlar meydana getirir.

### 2.4.4. Kuraklık Analizleri

Tarım, enerji gibi alanlarda etkili olan kuraklık olayı ile ilgili bir dizi tanımlama ve sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Bilindiği gibi kuraklık o bölgenin iklim araştırması içinde çok önemlidir. Herhangi bir yerde, yılın herhangi bir ayında az veya

hiç yağış olmaması o yerde kuraklığın olduğunu göstermez. Çünkü iklim tasnifi açısından kuraklığın başlaması için, o aydan itibaren uzun bir periyot yağışın meydana gelmemesi veya geçmişe dönük uzun yıllar boyunca yağışsız geçmiş olması gerekir. Olay geçici olarak sadece bir veya birkaç aya veya bir yıla ait yağış noksanlığıdır.

Kuraklık analizi için çeşitli formüller geliştirilmiştir. Bunlardan başlıcaları W.Koppen, De Martonne, Prof. Dr. Erinç, Thornthwaite tanımlamaları ve indisleridir. Bu formüllerde sıcaklık ve yağış parametreleri kullanılmaktadır. Tarım açısından kullanılan bu parametreler yetersizdir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde bu konuda Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Akgün AYDENİZ'e ait Aydeniz metodu kullanılmaktadır. Bu metotta istasyonların sıcaklık, yağış ile birlikte havanın nispi nemi ve güneşlenme süresi değerlerinden faydalanılmaktadır. Bu formülde nemlilik katsayısı, kuraklık katsayısı ve limitleri belirlenmektedir. Hesaplama sonunda çıkacak rakama göre herhangi bir noktanın hangi iklim sınıfına gireceği kolayca bulunmaktadır. Çöl, Çok Kurak, Kurak, Kurakça, Nemlice, Nemli, Çok Nemli (Islak) olmak üzere yedi alt sınıfa ayrılan bu tasnifte kuraklık ve nemlilik limitleri detaylı bir şekilde değerlendirilmektedir.

$$\text{Formül} \quad Nks = \frac{Y * Nn}{S * Gs + 15} * 12 \quad (\text{Aylık})$$

$$Nks = \frac{Y * Nn}{S * Gs + 15} * Np \quad (\text{Yıllık})$$

Nks = Nemlilik katsayısı

Y = Yağış (cm)

Nn = Nispi nem (%)

S = Sıcaklık (°C)

Gs = Güneşlenme yüzdesi (Gerçek güneşlenme süresinin teorik veya astronomik güneşlenme süresine oranı)

Np = Nemli periyot (%) (Yıllık formülde kullanılan bu ifadenin değerini tespit için önce her ay için Nks bulunur, 12 ayın Nks değeri bulunduktan sonra Nks değeri 0.40 dan az olan ayların sayısı tespit edilip 12 den çıkarılır, kalan ay sayısı 12 ye bölünüp Np değeri bulunmuş olur.)

Kuraklık Katsayısı  $Kks = \frac{1}{Nks}$  dir.

Kks	Özelliği	Nks
2.50 dan fazla	Çöl	0.4 den az
1.50-2.50	Çok kurak	0.40-0.67
1.00-1.50	Kurak	0.67-1.00
0.75-1.00	Kurakça	1.00-1.33
0.50-0.75	Nemlice	1.33-2.00
0.25-0.50	Nemli	2.00-4.00
0.25 den az	Islak	4.00 den fazla

Yukarıdaki tabloda kuraklık katsayısına göre iklim sınıflandırılması yapılmıştır. Buradan da anlaşılacağı gibi Nks arttıkça Kks azalmakta yani kuraktan ıslağa doğru giden bir karakter gözlenmektedir. Aşğıdaki örneklerde hesaplamalar ve bunların yorumu verilmektedir.

Örnek 1. Nisan 2003; Ankara Sıcaklık (S) = 10.3 °C, Nem (Nn) = % 62, Güneşlenme yüzdesi (Gs) = % 45, Yağış (Y) = 7.1 cm

$$Nks = \frac{7.1 * 0.62}{10.3 * 0.45 + 15} * 12 = 2.69$$

$$Nks = 2.69 \quad Kks = \frac{1}{2.69} = 0.37 \text{ (Nemli)}$$

Örnek 2. Uzun yıllar (1980-2000) Nisan ayı; Ankara ortalama sıcaklık (S) = 11.2 °C, Ortalama nem Nn = % 62, Ortalama güneşlenme yüzdesi (Gs) = % 49, Ortalama yağış (Y) = 5.2 cm

$$Nks = \frac{5.2 * 0.62}{11.2 * 0.49 + 15} * 12 = 1.88$$

$$Nks = 1.88 \quad Kks = \frac{1}{1.88} = 0.53 \text{ (Nemlice)}$$

Örnek 3. Uzun yıllar (1980-2000) yıllık; Ankara ortalama sıcaklık (S) = 11.7 °C, Ortalama nem Nn = % 62, Ortalama güneşlenme yüzdesi (Gs) = % 54, Toplam yıllık yağış (Y) = 41.3 cm, Np = 0.75

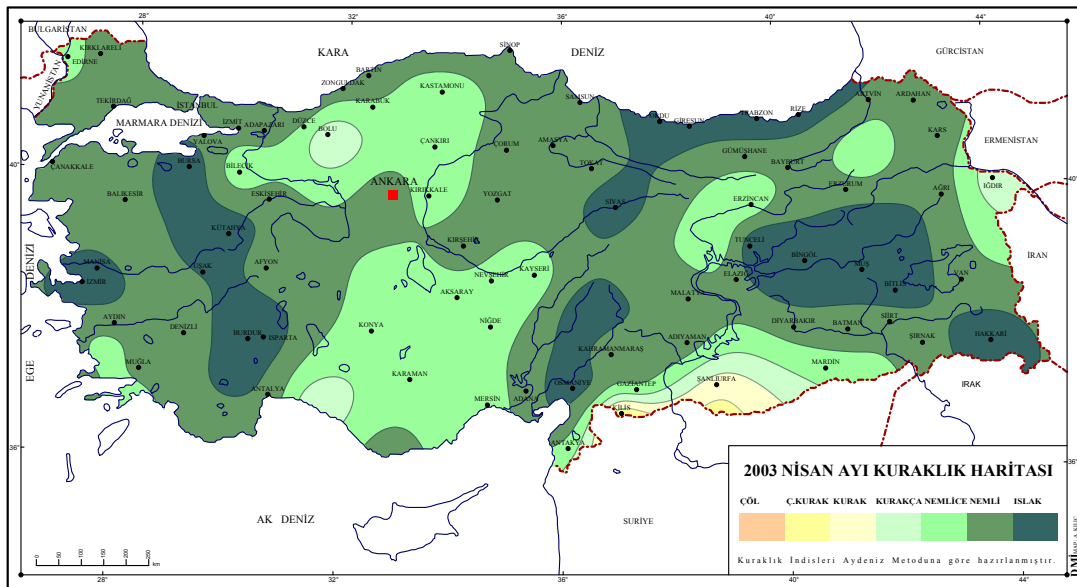
$$N_{ks} = \frac{41.3 * 0.62}{11.7 * 0.54 + 15} * 0.75 = 0.90$$

$$N_{ks} = 0.90 \quad K_{ks} = \frac{1}{0.90} = 1.11 \text{ (Kurak)}$$

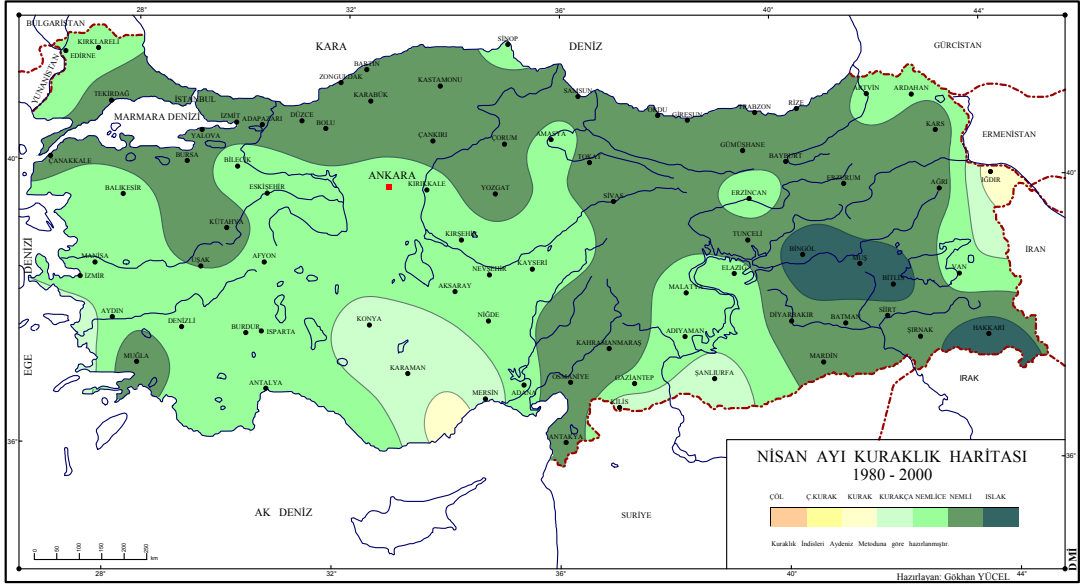
Hesaplamalar sonucu çıkan Kks (kuraklık katsayısı) değerleri haritalara işlenmekte ve indise göre çizim yapılmaktadır.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Ziraat Meteoroloji Şube Müdürlüğünde her ay kuraklık değerlendirmeleri yapılmaktadır. Kuraklık değerlendirmesi için belirlenen istasyonlar büyük klima istasyonları arasından seçilmiştir. Çünkü güneşlenme süresi tespiti için kullanılan helyograf aleti bu tip istasyonlarımızda mevcuttur.

Aşağıda 2003 Nisan ayı, uzun yıllar (1980-2000) Nisan ayı ve uzun yıllar yıllık (1980-2000) kuraklık haritaları vardır.

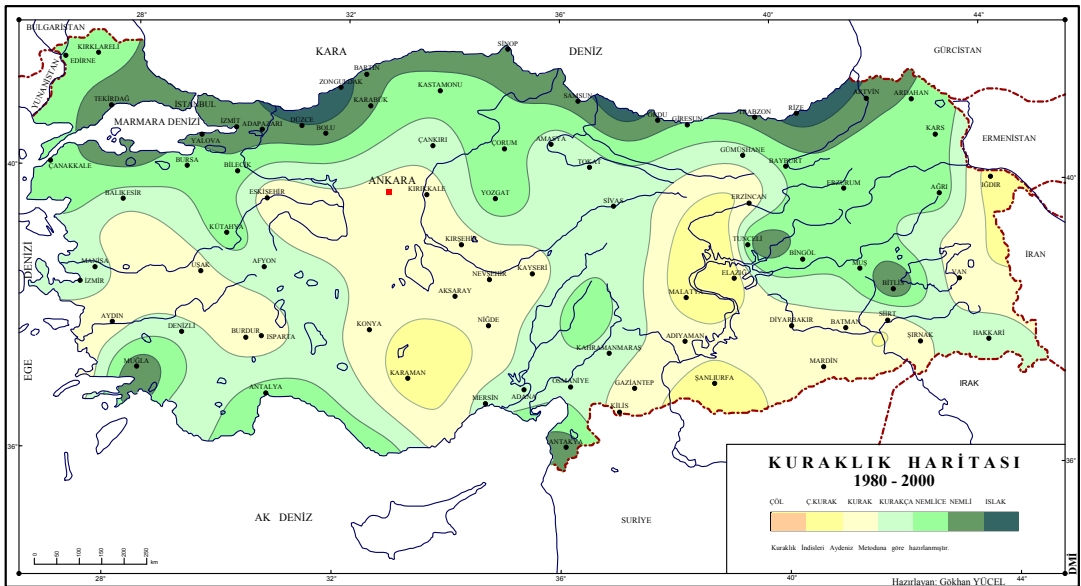


Şekil 2.16. 2003 Nisan Ayı Kuraklık Haritası



Şekil 2.17. Uzun Yıllar (1980-2000) Nisan Ayı Kuraklık Haritası

Uzun yıllar Nisan ayı kuraklık haritası (1980-2000) ile 2003 yılı Nisan ayı kuraklık haritası karşılaştırıldığında, uzun yıllara göre 2003 yılı Nisan ayında yurdumuzun güneyinde nemlilikte artış, diğer kesimlerinde ise benzer karakterler görüldüğünü söyleyebiliriz.



Şekil 2.18. Uzun Yıllar (1980-2000) Yıllık Kuraklık Haritası

#### 2.4.5. Kuraklığın Bitkilerde Meydana Getirdiği Değişiklikler

a) **Köklerdeki değişiklikler;** Bitkiler iklim şartları kuraklaştıkça köklerini derinlemesine ve genişlemesine daha geniş bir toprak tabakasına yaymaya çalışırlar. Bu şekilde toprakta nem miktarı az da olsa, çok geniş bir toprak tabakasına yayılıp, su ihtiyaçlarını karşılamaya çalışırlar.

b) **Toprak üstü organlarındaki değişiklikler;** Bitkilerin toprak üstü organlarının (dal, yaprak, çiçek vb.) bünyesinde çevrenin iklim şartlarına göre değişiklikler olmaktadır. Örneğin kuraklığa karşı bitkilerde daha az sayıda ve küçük yaprak oluşumu gözlenmiştir.

#### 2.5. Orman Yangınları



Şekil 2.19. Orman yangını

Ziraî meteorolojinin uygulama alanlarından birisi de orman yangınları ve bu konudaki uyarılardır. Orman yangınları birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de çok büyük maddi ve manevi kayıplara yol açan bir olaydır. En başta yaşam birimlerini yani ekosistemleri yok etmekte, bununla da kalmayıp erozyona neden olmaktadır.

Çünkü yangınlarda en büyük zarara uğrayan ölü örtü hem yağmura karşı bir engel, hem de infiltrasyonu artırıcı bir yapıya sahiptir. Ölü örtüden yoksun bir ormanın, erozyonu önlemede fazla bir rolü yoktur, hatta yağmur damlacıklarının dallar, sürgünler ve yapraklar üzerinde toplanarak büyümesi, toprağa düştüklerinde disperse edici (dağıtıcı) etkilerini daha da arttırmakta, dolayısıyla istenmeyen bir durum yaratmaktadır.

Orman yangınlarının % 99 luk kısmı kasıtlı veya kasıtsız insan etkisi, diğer % 1 i ise yıldırım nedeniyle çıkmaktadır. Kasıtlı veya kasıtsız, insan faktörüne bağlı olarak çıkan orman yangınları sırasında iklimin etkisini açıkça görebiliriz. İklim parametrelerinin yanıcı madde (yakıt) üzerinde meydana getirdiği nem değişimleri hem yangın riski açısından hem de yangın çıktıktan sonra hareket yönünün belirlenmesinde

çok büyük öneme sahiptir. Yakıt nemi, havanın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak gün içerisinde değişim göstermektedir. Yakıt neminin yüksek olduğu mevsimlerde ve günün saatlerinde yangın çıkma ihtimali çok düşüktür. Ülkemiz yangınlarının % 83.3 ü Haziran-Ekim ayları arasında meydana gelmekte, ayrıca çıkan yangınların % 32 gibi önemli bir kısmı 12:00-15:00 saatleri arasında, yani yakıt nem kapsamının en düşük olduğu dönemde meydana gelmektedir. Orman yangınlarında günlük maksimum sıcaklıklar çok fazla önem taşır. Sıcaklık derecesi arttıkça buharlaşma fazlalaşmakta ve yanıcı materyalin nem miktarı azalmaktadır. Bu ölü örtü tabakası denilen yanıcı materyalde sıcaklık 50-55 °C ye ulaşmaktadır. Havanın nem düzeyi % 30-35 düzeyinde iken de tutuşma gerçekleşmektedir. Nispi nemin düşüşü sıcaklık ve rüzgârın esme yönüne bağlı olarak değişmektedir. Rüzgârın yönü ve hızı daha çok yangın başladıktan sonra yayılmayı teşvik ettiği için önemlidir. Ayrıca esme yönüne bağlı olarak örneğin Akdeniz ve Ege bölgelerinde SE, S, SW, W yönlü rüzgârlar denizden estiği için nispi nemi arttırmakta ve yangını frenlemektedir. N, NE, NW yönlü rüzgârlar ise karasal ve kurutucu olduğundan yangını körüklemektedir.

### 2.5.1. Orman Yangın Tipleri

Orman yangınları, meydana gelişleri ve yaktıkları kısımlara göre toprak, örtü, tepe ve gövde yangını olmak üzere dört guruba ayrılır.

**a) Toprak yangını;** Toprak altında turbalıkların veyahut kalın ham humus tabakalarının yanması ile meydana gelen bu yangın türü, ülkemizde meydana gelmemektedir. Zira ülkemiz ormanlarında kalın humus tabakası ve turbalıklar yok denecek kadar azdır.

**b) Örtü yangını;** Toprağı örten ölü ve canlı yakıtın, bilhassa ot, ibre, yaprak, humus, yosun, kozalak, kuru dal, funda, fide, fidan, kütük ve kesim artıklarının yanmasıyla meydana gelen bir yangın şeklidir. Hemen hemen bütün yangınlar örtü yangını ile başlar ve daha sonra tepe yangını şeklinde devam eder.

**c) Tepe yangını;** Genel olarak örtü yangınının ağacın tepe çatısını tutuşturması sonucunda meydana gelir. Örtü yangınının tepeye intikali, ağaç gövdeleri üzerinde bulunan kuru dal, yosun ve liken gibi kolay yanabilen maddelerin tutuşması ile

olabileceği gibi, ibreli ormanlarda ibrelerin ve bilhassa ibrelerdeki reçinelerin örtü yangını tesiriyle ani olarak kuvvetli bir şekilde ısınmasından meydana gelen yanıcı gazları tutuşturarak yukarıya çıkması şeklinde olur. Yangın türleri içerisinde en tehlikesi tepe yangını olup ağaçları hemen öldürür.

**d) Gövde yangını;** Ormanlarımızda çok seyrek olarak görülen bu yangın türü, kurumuş veya içerisi boşalmış olan tek bir ağacın genellikle yıldırım düşmesi sonucunda yanması ile meydana gelir.

### **2.5.2. Orman Yangınlarından Korunma**

Yangından korunmada hem ölü hem de canlı yakıt neminin önemi vardır. Canlı yakıt nemi yani vejetasyonu oluşturan bireylerin nem kapsamı, daha çok yangının yayılma hızını belirlerken ölü örtünün nem durumu, hem yangının yayılma hızını hem de yangın çıkma ihtimalini etkilemektedir. Canlı vejetasyon ve ölü örtüden oluşan yakıtın nem kapsamı hava durumunun ve diğer faktörlerin kombine etkisini yansıtmaktadır. Bu nedenle günlük ölçüm değerlerinin analizi ve yıl içerisindeki değişim seyri yakıtın normal yıllık hava durumu yanında olağandışı durumlar karşısındaki tepkisini de anlamamızı sağlar. Yangın riski açısından çok önemli bir faktör olan yanıcı madde nem kapsamı, doğal olarak yangın tehlike tahmin sistemleriyle yangın tehlike oranının belirlenmesinde kullanılan önemli bir parametredir. Diğer önemli parametreler ise hava sıcaklığı, havanın bağıl nemi, son yağmurun kaç gün önce yağdığı ve rüzgâr hızıdır.

Dağlık bölgelerin meteorolojik ve klimatolojik koşullarını ortaya koymak oldukça güçtür. Yüksekliğin çok değişken olması özellikle basınç ve sıcaklık gradyanlarında dik iniş çıkışlara yol açmakta, bu durum da meteorolojik ölçümlerin temsil alanını çok daraltmaktadır. Engebeli arazi formu, değişken atmosferik yapıyla birleşerek yangınla mücadelede meteorolojik desteği hemen hemen imkânsız hale getirmektedir. Halbuki yangın çıktıktan sonra, yangının davranış biçimi en başta hava durumuna daha sonrada topoğrafya ve yakıt özelliklerine bağlıdır. Ancak bu özelliklerin bilinmesi durumunda yangının davranış biçimi ortaya konabilmektedir.



Yangın meteoroloji istasyonları, yangın tehlike tahmin sistemlerinin ihtiyaç duyduğu verileri sağlamak amacıyla kurulan ve sinoptik amaçlı istasyonlardan pek de farklı olmayan istasyonlardır. Sinoptik istasyonlardan en büyük farkları yakıt nemi ölçüyor olmalarıdır. Günümüzde yangın meteoroloji istasyonları hizmet amaçlarına göre sabit ve seyyar istasyonlar olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır. Seyyar istasyonlar daha çok yangın çıktıktan sonra meteorolojik destek sağlamak amacıyla kullanılmakta, sabit istasyonlardan ise özellikle yangın tehlike tahmini amacıyla yararlanılmaktadır.

Sabit istasyonların yerlerini belirlerken üzerinde durulması gereken hususları şu şekilde sayabiliriz;

a) İstasyonun yeri, bitki örtüsü, topoğrafik yapı, yükselti, iklim ve lokal hava koşulları bakımından temsil etmesi istenen sahadaki şartlara uygun olmalıdır.

b) Gelişme planlarında yol, bina, otopark, bitkilerin büyüyerek engel teşkil etme olasılığı, sürekli gözlemci bulunabilmesi imkânları göz önüne alınmalıdır.

c) İstasyon kurulduğu alandaki yerel koşulları temsil edebilecek şekilde düzenlenmeli ve ölçümlerde kullanılacak cihazların bu konudaki işlevlerini (cihazların konumu, hakim rüzgâr yönü, güneşin hareketi, topoğrafik yapı, bitki örtüsü, yakınında ışınları yansıtıcı yüzeylerin bulunması ve rüzgârların engellenmesi) yerine getirebilecek niteliklere sahip olmalıdır. İstasyonlar; yol, otopark vb. toz kalkan yerlerden en az 30 m uzakta kurulmalıdır. Sulanan çim, otlak ve bahçeler, göller, bataklık ve nehirler gibi nemli yüzey oluşturan alanlar uygun değildir, fakat mutlaka kurulması gerekiyorsa böyle yerlerden en az 100 m uzakta kurulmalıdır. Beyaza boyanmış binalar gibi geniş yansıtıcı yüzeylerden kaçınılması mümkün değilse, gölgesinde kalmayacak şekilde kuzey kenarından bina yüksekliği kadar uzakta (20 m veya daha uzakta) bulunmalıdır.

Genel olarak yangın meteoroloji istasyonları geniş açıklıklarda, toz ve nem kaynaklarından uzak, düz bir arazi parçası üzerinde, kısa boylu bitki örtüsüyle kaplı ve yangın mevsiminde en yüksek güneşlenme süresine sahip olmalıdır. Bir yamaç üzerinde yer alma zorunluluğu varsa yangın tehlike tahmin standartları bakımından güney ve batı yönlerde yer alması arzulanır. Bu istasyonların kuruluşunda kullanılan cihazların

yerleştirilmeleri, çevrelerindeki serbest hava akımlarını engellemeyecek ve güneş ışınlarını tam olarak almalarını sağlayacak biçimde olmalıdır. Yani lme aletleri birbirlerinin çalışmasını engellemeyecek biçimde yerleştirilmelidir.

İstasyonlarda bulunacak cihazlar genellikle meteorolojik ölümlerde kullanılan standart cihazlardır. Bunlar gözlem siperi, maksimum-minimum termometre, psikrometre, anemometre, rüzgâr yn göstergesi (jiruet), yağış ölçer, vb cihazlardır. Genellikle yüksek kesimlerde kurulan bu istasyonlarda yazıcı yağış ölçerlerin don tehlikesi yönünden salınım esasına göre çalışan tipte olması faydalıdır. Sadece yangın meteoroloji istasyonlarında bulunmaları ve yangınla mücadelede büyük öneme sahip yakıt nemini ölçmeleri nedeniyle yakıt nem çubukları diğer cihazlara göre daha önemlidir. Yakıt nem çubukları “zel olarak hazırlanmış kuru ağırlıkları bilinen çubuk veya çubukların oluşturduğu bir ölçüm setidir”. Sürekli olarak açık hava şartlarında bırakılırlar ve periyodik şekilde tartılarak ormandaki yanıcı maddelerin nem kapsamalarını belirleyen bir gösterge olarak değerlendirilirler. Bunlar diğer cihazlardan farklı olarak, bir tek parametreyi değil, yanma olayında etkili olabilecek parametrelerin bileşkesini yani yakıtın durumunu ifade ederler.



# 3. BÖLÜM

## ZİRAÎ METEOROLOJİ

### İSTASYONLARI VE

### RASATLARI





### **3. BÖLÜM : ZİRAÎ METEOROLOJİ İSTASYONLARI VE RASATLARI**

#### **3.1. Ziraî Meteorolojik Gözlemlerin Temel Esasları**

Ziraî meteoroloji için çevredeki fiziksel ve biyolojik elemanların gözlenmesi gereklidir. Yeterli data olmadan ziraî meteorolojik planlama, tahmin ve araştırma gerektiği gibi yapılamaz.

##### **3.1.1. Fiziksel İklim Elemanları**

İklimin fiziksel elemanları, mevcut ve potansiyel, bitkisel ve hayvansal üretimin hesaplanması, ziraî ürünlerdeki zararın belirlenmesi veya çevresel zararın değerlendirilmesi için gözlenmektedir. Ziraî meteoroloji, lokal ve bölgesel iklimlerin bütün yönleriyle ve bunların değişme nedenleriyle ilgilenir. Bundan dolayı iklim elemanlarının standart gözlemlerinin yapılması temel bir gerekliliktir.

##### **3.1.2. Biyolojik Elemanlar**

Fiziksel çevrenin tam ve doğru olarak gözlenmesinin yanında bu gözlemlerin bitkiler, hayvanlar ve ağaçlar üzerindeki etkilerinin de eş zamanlı olarak belirlenmesi, ziraî meteoroloji için önemlidir. Klimatoloji ve ziraî meteoroloji istasyonları tarafından yapılan düzenli gözlemlerin, düzenli biyolojik gözlemlerle desteklenmesi gerekir. Biyolojik gözlemler, fenolojik ve fenometrik gözlemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Fenolojik gözlemler, fiziksel çevre ile bitkiler ve hayvanlar arasındaki etkileşimlerin tespiti için yapılmaktadır. Fenometrik gözlemlerin en önemlileri ise hava şartları, hastalıklar ve parazitlerin yapmış olduğu zararların değerlendirilmesidir.

##### **3.1.3. Gözlemlerin Ölçeği**

Ziraî meteorolojide makro, meso ve mikro ölçekli gözlemler yapılmaktadır.

### 3.1.4. Gözlemlerin Kapsamı

Ziraî meteoroloji, sinoptik, klimatolojik ve hidrolojik sabit gözlem ağları tarafından yapılan fiziksel çevre elemanlarının bütün lokal gözlemlerini kullanılır.

Sinoptik istasyonlarda yapılan meteorolojik elemanların gözlemlerinin hemen hemen tamamı (yüksek hava tabakası gözlemleri dahil) tarımda kullanılır. Örneğin; yüksek rüzgârlar, aerobioloji, sıcaklık ve nem profili ise enerji balansı için kullanılır.

Tarım alanlarını, sinoptik istasyonlardan genellikle daha iyi temsil eden klimatolojik ve hidrolojik istasyonlar, ziraî meteorolojik maksatlar için oldukça uygun bilgiler (günlük yağış miktarları, ekstrem sıcaklıklar) sağlarlar.

Bununla birlikte sinoptik, klimatolojik ve hidrolojik gözlem ağları, istasyon yoğunluğu ve gözlem çeşitliliği yönünden sınırlı olabileceğinden, ziraî meteoroloji istasyonları tarafından desteklenmelidir.

Bütün gözlem istasyonlarından oluşan ideal gözlem ağı, ülkede bulunan iklim ve toprak değişimlerinin bütün yönlerini, tarım, sebzeçilik, hayvancılık, hidrobiyoloji ve ormancılık işlerinin her çeşidini temsil etmelidir.

## 3.2. Ziraî Meteoroloji İstasyonları

### 3.2.1. Ziraî Meteoroloji İstasyonlarının Sınıflandırılması

**a) Ana Ziraî Meteoroloji İstasyonu:** Bu tip istasyonlarda meteorolojik ve biyolojik bilgiler detaylı olarak aynı anda elde edilir. Ziraî meteorolojik araştırmalar da bu istasyonlarda yapılır. Ziraî meteorolojik çalışmaların yapılabilmesi için; tecrübeli personel, yeterli gözlem sıklığı ve dağılımı, yeterli ekipman bulunmalıdır.

**b) Standart Ziraî Meteoroloji İstasyonu:** Bu tip istasyonlarda meteorolojik ve biyolojik bilgiler sürekli olarak elde edilir. İsteğe bağlı olarak, özel problemlerin çözülmesi için yapılacak araştırmaları destekleyecek şekilde donatılabilir.

**c) Yardımcı Ziraâ Meteoroloji İstasyonu:** Bu tip istasyonlarda da meteorolojik ve biyolojik bilgiler elde edilir. Meteorolojik bilgiler; toprak sıcaklığı, toprak nemi, buharlaşma, yaprak ıslaklığı süresi ve atmosferin alt tabakalarındaki detaylı ölçümlerdir. Biyolojik bilgiler; fenoloji, bitki hastalıklarının başlaması ve yayılması gözlemleridir.

**d) Özel Amaçlı Ziraâ Meteoroloji İstasyonu:** Bu istasyonlar bir veya birkaç meteorolojik elemanın ölçümü ya da sıra dışı olayların gözlenmesi amacıyla geçici veya sürekli olarak kurulan istasyonlardır.

Birçok ülkede yaygın olan istasyon tipleri b, c ve d tipi istasyonlardır. Diğer tip olan a tipi istasyonlar ise özel donanım, teknik personel ve profesyoneller tarafından işletildiğinden pek yaygın değildir.

### **3.2.2. İstasyonun Yerinin Seçimi**

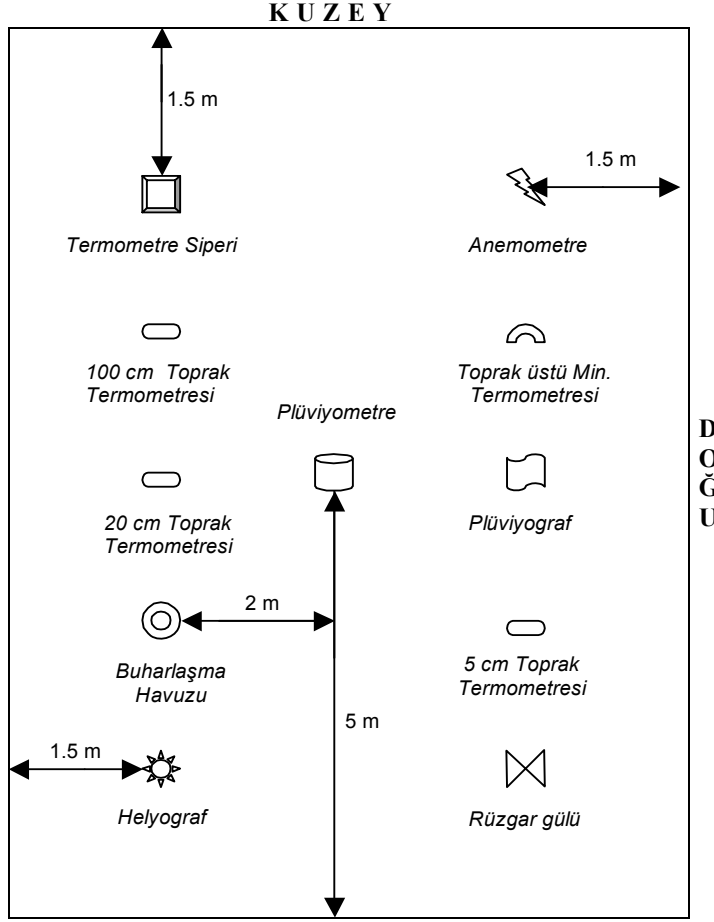
İstasyonun yeri oldukça düz ve engellerden uzak olmalıdır. İstasyonun zemini mümkün olduğu kadar doğal bitki örtüsü ile aynı olmalıdır. Yabani otlar temizlenmeli ve çimler sık sık kısaltılmalıdır. Rasat parkında beton, asfalt ve sıkıştırılmış toprak kullanılmamalıdır. Ağaç, çalı ve binalar gibi engeller, yüksekliklerinin 8-10 kat katı kadar uzakta olmalıdır. Engeller özellikle güneşin yükselişi anında ve gün boyunca rasat parkına gölge yapmamalıdır.

En ideali, istasyonun, tarım ve orman bölgeleri gibi doğal koşulları doğru olarak temsil edebileceği bir yere kurulmasıdır.

### **3.2.3. İstasyondaki Aletlerin Yerlerinin Planlanması**

İstasyonları, insanlar ve hayvanların zararlı etkilerinden korumak için çitle çevirmek iyi bir yöntemdir.





Şekil 3.1. Ziraî meteoroloji rasat parkı

Bu istasyon planı kuzey yarımküredeki istasyonlar için geçerlidir.

### 3.2.4. İstasyon Ağı

Ziraî meteoroloji istasyon ağının kurulmasında mevcut sinoptik ve klima istasyonlarının yerleri dikkate alınmalı ve kurulacak istasyonların ülkenin ana tarım bölgelerini temsil etmesi sağlanmalıdır. Bir bölgedeki istasyon sayısı; bölgenin genişliğine, iklim tipine, doğal bitki örtüsüne, yetiştirilen temel ürünlerine ve kullanılan tarım tekniklerine bağlıdır.

Homojen bitki örtüsüne sahip, mümkün olduğunca büyük her coğrafi bölgeyi, temsil eden en az bir ana ziraî meteoroloji istasyonu kurulmalıdır. Yukarıda belirtilen koşullar göz önünde tutularak aşağıda belirtilen yerlere ana ve standart tip istasyonların kurulması uygundur.

- a) Tarım (bahçecilik, hayvancılık, vb.), ormancılık, hidrobiyoloji ve toprak bilimleri ile ilgili deneme istasyonları ve araştırma enstitülerinde
- b) Ziraat fakülteleri ve meslek yüksek okullarında
- c) Bitki ve hayvan yetiştiriciliği açısından önem arz eden yerlerde
- d) Orman alanlarında
- e) Millî parklarda

### **3.2.5. Ziraî Meteoroloji İstasyonları Rehberi**

Ülkedeki bütün ziraî meteoroloji istasyonları hakkındaki bilgiler ulusal meteoroloji servisinde bulunmalıdır. Bundan dolayı, ister ulusal meteoroloji servisi tarafından isterse diğer servisler tarafından işletilsin, bütün ziraî meteoroloji istasyonları hakkında, sürekli güncellenen bir rehber el altında bulundurulmalıdır. Bu rehber aşağıdaki bilgileri içermelidir;

- a) İstasyonun ismi ve coğrafi koordinatları
- b) İstasyonun yüksekliği
- c) Yerel topoğrafyanın kısa bir tanımı
- d) Çevredeki bitki örtüsü
- e) Toprak profili ve fiziksel sabiteleri
- f) İstasyonun kategorisi ve gözlem programının detayları
- g) Aletlerin konumu ve yerden yüksekliği
- h) İstasyonun tarihçesi (rasada başlama tarihi, yer değişiklikleri, rasada ara verildiği zamanlar, istasyon isminin değişmesi ve rasat programındaki önemli değişiklikler)
- i) Denetleyen organizasyon veya enstitünün ismi

### **3.3. Ziraî Meteoroloji Rasatları**

Genel anlamda meteorolojide yalnızca fiziksel çevre rasatları yapılırken, ziraî meteorolojide bu rasatlara ek olarak canlı organizmalarla ilgili biyolojik çevre rasatları da yapılmaktadır. Biyolojik çevre rasatları, bitki ve hayvanların gelişim evreleri ve bunların meteorolojik faktörlerle ilişkilerini kapsar. Gerek fiziksel, gerekse biyolojik rasatlarda aletlerin çalışma prensipleri aynıdır. Sinoptik meteorolojide kullanılan (basınç

ve rüyet vb.) aletler ve rasatlar ziraî meteorolojiyi dolaylı olarak ilgilendirirken, ziraî meteorolojide kullanılan bazı aletler ise standart meteorolojik aletlerden değildir.

Ziraî meteoroloji rasatlarını iki ana grupta toplayabiliriz.

1. Fiziksel çevre rasatları
2. Biyolojik çevre rasatları

### **3.3.1. Fiziksel Çevre Rasatları**

Bir ziraî meteoroloji istasyonunda aşağıdaki fiziksel çevre rasatları yapılmalıdır.  
Bunlar;

- a) Güneşlenme
- b) Hava sıcaklığı ve nemi
- c) Rüzgâr
- d) Yağış ve bulutluluk
- e) Buharlaşma
- f) Toprak sıcaklığı
- g) Toprak nemi
- h) Ziraî mezometeorolojik incelemeler
- i) Rutin olmayan eksiksiz fiziksel çevre rasatları (ziraî mikrometeorolojik araştırmalar için)

#### **3.3.1.1. Güneşlenme**

Bir bölgede güneş enerjisinden yararlanabilmek, güneş ışınlarının bitkilerdeki klorofil ve hormon oluşumuna, fotosentez ve transpirasyona olan etkisini tespit edebilmek için o bölgenin güvenilir güneş rasatlarına ihtiyaç vardır. Bu rasatlar iki şekilde olmaktadır.

- a) Güneş ışınları şiddeti rasatları
- b) Güneşlenme süresi rasatları

Güneşlenme süresi rasatları her ziraî meteoroloji istasyonunda yapılmalıdır. Bu rasatlar eğer mümkünse güneş ışınları şiddeti rasatlarıyla desteklenmelidir. Ana ziraî meteoroloji istasyonlarında toplam güneş radyasyonu ve net radyasyon rasatları gibi detaylı radyasyon rasatları yapılmalıdır.

**a) Güneş ışınları şiddeti rasatları:** Dünyamızın tek enerji kaynağı güneşten yeryüzüne ulaşan ışınları şu şekilde sıralayabiliriz.

- **Direk Radyasyon;** Yansıma, dağılma gibi olaylara uğramadan yere kadar direk olarak ulaşan radyasyona denir.

Direk güneş radyasyonu pirheliyometrelerle ölçülür. Cihazın yüzeyi güneşten gelen ışınlarla dik olacak şekilde ayarlanır. Güneş ışınları ile pirheliyometrenin uzun eksenini aynı doğrultuda tutmak için otomatik güneş izleme mekanizması mevcuttur.

- **Difüz (Yayılan) Radyasyon;** Bulut ve bunun gibi bir yayıcı ortamdan geçerken dağılarak yer yüzeyine kadar ulaşan radyasyona denir.

Güneş ışınlarının dağılan unsurlarını ayrı ayrı ölçmek ve kaydetmek için üzerine bir perdeleyici takılmış piranometreler kullanılır. Perdeleyici kasketle piranometrelerin gün boyunca direk güneş ışınlarından etkilenmemesi sağlanır. Toplam radyasyon, direk güneş radyasyonu ile difüz radyasyonun toplamına eşit olduğuna göre, ölçülen direk ve toplam radyasyon değerlerinden yararlanılarak da difüz radyasyon hesaplanabilir.

- **Yansıyan Radyasyon;** Herhangi bir şeye çarpan ve yansiyarak yer yüzeyine kadar ulaşan radyasyona denir.

Albedo (yansıma), güneşten ve gökyüzünden gelen toplam radyasyonun yüzeyden yansıtılma oranı olarak tanımlanır ve albedometre cihazlarıyla ölçülür. Yerden yansıyan uzun dalga radyasyonun ölçümü ve yüzey sıcaklık radyometrelerinden yararlanır. Toprak, bitki örtüsü ve hayvan vücudu gibi yüzeylerden yansıtılan termal radyasyonun uzaktan algılanmasında kullanılır.

- **Toplam (Global) Radyasyon;** Dünyaya gelen bu üç radyasyonun hepsine birden toplam radyasyon denir. Bu radyasyon çeşitleri arasında bağıntılar ve matematik modeller vardır. Yer yüzeyinde yatay bir yere yansıyarak gelen radyasyon ihmal edilebilecek kadar azdır. Bu yüzden toplam radyasyon, direk ve difüz radyasyon olarak tanımlanmaktadır.

Güneş ve gökyüzünden yatay bir yüzey üzerine düşen toplam radyasyonun ölçülmesinde aktinometreler, aktinograflar ve piranometreler kullanılır.

- **Net radyasyon;** Yer yüzeyine dik doğrultulardaki net radyasyon, aşağı doğrultudaki toplam radyasyonla, yukarı doğrultudaki toplam radyasyon arasındaki fark olarak belirtilebilir. Net radyometre ve piranometre cihazlarıyla ölçülür. Minimum sıcaklıkların belirlenmesinde, kar erime oranı, büyüme mevsiminin uzunluğu gibi tahminlerde net radyasyon ölçümü önemlidir.

**b) Güneşlenme süresi rasatları;** Güneş ışınlarının devam süresi, günlük direk güneş ışınlarının saat olarak devam müddetlerini ifade eder. Ayrıca aydınlanma süresi de saat olarak ölçülür. Bu ölçüde güneş radyasyonunun ısı etkisiyle (heliograflarla) ve kısa dalga güneş radyasyonunun tetografik etkisiyle (aktinograf) çalışan aletlerden faydalanılır.

### **3.3.1.2. Hava sıcaklığı ve nemi**

Ana ziraî meteoroloji istasyonlarında, yer seviyesinden, mevcut bitki deseninin en üst seviyesine kadar (yaklaşık 10 m) hava sıcaklığı ve nemi rasatları yapılmalıdır. Normal ve yardımcı ziraî meteoroloji istasyonlarında ise yer seviyesinden 2 m yüksekliğe kadar olan tabakada (açık siper rasatları), aşağıda verilen seviyelerin en az 3 tanesinde ölçüm yapılmalıdır: 5, 10, 20, 50, 100, 150 ve 200 cm.

Sıcaklık ve nemin günlük değişimini incelemek için en az bir seviyede yazıcı aletler bulundurulmalıdır. Eğer bu mümkün değilse 2 veya 3 seviyede maksimum ve minimum sıcaklıklar ölçülmelidir. Ölçümler yıl boyunca kısa boyda tutulan çim zemin üzerinde yapılmalı, eğer bu olmazsa ölçümler çıplak toprak zemin üzerinde yapılmalıdır.

Hava sıcaklıklarının ölçülmesinde çeşitli termometreler, termograf, termistör ve termokapl aletleri kullanılır. Termokapl ve termistörler hava sıcaklığından başka toprak sıcaklığı, bitki sıcaklığı (yaprak vb.) ve hayvanlarda deri sıcaklığının ölçülmesinde de kullanılmaktadır.

Ziraî meteoroloji istasyonlarında hava nemi ölçümlerinde psikrometreden başka higrometreler ve yazıcı olarak higrograflar kullanılır.

**Açık siper rasatları;** Meteoroloji istasyonlarında hava durumu ve iklim şartlarının etüt edilmesi maksadıyla yürütülen sinoptik ve klimatolojik ölçümlere ilave olarak tarımsal amaçlara yönelik açık siper rasatları yapılmaktadır. Bu rasatlar tarımsal aktivitenin yoğun olduğu bölgelerdeki 11 adet büyük klima istasyonlarında ölçülmektedir. Siperler yerden itibaren 20, 50, 100, 150 ve 200 cm yükseklikteki olup, ahşap ve beyaza boyalı, yanları kapalı, güneş ışığının termometrelere ulaşmasının engellendiği bir yapıda düzenlenmiştir. Siperlerde kuru, ıslak, maksimum ve minimum termometreler bulunmaktadır.



Şekil 3.2. Açık siper rasatları

Böylece, açık siper rasatları, ziraî amaçlara yönelik olarak, doğal ve fiziksel çevre

Yerden 150 cm yükseklikteki standart kapalı siper içerisindeki sıcaklıkların ve nemin ölçülmesinin yanında ziraî meteorolojide açık siper rasatlarının yapılmasının amacı; ziraî meteorolojik araştırmalarda, özellikle bitkilerin gelişme gösterdiği, ortalama vejetasyon yüksekliği (2 m) içinde çeşitli seviyelerde sıcaklık ve nem ölçümlerine olan ihtiyaçtır. Bundan dolayı, bitkiyi etkileyen iklim şartlarının araştırılması için, en büyük ve en hızlı değişimleri gösteren toprak yüzeyine yakın atmosfer tabakasında düşey sıcaklık ve nem dağılımlarının incelenmesi mümkün olur.

rasatlarını kapalı siper rasatlarına oranla daha iyi temsil etmekte, ayrıca kapalı siper rasatlarıyla mukayesede iyi bir alternatif oluşturmaktadır.

### **3.3.1.3. Rüzgâr**

Yatay veya yataya yakın yönde yer değiştiren bir hava kütesinin hareketine rüzgâr denir. Rüzgârın hangi yönden ne kadar süre içinde ve ne derece sık estiğinin bilinmesi o bölgenin iklimini tayin etmek için gereklidir. Ziraî meteorolojide ise rüzgâr, sıcak, soğuk, temiz, kirli ve hastalıklı hava kütlelerini taşıması açısından önemlidir. Gece - gündüz veya mevsimlik periyodik rüzgârlar böceklerin uçuşu, bitki tohumlarının ve hastalık sporlarının taşınması için önemlidir. Ayrıca aerodinamik metotlar ile evapotranspirasyonun hesaplanmasında rüzgâr ölçümlerine ihtiyaç vardır.

Yatay rüzgâr yerden itibaren 1, 2, 4, 8 ve 10 m yüksekliklerde anemometre ve anemograf aletleriyle ölçülür. Diğer istasyonlarla karşılaştırmada kolaylık olması için 10m seviyede gözlem yapılması uygundur. Amaca göre atmosferin daha yüksek seviyelerinde de rüzgârın hız ve yönü gerek sinoptik gerekse klimatolojik amaçla ölçülmektedir.

### **3.3.1.4. Yağış ve bulutluluk**

Aşağıda verilen detaylı yağış rasatları birçok ziraî çalışmalar için gereklidir:

Yağmur ve çisenti (şiddeti dahil); kar (kar yüksekliği, kar yoğunluğu ve kar-su eşdeğeri dahil); dolu (dolu büyüklüğü ve su eşdeğeri dahil); çığ (miktarı ve devam süresi dahil), kırağı, sis vb.

Sinoptik istasyonlarda, sabah ve akşam yapılan yağış miktarı ölçümlerine ilave olarak, aralarda ek ölçümler yapılması tavsiye edilir. Ayrıca yağış miktarı kaydedicisinden yağış şiddet analizi yapılmalıdır. Yağış rasatlarında başlıca üç eleman önemlidir. Yağış şiddeti, süresi ve miktarı ölçümleri; gerek sel baskınları gerekse erozyon kontrol alanlarının tespitinde önemlidir. Ayrıca sulama zaman ve miktarı, ilaçlama ve gübreleme planlarında yağış ölçümleri dikkate alınır. Meteoroloji

radarından elde edilebilecek yağış miktarı, yeri, çeşidi ve şiddeti bilgileri tarım için faydalıdır.

Özellikle kurak bölgelerde çığ ve kırağının miktarı oldukça önemlidir. Bitki üzerindeki çığ oluşumunun bazı bitki hastalıkları ile ilişkisi vardır. Ziraat meteorolojide çığ oluşumları meydana getirdikleri su yüzeyleri ve sağladıkları nemli yüzeylerden hastalık yapan patojenlere yol açması açısından önemlidir. Bu sebeple yaprak ıslaklığı süresi ölçümleri yapılır.

Çığ rasatlarında; çığ miktarı, devam müddeti ve intensitesi (yoğunluğu) ele alınan kriterlerdir. Birim zamandaki birikim miktarı çığ intensitesini verir.

Tarımsal alandaki etkileri nedeniyle dolu fırtınaları ve dolu çapı ölçümleri önemlidir. Dolu yoğunluğu; birim alana isabet eden dolu tanelerinin sayısı, bitkiler üzerinde meydana getirdiği zarar derecesi ve meteoroloji radarı yardımı ile belirlenir.

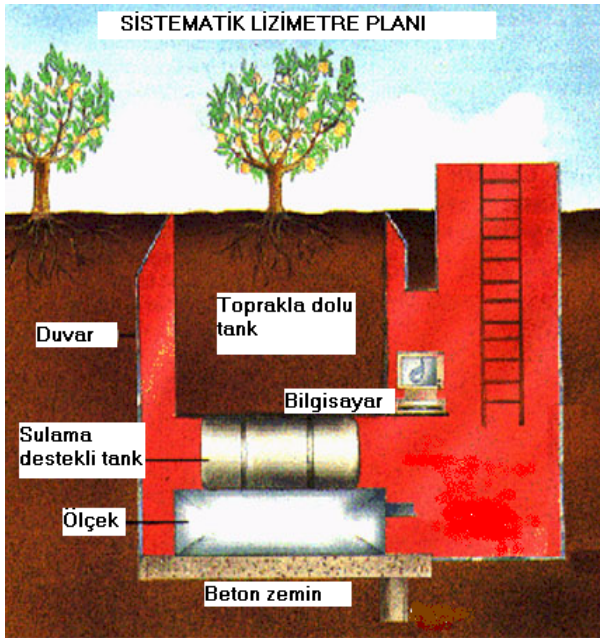
Ziraat meteoroloji istasyonlarında, düzenli aralıklarla, toplam bulut kapalılığı gözlemleri yapılmalıdır. Ayrıca radyasyon dengesi çalışmaları için, bulut çeşidi ve bulut taban yüksekliği gözlemleri de yapılmalıdır.

### **3.3.1.5. Buharlaşma**

Serbest su yüzeylerinden ve toprak-bitki yüzeyinden meydana gelen buharlaşma ziraat planlamalarda önemli bir yer tutar. Toprak yüzeyi ve bitki üzerinden meydana gelen buharlaşmaya evapotranspirasyon denir. Evapotranspirasyon aktüel ve potansiyel olarak açıklanabilir. Potansiyel evapotranspirasyon; toprak tarla kapasitesinde iken (doymuş halde) toprak ve bitki yüzeylerinden meydana gelen buharlaşmadır. Aktüel evapotranspirasyon; toprak mevcut nem şartlarında iken meydana gelen buharlaşmadır. Buharlaşma ölçümleri; açık su yüzeyinden ve gözenekli (poroz) ortamdan olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Açık su yüzeylerinden olan buharlaşma, panlardaki (buharlaşma havuzlarında) su düzeyinde meydana gelen değişim dikkate alınarak yapılır. Ayrıca wild buharlaşma terazisi ile direk olarak buharlaşan su miktarı ağırlık esasına göre ölçülür. Gözenekli ortamda meydana gelen buharlaşma için evaporimetreler ve lizimetreler kullanılır. Evaporimetreler sünger kağıdı ve kağıt



fitilleri ile buna bağı (mm) ölçekli cam boruların su ile doldurulup azalan su miktarına göre buharlaşma nisbi olarak bulunur. Lizimetrelerle buharlaşmanın (evapotranspirasyonun) bulunması bitki ile örtülü alanlarda yapılan ölçümlerdir. Bunlar içlerinde tabî toprak ve vejetasyon örtüsü (çimen, kültür bitkileri vb.) ihtiva eden çeşitli tip ve ebatta arazi tanklarıdır. Bunlar tarla kapasitesindeki toprağa sahip, potansiyel evapotranspirasyonu ölçen düzeneklerdir. İçleri toprakla dolu olan bu düzenekler geçirimsiz fiberglas, maden veya beton tanklardır. Toprak profili içerisine gömülen bu tanklar ölçümün yapıldığı arazide; arazinin coğrafik, topoğrafik ve toprak cinsine bağı olarak kaybedeceği suyu hesaplarlar. Drenaj, Tartılı ve Hidrolik tip olmak üzere üç çeşidi vardır.



Şekil 3.3. Lizimetre

şeklinde veya otomatik olarak belirli aralıklarla tartım yapıp kaydeden elektronik çeşitleri de vardır.

Hidrolik tip lizimetrelerde, toprak tankının altında içi sıvı doldurulmuş uzun bir plastik hortum bobini ve hortumun tarla seviyesindeki ucunda kalibrasyon eğrisi ile evapotranspirasyon miktarı dolaylı olarak bulunur.

Su kaynaklarının durumu ve bunu etkileyen su dengesi faktörleri tarım için çok önemlidir. Akarsu taşkınları tarım için çok önemli olduğundan, yakındaki göl ve

nehirlerin su seviyesinin gözlenmesi gibi hidrolojik gözlemlerin ziraî meteoroloji gözlem programına konulması gerekir.

### 3.3.1.6. Toprak sıcaklığı

Toprak sıcaklığı bitki gelişimi için önemli bir faktör olduğundan ve diğer bitki gelişim faktörlerini de etkilediğinden dolayı (örneğin, bitki besin maddeleri ve sudan faydalanımı) düzenli olarak ölçülmelidir. Temel araştırmalarda toprak derinliği boyunca (0-100 cm) ölçüm yapılır. Özel amaçlı çalışmalarda, araştırmanın gayesine bağlı olarak ölçme yerleri ve derinlikleri değişebilir. Örneğin sıcaklığın yalnızca çimlenmeye ve kök gelişimine olan etkisi incelenmek istenirse o zaman tohum yatağı, köklerin yayıldığı veya yayılacağı derinlikler dikkate alınır.



Şekil 3.4. Toprak sıcaklığı rasatları

Bütün ziraî meteoroloji istasyonlarında toprak sıcaklığı ölçümleri yapılmalıdır. Toprak sıcaklığı 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliklerde ölçülmelidir. Bunlardan 50 ve 100 cm gibi sıcaklık değişiminin az olduğu derinliklerde, günde bir kez ölçüm yapmak yeterlidir. Daha az derinliklerdeki ölçümler önceliklere göre değişebilir. Ya günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar

sürekli kaydedilmeli veya 6 saati aşmayacak şekilde belli saatlerde okuma yapılmalıdır.

5, 10 ve 20 cm toprak termometrelerinin derinlikleri düzenli olarak kontrol edilmeli, parselin bakımı yapılmalı, termometrelerin toprakla teması sağlanmalıdır. Toprak sıcaklığı ölçümü yapılan parsel yüzeyi ya çıplak toprak ya da kısa çim olmalıdır. Ölçüm yapılan parsel çevreyle uyumlu olmalıdır.

Toprak sıcaklığı bir ormanda ölçüldüğünde, derinlikler için referans olarak alınan seviye açık bir şekilde belirtilmelidir. Sıfır seviyesinin, mevcut humus, çöp ve

yosunların üst seviyesi olarak mı, yoksa toprak ve humusun ara yüzeyi olarak mı alındığı, sıcaklık bilgileri yayınlanırken mutlaka belirtilmelidir.

Toprağın termal karakteristiklerinin (özgül ısı, termal iletkenlik, sıcaklık profili ve bu seviyelerdeki değişimi) de ölçülmesi gerekir.

Toprak sıcaklıkları mevcut klima istasyonlarında 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliklerinde civalı termometreler ile ölçülmektedir. 5, 10, 20 ve 50 cm derinlikteki toprak sıcaklık rasatları mahallî saatle 7, 14 ve 21 rasatlarında olmak üzere günde 3 kez, 100 cm derinlikteki toprak sıcaklık rasatları ise sıcaklığın bu derinlikte fazla değişiklik göstermemesi nedeniyle sadece 14 rasadında olmak üzere bir kez yapılır. 5, 10 ve 20 cm derinliklerdeki toprak termometrelerinin hazneleri istenen derinlikte, ıskalaları ise okuma kolaylığı sağlaması için toprak yüzeyine 60 derecelik açı yaparak yerleştirilir. 50 ve 100 cm derinlikteki toprak termometreleri ise lamon kasası denilen ağaç veya plastikten yapılmış özel mesnetleri içerisine konarak toprak yüzeyine dik olacak şekilde yerleştirilirler.

Değişik ülkelerde termokapılar, termistörler ve devamlı olarak toprak sıcaklığını kaydeden termograflar da kullanılmaktadır.

### **3.3.1.7. Toprak nemi**

Toprak nemi ana ziraî meteoroloji istasyonlarında ölçülmelidir. Eğer mümkünse diğer ziraî meteoroloji istasyonlarında da ölçülebilir. Toprak nemi ölçümleri 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve 100 cm derinliklerde yapılması tavsiye edilir. Toprak derinliği ve infiltrasyon fazla ise daha derinlerde ölçüm yapılabilir. Derinlikler seçilirken etkili kök derinliği dikkate alınmalıdır.

Toprak neminin, aynı zamanda hem doğal toprak şartlarında (işlenmeyen arazide) hem de tarım arazilerinde (kültüre alınan arazilerde) yapılması toprak nemindeki değişimlerin incelenmesi bakımından gereklidir.

Toprak nemi durumunu daha iyi anlamak için toprağın tarla kapasitesi, sürekli solma noktası ve taban suyu seviyesi ölçümleri yapılmalıdır.

## Toprak nemi ölçme metotları

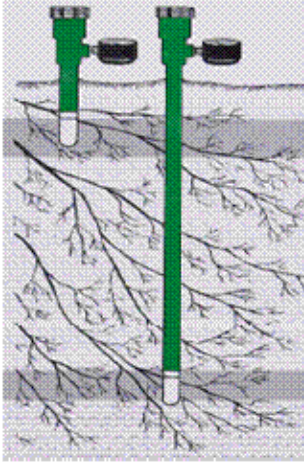
**a) Gravimetrik metot;** Laboratuarda yapılan toprak nemi ölçümüdür. Toprak profilinden istenen derinlikte alınan toprak örneğinin yaş ağırlığı tartıldıktan sonra 105 °C lik sıcaklıkta 24 saat süreyle kurutulur ve tekrar tartılır.

$$\% \text{ Nem} = \frac{\text{Yaş ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}}{\text{Kuru ağırlık}} * 100$$

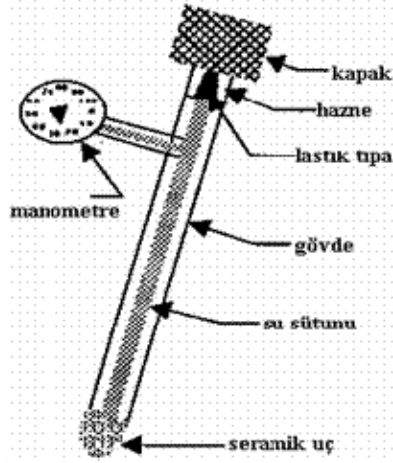
Eşitliğinden gidilerek % ağırlık olarak nem bulunur. Toprağın ağırlık yüzdesi olarak hesaplanan su miktarı ile, mm olarak ifade edilen yağışın karşılaştırılması mümkün değildir. Bu nedenle ağırlığa göre bulunan değer her toprağın özelliğine bağlı olarak değişen bir faktörle (f) çarpılması gerekir. Bu faktör aynı toprak profilindeki değişik derinliklerde de farklı olabilir. Bu duruma göre topraktaki nem miktarının, toprağın hacim yüzdesi şeklinde gösterilmesi, mm olarak ifade edilen yağış ile doğrudan doğruya kıyaslanması veya aynen kabul edilmesi mümkündür. Toprak yüzeyinden başlayarak belirli derinliğe kadar her 10 cm lik katta bulunan nem miktarı hacim yüzdesi veya buna eşdeğer mm olarak belli olduğu takdirde istenilen derinliğe kadar olan katları nem miktarları art arda toplanarak nem miktarı bulunur.

## **b) Toprak neminin tarlada ölçülmesi;**

**Tansiyometre ile toprak nemi ölçümleri;** Tansiyometreler vakum esasına dayanan, bir ucunda manometre diğer ucunda seramik gözenekli uca sahip basit bir borudur. Gözenekli borudaki su; Tansiyometrenin gömüldüğü derinlikteki toprak ile temas edince, toprak neminin durumuna göre, gözenekli uçtan hidrolik dengeye göre su boruda artar veya azalır. Boruda meydana gelen ters basıncın manometreden okunmasıyla topraktaki nem tansiyonu ölçülür. Bu metotta ölçümler ancak % 85 doğrulukla yapılabilir.



Şekil 3.5a. Tansiyometre



Şekil 3.5b. Tansiyometre



Şekil 3.5c. Tansiyometre

**Poroz bir bloğun elektriki özelliklerinden faydalanma;** Gözenekli bir bloğun elektriği geçirgenlik özelliğinden faydalanarak toprak neminin bulunmasında prensip toprak nemi ile elektriki geçirgenlik arasındaki korelasyonla bulunur. Toprağa yerleştirilen aletin elektrik özelliklerine göre ölçüm yapılır. Kullanılan elektriki cihazlar arasında jips blokları, paris plasteri, naylon ve cam lifleri sayılabilir.

**Toprağın ısı özelliğinden faydalanma;** Toprağın ısı iletme hızı büyük oranda topraktaki nem miktarına bağlıdır. Bu amaçla toprak nem miktarı ile ısı iletimi arasında daha önce tespit edilen ilişkiden faydalanılarak nem miktarı bulunur.

**Nötron metodu;** Hızlı nötron veren bir kaynaktan (radyoaktif maddeden) çıkan nötronların, toprak suyu tarafından yavaşlatılması ve özel sayaçlarla bu yavaşlama ile nem miktarı arasında bir korelasyon kurulması sonucu toprak nemi tespit edilir. Bunların dışında toprak nemi kabaca el ile kontrol edilir veya emici bir malzeme (tuğla, ahşap bloklar vb.) ile toprak nemi dengeye getirilerek ölçülebilir.

### 3.3.1.8. Su sıcaklığı

**Su sıcaklık ölçümü;** Çok yaygın olmamakla birlikte çeltik tarlaları, rezervuarlar, balık göletleri, nehir ve okyanuslarda yapılan ölçümlerdir. Günümüzde tarla balıkçılığında yapılan balık üretimi için su sıcaklığı; çevre sıcaklığı olarak önemli bir kriterdir.

### 3.3.1.9. Ziraâ mezoklimatolojik incelemeler

Bir mezo ölçekte, ziraâ üretimi etkileyen meteorolojik elemanların değişimi ve bunları etkileyen topoğrafya, bölgesel rüzgâr sirkülasyonu ve su kütleleri gibi mezoklimatik ve lokal faktörlerin tanımlanması için araştırmalar yapmak gerekir.

Bu araştırmalar özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve nüfusun az olduğu bölgelerde oldukça faydalıdır. 1-5 yıllık geçici istasyonlardan elde edilecek bilgiler, o bölgedeki sabit istasyon bilgileriyle karşılaştırma yapılabilmesi açısından faydalıdır. Sabit veya gezici istasyonlardan, özel aletlerle yapılacak gözlemler, genel şablonun tamamlanmasına yardım edecektir.

**a) Sabit istasyonlar;** Bu istasyonların uzun bir süre belli bir yerde çalıştırılması planlanır. Başlıca çeşitleri:

1) Minimum aletli istasyonlar: Küçük taşınabilir siper, maksimum ve minimum termometreler, kuru ve ıslak termometreler, uygun bir yükseklikte anemometre ve plüviyometre. Standart olmayan siperlerde radyasyon hatası (siperdeki termometreleri etkileyen radyasyon) tanımlanmalıdır.

2) Standart aletli istasyonlar: (1) deki standart siper aletleri, termohigroğraf, kontrollü rüzgâr fırıldağı ve güneş ışığı kaydedicisi. Bu ölçümler, ampirik metotlarla buharlaşmanın belirlenmesine imkan vermektedir.

3) Yarı otomatik istasyonlar: Eğer eğitilmiş personel yoksa yarı otomatik istasyonlar (batarya enerjili) istenilen bütün ölçümleri yapar.

4) Otomatik istasyonlar: Bu istasyonlar daha az kontrol gerektirmekle birlikte, kuruluşu ve muayenesi yüksek standartlarda olmalıdır. Kesintisiz sabit güç kaynağı gereklidir. Bu istasyonlarda üretilen data, direk bilgisayar yoluyla alınabilir. Bu istasyonların kurulmasında sınırlayıcı faktör ilk kuruluş maliyetinin yüksekliğidir.

**b) Gezici istasyonlar;** Gezici istasyonlar, sadece kısa periyotlar için kullanılırlar. Eğer uzun süreli fakat yüzeysel hava sıcaklığı ve nemi incelemeleri yapılacaksa, aletler genellikle taşıyıcı araçlarla taşınır.

Eğer taşımada motorlu araçlar kullanılacaksa, bütün mekanik aletler sarsıntıdan korunacak şekilde paketlenmelidir.

**c) Özel mezoklimatik işlemlerin tanımlanması için tamamlayıcı gözlemler;** Mezoklimatik modellerin özel tanımlarını elde edebilmek için, troposferin alt seviyesindeki sıcaklık, nem, basınç ve rüzgârın aşağıdaki gibi belirlenmesi gerekir:

1) Her sezonda, tipik hava kütlelerinin tanınması için günlerce uçak meteorograf sondajları yapılır. Bu sondajların minimum ve maksimum toprak sıcaklığının olduğu saatlerde yapılması tavsiye edilir. Sondajlar, yapılan çalışmadaki problemlerin çözümüne uygun dikey aralıklarda yapılmalıdır: 100-150 m aralıklarla 800-1000 m ye kadar ve sonra 300-500 m aralıklarla 3000 m ye kadar.

2) 300-350 m ye kadar sondajlar, sabitlenmiş bir balondan sarkıtılmış radyozonde veya meteorograf ile yapılır. Rüzgârın etkilerinden korunmak için balonlar üç koldan bağlanmalıdır.

3) Rüzgârın yapısı. 300 m ye kadar rüzgârın yapısıyla ilgili çalışmalarda, rüzgârın yönünü gösteren, bağlanmış kontrollü balonlar kullanılabilir. Daha yükseklerde, yükselmeyen veya çok yavaş yükselen pilot balonları kullanılabilir; onların uçuşu yeryüzünden iki teodolit ile takip edilmelidir. Gece balonları bataryalı olmalıdır. Gaz bombaları belli bir seviyeye kadarki türbülansı veya rüzgârın yönünü görmek açısından faydalıdır.

### **3.3.1.10. Rutin ve sürekli olmayan eksiksiz fiziksel gözlemler (Ziraî mikrometeorolojik araştırmalar için)**

Ziraî işlemlerin lokal veya bölgesel değişimlerini belirlemek için bazı mikroklimatik elemanların gözlenmesi ihtiyacından daha önce bahsedilmişti. Bunlar az çok rutin veya sürekli gözlemlerdir. Bununla birlikte temel araştırmalarda, rutin veya

sürekli olmayan eksiksiz fiziksel gözlemlerin yapılması gerekir. Bu gözlemler, geleneksel ziraî klimatolojik gözlemlerden bağımsız olarak yapılır. Bu gözlemler, yüksek bir doğrulukla, genellikle mikrometeorolojik ölçümleri yapabilen, özel olarak dizayn edilmiş aletlerle, bilimsel eğitim almış uzman personel tarafından yapılmalıdır.

### **3.3.2. Biyolojik Çevre Rasatları**

Tarımın farklı yönleri ve hava arasındaki ilişkilerin tanımlanabilmesi için öncelikle biyolojik gözlemlere ihtiyaç vardır. Bu gözlemler, hava şartlarının, bitki ve hayvan üretiminin kalite ve miktarını nasıl etkilediği hakkında bilgi verir. Bitki ve hayvanlar ile bunların yaşadıkları ortamları kapsar. Genel bir prensip olarak, iki gözlemin birlikte değerlendirilmesi açısından, biyolojik gözlemlerin doğruluğu ve kapsamı, meteorolojik gözlemlerin doğruluk ve kapsamı ile denk olmalıdır.

Biyolojik gözlemler altı ana başlık altında incelenebilir.

a) Yabani bitkileri, hayvanları, kuşları ve böcekleri ele alan, geniş bir coğrafi alanda gerçekleşen doğal olayların izlendiği gözlem ağı

b) Kültür bitkilerinin ve çiftlik hayvanlarının gelişme evrelerinin izlendiği gözlem ağı. Bu gözlemler, bitki ve hayvan hayatındaki önemli olaylar ve kültürel işlemlerinin günlerinin belirlenmesini içermelidir: bitkilerde tarla sürme, ekim, sulama ve hasat günleri; hayvanlarda yavrulama, süt verimi, vb. Bu bilgiler, çevresel faktörler ve ziraî üretim arasındaki ilişkilerin araştırılması çalışmalarında gereklidir

c) Meteorolojik faktörlerin, kültür bitkileri ve hayvanlar üzerinde meydana getirdiği zararların tespiti gözlemleri ile bitki ve hayvanlarda hastalık ve zararlıların ortaya çıkması, bunların şiddeti ve enfeksiyonun bulunduğu merkezler; dolu, kuraklık, don ve fırtına gibi atmosferik olayların meydana getirdiği zararlar

d) Bir araştırma istasyonunda veya deney parselinde yapılan, özel bir deney için gerekli olan, yüksek doğruluk veya büyük karmaşıklıkların detaylı gözlemleri,



e) Daha büyük coğrafi alanda ve çok sayıda parselde meydana gelen, yukarıda (d) şıkkında belirtilenden daha az kompleks olan özelliklerin gözlemlendiği ağ. Bunlar uygulamalı kullanım içindir.

f) Belli biyolojik olayların yayılma alanlarını belirlemek için yapılan küresel biyolojik gözlemler.

### **3.3.2.1. Doğal olayların gözlemleri**

Uygulamalı kullanım için uygun olan bu gözlemler, insanların müdahalesinden uzak olan yabancı bitki ve hayvanları etkileyen hava şartları ile ilgilidir. Bir lokal iklim formunun oluşturulmasında bu bilgi dikkate alınmalıdır. Yabancı çiçekler, ağaçlar, fundalıklar, göç eden kuşlar ve kış uykusuna yatan hayvanlar bu gözlemler için uygundur.

Bu gözlemlerin programlanması, kapsam ve prosedür olarak, kültür bitkilerinininki ile aynıdır.

### **3.3.2.2. Ziraî klimatolojik kullanım için gözlemler**

Bu kategori altında olan bitki yetiştirme, çiftlik hayvanları, kültür bitkileri, ağaçlar ve arazi üzerindeki genel aktiviteler hakkındaki fenolojik gözlemler, tarım yılının doğru bir resmini oluşturabilmek için gereklidir. Bu gözlemler, sürekli çalışan istasyon ağında, geniş bir yelpazede meydana gelen olaylar üzerinde yapıldığı için uygulamalı kullanım kategorisi gözlemlerinden farklıdır. Bu gözlem kayıtları daha sonra analiz edilip yayınlanabilir.

Gözlem ağı uygulamalı kullanım için gerekli olandan daha az yoğun olmalı, fakat özel bir üretim alanı ile sınırlanmayıp bütün ülkeyi kapsamalıdır. Bu gözlemler, belli olayların meydana geliş günlerinin kayıtlarını içermelidir.

Her ülke, kendi standart gözlem programını belirlemeli, olaylar gözlenirken ve kaydedilirken uyulması gereken standart kurallar talimatnamesi hazırlanmalıdır.

Gözlemlerde süreklilik, güvenilirlik ve bir standart gerektiği gözlemcilere anlatılmalıdır.

### **3.3.2.3. Hava olaylarının yaptığı zararların gözlemleri**

Toprak, bitki ve hayvanlarda zarara ve kayıplara sebep olan kötü hava olayları; aşırı kar, buz, don, dolu, kuvvetli yağış, aşırı hava kirliliğine yol açan hava şartları, mevsimsiz sıcak ve soğuk, kuraklık, kuvvetli rüzgârlar, seller, toz ve kum fırtınalarıdır. Hava olaylarının, orman ve ot yangınları, hastalık ve zararlıların tekrar ortaya çıkması gibi ziraî üretimi olumsuz etkileyen ikincil etkileri vardır.

Havanın zararlarını gözlemleyen düzenli sistemler, bölüm 3.2.1 ve 3.2.2’de tanımlanan kategoriler ile birleştirilebilir. Bu gözlem ağının bulunmadığı yerlerde, zararın boyutlarının doğru olarak tespit edilebilmesi için, özel düzenlemeler (gezici ekip ve ekipmanlar gibi) yapılması gerekir.

Gözlem çeşitleri, zararın yapısına göre değişiklik gösterir. Gözlem çeşitlerini her ülke kendisi belirleyebildiği gibi, iklimi benzer olan birkaç ülke birlikte de belirleyebilir. Yanlış değerlendirme riskini ortadan kaldırmak için gözlemler açık bir şekilde tanımlanmalıdır.

### **3.3.2.4. Eksiksiz biyolojik gözlemler**

Eksiksiz fiziksel gözlemlerde olduğu gibi, bu tip gözlemler de temel araştırmalar için gereklidir. Bu tür gözlemlerde yüksek oranda doğruluk sağlamak için iyi eğitim almış personel kullanılmalıdır. Bu gözlemler özellikle araştırma gayesi ile seçildiğinden yüksek doğrulukta olmasına dikkat edilmelidir. Bu çalışma doğal arazi veya laboratuvar koşullarında yapılabilir. Laboratuarda, iklim kontrollü odalar, rüzgâr tünelleri, mikroskoplar ve diğer deney aletleri kullanılarak, bitki ve hayvanların bir veya birden fazla meteorolojik etkilere verdiği tepkiler üzerinde çalışmalar yapılır.

### 3.3.2.5. Uygulamalı kullanım için gözlemler

Bu gözlemlere, bölgesel ve merkezi otorite tarafından, idari faaliyetler, fonksiyonel tahminler yaparken veya teknik tavsiyelerde bulunurken ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan gözlemler, farklı kaynaklardan gelen gözlemlerin karşılaştırılabilmesi için, standart bir yapıda olmalıdır.

Bu gözlemlerin çok sayıda istasyon tarafından yapılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca bu gözlemlerin istenen standartta olması için, gözlemler, yeterli eğitimi almış, uzman personel tarafından yapılmalıdır. Gözlemlerin, Bölge Müdürlüklerine veya Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne hızlı bir şekilde iletilebilmesi için, gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Gözlem ağının yoğunluğu, eğitilmiş elemanın miktarıyla doğru orantılıdır. Uygulamada kullanılacak bir gözlem ülkedeki ilgili bütün alanları kapsayacak şekilde yapılmalıdır. Gözlem ağının yoğunluğu; problem çeşidine, bitki desenine, toprak çeşitliliğine, iklime ve bölgedeki insan yoğunluğuna göre belirlenir. Temel hedef, orta derecede insan yoğunluğuna sahip bir bölgede, çevredeki arazileri kontrol edebilen, her 50 km<sup>2</sup> ye bir gözlemci, şeklinde olmalıdır.

Biyolojik gözlemlerin yapısı, uzmanlar tarafından üzerinde anlaşılmış bir modelde ve açıklayıcı örneklerle birlikte, kesin bir şekilde tanımlanmalıdır. Meteorolojistler bu gözlemleri planlarken, istatistikçiler ve tarım uzmanları ile birlikte çalışmalıdır.

Biyolojik ve meteorolojik datalar, uygulamayla ilgili kararlarını yaptıkları analizlere dayandıran, merkezi ve bölgesel birimler tarafından analiz edilir.

Uygulamalı kullanım için gerekli olan bazı örnek bilgiler şunlardır:

a) **Orman yangınları;** Ormandaki ölü örtünün durumu ve yanmaya karşı hassasiyeti,

**b) Hastalıklar;** Bitkinin durumu, sporların varlığı ve serbest kalma durumu, enfeksiyonun tekrarı ve yayılımı,

**c) Zararlılar;** Zararlı böceklerin yumurtadan çıkışı; böcek popülasyonunun dağılımı ve diğer bölgelerden olan böcek saldırıları,

**d) Tehlikeli hava olayları;** Ürünlerin durumu ve özellikle don gibi tehlikeli hava olaylarına karşı hassas bir dönemde olup olmadığı,

**e) Çiftçilik işleri;** Tarım yılında meydana gelen gelişmeler; tahmincilerin bu gelişmelerden haberdar olup buna göre uyarı ve tahmin yapabilmeleri için.

### **3.3.2.6. Küresel biyolojik gözlemler**

Bölüm 3.3.2.1, 3.3.2.2 ve 3.3.2.5'te anlatılan lokal gözlemlerin yanında, biyolojik olayların küresel olarak değerlendirilmesi için modern metotlar vardır:

**a) Aerofotogrametri (geleneksel fotoğrafçılık);** Bu metot, kabartıların haritalanması, ürünler ve doğal bitki örtüsü çeşitlerinin, bunların fenolojik durumlarının, toprak çeşidinin ve büyükbaş hayvan dağılımının belirlenmesinde kullanılır.

**b) Uzaktan algılama (belirli dalga boylarında);**

**(1) Havayla ilgili fotoğrafçılık (a'daki gibi);** Özel film ile, görünür spektrum aralığına veya infrared radyasyona duyarlı, albedo ve enerji balansında aktif olan yeryüzü enerji yayılımı ve yoğunluğu hakkında değerli bilgiler verir. Toprak nemi bütçesi hakkında bilgi elde edilebilir; bitki örtüsündeki kuraklık stresi; bitki topluluğunun kompozisyonu ve fenolojik durumları; ürünler ve büyükbaş hayvanların durumları,

**(2) Uydu gözlemleri;** Uydu fotoğrafları özellikle geniş alanlarda faydalıdır. Uygun, hassas emülsiyonla birlikte yüksek çözünürlükte uydu fotoğrafları kullanılarak, albedo, bir bölgedeki radyasyonun dünya ve atmosferdeki yayılımı ve bunların

mevsimsel değişimleri ölçülebilir. Ayrıca, buz ve karlı alanların, sel basmış bölgelerin ve toprak neminin belirlenmesi mümkündür.

# 4. BÖLÜM

## ZİRAÎ METEOROLOJİK

### UYGULAMALAR





## 4. BÖLÜM : ZİRAÎ METEOROLOJİK UYGULAMALAR

### 4.1. Ziraî Meteoroloji Tahminleri

İnsanların varoluşlarından itibaren en önemli problemlerinden birisi de beslenmedir. İlk zamanlarda insanlar ihtiyaç duydukları gıda maddelerini doğadan hazır olarak temin ederken daha sonra üretime geçmişlerdir. İnsanların bitkisel ve hayvansal üretime geçmeleriyle birlikte bu konudaki çalışmalar zaman içinde artmış, üretim tekniklerinin gelişmesi, üretimi etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bunlara çeşitli müdahalelerle, özellikle son yıllar içerisinde üretimde büyük artışlar olmuştur. Fakat bütün bu olumlu gelişmelere rağmen, küresel ve sürekli olmamakla birlikte zaman zaman ortaya çıkan olumsuz hava şartları üretim azlığına neden olduğundan, gıda rezervlerinde azalma meydana gelmektedir. Bu durum üretimin hava şartlarına bağımlılığını ve meteorolojik hizmetlerin tarım sektöründeki planlama ve üretim çalışmalarında ne denli büyük bir role sahip bulunduğunu bir kez daha kuvvetle vurgulamıştır.

Meteorolojik parametrelerin değerlendirilmesiyle tarımsal ürünlerin halihazır ve gelecekteki durumlarının tahminine ziraî meteorolojik tahminler denir. Tarımsal ürünlerin durumunu belirleyen kriterler ise fenolojik tarihler, verim, kalite ve kantitesi, ürün miktarı gibi konulardır. Tarım alanında özellikle tarımsal üretimin planlamasında ziraî fenolojik tahminler önemlidir.

Ziraî meteorolojik tahminler tarımda, mevcut iklim ve hava şartlarından tam olarak ve rasyonel bir şekilde yararlanmada yardımcı olur.

Ziraî meteorolojik tahminler karşılanırken: İki tür bilgi kullanılır.

1-Ürün bilgileri (Ürünle ilgili her türlü ölçümler)

2-Çevresel bilgiler (Çevreye ait tüm özellikler)

Bu tahminler yapılırken temel prensip bağımlı değişkenler (bitki çimlenme oranı, verim miktarı, fenolojik tarihler vb.) ile bağımsız değişkenler (sıcaklık, yağış,



toprak faktörleri, nem vb.) arasındaki korelasyonlar sonucu bulunan türetilmiş değişkenler (toprak nem indeksi, atmosferik buhar basıncı vb.) arasındaki çoklu regresyonlarla tahminler gerçekleştirilir. Ziraî fenolojik tahmin metotları sadece ait oldukları bölge için geçerlidirler. Belirlenmiş bölge için hazırlanan metot başka bölgelerde başarılı olmayabilir. Ziraî fenolojik bilgilerde kullanılan değişkenler (kriterler) aynı tip toprak, topografya, iklim, kültür uygulamaları için kullanılabilir. Bu nedenle bulunan istatistik bağıntılar bir bölgeden diğerine değişiklik gösterir. Ziraî Meteorolojik tahminlerde genelde ele alınan konular şöyle sıralanabilir:

Geçmiş hava durumuna ait bilgilerden faydalanarak ürünün mevcut durumu ve potansiyel verimlilik tahmini belirlenebilir.

Toprak nemi tahminleri ile yine verim-kalite ve kantitesi dolaylı olarak hesaplanabilir.

Önemli meteorolojik faktörlerin olasılık dağılımlardan faydalanarak muhtemel ürün durumu ve potansiyel verim miktarı hesaplanabilir.

Tarım sektöründe üretimi dolaylı ve dolaysız olarak etkileyen ve ona yön veren en önemli iklim faktörlerinin başında sıcaklık, yağış, güneşlenme, nem ve rüzgâr gibi faktörler gelmektedir. Bu faktörler üretimi planlama aşamasından, pazarlama aşamasına kadar her aşamada etkiler. İklim faktörleri dikkate alınmadan yapılan üretimde işgücü, ürün, girdi ve zaman kayıpları artar, bunlara bağlı olarak da maliyet oldukça yükselir. Ülke ekonomisine büyük katkılar yapan tarım sektörüne yönelik ziraî hava tahminleri ve parametreleri, tahminlerin uygulama alanları ve örnekleri hakkında aşağıdaki konularda detaylı bilgiler verilmektedir.

#### **4.1.1. Ziraî Tahmin Çeşitleri**

**a) Genel amaçlı ziraî tahminler;** Genel olarak bölgenin tüm tarım faaliyetleri için kullanılır. Bu istidlallerde hava sıcaklığı (maksimum ve minimum), yağışın tipi, süresi ve bırakacağı su miktarı, kapalılık, rüzgârın yönü ve hızı yer alır. Bu istidlallerde beklenen hava olaylarının tarım üzerindeki etkileri konusunda bilgi verilmez. Ancak,

her bölgenin o periyotta uyguladığı tarım çalışmaları için önemli olan meteorolojik parametre ve iklim olaylarının istidlali yapılır.

**b) Günlük ziraâ tahminler;** Bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde etkili olan kısa periyotlu istidlallerdir. Bölgenin ekim, ziraâ mücadele, sulama, hasat, depolama ve pazarlama zamanlarında özellikle bu istidlaller kullanılır. Burada beklenen kapalılık miktarı, % yağış ihtimali ve süresi, rüzgâr, düşük ve yüksek sıcaklıklar yer alır.

Günlük tarım çalışmaları bu tür istidlal bilgilerine göre önceden planlanır ve uygulanır. Günlük istidalde geçmiş, halihazır ve gelecek hava durumlarının tarım çalışmalarına olan etkilerinden de bahsedilir, gereken zamanlarda ikaz ve ihbarlar yapılır. Günlük olarak hazırlanan etkisi arttırılmış tahminler üretim maliyetlerinin düşürülmesine ve üretimin her aşamasında meydana gelen kayıpların azaltılmasına yardımcı olur.

**c) Haftalık ziraâ tahminler;** Tarım çalışmaları içinde toprak işleme, ekim-dikim ve hasat dönemlerinde 5 ve 7 günlük tahminler çalışma programı yapmak için faydalı olmaktadır. Traktör, alet ve makinelerin hazırlığı, tohum ve fidelerin temini, hasatta olgunluğun tespiti ve işçilerin sağlanması ile nakliye ve depolama için üretici önceden hazırlıklarını yapmak zorundadır. Çalışmaların başlatılması için uygun hava koşulları gerekmektedir. Sıcaklık, yağış ve rüzgâr gibi meteorolojik şartların toprak hazırlığı, ekim-dikim ve hasat dönemlerinde uygun olup olmadığının önceden bilinmesi fazla kaynak ve işgücü kullanımını engellediği gibi verimliliği de arttıran bir unsur olduğu unutulmamalıdır.

**d) Aylık ve mevsimlik tahminler;** Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri göz önüne alınarak ve uzun yılların ortalama değerlerinden yararlanılarak aylık ve mevsimlik istidlaller yapılmaktadır. Bu tahminler uzun yıllara ait klimatolojik ve sinoptik verilere dayanılarak yapılır. Tahminler incelenen iklim elemanının normallerinden beklenen sapmaları şeklinde verilir.

#### 4.1.2. Ziraî Tahminlerde Kullanılan Meteorolojik Parametreler

**a) Hava kapalılığı, bulutluluk ve güneş ışınları;** Çok küçük su damlacıkları, buz kristalleri ya da her ikisinin karışımından meydana gelen ve tabanı yer yüzünden yukarıda olan kümelere bulut denir. Buluttaki sıvı zerreciklerinin çapı takriben 200 mikron kadardır, bu ebattan daha büyük olanlar çisenti ya da yağmur grubuna girerler. Bulutluluk rasatlarında sıra ile bulutluluk miktarı, yoğunluğu, bulutların çeşidi, geldiği yön ve metre cinsinden bulut tavan yüksekliği tespit edilir.

Bütün canlılar ve meteorolojik olaylar doğrudan veya dolaylı olarak güneş enerjisine bağlı olarak gelişir.

Işık bütün canlılarda olduğu gibi, bitkilerde de yaşamın devam edebilmesi için gerekli bir enerji kaynağıdır. Kısaca güneş, bitkilerde büyümeyi ve gelişmeyi sağlayan en önemli faktörlerden biridir. Fotosentezi meydana getiren en önemli etkenlerden birisi ışıktır. Güneş ışınları; uzun, orta ve kısa dalga boylu ışınlar olmak üzere üç guruba ayrılır.

**Uzun dalga boylu ışınlar;** Dalga boyları 7000 A° üzerinde olan ışınlardır. Kırmızı ötesi diye adlandırılan ve gözle görülemeyen bu ışınların bitkiler üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir.

**Orta dalga boylu ışınlar;** Dalga boyları 4000-7000 A° arasında olan ışınlardır. Işık ya da ışık enerjisi dediğimiz bu ışınlar çeşitli renklerden oluşur ve güneş spektrumu içinde gözle görülebilirler. Dalga boylarına, renklerine ve bitkilere olan etkilerine göre 3 alt grupta toplanırlar.

-Dalga boyları 7000-6100 A° arasında olan kırmızı renkli ışınlar yeşil bitkilerin hücrelerinde bulunan klorofil maddesi tarafından geniş ölçüde tutularak fotosentez olayının meydana gelmesinde önemli rol oynar.

-Dalga boyları 6100-5100 A° arasında olan sarı ve portakal renkli ışınlar klorofil tarafından çok fazla absorbe edilemediği için fotosentezde etkileri az olmaktadır.

-Dalga boyları 5100-4000 A° arasında olan menekşe, mavi ve yeşil renkli ışınlar sarı renkli pigmentler tarafından absorbe edilir. Sarı renkli pigmentler fototropizmin, protoplazma akıcılığının ve kloroplast hareketlerinin meydana gelmesinde önemli rol oynar. Ayrıca bu ışınlar klorofil tarafından büyük oranda absorbe edilerek fotosentezde ikinci üst sınırı oluştururlar.

**Kısa dalga boylu ışınlar;** Dalga boyları 4000 A° dan küçük olan ışıklar genel olarak canlılar için zararlı ışınlardır. Yapay olarak ta elde edilebilen bu ışıklardan özellikle tıp alanında yararlanılmaktadır. Bu ışınlar dalga boylarına göre 3 alt grupta toplanır.

-Dalga boyları 4000-3150 A° arasında olan ultraviyole A ışınları bitkilerde genellikle olumsuz yönde etkide bulunur. Örneğin, bitkide kısa boyluluk ve yapraklarda kalınlaşma ortaya çıkarırlar.

-Dalga boyları 3150-2800 A° arasında olan ultraviyole B ışınları bitkilerde öldürücü etki yapar.

-Dalga boyları 2800 A° dan küçük olan ultraviyole C ışınları bitkileri çok kısa sürede öldürürler.

Bitkiler için önemli olan ışınlar dalga boyları 4000-7000 A° arasında olan orta dalga boyuna sahip ışınlardır.

**b) Sıcaklık;** İklimin en önemli elemanı sıcaklıktır. Sıcaklığın, iklimin diğer önemli iki elemanı olan basınç ve yağışın yeryüzünde dağılışı üzerinde de büyük etkisi vardır. Havanın ısınmasına ve soğumasına etki eden en önemli faktör güneş enerjisidir. Güneşten gelen enerjinin büyük bir kısmı atmosferden geçer, yeryüzüne ulaşır ve yeryüzündeki katı ve sıvı cisimleri ısıtarak ısı enerjisi haline döner. Sıcaklık dünya üzerindeki bütün canlıları direk olarak etkileyen bir faktör olduğu için yaşamsal öneme sahiptir.

**c) Rüzgâr;** Yatay yöndeki hava hareketine rüzgâr denir. Rüzgâr yönünün ve hızının iklim ve bilhassa günlük hava şartları bakımından önemi vardır.

Saniyede 3-5 metre hıza sahip rüzgârlar tarım alanında yararlı olurken daha kuvvetli esen rüzgârlar bitkilere zarar verir. Rüzgâr hızına ve esme süresine bağlı olarak bitkilerin terlemesine ve toprak yüzeyinden olan buharlaşmaya doğrudan etkili

olmaktadır. Rüzgâr bitkilerde solunum ve terlemenin normal düzeyde olmasını, toprağın tava gelmesini ve atmosfer içinde sağladığı karışımla bitkilere yeterli CO<sub>2</sub> sağlar, tozlaşmayı kolaylaştırır ve don olayını engeller. Bu olumlu etkilerinin yanında kuvvetli rüzgâr ağaçlara zarar verir, meyve dökümüne neden olur. Artan rüzgâr hızına bağlı olarak, bitkilerde transpirasyonla kaybedilen su miktarı fazla olur ve buna bağlı olarak bitkinin yaptığı kuru madde oranı azalır. Bitki artan transpirasyonla kaybettiği aşırı derecedeki suyu, kökleri ile topraktan karşılayamayacak duruma gelir; bitki solmaya başlar ve kurur.

**d) Yağış;** Atmosferdeki nem (su buharı), bulutlar ve sisten ibarettir. Su buharı, yer yüzündeki kara ve su yüzeylerinden buharlaşan suyun atmosfere ulaşmış olan gaz halidir. Bulut ve sis ise, su buharının atmosferde yoğunlaşma çekirdekleri adını verdiğimiz zerrecikler üzerinde yoğunlaşmasından meydana gelmiştir.

**e) Nem;** Hava nemi, Görünen hava nemi (sis) ve Görünmeyen hava nemi olmak üzere iki şekilde bulunur. Görünmeyen hava nemi; hava içerisinde bulunan su buharıdır. Havadaki su buharı miktarı ise, mutlak ve nispi nem olmak üzere iki şekilde ifade edilir.

**f) Çiğ;** İlkbahar ve sonbahar aylarında görülen bir olaydır. Bilindiği gibi bu aylarda atmosferdeki nem, yaz aylarına oranla daha fazladır. Özellikle havanın açık olduğu gecelerde, radyasyon nedeniyle toprak sıcaklığı düşer, toprağın ve üzerindeki cisimlerin soğuması sonucunda bu cisimler üzerine değen hava nemi ve su damlacıkları haline gelir ki bu olaya çiğ denir.

**g) Kırağı;** Aşırı derecede soğumuş su damlacıklarının sıcaklığı 0 °C den daha düşük bir katı cisme dokunması durumunda, cisim üzerinde oluşan beyaz ve kaba buz kristallerine verilen addır. Kırağı oluşumu da çiğ oluşumuna benzer, yalnız burada radyasyon daha kuvvetlidir ve sıcaklık 0 °C nin altına düşer. Kırağı rüzgâra bakan taraflarda ve yüksek yerlerde daha çok görülür

#### **4.1.3. Ziraî Tahminlerin Kullanıldığı Alanlar**

**a) Ekim-dikim;** Birim alandan elde edilen ürün miktarı üzerine en çok etki eden faktörlerin başında ekim-dikim zamanı, derinliği ve metotları gelmektedir. Tohumun,

fıdanın ve fidenin belirli devrelerde, istenilen derinliğe ekimi ve dikimi işlemi üreticiler için oldukça önemlidir.

Tohumun çimlenmesi toprak sıcaklığı ve nemin uygunluğuna bağlıdır. Toprak sıcaklığı o yörenin çevre iklimi, topografyası ve bitki örtüsüne göre tahmin edilebilir. Nem durumunda yine lokal olarak yağışın son bir haftalık durumu, yer altı su seviyesi veya sulama potansiyeline bakılarak bilgiler hazırlanır.

**b) Ziraî mücadele;** Bitkinin yaşam seyri çeşitli böcek ve hastalıkların etkisi ile normalden uzaklaşır. Bunun düzelmesi için çeşitli şekillerde yapılan mücadeleye ziraî mücadele denir. Normalden uzaklaşan bitki çimlenmede, su ve besin maddelerinin alımında ve diğer kısımlara iletilmesinde farklılıklar gösterir. Başlangıçta lokal olan bu durum giderek bitkiyi ve ürünün tamamını sarar. Gelişmedeki bu farklılıklar sonunda yeşil kısımlar sararır, bitkinin belirli kısımlarında, kuruma, çürüme ve tümör oluşumu gibi belirtiler görülür. Sonuçta ürünün kalitesi düşer ve istenilen sonuç alınmaz

**c) Bitki hastalıkları ve iklim;** Bitkiler gelişmelerinin her döneminde çeşitli hastalıklara maruz kalabilir ve normal gelişmelerinden uzaklaşabilirler. Bitki hastalıklarının yayılmasına veya sınırlanmasına etki eden faktörlerin başında sıcaklık, nem, ışık ve rüzgâr gibi meteorolojik faktörler gelir.

**d) Bitki zararlıları ve iklim;** Bitki zararlıları, bitkilere hemen her dönemlerinde ve zamanlarda yayılıp çeşitli şekillerde zarar yapabilirler. Bitki hastalıklarında olduğu gibi zararlılarında da belirleyici olan en önemli meteorolojik faktörler sıcaklık, nem, ışık ve rüzgâr gibi faktörlerdir.

**e) Kurutma;** Gıda muhafaza yöntemlerinin en eskilerinden olup halen günümüzde de en fazla uygulanan bir yöntemdir. Kurutmada amaç gıdanın dayanıklı hale getirilmesi olmakla birlikte, kurutma ile depolanması kolay, nakli ucuz ve besin maddelerini konsantre halde içeren bir ürün elde edilmesi mümkün olmaktadır. Bir ton taze meyve ve sebze kurutulunca, ağırlığı ortalama 100-250 kg a düşmekte, hacmi 10-15 misli azalmaktadır. Bu rakamlar, depolama ve nakilde ne kadar tasarruf edildiğini göstermektedir. Kurutma işleminde de belirleyici olan en önemli meteorolojik parametreler güneşlenme, sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâr gibi faktörlerdir.

**f) Depolama, saklama ve nakliye;** Tarım sektöründe üretim kadar önemli olan bir diğer konuda, tarımsal ürünlerin en iyi şekilde depolanması ve saklanmasıdır. Uygun olmayan şartlarda depolanan ürünler pazar değerini kaybeder. Ayrıca besin değeri ve çimlenme özelliğinin korunması da, depolama teknikleri bakımından önemlidir. Depolanan ürünler genel olarak meyve ve sebze gibi çabuk bozulan tarım ürünleri ile tane ürünleri (serin ve sıcak iklim tahılları, baklagiller) ve endüstri bitkileridir. Meyve ve sebzeler çok çabuk bozulan, çürüyen ve besin değerini kaybeden tarım ürünleridir. Aynı zamanda olgunlaştıkları için toplu olarak hasat edilirler. Bunları depolamanın amacı toplanan meyve ve sebzelerin olgunlaşmasını yavaşlatmak ve yaşlanmasını önlemektir. Depolama da sıcaklık ve nem önemlidir.

Tarım ürünlerinin üretim yerleri doğal olarak pazara uzaktır. Taşıma esnasında güzergahın hava durumuna göre ısıtma-soğutma-havalandırma tedbirleri alınmaktadır. Gerek tarım ürünlerinin gerekse hayvansal gıdaların nakliyesinde sinoptik durumla birlikte ulaşım hızı, ürünün dayanıklılığı, araçların kapasitesi gibi çeşitli faktörler dikkate alınmalıdır.

**g) Don olayı ve zararlarının önlenmesi;** Meteorolojik açıdan, yerden 1.25-2.00 m yükseklikteki kuru termometre sıcaklığının 0 °C nin altına düşmesi sonucu don olayı meydana gelir. Her bitkinin don olayından gördüğü zarar, çeşidine ve gelişme durumuna bağlı olarak değişir. Çeşitli meyve ağaçları çiçeklenme döneminde yarım saat veya daha uzun bir süre düşük sıcaklıkla karşılaştıklarında don zararı başlar.

**h) Orman yangınları;** Ziraat tahminin önemli konularından birisi de orman yangınlarıdır. Orman yangınları birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de çok büyük maddi ve manevi zararlara yol açan bir olaydır. En başta yaşam birimlerini yani ekosistemleri yok etmekte, bununla da kalmayıp erozyona neden olmaktadır. Çünkü yangınlarda en büyük zarara uğrayan ölü örtü hem yağmura karşı bir engel, hem de infiltrasyonu arttırıcı bir yapıya sahiptir. Orman yangınlarının çıkmasında ve yayılmasında meteorolojik parametreler önemlidir.

**i) Sulama;** Bitkilerin normal bir şekilde çimlenebilmeleri, gelişebilmeleri ve ürün verebilmeleri için topraktan yeterli ölçüde su almaları gerekmektedir. Bitkilerin isteklerine göre almaları gerekli olan bu su, yağışlarla karşılanamadığı durumlarda

sulama yoluyla toprağa verilir. Bitkilere verilecek su miktarı o yörenin iklimine, toprak şartlarına ve yetiştirilen bitkinin cins, tür ve gelişme dönemine göre değişir.

**j) Tarımda havacılık;** Tarım ve orman sektöründe uçuculuk son yıllarda geniş yer tutmaktadır. Yerden 30 m yüksekliğe kadar alçak uçuşlarda, rüyet, türbülans, rüzgâr ve bulut yüksekliği gibi rutin bilgilere ihtiyaç vardır. İlaçlama çalışmalarında dikey hız 0.5 cm/sn den fazla olduğunda atomize damlalar taşınır veya parçalanır.

#### **4.1.4. Ziraî Tahmin Kriterleri ve Tahminlerin Duyurulması**

Yapılan ziraî meteorolojik analizlerin iyi bir şekilde yorumlanması ve uygulanabilmesi açısından, her bölgenin tarım yapısı ve potansiyeli ve bunlara bağlı olarak yürütülen tarım çalışmalarının mevsimlik özellikleri ve meteorolojik istekler çok iyi bilinmelidir. Zira, her tarım işletmesinin periyodik olarak farklılık gösteren iklim faktörleri ve iklim istekleri vardır. Bilinmelidir ki, her iklim olayının ve iklim faktörü değişiminin tarım uygulamaları üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Örneğin bitki koruma, çimlenme ve sulama gibi dönemlerde sıcaklık değişimleri çok önemli iken, ilaçlama, tozlaşma ve meyve teşekkülü ile hasat dönemlerinde rüzgâr faktörü daha fazla önem taşır. Ekstrem iklim olayları tarım için daima önem taşır. Yetiştirmenin her döneminde ve yıl boyunca, zarar yapan ekstrem iklim olaylarının istidlali en kısa zamanda yayınlanmalıdır. Bazı bölgelerin topografik yapısı; kuvvetli yağışlarda sel oluşumuna, ilkbaharda çığ düşmesine, rüzgârın fırtına haline dönmesine ve hamle yapmasına uygun olabilir. Seraların yoğun olduğu bölgeler, sebzeçilik bölgeleri ve yoğun tarım işletmelerinin bulunduğu bölgeler iklim faktörlerinin ani ve ortalamalardan biraz fazla saptığında zarar gören yerlerdir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde yapılmakta olan bütün tahminler, (ziraî tahminler de dahil) internet, başta TRT olmak üzere bütün görsel ve yazılı basın aracılığıyla üreticilerimize ve diğer tüm kullanıcılara ulaştırılmaktadır. Ziraî tahmin çeşitlerinden olan günlük tahminler, yapıldıktan hemen sonra bilgisayar aracılığı ile istasyonlarımıza aktarılmakta ve üreticilerimizin yörelerindeki istasyonlara giderek bu bilgileri kolayca almaları sağlanmaktadır. Ayrıca mahallî olarak yapılan don tahminleri, mülki ve idari amirler tarafından üreticilere duyurulmaktadır.



#### 4.1.5. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde Yapılan Ziraî Tahmin Çeşitleri

Ziraî istidlal halen yurdumuzda günlük, haftalık ve aylık olarak yapılmakta ve çeşitli iletişim yolları ile ilgili kişi ve kurumlara duyurulmaktadır. Aşağıda bu çalışmalar ile ilgili örnekler verilmektedir:



Şekil 4.1. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarım bölgeleri

**a) Günlük tahminler;** Günlük ziraî tahminler Tarım ve Köy İşleri Bakanlığından alınan tarım bölgelerine göre yapılmaktadır. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından dokuz bölgeye ayrılan ülkemizin bölge tasnifi ve iklimi aşağıdaki gibidir;

Türkiye subtropik iklim kuşağında bulunmaktadır. Ancak iklimi incelendiğinde çok değişik bölgelerin bulunduğu, bu bölgelerin aralarındaki mesafe çok kısa olmasına karşın, aralarındaki farklılığın çok büyük boyutlara ulaştığı bilinmektedir. Farklı iklim bölgelerinin bulunması, değişik tarım sistemleri ile çok çeşitli bitkilerin üretilmesini sağlamaktadır. Bu büyük çeşitlilikten dolayı ülkemizde en soğuk şartlara uyabilen çavdar, buğday gibi bitkiler yanında ancak yüksek sıcaklıkta yaşamını sürdürebilen muz gibi bitkilerde yetişmektedir.

1937 yılında yapılan ulusal toplantıda iklim durumu, su durumu ve toprak verimliliği göz önünde tutularak 9 tarım bölgesi belirlenmiştir.

**1. Bölge (Orta Kuzey Anadolu, 12 il) :** Uşak, Kütahya, Bilecik, Bolu, Düzce, Eskişehir, Ankara, Kırıkkale, Çankırı, Çorum, Yozgat, Kırşehir.

Karasal iklim tipi gözlenmekte olup yıllık yağış miktarı 350-550 mm arasında değişmektedir. Sıcaklık ortalaması 10.9 °C, nispi nem oranı %65, güvenli gün sayısı ise 97-287 arasında değişmektedir.

Toprak özellikleri yönünden incelendiğinde ise Orta Kuzey Anadolu bölgesinin I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 3.408.000 ha, IV.sınıf toprakları ise 1.289.000 ha dır.

**2. Bölge (Ege Bölgesi, 9 il) :** Isparta, Burdur, Denizli, Muğla, Aydın, İzmir, Manisa, Balıkesir, Çanakkale.

Bu bölgede ılıman iklim tipi hakimdir. Yıllık yağış miktarı 550-1200 mm arasında olup ortalama sıcaklık 15.8 °C, nispi nemi ise % 66, güvenli gün sayısı 161-353 arasındadır.

Ege bölgesinin I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 2.120.000 ha, IV.sınıf toprakları ise 559.000 ha dır.

**3. Bölge (Marmara Bölgesi, 9 il) :** Bursa, Yalova, Karabük, Sakarya, Kocaeli, İstanbul, Tekirdağ, Kırklareli, Edirne.

İlman iklim hüküm sürmekte olup, yağış miktarı 550-800 mm arasında, sıcaklık ortalaması 13.7 °C, nispi nem oranı %74 olmakta güvenli gün sayısı 100-332 arasındadır.

Marmara bölgesinin I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 2.012.000 ha, IV. sınıf toprakları ise 491.000 ha dır.

**4. Bölge (Akdeniz Bölgesi, 8 il):** Antalya, İçel, Adana, Osmaniye, Hatay, Gaziantep, Kilis, Kahramanmaraş.

Akdeniz bölgesinde, Akdeniz iklimi hakimdir. Yıllık yağış miktarı 500-1150 mm arasında, ortalama sıcaklık 17.3 °C, nispi nem % 63 düzeyinde görülmekte ve güvenli gün sayısı 125-354 arasında değişmektedir.

Akdeniz bölgesinin I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 1.617.000 ha, IV. sınıf toprakları ise 402.000 ha dır.

**5. Bölge (Kuzeydoğu Anadolu, 7 il) :** Erzurum, Erzincan, Ağrı, Kars, Ardahan, Iğdır, Artvin.

Karasal iklimin tüm özelliklerini taşımasına rağmen yıllık yağış miktarı 250-2150 mm arasında değişiklik göstermekte ve düzensiz yağış almaktadır. Sıcaklık ortalaması 8.5 °C, nispi nem miktarı % 66, güvenli gün sayısı 41-324 gün arasında değişir.

Kuzeydoğu Anadolu bölgesinin I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 1.477.000 ha, IV. sınıf toprakları ise 1.039.000 ha dır.

**6. Bölge (Güneydoğu Anadolu, 11 il) :** Şanlıurfa, Mardin, Hakkari, Şırnak, Batman, Van, Bitlis, Muş, Bingöl, Diyarbakır, Siirt.

Karasal iklim tipi görülmektedir. Yıllık yağış miktarı 350-1050 mm, ortalama sıcaklık 12.5 °C, nispi nem oranı % 56, güvenli gün sayısı 96-356 gün arasında değişir.

Güneydoğu Anadolu bölgesi, I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 2.923.000 ha, IV. sınıf toprakları ise 917.000 ha dır.

**7. Bölge (Karadeniz Bölgesi, 11 il) :** Zonguldak, Bartın, Kastamonu, Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Gümüşhane, Bayburt, Trabzon, Rize.

Karadeniz bölgesinde ılıman iklim görülmekte olup, yağış miktarı 450-2300 mm arasında değişmektedir. Sıcaklık ortalaması 13.5 °C olup nispi nem oranı % 74, güvenli gün sayısı ise 108-331 gün arasında değişmektedir.

Karadeniz bölgesinde ise I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 825.000 ha, IV. sınıf toprakları ise 655.000 ha dır.

**8. Bölge (Ortadoğu Anadolu Bölgesi, 7 il) :** Amasya, Tokat, Sivas, Malatya, Tunceli, Elazığ, Adıyaman.

Karasal iklim yaşanmaktadır. Yıllık yağış miktarı 350-750 mm arasında değişmekte, ortalama sıcaklık 12.7 °C ve nispi nem oranı ise % 57, güvenli gün sayısı ise 84-327 gün arasında değişmektedir.

Ortadoğu Anadolu bölgesinde ise I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 1.689.000 ha, IV. sınıf toprakları ise 705.000 ha dır.

**9. Bölge (Orta-Güney Anadolu Bölgesi, 7 il):** Afyon, Konya, Karaman, Niğde, Aksaray, Nevşehir, Kayseri.

Karasal iklim özellikleri görülmektedir. Yıllık yağış 300-650 mm, ortalama sıcaklık 11 °C ve nispi nem % 61, güvenli gün sayısı ise 91-281 gün arasında değişmektedir.

Orta-Güney Anadolu bölgesinde ise I., II. ve III. sınıf topraklarının toplamı 3.260.000 ha, IV. sınıf toprakları ise 1.089.000 ha dır.

Bölgeler arasında en yağışlı Karadeniz Bölgesi, en sıcak Akdeniz Bölgesi, güvenli dönem gün sayısı yönünden en uzun gün sayısı Ege Bölgesi, tarıma uygun topraklar yönünden en uygun bölge ise Ortakuzey Anadolu Bölgesidir.

Bölgelere göre değişen ziraî faaliyetleri olumlu ya da olumsuz etkileyen meteorolojik faktörlerin (sıcaklık, yağış, rüzgâr) gün içinde beklenen değerleri, değişimleri ile bu faktörlerin muhtemel etkileri günlük olarak yayınlanmaktadır.

Örneğin dona karşı hassas bölgelerde minimum sıcaklık, rüzgâr, yağış ve bulutluluk, ilaçlama dönemlerinde rüzgâr, yağış ve sıcaklık, kurutma dönemlerinde sıcaklık, yağış, nem, bulutluluk ve çiğ gibi faktörler önemlidir.

**b) Haftalık Tahminler;** Haftalık tahminler, Hava Tahminleri Daire Başkanlığımızın hazırladığı tahminlerin yedi coğrafik bölgeyi baz almasına paralel olarak (Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu, Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu) yapılmaktadır. Meteorolojik faktörlerin yedi günlük muhtemel değerleri, bu süre içerisinde gösterebileceği değişiklikler ve bunların ziraî faaliyetler üzerindeki etkileri haftalık olarak hazırlanmakta ve yayınlanmaktadır.

**c) Aylık Tahminler;** Aylık sıcaklık ve yağışın istatistiksel olarak dağılımı ve bunların ziraî faaliyetler üzerindeki muhtemel etkilerinin hazırlanıp, ilgililere duyurulması şeklinde yapılır.

#### **4.2. Verim Tahminleri**

Verim tahminleri ziraî meteorolojik tahminler içerisinde ekonomik açıdan en önemlisidir. Son yıllarda birçok ülkede verim miktarı ile çevre faktörlerinin (meteorolojik, biyolojik, topografik vb.) ilişkisi çeşitli modellerle ve istatistik bağıntılarıyla hesaplanabilmektedir. Verim tahmininde genellikle ekonomik önemi olan ürünler yanında ağırlıklı olarak tahıllar daha çok yer alır. Gerek dünyadaki ekiliş alanları gerekse ticarete tahıl üretimi ilk sırada yer almaktadır.

Verim tahminlerinde esas, daha önceden de bahsedildiği gibi tahmin konusu olan bağımlı değişken ile buna etki eden bağımsız değişkenlerin (çevre fak.) arasında istatistiksel analiz metotları (doğrusal regresyon, çoklu regresyon, fisher metodu, parabolik eşitlikler vb.) ile bağıntı kurulması ve bundan yararlanarak ürün miktarının tahmin edilmesidir. Verim tahmininde en yaygın ve uygulanabilir konu olan buğday verim miktarını ele aldığımızda öncelikle etkili faktörler, ekiliş alanlarının tespiti, ekim tekniği ve fenolojik değerlerinin iyi bilinmesi gerekir.

Buğday verimine etki eden faktörler ikiye ayrılmaktadır;

**Meteorolojik parametreler;** yağış, hava ve toprak sıcaklığı ile nemi, potansiyel evapotranspirasyon, kuraklık indisi, toprak nem indeksi ve atmosferik buhar basıncı gibi

**Tarımsal faktörler;** tohum cinsi, ekim tekniği, gübreleme, sulama, ilaçlama, nadas ve tarımda kullanılan makine ve ekipmanlar gibi.

Bu faktörler arasında verime en fazla yağış etki etmektedir. Tahminde uygulanan istatistik metotların yanı sıra teknolojik benzerliklerine göre buğday ekim alanları çeşitli bölgelere ayrılır. Ayrıca benzer iklim özelliklerine (aynı ortalama sıcaklık, aynı toplam yağış) göre de yine bölgelerin ayrılmasında kriterdir. Bunun yanında benzer ekim tekniğini kullanan bölgeler yine gruplandırılır (kuru, sulu tarım gibi). Her bölge için verime en etkili faktör analizi yapılır ve her bölge için etkili faktörlerin korelasyon katsayıları tespit edilir. Daha sonra her bölge için çoklu regresyon denklemleri oluşturulur. Bu işlemler bir kereye mahsustur. Daha sonra aynı denklem her yıl o bölge için kullanılabilir.

Örneğin; a) İç Anadolu Bölgesi için tespit edilen denklemde;

$$Y = 0.52 * X_1 + 8.45 * X_2 - 11.28 * X_3 + 571.86$$

Y = kg/ha verim miktarı

X<sub>1</sub> = Nisan ayı toplam yağışı

X<sub>2</sub> = Nisan + Mayıs + Haziran ayları toplam yağışı

X<sub>3</sub> = Mart ayı ortalama hava sıcaklığı

571.86 = sabite

b) Kıyı Ege Bölgesi için tespit edilen denklemde ise;

$$Y = 64.28 * X_1 - 131.71 * X_2 + 0.53 * X_3 - 1.85 * X_4 + 2675.2$$

Y = kg/ha verim miktarı

X<sub>1</sub> = Mart ayı için 10 cm deki ortalama toprak sıcaklığı

X<sub>2</sub> = Nisan ayı ortalama nispi nem

X<sub>3</sub> = Nisan ayı toplam yağış miktarı

$X_4 = \text{Nisan} + \text{Mayıs} + \text{Haziran ayları toplam yağış miktarı}$

2675.2 = sabite

Denklemlerden anlaşılacağı gibi her bölgede verimi etkileyen birinci derecede önemli meteorolojik faktörler farklıdır. Bazı meteorolojik faktörler diğer tarımsal faktörleri de dolaylı olarak etkilendiğinden (hastalık ve zararlılar, gübre çeşitleri) çoklu regresyon analizlerine sahip modeller kullanılır.

Buraya kadar anlatılan verim tahmini; gerçekleşen iklim değerleri ile alınan ürün miktarı arasındaki bağıntılardan yola çıkarak yapılan tahminlerdir. Bunun yanında son yıllarda uydu fotoğraflarından faydalanılarak da verim tahmini yapılmaktadır. Uydu fotoğraflarından;

Ekim alanlarının genişliği,

Büyüme periyodu içinde fenolojik safhaların durumu ve normallere uygunluğu,

Olağanüstü olaylar (meteorolojik olaylar, hastalık ve zararlılar, yangın vb.),

Zarar gören alanların tespiti,

Potansiyel verim miktarları

hesaplanmaktadır. Bu tür uydu fotoğraf analizleri ile sadece ele alınan ülke ve ürün çeşidi değil bir çok ülke ve çeşitlerinin gözlem ve analizi yapılabilir. Bu fotoğraflarla ürünün durumu ile analizi yapılan alanın, nem potansiyeli ve ısınma kapasitesi gibi parametrelerin değişiklikleri ölçülebilmekte ve verim tahmininde dolaylı olarak kullanılmaktadır.

### **4.3. Bitki İklim Modelleri**

Meteoroloji ile tarımın buluştuğu Ziraî meteoroloji, iklimde ve atmosferik olaylardaki değişikliklerin kültür bitkileri ve evcil hayvanlar üzerindeki etkilerini araştıran meteorolojinin en önemli dallarından biridir. Tarımsal üretimi arttırmak amacıyla dünya üzerinde çeşitli ülkelerde araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bilimsel yaklaşımların amacı bitki verimini arttırabilmek, verimi azaltıcı etkileri tespit etmek ve bunlara çözüm yolları bulmaktır. Bu amaçla dünyada özellikle meteoroloji içerisinde Ziraî meteoroloji dalında oldukça yoğun çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle atmosfer-

toprak-bitki ilişkisini daha iyi analiz edebilmek için Bitki-İklim Benzeşim modelleri kullanılmaktadır. Bitki-iklim modellerinin kullanılması ile tarımsal faaliyetlere meteorolojik faktörlerinin etkileri daha iyi değerlendirilebilmektedir. Yapılan her işlemin sonuçları ve bitkinin göstereceği reaksiyonlar önceden tahmin edilebilmektedir. Bu durum toprak, bitki ve atmosfer arasındaki karmaşık ilişkileri daha iyi anlamamıza yardımcı olacak ve birim alandan alınan verimin arttırılmasına katkıda bulunacaktır.

#### **4.3.1. Model Kavramı**

Model kavramı bilim dünyasında, kaotik davranış gösteren bilim dallarında, problemlerde çözüme duyulan ihtiyacın giderilmesine yönelik bir zorunluluk olarak kullanılmaya başlanmasıyla önem kazanmıştır. Yirminci yüzyılın ortalarına doğru, bilim dünyasında araştırılan konuların çözümlenmesi için konulara tahminsel yaklaşımlar getirme düşüncesi, incelenen konunun zaman, ölçek ve boyut olarak yüksek mertebelere sahip olması nedeniyle tercih edilmiştir. Özellikle bazı bilim dallarında olayların kaotik davranışlar göstermesi, model kullanımını zorunlu hale getirmiştir.

Gerçekte modelin işleyişi basittir. Olayı çözümleyen modeli oluşturan değişik sayıdaki algoritmalarıdır. Kullanıcı modelin mantığını yani algoritmaları hazırlar, veriler girilir, model bu verileri işler ve işlenmiş veriler çıktılarını oluşturur. Model gerek olayların işleyişi basitleştirmesi gerek sonucun kısa sürede çok fazla para ve emek harcanmadan elde edilmesi sebebiyle günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Model kavramı en basit anlamda gerçek olayı basit yaklaşımlarla benzeştirmeye çalışıp olay hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak ve gelecek ile ilgili tahminlerde bulunmaktır. Bunun yanı sıra mevcut kontrol tekniklerini geliştirmek ve gelecekteki durumu görebilmek için de kullanılabilir. Aynı zamanda modeller vasıtasıyla geçmiş ile ilgili çalışmalar da yapılabilir. Pozitif bilimlerde ise model kavramı şöyle açıklanır: Araştırmaların ışığı altında gözlemlerle beraber birtakım kabuller yaparak olay için açıklama getirmektir.

Bu yapılan kabuller bazen model için sınırlayıcı bir faktör olabilir. Çünkü modeller için geliştirilen birçok ampirik bağıntı ve sabitler yersel ve zamansal olarak değişebilir. Modeller ile çalışırken olayın hem pratik yanı hem de teorik yanı göz önüne alınır. Doğadaki birçok olayın pratiği ile teoriğini anlayıp bağdaştırmak oldukça zordur.

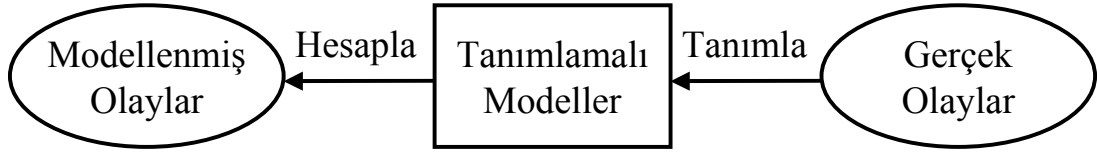


İşte modeller olayın pratiği ile teoriğini anlayıp yorum yapmaya yardımcı olurlar. Bitki gelişimi iklim, toprak ve su gibi parametrelerin karmaşık etkileşimleri altında meydana gelir. Bu mekanizmaları anlayıp yorumlamak oldukça güçtür. Çünkü arazi üzerinde yapılan deneyler hem çok pahalı, hem de çok zaman alır. Bu karmaşık mekanizma ancak oluşturulan bir bitki-iklim modeli ile iyi bir şekilde analiz edilebilir. Bitki-iklim modelleri küçük sistemlerden elde edilen tecrübe ve deneylerle büyük sistemleri açıklamaya çalışırlar. Bitki-iklim modellerini hazırlayan araştırmacılar bu karmaşık sistemde herhangi bir değişiklik meydana geldiğinde ne olacağını bilmek isterler. Modeller bitki fizyolojisi, toprak, sulama ve meteoroloji gibi bitki, toprak ve atmosferle ilgili birçok farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından oluşturulmaktadır.

#### **4.3.2. Bitki Gelişiminin Modellenmesi**

Bitki gelişimi oldukça karmaşıktır. Çünkü ekim, dikim, sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi aktivitelerin zaman ve miktarına doğru karar verilmesi gerekir. Tarımcılar genelde bu işlemleri geleneksel olarak deneyimlerine göre sürdürürler. Ancak modelleme çalışmalarında bitkinin gelişmesi sırasındaki olaylar dikkate alınır ve bunlara göre bitki gelişimi simule edilmeye çalışılır. Bitki, iklim ve toprak parametrelerinin bir veya birkaçının etkisi altında gelişimini sürdüren bir bitkinin gelişimi oldukça karışık aşamalardan meydana gelmektedir. İşte oluşturulan bu bitki gelişimi simülasyon ve bitki-iklim modelleri olarak da adlandırılan bilgisayar modelleri ile gerçek bitki gelişimine benzer bir gelişim elde edilebilmektedir. Bu modellerin oluşturulmasında amaç “eğer ... , olursa ne olur?” sorusuna cevap verir. Yani atmosferik parametrelerin ve toprağın bitki gelişimine ne derecede ve nasıl etki edeceklerini bu modeller vasıtasıyla analiz etmek mümkündür. Bitki gelişimi modelleri genelde tanımlamalı ve açıklamalı modeller olmak üzere iki gruba ayrılır.

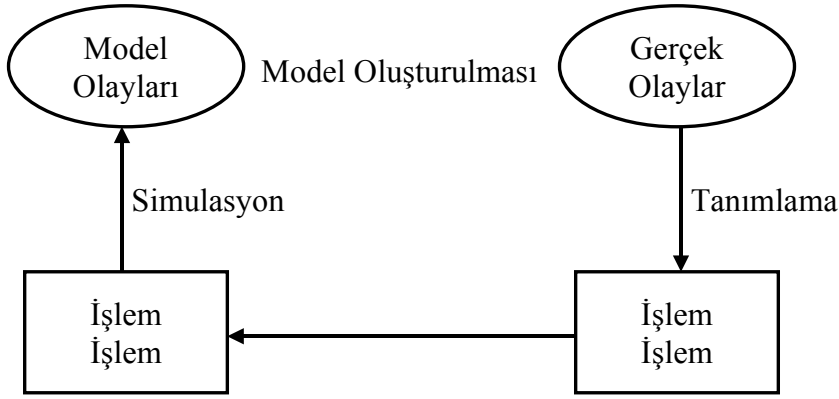
**a) Tanımlamalı modeller;** Tanımlamalı modellerde bitkiyi oluşturan yapıdaki aktiviteler çok genel birkaç algoritma yardımıyla formülize edilmeye çalışılır. Gelişme aşamaları boyunca bitkide gerçekleşen reaksiyonlar çok genel bir çerçevede ele alınır, hatta bunlara hiç değinilmez. Bu tip modellerde bitki gelişimi genelde tek bir parametrenin fonksiyonu olacak şekilde dikkate alınır. Bu durumda elde edilen sonuçların doğruluğu ve farklı bölgelerde uygulanabilirliği tartışmaya açık hale gelir. Şekil 4.2. de tanımlamalı bir bitki-iklim modelinin işleyişi özetlenmiştir.



Şekil 4.2. Bitki yapısının tanımlamalı modellerle ele alınması

**b) Açıklamalı Modeller;** Açıklamalı modellerde dikkate alınmayan bitki gelişme aşamaları ve bu aşamalarda meydana gelen reaksiyonlar da analize tabî tutulur. Bir açıklamalı modelde bitkinin topraktan suyu alma olayından güneşten gelen radyasyonun vermiş olduğu enerji ile gerçekleşen fotosentez olayına bitki ve toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşmaya kadar ki tüm aşamaların tanımlanması gereklidir. Bu zorunluluk bitkisel gelişme ve verim tahmininde yapılan tahminlerin güvenilirliğini arttırıcı bir avantaj olarak kullanıcıya yansıtacaktır. Açıklamalı model kullanımında bitki gelişiminde belirleyici rol oynayan meteorolojik parametrelerin etkisine oldukça çarpıcı biçimde şahit olunabilir. Yeterli veri altyapısının temininin ardından çalıştırılan bir açıklamalı model bitkinin gelişiminin ve veriminin ölçüsü olan buharlaşma ve fotosentez gibi aktivitelerin meteorolojik parametreler tarafından nasıl yönlendirildiğini ortaya koyacaktır.

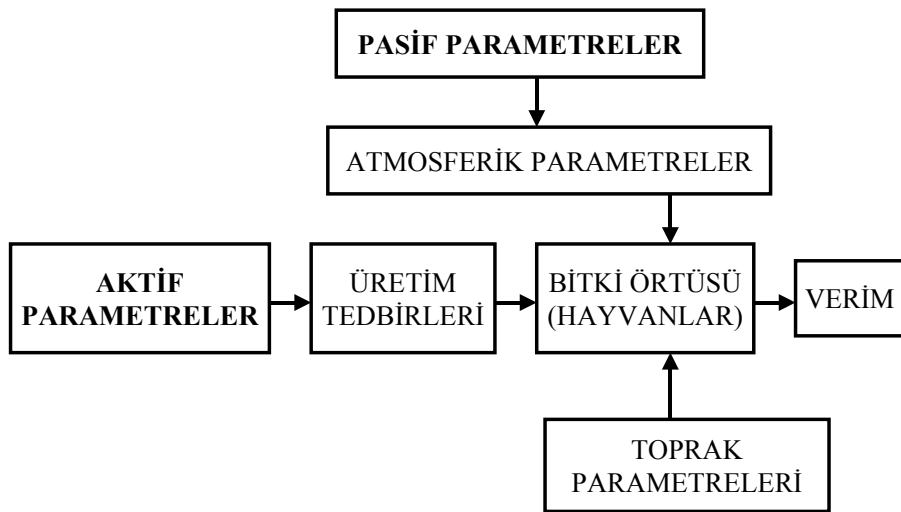
Açıklamalı modelleri ortaya çıkaran çalışmaların üç aşamada gerçekleştirildiği söylenebilir. İlk model, karmaşık model ve özet model. İlk model aşamasında modelin dayanağı olan ana yaklaşımlar geliştirilir. Karmaşık model aşamasında bir önceki aşamada ortaya konan temel algoritmaların sistemin bütünü ve alt bileşenleri arasındaki etkileşimleri ayrıntılı olarak ortaya koyacak şekilde ele alınması söz konusudur. Özet model aşaması ise önceden karmaşık olarak irdelenen hadiselerin daha basit ve sonuç alıcı kullanıma hazır hale getirilmesini kapsar. Tanımlamalı modeller genel yapı itibarıyla açıklamalı modellerin ilk model aşamasını temsil eder konumdadırlar. Şekil 4.3 de açıklamalı bir model sisteminin işleyişi sunulmuştur.



Şekil 4.3. Açıklamalı modelin çalışma döngüsü

Açıklamalı modellerin kullanımında tarımcının insiyatifi altında bulunan ve bitki gelişimi ile verimini önemli ölçüde etkileyen işlemlere; kontrol dışı meteorolojik parametrelerin etkileri analiz edilebilir. Üretimde müdahale kapsamında bulunan işlemlere genel olarak aktif parametreler denirken, üretici tarafından herhangi bir kontrolün mümkün olmadığı parametreler de pasif parametreler adını alır. Aktif parametrelere örnek olarak sulama, ilaçlama, gübreleme, araziyi işleme aktiviteleri verilebilir.

Tarımda pasif parametreler ise genel olarak tüm meteorolojik olaylara tekabül etmektedir. Şekil 4.4 de aktif ve pasif parametrelerin dikkate alınmasıyla tarımsal faaliyetlerin yönlendirilmesine dair diyagramı göstermektedir.



Şekil 4.4. Aktif ve pasif parametrelerin tarımsal üretim sürecindeki rolü

Modellerin nitelikleri dikkate alınarak daha hassas şekilde sınıflandırılmaları da mümkündür. Bunlardan fenolojik modellerde bitki büyüme döneminin başlangıç, gelişme ve hasat zamanları ayrıntılı olarak ele alınır.

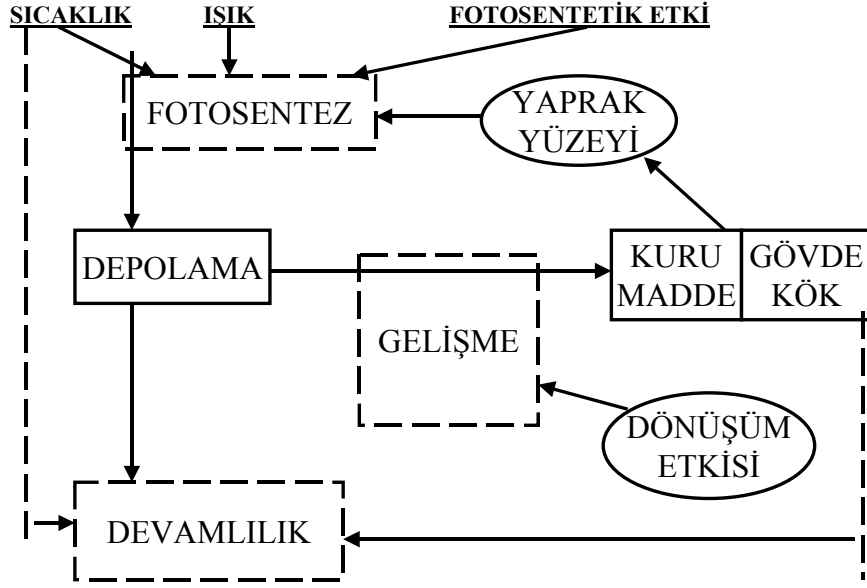
### 4.3.3. Bitki-İklim Modellerinde Üretim Seviyeleri

Bitki-iklim modellerinde farklı üretim seviyeleri mevcuttur. Bu sistemlerin temel amacı modellerde olduğu gibi alınacak ürün miktarının artırılması ve bitki gelişiminin daha iyi anlaşılabilmesi için analizler yapmaktır. Bu sistemler çevresel parametrelerin bitki gelişimi ve ürün miktarı üzerine etkisini inceler.

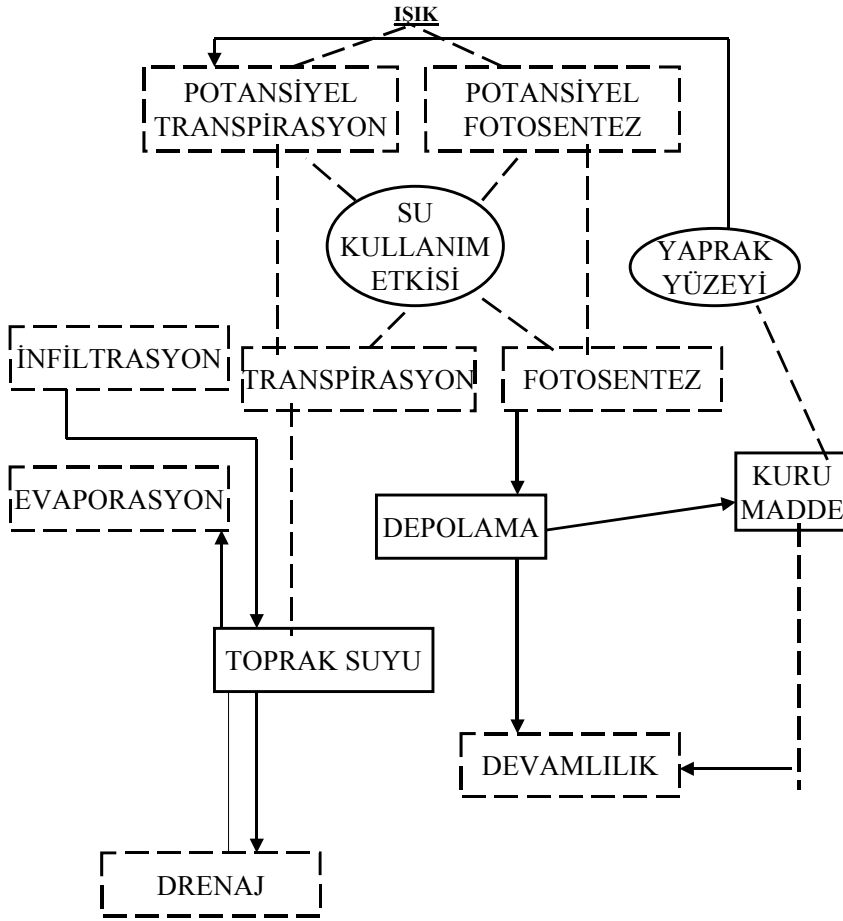
Bazı üretim seviyeleri basit yapıda iken bazı üretim seviyeleri ise karmaşık yapıda olabilir. Herhangi bir üretim seviyesinin basit veya karmaşık yapıda olmasını sistemi kontrol eden parametreler belirler. Her bir üretim seviyesini farklı parametreler kontrol eder. Sistemi kontrol eden parametre sayısı arttıkça üretim seviyeleri daha karmaşık yapıda olur.

Aşağıda Dünya Meteoroloji Teşkilatı'nın 1990 yılında yaptığı bitki-iklim modelindeki iki farklı üretim seviyesi gösterilmektedir. Bunlar Üretim Seviyesi 1 ve Üretim Seviyesi 2 olarak adlandırılmıştır. Kesikli çizgiler bilgi akışını, koyu çizgiler ise olayların doğal akışını göstermektedir. Kesikli çizilmiş dikdörtgenler akışları, koyu çizilmiş dikdörtgenler ise miktarları ve elips ile çizilenler ise yardımcı değişkenleri göstermektedir.

Sıcaklık, ışık ve fotosentetik etki ise olayı etkileyen dış değişkenlerdir. Üretim Seviyesi 1 i kontrol eden temel parametre ışıktır. Fakat sıcaklık ta bir diğer önemli meteorolojik parametredir. Bitki gelişiminde önemli yerleri olan evapotranspirasyon ve su gibi önemli parametreler Üretim Seviyesi 1 de göz önüne alınmamıştır. Bu yüzden Üretim Seviyesi 2 ye göre daha basit yapıdadır. Üretim Seviyesi 2 ise çok daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu sistem ürün miktarına, atmosfer, toprak su içeriği, evapotranspirasyon ve ışığı da katar. Fakat bu sistemde olayı yönlendiren asıl parametre suyun durumudur. Üretim Seviyesi 2 bir bitki-iklim modelinde karmaşık yapıdaki toprak-bitki-atmosfer ilişkisinin basitleştirilmiş şeklidir.



Şekil 4.5. Üretim seviyesi 1 e ait akış diyagramı



Şekil 4.6. Üretim seviyesi 2 ye ait akış diyagramı

#### 4.3.4. Bitki-İklim Model Çeşitleri

Dünyada bitki-iklim modelleri konusunda değişik model tipleri geliştirilmiştir. Bu modeller aşağıda kısaca açıklanmıştır.

**a) Regresyon modelleri (ampirik modeller);** değişkenler arasında ilişki kurar. Bu ilişkiler belli başlı bilinen fiziksel ve biyolojik olaylar değildir. Regresyon modelleri bitkinin gözlenmiş ağırlıkları ile bazı ampirik fonksiyonları inceler. Sadece gözlem seviyelerine göre değerlendirilirler. Bu yüzden olayları anlamada daha az etkilidir.

**b) Mekaniksel modeller (fizyolojik modeller);** değişkenler ile ilgili ilişkileri daha iyi açıklar. Bu modeller bitki gelişiminin çevresel faktörlerle ilişkilendirilmesi esasına dayanır. Bu modellerde bitkinin kuru ağırlığı fotosentez ve solunum işlemlerinin bir sonucudur.

**c) Fenolojik modeller;** çok geniş bir model sınıfıdır. Bitki gelişiminde meydana gelen olayları safha safha inceler. Fenolojik modeller genellikle ısı toplamına dayanır.

**d) Stokastik (belirsiz) modeller;** bazı olayların olup olmama ihtimaline göre değerlendirilir. Mekaniksel alt modellerden oluşabilir. Bu tip modellerde atmosfer ile ilgili değişkenler için kesin bir tahmin yapılamaz. Stokastik modeller daha çok klimatolojik veri ve bitki ürün istatistiklerinin bölge içinde incelenmesine dayanır. Ayrıca bu tip modeller daha çok kısa vadeli planlama kararları için uygundur.

**e) Deterministik modeller;** belirli birtakım matematiksel eşitliklere dayandığı için olay hakkında daha gerçekçi tahmin yapılabilir. Deterministik modeller daima kontrol edilebilir çevresel, fiziksel ve fizyolojik yaklaşımlar ile incelenir. Bu tip modeller daha çok uzun vadeli planlama kararları için uygundur. Teoride bir modelin stokastik veya deterministik olması giriş verileri ve model dizaynına bağlıdır.

**d) Statik modeller;** açıklayıcı veya tanımlayıcı tipte olabilir. Tanımlayıcı tip model, belli başlı bilinen biyokimyasal özelliklere göre gelişme solunum arasındaki ilişkiyi açıklar. Açıklayıcı tip bir statik modelde ise homojen bir çim örtüsünden meyve

bahçesine, uzaktan algılamadan bitki gelişimine kadar geniş bir spektrumda modelleme yapılabilir.

**e) Dinamik modeller;** bitki gelişiminde bilinen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik işlemler ile meteorolojik faktörlerin de bitki üzerine etkisini inceler.

#### **4.3.5. Bitki-İklim Modellerinin Amaçları**

Dünyadaki çeşitli araştırmacılar tarafından birçok problemi çözmek amacı ile oluşturulmuş pek çok model mevcuttur. Bu modellerin amaçları genellikle;

- a) Bitki gelişimi sırasında meydana gelen olayların analizi,
- b) Bitki veriminin önceden tahmini,
- c) Toprak, bitki ve meteorolojik parametrelerin bitki gelişimine olan etkisinin tespit edilmesi,
- d) Son derece karmaşık olan bitki sistemi ve reaksiyonları ile ilgili eğitim çalışmaları,
- e) Tarımsal politik kararların alınmasıdır.

Bitki-iklim modelleri birçok amaca hizmet eder. Bitki veriminin önceden tahmini ile potansiyel ve gerçek verim karşılaştırılıp, verimin ne kadar artabileceği bulunabilir. Verimler arası farkın bilinmesi verimi sınırlandıran faktörlerin araştırılmasına da yön verir. Modeller vasıtası ile iklim değişikliklerinin tarla bitkileri üzerindeki etkileri analiz edilebilir. Bunun sonucunda gelecek ile ilgili alternatifler üretilebilir. Gelecek yıllardaki iklim değişikliklerinin verim ile ilişkisini tahmin etmek çok güçtür. Fakat model kullanımı ile bazı bilgiler elde edilebilir. Modeller hava ve bitki gelişimi gibi son derece karmaşık mekanizmaları doğru bir şekilde analiz edip bu sistemler arasındaki etkileşimleri açıklar. Bitki-iklim modellerinin en önemli avantajlarından birisi de zamandan tasarruf etmesi ve ekonomik olmasıdır. Bilindiği gibi arazi üzerinde yapılan çalışmalar hem uzun zaman alıcı hem de çok pahalıdır. Ayrıca tarımcı tarafından kontrol edilemeyen pasif parametreler az da olsa kontrol altına alınır.

Böylece modeller vasıtası ile bitki zararlılarının bitkiye yapmış olduğu etkilerin derecesi, en uygun sulama zamanının belirlenmesi, topraktaki su içeriğinin değişimi, gübreleme, ilaçlama ve diğer tarımsal faaliyetlerin en uygun zamanlarının belirlenmesi, tarımsal kuraklık gibi saptanması oldukça zaman alan, iş gücü ve para gerektiren problemlerin tahmin edilmesi mümkündür.

#### **4.3.6. Dünyada Yapılan Modelleme Çalışmaları**

Ondokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru dünya nüfusundaki artışa karşılık meydana gelen gıda ihtiyacını karşılamak üzere, her ülke bu konudaki ulusal politikalarını geliştirmeye başlamıştır. Özellikle son yıllarda patlak veren enerji ve yiyecek ihtiyacı ülkeleri ulusal ve uluslararası alanda işbirliği içine götürmüştür. Küresel besin ihtiyacı sorunu üzerinde yapılan araştırmalara öncelik eden Ziraat meteorolojinin önemini kavrayan ülkeler bu konudaki araştırmaları destekleyici bir görev üstlenmek zorunda kalmışlardır. Ziraat meteorolojinin sahip olduğu özel konum nedeniyle incelenen konulara gerek zaman, gerek miktar ve masraf açısından doğru yaklaşımlar ve büyük kolaylıklar getirmesi sebebiyle model kullanımı araştırmacılar arasında son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır.

Dünyada özellikle Amerika'da ve Avrupa'da bitki gelişimini analiz etmek amacıyla kullanılan çeşitli modeller vardır. Bu modellerden bazıları Tablo 6.1 de verilmiştir. Model kullanımı hakkında en çarpıcı örneği Avusturya devletinin soya, mısır ve bakla bitkilerinin farklı çeşitlerinin ülke iklimine uygunluğunu modeller aracılığıyla belirlemesi gösterilebilir. Atmosfer ve iklimin bitkiden alınabilecek ürün miktarı üzerine etkisinin anlaşılması, dünyanın çeşitli ülkelerinde birçok araştırma projesi ve benzeşim modellerinin yapılmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmalarda birçok farklı istatistiksel ve matematiksel yaklaşımlar kullanılarak bitki-toprak-iklim arasındaki karmaşık etkileşimler incelenmeye çalışılmıştır. Bitki benzeşimindeki temel amaç, modellerin gerçek bitki gibi davrandığını kabul ederek araştırmalar yapmaktır. Modeller günümüz bilgisayar teknolojisi ile hızlı bir şekilde çalıştırılıp başarılı sonuçlar vermektedir.

McQuigg (1976) yaptığı çalışmasında meteorolojik parametrelerin bitki verimine etkisini iki ana grupta incelemiştir. a) Fizyolojik ve nedensel yaklaşım; Bu



mekanizma, verilen zaman aralığında bitki gelişim sistemindeki detaylı biyolojik ve fiziksel bilgilere dayanır. b) Bazı regresyon tekniklerine dayanan istatistiksel yöntemler

Newman (1974) modelinde iki yaklaşım kullanmıştır. a) Deterministik yaklaşım; Bu yöntemde birtakım amprik sabitlere dayanan matematiksel formüller kullanmıştır. b) Stokastik yaklaşım; Bu yöntemde ise klimatolojik değişkenler ile bitki gelişimi arasında istatistiksel regresyon teknikleri kullanmıştır. Newman'a göre spesifik üretim için kısa periyotlu meteorolojik veri kullanımı daha elverişlidir.

Stewart (1975) daha çok iki ana grupta matematiksel yaklaşımlar kullanmıştır. Bu yaklaşımları iki ana gruba ayırmıştır. a) Katsayıların en küçük kareler yöntemine göre bulunduğu regresyon analizi. b) Mekanizmadaki işlemleri aynı anda çözebilen birtakım benzeşim teknikleri. Stewart'ın kullandığı eşitliklerdeki sabitler ve katsayılar toprak fiziği, bitki fizyolojisi ve mikrometeorolojik parametrelerden meydana gelmiştir.

Haun (1974) yaptığı çalışmasında buğday ürün tahmin sistemini verilerden değil, etki-tepki ilişkisine göre düzenlemiştir. Sıcaklık ve nem gibi bazı parametreleri amprik yollarla elde etmişse de tamamıyla amprik bir model kullanmamıştır.

Hesketh ve Jones (1976) çalışmalarını iki kategoride incelemiştir. a) Fizyolojik işlemlerin kullanıldığı modeller; Bu modellerde fotosentez, toprak ve bitkiye su akışı, evapotranspirasyon, solunum ve bitki gelişimi için sıcaklık derece-gün parametreleri kullanılmıştır. b) Bitki gelişimini detaylı bir şekilde açıklayan modeller.

Jensen (1975) sıcaklık ve yağış parametrelerinin tarımsal sistemlere olan etkilerini üç ana grupta incelemiştir. a) İstatistiksel modeller. b) Modern fizyolojik modeller. c) İstatistiksel temellere dayalı bitki-iklim-toprak modelleri.

Baier (1978) de çalışmalarını üç ana grupta yoğunlaştırmıştır. a) Bitki gelişim benzeşim modelleri; Bu modeller meteorolojik parametrelerin transpirasyon, fotosentez ve solunum gibi bitki gelişimindeki karmaşık mekanizmalara etkilerini matematiksel eşitliklerle anlatan modellerdir. b) Bitki-atmosfer analiz metotları; Bu tür modeller alınan günlük toprak, nem ve evapotranspirasyon verilerine dayanarak bitkinin gelişimi ve ürün miktarı hakkında bilgi verir. c) Amprik-istatistiksel modeller; Bu tür modeller

ise çalışan araziden bitki ve atmosfer ile ilgili veriler alınarak yapılır. Alınan bu verilerle regresyon teknikleri kullanılarak bazı sabitler bulunur.

Dünyada geçmişte ve günümüzde bir çok modelleme çalışması yapılmış ve halen yapılmaktadır. Tablo 1. Bitki-iklim benzeşim çalışmalarına yönelik bazı başka örnekleri bir arada göstermektedir.

Tablo 1. Bugüne Kadar Gerçekleştirilen Bazı Bitki-İklim Model Çalışmaları

<b>Model Araştırmacıları</b>	<b>Araştırma Bölgesi</b>	<b>Modelin İsmi</b>	<b>Bitkinin Cinsi</b>	<b>Yapılan Hesaplamalar</b>
Acock, B., V.R. Reddy, F.D. Whisler, D.N., Baker, J.M., McKinion, H.F. Hodges ve K.J.Boote	USDA-ARS Mississippi State Uni. ve Florida Uni.	GLYCM	Soya Fasulyesi	Fotosentez, solunum, transpirasyon ve bitki gelişimi
Allen, J. Ve J.H.Stamper	Florida Uni.	CITRUSM	Limon	Fotosentez
Angus, J.F. ve J.H.Stamper	CSIRO, Int. Pirinç Enst.	IRRIMOD	Pirinç	Bitki gelişimi, evaporasyon
Arkin, G.F., J.T.Ritchie ve R.L.Vanderlip	Texas A&M.U. USDA/SEA ve Kansas State Uni.	SORG	Sorgum	Fotosentez, transpirasyon ve evaporasyon
Baker, D.N., J.R.Lambert ve J.M.McKinion	USDA/SEA (Mississippi) Clemso Uni.	GOSSYM	Pamuk	Fotosentez, bitki gelişimi
Baker, D.N., D.E.Smika, A.L. Black, WO.Wills ve A. Bauer	USDA/SEA (Mississippi, Colorado, North Dakota)	WINTER WHEAT	Buğday	Fotosentez, transpirasyon ve bitki gelişimi
Curry ,R.B., G.E.Meyer, J.G.Streeter ve H.L.Mederski	Ohio Tarımsal Ar. ve Ge. Merkezi	SOYMOD OARDC	Soya Fasulyesi	Fotosentez, evaporasyon
Duncan, W.G.	Kentucky Uni.	SIMAIZ	Mısır	Fotosentez
Duncan, W.G.	Kentucky Uni.	MIMSOZ	Soya Fasulyesi	Fotosentez
Duncan, W.G.	Kentucky Uni.	PEANUZ	Yer Fıstığı	Fotosentez
Fick, G.W.	Cornell Uni.	ALSIM	Yonca	Fotosentez, bitki gelişimi
Holt, D.A., G.E.Miles, R.J.Bula, M.M.Schiber, D.T.Dougherty	Purdue Uni. ve USDA/SEA	SIMED	Yonca	Fotosentez, bitki gelişimi
Jones, C.A. ve R.T.Ritchie	USDA/SEA (Texas) ve IFDC (Alabama)	CERES – MAIZE	Mısır	Bitki gelişimi, toprak su dengesi
Kercher, J.R.	Lawrence Livermore	GROW1	Genel	Fotosentez, transpirasyon
Van Keulen, H.	Hollanda Tarım Uni. (Wageningen)	GRORYA	Pirinç	Fotosentez
Van Keulen, H.	Hollanda Tarım Uni. (Wageningen)	ARIDC – ROP	Yarı kurak arazilere	Evapotranspirasyon, azot dönüşümü, transpirasyon

Lambert, J.L., D.N.Baker ve J.M.McKinion	Clemson Uni. ve USDA/SEA (Mississippi)	RHIZOS	Toprak	
Loomis, R.S. ve E.Ng	California Uni.	POTATO	Patates	Fotosentez, transpirasyon
Loomis, R.S., J.L.Wilson ve D.W.Rains	California Uni.	COTGRO	Pamuk	Fotosentez, transpirasyon

#### 4.3.7. Ülkemizde Model Çalışmaları

Dünyada bitki-iklim modelleri ile ilgili birçok çalışma yapılmasına karşın ülkemizde henüz bu konuda yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Ülkemiz nüfusunun önemli bir kısmı tarımla uğraştığından, bitki-iklim modelleri ile ilgili yapılan çalışmalar bizim için daha büyük önem arz etmektedir.

Bu konuda yapılan tek çalışma, FAO AgrometShell bitki-iklim modelinin kullanıldığı TAGEM ve DMI tarafından ortaklaşa yürütülen Ürün İzleme ve Verim Tahmini projesidir. Proje Ağustos 2004'te başlamış olup 22 ay sürelidir. Projenin amacı buğday ve arpanın gelişiminin izlenmesi ve hasat öncesi verim tahmini yapılmasıdır.

Ürün İzleme ve Verim Tahmini Projesi'nin; ülke kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması, risk analizi yardımıyla nerede hangi ürünün ekilmesinin uygun olacağını belirlenmesi, meteorolojik, fenolojik ve istatistiksel verilerin en doğru bir şekilde üretilmesinin sağlanması, çiftçilerin ürünlerinin durumunu görerek zamanında tedbir alması ve karar vericilerin ürünün durumunu görerek hasattan önce gerekli ithalat ve ihracat bağlantılarını yapması gibi birçok konuda fayda sağlayarak ülke kalkınmasına katkı yapması beklenmektedir.

#### 4.4. Fenolojik Gözlemler

Bitki ve hayvanların büyüme ve gelişme dönemlerindeki değişik safhaları inceleyen bilim dalına fenoloji denir. Meyve ağaçlarında tomurcukların kabarması, çiçeklenme, meyve teşekkülü ve olgunlaşma, tahıllarda ekim, çimlenme, kardeşlenme, başaklanma, çiçeklenme, hasat olgunluğu, hayvanlarda üreme, otlama, göç etme (kuşlar için), kış uykusu ve emzirme bu dönemlere örnek olarak verilebilir.

Canlıların gelişim basamakları ile iklim gidişi arasında çok yakın bir ilişki mevcuttur. Her canlının yaşadığı dış ortamda meydana gelen ve sürekli değişiklik gösteren sıcaklık, rüzgâr, nem ve buharlaşma gibi iklim faktörleri karşısında bireyden bireye değişen çeşitli tepkiler görülür. Bundan dolayı bitkilerde görülen büyüme ve gelişme dönemleri çoğunlukla hava olaylarının etkisi altında olduğundan, fenoloji tarım açısından büyük öneme sahiptir.

İklim gidişine bağlı olarak aynı bitkinin gelişme safhalarının zamanı ve süresi farklılıklar gösterir. Bu gelişme safhalarına fenolojik safhalar, bu safhaların tespiti için yapılan gözlemlere de fenolojik gözlemler denir.

Fenolojik gözlemler, genellikle kültür bitkilerinde yapılmakta olup burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu ekim tarihlerinin saptanmasıdır. Yabani bitkiler ve meyve ağaçlarında böyle bir durum söz konusu değildir. Yabani bitkiler, iklim faktörlerinin etkilerini en iyi şekilde gösterdiğinden fenolojik gözlemlerine ileri dünya ülkelerinde özel bir önem verilmektedir. Örneğin Almanya'da özellikle çiğdem üzerinde durulmasının sebebi, çiğdemin baharın başlangıcını göstermesidir. Bu arada tarıma zararlı bazı yabancı bitkilerin fenolojik gözleme tabî tutulması tarımsal faaliyetler bakımından faydalı olabilir. Bu suretle bu bitkilerin tohumlarının olgunluk zamanı saptanarak, olgunlaşmadan önce toplanmaları sağlanabilir. Böylelikle tarımsal yönden zararlı olan yabancı otların yayılmalarının önüne geçilebilir.

#### **4.4.1. Fenolojik Gözlemlerin Önemi ve Yararlanma Şekilleri**

Takvim yapraklarının Mart ayını göstermesiyle ilkbaharın başladığı anlaşılmalıdır. İlkbaharın başladığını bize en iyi gösteren dünya üzerindeki canlılardır. Bahar gelince doğa yeniden uyanmaya, bitkiler ve hayvanlar aleminde değişiklikler olmaya başlar. Gerçekten astronomik mevsimlerle meteorolojik mevsimler arasında belirgin farklar vardır. Astronomik mevsimler dünyamızın güneş etrafında belirli hareketlerini tamamladığı zamanlarda oluşur. Meteorolojik mevsimlerin geldiğini ise en iyi bitkiler dünyası gösterir. Meteorolojik faktörlerin bitki ve hayvan dünyası üzerinde meydana getirdiği değişikliklerin saptanması, meteorolojik mevsimlerin

anlaşılmasını kolaylaştırır. Bu nedenle bitkiler dünyasını gözleme tabî tutmak gerekir. Örneğin ilkbaharın geldiğini çiğdemlerin çiçek açmasından anlarız. Bu nedenle çiğdem çiçek açma tarihlerinden yararlanılarak ilkbaharın hangi yörelere ne zaman geldiği saptanabilir.

E.Hiltner, Almanya'da yapmış olduğu denemelerde fenolojik ilkbaharın başlangıcını cevizlerin erkek çiçeklerinin açılmasıyla, ilkbaharın ilk günlerinin bitmesini de elma ağaçlarının çiçeklenmesiyle sınırlandırmış ve bu zamandan sonra gerçek ilkbahara girildiğini kabul etmiştir. Akdikenin çiçeklenmesi ilkbaharın sona erdiğini, çavdar çiçeklenmesinin de yaz mevsiminin başlangıcını gösterdiğini belirlemiştir.

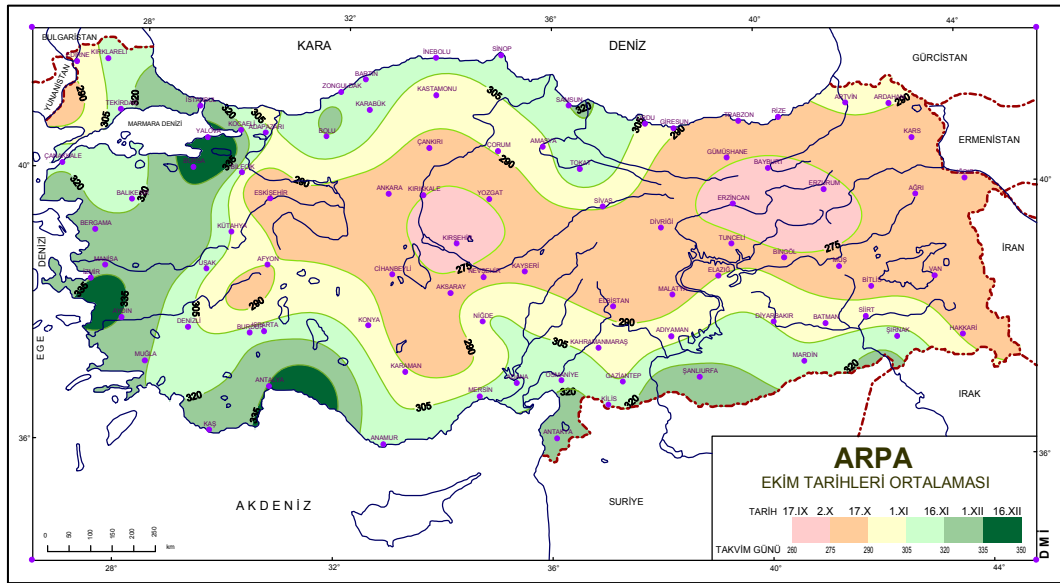
Bir ülkenin topografyasının çok dağlık ve engebelik olması, o ülkenin ikliminin tespit edilmesini zorlaştırır. Her dağın ve her tepenin ardında değişik iklimlerin hüküm sürmekte olduğu ve mikroklima özelliklerinin hakim bulunduğu yapılan birçok gözlem sonucunda anlaşılmıştır. Yurdumuzun soğuk bir bölgesi içinde yer alan Iğdır ovasında pamuk yetiştirilebilmesi bunun en bariz örneğidir. Bu nedenle iklimin daha geniş bir biçimde ve daha kolayca belirlenmesi ancak iklimin bitki gelişmesindeki etkilerini anlamakla sağlanabilir.

Fenolojik gözlemlerden yararlanılarak çizilen izofan haritaları, o ülke iklimiyle ilgili köklü ve sağlam bilgiler verir. İzofan haritaları, o çevrenin iklimini en güzel şekilde ifade ederek tarıma ve klimatolojiye yardımcı olur. İzofan haritalarının daha da yararlı olabilmeleri gözlem süresinin uzunluğu ile gözlem ağının sıklığına ve genişliğine bağlıdır.

Kültür bitkileri üzerinde yapılan fenolojik gözlemlerin, bitki ıslahı açısından da büyük önemi vardır. Fenolojik gözlemler sayesinde, erken yetişen bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesi, erken veya geç donların yol açtığı zararları önleyebilecek çeşitlerin seçilmesi, bu konuda yapılacak gözlemlerle sağlanabilir. Bitki hastalık ve zararlılarıyla mücadelenin zamanına ve şekline de fenolojik gözlemler yol gösterebilir.

Fenolojik gözlemler sonucu yapılan değerlendirmelerin kullanım alanları beş maddede özetlenebilir.

1. Bitki ıslahı
2. Ziraî mücadele
3. Tarım teknikleri ve planlama
4. Kültürel işlemler (ekim, dikim, sulama, gübreleme vb.)
5. Uygun çeşitlerin seçilmesi



Şekil 4.7. Arpa için ekim tarihleri ortalama haritası

#### 4.4.2. Fenolojik Gözlemlerin Yapılışı

Fenolojik gözlemlerin meteorolojik rasatlardan en önemli farkı, bu gözlemler sırasında herhangi bir alet ve cihaz kullanılmamasıdır. Rasatçıların gözlemleri ile tespit ettiği safhalar kayıt edilir ve yıllık fenoloji kartına işlenir. Bu nedenle fenolojik gözlemlerin yapılışında şu hususlara dikkat edilmelidir.



Şekil 4.8. Çiçeklenme

1. Gözlem yapan görevlinin fenolojik gözlemlerden, iklim faktörleri altında bitkide görülen değişikliklerin saptanmasının amaçlandığını çok iyi bilmesi,

2. Gözlem yapan personelin yöreyi iyi tanması, yörenin bitki deseni

hakkında bilgi edinmesi ve kültür bitkilerinin standart tür ve çeşitleri bilmesinde önemli yararlar vardır.

3. Fenolojik gözlemlerin doğru olabilmesi ve sonuçlarından ülkemiz ekonomisine yararlar sağlanabilmesi, ancak gözlem yapan görevlinin titiz ve dürüst davranmasına bağlıdır. Gözlemci bu konuda sadece ve doğrudan doğruya kendi vicdanına karşı sorumludur. Doğru olarak yapacağı gözlemlerin ülkemiz tarımına ve üreticilerine yapacağı faydaları aklından çıkarmamalıdır.

Fenolojik gözlemler, Aylık Fenolojik Rasatlar (yılda 12 defa) ve Yıllık Fenoloji Kartı (yılda bir defa) olmak üzere iki şekilde düzenlenir ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne gönderilir. Gözlem yılı içerisinde bitkilerin çeşitli gelişme safhalarının görüldüğü tarihler tespit edilerek yıllık fenoloji kartına yazılır. Bütün safhalar kaydedildikten sonra yıllık fenoloji kartı üç (3) nüsha olarak hazırlanıp ilgili birimlere gönderilir. Aylık fenolojik gözlemler ise takip eden ayın ilk beş (5) günü içerisinde bilgisayar ile Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne gönderilmelidir.

#### 4.4.3. Aylık Fenoloji Rasadı Kod Formu

<b>FNTT60 CCCC GGSSDD</b> <b>NNNNN YYAA</b> <b>ZT<sub>1</sub>T<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub> S<sub>n</sub>G<sub>n</sub>G<sub>n</sub>A<sub>n</sub>A<sub>n</sub></b> <b>Z..... =</b>
---

- FNTT60** : Gönderilen rasadın iletişim başlığı.
- CCCC** : Rasadı merkeze gönderen istasyonun indikatörü.
- GGSSDD** : Rasadın merkeze gönderildiği gün, saat ve dakika (GMT). GMT saat; radyo saatinden, yaz saati uygulamasında 3 saat, kış saati uygulamasında 2 saat çıkarılarak bulunur.
- NNNNN** : Rasadı hazırlayan istasyonun millî indeks numarası.
- YY** : Rasadın gönderildiği yıl (son iki rakam).
- AA** : Rasadın gönderildiği ay.
- Z** : Sabite (Bu kod sabittir, değişmez).
- T<sub>1</sub>T<sub>1</sub>** : Rasadı yapılan bitkinin tür kodu.
- C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>** : Rasadı yapılan bitkinin çeşit kodu.
- S<sub>n</sub>** : Rasadı yapılan bitkinin fenolojik safhasını gösteren şifre.
- G<sub>n</sub>G<sub>n</sub>** : Şifrenin temsil ettiği safhanın görüldüğü günün kodu.
- A<sub>n</sub>A<sub>n</sub>** : Şifrenin temsil ettiği safhanın görüldüğü ayın kodu.
- Önemli Not** : (S<sub>n</sub>G<sub>n</sub>G<sub>n</sub>A<sub>n</sub>A<sub>n</sub>) Ay içinde aynı bitkiye ait birden fazla safha tespit edilmişse bu grup, tespit edilen safha kadar yan yana yazılacaktır.

##### 4.4.3.1. Aylık fenolojik gözlemlerin hazırlanmasında dikkat edilecek hususlar

1. Fenolojik gözlemler, seçilmiş istasyonlar ve o istasyonlarda seçilmiş bitkiler için yapılır.

2. Her bitki için “Z” ile başlayan tek bir satır kullanılır. İstasyonun fenolojik gözlemini yaptığı bitki sayısı kadar Z ile başlayan satır olmalıdır.

3. Eğer bir bitki için, birbirini takip eden aylarda, farklı bir fenolojik safha gözlenmemişse şifre (S<sub>n</sub>) aynı kodlanacak, G<sub>n</sub>G<sub>n</sub>A<sub>n</sub>A<sub>n</sub> grubu ise 9999 olarak kodlanır. Örneğin; Buğday’da, 29 Mart’ta çimlenme, 2 Mayıs’ta “3.Yaprak” safhaları görülsün.



Dolayısıyla nisanda fenolojik bir değişim olmamış demektir. Bu durumda  $S_nG_nG_nA_nA_n$  grubu, buğday için mart, nisan, mayıs ayları fenolojik gözlemleri sırasıyla;

Z01// 12903

Z01// 19999

Z01// 20205

şeklinde kodlanıp gönderilir.

4. Her bitki için yıl içinde son şifreye (hasat) ait rasat gönderildikten sonra (0) sıfır şifresi görülene kadar  $S_nG_nG_nA_nA_n$  grubu “99999” olarak gönderilir. Örneğin; buğday için hasat olgunluğu şifresi olan (8) gönderildikten sonra takip eden aylarda

Z01// 99999

olarak gönderilir ((0) sıfır şifresi görülene kadar).

5. Birbirini takip eden aylarda şifre bir önceki aydan küçük olamaz. Aynı ya da büyük olabilir.

6.  $S_nG_nG_nA_nA_n$  grubunda önce gün sonra ay verilmelidir. Önce ay sonra gün yanlıştır.

7. Yıl içinde, ardışık aylarda yapılan rasatlardaki  $A_nA_n$  grubu, bir önceki aydan küçük ya da aynı olamaz.

8. AA grubu gözlemin yapıldığı ay değil, rasadın merkeze gönderildiği aydır.

#### 4.4.3.2. Aylık fenoloji rasadı örnekleri

### KODLAMA

### AÇIKLAMALAR

#### **Beypazarı 3. ay:**

FNTT60 BEYP 021230

17680 0404

Z01// 23003

(Buğday; 2. safha 30. gün)

Z02// 22403

(Arpa; 2. safha 24. gün)

Z24// 99999

(Ş.Pancarı hasat edilmiş, yeni gelişme yok)

Z60// 99999 =

(Elma hasat edilmiş, yeni gelişme yok)

**Beypazarı 4. ay:**

FNNT60 BEYP 021125

17680 0405

Z01// 31404 42504 (Buğday; 3. safha 14. gün, 4. safha 25. gün)

Z02// 30604 41604 52604 (Arpa; 3. safha 6.gün, 4. safha 16. gün, 5. safha 26. gün)

Z24// 02504 (Ş.Pancarı; 0. safha 25. gün)

Z60// 01004 11504 22604 = (Elma; 0. safha 10. gün, 1. safha 15. gün, 2. safha 26. gün)

**Polatlı 5. ay:**

FNNT60 POLT 011055

17728 0406

Z01// 52405 (Buğday; 5. safha 24. gün)

Z90// 00105 11505 (Kavun; 0. safha 1. gün, 1. safha 15. gün)

Z24// 32005 (Ş.Pancarı; 3. safha 20. gün)

Z11// 00105 12005 (Mercimek; 0. safha 1. gün, 1. safha 20. gün)

Z23// 00105 11905 = (Ayçiçeği; 0. safha 1. gün, 1. safha 19. gün)

**Keskin 12. ay:**

FNNT60 KESK 030915

17730 0501

Z01// 19999 (Buğday; 0. ve 1. safhaları 10. ayda gerçekleşti, yeni gelişme yok)

Z02// 19999 (Arpa; 0. ve 1. safhaları 10. ayda gerçekleşti, yeni gelişme yok)

Z45// 99999 (Bağ hasat edilmiş, yeni gelişme yok)

Z14// 99999 = (Nohut hasat edilmiş, yeni gelişme yok)

#### 4.4.4. Yıllık Fenoloji Kartının Doldurulmasında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Fenolojik safhalar yıllık fenoloji kartına gün ve ayları ile birlikte yazılır.
2. Yıllık fenoloji kartında tür sütunundan sonra çeşit sütunu konmuştur. Bir türde birden fazla çeşit gözlemleri uygun hanelere yazılır. Çeşit hanesine yazlık, kışlık veya yerli gibi ifadeler yazılmamalıdır.
3. Bir bitkinin fenolojisine ait bir safha yazılacağı zaman; o safhaya ait sütun bulunur ve o bitkinin hangi çeşidinin gözlemi yapılıyorsa, o çeşide ait yatay sütunun kesiştiği haneye ay Romen rakamı ile olmak üzere gözlem tarihi yazılır. Örneğin, buğdayın fenolojik gözlemi yapıldığını düşünelim. Ekim ayının 15. günü tohum ekilmiş olsun. Bu durumda el defterinin ilk sütununa (15.X) yazılır.
4. Baklagiller (fasulye, bezelye vb.) taze olarak toplandığında fenolojik safha olarak kaydedilmez. Tohumun olgunlaşması ve meyve kabuğunun kuruması baklagillerde son safha olarak kaydedilir.
5. Fenolojiye ait olağanüstü durumlar (örneğin, sonbaharda ikinci defa çiçeklenme gibi) ve olağanüstü hava olayları (don, dolu, sel, kuraklık vb.) yıllık fenoloji kartının sonundaki notlar kısmına yazılır.
6. Yabani bitkiler (çiğdem, papatya, gelincik vb.) ile hayvanların (leylek, çekirge, kırlangıç, kertenkele vb.) o çevrede mevcut olması durumunda bunların ilk görülme tarihlerinin ilgili sütuna kaydedilir.
7. Fenolojik gözlem safhalarının tespitinde, gerektiği hallerde o yöredeki tarım kuruluşlarına danışılması uygun olur.
8. Yıllık fenoloji kartı üzerine yazılacak rakam ve yazıların hangi istasyon ve aya ait olduğu açık ve net olarak yazılır.

#### 4.4.4.1. Yıllık fenoloji kartı örneği

BİTKİNİN		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Türü	Çeşidi									
Buğday	C.75	27.XI	28.I	15.III	18.IV	5.V	20.V	31.V	17.VI	28.VI
	Çakmak.79	24.X	7.XI	10.IV	25.IV	9.V	28.V	15.VI	20.VII	28.VII

BİTKİNİN		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Türü	Çeşidi									
Arpa	Tokak	27.X	12.XI	10.III	12.IV	25.IV	10.V	21.V	4.VI	18.VI

BİTKİNİN		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Türü	Çeşidi									
Yer Fıstığı	Çom	27.IV	25.V	15.VI	25.VI	23.VII	9.VIII	7.X		
	NC.7	9.V	5.VI	26.VI	3.VII	9.VIII	1.IX	20.IX		

BİTKİNİN		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Türü	Çeşidi									
Fasulye	Sarıköz	25.IV	12.V	28.V	5.VI	15.VI	15.VII			
	Ayşekadın	10.IV	5.V	30.V	17.VI	30.VI	15.VII			

BİTKİNİN		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Türü	Çeşidi									
Mısır	Arifiye	7.IV	23.IV	9.VI	4.VII	11.VII	1.IX			

BİTKİNİN		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Türü	Çeşidi									
Elma	Amasya	1.V	12.V	15.V	28.V	10.X				
	Misket	28.III	8.IV	28.IV	17.V	10.IX				
	Golden	3.IV	16.IV	30.IV	16.V	13.IX				

#### YABANI BİTKİLER VE HAYVANLAR

Çiğdem	30.03.2003
Papatya	04.04.2003
Gelincik	17.04.2003
Çekirge	10.04.2003
Kırlangıç	20.04.2003

**NOTLAR :** Ekim ayındaki yağışların azlığı nedeniyle hububat ekimleri ekim ayı sonuna doğru yapılabilir.

Mart ve nisan aylarının kurak geçmesi nedeniyle buğday ve arpa verimleri düşük olmuştur.

Nisan ayı sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasından daha soğuk olması nedeniyle elmalarda çiçeklenme gecikmiştir.

#### NOT :

- Gözlemi yapılan bitkilerin fenolojik safhaları Teknik Seri No: 6 el kitabından bakılarak ilgili sütunlara yazılmalıdır.
- Gözlenen bitkinin gelişme devresinde meydana gelen önemli meteorolojik olaylar (don, dolu, fırtına, kuraklık vb.) notlar hanesine kaydedilmelidir.
- Fenolojik gözlemi yapılan bitki türünün çeşidi mutlaka yazılmalıdır. **Çeşit hanesine yazlık, kışlık veya yerli gibi ifadeler yazılmamalıdır.**
- Yıllık fenoloji kartına gözlem yılı ve istasyonun ismi mutlaka yazılmalıdır.
- Yabani bitkiler (çiğdem, papatya, gelincik vb.) ve hayvanlar (leylek, çekirge, kırlangıç, kertenkele vb.) o çevrede mevcutsa, bunların ilk görülme tarihleri ilgili sütunlara kaydedilmelidir.
- Yıllık fenoloji kartları, gözlemi yapılan bitkilerin tamamının son şifresi görüldükten sonra yılda bir defaya mahsus olmak üzere 3 nüsha doldurularak tasdik edilecektir. Bir nüshası istasyonda saklanacak, bir nüshası bölge müdürlüğüne, bir nüshası da genel müdürlüğe bir ay içerisinde gönderilecektir.

#### 4.5. Fevk Rasatları

Ziraâ Meteorolojinin en önemli uygulama alanlarından birisi de, doğal afetlerin gözlenmesi, şiddetlerinin ve zararlarının belirlenmesi, gözlem sonuçlarının kod şekline dönüştürülerek merkezde tasnif edilmesi ve bunların değerlendirilmesidir.

Çok sayıda tarifi olan doğal afetleri kısaca; can veya mal kaybına neden olan olaylar olarak tanımlayabiliriz. Doğal afetlerin bir yılda, dünya genelinde yaklaşık olarak 250000 canlıyı etkilediği ve 50 - 100 milyar dolar mal kaybına neden olduğu tahmin edilmektedir.

Doğal afetler ve oluşturduğu risklerden en fazla tarım kesimi olmak üzere ormancılık, ulaşım, haberleşme, turizm, küçük el sanatları ve sigortacılık sektörleri etkilenmektedir. Doğal afetler büyük miktarda ekonomik kayıplara yol açması ve çok sayıda sektörü etkilemesi nedeniyle birçok araştırma kuruluşu ve üniversitelerce detaylı bir şekilde incelenmekte, mevcut olan her türlü bilgi değerlendirilmekte ve sonuçları ilgili sektörlerce kaynak olarak kullanılmaktadır.

Yurdumuzun herhangi bir bölgesi için, uzun yıllar düzenli olarak arşivlenmiş fevkalade olayların başlama ve bitiş zamanları, insanlara ve çevreye verdiği zararlar, etki alanı, frekans ve risk analizleri ile tahrip güçlerinin belirlenmesi; o yörenin özelliklerini belirlemek, araştırmacılara sunmak ve ileriye dönük olarak verilecek kararlar açısından önem taşımaktadır. Ayrıca Dünya Meteoroloji Teşkilatı, üye ülkelerden her yıl ocak ayı içerisinde bir önceki yılın fevkalade olaylarının dökümünü belgeleri ile birlikte istemekte ve bunları yayınlamaktadır. Böylece çeşitli uluslararası kuruluşlara da yeterli bilgi ve doküman gönderme imkanı sağlanmaktadır.

Ülkemizde doğal afetlerin (fevkalade olayların) nerede ve ne zaman olduğunun gözlenmesi, zararlarının tespit edilmesi büyük klima istasyonları tarafından yapılmakta ve ziraâ meteoroloji şubesinde değerlendirilmektedir.

Zarar yapan fevkalade olayların bildirimini iki kısımdan oluşmaktadır.

- a) Fevk rasadı
- b) Hasar raporu

Fevk Rasadı: Olayın tespit edilmesinden hemen sonra, bizzat rasatçı tarafından, rakamlarla şifrelenip SXTT70 başlığıyla merkeze gönderilen rasattır.

Hasar Raporu: Fevk rasadı gönderildikten sonra meydana gelen zararın açık ve net olarak anlaşılmasını sağlayan detaylı bilginin SXTT80 başlığıyla Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne bildirildiği yazılı rapordur (mümkünse rapora resim, kroki, gazete kupürü, fotoğraf, vb. bilgiler eklenmelidir).

#### 4.5.1. Fevk Rasatlarının Şifrelenmesi

<b>SXTT70 CCCC GGSSDD</b> <b>NNNNN 1Y<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>Y<sub>2</sub> 2A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>G<sub>1</sub>G<sub>1</sub> 3A<sub>2</sub>A<sub>2</sub>G<sub>2</sub>G<sub>2</sub> 4S<sub>1</sub>S<sub>1</sub>D<sub>1</sub>D<sub>1</sub> 5S<sub>2</sub>S<sub>2</sub>D<sub>2</sub>D<sub>2</sub> 6FFZZ</b> <b>7R<sub>i</sub>R<sub>i</sub>R<sub>i</sub>R<sub>i</sub> 9D<sub>y</sub>D<sub>y</sub>S<sub>h</sub>S<sub>h</sub>S<sub>h</sub> =</b>
--

- SXTT70** : Fevk rasadının bilgisayarla gönderilme başlığı .
- CCCC** : Fevk rasadını gönderen istasyonun indikatörü
- GGSSDD** : Rasadın gönderildiği gün, saat, dakika (GMT olarak)
- NNNNN** : Fevk rasadını yapan istasyonun millî indeks numarası
- Y<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>** : Fevkalade olayın başladığı yıl (Son iki rakam)
- Y<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>** : Fevkalade olayın bittiği yıl (Son iki rakam)
- A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>** : Fevkalade olayın başladığı ay
- G<sub>1</sub>G<sub>1</sub>** : Fevkalade olayın başladığı gün
- A<sub>2</sub>A<sub>2</sub>** : Fevkalade olayın bittiği ay
- G<sub>2</sub>G<sub>2</sub>** : Fevkalade olayın bittiği gün
- S<sub>1</sub>S<sub>1</sub>** : Fevkalade olayın başladığı saat (lokal )
- D<sub>1</sub>D<sub>1</sub>** : Fevkalade olayın başladığı dakika
- S<sub>2</sub>S<sub>2</sub>** : Fevkalade olayın bittiği saat (lokal)
- D<sub>2</sub>D<sub>2</sub>** : Fevkalade olayın bittiği dakika
- FF** : Meydana gelen fevkalade olayın tanımı
- ZZ** : Fevkalade olayın meydana getirdiği zararın tanımı

**R<sub>i</sub>R<sub>i</sub>R<sub>i</sub>R<sub>i</sub>** : Yağış miktarı (mm)  
**D<sub>y</sub>D<sub>y</sub>** : Rüzgârın yönü  
**S<sub>h</sub>S<sub>h</sub>S<sub>h</sub>** : Rüzgârın hızı (m/sn)

#### 4.5.2. Hasar Raporu

**SXTT80 CCCC GGSSDD**  
**NNNNN YYAA ggssdd**

**Hasar Raporu** .....  
..... =

**SXTT80** : Hasar raporunun rasat başlığı.  
**CCCC** : Raporu merkeze gönderen istasyonun indikatörü.  
**GGSSDD** : Raporun merkeze gönderildiği andaki gün, saat ve dakika (GMT).  
**NNNNN** : Olayı tespit edip, raporu hazırlayan istasyonun numarası.  
**YY** : Fevk rasadının çekildiği yılın son iki rakamı  
**AA** : Fevk rasadının çekildiği ay  
**ggssdd** : Raporun ilgili olduğu Fevk Rasadının GGSSDD kısmı.

#### 4.5.3. Fevk Rasadı Örnekleri

a) Karaman ilinde 31.07.2003 tarihinde, saat 23:45 - 00:05 (lokal) arasında şiddetli sağanak yağış (50.0 mm) ve mercimek büyüklüğünde dolu olayları meydana gelmiş, ekinlerde % 70 - 80 yatma ve başak dökme şeklinde zarara sebep olmuştur. Bu arada en şiddetli rüzgâr 340 dereceden 20.2 m/sn olarak esmiştir. Rasat 08:00 GMT'de (11:00 lokal) gönderilmiştir.

SXTT70 KARM 010800

17246 10303 20731 30801 42345 50005 62204 70500 916202 =

Bu fevkalade olayın 03.08.2003 tarihinde, saat 13:00 GMT'de (16:00 lokal) Hasar Raporu gönderme işlemi aşağıdaki gibidir;

SXTT80 KARM 031300

17246 0308 010800

Karaman ilinde 31.07.2003 tarihinde, saat 23:45'de başlayan ve 01.08.2003 günü saat 00:05'de sona eren şiddetli sağanak yağış (50.0 mm), mercimek büyüklüğünde dolu ve 20.2 m/sn hıza ulaşan fırtına olayları meydana gelmiş ve ekinlerde % 70 - 80 yatma ve başak dökülmesi şeklinde zarara sebep olmuştur. Maddi hasar 100 milyar TL dir.

Onaylayanın  
Adı Soyadı  
Ünvanı

Hazırlayan :....

Gönderen :.... =

b) Kocaeli ilinde 05.02.2003 günü saat 12:50'de SSE yönünde esmeye başlayan fırtına, saat 15:50'de SSW yönünden 25.5 m/sn hıza ulaşmış, saat 16:50'de sona ermiştir. Bu olay yerleşim yerlerine ve ulaşımına zarar vermiştir. Rasat aynı gün 15:10 GMT'de (17:10 lokal) gönderilmiştir.

SXTT70 KOCL 051510

17066 10303 20205 30205 41250 51650 61943 910255 =

Bu fevkalade olayın hasar tespit çalışmaları iki gün sonra tamamlanmış ve Hasar Raporu saat 14:00 GMT'de (16:00 lokal) aşağıdaki şekilde gönderilmiştir.

SXTT80 KOCL 071400

17066 0302 051510

Kocaeli ilinde 05.02.2003 çarşamba günü saat 12:50'de SSE yönünde esmeye başlayan fırtına, saat 15:50'de SSW yönünden 25.5 m/sn hıza ulaşmış, saat 16:50'de sona ermiştir.

Özellikle İzmit'in doğu bölgelerinde etkisini gösteren fırtına:



Gölcük Saraylı köyünde bir evin çatısının kopmasına, kentin çeşitli yerlerindeki antenlerin ve kiremitlerin uçmasına, hatta bazı yerlerde trafik levhalarının devrilmesine,

Hereke ilçesinde sahildeki dolgu alanın çökmesine, Millî Saraylar, çay bahçesi ve tarihi köşkün önündeki rıhtımın yıkılmasına, ağaçların köklerinden sökülmesi ve devrilmesine, limanda bekleyen bazı teknelerin zarar görmesine ve batmasına, dolayısıyla 5 trilyon TL zarara yol açmıştır. Olayla ilgili olarak fotoğraflar ve gazete kupürü rapor ekinde gönderilmiştir.

Onaylayanın  
Adı Soyadı  
Ünvanı

Hazırlayan : ....

Gönderen : .... =



(a)



(b)

Şekil 4.9 (a,b). Sökülen ağaçlar

# Lodos, Hereke'yi vurdu; 5 trilyonluk zarar var

Kuvvetli lodos Hereke sahilinde dolgu alanlarını çökertti, toprağı denize döktü. Marina-  
da bekleyen tekneleri batıran lodosun 5 trilyonluk maddi zarara neden olduğu öğrenildi



Hereke Belediye Başkanı Ahmet Arıt, gece lodosun şiddetini artırmasıyla birlikte acil müdahale ekipleri oluşturarak, zararın en aza indirilmesi için yoğun çaba harcadı. Lodos nedeniyle sahilin büyük bir kısmı kullanılmaz hale geldi.

## Tekneler battı

Coğrafi konumu nedeniyle kible ve lodos rüzgarlarına açık olan Hereke'de önceki gün akşam saatlerinden itibaren şiddetini artıran lodos sahile büyük zarar verdi. Lodos denizde büyük dalgalara neden olurken, marınada bekleyen bazı tekneler battı, bazıları da büyük hasar gördü. Milli Saraylar önündeki çay bahçesini ve tarihi Wilhelm Kaiser Köşkü'nün önündeki rıhtımı yıkan lodos, Hereke Belediyesi Sosyal Tesisleri'nin etrafındaki çitlerin tamamını kırdı. Denize yakın olan çay bahçeleri de lodostan nasibini aldı.

## Stadda çökme riski

Hereke Stadi'nin yanındaki dolgu alanı çökerken, toprağın denize dökülmesi sonucunda stad büyük bir tehlike atlattı. Stadin çökme riskinin devam ettiğini söyleyen yetkililer, sahildeki yürüyüş yolunda bazı kısımların çöküşünü, sahil yolunun kullanılmaz hale geldiğini belirtti. Park ve bahçelerin de zarar gördüğü sahilde piknik yeri tulumbarın sahil tarafı tamamen yıkıldı. Lodosun 5 trilyona yakın zarar verdiği açıklayan Hereke Belediye Başkanı Ahmet Arıt, "Bu zararın belediye olarak karşılamamız mümkün değil. Zararımızın Bayındırlık Bakanlığı tarafından karşılanması için gerekli girişimlerde bulunacağız" dedi.



Şekil 4.10. Olayla ilgili gazete kupürü

## 4.6. Tarım Gidiş Raporları

Yurdumuzun sosyal yapısında ve ekonomisinde belirli bir yere sahip olan tarımsal faaliyetlerin seyri, olağanüstü olaylar ve bu olayların tarıma etkisinin bilinmesi ülkemizin her kesimi için büyük önem taşımaktadır. Ziraat meteorolojide değerlendirilmek için meteoroloji istasyonlarınca aylık tarım faaliyetlerinin ve bu faaliyetlerin iklim etkenleriyle ilişkilerinin bir rapor şeklinde düzenlenmesine aylık tarım gidiş raporu denir.

Meteoroloji istasyonları, kendi çevrelerinde yetiştirilen ve yetiştirilmeye başlanan bitkilerin durumlarını, bölgede yapılan hayvancılık faaliyetlerini, varsa bitki ve hayvanlarda görülen hastalık ve zararlılarla ilgili bilgileri, iklimin ziraat çalışmalar üzerindeki etkilerini bir rapor halinde düzenleyerek, takip eden ayın ilk beş günü içerisinde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne gönderirler.

Tarım gidiş raporlarının birinci bölümünde, hububattan başlayarak her bitki grubu hakkında büyüme ve gelişme durumları ile yapılan kültürel işlemler (budama, gübreleme vb.), o bölgede yapılan hayvancılık faaliyetleri (büyükbaş, küçükbaş, kümes hayvanları vb.) ile ilgili gelişme, bakım, hastalık, yavrulama ve ölüm gibi olaylar bildirilir. Bitki ve hayvanlarda tespit edilen hastalık ve zararlılara ait bilgilerle bunlarla yapılan mücadele yöntemleri anlatılır.

İkinci bölümde istasyonda veya temsil ettiği bölgede o ayda meydana gelen ve zarar yapan fevkalade meteorolojik hadiseler ve zarar şekilleri ile istasyona ait temel iklim değerleri verilir. Tarım raporunun hazırlandığı ay içerisinde, tarımsal faaliyetleri etkileyen olağanüstü olaylar, fevk rasadı olarak ayrıca bildirilmesine rağmen tarım raporlarında da bildirilmesinin sebebi, olağanüstü olaylar ile tarımsal faaliyetlerin etkileşimlerinin aynı anda izlenmesidir.

Ayrıca yılda bir defa o yörede ekonomik öneme sahip bitki türlerinin hasat dönemi sonunda, verimleri ve birim fiyatlarıyla ilgili bilgi yazılır.

Tüm istasyonlardan gelen raporlar Ziraî Meteoroloji Şube Müdürlüğünde değerlendirilerek Türkiye genelinde her coğrafi bölge için ayrı ayrı tarım raporu hazırlanır. Bu rapor, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü internet sayfasında “Ziraî Meteoroloji Bülteni” başlığı altında yayınlanır ve isteyen kamu kurum ve kuruluşları ile şahıs ve özel sektör temsilcilerine gönderilir.

#### **4.6.1. Raporda Bildirilecek Bitki ve Hayvan Gurupları İle Olaylar**

1. Hububat; Buğday, Arpa, Yulaf, Çavdar, Darı, Çeltik, Mısır
2. Baklagiller; Fasulye, Mercimek, Bezelye, Bakla, Nohut, Burçak, Soya
3. Endüstri Bitkileri; Pamuk, Haşhaş, Tütün, Ayçiçeği, Şeker Pancarı, Keten-Kenevir, Yer Fıstığı, Patates, Susam, Anason, Çay
4. Yem Bitkileri; Yonca, Korunga, Fiğ, Ayrık
5. Sebzeler; Kavun, Karpuz, Kabak, Domates, Biber, Havuç, Soğan, Salatalık
6. Meyveler; Erik, Kayısı, Kiraz, Vişne, Şeftali, Badem, Kızılcık, Zerdali, Elma, Ayva, Armut, Limon, Portakal, Mandalina, Turunç, Greyfurt, Hurma, Yenidünya
7. Kabuklu Meyveler; Ceviz, Antepfıstığı, Kestane, Fındık

8. Diğer Bitkiler; Bağ, İncir, Çilek, Dut, Zeytin, Muz  
9. Hayvancılık; Büyük ve Küçükbaş, Kümes Hayvanları, Arıcılık, Göl, Deniz ve Kültür Balıkçılığı  
10. Ziraî Mücadele  
11. Fevkalade Olaylar

#### 4.6.2. Tarım Gidiş Raporu Gönderme Şekli

<b>TRTT80 CCCC GGSSDD</b> <b>NNNN YıYıYıYı AıAı</b>	
Tarım Raporundaki Bilgiler	
1-) .....	
2-) .....	
Aylık ortalama sıcaklık (°C)	:
Aylık maksimum sıcaklık ve günü (°C / gün)	:
Aylık minimum sıcaklık ve günü (°C / gün)	:
Aylık ortalama maksimum sıcaklık (°C)	:
Aylık ortalama minimum sıcaklık (°C)	:
Aylık toplam yağış (mm)	:
Aylık ortalama nispi nem (%)	:
Aylık ortalama güneşlenme süresi (saat)	:
Aylık ortalama güneşlenme yüzdesi (%)	:
Aylık ortalama toprak üstü minimum sıcaklık (°C)	:
Aylık ortalama denize indirilmiş basınç (mb)	:
	Onaylayan Adı Soyadı Ünvanı
Hazırlayan : .....	
Gönderen : .....	=

**TRTT80** : Tarım gidiş raporunun bilgisayarla gönderilme başlığı

**CCCC** : Raporu merkeze gönderen istasyonun indikatörü

**GGSSDD** : Tarım gidiş raporunun gönderildiği gün, saat ve dakika (GMT). GMT saat; kolumuzdaki saatten, yaz saati uygulamasında 3 saat, kış saati uygulamasında 2 saat çıkartılarak bulunur.

**NNNN** : Raporu hazırlayan istasyonun millî index numarası

**YıYıYıYı** : Raporun hazırlandığı yıl

**Aı Aı** : Tarım gidiş raporunun ait olduğu ay

### 4.6.3. Tarım Gidiş Raporu Örneği

Eskişehir Bölge Müdürlüğünün 2004 yılı Nisan ayına ait Tarım Gidiş Raporu.

**TRTT80 ESKH 040700**

**17126 2004 04**

1. Hububat: Buğday ve arpada erken ekilişlerde kardeşlenme dönemi tamamlanmıştır. Gelişme normal seyrini devam ettirmektedir.
2. Baklagiller: Toprak hazırlığı devam etmektedir.
3. Endüstri bitkileri: Ekimler devam etmekte olup erken ekim yapılan yerlerde yer yer çimlenme gözlenmektedir.
4. Yem bitkileri: Bir önceki yıl ekilen macar fiği ve yoncannın çıkışında herhangi bir olumsuzluk olmayıp, diğer yem bitkilerinden adı fiğın ekilişi devam etmektedir.
5. Sebzeler: Yoktur.
6. Meyveler: Badem ve kayısıda don olayı erken çiçek dökülmesine neden olmuştur.
7. Kabuklu meyveler: Yoktur.
8. Diğer bitkiler: Yoktur.
9. Hayvancılık: Programlı olarak şap aşısı yapılmaktadır.
10. Ziraî mücadele: Tarla faresi ile mücadele devam etmekle birlikte, meyve ağaçlarında bordo bulamacı ilaçlaması ve sünede kışlık survey çalışmaları yapılmaktadır.
11. Fevkalade olaylar: Yoktur.

1. Aylık ortalama sıcaklık (°C)	: 9.6
2. Aylık maksimum sıcaklık ve günü (°C / gün)	: 29.1 / 11
3. Aylık minimum sıcaklık ve günü (°C / gün)	: -8.0 / 07
4. Aylık ortalama maksimum sıcaklık (°C)	: 17.4
5. Aylık ortalama minimum sıcaklık (°C)	: 2.3
6. Aylık toplam yağış (mm)	: 40.9
7. Aylık ortalama nispi nem (%)	: 55.8
8. Aylık ortalama güneşlenme süresi (saat)	: 6.6
9. Aylık ortalama güneşlenme yüzdesi (%)	: 50

10. Aylık ortalama toprak üstü minimum sıcaklık (°C) : 0  
11. Aylık ortalama denize indirilmiş basınç (mb) : 1014.9

Onaylayan  
Adı Soyadı  
Ünvanı

Hazırlayan : .....  
Gönderen : ..... =

#### 4.7. Ziraî Meteorolojide Uzaktan Algılama Uygulamaları

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA), günümüzde geniş ve çeşitli uygulama alanlarına hitap eden yeni disiplinler arası tekniklerdir. Son yıllarda tarım sektörü de Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama tekniklerinden faydalanan çalışma alanlarına eklenmiştir. Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama uygulamalarında, yapılacak olan çalışmanın hassasiyeti uydu görüntüsünün çözünürlüğü ile yakından ilgilidir. Genel olarak, uydu görüntüsünün çözünürlüğü harita ölçeğine benzetilebilir. Nasıl ki bir haritanın içerdiği ayrıntılar, ölçek olarak belirtilen kesirdeki bölgenin küçülmesi ile artıyorsa (1/1.000.000 düşük detay, 1/25.000 yüksek detay) uydu görüntüsündeki çözünürlük değeri de küçüldükçe içerdiği ayrıntılar artmaktadır (30\*30 m = yüksek detay, 1.1\*1.1 km = düşük detay).

Günümüzde değişik amaçlarla kullanılan uyduların her biri farklı çözünürlüğe sahiptir. Ekim alanı tespiti, ürün gelişiminin takibi, tarım alanlarının izlenmesi gibi farklı tarımsal uygulamalar için değişik çözünürlükteki uydu görüntülerine ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde üç önemli sivil uydu sistemi yüksek çözünürlükte (5-30 m) görüntü sağlamaktadır. Bunlar LANDSAT (ABD), SPOT (Fransa) ve IRS (Hindistan) uydularıdır. Ayrıca meteorolojik veya diğer araştırma amaçlarıyla fırlatılmış NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ve METEOSAT gibi düşük çözünürlükte (1-4 km) uydu sistemleri de mevcuttur.

Bunlardan NOAA uyduları; görünür ve ısı (termal) bandlarına sahiptir. Bu özellikleri nedeniyle; atmosferik ve deniz çalışmalarının yanında geniş ölçekteki alanlarda bitki örtüsünün izlenmesi, kuraklık, sel ve orman yangını gibi olayların

gözlenmesinde de kullanılmaktadırlar. Isı bandları sayesinde çeşitli algoritmalar kullanılarak gerek denizler gerekse karalar için yüzey sıcaklık haritaları oluşturulabilmektedir. Deniz suyu yüzey sıcaklık haritaları, biyologlara balık göç yolları takibi, stok tespiti gibi çalışmalarda yardımcı olmaktadır.

NOAA uydu görüntülerinde, band-1 (görülür renk bandı) ve band-2 (kızılötesi renk bandı) nin çeşitli matematiksel kombinasyonları, yeşil vejetasyon varlığının hassas bir göstergesi olarak bulunmuştur. Bu matematiksel değerler, Bitki Örtüsü İndeksi veya yeşillik (vejetasyon) indeksi olarak adlandırılır. Doğal Vejetasyon Değişim İndeksi (Normalized Difference Vegetative Index = NDVI) ise bu tür çalışmalarda en yaygın olarak kullanılanıdır. NOAA uydusu AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) görüntülerinde NDVI şu şekilde formüle edilir;

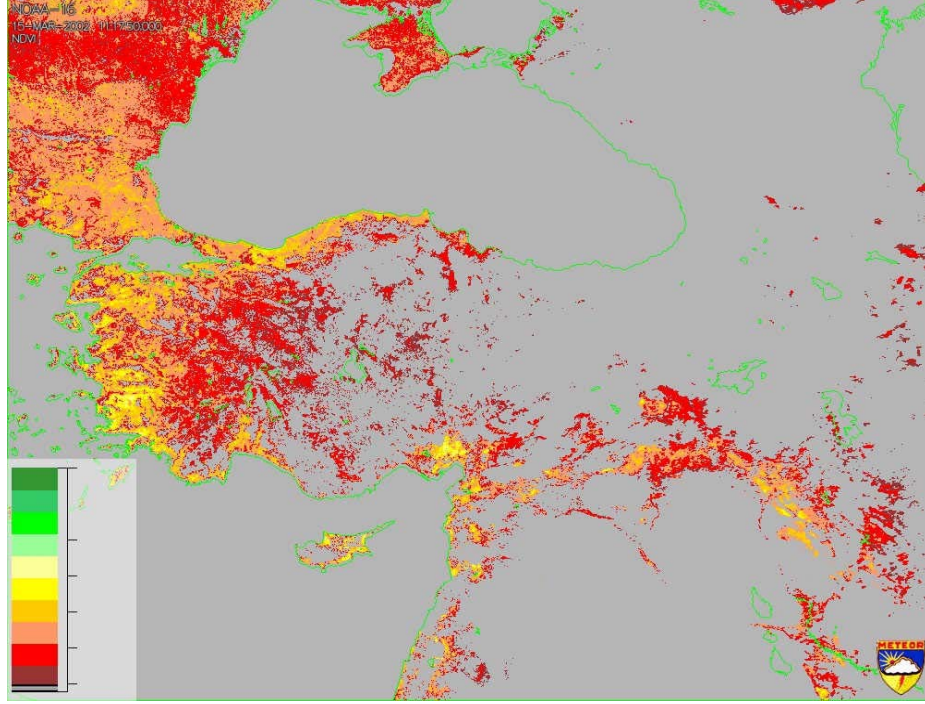
$$NDVI = (band2 - band1) / (band1 + band2)$$

Formülde band-1 NOAA görüntüsünde kırmızı ışık bandını, band-2 ise kızılötesi ışık bandını temsil etmektedir. NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1 e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve kaya ise sifıra yakın NDVI değeri gösterir. Fotosentez kapasitesi arttıkça NDVI indeks değerleri artmakta bu da bitki örtüsündeki gelişmenin arttığına karşılık gelmektedir.

Tarımın yoğun olduğu bölgeler gözlemlendiğinde, düşük NDVI değerlerine sahip alanlar kuraklık, aşırı rutubet, hastalık ve zararlılar gibi çeşitli nedenlerle zayıf bitki gelişiminin olduğu alanları işaret eder. Yüksek NDVI değerleri ise sağlıklı bitki gelişimini gösterir. Bu teoriye dayanarak NOAA görüntülerinden 15 gün veya 1 ay gibi periyodik aralıklarla NDVI indeks haritaları hazırlanarak, vejetasyonun yıl içinde değişimi izlenebilmektedir. Bu amaçla; günlük olarak oluşturulan NDVI haritaları, yukarıda belirtildiği şekilde dönemler halinde birleştirilerek, birleşik indeks haritaları oluşturulmaktadır. Birleştirme işleminde o periyottaki indeks haritaları pikseller (görüntüyü oluşturan en küçük resim birimleri) itibariyle karşılaştırılarak her pikseldeki en yüksek indeks değeri seçilmektedir. Bulutlar eksi indeks değerine sahip olduğu için bu algoritma ile elemine edilebilmektedirler. Ancak, bölge o dönemde sürekli olarak bulutla kaplı ise sağlıklı bir sonuç alınmamaktadır.



Elde edilen bu indeks haritaları ile arşiv oluşturulup, geçmiş yıllardaki görüntüler yıl içerisinde elde edilen indeks görüntüleri ile karşılaştırılır. Böylece ürün gelişiminin iyi veya kötü olduğu hakkında fikir sahibi olunur.



Şekil 4.11. NDVI haritası





## SÖZLÜK

**Absorbsiyon (emilme):** Katı, sıvı ve gaz moleküllerinin, atomlarının veya iyonlarının bir katı veya sıvı tarafından emilerek tutulması.

**Albedo:** Yeryüzünde bir yüzeye gelen ışınla, yansıyan ışın arasındaki oran.

**Algoritma:** Mevcut problemi çözmeye kullanılan yöntem, izlenen yol. Adım adım işlem basamaklarının yazılması.

**Anız:** Bitkilerin biçildikten sonra tarlada kalan köklü sapına verilen ad.

**Ekoloji:** Canlıların kendi aralarındaki ve canlılarla çevre koşulları arasındaki karşılıklı ilişkileri inceleyen bilim dalı.

**Epidermis (epiderma):** Bitkilerin dış yüzeylerini örten doku.

**Fizyoloji:** Bitki ve hayvanların doku ve organlarının çalışmalarını ve görevlerini inceleyen bilim dalı.

**Generatif Devre:** Bitkilerde generatif organların (çiçek tomurcuklarının) oluşmaya başladığı zamandan sonraki evre.

**İnfiltrasyon:** Süzme, süzülme, sızma. Suyun toprağa sızması.

**İnkübasyon:** Kuluçka dönemi, kuluçka süresi. Hastalığın başlangıcından ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü zamana kadar geçen süre.

**Kaotik:** Düzensiz, karmaşık, uyumsuz.

**Kapillar:** Toprak içindeki gözenekler.

**Koagule:** Pıhtılaştırma, çökeltme.

**Kütikula:** Yaprak suyunu sızdırmaya engel olan zar.

**Malç:** Bitkileri dondan korumak, toprağın fiziksel özelliklerini (nem, sıcaklık) artırmak, yabancı otların gelişimini engellemek, kaliteli, erkenci, bol ve temiz ürün almak amacıyla toprak yüzeyinin ince plastik, saman, buğday sapı, çam ibreleri, kuru ot, çiftlik gübresi, torf, perlit gibi maddelerle kaplanması.

**Mezofil:** Yaprığın yumuşak iç dokusu.

**Morfoloji:** Canlıların biçim ve gelişmelerini inceleyen biyolojinin dalı.

**Nektar:** Özsu.

**Ozmatik:** Geçişime, karşılıklı etkileşim

**Palizat:** Özümleme işini yapan yaprakların üst yüzeyindeki doku.

**Partenokarp:** Döllenmesiz çoğalma, bölünerek çoğalma.

**Patoloji:** Hastalık bilimi.

**Polen:** Çiçek tozları. Tohumlu bitkilerde erkek organların başcık kısımlarında bulunan erkek döl hücreleri.

**Profil:** Yandan resim, su yüksekliği eğrisi.

**Protoplazma:** Yapı bakımından çekirdek ve sitoplazmadan oluşan, yarı sıvı, saydam ve canlı hücrenin metabolizma olaylarının olduğu yer.

**Radyant enerji:** Enerji yayılması. Ortamda elektromanyetik dalgalar halinde yayılan, ışık enerjisine verilen isim.

**Redüklenme:** Azalmış, indirilmiş.

**Stoma:** Gözenek. Bitki için gerekli maddelerin alınmasını, zararlı maddelerin dışarı atılmasını sağlayan ve gaz alışverişini yapan yaprakların alt kısmında bulunan organ.

**Strüktür:** Yapı.

**Subtropik:** Tropik bölge ile ılıman bölge arasında kalan bölge ve bu bölgede hüküm süren iklim çeşidi.

**Tayf:** Birleşik bir ışık demetinin bir biçmeden geçtikten sonra ayrıldığı basit renklerden oluşmuş görüntü.

**Termistör:** Asıl direnç.

**Termokapl:** Termo eleman, sıcaklık pili.

**Transpirasyon:** Terleme, bitki yüzeylerinden olan su kaybı.

**Turgor:** Hücrenin çok su çekerek şişmesi, öz suyunun kıvamının azalması.

**Vejetatif Devre:** Bitkilerde generatif organların oluşmasından önce geçirdiği devre. Bu devre genelde yeşil aksamın olduğu dönemdir.

**Vernalizasyon:** Soğuklama isteği. Bitkilerin generatif safhaya geçebilmesi için, gelişmelerinin ilk devrelerinde belli bir süre, büyüme minimum sıcaklığının altında, belli bir süre düşük sıcaklık istemelerine verilen isim.

**Viskosite:** Koyu kıvamlılık, yapışkanlık.

## KAYNAKLAR

- Akalan, İ., 1983, Toprak Bilgisi, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 873, Ankara
- Aydeniz, A., 1985, Toprak Amenajmanı, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 928, Ankara
- Baykal, N., 1979, Fitopatoloji, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Ders Notları, Ankara
- Doğan, H.M., Mermer, A. Ve Ünal, E., 2000, Bitki Örtüsü İndeks Değerleri, Tarım ve Köy Dergisi Sayı: 135, Sayfa: 38-41, Ankara
- Erol, O., 1999, Genel Klimatoloji, 5. Baskı, Çantay Kitabevi, İstanbul
- Eser, D., 1997, Tarımsal Ekoloji, 2. Baskı, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1473, Ankara
- Genel Bahçe Bitkileri, 1997, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 4, Ankara
- Günay, A., 1982, Sebzeçilik Cilt 1, Çağ Matbaası, Ankara
- Güngör, Y. ve Yıldırım, O., 1987, Tarla Sulama Sistemleri, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1022, Ankara
- Kacar, B., 1996, Genel Bitki Fizyolojisi, 4. Baskı, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1447, Ankara
- Kansu, İ.A., 1965, Böcek Ökoloji ve Epidemiyolojisi, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 242, Ankara
- Kansu, İ.A., 1973, Genel Entomoloji, Ankara Ü. Adana Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 54, Ankara
- Karaoğlu, M., 2002, Don Hadisesi ve Türkiye'nin Don Takvimi, DMİ Yayınları No:1, Ankara
- Özbek, H., 1987, Toprak Bilgisi, Çukurova Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 34, Adana
- Özbek, S., 1977, Genel Meyvecilik, Çukurova Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 111, Adana
- Soylu, Ş., Çınar, S., Karaca, Ö. ve Yücel, G., 2001, Türkiye Fenoloji Atlası, DMİ Yayınları, No: 1, Ankara

- Şaylan, L., Durak, M. ve Çaldağ, B., 1998, Dünya’da ve Türkiye’de Bitki-İklim (Bitki Gelişimi, Simulasyon) Modelleri, Tarım ve Orman Meteorolojisi’98 Sempozyumu Bildirisi, Sayfa: 275-283, İstanbul
- Şimşek, O. ve Satılmış, T., 1998, Işığın Sera Planlaması Üzerine Etkisi, Ankara Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Tanin, Y., Ünal, N. ve Kacar, M., 1982, Tarımsal Meteoroloji, Ankara
- Toprak ve Su Muhafazası, 1996, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, YAYÇEP, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara
- Tosun, O., Gökçora, H. ve Şehirali, S., 1977, Bitki Yetiştirme ve Islahı, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 7, Ankara
- WMO, 1981, Guide to Agricultural Meteorological Practices, 2. Baskı, No: 134, Geneva
- WMO, 1990, Agricultural Meteorology Programme, “Simulation of primary prediction”, CAgM Report, No: 33A, Geneva
- Yüksel, O., 1985, Toprak Sıcaklığına Meteorolojik Elemanlarının Etkileri, DMİ, Ankara