



Ankara Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Yayın No : 1402
Ders Kitabı : 404

KÜLTÜRTEKNIĞE GİRİŞ

GENİŞLETİLMİŞ 2. BASKI

Editör
Prof.Dr.AH BALABAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Termsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Ankara - 1995

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1402
Ders Kitabı: 404

KÜLTÜRTEKNİĞE GİRİŞ

GENİŞLETİLMİŞ 2. BASKI

Editör
Prof.Dr.Ali BALABAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

ANKARA
1995

İÇİNDEKİLER

Konu	Sayfa
İKİNCİ BASKI İÇİN ÖNSÖZ	
ÖNSÖZ	
1. BÖLÜM : KÜLTÜRTEKNİK BİLİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE GÜNÜMÜZDEKİ BOYUTLARI Prof.Dr. Ali BALABAN	1
2. BÖLÜM : TARIMSAL ÜRETİM SİSTEMLERİNDE ÇEVRE KONTROLÜ Doç.Dr. A.Nejat EVSAHİBİOĞLU	15
3. BÖLÜM : AGRONOMETEOROLOJİ VE KÜLTÜRTEKNİK ÇALIŞMALARINDAKİ YERİ Prof.Dr. Turhan AKÜZÜM	32
4. BÖLÜM : TARIMSAL HİDROLOJİ VE KÜLTÜRTEKNİKTEKİ YERİ Prof.Dr. Cengiz ÖZMAN	45
5. BÖLÜM : SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİ Doç.Dr. Süleyman EĞDAL	66
6. BÖLÜM : SULAMADA SU KALİTESİ VE TUZLULUK Prof.Dr. A.Seki ERÖREL	80
7. BÖLÜM : SULAMA TEKNOLOJİLERİ Doç.Dr. Osman YILDIRIM	94
8. BÖLÜM : DRENAJ VE ARAZİ İSLAHİ SORUNLARI Prof.Dr. Yetkin GÜNGÖR	113
9. BÖLÜM : SULAMA SİSTEMLERİNİN İZLEME VE DEĞERLENDİRİLMESİ Doç.Dr. Mevlüt BEYRİBEY	133
10. BÖLÜM : TÜRKİYENİN TOPRAK VE SU KORUMA SORUNLARI Doç.Dr. Fazlı ÖZTÜRK	148
11. BÖLÜM : KIRSAL YERLEŞMELER VE ALTYAPI SORUNLARI Prof.Dr. İrfan GİRGİN	166
12. BÖLÜM : TARIMSAL YAPI PROJELERİNİN HAZIRLANMASI VE UYGULANMASI Doç.Dr. Metin ÖLGÜN	181
13. BÖLÜM : TARIMSAL YAPILAR PLANLAMA VE UYGULAMA SORUNLARI Prof.Dr. Aydın ÖNEŞ	196
14. BÖLÜM : ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE SORUNLARI Prof.Dr. Mustafa AYYILDIZ	212

İKİNCİ BASKI İÇİN ÖNSÖZ

Bölümümüzü, öğretim elemanlarımızı ve mesun olduktan sonra hizmet verecekleri mesleklerini öğrencilerimize tanıtmak amacıyla hazırlanan ve ilk yarıyılıda okutulmakta olan **Kültürteknikçe Giriş** dersi kitabının ilk baskısı 1986 yılında yapılmış ve geçen 6 yıl içerisinde ikinci baskısının yapılmasına gerek duyulmuştur.

İkinci baskıda, bölüm sayısı arttırılarak, Sulama Sistemlerinin İzleme ve Değerlendirilmesi, Türkiye'nin Toprak ve Su Koruma Sorunları ile Kültürteknikte Planlama ve Projelendirme Esasları bölümleri ilave edilmiştir.

Bunun yanında, derslerde öğrencilerden gelen istekler ve öğretim elemanlarımızın fikirleri de gözönüne alınarak, metin içerisinde bazı bilgiler güncelleştirilmiştir.

Eserin, ilgililere ve öğrencilerimize yararlı olması en büyük dileğimizdir.

Ankara, Aralık 1994

Prof.Dr. Ali BALABAN
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
Başkanı

ÖNSÖZ

Toprak ve tohum (damızlık) kullanarak bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, bunların işlenerek değerlendirilmesi ve tüketiciye sunulması olarak tanımlanan tarımsal faaliyette kullanılan kaynaklar; toprak, emek, sermaye ve teknoloji den oluşur. Yüksek verimli bir tarım sisteminin gerçekleştirilmesi, bir başka deyişle, tarımın modernizasyonu için gerekli üretken teknolojilerin dayanağı, büyük ölçüde, biyolojik bilimler, mühendislik bilimleri, sosyal ve ekonomik bilimlerdir. Tarımda uygulanan teknolojilerin mühendislik bilimlerinden gelen bölümü içinde **KÜLTÜRTEKNİK** Bilim Dalı'nın önemi giderek büyük ağırlık kazanmaktadır. Tarımda bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, bu ürünlerin depolanması ve işlenmesi ile kırsal alanda yaşayan toplumun yaşam düzeyinin yükseltilmesine yönelik çalışmalarda **İnşaat Mühendisliği** prensip ve ilkelerinin uygulanması olarak nitelenen **KÜLTÜRTEKNİK** bir bakıma **TARIMSAL İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ** olarak da tanımlanabilir.

Bu ders, Kültürteknik Bölümü ilk yarıyıl öğrencilerine, tarımımızda büyük ağırlığı olan **KÜLTÜRTEKNİK** uygulamaları ile buna ilişkin Su Kaynaklarının Geliştirilmesinden (Sulama ve Drenaj) Fırsal Verleşme Düzenlemesi, Tarımsal Yapılar ve Çevre Denetimine kadar Ülke sorunlarında genel bilgiler vermek amacı ile düzenlenmiştir.

Öğrencilerimizin Bölümümüzü, Öğretim elemanlarımızı ve yaşam boyu hizmet verecekleri mesleklerini daha öğrenimlerinin ilk aylarında tanımalarına yardımcı olmak en büyük dileğimizdir.

Prof. Dr. Ali BALABAN
Kültürteknik Bölümü
Başkanı

1. BÖLÜM : KÜLTÜRTEKNİK BİLİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ GÜNÜMÜZDEKİ BOYUTLARI

Prof.Dr. Ali BALABAN

1.1. giriş

İnsanlık tarihi ile başlayan ve binlerce yıllık dönemde evrim geçirerek gelişen geleneksel tarım sistemlerinin en önemli özelliği, verimin daha çok toprak ve iklim koşullarınca belirlenmesidir. Geçen yüzyılın sonundan başlayarak bilim ve teknolojiye ortaya çıkan devrim niteliğindeki buluşların tarıma aktarılması, özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın uygulama alanı bulan bilime dayalı, sanayi destekli tarım sistemlerinin temelini oluşturmuştur. Tarımsal veriml inanılmaz boyutlara ulaştıran bu sistemin temel nitelikleri bilimsel araştırmalar sonucu geliştirilen üretken teknolojinin, çiftçi tarafından benimsenip uygulanması, bu uygulamanın etkin girişi sağlama ve pazarlama ile desteklenmesidir.

Bilindiği gibi tarım, toprağı ve tohumu kullanarak bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi ve bunların çeşitli aşamalarda değerlendirilerek tüketime sunulması olarak tanımlanır. Tarımda kullanılan üretim kaynakları toprak, emek, sermaye (su, gübre, ilaç, tohumluk, enerji v.b. fizik girdileri) ile üretkenlik artışı sağlayan teknoloji den oluşur.

Günümüzün yüksek verimli tarım sistemlerinin gerçekleştirilmesinde sermaye-yoğun yada mekanik teknoloji ve biyolojik ağırlıklı teknoloji olmak üzere birbirinden farklı iki teknolojik değişim yöntemi izlenmektedir.

Sermaye yoğun yada mekanik teknoloji yönteminin temel amacı, üretkenliğe artışının, kişi başına düşen üretiminin arttırılması yolu ile gerçekleştirilmesidir. Bu üretim sisteminde mekanizasyon düzeyi yüksek, toprak, su, enerji v.b. kaynakların kullanımı yoğundur. Kişi başına düşen işlenen arazi ve üretim değerlerini yüksek boyutlara ulaştıran bu yöntem, ABD, Kanada,

Avustralya, Yeni Zelanda, Brezilya ve Arjantin v.b. ÷lkelerde yaygın biçimde uygulanmaktadır.

Biyolojik teknoloji yöntemi ise biyolojik ağırlıklı: bilimsel güdümlü, toprak, su, enerji v.b. kaynakları tasarruflu kullanan bir sistem olup, bu sistemde strateji; prodüktivite artışının, birim alanda elde edilen üretimin yükseltilmesi ile gerçekleştirilmesidir. Birim alanda gerçekleştirilen tarımsal üretimi, büyük boyutlara ulaştıran bu yöntemin ise uygulamadaki öncülüğünü Japonya ve Batı Avrupa ÷lkeleri yapmaktadır.

Tarımda izlenecek alternatif teknolojik değişim yöntemi, kuşkusuz her ÷lkenin kendi fiziksel, ekonomik ve insan kaynaklarına bağlı olarak belirlenir. Tarımın yöresel koşullara büyük ölçüde bağımlı olması nedeni ile, öbür ÷lkelerde geliştirilen teknolojilerin aynen transferi tarımsal üretim sorunlarına çoğu kez çözüm getirmez. Özellikle gelişmiş ÷lkelerin tarım teknolojisi bu ÷lkelerin nispeten zengin kaynak koşullarına göre geliştirilmiştir. O nedenle, tarımsal sorunlara çözüm getiren alternatif teknolojilerin büyük ölçüde her ÷lkenin kendi koşullarında üretilmesi, ithal edilen teknolojilerin ise yeterli adaptasyondan geçirilmesi zorunludur.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan kolayca anlaşılacağı gibi, günümüzün yüksek verimli tarım sistemlerinin gerçekleşmesini sağlayan üretken teknoloji:

- 1) Temel ve uygulamalı biyolojik bilimler
- 2) Mühendislik bilimleri
- 3) Sosyal ve ekonomik bilimler

olmak üzere belli bağılı üç alanın entegrasyonundan kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada, tarımsal üretimin belirtilen bu üç ana dayanağından biri olan mühendislik ayağıının önemi kısaca açıklandıktan sonra, bu ayağın önemli öğelerinden biri olan Kültürteknik öğretimindeki gelişmeler incelenmektedir.

1.2. ZIRAAT MÜHENDİSLİĞİ ALANINDAKİ GELİŞMELER

Tarımda mühendislik yöntemlerinin kullanılması *Ziraat Mühendisliği* disiplinin ortaya çıkmasından çok gerilere gider. Bu dönemde, tarımın gereksinim duyduğu mühendislik gereksinimi

problemin türüne göre daha çok mimarlık, inşaat ve makina mühendisliği disiplinlerinden uyarlanmıştır. Komuya ilişkin ilk formal dersler, 1896'da Nebraska Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrenim programında "Ziraat Mühendisliği" ve "Tarımsal Mekanik" adları altında yer almıştır.

Ziraat Mühendisliği dersinde: Sulama ve drenaj amacına yönelik topoğrafik ölçmeler, arazi tesviyesi, su ölçmeleri, sulama suyunun toprağa verilmesi, tarla sulama yapıları,

Tarımsal Mekanik dersinde ise: Tarım alet ve makinalarının çeki gücü gereksinimi, rüzgar çeskları ve pompalar, ahşabın mukavemeti, tarımsal yapıların havalandırılması, toprakların taşıma güçleri v.b. konuları okutulmuştur. Daha sonraları tarımsal öğretim programlarında ve uygulamada Tarımın Mühendislik saygının ağırlığı giderek artmış, 1910 yılında Iowa Üniversitesi ilk Lisans Diploması'nı vererek "Ziraat Mühendisliği" bir mühendislik dalı olarak tescil edilmiştir.

Sonraki yıllarda Ziraat Mühendisliği Öğretimi A.B.D' nin 50 ye yakın Byalet Üniversitesinde hızla yayılmış, Lisans ek olarak master (M.Sc) ve Doktora (Ph.D) programlarında yürürlüğe konmaya başlanmıştır (Mc Colly ve Martin 1955). Tarımın mühendislik alanındaki çalışmalar Almanya ve Avusturya'da "Kültürteknik" Fransa'da "Genie Rural", A.B.D., İngiltere, Japonya, İsrail v.b. Ülkelerde ise "Ziraat Mühendisliği" adı altında gelişerek günümüzdeki düzeyine ulaşmıştır.

Ülkemizde 1933 yılında öğretime başlayan Yüksek Ziraat Enstitüsü'nün öğrenim programında tarımın mühendislik yönüne verilen ağırlık geodexi, hidrolik, kültürteknik, zirai işkan, zirai makinalar derslerinin yerılması ile vurgulanmıştır (YER, 1933).

YER'nin tarım ile ilgili kuruluşları 1948 yılında yeni oluşturulan Ankara Üniversitesi'ne Ziraat Fakültesi adı altında bağlanmıştır. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde 1953 yılında, o zaman'a kadar sürdürülen genel tarım öğretimi birakılarak, tarımın ana bölümlerinde Lisans öğretimine geçilmiş. Öbür bölümler yanında ilk kez 1958 yılında Tarım Alet ve Makinaları, 1972 yılında da Kültürteknik bölümünde lisans diploması verilmiştir.

Halen Ankara Üniversitesi yanında Atatürk Üniversitesi, Ege Üniversitesi ve Çukurova Üniversiteleri Ziraat Fakültelerinde de **Tarımsal Mekanizasyon ve Kültürteknik** dallarında Lisans, Master ve Doktora öğrenimi yapılmaktadır.

Günümüz tarımında bitkisel ve hayvansal üretim ile buna dayalı sanayi sistemlerinin problemlerinin çözümlenmesinde mühendislik temel ilke ve prensiplerinin uygulanması her geçen gün yeni boyutlar kazanmaktadır.

1.3. KÜLTÜRTEKNİK ÖĞRETİMİNDEKİ GELİŞMELER

Ziraat Mühendisliğinin önemli bir uzmanlık alanı olan, basen **Tarımsal İnşaat Mühendisliği** olarak da tanımlanan **KÜLTÜRTEKNİK** toprak ve su kaynaklarından optimum bir biçimde yararlanılması, bu kaynakların korunması ve geliştirilmesi, üretimin çeşitli aşamalarında uygun çevre ortamının yaratılmasında gerekli olan tüm yapı ve tesislerin planlanması, projeleneş ve yapımı, tarım işletmelerinin yapısal ve fiziksel yönden gelişmelerini sağlayan ve etkileri uzun dönemli olan önlemlerin alınması ile uğraşan bir bilim dalıdır.

Bu tanım içine giren uzmanlık dalları **Su Kaynakları** (sulama ve drenaj), **Tarımsal Yapılar ve Çevre Kontrolü** olmak üzere belli başlı iki grupta toplanabilir.

Su Kaynakları: Toprak ve Su kaynakları sistemlerinin analiz, projeleneş ve işletilmesinde mühendislik prensipleri ve ilkeleri uygulanır. Suyun sağlanması, tarımsal faaliyetlerde kullanılması ve korunması, su kalitesi, tarla sulama ve drenaj sistemlerinin projeleneş, su hukuku, hidroloji ve hidrolik ağırlık taşıyan konulardır.

Tarımsal Yapılar ve Çevre Kontrolü: Daha çok tarımsal üretime doğrudan yada dolaylı biçimde etki yapan yapıların analiz ve projeleneş üzerinde durulur. Çeşitli yapılar, fonksiyonel etkinlikleri, alan ve işgücü kullanım verimliliği ve üretim süresince ekonomik katkısı açısından analiz edilir. Planlama ve projeleneşde tarımsal yapılar, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi ve depolanmasında optimum çevre koşullarının sağlanmasının bir aracı olarak görülür. Kırsal planlama, yerleşme ve alt yapı sorunlarının çözümlenmesi, çevre modifikasyonu,

mikro meteoroloji ve tarımsal atıkların yönetimi v.b. konular da incelenen konular arasındadır.

Kültürteknik'in tarımsal üretimin belirtilen bu uzmanlık alanlarında çözüm reçeteleri üretilebilmesi için öğretim programlarında, biyoloji ve tarım bilimlerine ilişkin yeterli bilgi ile sağlam bir temel bilim ve mühendislik formasyonunun yerılması gösönüne alınır. O bakımdan Lisans öğretiminin programlanmasında tarımsal üretimin optimizasyon amacı ile Biyoloji, Mühendislik ve Ekonominin temel ilkelerinin entegrasyonu büyük ağırlık taşımaktadır.

Günümüzde eriştiği aşaması ile **Kültürteknik Lisans öğretimi**, ortak bir temel formasyon üzerinde seçimlik derslerle düzenlenen, Su Kaynakları (sulama ve drenaj) Tarımsal Yapılar ve Çevre Kontrolü Opsiyonları yada birinin ağırlık taşıdığı programlar biçiminde sürdürülmektedir.

Dört yıllık lisans öğretim programında ortak formasyon ve seçimlik derslere ayrılan kontenjan Çizelge 1.1 de gösterilmiştir.

Su Kaynakları yada Tarımsal Yapılar ve Çevre Kontrolü Opsiyonlarından hangisine yönelmişse, bunu destekleyici seçimlik dersler ise Çizelge 1.2 ve 1.3 te verilmiştir.

Ülkemiz Ziraat Fakültelerinde uygulanmakta olan lisans öğretim programına dahil derslerin yarı yıllara göre dağılımı Çizelge 1.4 te, yurtdışında ve Türkiye'de öğretim yükleri ise Çizelge 1.5 te gösterilmiştir.

Çizelge 1.5 in incelenmesinden görüleceği gibi, ülkemizde ve yurt dışında 4 yıllık lisans öğrenimindeki öğretim yükü hemen hemen aynıdır. Önemli fark yurt dışındaki kültürteknik öğretiminde toplam öğretim yükünün % 62 sinin ortak formasyon, % 38 inin ise Su Kaynakları (sulama ve drenaj) ya da Tarımsal Yapılar ve Çevre Kontrolü opsiyonlarına göre öğrenci tarafından seçilen derslerden (seçimlik dersler) oluşmasıdır. Türkiye'de ise halen uygulanmakta olan programda kültürteknik içinde bir opsiyon söz konusu olmadığı gibi, öğrenimin son yılında öngörülen % 30 oranındaki seçimlik dersler öğrenci tarafından değilde fakülte kurullarınca kararlaştırılmaktadır.

Cizelge 1.1: Kültürteknik Lisans Programı Ortak Formasyona ve Seçimlik Derslerin Yarıyıllara Göre Dağılımı

<u>1. Yarıyıl</u>	<u>Kredi (D.S)</u>	<u>2. Yarıyıl</u>	<u>Kredi (D.S)</u>
-Mühendislik Sistemlerine Giriş	3	-Bilgisayar Uygulamaları	3
-Matematik (Türev)	5	-Matematik (Entegral)	4
-Genel Kimya	4	-Genel Fizik	4
-Teknik Resim	3	-Genel Kimya	4
-SEÇİMLİK DERS	<u>3</u>	-SEÇİMLİK DERS	<u>6</u>
	18		21
<u>3. Yarıyıl</u>		<u>4. Yarıyıl</u>	
-Biyoloji	4	-Botanik	4
-Statik	3	-İstatistik	3
-Vektör Analizi	3	-Diferansiyel Denklemler	3
-Genel Fizik	4	-Malzeme Bilgisi	3
-Devre Analizi	3	-Dinamik	3
-lme Bilgisi	<u>3</u>	-Doğrusal Cebir	<u>3</u>
	20		19
<u>5. Yarıyıl</u>		<u>6. Yarıyıl</u>	
-Akışkanlar Mekaniği	3	-Termodinamik	3
-Mukavemet	3	-SEÇİMLİK DERSLER	<u>15</u>
-Malzeme Laboratuvarı	3		18
-SEÇİMLİK DERS	<u>9</u>		
	18		
<u>7. Yarıyıl</u>		<u>8. Yarıyıl</u>	
-Kültürteknik Projeleri Tasarım ve değerlendirme	4	-Mühendislik Projeleri Test ve Değerlendirme	3
-Elektronik Devreler ve Sistemler	4	-Mühendislik Ekonomisi	3
-SEÇİMLİK DERSLER	<u>12</u>	-SEÇİMLİK DERSLER	<u>12</u>
	20		18

Çizelge 1.2 Kültürteknik Lisans Programında Su Kaynakları
Opsiyonu Seçimlik Dersleri

	<u>Kredi</u> <u>(D.S.)</u>
1. Drenaj Mühendisliği	3
2. Yağmurlama ve Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi	3
3. Tarımsal Meteoroloji	3
4. Mühendislik Hidrolojisi	3
5. Mühendislik Hidroliği	3
6. Genel Ekonomi	3
7. Tarım Ekonomisi	3
8. Su Kaynakları Mühendisliği ve Yöntemi	3
9. Toprak Bilgisi	3
10. Yeraltı Suları Sistem Mühendisliği	3
11. Zemin Mekaniği	3
12. Elektrik Motorları	3
13. Tarla Sulama Sistemleri	3
14. Toprak-Su-Bitki İlişkileri	3
15. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri	3
16. Sulama Yapıları	4
17. Toprak ve Su Koruma Mühendisliği	3
18. Sulama Sistem Mühendisliği	3
19. Bitki Fizyolojisi	3
20. Toprak Fizikseli	3
21. Arazi Islahı	3
22. İnşaat Makinaları	3

Çizelge 1.1 Kùltùrteknik Lisans Programında Tarımsal Yapılar ve Çevre Kontrolü Opsiyonu Seçimlik Dersleri

	Kredi
	(D.S)
1. Tarımsal Yapılarda Çevre Kontrolü	3
2. Tarımsal Meteoroloji	3
3. Yapı Sistemlerinin Analizi	3
4. Çelik Yapıların Projelenmesi	3
5. Betonarme Yapılar	3
6. Ahşap Yapılar	3
7. İnşaat Prensipleri	3
8. Kanalizasyon	3
9. Hava Kirliliğine Giriş	3
10. Hava Kirlilik Kontrolü	3
11. Su Kalitesi Yönetim Sistemleri	3
12. Tarımsal Yapıların Analiz ve Projelenmesi	3
13. Tarımsal Kirlenme Kontrolü	3
14. Yapı Kapsif Analizi	3
15. Yol Mühendisliği	3
16. Hayvan Fizyolojisi	3
17. Bitki Fizyolojisi	3
18. Zemin Mekaniği	3
19. Genel Ekonomi	3
20. Tarım Ekonomisi	3
21. Kırsal Planlama	3

Çizelge 1.4 Türkiye'de Ziraat Fakültelerinde Uygulanmakta Olan Kültürteknik Lisans Programı

<u>1. Yarıyıl</u>	<u>Kredi (D.S.)</u>	<u>2. Yarıyıl</u>	<u>Kredi (D.S.)</u>
Botanik I	4	Jeoloji I	3
Ekonomi I	3	Fizik I	4
Kimya I	4	Kimya II	4
Matematik I	3	Matematik II	4
Meteoroloji	2	Teknik Resim	3
	<u>16</u>		<u>18</u>
<u>3. Yarıyıl</u>		<u>4. Yarıyıl</u>	
Toprak Bilgisi	3	Tarla bitkileri	3
Hayvan Yetiştirme	3	Bahçe Bitkileri	3
İnşaat Malzeme Bilgisi	3	Tarımsal Mekanizasyon	3
Kırsal Yerleşim suculuğu	2	Tarım Ekonomisi	3
Matematik III	3	Meteoroloji II	3
Fizik II	3	Statik	1
	<u>18</u>		<u>18</u>
<u>5. Yarıyıl</u>		<u>6. Yarıyıl</u>	
Kırsal Yerleşim Tekniği	3	Sera Yapım Tekniği	3
Dinamik	3	Ölçme Bilgisi I	3
İstatistik	4	Bilgisayar Programlama	3
Mühendislik Matematiği	3	Hidroloji	4
Zemin Mekaniği	4	Mukavemet	4
Meliorasyon Makinaları	4	Arazi Toplulaştırması	4
	<u>21</u>		<u>21</u>
<u>7. Yarıyıl</u>		<u>8. Yarıyıl</u>	
Betonarme	4	Tarımsal Yapılar	4
Su Kaynaklarının Planlanması	2	Ölçme Bilgisi II	4
Tarla Sulama Sistemleri	5	Drenaj ve Arazi Islahı	4
Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri	4	Seminer	1
Hidrolik	4	Tarımsal İşletmecilik ve Planlama	3
Toprak su Yapıları	4	Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği	3
	<u>23</u>	Sulama Makinaları	2
		Tarımsal Yayım ve Haberleşme	2
			<u>23</u>

Çizelge 1.5 Kùltürteknik Programının Karakteristikleri

Program Niteliği	Yurt Dışı	Türkiye
Lisans Süresi	4 yıl	4 yıl
Toplam Öğretim Yöku	152 DS	158 DS
Ortak Formasyon	95 DS (% 62)	-
Seçimlik Dersler	57 DS (% 38)	-
Biyoloji ve Tarım Dersleri	15 DS (% 10)	14 DS (% 22)
Temel Bilimler	34 DS (% 22)	29 DS (% 19)
Temel Mühendislik	34 DS (% 22)	20 DS (% 13)

Yüksek öğretim kurulunca son yapılan düzenlemede ise öğrenim programındaki toplam ders yükünün (160 DS), % 40 ı (97 DS) zorunlu, % 40 ı ise Fakülte Kurullarının seçimine bırakılmaktadır.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi bu değişiklikten yararlanarak Kùltürteknik öğretim programında Köy Yolları, Köy İçme Suları ve Çevre Mühendisliği'ne ilişkin derslerin ağırlığını arttırmıştır.

Lisans öğretim programında dış ülkelere göre en büyük farklılık Kùltürteknik formasyonunda tarım ve temel mühendislik derslerine verilen ağırlıkta görölmektedir (Çizelge 1.5). Ülkemizde tarım konularına verilen ağırlık fazla, buna karşılık temel mühendislik konularına verilen ağırlık daha az olmaktadır.

Lisansüstü öğrenim programlarının amacı, kùltürteknik alanında araştırma ve geliştirme projelerine yönelecekleri daha üst düzeyde akademik ve teknik nitelikler kazandırmaktır. Lisans üstü programların Master (M.Sc) ve Doktora (Ph.D) olmak üzere iki aşaması vardır. Her iki aşamada da genellikle yönelinen uzmanlık alanını destekleyen bir öğretim programı ile birlikte tezle sonuçlanan bir araştırma projesi esastır. Özellikle Doktora tezlerinde Master'a göre daha ileri düzeyde bir orjinalite ve bilime katkı esas alınmaktadır.

Ülkemizde uygulanan Kùltürteknik Lisans üstü programları ile özellikle Anglo-Sakson Ülkelerindeki öğretime dayalı ve Tez destekli programlar arasında önemli ölçüde bir

benzerlik bulunmaktadır. Lisansüstü öğretimde tez dışında Master düzeyinde 24 DS, Doktora da ise ek 18 DS öğretim yükü vardır. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümünde verilen Lisansüstü derslerin adları ve yükleri Çizelge 1.6 da gösterilmiştir.

1.4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğretim ve Eğitim, dinamik bir tarımsal yapının gerçekleştirilmesinde sermaye yatırımı kadar önemlidir. O bakımdan, bugün olduğu gibi, yarının her düzeyindeki kültürteknik öğretiminde, uygulamadaki teknik gereksinimin ön planda tutulması zorunludur. Bu yüzden, zamanla ortaya çıkan teknolojik gelişmenin, öğretim programlarını oluşturan derslere hızla yansıtılması son derece önemlidir. İleride, bugünün 4 yıllık lisans öğretiminde süre yönünden bir değişiklik olmasa bile, ortaya çıkarak teknolojik gelişmelere paralel olarak öğretim programlarında mühendisliğin temel ilke ve prensiplerinin biyoloji, tarım ve ekonomi disiplinleri ile daha ileri düzeyde entegrasyonuna yönelik analiz, sentez ve projellemenin daha büyük ağırlık kazanması beklenebilir.

Lisans öğretimine ilişkin üzerinde durulması gereken önemli bir nokta da, öğretim programının fakülte kurullarınca kararlaştırılan seçilmiş derslerinin belirli bir oranının, öğrenci isteklerine göre düzenlenmesi olanağının yaratılmasıdır.

Öteyandan, tarımsal üretimin kültürteknik'te özel uzmanlık gerektiren teknik yada bilimsel araştırma gereksiniminin ülkemizde de giderek lisans üstü (Master ve Doktora) öğretimine dayandırılmaya başlandığı bilinen bir durumdur. Lisans üstü öğrenimine kabulde en az bir yada iki yıllık bir mesleki uygulamanın ön şart olarak getirilmesi ülkemiz koşullarında yararlı olabilir.

Teknolojinin hızla geliştiği gözönüne alınırca, Master (M.Sc) programlarında uygulamanın teknik gereksinimi ve bilimsel araştırmalar için olmak üzere iki ayrı tipte eleman yetiştirilmesine gidilmesi yararlı sonuçlar verebilir. Bu yöntem uygulandığı takdirde, doktora programına, yalnız bilimsel

Çizelge 1.6 Kùltùrteknik Anabilim Dalı Lisansüstü (M.Sc ve Ph.D) Dersleri

<u>Dersin Adı</u>	<u>Kredi (D.S)</u>
1. Hiperstatik Yapı Sistemleri	3
2. Kùltùrteknik Sistem Mühendisliği	3
3. Tarımsal Üretim Sistemlerinde Çevre Kontrolü	3
4. Kùltür Bitkilerinin Sulanması	3
5. Sulama Yönünden Bitki-Su İlişkileri	3
6. Drenaj Mühendisliğinde Araştırma Teknikleri	3
7. Hidrolojide Olasılık Yöntemleri	3
8. Bitkisel Üretim Yapıları	3
9. Hayvansal Üretim Yapıları	3
10. Yeraltı Sularının Geliştirilmesi	3
11. Yüzeysel Sulama Hidroliği	3
12. Poröz Ortam Hidroliği	3
13. Yüzeysel Hidroliği	3
14. Tarımsal Yollar	3
15. Kùltùrteknik Test ve Değerlendirme Yöntemleri	3
16. Su Kaynaklarının Kirlienmesi	3
17. Toprak ve Su Koruma Mühendisliği	3
18. Fotogrametri	3
19. Kırsal Planlama	3
20. Su Kaynaklarının Geliştirilmesinde Risk Analizleri	3
21. Kùltùrteknik Çalışmalarında Uzaktan Algılama	3
22. Kùltùrteknik Özel Problemleri	3
23. Sulama Sistemlerinde Organizasyon ve Yöntem	3
24. Sulama İletim ve Dağıtım Sistemlerinin Tasarımı	3
25. Sulama Şebekelerinin İşleme ve Değerlendirilmesi	3
26. Sulama Programlama Teknikleri	3
27. Sulama Şebekelerinde Su Dağıtım ve Kontrol Yöntemleri	3
28. Sulama Şebekelerinde Sanat Yapılarının Tasarımı	3
29. Sedimentasyon	3
30. Rekreasyon Alanlarının Sulanması	3
31. Sulamada Tuzluluk Yönetimi	3

araştırmaya dönük Master (M.Sc) öğrenimi görmüş olanların katılması sağlanmalıdır.

Lisans öğreniminden sonra hemen uygulamaya geçmiş ve daha ileri aşamalarda öğretim olanağı bulamamış elemanların hızla gelişen teknolojiye ayak uydurmalarının sağlanması amacıyla yönelik Üniversitelerde sürekli eğitim niteliğinde özel programların açılması önümüzdeki yıllarda daha büyük önem kazanabilir.

Bu eğitimde ilke olarak, lisans öğrenimlerini beş yıldan önce tamamlamış elemanlara verilmesi yararlı olabilir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. 1981, "Agricultural Science In The Netherlands" Int. Agr. Center 1979-81 Netherlands.
2. Akman, A. 1976, "Türkiye'de Ziraat Yüksek Öğretim Reformunun Anatomisi", A.Ü. Ziraat Fakültesi, No. 739, Ankara.
3. 1979, "Alfateh University Faculty of Agriculture", Bulletin 1979-80 Tripoli, Libya.
4. 1984, "Ankara Üniversitesi Kataloğu", 1983-84, Ankara.
5. 1983, "Cornell University" 1983-1984 Ithaca, New York.
6. 1985, "Çukurova Üniversitesi Kataloğu" 1985-1986, Adana.
7. Grubinger, H. 1972, "Der Studienplan 69 Für Kulturingenieure an der ETH Zürich" Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik Nr. 5, Sonderdruck aus Mitteilungsblatt, Zürich.
8. McColly H.F. ve Martin J.W. 1985, "Introduction to Agricultural Engineering", McGraw-Hill Book Company Inc. New York.
9. 1982, "National College of Agricultural Engineering International Programme, Silsoe, England.
10. 1977, "Oregon State University", Bulletin 1977-78 General Catalog Corvallis, Oregon.
11. 1975, "The Swedish College of Agriculture", Uppsala 7, Sweden.

12. 1983, "UC/DAVIS, College of Engineering, Bulletin", 1983-1984. Davis, California 95616.
13. 1977, "University of Nebraska", Bulletin 1977-1979 Lincoln, Nebraska.
14. 1979, "University Of Saskatchewan" 1979-1980 Calendar. Saskatoon, Saskatchewan S7N0W0, Canada.
15. 1981, "University Pertanian Malaysia" 1981-1982 Selangor, Malaysia.
16. 1980, "The University of Tokyo Catalogue For 1980-81", Hongo Bukyo, Tokyo.
17. 1933, "YSE 1933-1934 Senesi Ders ve Tatbikat Planı", Ankara.

2. BÖLÜM : TARIMSAL ÜRETİM SİSTEMLERİNDE ÇEVRE KONTROLU

Doç.Dr. Nejat Evsahiboğlu

2.1. ÇEVRE KONTROLÜNÜN KAPSAMI VE AMAÇLARI

Tüm canlı organizmalar gelişmek ve çoğalmak için çevreleri ile uyum içinde olmak zorundadırlar. Bazı mikro-organizmalar -6 ile 100 °C arasında gelişme gösterebildikleri halde, nemden arıtıldıklarında -172 °C sıcaklıkta bile canlı katabilmektedirler. Öte yandan daha yüksek formlar, dış fiziksel etkenlere karşı duyarlı fizyolojik reaksiyonlar geliştirilerek nisbeten daha sınırlı çevre koşullarına adapte olmuşlardır. Bitki ve hayvanların çevresi türlerin devamlılığını sağlayan dört ana ögeye sahip bulunmaktadır:

1. Çevre, fotosentez işlemi ile yeşil bitki dokuları tarafından yakalanıp, karbonhidrat, protein ve yağ formunda depo edilen güneş enerjisi sağlayan bir kaynaktır. Sözü edilen bu üç madde, karalar ve okyanuslardaki tüm hayat biçimleri için ana metabolik enerji kaynağı olmaktadır.

2. Çevre aynı zamanda canlı hücre elemanlarını oluşturmada gereken su, azot, mineral maddeler ve iz elementler için bir kaynak niteliğindedir.

3. Sıcaklık, ışık ve gün uzunluğu gibi çevre etmenleri, bitkilerin büyüme ve gelişme hızlarını, hayvanlar için besin gereksinimini, hem bitkiler ve hem de hayvanlarda üretim ve çoğalma döngüsünün başlangıcını oluştururlar.

4. Çevre, canlı organizmalara araz olan patojen ve parazitlerin dünya üzerindeki dağılımı ve yayılmasında çok önemli bir araç niteliğindedir.

Çevre ile organizmalar arasındaki ilişkileri anlamak ve ortaya çıkarmak için çağdaş mühendisin çevre bilimlerine ilişkin temel kavramları iyice öğrenmesi gerekmektedir. Mühendis bir yandan fizyoloji, öte yandan meteoroloji, termodinamik, su ve

toprak bilimi ve matematiğin temel ilkelerini kavramalı ve bu iki grup arasında geçiş ve etkileşme yolları aramalıdır. Bu geçiş ise "Çevre Kontrolü" yolu ile sağlanabilmektedir. Bu anlamda düşünüldüğünde çevre kontrolü; organizmalarla, onların fiziksel çevreleri arasındaki etkileşimin analizi ve ölçülmesi olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir organizmanın varlığı temasta olduğu çevreyi değiştirmektedir. Bu ise çevreden alınan fiziksel uyarının, çevreye organizma tarafından gösterilen fizyolojik tepki ile belirlendiği anlamına gelmektedir.

2.2. ÇEVRE KONTROLUNA İLİŞKİN TEMEL FİZİK YASALARI

Biyolojik çevre fiziği, canlı organizmalar içeren sistemlerdeki hız, kütle ve enerjinin sakınımı ilkesine dayanmaktadır. Temel fizik yasalarına ilişkin bu ilk bölüm sakınım prensibinden kaynaklanan kavram, ilişki ve yasaları gözden geçirmek amacıyla düzenlenmiştir. Gaz kanunlarına ilişkin ilk bölümde sakınım, hareketli bünyeler içeren sistemlerdeki hızın devamlılığına ilişkin Newton'un hareket kanunları biçiminde görülmektedir. Radyasyon kanunlarına ilişkin ikinci bölümde ise sakınım, termodinamiğin ilk prensibi ile açıklanabilmektedir. Enerji yok edilemez ve yoktan enerji yaratılamaz.

2.2.1. Gaz Kanunları

2.2.1.1. Basınç, Yoğunluk ve Sıcaklık

Newton bir cisme kuvvet etki ettiğinde, cismin kazandığı ivmenin, uygulanan kuvvetin büyüklüğü ile orantılı olarak değiştiğini ortaya koymuştur. Uluslararası sistemde kuvvet birimi Newton'dur ($1 N = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$). CGS sisteminde ise, $1 N = 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = 10^5 \text{ dyn}$ olur. Kapalı bir ortamda gaz moleküllerinin cidarlara yaptıkları basınç;

$$P = \frac{1}{3} (N \cdot \bar{m}) \cdot (v^2) \quad (1)$$

eşitliği ile verilmektedir. Bu eşitlikte;

P = Gaz moleküllerinin basıncı ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ = Pascal)

N = Bir moleküldeki molekül sayısı

ρ = Gaz yoğunluğu (g.m^{-3})

M = Mol ağırlığı (g)

m = Bir molekülün ağırlığı (g)

v = Gaz moleküllerinin ortalama hızı (m.s^{-1})

Meteorolojide gaz basıncı için daha uygun bir birim mbar kullanılmaktadır. 1 mbar = 100 N.m^{-2} olmaktadır.

273 $^{\circ}\text{K}$ 'lik standart sıcaklıkta ve $1.013 \times 10^5 \text{ N.m}^{-2}$ (= 1013 mbar)'lik standart basınç altında herhangi bir gazın bir molünün hacmi,

$$M/p = 22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3.\text{mol}^{-1} = 22.4 \text{ L.mol}^{-1} \quad (2)$$

olmaktadır.

$R = p.M/T.\rho$ eşitliği ile verilen R değeri gaz sabiti olarak bilinmekte olup, değeri $R = 8.31 \text{ J.mol}^{-1} .\text{K}^{-1}$ dir. Bu eşitlikte T = Mutlak sıcaklık değeridir.

Eğer bir gazın mol ağırlığı bilinirse, yoğunluğu (2) nolu eşitlik ile hesaplanabilir. Ayrıca bir başka sıcaklıktaki yoğunluğu ve basıncında $R = p.M/ T.\rho$ eşitliği ile bulunabilir.

2.2.1.2. Su Buharı

Havadaki su buharı çoğu kez mbar yada mmHg gibi basınç birimleri ile ifade edilmektedir. Ancak su buharı akımlarına hesaplarken yoğunluk birimleri daha uygun olmaktadır. Havanın buhar basıncı (mbar) ile konsantrasyonu χ (g.m^{-3}) arasındaki ilişki;

$$\chi = \frac{217.e}{T}$$

eşitliği ile verilmektedir. Eşitlikteki T havanın mutlak sıcaklığı ($^{\circ}\text{K}$) olmaktadır. χ çoğu kez mutlak nem olarak adlandırılır.

Suyun belirli hacimdeki havaya buharlaşmasına izin verilirse, hava satire hale gelinceye kadar su buharı yoğunluğu artar ve bu noktada buharlaşma sona erer. Doygun havada tutulan su buharı miktarı, havanın sıcaklığına bağlıdır. Aynı sıcaklıkta nemli hava kuru havaya nazaran daha az yoğun olmaktadır.

1) Nisbi nemlilik (h)

Burada, $\chi_s(T)$, T $^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta doyyun havadaki buhar konsantrasyonu olmaktadır.

$$h=x/x_s(T)$$

2) Çiğlenme noktası sıcaklığı (T_d)

Doğun olmayan havanın doğun hale geçinceye kadar soğutulacağı sıcaklığı belirler.

3) Doğunluk eksikliği (δ_e)

Belirli bir hacim havanın doğun ve gerçek buhar basıncı değerleri arasındaki farklılıktır. Bu değer;

$$\delta_e = e_s(T) - e$$

esitliği ile ifade edilmektedir. Burada $e_s(T)$ doğun koşullardaki buhar basıncıdır.

2.2.1.3. Karbondioksit

Havadaki CO_2 miktarı genellikle sayısal olarak eşit üç ayrı birimle verilmektedir.

1) p.p.m: Hacim esasına göre milyon kısımdaki CO_2 'i göstermektedir.

2) v.p.m: Milyonda hacmi belirtir.

3) μ L/L: Litrede mikrolitre olarak CO_2 'i belirler.

Dünya atmosferindeki CO_2 konsantrasyonu petrol tüketimine paralel olarak artmaktadır. Bu yüzyıl sonlarında 380-400 v.p.m.'e ulaşacağı tahmin edilmektedir.

2.2.1.4. Molekül Transferi

Havadaki moleküller hareket, mikrometeorolojide birçok olayın esas nedenini oluşturmaktadır. Bu olaylar ise; viskozite olayına neden olan havadaki hız transferi, kondüksiyonla ısı transferi ve su buharı, CO_2 ve diğer gazların difüzyon yolu ile kütle transferi olmaktadır. Bu üç transfer biçimi moleküller hareketin doğrudan sonucu olarak ortaya çıktığı için benzer ilişkilerle gösterilebilirler. Bunlardan hız transferi;

$$\tau(z) = \mu \cdot \frac{du}{dz}$$

esitliği ile gösterilmektedir. Bu esitlikte;

$\tau(z)$ = Üzerinde hız transferi olan (hava akımı) bir yüzeyden z kadar uzaklıktaki viskoz kuvvet ($N.m^{-2}$)

μ = Dinamik viskozite katsayısı ($N.s.m^{-2}$)

$\partial u/\partial z$ = Yüzeyden z kadar uzaklıkta hızın değişimini gösteren hız radyeni ($m.s^{-1}/m$)

Serin bir yüzeyle temas halindeki sıcak hava ile yüzey arasında oluşan ısı transferi ise;

$$C(z) = -k \frac{\partial T}{\partial z}$$

eşitliği ile gösterilmektedir. Burada;

$C(z)$ = Isı transferi hızı ($W.m^{-2}$)

k = Termal iletkenlik katsayısı ($W.m^{-1} . ^\circ K^{-1}$)

$\partial T/\partial z$ = Sıcaklık gradyeni ($^\circ K.m^{-1}$) olmaktadır.

Burada k 'nın negatif işaretli olması, sıcaklığın yüzeyden uzaklaştıkça artışı, ısı akışının ise yüzeye doğru olduğunu göstermektedir.

Higroskopik (nem tutucu) bir yüzeyle temasta olan nemli bir hava sözkonusu olduğunda bu iki ortam arasında difüzyon yolu ile oluşan kütle transferi;

$$E = -D \frac{\partial \chi}{\partial z}$$

eşitliği ile gösterilmektedir. Bu eşitlikte;

E = Birim higroskopik yüzey içi su buharı akımı ($g.m^{-2} . s^{-1}$)

D = Su buharına ilişkin moleküler difüzyon katsayısı ($m^2 . s^{-1}$)

$\partial \chi/\partial z$ = Kütle difüzyon gradyeni ($g.m^{-3}$) olarak verilmektedir.

2.2.2. Radyasyon Kanunları

2.2.2.1. Radyasyonun Kaynağı ve Yapısı

Elektromanyetik radyasyon, magnetik ve elektrostatik alanların salınımından kaynaklanan ve boşlukta hareket edebilen enerji biçimlerinden birisidir. Salınım frekansı ν , radyasyonun

dalga boyu λ ile $c = \lambda \cdot \nu$ eşitliğinde ilişki halindedir. Bu eşitlikte;

$c =$ Işık hızı (3×10^8 m/s)

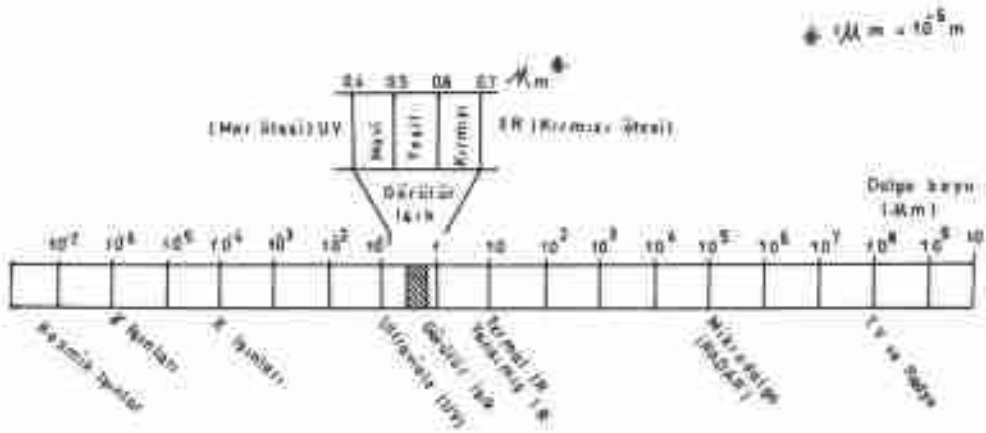
$\nu =$ Frekans

$\lambda =$ Dalga boyu (μm)

olmaktadır.

Moleküllerde radyasyon enerjisi, bireysel atomların titreşim ve devinimi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bireysel atomların titreşim yada molekülün yaydığı radyasyon enerjisi, onun elemanlarının potansiyel enerjisinde aynı miktarda bir azalmaya neden olur.

Elektromagnetik enerjinin en önemli kaynaklarından birisi güneştir. Güneşin yaydığı elektromagnetik enerji Şekil 2.1'deki gibi çok çeşitli kısımlara ayrılmaktadır. Bu bölümlerin hepsine birden solar spektrum (= güneş tayfı) denilmektedir.



Şekil 2.1 Elektromagnetik spektrum

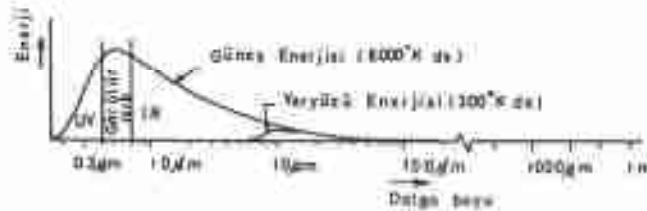
Güneş tayfı başlıca üç ana bölgeden oluşmaktadır.

- a. Ultravioleto, UV (mor ötesi) = 0.3- 0.4 μm
- b. Görülür ışık = 0.4-0.7 μm
0.4-0.5 = Mavi ışık
0.5-0.6 = Yeşil ışık
0.6-0.7 = Kırmızı ışık
- c. Infrared, IR (kırmızı ötesi) = 0.7-3.0 μm

Güneşten gelen elektromagnetik radyasyon enerjisi dünyaya ulaşmadan önce atmosferi geçmek zorundadır. Ancak atmosferi geçerken bu enerjinin bir bölümü atmosferdeki su buharı, CO_2 , ozon gazları, bulutlar ve atmosferdeki toz ve duman zerrecikleri tarafından absorbe edilmekte ve dağılmaktadır. 6000 $^{\circ}\text{K}$ lik yüzey sıcaklığına sahip olan güneş enerjisinin en yüksek olduğu nokta 0.48 μm lik dala boyu civarı olmaktadır. Bu nedenle görülür ışık, güneş enerjisi içinde en yüksek noktayı oluşturmaktadır. Ancak görülür ışık bölgesindeki enerjinin atmosfer oluşumları tarafından dağıtılması dalga boyunun küçülmesi ile artış göstermektedir. Bu ise mavi ışığın, yeşil ve kırmızı ışığa nazaran atmosferde daha fazla dağıtılması anlamına gelir. Çok yüzünün mavi görüne nedeni budur.

Yeryüzünün güneşten aldığı enerji dışında birde kendi enerjisi bulunmaktadır. 300 $^{\circ}\text{K}$ yüzey sıcaklığına sahip olan yeryüzünün maksimum enerjisi = 10 μm dalga boyunda ortaya çıkmaktadır. Bu dalga boyu solar tayfın termal enerji bölgesine denk gelmektedir.

İşte bu nedenle güneş enerjisi en fazla ışık formunda hissedildiği halde, yeryüzü enerjisi ısı formunda hissedilmektedir. Şekil 2.2 de yeryüzü için enerji kaynakları gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Yeryüzü için enerji kaynakları

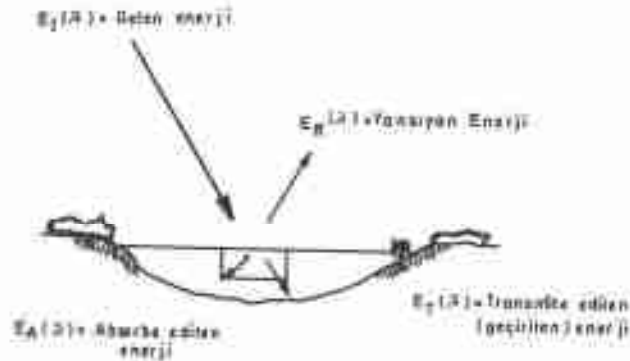
Güneş enerjisinin maksimum olduğu nokta kısa dalga ve yeryüzü için bu nokta ise uzun dalga olmaktadır. Bu nedenle güneş enerjisine kısa-dalga, yeryüzü enerjisine ise uzun dalga radyasyonu denilmektedir.

Atmosfer dışı radyasyon (kısa dalga radyasyonu veya solar radyasyon) dünya atmosferini geçerken yaklaşık 1/3'ü atmosferdeki su buharı, bulutlar, toz ve duman zerrecikleri tarafından tutulmakta, 1/3'ü atmosfer tarafından tekrar uzaya geri yansıtılmakta, geriye kalan 1/3'ü yeryüzüne ulaşabilmektedir.

Solar radyasyon enerjisi çoğu kez 0.4-1.0 μm dalga boyu genişliğine duyarlı cihazlarla ölçüldüğünden, biyologlar bu enerjinin ne miktarının görülür bölgede tutulduğunu bilmek istemektedirler. Pratik amaçlar için, fotosentez açısından yararlı radyasyonun enerji içeriği, meteorolojik rasat parkında geleneksel bir solarimetre ile ölçülen radyant enerjinin yarısı olarak alınabilir. Sözü edilen bu radyasyonu PAR veya PHAR (Fotosentez Yönünden Aktif Radyasyon) olarak isimlendirilmektedir.

2.2.2.2. Yeryüzü Objeleri ile Enerji İletişimi

Elektromagnetik enerji herhangi bir yeryüzü cismi üzerine geldiğinde, birbirinden farklı biçimde enerji etkileşimleri söz konusu olmaktadır. Bu konu Şekil 2.3 de bir su kütlesi üzerine gelen enerji ile açıklanabilir.



Şekil 2.3 Bir su kütlesi ile elektromagnetik enerji arasındaki etkileşimler

Yeryüzü objesi üzerine gelen enerji üç ayrı etkileşmeye maruz kalmaktadır; Yansımaya, Absorbe Olma ve Transmite Olma (geçirme). Bu üç etkileşmeyi, enerjinin korunumu ilkesi içinde integre etmek mümkün olmaktadır:

$$E_T(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_P(\lambda)$$

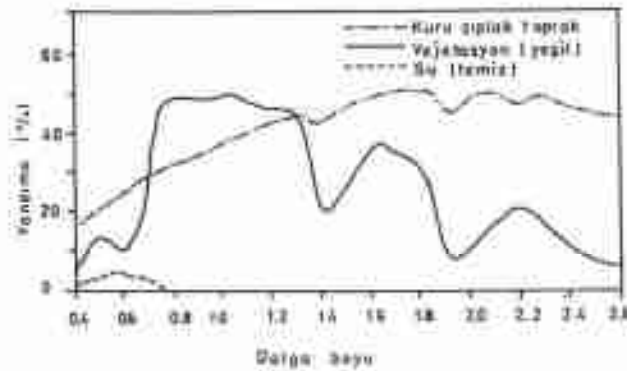
Esitlikte tüm enerji elemanları dalga boyunun (λ) birer fonksiyonudur.

Bu elemanlar içinde özellikle yeryüzü cisimlerine ilişkin yansımaya özellikleri çok önemlidir. Bu özellik ise; bir cismin üzerine gelen enerjinin yansıtılan miktarının ölçülmesi ile ifade edilebilir. Bu oran, dalga boyuna bağlı olup, spektral yansımaya R^{λ} olarak adlandırılır. Matematiksel olarak;

$$R^{\lambda} = \frac{E_p(\lambda)}{E_T(\lambda)} \times 100$$

biçiminde verilir. Bir cismin spektral yansımaya değerinin dalga boyuna göre değişimini gösteren eğrilere, spektral yansımaya eğrileri denilmektedir. Şekil 2.4 de bitki, toprak ve suya ilişkin bu eğriler görülmektedir.

Bu eğriler özellikle uzaktan algılama çalışmalarında bir yöredeki yeryüzü paternini tanımlamada çok önemli yararlar sağlamaktadır.



Şekil 2.4 Bitki örtüsü, toprak ve su ilişkisinin spektral yansımaya eğrileri.

2.2.2.3. Radyasyon Dengesi

Çoğu bitki ve hayvanların doğal çevreleri ile olan termal dengelerinin tesis edilmesinde radyant enerji çok önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle herhangi bir cismin birim yüzey alanı için radyasyon denge eşitliği şöylece yazılabilir.

<u>DENGE</u>	<u>KAZANÇLAR</u>	<u>KAYIPLAR</u>
	Gelen kısa dalga radyasyonu	Yansımış ve transmise edilmiş kısa dalga radyasyonu
Net Radyasyon =	+	-
	Absorbe edilen uzun dalga radyasyonu	Yayılan uzun dalga radyasyonu

2.3. ISI TRANSFERİ

Bitkiler yada hayvanlar radyasyon enerjisine maruz kaldıklarında, bunların absorbe ettikleri enerji üç yolla kullanılabilir: Isıtma için, suyun buharlaşması için ve fotokimyasal fonksiyon için. Organizmanın kendisi yada çevresi için ısıtma, kondüksiyon yada konveksiyon yolu ile ısı transferi biçiminde olmaktadır. Evaporasyon, sistemde su buharı moleküllerinin transferi ve fotosentez ise CO₂ moleküllerinin benzer biçimde transferini içermektedir. Bir organizmanın yüzeyindeki ısı ve kütle transferi, yüzeyle temas halinde olan ve sınır katmanı (tabakası) olarak bilinen ince bir hava katmanından gerçek moleküler difüzyon yolu ile olmaktadır.

Bitki ve hayvanların çevresinde üç ısı transferi mekanizması çok önemli olmaktadır. Bunlardan birincisi, prensipleri daha önceki bölümlerde verilmiş olan radyasyondur. İkincisi konveksiyon yolu ile ısı transferidir. Bu transfer biçiminde havanın hareketli oluşu önem kazanmaktadır. Kondüksiyon yolu ile ısı transferi ise, moleküller arasındaki kinetik enerji değişimine bağlı olarak katı ve durgun gazlarda meydana gelen bir transfer biçimi olmaktadır.

Konveksiyonla ısı transferinde ısı, akışkanların hareketi ile iletilmektedir. Örneğin düşük sıcaklıktaki kapalı bir ortama sıcak havanın doğal yada mekanik yollarla verilmesi sonucunda odanın ısınması, konveksiyonla ısı transferine ilişkin bir örnek teşkil etmektedir. Mikrometeorolojide iki çeşit konveksiyon olayı gözlenmektedir: 1) Cebri (=Forced) konveksiyon; Hava akımına maruz bir yüzeyin sınır katmanını boyunca olan transfer şeklidir. Bu hareket, akış hızına bağlı bir oranda oluşmaktadır (Yüzey sürtünmesine benzer bir işlem niteliğindedir). 2) Serbest (= Free) konveksiyon; Bu transfer biçimi, sıcak bir yüzey üzerindeki ılık havanın yükseliğine yada soğuk bir yüzey altındaki serin havanın yükseliğine yada soğuk bir yüzey altındaki serin havanın alçalmasına bağlı olarak meydana gelmektedir.

Bu her iki konveksiyon biçimi de dahili ısıtma sistemlerinde kullanılmaktadır. Panlı ısıtıcılar, sıcak havayı cebri konveksiyonla dağıtmaktadırlar. Konvektör ısıtıcıları ve sıcak su radyatörleri sıcak havayı serbest konveksiyonla dağıtmaktadırlar. Döşeme-altı ısıtma sistemi ise, döşemenin altında yer alan ısınmış kablolardan ısının kondüksiyonla iletilmesi ilkesine göre çalışmaktadır. Kasetli dilimli tip radyatörler ise konveksiyon ve radyasyon yolu ile ısı yaymaktadırlar.

Sıcak bir cisim soğuk bir cisimle temasa geldiği zaman ısı sıcak cisimden soğuk cisme kondüksiyonla iletilir. Kondüksiyonla olan ısı akımı, bir maddenin molekülünden molekülüne doğru olan kinetik enerji akımıdır. İki nokta arasındaki ısı akımı, noktalar arasındaki uzaklıkla ters, sıcaklık farkı ve kesitle doğru orantılıdır. İki akımı aynı zamanda, ısı ileten malzemenin niteliklerine de bağlıdır. Kondüksiyonla kolayca ısı ileten malzeme iletken, ısı akımına direnç gösteren malzeme ise yalıtkan malzeme olarak adlandırılmaktadır. Kondüksiyon, bir sıvı içerisinde birbiri ile çarpışan moleküller arasında hızın hareketi ile yada bir yalıtıcı (izolatör) içinde moleküllerarası kuvvetlerin faaliyeti ile ortaya çıkan bir ısı transferi biçimidir. Özellikle mikrometeorolojide, kondüksiyon toprakta ve hayvan derisindeki ısı transferinde çok önemlidir. Ancak bu transfer şekli, moleküler difüzyon

etkilerinin türbülansla karışmaya nazaran çok az olduğu serbest atmosferdeki ısı transferinde pek önemli olmamaktadır.

2.4. KÜTLE TRANSFERİ

Organizmalarla, onların etrafındaki hava arasındaki madde değişiminden sorumlu iki difüzyon şekli bulunmaktadır. Bunlardan moleküler difüzyon, organizmaların içinde (örneğin bir hayvanın ciğerlerinde yada bir yaprağın stoma altı boşluklarında) ve tüm organizmayı çevreleyen sınır katmanlarını oluşturan ince bir hava tabakası içinde faaliyet göstermektedir. Serbest atmosferde ise, transfer işleminde Türbülant difüzyon hakim durumdadır. Ancak burada bir yandan da moleküler difüzyon olmaktadır. Moleküler difüzyon bu koşullarda aynı zamanda türbülant enerjinin ısı biçimine dönüştürülerek tüketilmesinden de sorumlu bulunmaktadır.

Türbülans, çok sakin gecelerde yeryüzüne çok yakın bölgeler dışında atmosferde her yerde bulunmaktadır. Su buharı ve CO₂'in türbülant transferi tüm yüksek hayat formları için büyük öneme sahip bulunmaktadırlar. Etkinliğin bir ölçüsü olarak, bir günde sağlıklı yeşil bir bitki tarafından absorbe edilen CO₂ miktarının, bitki toprak üstü aksamı ile 30 m yükseklik arasındaki havada yer alan tüm CO₂ miktarına eşit olduğu kabul edilmektedir. Pratikte, atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun, güneşin doğuşu ve batışı arasında kalan zaman diliminde fotosentez işlemi nedeniyle azalmasına rağmen, bu azalma yüreydeki ortalama konsantrasyonun % 15'ini nadiren aşmaktadır. Belirtilen bu rakamlar, türbülant transferin bitkileri, atmosferin ilk 200 m lik yüksekliğinden CO₂ çekmeye muktedir kıldığını göstermektedir.

Bitki yaprakları transpire olmaya (terlemeye) başladıklarında, su hücre duvarlarından buharlaşır ve stoma-altı boşluklara difüze olur. Stoma boşluklarından ve nihayet yaprak sınır katmanlarından gerçek serbest atmosfere doğru hızla kaçar. Fotosentez olayında ise, CO₂ molekülleri aynı yolu, ancak bu kez tam ters yönde izlerler. Herhangi bir gazın difüzyona karşı sınır katmanınca gösterilen direnc, yaprak boyutlarına ve rüzgar hızına

bağlı olduğu halde stoma boşluklarının direnci, gözeneklerin geometrisi, büyüklüğü ve aralıklarına bağlı kalmaktadır.

2.5. BİTKİLERİN METEOROLOJİSİ

Meteorolojik prensiplerin, bitki-iklim ilişkilerinin analizi amacı ile uygulanması özellikle son 25 yıldan beri çok hızlı gelişen bir tarımsal bilim dalı haline gelmiştir. Bu konuda başlıca dört ana sorun ayırt edilmektedir;

1) Bir bitki belirli bir çevreye hangi hızla su kaybetmektedir? Bu su kaybının hava, toprak ve bitki faktörleri ile ilişkisi ne düzeydedir? Bu kayıp nasıl minimize edilebilir.

2) Bir bitkinin belirli bir çevrede CO₂ absorbe etme hızı ne olmaktadır? Bunun hava toprak ve bitki faktörleri ile olan ilişkisi nedir? Bu absorpsiyon oranı nasıl maksimize edilebilir?

3) Bir bitkinin sıcaklık, nem ve rüzgar rejimini neler belirlemektedir? Bu faktörlerin transpirasyon ve fotosentez hızı üzerindeki etkileri dışında, bitkilerin gelişme ve büyüme hızları üzerindeki etkinlik düzeyleri ne olmaktadır?

4) Bireysel bitki yapraklarının mikro-iklim özellikleri (tüm bitki aksamının mikro-iklim özelliğinden ayrı olarak) bitki zararlı ve mantar faaliyetlerini nasıl belirtmektedir?

Bu sorunlardan en fazla ilgi göreni birincisi olmuştur. İkincisi üzerinde araştırmalar oldukça aktif düzeydedir. Ancak 3. ve 4. sorunlar, tarımsal meteorolojinin nisbi olarak en fazla ihmal edilen bölümleridir.

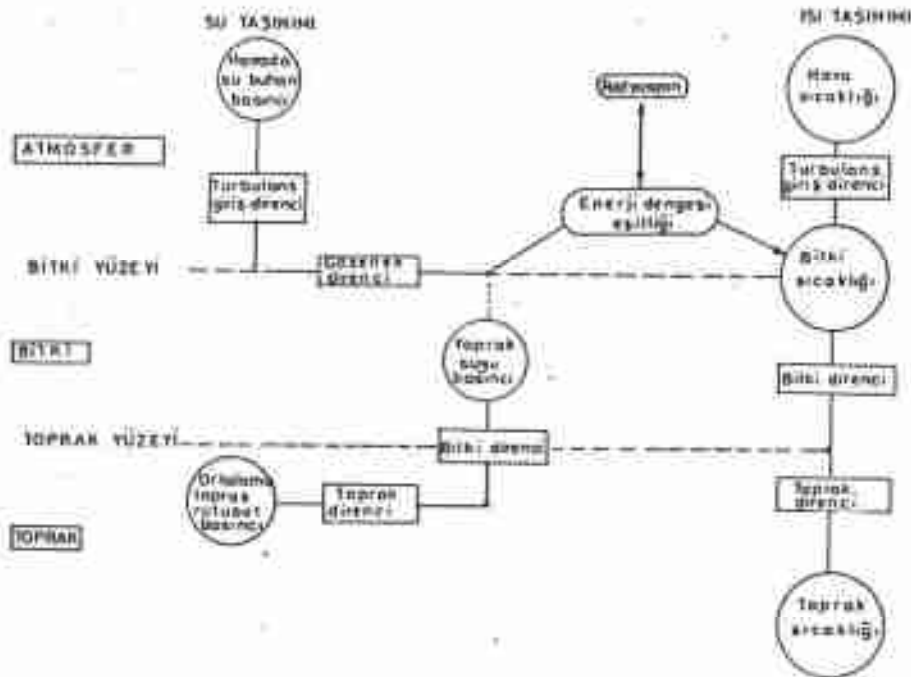
Bireysel bitki yapraklarında, bitki toprak üstü aksamının yaprak katmanlarında ve bir bütün olarak tüm bitkide oluşan gaz değişimi faaliyetine ilişkin ilkeleri saptamak amacıyla gerek ölçümler ve gerekse çeşitli modeller kullanılmıştır.

Bitkinin içerisinde yer aldığı toprak, bitki ve atmosfer sisteminde ısı ve nem akımları transport eşitlikleri ilkesine göre olmaktadır. Bu sistemde nem akışı esas olarak bitki fizyolojik faktörleri tarafından düzenlendiği halde, ısı akımı daha pasif bir özelliğe sahip olmakta ve daha çok bitkinin buharlaşma yeteneğine bağlı kalmaktadır. Toprak, bitki ve atmosferde çeşitli ısı akışı dirençleri bulunmasına rağmen,

bunlar ısı akışını önemli düzeyde etkilemektedir. Şekil 2.5'te toprak-bitki-atmosfer sisteminde nem ve ısı akışına ilişkin direnç modeli gösterilmiştir.

Modeldeki dikdörtgenler akışlara karşı olan dirençleri, daireler ise akışı kolaylaştıran güçleri göstermektedir.

Buna göre su, toprakta ortalama toprak rutubet basıncı etkisi ile bitki köklerine doğru iletilmekte, andak bir toprak direnci ile karşılaşmaktadır. Toprak yüzeyinde ise suyun bitkiye doğru hareketinde bitkinin kendi direnci ile karşılaşmaktadır. Bu akış sistemi içerisinde daha sonra su, bitki toprak üstü aksamı içinde yükselerek yaprakta yarattığı yaprak suyu basıncı etkisi ile bitki yüzeyinden kaçırmaya çalışmakta, ancak burada stoma direnci ile karşılaşmaktadır. Atmosfere çıktıktan sonra havanın turbülent difüzyon direncine maruz kalmakta ve sonuçta atmosferde su buharı basıncını oluşturmaktadır.



Şekil 2.5 Toprak-bitki-atmosfer sisteminde nem ve ısı akışına ilişkin direnç modeli.

Isı ise, toprakta belirli bir referans derinlikte toprak sıcaklığı biçiminde şekillenmektedir. Isının atmosfere doğru akışında ilk direnç toprak tarafından yaratılmaktadır. Daha sonra bitki bünyesinde de benzer bir dirençle karşılaşan ısı akımı, bitki yüzeyinde bitki yüzey sıcaklığı olarak belirlenmektedir. Atmosfere çıkışta bir üçüncü dirençle (Türbülant difüzyon direnci) karşı karşıya gelen ısı akımı nihayet atmosferde hava sıcaklığı olarak belirtmektedir.

Bitki yüzeylerindeki nem ve ısı akımları enerji denge eşitliğinin mesnetlerini oluşturmaktadır. Bu eşitlik te, bilindiği gibi, radyasyonla sürekli ilişki halinde bulunmaktadır.

2.6. UYGULAMALAR

Bitkisel verimin artırılması açısından çevre fiziğine ilişkin uygulamalar çeşitli formlarda ortaya çıkmaktadır. Gelişme için daha uygun çevre koşullarının yaratılması, farklı türlerin çevreye gösterdikleri tepkilerin değiştirilmesi, belirli bir çevrede daha iyi verim sağlayan çeşitlerin seçimi bu uygulamalardan bazılarıdır. Bu alanda yapılan çeşitli atılımlar arasında, daha iyi çiftlik faaliyeti ile bitkilerin çevre koşullarının iyileştirilmesi yönünden örneğin bir Perman eşitliğinin geliştirilmesi ve bu eşitliğin bitkilerin su gereksinimlerinin hesaplanmasında kullanılması son derece başarılı olmuş çevre kontrolü faaliyetlerindedir. Eşitlik, klimatolojik rasat değerlerinden yararlanarak bitkinin su ihtiyacının tahminine olanak sağlamaktadır. Böylece gerekli ekipman ve insan gücü mevcut olduğunda, sulama uygun zamanda yapılabilmekte ve sulamada bitki için yeterli su verilebilmektedir.

Bitki gelişimine ilişkin çok daha karmaşık işlemleri tanımlayan modeller, tarımsal uygulamalara göreceli olarak daha az katkıda bulunmaktadır. Böylece modellerin ana işlevi, gerek laboratuvar ve gerekse arazi koşullarında bitki gelişmesine ilişkin bilgilerin sentezi olmaktadır. Daha yararlı modeller ortaya koyabilmek için, bitki yaprakları yağlandıığında maksimum fotosentez hızlarındaki azalmalar üzerinde, özümleme ürünlerinin dağılımı üzerinde ve solunumla bitki büyüme hızları arasındaki

ilişkiler üzerinde etkili olan sıcaklık, su düzeyi ve diğer fiziksel faktörlere ilişkin detaylı bilgiye gereksinim vardır. Bu alandaki ilerlemeler, bitki gelişimi ile ilişkili fiziksel ve fizyolojik kavramlar yanında biyokimyasal kavramların da bitki büyüme modellerine katılmasına bağlı bulunmaktadır.

Yüzyıllardır fiziksel çevreyi iyileştirmeye ilişkin bir çok model geliştirilmiştir. Sulama, rüzgar hızı ve kar etkisini azaltmak için koruma kuşaklarının tesis edilmesi, ilkbaharda toprak sıcaklığına artırmak için yapılan işleme faaliyetleri yada bitkilerin daha fazla güneş radyasyonundan yararlanabilmesi için yamaç arazilere dikilmeleri gibi faaliyetler bunlardan bazılarıdır. Bu uygulamaları dışında, çevre koşullarının iyileştirilmesi yolu ile tarla bitkilerinin verimini önemli düzeyde artırabilme ihtimali oldukça düşük düzeyde görülmektedir. Toprak ve hava sıcaklığını yeterli seviyede artırabilmek yada doğal radyasyon kaynakları sağlayabilmek için ekonomik olmayacak kadar fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yerine, bitkinin çevresine olan tepkisini değiştirmek yolu ile daha büyük başarılar sağlanabilir. Örneğin parlak ışıkta bitkinin fotosentez hızı artırılabilir yada düşük sıcaklıkta yaprak büyüme hızı yükseltilebilir.

Uzun yıllardan beri bitki-atmosfer ilişkisini açıklamaya yönelik çalışmalar, verim ve klimatolojik ölçümlere ilişkin çoklu regresyon analizlerini içeren istatistiksel uygulamalar biçiminde yürütülmüştür. Ancak bu konu günümüzde çok hızlı bir gelişme göstermekte ve içinde Çevre Fizikçisinin önemli rol oynadığı heyecan verici bir safhaya ulaşmış bulunmaktadır. Çevre Fizikçisinin bu alandaki bilgi birikimine, konuya ilişkin araçların projelendirilmesinde, ölçüm sonuçlarının analiz ve yorumlanmasında, gerçek bitki davranışlarını simüle eden modellerin oluşturulmasında; bitki verim ve kalitesini geliştirecek çevre düzenlemelerinin yapılmasında gerek duyulmaktadır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Evsahibioglu, A.N.** 1983. Estimation of evapotranspiration rates using thermal radiometric data and Tegra model. Remote Sensing Report, ISSN 0306-6355, University of Reading, Geography Department, England, 55 s.
- Lillesand, T.M. ve R.W.Kiefer.** 1979. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley and Sons New York, 612 s.
- Monteith, J.L.** 1973. Principles of Environmental Physics. Edward Arnold Ltd. London, 240 s.
- Soer, G.J.R.** 1977. The Tegra Model. A mathematical model for the simulation of the daily behaviour of crop surface temperature and actual evapotranspiration. Instituut voor Cultuurtechniek-en Waterhuishouding, Wageningen, Nota 1014, 44 s.
- Soer, G.J.R.** 1980. Estimation of regional evapotranspiration and soil moisture temperatures. Remote Sensing of Environment, Vol. 9, s. 27-45.

3. BÖLÜM : AGROMETEOROLOJİ ve KÜLTÜRTEKNİK ÇALIŞMALARINDAKİ YERİ

Prof.Dr. Turhan AKÖZÜM

3.1. AGROMETEOROLOJİNİN TARIMI VE ÖNEMİ

Meteoroloji kısaca atmosfer ilmi demektir. Ancak çoğunluğun düşündüğü gibi yalnız hava tahminleri yapmak. Hava tahminleri yapmak onun amaçlarından sadece birisidir. Bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak bilgisayar kullanımı, meteorolojik uydular, radarlar ve birçok elektronik ve telekomünikasyon araçlarının meteorolojide kullanılmasıyla meteorolojinin çalışma ve uygulama alanı çok genişlemiştir. Günümüz meteorolojisi hava olayları yanında toprakta ve suda meydana gelen birçok fiziksel olayı da izlemektedir. Tarım, Ulaştırma, Turizm, Tıp, Şehircilik, İnsan ve Çevre Sağlığı ve birçok konular meteorolojinin hizmet alanı içerisine girmiştir. Özet olarak bugün meteoroloji toplumunun her kesimini ilgilendirmekte özellikle tarımla iç içe girmiş bulunmaktadır.

Meteorolojinin tarıma doğrudan ve dolaylı olmak üzere önemli katkıları vardır. Hava ve iklimin bitki ve hayvan yaşamı ile çok sıkı ilişkisi vardır. Meteorolojinin "Agrometeoroloji" kolu ile bir bölgede yetiştirilecek bitki ve hayvan türlerinin nasıl daha fazla gelir getireceklerine yardımcı olunur. Bu amaçlarla meteoroloji istasyonlarında yağış, günlük en düşük, en yüksek sıcaklıklar, çeşitli derinliklerde toprak sıcaklıkları, nem, rüzgar hızı ve yönü, güneşlenme ve bulutluluk süreleri, güneş radyasyonu, topraktan olan buharlaşma gibi ölçümler yapılmaktadır. Ayrıca birçok bitkinin vejetasyon devresinde sürekli gözlemler yapılarak bitkiler üzerinde iklimin etkileri araştırılmaktadır.

Hava durumu ile ilgili bilgiler tarımsal çalışmaların her aşamasında doğrudan doğruya veya dolaylı olarak etkilidir. Bu yüzden çeşitli ülkelerde yapılan genel ve özel tarımsal hava

tahminleri ile üreticiler uyarılmaktadır. Örneğin toprak hazırlığı ve ekim döneminde toprağın sıcaklığı ve nispi nem ekim ve çimlenme bakımından önemli olmaktadır.

Tarımda büyük zararlara neden olan don olaylarının önceden belirlenmesi için yılın kritik dönemlerinde ve özellikle dona karşı hassas türlerin yetiştirildiği belli bölgeler için özel don tahminleri, zamanında gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktadır.

Bitki ve hayvanlarda sararıların ve hastalıkların belli meteorolojik faktörlerin etkisi altında ortaya çıktığı gözönünde bulundurularak önlemler alınır. Sıcaklık ve nispi nem hastalıkların ortaya çıkması, gelişmesi ve yayılmasında kesin etkisi olan iki önemli faktördür. Bunun yanında çiğ, sis, yağış, bulutluluk, ışık, rüzgar, kar örtüsü ve toprağın donma derinliği de diğer önemli etkenlerdir. Bunların yardımıyla mücadelede kullanılacak kimyasal maddelerin cinsi, kullanılma şekli ve zamanı, yerden püskürtme veya uçaktan yararlanma konularında karar verilir.

Hasat süresince ve hasat sonrasında ürünlerin taşınması, depolanması ve tüketicilere ulaştırılması safhalarında hava durumunu bilmek gereklidir. Bir çok tarım ürünleri taşıma süresince düşük ve yüksek sıcaklığa karşı büyük duyarlılık gösterir. Örneğin elmaların nakli sırasında en uygun hava sıcaklığı 0-5 °C dir. Daha yüksek sıcaklıklarda bozulma daha düşük sıcaklıkta ise donmalar görülür.

Yine hasat mevsiminde anormal hava şartları ürüne zarar verdiği gibi çalışmalarını da geciktirir. Yağış, kuvvetli rüzgar veya düşük sıcaklık hasat süresince verimi düşürür.

Bazı tarım ürünleri hasat edildikten sonra kurutulur. Yağış ve yüksek nispi nem kurutma işlemini geciktiren, küf ve mantarların gelişmesine elverişli çevre şartlarını oluşturan meteorolojik faktörlerdir.

Orman yangınları için yapılacak hava tahminlerinde, yanıcı orman maddelerini etkileyecek nem miktarı ile yangın başladıktan sonra olayın gelişimi üzerinde etki yapacak faktörler önemlidir. Bu konuda sıcaklık, rüzgarın yönü ve şiddeti, maksimum ve minimum nem, oraj ve yanıcı orman materyalinin nemlilik durumu incelenir.

Agrometeoroloji, tarımın çeşitli dallarında olduğu gibi hayvancılık alanında da önemli bir role sahiptir. Hava şartları hayvan sağlığı ve hayvansal üretimi geniş çapta etkiler. Bu etkiler doğrudan doğruya hayvan sağlığına karşı olduğu gibi dolaylı olarak yem bitkilerine ve hayvan barınaklarına karşı da olabilir. Meteorolojik faktörler hayvancılıkta, başlıca sağlık, beslenme, gelişme, yavru lama kabiliyeti coğrafi bölgelere göre dağılımları, hayvansal ürünlerin verim ve kalitesi, ürünlerin hazırlanması, taşınması ve depolanması üzerinde etkili olur. Ettil sığırlarda çevresel faktörlerle et verimi arasındaki ilişki araştırma konusudur. İnsan iklim kuşaklarında hayvanlar bitkilere oranla iklim ve hava şartlarına karşı daha az duyarlıdır. Gene süt veriminin sıcaklık ve nispi nem ile yakından ilgili olduğu belirtilmiştir.

Meteorolojik faktörler, hayvan hastalıkları ve parazitleri üzerinde de çeşitli etkiler yapar. Meteorolojik parametreler ile hayvanlar ve hastalıkları arasındaki karşılıklı ilişkiler konusunda elde edilen bilgilerden yararlanılarak çeşitli ülkelerde değişik hayvan hastalıkları ile ilgili meteorolojik tahminler yayınlanmaktadır.

3.2. TARIMSAL METEOROLOJİDE PARAMETRELER

Genel anlamda meteoroloji yalnızca bazı fiziksel çevre rasatları ile ilgilidir. Buna karşılık Agrometeorolojide bütün fiziksel çevre faktörleri yanında canlı organizmalarla (biyolojik) çevre ölçümleri de yapılmaktadır. Örneğin Koprometre (böceklerin salgıladıkları dışkı miktarını ölçen alet) ve Tanderometre (hasat zamanında bezelyede sertlik ölçmeleri yapan alet) gibi aletler tamamen biyolojik ölçümler için kullanılır.

3.2.1. Fiziksel Çevre Rasatları

Agrometeorolojide fiziksel çevre rasatları bu amaçla kurulan rasat parklarında yapılır. Şekil 3.1'de Agrometeoroloji rasat parkının krokisi verilmiştir. Agrometeorolojik rasatların kısa açıklamaları aşağıda yapılmıştır.



Şekil 3.1. Agrometeorolojik rasat parkı

Rasat Şiperi: Tarımsal meteoroloji istasyonlarında hava nemi hava sıcaklığı ile birlikte yerden itibaren değişik yüksekliklerde ölçülür. Ana Tarımsal Meteoroloji istasyonlarında yerden 10 m yüksekliğe kadar hakim vegetasyon yüksekliğinden daha yukarıda olmak üzere çeşitli seviyelerde ölçüm yapılır. Normal ve yardımcı Tarımsal Meteoroloji istasyonlarında yerden 3 m yüksekliğe kadar 5, 10, 20, 50, 100, 150 ve 200 cm yüksekliklerde en az seçilmiş 3 seviyede nem ölçümleri yapılır. Böylece bitkiyi en fazla etkileyen ve en çok ve hızlı değişimleri gösteren tabakadaki düşey nem ve sıcaklık dağılımları incelenir. Şiperlerde maksimum-minimum sıcaklıklar ve ıslak-kuru termometreler (psikrometre termometreleri) ile nispi nem ölçülür.

Psikrometrelerden başka higrometreler ve devamlı nem ölçmeleri için higrograflar kullanılır.

Maksimum ve Minimum Çiğ Noktası Termometreleri: Tarımsal meteoroloji istasyonlarında iki noktada çiğ noktası sıcaklığı ölçümleri yapılır. Çiğ noktası sıcaklıkları rüzgar hızı ve net radyasyon ısı dengesinin hesaplanmasında kullanılır.

Yağış Kaydedicileri: Yağış ölçümlerinde başlıca üç elemana dikkat edilir. a) Yağış şiddeti, b) Yağışın süresi, c) Yağışın miktarı.

Toplam yağış miktarının ölçülmesinde standart normal yağmur ölçekleri kullanılır. Bunlar **Anemometre** ve **Anemometrenin yansıması olan Anemograf**'tir.

Yağış miktarı şiddeti ve süresini aynı zamanda ve otomatik olarak ölçülebilen çeşitli kaydedici yağmur ölçekleri geliştirilmiştir. Böylece yağışın başlangıç ve bitiş zamanları belirlenebilir.

Geliştirilen yeni radar teknikleri yardımıyla, geniş bir bölgedeki yağışın şiddeti, süresi ve miktarı kısa zamanda belirlenebilir.

- Kar kalınlıklarının ölçülmesinde genellikle iki tip alet kullanılır. İnce kar tabakalarının derinliğinin ölçülmesinde **derinlik işaretleyici** veya **kar çubuğu**, kalın kar tabakalarında ise **derinlik göstereci** veya **kar kazığı** denen aletler kullanılır. Karın erimesi sonucu meydana gelecek su miktarı normal yağmur ölçekleriyle ölçülür. Kar ölçümlerinde ayrıca kar terazileri kullanılır.

Günümüzde geniş alanlardaki kar örtüleri, bunların ortalama derinlikleri ve karın erimesi sonucu ortaya çıkacak yüzey akış miktarlarının ölçülmesinde çeşitli polar yörüngeli yer kaynakları ve çevresel uydulardan yararlanılmaktadır.

- **Buharlaşma Ölçümleri:** Agro-Meteorolojik amaçla serbest su yüzeylerinden ve topraktan olan buharlaşma (evaporasyon) ve bitki yüzeylerinden meydana gelen terleme (transpirasyon) ölçümleri yapılır. Toprak yüzeyi ve üzerindeki vegetasyondan meydana gelen toplam buharlaşmaya **Evapotranspirasyon** denir. Evapotranspirasyon ise iki şekilde ifade edilir.

Potansiyel Evapotranspirasyon: Toprak tarla kapasitesinde iken hava ile toprağın temas yüzeylerinden ve bitkiler üzerinden buharlaşan su miktarı.

Aktüel Evapotranspirasyon: Mevcut toprak rutubet koşullarında hava ile toprağın temas yüzeylerinden olan buharlaşma ile bitkiler üzerinden olan terlemenin toplamı olarak tanımlanır.

Buharlaşma ölçümlerinde kullanılan aletlere atmometre (evaporimetre, evaporasyonpan, atmidometre) denir.

- **Çiğ Gözlemleri:** Agrometeorolojide çiğ gözlemleri çiğ'den sonra oluşan su miktarı ve nemli yüzeyler nedeniyle önemli olmaktadır. Nemli yüzeyler hastalıklara neden olan çeşitli patojenlerin ölçülmesi için uygun bir ortam olmaktadır. Çiğ ölçümleriyle çiğ'in miktarı, devam süresi ve intensitesi belirlenir. Çiğ'in miktarının ölçülmesinde "Çiğ Ölçüm Hükleri", aşırılığının ölçülmesinde "Drosometre", çiğ'in başlama zamanı ve devam müddetinin ölçülmesinde "devmetreler" kullanılır.

Dolu Ölçmeleği: Tarım üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle agrometeorolojik rəsatlarda dolu çapa ve dolu fırtınaları ölçülür.

Dolu yoğunluğu, birim alandaki dolu taneesi sayısı, bitkiler üzerinde meydana getirdiği zararın derecelendirilmesi ve meteorolojik radarlarla belirlenebilir.

Dolu intensitesi ölçümleri için dolu indikatörleri kullanılır.

Toprak Termometreleri: Toprak sıcaklıklarının ölçülmesinde çeşitli toprak termometreleri, toprak termografları, termistör, termokap, palmer dialtermometre (-40° - 120 °F arasında maksimum ve minimum toprak sıcaklıklarının ölçülmesinde kullanılan bir alet) kullanılır. Toprak sıcaklıkları genellikle 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliklerde yapılır.

Rüzgar Ölçümleri: Rüzgar ölçümleri hava kütesinin yatay ve düşey yöndeki hareketinin ölçülmesi yoluyla olur.

Yatay rüzgar ölçümleri havanın bir yerden diğer bir yere hareket hızının ölçülmesiyle olur. Yatay rüzgar hızı ve yönü yerden itibaren 1, 2, 4 ve 8 m yüksekliklerde yapılır. Rüzgar hızının ölçülmesinde anemometreler ve aynı zamanda yönünün de bulunmasında Jirust kullanılır.

Düsey rüzgar ve havadaki türbülans ölçümleri mikrometeorolojik çalışmalarda kullanılır.

Işık Alanı Ölçümleri: Direk solar radyasyon, gökyüzü radyasyonu ve toprağın efektif radyasyonu ölçülebilir radyasyon biçimleridir. Bu radyasyonların devam süresi şiddeti ve kalitesi bitki ve hayvan davranışları için önemli birer karakteristiklerdir.

Güneşlenme Süresi: Güneşlenme süresi, günlük direk güneş ışınlarını verir.

Bunlardan başka, tarımsal çalışmalarda meteoroloji ve klimatolojik rasat parklarından elde edilen veriler kullanılır.

3.2.2. Biyolojik Çevre Rasatları

Biyolojik ölçümler için kullanılan aletler fiziksel ölçümlerdekinden oldukça farklıdır. Biyolojik ölçümlerde iki noktaya dikkat edilir.

- a) Bitki kısımları ve hayvan vücudunun fiziksel özellikleri,
- b) Biyolojik organ veya kısımların büyüme ve gelişmeleridir.

Birinci durumda, bitki veya hayvan bir fiziksel materyal gibi denemeye tabi tutulur ve bu materyale ait ışık sıcaklık, nem gibi faktörler ölçülür. Örneğin yaprakların ışığı yansıtma özelliklerinin ölçülmesinde ışın reflektörleri kullanılır. Bitki yaprak sıcaklığı veya hayvanlarda deri sıcaklığının ölçülmesi için "termistör" veya "termokapl" aletlerden yararlanılır. Yine bitkilerde sıcaklık ve nem ölçümleri için bazı aletler geliştirilmiştir.

İkinci durumda ise bitki veya hayvan bir fizyolojik yapı olarak denemeye alınır. Biyolojik organ veya yapıda büyüme ve gelişmeler ölçülür. Bitkilerde yaprak sürgün ve köklerin uzaması bunların yüzey alanları, hacim ve ağırlıklarındaki artış buna örnek olarak verilebilir. Daha özel araştırmalar için termometre, dentrometre, dentograf gibi aletler kullanılır.

Bitkilerde gelişme ile ilgili olarak çimlenme, tomurcuklanma ve diğer gelişme periyodlarının meydana gelme zamanları ve şekillerinin gözlenmesine ihtiyaç vardır. Gelişme

periyodu tarihlerinin belirlenmesi bitki fenolojisi ile ilgilidir. Bitki fenolojisi görsel rasatlara (alet kullanılmaksızın yapılan) dayanır.

3.3. KÜLTÜRTEKNİK ÇALIŞMALARINDAKİ YERİ

Bilindiği gibi, tarım işletmelerinde toprak ve su kaynaklarından en ekonomik yollarla yararlanma ve bu kaynakların korunması ve geliştirilmesine yönelik çalışmalarla, tarım işletmelerinin bünyesel ve fiziksel yönden gelişmelerini sağlayan ve etkileri uzun dönemli olan teknik önlemlere **KÜLTÜRTEKNİK** denilmektedir.

Yukarıdaki tanıma içerdiği konularda yapılacak kültürteknik uygulamalarının hemen hemen her aşamasında Meteorolojik yada Agro-meteorolojik parametrelere gerek duyulmaktadır.

Agrometeorolojik çalışmaların kültürteknik çalışmaları ile direk ilgileri burada açıklanmaya çalışılacaktır.

3.3.1. İklimlerin Sınıflandırılmasında

İklim tiplerinin belirlenmesi kültürteknik çalışmalarının temelini oluşturmakta, iklim tipleri ise karmaşık bir çok meteorolojik parametrenin etkisi altında bulunmaktadır. Bu, meteorolojik parametrelerin etki dereceleri iklimlerin ayrımını sağlar. İklim sınıflarının belirlenmesinde meteorolojik parametreler ile doğal bitki yetişme sınırları birlikte incelenmiş bazı indeksler ortaya konmuştur.

a) Yağışlara göre iklim sınıfları: Bu sınıflamada yalnız yıllık yağış miktarı esas alınmıştır. Bu değerlere göre iklim sınıfları Çizelge 3.1 de verilmiştir.

b) Sıcak günlere göre iklim sınıfları: Bu ayırımında sıcaklığı 10 °C nin üzerinde olan günler sıcak gün olarak tanımlanmıştır. Sıcak günlere göre iklim sınıfları Çizelge 3.2 de verilmiştir.

c) Yağış ve sıcaklıklara göre iklim sınıfları: Yağış ve sıcaklığa göre iklimlerin sınıflandırılmasında farklı ilişkiler kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Yıllık Yağış Miktarlarına Göre İklim Sınıfları ve Dünya'da Etkilediği Alanlar

İklim Sınıfı	Yıllık Yağış	Alan (%)
Kurak	250'den az	25
Yarı kurak	250-500	30
Az yağışlı	500-1000	20
Orta yağışlı	1000-1500	11
Yağışlı	1500-2000	9
Çok yağışlı	2000'den büyük	5

Çizelge 3.2. Sıcak Gün Sayısına Göre İklim Sınıfları

İklim sınıfı	Sıcak gün sayısı
Oldukça soğuk (Subarktik iklim)	1-60
Soğuk (Serin iklim)	61-120
İlman	121-180
Sıcak ılıman	181-240
Sıcak	241-300

- Koppen'e göre

Koppen'e göre bir yer için kuraklık hududu;

$P = 2t + 14$ eşitliği ile belirlenebilir. Bu eşitlikte;

P = Yıllık yağış miktarı (mm)

t = Yıllık ortalama sıcaklık (°C) tir.

Yukarıdaki eşitlikte "P" değeri $(2t + 14)$ değerinden küçük yada eşitse o bölge kurak bölge olarak kabul edilir. Büyükse, nemli bölge sınıfına girer.

- De Martonne'e göre kuraklık indisi

$$I = \frac{P}{T+10}$$

Eşitlikte;

- I = Yıllık kuraklık indisi
- P = Yıllık yağış miktarı (mm)
- t = Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

Bu eşitlik aylık olarak da kullanılabilir.

$$i = \frac{P}{t+10} \times 12$$

Eşitlikte;

- i = Aylık kuraklık indisi
- P = Aylık yağış miktarı (mm)
- t = Aylık ortalama sıcaklık (°C)

De Martonne kuraklık indisinden sulama yapılacak bölgelerin sınıflandırılmasından yararlanılır. Sınıflama Çizelge 3.3 teki esaslara göre yapılır.

d) Isınma indeksine göre iklim sınıfları: Meteorolojik parametrelerden ısınma ve buharlaşma yardımıyla iklim sınıflandırılır.

Çizelge 3.3 De Martonne Kuraklık Indisleri

Kuraklık indisi	Özellik
5	Hakiki çöl
5-10	Çok kurak iklim, geçici akarsular var
10-20	Yarı kurak, sulama her zaman gerekli değil
20-30	Yarı nemli geçiş bölgeleri. Sulama gereksiz.
30	Nemli bölgeler, devamlı akarsular bulunur.

$$I = \frac{R}{L + r}$$

İlişkide;

I = Isınma indeksi

R = Işınma dengesi (Kcal/cm²/yıl)

L = Sızli buharlaşma ısıtı (Kcal/g/yıl)

r = Toplam yağış (g/cm²/yıl)

Isınma indeksinin Çizelge 3.4 te verilen değerlerine göre iklimler dört sınıfa ayrılır ve özellikleri belirtilir.

İklimlerin belirlenmesinde daha birçok eşitlikten yararlanılır. Bu eşitliklerde çeşitli meteorolojik parametreler kullanılır.

3.3.2 Bitki Su Tüketimi Çalışmalarında

Sulama sistemlerinin projelenmesinde sulama çalışmalarının programlarının planlanması için sulanacak bitkiler tarafından kullanılacak maksimum su miktarlarının bilinmesi gerekir. Uygulamada bitkiler tarafından transpirasyonla (buharlaşma) atmosfere verilen su ve toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşmanın ayrılması oldukça güçtür. Bu bakımdan toprak neminin azalması çalışmalarında topraktan buharlaşan ve bitkiler tarafından transpirasyonla harcanan suyun tamamı gözönünde bulundurulur. İşte bu toplamı Evapotranspirasyon veya Bitki Su Tüketimi denir.

Çizelge 3.4 Isınma İndeksine Göre İklim Sınıfları

Isınma indeksi	Özellik
0.10-1.1	Yağışlı
1.1 -2.2	Yarı yağışlı
2.2 -3.4	Yarı çöl
3.4	Çöl

Bitki su tüketimi bitki çeşidine; bitkinin yetiştirildiği bölgeye, gelişme mevsiminin uzunluğuna, ortalama sıcaklık derecesine, yağış ve nemliliğine bağlı olarak değişmektedir. Görüldüğü gibi bitki su tüketimi üzerinde meteorolojik ölçmelerin büyük önemi vardır. Bitki su tüketiminin hesaplanma çalışmalarının bütün safhalarında ve kullanılan yöntemlerin hepsinde Agrometeorolojinin fiziksel çevre rasatları kullanılmaktadır.

Bitkiden ve topraktan suyun buharlaşabilmesi için gerekli olan enerji güneşten sağlanır. Bitki su tüketiminin saptanmasında bu enerjinin ölçüsü olarak sıcaklık ve güneş radyasyonu kullanılmaktadır.

Transpirasyon ve Evaporasyon, bağıl nemin düşük olduğu devrelerde artar, yüksek olduğu devrelerde azalır. Bu nedenle bitki su tüketiminin hesaplanmasında meteorolojik parametre olan bağıl nem ölçmeleri önemli olmaktadır. Gene rüzgar hızları bitki gelişme döneminde bitki su tüketimi üzerinde etkili olmaktadır. Sıcak ve kuru rüzgarlar bitki su tüketimini artırır. Güneşlenme süresi veya gün uzunluğu bitki su tüketimini önemli ölçüde etkileyen meteorolojik parametrelerdir.

Bitki su tüketiminin hesaplanmasında doğrudan ölçme yöntemleri ve ampirik yöntemlerden yararlanılır. Bu yöntemlerle hesaplamalarda çeşitli meteorolojik parametreler kullanılmaktadır.

1.3.3 Tarımsal Yapılarda

Tarımsal işletmelerde yapılar yağış, sıcaklık, bağıl nem, güneş ve rüzgar gibi meteorolojik parametrelere karşı korunmalıdır. İşletme avlusunun yerinin seçiminde hakim rüzgar yönü ve hızı etkili olacaktır. Tarımsal yapılarda çoğunlukla bunlara yapılan yatırım iklim koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin, iklim koşullarının sert geçtiği bölgelerde daha korumalı yapılar gerekçeğinden buralarda binalara yapılacak yatırımlar, ılıman iklim bölgelerinde aynı amaçla yapılacak olanlara göre yüksek olacaktır. Çünkü iklimi sert yörelerde sıcaklık, yağış, rüzgar vb. çevre koşullarından daha dikkatli bir biçimde korunmak zorunluluğu vardır. Tarımsal işletmelerde

ihtiyaç duyulan rüzgar siperlerinin uzunluk ve genişlikleri hakim rüzgarların şiddet ve yönüne bağlı olmaktadır. Tarımsal yapıların projelenmesinde kar ve rüzgar yükü hesaplamalarda dikkate alınır.

Kültürteknikğin direkt veya dolaylı olarak ilgili olduğu bütün uğraşı alanlarından meteorolojik dolayısı ile agrometeorolojik parametreler kendini hissettirir. Tarımsal yapılarda ve su kaynaklarından yararlanmada olduğu kadar, ağaçların dondan korunmasında, bazı sulama uygulamalarında agrometeorolojik tahminlerin yapılması, Uzaktan algılama yöntemlerinden yararlanarak ekim alanlarının saptanmasında kültürteknik ile agrometeorolojik çalışmaları birbirlerinden ayrı düşünmek mümkün değildir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Balaban, A., E.Gen, 1962. "Tarımsal Yapılar" A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 545.
- Dönmez, Y. 1984. "Ulusal Klimatoloji ve İklim Çalışmaları" İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1506.
- Erinç, S. 1969. "Klimatoloji Metodları", İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Geewen, J., Y.I.Chirkov, J.Lomas, E.Primault, 1979. "Agrometeorology", ISBN 0-387-09331-1 Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin.
- Sönmez, N., A.Balaban, E.Benli, 1984. "Kültürteknik", A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No. 911.

4. BÖLÜM : TARIMSAL HİDROLOJİ VE KÜLTÜRTEKNİKTEKİ YERİ

Prof.Dr. Cengiz GEMAN

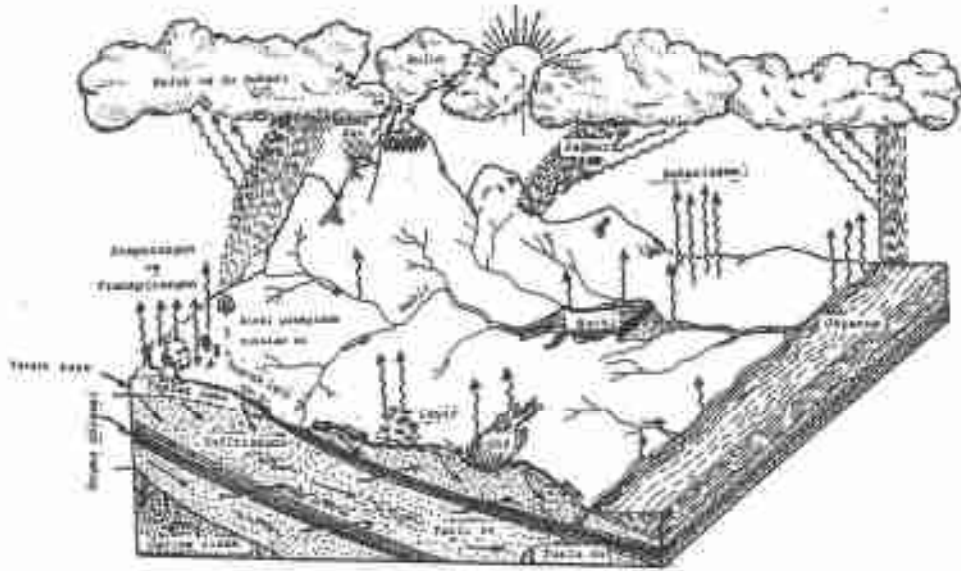
Canlıların yaşaması için en önemli bir madde olan su ile insanlar, tarihte birlikte ilgilenmeye başlamışlar ve zamanla su, kapsamlı olarak incelenmiştir. Bu şekilde edinilen bilgiler 19. asrın sonlarında, bilim haline gelmiş ve bu bilime, Hidroloji denmiştir. Hidroloji dünyadaki suyun oluşturduğu devreyi, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile çevre ve canlılarla ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilim olarak tanımlanır.

Tarım kesiminde su, bitkisel ve hayvansal üretim, tarımsal sanayi ile içme ve kullanma amacıyla tüketilir. Bu bakımdan hidrolojiye kültürteknikğin eğitim programında yer verilmiştir. Kapsamı bakımından Hidroloji, Meteoroloji, Okyanus Bilimi, Coğrafya, Toprak Fiziği ve İstatistik Bilimleri ile ilgilidir.

4.1. HİDROLOJİK DEVRE

Yeryüzeyi ve üst toprak içinde bulunan su güneş etkisiyle sürekli buharlaşırken diğer yandan doğal olarak soğumasının bir sonucu olarak yağışlar meydana gelir. Böylece dünyada bulunan su, sürekli olarak katı, sıvı ve gaz hallerine döner ve bu süreç, hidrolojik bir devre oluşturmaktadır (Şekil 4.1). Hidrolojik devrede suyun geçtiği yollar hava, hidrosfer ve litosfer olarak belirtilebilir. Hidrolojik devre için gerekli olan enerjinin en önemli bölümü güneşten sağlanmasına karşılık, yerçekimi kuvvetinin de görününe alınacak derecede etkisi vardır.

Hidrolojik devrenin okyanuslardan başladığı kabul edilir ve bu devredeki olaylar, son derece sırasız bir şekilde meydana gelir. Bu nedenle yağış miktarları, yersel olarak ve



Şekil 1. Hidrolojik devre

zamanla farklılık gösterir ve su kaynaklarından düzenli bir verim alınması. Hidrolojik devredeki olaylar buharlaşma, yağış, bitki üzerinde tutma, bitkiden buharlaşma, infiltrasyon, sızma, depolama ve yüzeysel akış olarak nitelenebilir.

4.1.1. Süreklilik ilişkisi

Dünyada bulunan su miktarı sabit olduğu için hidrolojik devre içerisinde suyun değişimi, kitlenin korunma kanununa göre geliştirilen ve aşağıda verilen süreklilik ilişkisi ile belirtilmektedir.

$$I - Q = ds/dt$$

sürekliilik ilişkisi belli bir zaman boyunca hidrolojik bir sistem için verilir. Sisteme giren su miktarından (I), Çıkan suyun (Q) farkı belirtilen sürede depolamadaki değişmeyi (ds) gösterir.

Sürekliilik ilişkisinden yararlanarak havzaların su verimi saptanabilir. Havzaya giren su yağış, yüzey akışı ve yeraltı suyu akışı bileşenlerinden meydana gelir. Havzadan çıkan su, buharlaşma, yüzey akış ve yeraltı suyu akışlarının toplamına eşit olacaktır. Depolamada meydana gelen değişim birki yüzeyinde tutulan, toprak yüzeyinde ve çukurlarda biriken, yeraltı sularına katılan, kar örtüsü ve toprak neminin toplamına eşittir. Herhangi bir zaman aralığında $I > Q$ ise ds pozitif olur yani, sistemde su birikmesi meydana gelir. Bunun tersinde $I < Q$ ise ds aksi işaretli olur ve sistemde su azalır.

Kitlenin korunma kanununa göre elde edilen sürekliilik denklemi, bütün hidrolojik alanlara uygulanabilir. Piriğin diğer temel ilkesi olan enerjinin korunumundan, ısı ile ilgili olan hidrolojik olayların yani buharlaşma ve kar erimesinin incelenmesinde yararlanır. Ancak hidrolojik sistemlerin heterojen ve zaman içinde değişken yapıda olmaları yüzünden, bu ilkelerin uygulanışında birçok problemlerle karşılaşmakta ve denklemdaki büyüklüklerin yeterli bir doğrulukla ölçülmesi genellikle çok zor olmaktadır.

4.1.2. Dünyada Suyun Dağılımı

Dünyadaki su, dinamik bir denge halinde bulunur. Uzun bir süre gözönüne alındığında, yeryüzünün herhangi bir parçasına giren ve çıkan su miktarları birbirine eşittir. Örneğin yeryüzüne bir yıl içinde düşen yağış, o yıl içinde buharlaşan su miktarına eşit olarak alınabilir. Ancak kısa bir zaman aralığında bakılırsa, hidrolojik devrenin buharlaşma ve yağış öğeleri, büyük değişiklikler gösterir.

Okyanustan ortalama olarak yılda $448 \times 10^6 \text{ km}^3$, karalardan ise $72 \times 10^3 \text{ km}^3$ su buharlaşır. Dünyada 1 yıl boyunca meydana gelen yağışların $411 \times 10^3 \text{ km}^3$ ü okyanuslara, $109 \times 10^3 \text{ km}^3$ ü de karaların üzerine düşer. Karaların üzerine düşen yağışların 57×10^3 ü yüzey akışı olarak okyanuslara ulaşır. Yeryüzüne düşen yağışların yarısı ekvator ve alt kuşağına, 1/3 kadarı orta

enlemlerin çevrelediği bölgeye, 1/10 u tropikal ve alt tropikal iklimlerin etkilediği kesime ve 1/20 kadarı da kutup yörelerine düşer. Karaların üzerine düşen yağış miktarı, havada bulunan nemden 7.7 kat, sadece karaların üzerinde bulunan nemden 30 kat fazladır.

Yeryüzüne düşen yıllık yağış ortalaması 86 cm dir. Bunun % 25 kadarı kanallara ulaşır, % 65 i toprak tarafından alıkonur ve geriye kalan % 10 u toprak, bitki ve binaların yüzeyinde tutulur ve buradan buharlaşır. Toprağa sıran yağışların bir bölümü toprak tanelerinin çevresi ve kapiler boşluklarda tutulur. Bu suları bitkiler kökleri ile alır ve yapraklardaki gözeneklerden buharlaşır. Bitki yapraklarından buharlaşan su miktarı yıllık yağışların % 28 i kadardır. Karada yetiştirilen bitkilerden olan buharlaşma $30 \times 10^3 \text{ km}^3$ suya eşittir. Üst toprak katmanında tutulan ve bitkiler tarafından kullanılmayan sular, kapilerite ile yüze çıkar ve buradan buharlaşır. Sonuç olarak fiziksel buharlaşma miktarı yeryüzüne düşen yağışların % 38 ine eşit olmaktadır. Toprakta tutulmayan yağışlar yeraltı sularını oluşturur.

Dünyada toplam olarak $1360 \times 10^3 \text{ km}^3$ suyun bulunduğu kabul edilmektedir. Bu suların belli başlı bulunduğu yerler ve miktarları Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Dünyadaki toplam suyun % 97.2'si okyanuslarda, geriye kalan % 2.8'i ise, kara ve havada bulunur. Okyanuslarda bulunan suyun karaların üzerine yayılması halinde yüksekliği 203.2 m olur. Dünyadaki suyun ancak % 2.6 kadarı, yani $3.5 \times 10^6 \text{ km}^3$ tatlıdır. Tatlı suların % 90 kadarı devamlı kutup buzu, buzul, derin yeraltı suyu ve havada buhar halinde bulunur. Geriye kalan suyun bir kısmı göller, toprak rutubeti, yeraltı suyu gibi yenilenemeyen kaynakları oluşturur. Dünyada her yıl yenilenerek insanlığın yararlandığı su kaynakları 40 000 km^3 olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktar, dünya da var olan suyun 1/1000 ine eşittir.

4.2. BUHARLAŞMA

Sıvı veya katı durumdaki suyun molekül halinde havaya geçmesine, buharlaşma denir. Buharlaşma miktarı, sıcaklık, hava

Çizelge 4.1. Dünyada Suyun Bulunduğu Yerler ve Miktarları

<u>Suyun Bulunduğu Yer</u>	<u>Hacim, km³</u>	<u>%</u>
Okyanus	1 321 000 000	97
Kutup buzı ve buzul	29 200 000	2.15
Deniz seviyesinde havada bulunan su miktarı	12 000	0.001
Yüzey altı suları		
Toprak nemi ile birlikte yerçekimi suyu	66 700	0.005
Sekizyüz metre derinlikteki yeraltı suyu	4 170 000	0.31
Derin katmanlarda bulunan yeraltı suyu	4 170 000	0.31
Yüzey üstü suları		
Tatlı su gölleri	125 000	0.009
Tuzlu göller ve iç denizler	104 000	0.008
Ortalama olarak kanal akışları	<u>1 250</u>	<u>0.0001</u>
TOPLAM	1 358 849 850	100.0
	(1 360 000 000)	

ile su yüzeyi arasındaki buhar basıncı farkı, rüzgar hızı hava basıncı ve suyun kalitesine göre farklılık gösterir. Katı ve sıvı durumdaki suyun buharlaşması için gerekli ısı miktarı aşağıda açıklanmıştır.

4.2.1. Buharlaşma İçin Gerekli Isı

Katı haldeki su, belli bir miktar ısı enerjisi alınca kristal yapı bozulur ve sıvı hale geçer. Sıvı suyun buhar hale geçebilmesi için moleküller arasındaki hidrojen bağının, diğer bir deyişle içsel çekim kuvvetinin ortadan kalkıp su moleküllerinin serbest hale gelmesi gerekir. Sıvı su kitlesi, ısı aldıkça moleküllerin kinetik enerjisi yani hareket hızı artar. Nihayet su yüzeyinde bulunan moleküller, içsel çekim kuvvetinden kurtularak buhar hale gelir. İçsel çekim kuvvetini ortadan

kaldırarak büyüğe ulaşan kinetik enerji, moleküllerin havaya geçişi sırasında kullanılır.

Katı haldeki suyun sıvı, sıvı haldeki suyun da buhar haline gelebilmesi için molekülleri serbest duruma getirecek düzeyde bir ısıya ihtiyaç vardır. Isının birimi kaloridir. Bir gram suyun ısısını 1 °C artırmak için gerekli olan ısı miktarına, bir kalori denir. Katı haldeki su yeter miktarda ısı alarak sıvı, sıvı haldeki suda belli bir miktarda ısı aldıktan sonra buhar haline geçtiği için, su buharının potansiyel enerjisi sıvı haldeki sudan, sıvı suyun potansiyel enerjisi de katı haldeki suya göre daha fazladır. Suyun hal değiştirmesi için, moleküllerinin gerekli enerjisine gizli ısı veya gizli enerji denir. Su moleküllerinin bünyesinde bulunan ısı, hiçbir zaman havanın sıcaklığının artmasına neden olmaz. Ancak söz konusu enerji yoğunlaşma ve donma sırasında serbest kalır ve bu ısı havaya geçer. Suyun hal değiştirmesi için gerekli olan ısı miktarları aşağıda açıklanmıştır.

1. **Gizli buharlaşma ısısı** : Birim sıvı su kitlesinin aynı sıcaklıkta buhar haline geçmesi için gerekli olan ısıya, gizli buharlaşma ısısı denir. Gizli buharlaşma ısısı, sıcaklığına bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin kaynama noktası sıcaklığında, bir gram suyun buhar hale gelebilmesi için 539.55 kalorilik ısı alması gerekir. Buna karşın 0 °C sıcaklıkta bir gram suyun, buhar hale gelebilmesi için 600 kalorilik ısıya ihtiyaç vardır. Suyun gizli buharlaşma ısısı aşağıda verilen ilişkiye göre saptanır.

$$H_v = 606.5 - 0.695 T$$

$$H_v = \text{Gizli buharlaşma ısısı (gr/cal)}$$

$$T = \text{Sıcaklık (°C)}$$

2. **Gizli erime ısısı**: Birim katı su kitlesi aynı sıcaklıkta sıvı hale gelirken ortamdaki alınan ısıya, gizli erime ısısı denir. Örneğin bir gram buz, 0 °C sıcaklıkta 79.7 cal alınca sıvı hale dönüşür. Aynı şekilde 0 °C sıcaklıkta bir gram suyun donması halinde 79.7 kalorilik ısı serbest kalır.

3. **Katı suyun gizli buharlaşma ısısı**: Birim katı su kitlesinin, aynı sıcaklıkta buhar hale gelmesi için gerekli olan ısıya, katı suyun gizli buharlaşma ısısı denir.

Katı suyun sıvı duruma dönüşmeden doğrudan buharlaşabilmesi için, gizli buharlaşma ve gizli erime ısılarının toplamı kadar bir ısı alması gerekir. Bu nedenle bir gram buzun, buhar haline geçebilmesi için 679,7 kalori gerekir. Öte yandan su buharı, sıvı hale dönüşmeden doğrudan katı su halinde yoğunlaşması halinde, 679,7 kalori serbest kalır.

4.3. YAĞIŞLAR

Havadan sıvı veya katı durumda yeryüzeyine düşen suya yağış denir. Yağışların meydana gelebilmesi için önce havadaki su buharının yoğunlaşması gerekir. Su buharının yoğunlaşması sonunda oluşan sıvı damlacıklar veya buz kristalleri çok küçük boyutlu olduğu için havanın içinde, süspansiyon durumunda kalabilir. Sıvı su damlacıklarının bu durumda kalması için, havanın en az 0.15 m/dak hızla yükselmesi yeterli olmaktadır. Sıvı su damlacıkları ile eşdeğer bir ağırlıkta olan buz kristalleri, geniş bir yüzeylerinin olması nedeniyle, daha az bir hızla yükselen havanın içinde süspansiyon durumunda kalabilir. Sıvı halde yoğunlaşmış damlacıklar yeryüzüne çökelince sis, buna karşılık havada bulut meydana gelir.

Yoğunlaşma sonunda ortaya çıkan damlacıklar çok küçük boyutludur. Yağışların meydana gelebilmesi için bu damlacıkların birleşmesi gerekir. Yağmur damlası veya kar tanesi, doymamış hava katmanından düşerken devamlı olarak buharlaşmanın etkisi altında kalır. Kuşkusuz küçük boyutlu damlacıklar, doymamış hava katmanının içinden geçerken tamamen buharlaşabilir. Bazı bulutların kendiliğinden kaybolması sözü edilen olaya bir örnek olarak gösterilebilir.

4.3.1. Yağış Şekilleri

Su buharının yoğunlaşması sonunda oluşan damlacıkların yeryüzündeki ürünlerine hidrometeor da denir. Söz konusu damlacıkların alt hava katmanında çökmesi sonunda ortaya çıkan sis, don ve kırağı hidrolojik bakımdan önemli bulunmamaktadır.

1. **Çize** : Yaklaşık olarak 0.5 mm büyüklüğünde sıvı damlacıklarından oluşan yağışa, çize denir. Çize halinde bir saat içerisinde düşen yağmur miktarı 1 mm den küçüktür.

2. **Yağmur** : Çizeden daha büyük, damlalar halinde yeryüzüne düşen sıvı suya yağmur denir. Durgun bir havada, yağmur damlasının büyüklüğü havanın direnci ile dengelenince, düşme hızı en büyük değere ulaşır. Son hız, damlanın büyüklüğü ile artar. Ancak yağmur damlasının 5-6 mm den büyük olması halinde, havanın direnci çoğalır ve bunun sonunda parçalanma olur. Havanın direncine karşı meydana gelen yağmur damlalarının yeryüzüne düştükleri andaki hızları (son hız) Çizelge 4.2 de verilmiştir.

3. **Camsı Buz** : Çize ve yağmur damlaları, yeryüzündeki soğuk cisimlere temas edince, yüzeyinde buz kristalleri oluşur. Söz konusu kristallere camsı buz denir. Camsı buz çoğunlukla havanın sıcaklığı 0 °C ye yakın olunca meydana gelir.

4. **Sulu Sepken** : Yeryüzüne doğru düşen yağmur damlaları, sıcaklığı 0 °C nin altında olan bir hava katmanından geçerken bir bölümü donar. Söz konusu durumdaki yağışa, sulu sepken denir.

5. **Kar** : Buz kristallerinden oluşan yağışlara kar denir. Kar şeklinde yağışların meydana gelebilmesi için, katı halde yoğunlaşmanın olması gerekir. Bir hava kitlesinin ciğlenme

Çizelge 4.2 Yağmur Damlalarının Yer Yüzüne Düşme Hızları

<u>Damla çapı (mm)</u>	<u>Hız (m/sn)</u>
0.5	3.56
1.0	4.46
1.5	5.80
2.0	6.01
3.0	7.01
4.0	7.84
5.0	8.12
5.5	8.12
6.0	8.03
6.5	7.94

noktasından daha fazla soğuması ve son durumdaki sıcaklık, donma noktasının altında olunca, katı halde yoğunlaşmış damlacıklar meydana gelir. Ancak -40 °C sıcaklığa kadar sıvı halde yoğunlaşan damlacıkların, katı yoğunlaşma damlacıklarından daha fazla olduğu görülmüştür. Donma noktasının altında sıvı halde bulunan suya üstün soğumuş su denir.

Buz kristalleri düzgün altıgen şekillidir ve üzerinde ince bir su zarı bulunur. Bu su zarı yardımı ile buz kristalleri birleşir ve böylece kar tanesi oluşur. Buz kristalleri çok fazla değişik şekillerde birleştiği için kar tanesinin belli bir deseni bulunmaz. Kar tanesi havanın üst katmanlarında meydana geldiği için, yeryüzündeki hava sıcaklığının sıfır dereceye yakın olduğu durumlarda bile kar yağışi görüldür. Çok soğuk bir hava az miktarda su buharı bulundurduğu için şiddetli kar yağışi olmaz. Hava nemliliği fazla olduğu sürelerde, yeter derecede bir soğuma olunca şiddetli kar yağışi olur. Alt hava katmanının sıcaklığının fazla olması halinde, kar taneleri erir ve bu durumda yarı erimiş olarak veya yağmur halinde, yeryüzüne düşer.

6. Dolu : Yoğunlukla yuvarlak ve 5 mm den daha büyük olan donmuş durumdaki danelerden oluşan yağışa dolu denir. Bulut halinde bulunan katı yoğunlaşmış damlacıklar, aşağıya ve yukarıya doğru hareket ederken eş merkezli katmanlar halinde birikerek dolu tanesi oluşur. Dolu tanesi düşey olarak düşmediği hallerde, şekli değişir ve buz parçaları halinde yeryüzüne düşer. Havanın adiyabatik yükselme hızı arttıkça dolu tanesinin büyüklüğü fazlalaşır.

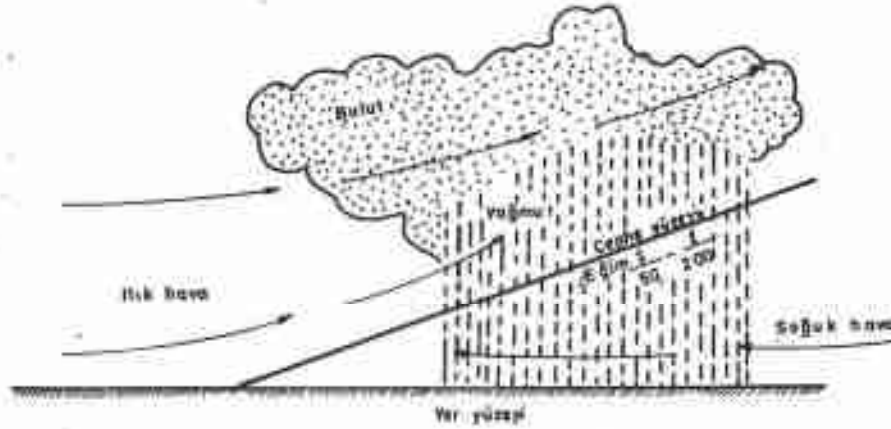
4.3.2. Yağış Tipleri

Yağışların meydana gelebilmesi için önce, hava kitlesinin çiğlenme noktasından daha fazla soğuması gerekir. Bu nedenle yağış miktarı, nemliliğin yanında hava kitlesinin soğuma hızı ile yakından ilgilidir. Hava kitlesinin soğumasına neden olan olaylara göre de yağışlar, tiplere ayrılır.

1. Alçak basınç yağışları : Yoğunluk ve sıcaklık bakımından birbirinden farklı olan ve yatay olarak hareket eden iki hava kitlesi karşılaştığında, aralarında eğik konumlu bir cephe oluşur ve ılık olan hava kitlesi üst tarafta kaldığı için içine;

su buharı geçer. Bu durumda ılık hava kitlesi eğik konumlu cephe üzerinden yükselir ve soğuma başlar (Şekil 4.2). Soğumanın sonunda alçak basınç yağışları meydana gelir. Hızlı bir soğuma meydana gelmediği için alçak basınç yağışlarının şiddeti, düşük olmaktadır ve daha çok soğuk mevsimlerde rastlanır. Öte yandan, belirli bir cephe olmaksızın düşük basınç bölgelerinde aynı şekilde su buharının yatay iletim nedeniyle yağışlar meydana gelir. Söt konusu yağışlara cephesiz yağışlar denir. Alçak basınç yağışları daha çok kış aylarında görülür.

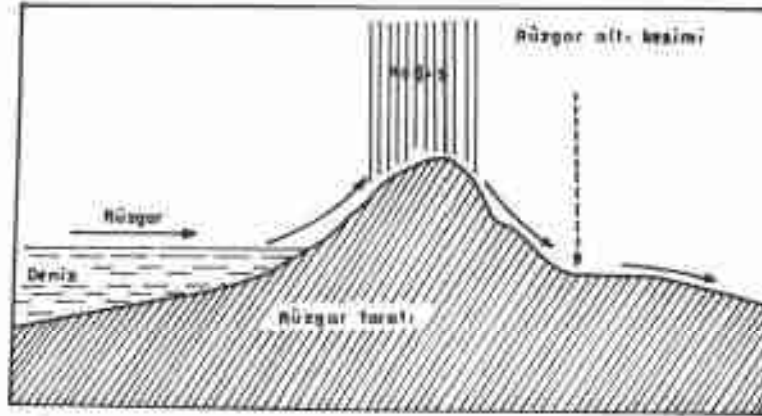
2. Konvektif yağışlar : Yeryüzünün sıcak kısımları ile temas eden hava kitlesi ısınır. Isınan hava kitlesi genişleyeceği için yoğunluğu azalır. Bu durumda çevrede bulunan daha yoğun hava, genişleyen hava yerine akmaya başlar ve genişleyen hava kitlesini yukarıya kaldırır. Hava kitlesi yükseldikçe sıcaklık azalır. Çiğlenme noktasından daha fazla bir soğumanın meydana gelmesi halinde, konvektif olarak adlandırılan yağışlar meydana gelir. Konvektif yağışların şiddeti soğuma derecesi ve havanın nem düzeyine göre farklılık gösterir.



Şekil 4.2 Alçak basınç yağışları

Hava nemliliğinin fazla olduğu yaz başlarında şiddetli konvektif yağışlar görülür ve hemen yüzey akış haline geçer. Bu nedenle konvektif yağışlar, tarımsal açıdan pek yararlı olarak benimsenmez. Genleşen hava kitlesi yükseldikçe, soğuyacağı için yoğunluğu giderek artar. Böylece söz konusu hava kitlesi yoğunluk bakımından eşdeğer bir katmana kadar yükselir. Ancak bu hava kitlesi yükselirken, yağışların meydana gelmesi halinde açığa çıkan gizli yoğunlaşma ısısı hava kitlesinin, kuramsal olarak belirtilen katmandan daha fazla yükselmesine neden olur.

3. Oroğrafik yağışlar : Nemli bir hava kitlesi yamaç boyunca yükselirken, dinamik olarak soğur. Bu hava kitlesinin sıcaklığı çiylenme noktasının altına düşünce, oroğrafik olarak adlandırılan yağışlar meydana gelir. Alt hava katmanı içinde, fazla miktarda rutubet bulunduğu için oroğrafik yağışlar şiddetli karakterde olabilir. Oroğrafik yağışlar, mevsimlere bağlı değildir ve şiddeti de soğuma hızına göre farklılık gösterir. Oroğrafik yağışlar denize paralel yüksek dağ dizilerinin bulunduğu yörelerde görülür. Hava kitlesi alçalırken ısınacağı için dağ yamaçlarının rüzgar altı tarafı az yağmur alır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Oroğrafik yağışlar

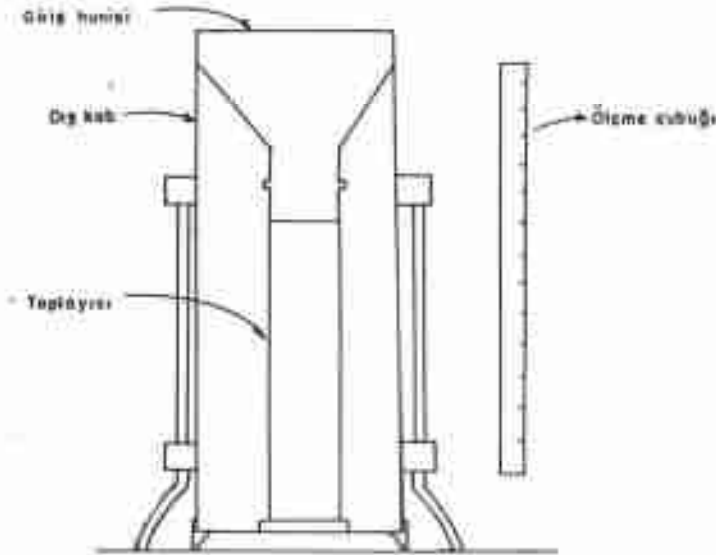
4.3.3. Yağışların Ölçülmesi

Yağışların ölçülmesinde, bu amaç için geliştirilmiş olan aletler kullanılmaktadır. Yağış miktarlarını birbirleri ile karşılaştırmak ve ölçüm hatalarının aynı düzeyde kalmasını sağlamak amacıyla standarda yağmur ölçerlerinin kullanılması zorunlu olmaktadır. Yağmur ölçeklerinde biriken su, 1 m² alan için derinlik olarak belirtilir. Genellikle 0.01 mm den az yağışlara izlenebilen yağış denir.

4.3.3.1. Yağmur Ölçekleri

Yağmurların ölçülmesinde, yazıcı (pülviograf) veya yazıcı olmayan (pülviometre) aletler kullanılır.

1. Yazıcı olmayan yağmur ölççeği : Yazıcı olmayan tipteki bir yağmur ölçeri Şekil 4.4 te gösterilmiştir. Bu ölçek giriş hunisi, toplayıcı ve dış kap olmak üzere üç kısımdan meydana gelmiştir.



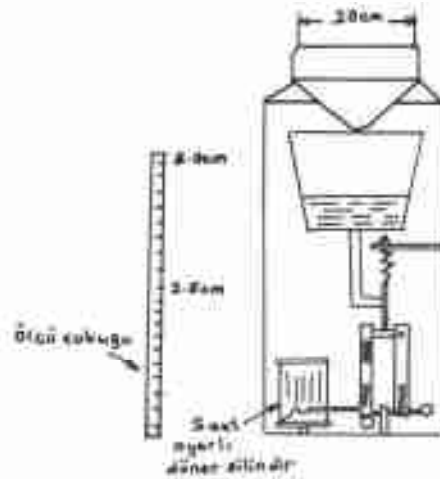
Şekil 4.4. Yazıcı olmayan bir yağmur ölçeri.

Giriş hunisi ile dış kabın kesit alanı birbirine eşit olup, çapı 20 cm dir. Dış kabın içinde 2 cm çapı bulunan dairesel kesitli bir toplayıcı bulunur. Yazıcı olanmayan yağmur ölçeğinin giriş hunisinden geçen yağmur, toplayıcı kaptaki birikir ve bölmeli bir çubukla ölçülerek su yüksekliği olarak belirtilir. Söz konusu sular, aynı şekilde ölçülerek toplayıcı kaptaki biriken su yüksekliğe eklenir.

Yazıcı olanmayan ölçeklerde biriken yağmur miktarı, ancak ölçümlerin yapıldığı zaman aralıkları için belirtilebilir. Çoğunlukla birer gün ara ile ölçmeler yapıldığı için yağmurların başlangıcı ile sona erdiği zaman belirtilmez. Erişilmesi güç olan yerlerde daha büyük kapasiteli yağmur ölçekleri kullanılır.

2. Yazıcı yağmur ölçekleri : Yağmurların toplam miktarının yanında şiddeti, hidrolojik bakımdan önemli bulunmaktadır. Yazıcı ölçekler derinlik olarak yağmur miktarlarını, zamana göre kendiliğinden kaydeder. Bu nedenle yazıcı ölçekler ile yağmurların şiddeti ve miktarı, daha doğru olarak belirtilebilir. Yağmurların ölçülmesinde aşağıda açıklandığı gibi değişik tip yazıcı ölçekler kullanılmaktadır.

Ağırlıklı yazıcı ölçekler : Ağırlıklı yazıcı ölçekler, toplayıcı kap ve yarım düzeni olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir (Şekil 4.5). Yağmur suları ölçeğin toplayıcı kısmında



Şekil 4.5. Ağırlıklı yazıcı ölçek

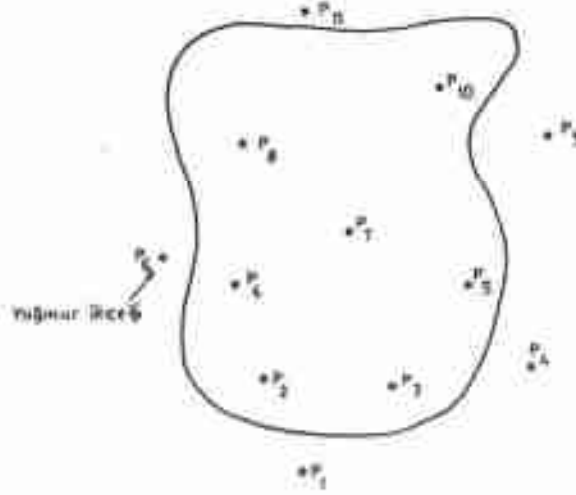
birikir. Toplayıcı kısım ağırlaştıkça, yazıcı uç hareket eder ve yağmur yüksekliği, zamana göre ayarlı olarak dönen kağıt şerit üzerinde işaretlenir. Yazıcı uç, kağıt şeridin kenarına gelmesi halinde kendiliğinden gidis yönü değiştirerek aşağıya doğru hareket etmeye başlar.

4.3.4. Alansal Yağmur Ortalaması

Yeryüzüne düşen yağmurlar, yerel bakımdan farklılık gösterdiği için havza üzerinde değişik yerlerde ölçülür. İstasyonlarda ölçülen miktar, nokta yağmuru olarak da tanımlanır. Değişik yerlerdeki istasyonlarda ölçülen yağmurlar, ayrı ayrı gözönüne alınarak yüzey akış miktarı, yağmurların yeraltı suyuна katkısı ve toprak katmanında tutulan miktarın saptanması gerçekten çok güç olmaktadır. Bu nedenle yağmurların hidrolojik bakımdan önemli olan farklılığın belirtecek şekilde, kurulan ölçek ağının, değişik istasyonlarında ölçülen miktarların alansal ortalaması kullanılmaktadır.

Alansal yağmur ortalamasının saptanmasında, herbir istasyonda ölçülen miktarın belli bir arazi alanı üzerine dönüştüğü kabul edilir. Kuşkusuz alansal yağmur ortalamasını saptayabilmek için her bir istasyonda ölçülen yağmurun, nitelendirdiği alanın bilinmesine ihtiyaç vardır. Söz konusu arazi alanı topoğrafik yapı, bitki örtüsü ve yağış fırtınasının tipine göre değiştiği için yağmur ortalamasının saptanmasında aşağıda açıklandığı gibi farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bir arazi alanına düşen ortalama yağmur miktarının saptanmasında, bölgenin dışında kalan fakat aynı karakterde olduğu gibi kabul edilen istasyonlarda ölçülen yağmur miktarları da göz önüne alınabilir.

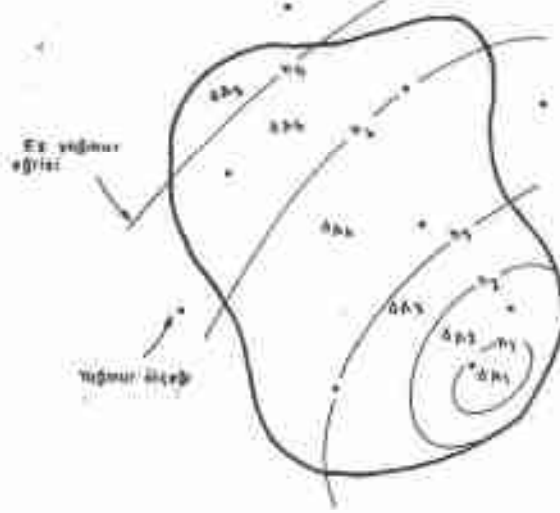
1. **Aritmetik ortalama yöntemi** : Aritmetik ortalama yöntemi düz araziler üzerindeki oldukça yeknesak olarak dağılmış bir ölçek ağında ölçülen ve aralarında önemli farklılıklar bulunmayan yağmur miktarının alansal ortalamasının saptanmasında uygulanır (Şekil 4.6). Yağmur ölçeklerinin yeknesak olarak dağılmadığı hallerde, aritmetik ortalama yöntemine göre alansal yağmur ortalamasının bulunması yanıltıcı olabilir.



Şekil 4.5 Yeknesak olarak dağılmış bir ölçek ağı.

2. Isoyetal yöntem : Isoyetal yöntem, dağlık ve engebelli arazilerde veya ölçek ağının yeknesak olmadığı durumlarda her bir ölçekte ölçülen yağmur miktarının, alansal ortalamasının bulunmasında uygulanan güvenilir bir yöntemdir. Bu amaçla alansal yağmur ortalaması bulunacak arazinin üzerindeki yerleri belirtilir. Plan üzerindeki alet yerleri birer doğru ile birleştirildikten sonra, her bir alette ölçülen yağmur miktarlarını göz önüne alarak eş yağmurları gösteren eğriler yani isoyetler çizilir (Şekil 4.7). İki isoyet arasında kalan alan, bu isoyetlerin ortalamasıyla çarpılır ve diğer alanlar için de elde edilen değerlerin toplamı, arazinin toptan alanına bölünerek yağmur ortalaması saptanır.

3. Thiessen yöntemi : Engembeli arazilerde yeknesak olarak dağılmış aletler ile ölçülen yağmurun alansal ortalaması, Thiessen yöntemine göre saptanabilir. Bu amaçla yağmur ortalaması bulunacak arazinin planı çıkarılır ve yağmur ölçeklerinin yerleri belirtilir. Birbirine en yakın ölçekler bir doğru ile birleştirilip orta dikmeleri çizilir. Şöz konusu dikmeler her bir ölçek için çevresinde, çoğunlukla çokgen şeklinde alanları sınırlar. Böylece değişik yerlerde ölçülen yağmur miktarlarının



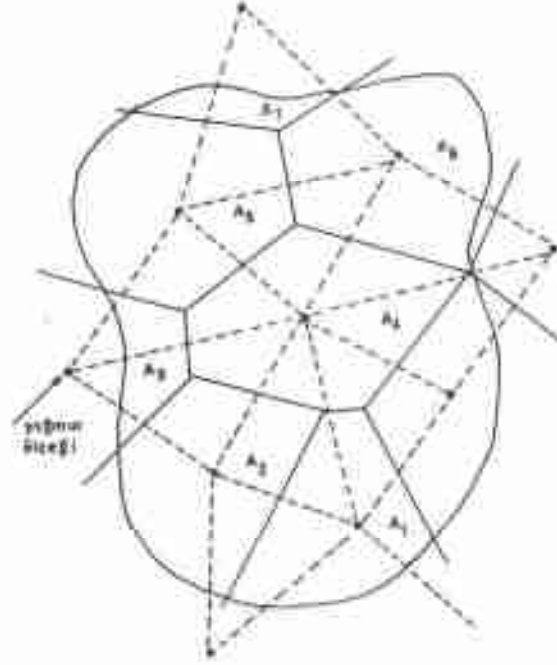
Şekil 4.7 Isoyetal yöntemle ayrılmış arazi alanları

nitelendirdiği alanlar birbirinden ayrılır. Her bir ölçekte ölçülen yağmur miktarı, bu ölçenin nitelendirdiği alan ile çarpılır ve bunların toplamı, arazinin alanına bölünerek alansal yağmur ortalaması bulunur (Şekil 4.8).

4.4. YÜZEY AKIŞLAR

Yeryüzüne düşen yağmur veya sıvı hale dönüşen kar, toprak yüzeyindeki taneler etrafında tutulur. Sız konusu taneler su tutma kapasitesine ulaştıktan sonra toprağın boşlukları arasından sızma başlar. Toprağa sızmayan yağmur veya eriyen kar, taban arazilerin yüzeyinde birikir veya eğim boyunca akarak doğal kanallara ulaşır. Kanallarda biriken suların okyanuslara boşaldığı ve böylece hidrolojik devrenin tamamlandığı kabul edilmektedir.

Yağışların toprağa sızan miktarı yeraltı su kaynaklarını beslemesine karşılık arazi üzerinde akan sular, beraberinde toprak tanelerini sürükler ve taşkın haline geldiği



Şekil 4.8 Thiessen yöntemine göre ayrılmış arazi alanları

durumda büyük zararlara neden olur. Toprak yüzeyinde biriken sular bitkilerin gelişmesini engeller. Söz konusu zararlara karşı, gerekli önlemlerin alınması ve su kaynaklarından yararlanma olanaklarının ortaya konması için, yağışların akışa geçen miktarının belirtilmesi zorunlu olmaktadır. Yağmur halindeki yağışlar, hemen akışa geçtiği ve şiddetine bağlı olarak taşkınlarla neden olduğu için, kar erimesine göre daha önemli bulunmaktadır.

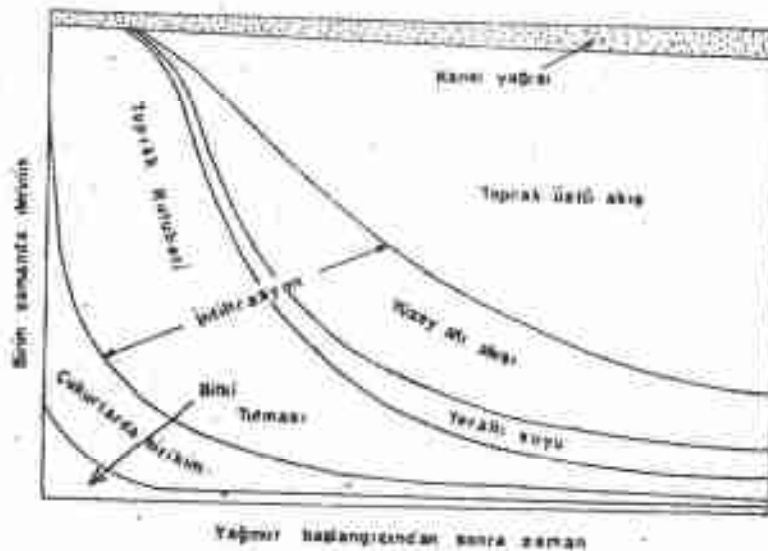
4.4.1. Akışa Geçen Yağmur Miktarı

Yağmurların bir kısmı, bitkilerin ve toprak yüzeyinde tutulduğu için yüzey yüzey akış haline geçmez. Yağmurlar ile yüzey akışlar arasındaki ilişkinin belirtilmesinde söz konusu miktarların bilinmesine ihtiyaç vardır. Yağmurların akışa geçmeyen miktarına, yüzey tutması denir. Yağmurların

başlangıcından yüzey akışların meydana gelmesine kadar, ortaya çıkan olayların sıralanışı Şekil 4.9 da gösterilmiştir.

Yüzey akışların meydana gelebilmesi için bitkilerin yüzey tutması ve toprağın infiltrasyon hızından daha fazla miktarda yağmurun meydana gelmesi gerekir. Infiltrasyon, suyun toprak yüzeyinden derine sızma hızını belirtir. Toprak yüzeyinden sızan suların bir kısmı, üst toprak katmanının eğimi boyunca hareket ederek kanallara ulaşır ve yüzeysel akışları edimi alır. Toprak içinde hareket eden suyun hızı yavaş olduğu için yüzeysel akışları, toprak üstünde hareket eden sudan daha geç kanala ulaşır. Bu nedenle toprak üstü akışları, bir süre daha devam eder.

Toprak yüzeyinden giren ve üst katman içinde eğim boyunca hareket etmeyen sular yerçekimi kuvvetinin etkisiyle sızar ve yeraltı suyuna ulaşır. Sızma hidrolik eğimin en dik olduğu yol boyunca ortaya çıkar. Kapilar kuvvet, boşluklardan suyun akışını engelleyen ve böylece alt katmanlara sızan suyun miktarında bir azalma görülür.

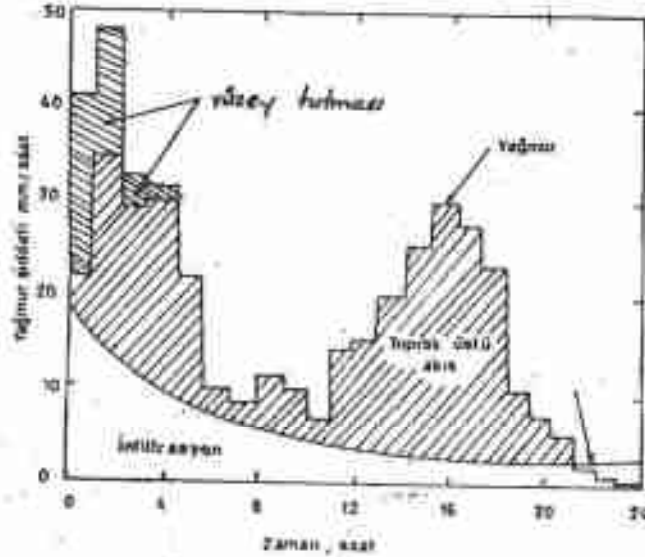


Şekil 4.9 Yüzey akışların meydana gelmesi

Toprakların infiltrasyon hızı, yapı ve bünye özelliklerine göre farklılık gösterir. Toprak yüzeyinden içeriye giren en fazla miktardaki su, infiltrasyon kapasitesi olarak belirtilir. Yağmur şiddeti toprağa sızan su miktarından daha fazla olunca, Şekil 4.10 da gösterildiği gibi toprağa sızamayan sular akış haline geçer. Yürey akışların oluşması için yağmur şiddetinin toprağın infiltrasyon hızından daha fazla olmasının yanında, kuşkusuz, bitkilerin su tutma kapasitesinden daha fazla miktarda yağmurun meydana gelmesi gerekir. Bu bakımdan yürey akışların oluşmasında, yağmur süresi de önemlidir. Yürey akış haline geçen yağmur süresine etkin süre denir.

4.4.2. Yürey Akışların Analizi

Yağmur veya kar erimesinin sonunda meydana gelen topraküstü ve yüreyaltı akış miktarlarının toplamı olan yürey akış hacmi, debi ve akış süresinin bilinmesi halinde süreklilik denkleminde yararlanılarak saptanabilir. Yürey akışlar debi ve hız



Şekil 4.10 Yürey akış haline geçen yağmur miktarı

bakımından kararlı bir rejim gösterdiği için debisinin devamlı olarak ölçülmesi gerekmektedir. Bu amaçla yarıcı veya limnigraf denen aletler kullanılır. Söz konusu aletler ile yüzey akışlarının başlangıcı ve sona erdiği zaman arasındaki debiler, sürekli olarak kaydedilir. Yüzey akış miktarlarının zamana göre değişimine yüzey akış hidrografı denir. Yüzey akış hidrografının alanı, hacmini verir. Bu alan hidrografın yükselme noktası ile geri çekilme eğrisinin son noktalarını bütünlükten doğru hidrograf arasındaki yerdir. Öte yandan ölçmelerin yapılmadığı durumlarda yüzey akış hacmi ve enbüyük debi aşağıda saptanır.

4.4.2.1. Yüzey Akış Hacminin Saptanması

Bir su toplama havzasından meydana gelen yüzey akışın hacmi aşağıda verilen ilişkiiden yararlanarak bulunabilir.

$$Q = 0.33 - 0.58 F + 0.48 T_c + 0.43 P$$

İlişkide,

Q = Yüzey akış hacmi, cm

F = Su toplama havzasının infiltrasyon kapasitesi

T_c = Konsantrasyon zamanı, saat,

P = Yağmur miktarı, cm

Su toplama havzası, yüzey sularını bir akarsu yatağına akıtan alandır. Bu alan su ayırma çizgisi ile belirtilir. Su ayırma çizgisi, yağışlarıdan meydana gelen yüzey üstü akışlarını belli bir akarsu yatağına akıtan eğimli arazinin en yüksek noktalarından geçer. Su toplama havzasında meydana gelen yüzey akışlar belli bir noktada havzadan ayrılır. Bu noktaya havzanın çıkış ağızı denir.

Su toplama havzasının her tarafından yüzey akış meydana geldiği durumda debi en büyük miktara ulaşır. Kuşkusuz yüzey akışın debisi, yağmur miktarına göre farklılık gösterir. Bu bakımdan yüzey akışın en büyük debisinin saptanmasında konsantrasyon zamanı göz önüne alınır. Su toplama havzasının hidrolik bakımdan en uzak noktasındaki suyun çıkış ağızına ulaşması için geçen zaman konsantrasyon zamanı olarak tanımlanır. Bu sürenin saptanmasında aşağıda verilen ilişkiiden yararlanılır.

$$T_c = \frac{L^{1.35}}{15H^{0.38}}$$

İlişkide;

- T_c = Konsantrasyon zamanı, saat
 L = Havzanın çıkış ağız ile en uzak noktası arasındaki uzaklık, km
 H = Havzanın çıkış ağız ile, en uzak noktasının yükseklik farkı, km

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Senson, M. A. 1968. "Uniform Flow Frequency Estimating Methods for Federal Agencies" W.R.R. Vol 4, No. 5.
Chow, V. T. 1954. "Handbook of Applied Hydrology" McGraw-Hill Book Company, New York.
Davis, S. N., Dewist, R. J. N. 1967. "Hydrogeology" John Wiley and Sons Inc, New York.
Linsley, R. K. et. al. 1949. "Applied Hydrology" McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.

5. BÖLÜM : SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Doç.Dr. Süleyman KODAL

5.1. GİRİŞ

Dünya nüfusu son yıllarda gittikçe artan bir hızla çoğalmaktadır. Halen 3 milyarı bulan dünya nüfusunun 2000 yılında 6 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu nüfusun beslenmesi için gerekli olan besin maddelerinin üretim miktarı da bilim ve teknolojiadaki gelişmeler sonucunda önemli düzeyde artış göstermiştir. Ancak, ünlü düşünür Malthus'un belirttiği gibi nüfus ve besin maddeleri arasındaki yarış her zaman nüfus kazanmaktadır. Nitekim bugün için dünya üzerindeki insanların ancak üçte biri yeterli olarak beslenebilmekte ve günde yaklaşık 40 bin kişi açlıktan yaşamını yitirmektedir.

Ülkemizde hızla artan ve 1990 yılında 56 milyona yükselen (yıllık artış hızı % 2.2) nüfusun beslenmesi, sanayinin hammadde gereksiniminin karşılanması ve dış ödeme olanaklarının arttırılması, tarım alanındaki üretim artışına bağlıdır. Tarımda kullanılan üretim kaynakları toprak, emek, sermaye (su, gübre, ilaç, tohumluk, enerji vb.) ve teknoloji faktörleridir.

Günümüzde tarım yapılan alanların, teknik yönden tarıma uygun olan 22 milyon hektar sınırı aşarak 28.1 milyon hektara ulaştığı ve artık artıracak tarım alanı kalmadığı bilinmektedir. Bu durumda birim alandan elde edilen üretimin (verimin) arttırılması gerekmektedir. Sermayenin de üretimin her dalında en önemli kısıtlayıcı etmenlerinden biri olduğu bilindiğine göre toprak ve sermaye faktörlerinin arttırılması konusu pek ümit verici görünmemektedir.

Bu nedenle ülkemizde tarımsal üretimin arttırılması konusunda önemle durmak ve optimum biçimde değerlendirmek zorunda olduğumuz üretim faktörleri su, emek ve teknolojisini üçlüsü olarak

belirmektedir. Bu üçlü etmen, sulama çalışmalarında optimum bir biçimde etkinliğini göstermektedir.

Ülkemizde coğrafik bölgelere göre yıllık yağış ortalaması İç Anadolu'da 397.5 mm, Güneydoğu Anadolu'da 546.0 mm, Doğu Anadolu'da 581.6 mm, Ege'de 663 mm, Marmara'da 681.5 mm, Karadeniz'de 745.2 mm, Akdeniz'de ise 760.3 mm dir. En çok yağış alan yöre ise Doğu Karadeniz kıyı serididir ve Rize'de yıllık yağış ortalaması 2339.8 mm dir. Bu sonuçlara göre, Doğu Karadeniz kıyı seridi dışında kalan alanlarda, bitkilerin yetiştirme dönemi içerisinde düşen toplam yağışın, bitkilerin toplam su tüketimini karşılayacak düzeyde bulunmamaktadır ve bu nedenle sulama zorunlu olmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, nemli bölgelerde bile yetiştirme dönemlerinde görülen kısa süreli bir kuraklığın, yetiştirilen ürünün cinsine bağlı olarak üretimde % 20-70 oranları arasında bir düşmeye neden olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla sulama hangi iklim kuşağında olursa olsun, ülkemizin her yöresinde tarımsal üretimde kararlılığı sağlayan ve diğer girdilerin (örneğin gübre) etkinliğini arttıran son derece önemli bir üretim etmenidir.

Tarım alanlarında sulama ile birlikte çağdaş tarım teknolojisi ve girdilerinin kullanılmasında, tarımsal üretim değerinin kuru koşullara göre önemli ölçüde arttırılması mümkündür. Yapılan araştırmalar, yörenin ekolojik koşullarına bağlı olarak tarımsal üretim değerinin 9-15 kat arttırılabileceğini göstermiştir.

Tarım işletmelerinde toprak ve su kaynaklarından en ekonomik bir biçimde yararlanılması ve bu kaynakların korunması ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar "Kültürteknik" önlemleri içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmalar içerisinde toprağın kullanılması ve korunması, sulama, küçük su işleri, dreneaj, tuzlu ve sodyumlu toprakların iyileştirilmesi ve su zararlarından (taşkından) korunma önlemleri sayılabilir. Bu bölümde su kaynaklarının geliştirilmesi konusu üzerinde durulacaktır.

Su kaynaklarının geliştirilmesi, suyun kalite ve kantite bakımından zaman ve mekan boyutlarında kontrol edilmesi ve kullanılmasında için yapılan ve etüd, planlama, projelendirme, inşaat ve işletme safhalarını içerisinde alan bir çalışma olarak

tanımlanabilir. Bu çalışma, mühendisleri olduğu kadar ekonomist, jeolog, kimyager, biyolog ve diğer tabii ve sosyal ilimler gibi farklı disiplinlerdeki elemanları ilgilendirmektedir.

Su kaynaklarının planlanması ile ilgili olarak havza planlama çalışmalarını genellikle Ziraat Mühendisleri bağlatır ve konu ile ilgili olan farklı disiplinlerdeki elemanların çalışmalarını koordine eder.

Su kaynaklarının geliştirilmesi konusunda hizmet gören teknik eleman, su kaynaklarının arz ve talebini zaman ve mekan boyutlarında kalitatif ve kantitatif olarak ayarlama yapmak zorundadır. Su kaynaklarının arz ve talebinin zaman boyutunda ayarlanması su depolama yapıları, mekan boyutunda ayarlanması ise su iletim yapıları ile gerçekleştirilebilir.

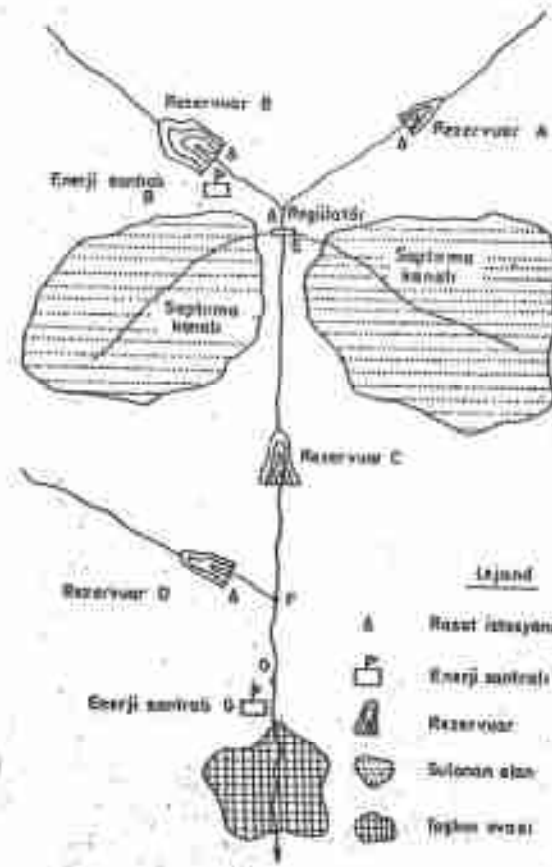
Su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmaları içerisinde giren faaliyetler Şekil 5.1 de ana konular olarak gösterilmiştir. İçme ve kullanma suyunun temini, sulama, hidroelektrik enerji üretimi, akarsu ulaşımı ve rekreasyon gibi çalışmalar, faydalı amaçlarla su kaynaklarının kullanılması çalışmaları içerisinde girmektedir. Taşkın kontrolü, arazi drenajı, köprü, menfez ve



Şekil 5.1 Su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarının ana konuları

kanalizasyon çalışmaları, su kaynaklarının kantite yönünden kontrol edilmesi için yapılan çalışmalardır. Kullanma ve sulama suyu olarak kullanılan suların kullanıcılar tarafından çeşitli nedenlerle kirletilmesi, bu suların tekrar kullanılmadan önce kalite yönünden kullanma suyu veya sulama suyu olarak uygunluğunun araştırılması gereğini ortaya çıkarmıştır.

Su kaynakları genellikle birden fazla amaçla gerçekleştirilmek için projelendirir ve inşa edilirler. Su kaynaklarından en üst düzeyde yararlanılmasında çok amaçlı kullanım büyük önem taşımaktadır. Şekil 5.2'de çok kullanımlı bir su kaynakları sistemi gösterilmiştir.



Şekil 5.2 Çok kullanımlı bir su kaynakları sistemi

5.2. SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ VE YARARLANMA DURUMU

Yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olan su, hidrolojik devre içerisinde atmosferde, yeryüzünde ve yeraltında dolaşır. Su kaynaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmalarda suyun alan ve zaman dağılımını ve bu dağılımların özelliklerini bilmek gerekir. Bu amaçla ülkemizde 1935 yılında hidrometrik ve 1937 yılında meteorolojik gözlemlere başlanmıştır.

Ülkemiz su toplama alanı olarak 36 havzaya ayrılmıştır. Bu havzaların yüzölçümü, toprak kaynakları ve yerüstü su kaynakları Çizelge 5.1 de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi ülkemizin ova arazisi 26.7 milyon ha, sulanabilir ova arazisi ise 16.2 milyon ha'dır. Yıllık yağış ortalaması 643 mm, buna karşılık gelen su potansiyeli ise 501 milyar m³ tür. Yağışlarla yeryüzüne düşen suyun % 37 si yani 186 milyar m³ su akışa geçmektedir. Bu suyun tamamını kullanmak teknik yönden mümkün değildir. Akarsuyun bir bölümünü komşu ülkelerin hak ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere bırakmak gerekmektedir. Ayrıca balık yaşamının korunması, suların kirlenmesinin önlenmesi ve nehir taşımacılığı gibi nedenlerle yeterli miktarda suyun sürekli olarak akarsu yataklarına verilmesi gerekir. Bazı havzaların topografik ve jeolojik yönden baraj yapımına izin vermemesi de gözönüne alınarak, akışa geçen suyun ancak 95 milyar m³ ünden faydalanılabileceği hesaplanmıştır. Diğer bir deyişle yerüstü su potansiyelimiz 95 milyar m³ tür.

Yeraltı suyu potansiyelini saptamak amacıyla 1956 yılında başlayan ve halen devam eden etüd çalışmalarına göre yeraltı su kaynaklarının faydalanılabilecek bölümü 12 milyar m³ tür. Bu durumda yerüstü ve yeraltı kaynakları olmak üzere toplam su potansiyelimiz 107 milyar m³ tür.

Nehir havzalarının su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi konusunda yapılan çalışmalara göre Türkiye'nin su rejimini düzeltmek için Çizelge 5.1 den de görüldüğü gibi 63 adet baraj inşası düşünülmektedir. Bu barajlarla akarsular düzenlendiği zaman 6.9 milyon ha arazinin sulanması, 664 bin ha arazinin taşkından korunması, 130 bin ha arazinin kurutulması, 8.5 milyar m³ suyun içme suyu olarak şehir ve kasabalara

Cizelge 5.1 Türkiye Yerüstü Su Kaynakları Potansiyeli (1993)

Bölge adı	no	Yüzölçümü (km ²)	Yerüstü Kaynakları (lit)		Su kalınlıkları			Mevcut (başv.) kayn. kapasite
			Öz. akıcılık	Elde edilebilir öz. akıcılık	Yillik ort. yağış (mm)	Yillik ortalama yeraltı suyu (mm/yr)	Yillik toplam su (mm/yr)	
Antalya-Büyük	1	14.310	1.081.329	1.091.060	428	2.9	1.23	31
Burdur	2	24.109	313.800	327.199	708	11.3	9.25	66
Manisa	3	22.389	325.400	396.075	712	7.0	6.43	24
Manisa	4	10.000	804.137	627.284	628	7.4	3.08	17
Manisa	5	10.000	321.472	396.613	400	3.0	3.98	12
Manisa	6	4.907	402.472	174.788	707	3.2	3.19	10
Manisa	7	24.974	832.000	843.700	664	3.3	3.03	19
Manisa	8	24.972	322.400	321.800	474	12.4	6.91	31
Manisa	9	14.577	444.300	322.194	1000	14.3	11.04	19
Manisa	10	4.374	120.025	181.808	664	3.0	6.36	4
Manisa	11	7.400	322.900	272.100	641	1.3	0.99	4
Manisa	12	24.100	1.075.100	1.475.000	620	3.4	9.99	64
Manisa	13	24.980	391.400	327.600	611	10.4	9.72	24
Manisa	14	24.344	1.116.444	104.200	697	6.1	5.80	40
Manisa	15	24.100	1.029.400	1.181.800	444	3.0	6.48	79
Manisa	16	24.980	1.702.200	2.071.900	617	3.0	4.32	24
Manisa	17	24.980	312.200	378.300	744	10.4	12.07	11
Manisa	18	24.980	444.300	314.400	428	12.3	6.34	19
Manisa	19	7.704	444.280	295.917	614	3.4	3.17	4
Manisa	20	24.980	314.400	314.400	712	10.7	7.24	19
Manisa	21	24.304	1.447.040	1.775.079	640	3.1	11.41	44
Manisa	22	24.977	314.400	312.200	1194	14.0	14.90	43
Manisa	23	24.973	327.400	43.400	648	10.1	6.30	30
Manisa	24	27.340	816.800	644.100	622	3.0	4.41	19
Manisa	25	24.400	322.000	174.400	674	3.0	3.39	7
Manisa	26	27.814	1.440.844	402.622	607	10.1	11.31	34
Manisa (toplam)	-	778.442	24.710.122	14.227.122	641	208.3	144.56	441

ilerilmesi ve 34735.5 MW toplam güçte yapılacak 495 adet hidroelektrik santral ile 122.420 milyon kWh enerji üretilmesi mümkün görülmektedir.

1993 yılı verilerine göre mevcut su kaynakları potansiyelinin her yıl 4.4 milyar m³ içme ve kullanma suyu, geri kalanı endüstriyel ve tarımsal sulama amacıyla olmak üzere toplam 25.9 milyar m³ ünden yararlanılmaktadır.

Türkiye'de 28.1 milyon ha olan tarım alanınının 25.9 milyon hektarı sulanabilir niteliktedir. Topoğrafik yapı yönünden 16.5 milyon ha, toprak özellikleri yönünden ise 13.5 milyon ha arazi sulanabilir niteliktedir. Şekil 5.3 ten görüldüğü gibi, havzaların su olanakları gözetilince alındığında teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek arazi miktarı ancak 8.5 milyon hektardır. Bu arazinin 7.9 milyon hektarı yerüstü, 0.6 milyon hektarı ise yeraltı su kaynaklarıyla sulanacaktır.

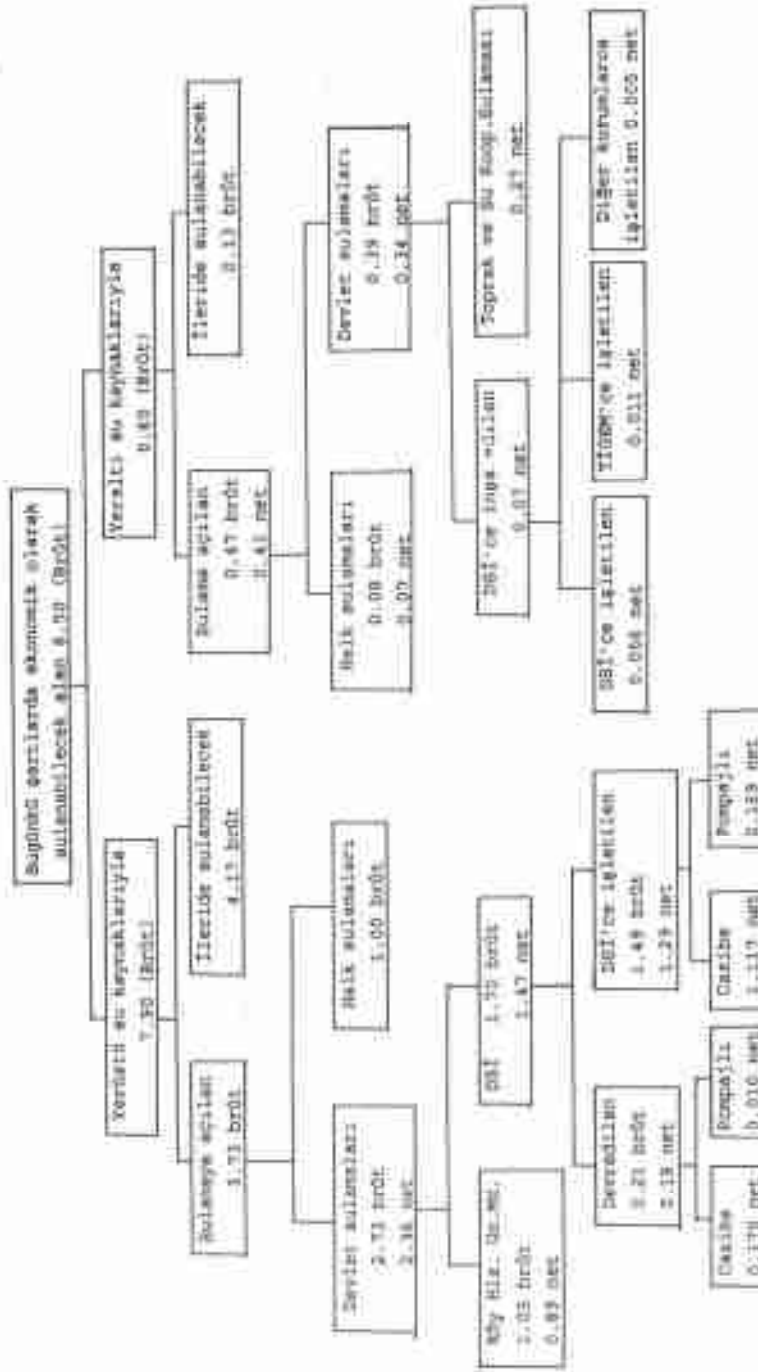
Şekil 5.3 incelendiğinde, 1993 yılı verilerine göre yerüstü ve yeraltı su kaynaklarıyla sulamaya açılan alan miktarınının 4.2 milyon ha olduğu görülmektedir. Bu alanın 1.08 milyon hektarı halk sulamaları, 1.78 milyon hektarı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü sulamaları, 1.34 milyon hektarı ise Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Toprak ve Su Kooperatifleri sulamalarıdır. Verilen değerlerden anlaşıldığına göre, ekonomik olarak sulanabilecek arazilerin yaklaşık % 51'i su beklemektedir.

Yapılan uzun dönemli plan ve programlarda 2000 yılında DSİ ve Köy Hizmetleri eliyle sulanacak alanların sırasıyla 2.6 ve 1 milyon hektara ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Planlı dönemde yılda ortalama 43 000 ha alanın sulamaya açıldığı, hatta son yıllarda bu değerler daha da azaldığı dikkate alınırca, 8.5 milyon ha arazinin sulanabilmesi için yaklaşık 100 yıl daha beklememiz gerekecektir. Su kaynaklarında istenilen gelişimin gerçekleştirilebilmesi için her yıl sulamaya açılacak alanın 100 000 ha düzeyine çıkarılması gerekmektedir. Bu konuda Güneydoğu Anadolu (GAP) projesinin en büyük aşırılığı taşıması beklenmektedir.

5.2.1. Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Konusunda Yapılan Çalışmalar

Sulamanın insanlığın ortaya çıkması ile başladığı ve ilk medeniyetlerin sulamanın yapıldığı nehirler ve sulama kanalları boyunca geliştiği bilinmektedir. Ülkemizde Van çevresinde, Bergama, Side ve Malatya'da eski medeniyetlerden kalma sulama kanalları bulunmaktadır.



Şekil 5.3 Türkiye'de toprakların sulanma durumu (Alan birimi: milyon ha)

Konya kapalı havzasının denize açılmaması ve yağışların son derece kararsız olması nedeniyle, suyun yokluğu kadar çokluğu da problem yaratmıştır. XVIII. yüzyılda bu konuda başlatılan bir çalışma başarısız kalmıştır.

1898 yılında Beyşehir gölünün rezervuar haline getirilerek sulamada kullanılması kararlaştırılmış, 53 bin hektar alanın sulamasını hedef alan bu projeye 1907 yılında başlanmış ve 1914 yılında tamamlanmıştır. Ancak, sulama suyunun kalitesinin bilinmemesi ve bilinçsiz sulama yapılması nedeniyle toprakta tuzluluk problemi ortaya çıkmış ve alan sulamaya kapatılmıştır. 1906 yılında Malatya'da Sultansuyu üzerinde yapılan bir bend ile 3 bin hektar alan sulanmıştır.

Cumhuriyet döneminden önce Konya Ovasının sulanması çalışması tamamlanmış, İstanbul şehrine su sağlayan bentler yapılmış, 1914-1918 yılları arasında çok sayıda nehir havzasının ıslahı ve sulanması planlanmış ancak I. Dünya Savaşının başlaması nedeniyle bu çalışmalar tamamlanamamıştır.

Cumhuriyet döneminde sulama ile ilgili çalışmalar bilinçli bir biçimde ele alınmış ve 1925 yılında Nafia Umum Müdürlüğüne bağlı 7 su dairesi kurulmuştur. 1929 yılında ise 12 su dairesinden oluşan "Sular Umum Müdürlüğü" kurulmuştur. Bu arada Çubuk I barajı ile Çubuk Çayı ıslahı ve Ankara Ovasının sulanması gerçekleştirilmiştir. 1937 yılında Su İşleri Reisliği kurulmuş, 1953 yılında bu kuruluş Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü adıyla yeniden düzenlenmiştir.

Bu arada 1960 yılında TOPRAKSU Genel Müdürlüğü adı altında debisi 900 lt/s'den az olan küçük sulama projelerinin uygulanması ile yükümlü bir kamu kuruluşu oluşturulmuştur. Bu kuruluş 1983 yılında yeni bir organizasyonla kurulan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü bünyesinde yer almıştır.

Ülkemizde yapılan sulamaları 3 grupta toplamak mümkündür:

- a. Devlet Su İşleri tarafından yapılan sulamalar,
- b. Köy Hizmetleri tarafından yapılan sulamalar ve
- c. Halk eliyle yapılan sulamalar.

Devlet Su İşleri tarafından yapılan sulamalar büyük su işleri ve küçük su işleri olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Küçük su işlerinin en belirgin özellikleri, kaynak koşulları

yönünden küçük bir proje alanı içinde yapılabilmesi, gerçekleşmesi için gerekli yatırımın az olması; buna karşılık tesislerin yapımından beklenen yararların kısa sürede elde edilmesidir. Büyük su projelerinin gerçekleştirilmesi ise istenen teknik güç ve yatırım bakımından uzun yıllara bağlıdır ve bu projeler özellikleri bakımından ekonomimizin temel yapılarından sayılır.

Köy Hizmetleri teşkilatı debisi 500 lt/s den küçük olan mahalli sulamalar ve tarla içi faaliyetler ile meşgul olmaktadır.

Halk eliyle yapılan sulamalar, devlet eliyle yapılan sulamalara oranda daha iptidai olduğundan gün geçtikçe yerini devlet tarafından yapılan modern sulamalara bırakmaktadır.

Ülkemizde sulama ile ilgili çalışmalar, özellikle planlı döneme geçilen 1963 yılından sonra hızlanmıştır. Örneğin 1. 2. 3. ve 4. Beş Yıllık Kalkınma Planlarında tarım kesimine ayrılan yatırımların sırasıyla % 45.3, % 54.4, % 43.1 ve % 34.4 ü toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesine ayrılmıştır.

Toprak ve su kaynaklarının akılcı bir biçimde kullanılmasının, tarımsal üretimin artırılmasında çok önemli bir etken olması nedeniyle, söz konusu kaynakların geliştirilmesi amacıyla büyük yatırımların yapılması doğaldır. Bu yatırımlardan en önemlisi, Cumhuriyet tarihimizin en büyük projesi ve tarımsal yatırımı olan Güneydoğu Anadolu (GAP) Projesidir. Devlet Su İşleri tarafından ele alınan ve 13 farklı projeden oluşan Güneydoğu Anadolu Projesi, Dicle ve Fırat nehirleri üzerinde inşa edilecek olan seri büyük barajlar ve hidroelektrik santralleri ile sulama tesislerini ve proje alanında yapılacak her çeşit alt yapı, tarımsal yapı, ulaştırma, sanayi, eğitim, sağlık ve diğer sektörlerin gelişme tesislerini ve hizmetlerini kapsayan çok yönlü entegré bir projeler demetidir.

5.3. SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Ülkemizde sulu tarımda beklenen üretim artışının henüz sağlanamadığı bir gerçektir. Bu duruma etki eden etmenler kaynakların planlanmasından başlamakta ve son kullanım alanına kadar etkilerini sürdürmektedir.

Yüksek verimli ve başarısı sürekli bir sulama tarımın gerçekleştirilmesi; iyi bir toprak etüdüne, yöresel koşullara uygun bitki deseninin seçilmesine ve proje tasdik edildikten sonra da bu bitki deseninin sürekliliğinin sağlanmasına, proje ile sulanacak alan miktarının sağlıklı bir biçimde saptanmasına sulama suyunun randımanlı bir biçimde toprağa verilmesine, bilgili bir toprak idaresine, koşullara uygun bir drenajın yapılmasına ve devamlılığının yeterince sağlanmasına, etkin bir çiftçi eğitimi çalışması ile birlikte yararlı diğer bütün kültürel önlemlerin tekniğine uygun bir biçimde ele alınmasına, düzenli bir örgütlenmeye, bunu gerçekleştirecek bir personel ve parasal olanaklara bağlıdır.

Bu kaynaklarından etkin bir biçimde yararlanılmasında karşılaşılan sorunların bir kısmı aşağıda açıklanmıştır.

a) Yöre Koşullarına Uygun Bitki Deseninin Seçilmesi ve Sürekliliğinin Sağlanması:

Proje alanlarındaki bitki deseninin seçiminde proje alanının mevcut kaynakları, çevre ekolojisine uygun bitki türleri, bu bitkilerin sulama suyu gereksinimleri, ılgücü, sermaye, hirim alandan sağlanabilecek üretim değerleri ve pazarlama olanakları gibi değişkenlerin özenle irdelenmesi gerekir. Bunun yanında, seçilen bitki deseninin çiftçi tarafından uygulanmasını sağlayacak üretim planlaması ve etkili eğitim çalışmaları gerektiği biçimde yapılmalıdır.

b) Koşullara Uygun Sulama Yönteminin Seçilmesi:

Sulama suyunun yüksek bir randımanla bitki kök bölgesindeki toprakta depolanması iyi bir sulamanın temel koşuludur. Yeni açılacak şebekeler için, ayrıntılı etüd sonuçları dikkate alınarak, karşılaşılan toprak, topoğrafya, su kaynağı ve seçilen bitki desenine en uygun sulama yöntemine (karık, tava, yağmurlama, damla) karar verilmeli ve ekonomik analiz yapılmalıdır.

c) Sulama Şebekelerinde Sistem Seçimi:

Ülkemizde sulama şebekeleri genellikle yerçekimi esasına dayalı (açık kanal, kanalet) sistemlerdir. Bunun uzantısında suyun toprağa verilmesinde salma, tava, karık gibi düşük randımanlı yöntemler uygulanmaktadır. Böylece uygulanan fazla su nedeniyle kaynak kaybı olmaktadır. Bu nedenle sistem

seçiminde toprak ve topoğrafik koşullar gözönüne alınarak basınçlı sistemlere ağırlık verilmeli, kot farkının yeterli olduğu yerlerde yüzey sulama yöntemleri yerine yağmurlama sulama yöntemi tercih edilmelidir.

d) Suyun Ekonomik Kullanımı:

Sulama projelerinde başarı, mühendislik tesisler yanında, şebeke alanındaki toprak, su ve insan ilişkilerindeki sorunların çözülmesine bağlıdır. Ancak ülkemizde bu sorunlar fazla ilgi çekmemektedir. Sulamanın ilk yıl ortaya çıkardığı geçici üretim artışının sürekliliği için çiftçi özel çaba göstermemekte veya alınması gerekli önlemler kendisine yeterli kadar öğretilmemektedir. Gereğinden fazla su uygulanması nedeniyle drenaj, toprak verimliliğinde azalma, tuzluluk ve çoraklık sorunları ortaya çıkmaktadır.

e) Devlet Şebekelerinde Sulama Oranı:

Devlet şebekelerinde sulamanın gerçekleştirilme oranı oldukça düşüktür. Pekçok sulama şebekesinde çeşitli etkenler nedeniyle sudan yararlanma oranı % 30-50 dolaylarında kalmıştır. Sulama şebekelerinde sulamanın öngörülen hedeflere ulaşamamasının nedenleri, kanal kotlarının düşük olması, şebekenin yetersizliği, kanal sızmaları, tersiyer kanal aralarının fazla geniş olması ve arazilerin dağınık ve parçalı olması nedeniyle arazi toplulaştırılmasına dayanan gereksinme başlıkları altında toplanabilir.

f) İşbirliği:

Sulama uygulamalarının geniş ve yaygın çalışma alanlarının bulunması, işbirliğine özel bir önem verilmesini gerektirmektedir. Araştırma, etüd, planlama, projelendirme, programlama, uygulama, işletme, bakım, eğitim ve pazarlama aşamalarının tümünde ortak ve tutarlı bir politikanın benimsenmesi esastır.

g) Örgütlenme ve Personel:

Bu kaynaklarının geliştirilmesi ile ilgili hizmetlerin istenilen nitelikte ve hızda yürütülebilmesi için iyi bir örgütlenmenin yapılması ve konuyu bir bütün olarak ele alarak kuruluşlar arasında gerekli uyum ve işbirliğinin sağlanması gerekir. Bu hizmetlerin yapılması ve geliştirilmesi, aynı zamanda personel etkenine sıkı sıkıya bağlıdır. Su kaynaklarının

geliştirilmesinde, etüd ve planlama aşmasından inşaat ve işletme aşamasına kadar değişik çalışmalarda çeşitli teknik elemanlara gereksinim vardır. Bu alanda özellikle Ziraat Mühendislerine büyük görevler düşmektedir.

h) Parasal Olanaklar:

Ülkemizde su kaynaklarımızın geliştirilmesinde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi de parasal olanaktır.

Bu alanda DSİ ve TOPRAKSU tarafından plansız dönem (1937-1962) içerisinde 4.1 milyar TL, I.Beş Yıllık Plan döneminde (1963-1967) 6.6 milyar TL, II.Beş Yıllık Plan Döneminde (1968-1972) 12.5 milyar TL, III.Beş Yıllık Plan döneminde ise (1973-1977) 49.8 milyar TL yatırım yapılmıştır. Bu değerler planlı dönemdeki bütçelerin % 5-15'ine karşılık gelmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Anonymous, 1981a. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, Cilt I-II. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1981b. Türkiye II. Tarım Kongresi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonymous, 1981c. Doğumunun 100. Yılında Tarım Semineri, Atatürk ve Tarım Haftası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Anonymous, 1981d. TOPRAKSU İstatistik Bülteni 1980. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1980. Tarımın Sorunları ve Tarımsal Üretim Planlaması Semineri. DSİ, Ankara.
- Anonymous, 1984. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Haritalı İstatistik Bülteni, 1983, Genel Yayın No. 991, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1968. Su Kaynaklarından Faydalanmanın ve Su Kaynakların Geliştirilmesinin Planlanması. A.Ü.Ziraat Fak. Yıllığı, 1968, Yıl 18, Fasikül 1, Ankara.
- Balaban, A. 1986. Su Kaynaklarının Planlanması. A.Ü.Ziraat Fak. Yayınları No. 972, Ankara.
- Sönmez, N., A.Balaban ve E.Benli, 1981. Kültürteknik, A.Ü.Zir.Fak. Yayınları, 761, Ankara.

Tekinel, O. 1986. Türkiye Tarımı ve Kültürteknik alışmalarının
Yeri. II. Ulusal Kültürteknik Kongresi Açılış Konuşması,
Adana.

6. BÖLÜM : SULAMADA SU KALİTESİ VE TUZLULUK

Prof. Dr. A. Zeki ERÖZEL

6.1. SULAMADA SU KALİTESİNİN ÖNEMİ

Kültürteknik önlemleri içerisinde en önemli teknik hizmetlerden birisi de "su kaynaklarının geliştirilmesi" dir. Su kaynaklarının geliştirilmesi, tarımsal üretimi artırmak amacıyla suyun kullanılması, kalite ve kantite yönünden zaman ve mekan boyutlarında kontrol edilmesi biçiminde tanımlanabilir. Bu tanımdan da görüldüğü gibi sulama sularının kalite yönünden kontrol edilmesi sulama geliştirme (developman) çalışmaları içinde önemli bir bölümü oluşturmaktadır.

Sulama projelerinde, toprak kaynaklarının sulamaya uygunluğu kadar su kaynağının da sulama için uygun olması oldukça önemli bir etmendir. Bu nedenle, sulamadan sağlanacak yarar ve sulamanın etkinliği "sulama suyu kalitesine" bağlı bulunmaktadır.

Sulamada kullanılan su, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu kaynaklardan gelen sular, üzerinden veya içinden aktıkları toprak ve kayalardan erittikleri birçok kimyasal maddeleri (tuzları) bulundurlar. Suda çözülmüş halde bulunan tuzların bir kısmı, bitki besin maddelerini veya toprağın verimli olmasına yardım eden faydalı tuzları oluştururken bir kısmı da bitki gelişmesini azaltan hatta ölümcül etki yapan tuzları oluştururlar. Çözülmüş halde bulunan bu maddelerin miktarı, cinsi ve özellikleri sulama yönünden suların kalitesini belirler. Doğada bulunan sular hiçbir zaman kimyaca saf değildir, mutlaka birçok çözülmüş kimyasal maddeyi içerirler. Toprakta bitki için yararlı olan bazı maddeler belirli bir miktardan sonra bitkiye zararlı etki yapan madde durumuna dönüşebilmektedir. Örneğin; bor, bitkilerin beslenmesinde esas elementlerden biri olmasına karşın, sulama sularında 0.5 mg/l den fazla konsantrasyonları fasulye, üzüm, seftali, portakal gibi

bitkilere zarar etkisi yaparak, gelişmelerini tamamen durdurmaktadır. Bundan dolayı sulama sularında bulunan tuzların çeşidi ve miktarı bitkisel üretim için çok önem taşımaktadır.

Sulama ve toprak yönünden gerekli önlemlerin alındığı ve dreneaj olanaklarının sağlandığı koşullarda iyi nitelikli olmayan sular toprağa ve bitkiye zarar vermeden kullanılabilir.

Su kaynaklarından alınarak, laboratuvarlarda analizi yapılan su örneklerinde, içerdiği önemli tuzlar ve bunların miktarları saptanır. Bu analizlerden elde edilen değerlerin yardımıyla su, sulamaya uygunluk bakımından sınıflandırılır. Böylece suyun yetiştirilecek bitki ve toprak üzerinde yapabileceği etki önceden belirlenerek gerekli önlemler alınır.

Ülkemiz su kaynaklarının sulamaya uygunluğunu saptamak amacıyla ilk çalışmalar 1957 yılında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından başlanmıştır. Türkiye'de yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından yararlanılarak yapılan sulamalarda kullanılan suların kalitelerinin değerlendirilmesi amacıyla TOPRAKSU kuruluşunca 1968 yılından itibaren çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca ülkemizin akarsu havzalarına göre su kaynakları envanter çalışmaları TOPRAKSU Genel Müdürlüğü ve Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğüne birlikte yapılmaktadır. Yapılan analiz sonuçlarına göre ülkemiz sulama sularının % 61.5'ini iyi kaliteli sulardan oluştuğu belirlenmiştir.

6.2. SULAMA SUYU KALİTESİNİN TAYİNİ İÇİN YAPILAN İŞLEMLER

6.2.1. Su Örneklerinin Alınması

Sulama sularının neticesiz sınıflandırılması için öncelikle su örneklerinin doğru bir şekilde alınması gerekmektedir. Laboratuvarda yapılacak analizler için yaklaşık 2 litre su yeterlidir. Örneklerin alınmasında ağız mantar veya lastik tıpalı temiz şişeler kullanılır. Su örneklerinin sörkonusu kaynağın sularını temsil edebilecek nitelikte olmasına özen gösterilmelidir. Akarsularda su örnekleri, durgun olmayan kesimlerden ve farklı zamanlarda, baraj ve göllerde ise, suyun baraj ve gölü terkettiği akış halindeki kısımlardan alınmalıdır. Kuyulardan su örneklerinin alınmasında ise, kuyudan bir süre su

akıtıldıktan sonra örnek alınmalıdır. Alınan örnekler etiketlenerek kimyasal ve biyolojik değişimi önlemek amacıyla kısa sürede laboratuvara getirilmelidir.

6.2.2. Sulama Sularında Yapılan Başlıca Analizler

Sulama suyunun kalitesini belirlemek amacıyla su örneklerinde aşağıda gösterilen başlıca analizler yapılır.

1. Anyon ve katyonların tayini
2. Elektriksel iletkenlik tayini
3. pH değerinin tayini

1. Anyon ve Katyonların tayini:

Sulama sularında bulunan önemli anyonlar; Karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (HCO_3^-), sülfat (SO_4^{2-}), klor (Cl^-) ve nitrat (NO_3^-) dir.

Suda bulunan başlıca anyonlardan sülfat ve nitrat bitkilerin gelişmesinde mutlak gerekli olan besin maddeleridir. Ancak yüksek miktarda (konsantrasyonda) bulunan sülfat, kalsiyum katyonunun çökmesine neden olarak bitkilere zehirli (toksik) etki yapabilir. Fazla miktardaki nitrat ise toprak geçirgenliğini azaltır. Sulama sularında bulunan klor en sorunlu anyonlar arasındadır. Bazı bitkilere orta konsantrasyonda toksik etki yapmasına karşın (örneğin; limon, yonca, patates) bazı bitkilerde yüksek konsantrasyonda toksik etki yapmaktadır (örneğin şeker pancarında). Sulama sularının bikarbonat iyonlarının yüksek miktarlarda bulunması sodyum zararını artırır. Karbonat anyonu sularda daha çok sodyum karbonat şeklinde bulunur. Sodyum karbonat, toprağı sertleştirir ve toprak geçirgenliğini azaltır.

Sulama sularında bulunan önemli katyonlar; kalsiyum (Ca^{++}), magnezyum (Mg^{++}), sodyum (Na^+) ve potasyum (K^+) dur. Bunların dışında eseri miktarlarda bor, silis, flor, kükürt, fosfor ve demir gibi minör elementlere de rastlanmaktadır. Kalsiyum, magnezyum ve potasyum biriki gelişmesinde temel besin maddelerini oluştururlar. Sulama sularındaki kalsiyum ve magnezyum katyonları toprağı daha geçirgen ve daha iyi işlenebilir biçimde tutarlar. Esasen sularda sertliği oluşturan kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır. Sert su toprağı yumuşak,

yumuşak su ise toprağı sert yaptığından, sulamada sert sular, yumuşak sulara nazaran tercih edilmektedir. Sodyum yalnız bitkilere değil, toprağı da olumsuz etkide bulunduğundan, sularda arzu edilmeyen bir katyondur. Sodyum toprağın gözeneklerini tıkar, toprağın havalanmasına ve toprağı su girişini azaltarak bitki köklerinin gelişimi için uygun olmayan bir ortam yaratır.

Sulama sularında anyon ve katyonların bir kısmı farklı kimyasal maddeler ve indikatörler kullanılarak titrasyon yöntemi ile bir kısmı bu konuda geliştirilmiş aletlerle analiz edilmektedir. Anyon ve katyonların analiz sonuçlarının belirtilmesinde genellikle me/l, ppm ve mg/l birimleri kullanılır.

3. Elektriksel iletkenlik tayini:

Elektriksel iletkenlik (kondüktivite), su içerisinde erimiş halde bulunan tuzların miktarını belirleyen bir değerdir. Suyun içinde erimiş durumda bulunan tuz miktarı arttıkça suyun elektrik akımını iletmesi de artar. Suyun bu özelliğinden yararlanılarak elektriksel iletkenlik ölçer (kondüktivitemetre) aleti ile suların elektriksel iletkenlik değerleri bulunur. Elektriksel iletkenlik değeri sulama suyunun 25 °C de standart bir birim olan micromhos/cm veya (EC x 10⁶) olarak ifade edilmektedir.

Anyon ve katyonların ifade birimleri ile elektriksel iletkenlik birimleri aşağıdaki eşitliklerle birbirine çevrilebilir;

- 1) me/l = (EC x 10⁶) / 100
- 2) ppm = (EC x 10⁶) x 0.64
- 3) ppm = me/l x 64

3. pH değerinin tayini:

Sulama sularında asit, nötr veya bazik durumlarını saptamak amacıyla pH değerleri tayin edilir. Su içindeki erimiş tuzların hidrojen (H⁺) iyonları konsantrasyonu, hidroksil (OH⁻) iyonlarından daha fazla ise çözelti asit, eğer ters durum mevcut ise bazik, birbirine eşit ise nötr'dür. Hidrojen ve hidroksil iyonları arasındaki ilişki hidrojen iyonu konsantrasyonunu belirten pH terimi ile gösterilir. pH yediden küçükse çözelti

asit, yediden büyük ise bazik, yedi ise nötr'dür. Sulama sularında pH değerinin 6.5-8.0 arasında olması istenir. Laboratuvarda veya araziye pH değeri pH-metre aletleri ile direkt ölçülebilmektedir.

6.2.3. Sulama Suyu Kalitesinin Sınıflandırılmasında Kullanılan Kriterler

Sulama suyu kalitesinin bulunmasında kullanılan en önemli kriterler şunlardır:

1. Suda eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu:

Sulama sularında toplam tuz miktarı elektriksel iletkenlik ($EC \times 10^6$) micromhos/cm olarak belirtilmektedir. Genellikle elektriksel iletkenliğe göre yapılan sınıflamada elektriksel iletkenlik değeri 0-250 micromhos/cm olan sular en kaliteli sulardır. Elektriksel iletkenliği 2250 micromhos/cm ye kadar olan sular, ârenaj sorunu olmayan alanlarda geniş çapta kullanılmaktadır. Ancak bu değerden fazla olursa, tuzluluk sorunu ortaya çıkaracaktır. Bu topraklarda yalnız tuzla dayanımları fazla olan bitkiler yetiştirilebilir.

2. Sodyum kationunun eriyikte bulunan diğer kationlara oranı:

Sodyum iyonunun önceden açıklanan zararlı ve istenmeyen etkisinin oluşmaması için, sodyum zararının bir ölçüde olarak başlangıçta "sodyum yüzdesi" değeri kullanılmıştır. Bu değer;

$$ENa = \left(\frac{Na^+}{\sum \text{kation}} \right) \times 100$$

şeklinde hesaplanır ve genellikle 50 veya 60 dan yüksek olması istenmez.

Sodyum zararlılığının saptanmasında en çok kullanılan bir diğer kriter, "sodyum adsorpsiyon oranı" (SAR) dir. SAR değeri aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

Eşitliklerde katıyon miktarları me/l birimi ile ifade edilmektedir. Sodyum adsorpsiyon oranı 0-10 olan sularda sodyum zararı düşük, 10-18 arasında orta, 18-26 arasında yüksek ve 26 dan fazla ise çok yüksektir.

3. Bor yada öteki toksik iyonların konsantrasyonu:

Bor, doğal suların çoğunda borik asit ve boraks bileşiklerinde bulunan bir elementtir. Bitki gelişmesi için gerekli elementlerden biri olmasına karşın bitkilerin dayanabileceği konsantrasyon aşıldığında bitkilere toksik etki yapmaktadır. Bu konsantrasyon miktarı bitkiden bitkiye farklılık göstermektedir. Çoğunlukla 0,03 - 0,04 ppm değerlerinde normal gelişme gösteren bitkiler 1 ppm konsantrasyonunda zarar görürler. Bu nedenle bazı sulama sularında bor elementi kalite tayininde bir kriter olarak gözönüne alınmıştır. Sulama suları bor içeriğine (ppm) göre duyarlı (0.33-1.25 ppm), yarı dayanıklı (0.67-2.50 ppm) ve dayanıklı (1.00-3.75 ppm) bitkilere göre sınıflara ayrılmıştır. Bazı bitkilerin Bora dayanım ölçüleri Çizelge 6.1 de verilmiştir.

4. Kalsiyum ve magnezyuma ilişkin bikarbonat konsantrasyonu:

Bikarbonat iyonu sulama suyunda yüksek miktarlarda ise kalsiyum ve magnezyum karbonat şeklinde çökelmeye başlar ve sodyumun miktarı artar. Bikarbonat iyonuna bitkiler farklı düzeylerde dayanım gösterirler. Bazen önemli zarar doğuracak kadar toksik etki yaparlar. Sularda, sınıflandırmaya esas olarak "kalıcı sodyum karbonat" miktarı gözönüne alınmaktadır. Kalıcı sodyum karbonat aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$\text{Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)} = (CO_3^{--} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

Kalıcı sodyum karbonata göre sınıflandırmada, 2.5 me/l den fazla kalıcı sodyum karbonat içeren sular sulama için uygun değildir. RSC'si 1.25 me/l den az olan sular güvenle

Çizelge 6.1 Bazı bitkilerin bor'a dayanıklılığı

Dayanıklı	Yarı dayanıklı	Duyarlı
Fuğkonmaz	Ayçiceği	Ceviz
Şekerpancarı	Patates	Enginar
Yonca	Pamuk	Erik
Bakla	Domates	Armut
Soğan	Bereleye	Elma
Lahana	Zeytin	Üzüm
Marul	Buğday	İncir
Havuç	Mısır	Kiraz
	Biber	Kayısı
		Portakal

kullanılabilir. RSC = 1.25 - 2.50 me/l arasında olan sularda iyi bir toprak düzenlemesine gereksinim vardır.

6.2.4. Sulama Suyu Sınıflandırma Sistemleri

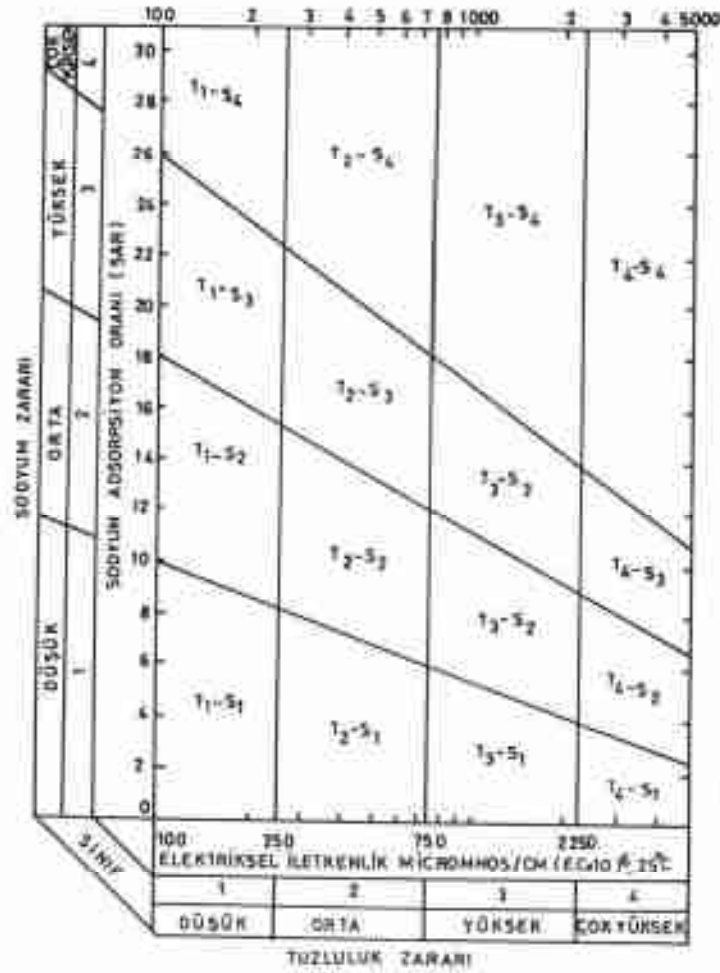
Sulama sularının sınıflandırılmasında, suyun toprak tekstürü, toprağın su alma hızı, drenaj, sulamada kullanılan su miktarı, iklim ve bitkinin tuz dayanımı bakımından normal koşullarda kullanıldığı varsayılır. Sınıflandırmada pekçok sistem geliştirilmiştir. Bunlardan önemli olanları şunlardır.

1. Birleşik Amerika Tuzluluk Laboratuvarı grafik sistemi
2. Scofield sistemi
3. Wilcox ve Magistad sistemi
4. Wilcox sistemi
5. Efektif ve potansiyel tuzluluk sistemi

Bu sistemler içerisinde, ülkemizde bu konuyla uğraşan kuruluşlarda en çok "Birleşik Amerika Tuzluluk Laboratuvarı Grafik Sistemi" kullanılmaktadır.

Bu sistemde toplam tuz konsantrasyonu microhmoh/cm değeri olarak tuz zararını ve sodyum adsorpsiyon oranı sodyum zararını gözönüne alarak 16 farklı sınıf oluşturulmuştur.

Bu grafik sisteminde apsiiste, sulama sularının elektriksel iletkenlik ($EC \times 10^6$) değeri tuzluluk zararı indeksi olarak (T_1, T_2, T_3, T_4) ve ordinatta sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) sodyum zararı indeksi olarak (S_1, S_2, S_3, S_4) gösterilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Sulama sularının sınıflandırılmasında kullanılan B.A. tuzluluk laboratuvarı grafiği

Şekil 6.1 den de görüleceği gibi Birleşik Amerika Tuzluluk Laboratuvarı grafik sisteminde tuzluluk zararı dört sınıfta toplanmıştır. Bunlar;

1. Az tuzlu sular (T_1): Her toprakta pek çok bitkinin sulanmasında güvenle kullanılabilir.
2. Orta tuzlu sular (T_2): Tuzsuz orta derecede dayanım gösteren bitkilerin sulanmasında kullanılır.
3. Yüksek tuzlu sular (T_3): Drenaj sorunu olmayan alanlarda tuzsuz dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilir.
4. Çok yüksek tuzlu sular (T_4): Sulamada kullanılması önerilmez. Eğer kullanılmasında sorunluluk varsa, toprak geçirgenliği yüksek olmalı, yeterli drenaj sağlanmalı ve yıkama da sağlamak için bol sulama suyu verilmelidir.

Bu sınıflandırma sisteminde sodyumluluk zararı dört sınıfta toplanmıştır. Bunlar;

1. Az sodyumlu sular (S_1): Genellikle tüm topraklarda sulama suyu olarak kullanılabilir.
2. Orta sodyumlu sular (S_2): Uygun olmayan yıkama koşullarında jips bulunmayan topraklarda sodyum zararını artırır. Bu nedenle bu sular, kaba tekstürlü, geçirgenliği yüksek organik topraklarda kullanılabilir.
3. Yüksek sodyumlu sular (S_3): İyi drenaj olanağına sahip, fazla yıkama suyu uygulanan topraklarda kullanılabilir. Ancak sodyum düzeyi sürekli denetim altında tutulmalıdır.
4. Çok yüksek sodyumlu sular (S_4): Genellikle sulamaya elverişli değildir. Ancak jips gibi ıslah maddelerinin kullanıldığı topraklarda sulama için uygun olabilir.

6.3. SULAMA SULARINDA TUZ YÜKÜ VE TUZ DENGESİ

Sulama suları kaynaklarında mutlaka tuz bulundurulur. Sularda belirli sürelerde su kaynaklarının taşıdığı tuz miktarı "Tuz yükü" terimi ile ifade edilmektedir.

Tuz yükü, bir su kaynağının belirli bir süre içinde taşıdığı erimiş katı madde (tuz) miktarı olarak tanımlanır. Bir yıldaki tuz yükü, su kaynağının yıllık hacmi ile kaynağın yılda taşıdığı tuz miktarının çarpımı sonucunda bulunan değerdir. Kg/yıl veya ton/yıl birimleri ile ifade edilir.

Bir tarımsal alana sulama suyu ile getirilen erimiş tuz miktarı ve bu araziden drenej suyu ile dışarı atılan erimiş tuz miktarı arasındaki ilişki "Tuz dengesi" olarak tanımlanır. Araziye giren tuz miktarı araziden çıkan tuz miktarından az ise tuz dengesi iyidir. Aksi, tarımda istenmeyen bir durum olup, böyle topraklarda tuz birikimi meydana gelmektedir.

Ülkemizin çoğunlukla kurak ve yarı-kurak iklim kuşağında yer alması tuzlu ve sodyumlu toprakların oluşumunu arttırmıştır. Sulama projelerinin uygulamaya başlamasından sonra, sulama suyunun denetimsiz bir biçimde araziye verilmesi, drenajın yetersiz olması ve su iletim sistemlerinde sızma kayıplarının fazla oluşu, önceden verimli olan alanlarda tuzluluk ve sodyumluluk sorunlarına doğurmuştur. Ülkemizde bu gibi topraklarla kaplı alanlar "Çorak" olarak adlandırılmaktadır.

Ülkemizde yapılan etödlere göre yaklaşık 13.5 milyon hektar olan sulanabilir özellikteki alanların yaklaşık 1.5 milyon hektarı (% 12) tuzlu ve sodyumlu topraklarla kaplı alanları oluşturmaktadır. İllere göre yapılan değerlendirmede en fazla tuzlu ve sodyumlu toprak bulunduran ilimiz Konya'dır. Bunun Niğde ve Adana illeri takip etmektedir. Tuzlu ve sodyumlu toprakların az olduğu illerimiz daha çok Güney-Doğu Anadolu, Doğu Karadeniz ve Trakya bölgesinde yer almaktadır.

6.4. TUZLU VE SODYUMLU TOPRAKLAR

6.4.1. Tuzlu topraklar

Kurak ve yarı-kurak iklim koşullarına sahip bölgelerde topraktaki tuzluluğun kontrolü drenej sistemleri ile sağlanmaktadır. Böyle yörelerde yağış miktarı toprakta bulunan tuzların yıkanmasına yeterli değildir. Yeterli olmayan drenej koşullarında yüze yakın olan yeraltı suyu ve toprak geçirgenliğinin düşük olması toprakların tuzlaşmasını arttırır. Ayrıca buralarda bitkilerden olan terleme ve toprak yüzeyinde oluşan buharlaşma yüksek olduğundan toprak nemindeki tuz içeriğinin artmasına neden olmaktadır. Nemli iklim koşullarında ise eriyebilir tuzlar yağışlarla toprak içerisinden sızarak

yeraltı sularına karışır ve araziden usaklaşır. Bu nedenle böyle yörelerde tuzluluk sorununa daha az rastlanmaktadır.

Tarımsal alanlarda bitkilerin gelişmesini önleyecek kadar eriyebilir tuz bulunduran topraklar "Tuzlu topraklar" olarak tanımlanır. Bu topraklar toprak yüzeylerinde beyaz tuz lekelerinin bulunması, bitki örtüsünün seyrekleşmesi ve sayılması ile kolaylıkla tanınabilir. Tuzlu topraklarda elektriksel iletkenlik değeri 4 mmhos/cm den fazla değişebilir sodyum yüzdesi 15 den küçüktür. Bu topraklarda eriyebilir katı maddelerin fazlalığı ozmotik basıncı artırır. Bu durum bitki kökleri tarafından suyun alınmasını engeller. Yüksek ozmotik basınçtan dolayı toprakta su bulunsa bile bitki bu sudan yararlanamaz, bu kuraklığa "Fizyolojik kuraklık" denir.

Toprak eriyiğindeki tuzluluk düzeylerine göre bitkiler farklı ölçüde dayanıklılık gösterirler. Bazı kültür bitkilerinin tuzla dayanımları Çizelge 6.2 de gösterilmiştir.

6.4.2. Sodyumlu topraklar

Toprak eriyiğinde bulunan sodyum iyonlarının toprak daneleri yüzeyinde fazla miktarda adsorbe edilmesi ile sodyumlu

Çizelge 6.2 Bazı kültür bitkilerinin tuzla dayanım ölçüleri

Bitkilerin Tuzla Dayanımları		
Yüksek	Orta	Düşük
Şekerpancarı	Domates	Turp
Ispanak	Biber	Pasulye
Pamuk	Potates	Sims
Arpa	Soğan	Armut
Hurma	Buğday	Kayısı
	Ayçiçeği	Seftali
	Pirinç	Çilek
		Erik

topraklar oluşmaktadır. Kurak iklim koşullarında, toprak eriyiklerinde bulunan kalsiyum ve magnezyum topraktaki suyun kaybolmasıyla daha konsantre duruma dönüşerek çökler. Bu olay sonunda sodyum miktarı diğer katyonlara göre fazlalaşır ve sodyumlu topraklar oluşur.

Sodyumlu topraklarda toprak eriyiğindeki elektriksel iletkenlik değeri 4 mhos/cm den az ve değişebilir sodyum yüzdesi ise 15 den fazladır. Sodyumlu topraklarda bulunan sodyum, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkili olmaktadır. Sodyumluluk arttıkça geçirgenlik azalır ve toprak geç tava gelir.

Tuzlu ve sodyumlu topraklardan başka "Tuzlu-sodyumlu" ve "Bor'lu topraklar" da arazi ıslahında önemli yer tutarlar. Tuzlu-sodyumlu topraklar hem tuzlulaşma hem de sodyumlaşma olaylarının birlikte oluşması sonucunda meydana gelirler. Bor'lu topraklar ise, sularda ve toprakta bulunan fazla bor elementinden ileri gelmektedir. Bor'lu toprakta yetişen bitkilerin gelişmeleri yavaşlar, bitkilerin yaprak damarlarında ve yaprak kenarlarında kuruma ve yanmalar meydana gelir.

6.4.3. Tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı

Tuzlu, sodyumlu, tuzlu-sodyumlu ve bor'lu topraklar ıslah edilerek tekrar verimli topraklar haline getirilebilir. Bu amaçla geliştirilmiş olan başlıca ıslah işlemleri şunlardır.

1. Yıkama

Yıkama işlemi ile toprak içerisinde fazla bulunan eriyebilir tuzlar ve bor arasından uzaklaştırılır. Bunun için tuzlu veya bor'lu toprakların yüzeyleri soddelerle çevrilir ve burada kalitesi iyi sulama suyu göllenirilir. Toprak yüzeyinde göllenen su zamanla toprak içerisine sızar ve buradaki eriyebilir tuzları ve bor elementini bitkilerin kök bölgesi derinliğindeki toprak katmanından uzaklaştırır. Tuzluluk sorununun tamamen ortadan kalkması için gerekli yıkama suyu miktarları, topraktaki tuz miktarı, toprak özellikleri ve bitki kök bölgesi derinliğine göre hesaplanarak uygulanır. Yıkama işleminde mutlaka topraktan sızan tuzlu suları arasından uzaklaştıracak yeterli drenaj tesisine gereksinim vardır.

2. Toprağa kimyasal ıslah maddelerinin uygulanması

Sodyumlu topraklar ile tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahı topraktaki değişebilir sodyumun yerine geçecek bir kimyasal maddenin toprağa verilmesi ile gerçekleştirilebilir. Kimyasal ıslah maddelerinde gerekli olan temel element kalsiyumdur. Bu element toprakta tutulan kalsiyumun yerine geçerek sodyumu ortamdan uzaklaştırır. Kalsiyum bitkilere yararlı element olduğundan ıslah işlemi sağlanmış olur.

Başlıca kimyasal ıslah maddeleri, eriyebilir kalsiyum tuzları, asitler ve asit oluşturanlar ile eriyebilirlikleri düşük kalsiyum tuzlarıdır. Bu maddeler içinde en çok kullanılan ülkemizde de doğal yataklarının bol olduğu jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) maddesidir. Jips maddesi öğütüldükten sonra tarla yüzeyine serilir ve bir pulluk vasıtasıyla toprak içerisine iyice karıştırılır. Daha sonra tarlaya sulama suyu veya yıkama suyu uygulanır.

Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için, toprağın aralıklı olarak ıslanma ve kurumaya terk edilmesi, toprağın donma ve çözülmelere maruz bırakılması, bitki yetiştirmek suretiyle bitki kök faaliyetlerinin arttırılması işlemleri yapılmalıdır.

Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi için yapılan sulama projelerinin başarısı ve etkinliğinin uzun süreli olması toprak tuzluluğunun ve sodyum durumunun kontrol edilmesine bağlı bulunmaktadır. Bu durum ise sulama suyu kalitesi ile yakından ilgilidir. Sulamada kullanılan suyun niteliği bilinirse, toprakta ortaya çıkabilecek sorunlar azalacak veya çözümlenmek daha kolaylaşacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Salinity Lab. Staff, Editor; L.A. Richards; U.S.D.A. Agr. Handbook No. 60 Wash. D.C.
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 479. Ankara.
- Becer, A.T., 1984. Türkiye Büyük Anlaşın Havzalarının Su Kaliteleri Merkez TOPRAKSU Araş. Bul. Mü. Yayınları No. 100. Ankara.

- Erözal, A.E. ve Açar, A., 1992. Sulamada Tuzlu Suların Kullanım Olanakları. A.Ö.Zir.Fak. Yayınları No. 1255, Ankara.
- Güngör, Y. ve Erözal, A.E., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı, A.Ö.Zir.Fak. Yayınları, No. 1341, Ankara.
- Schlichting, E. ve E.P. Blume 1966. Bodenkundliches Praktikum Verlag Paul Parey, Hamburg.

7. BÖLÜM : SULAMA TEKNOLOJİLERİ

Doç.Dr. Osman YILDIRIM

7.1. SULAMANIN TANIMI VE ÖNEMİ

Bitkiler normal gelişmelerini sürdürebilmeleri için, kökleri aracılığıyla topraktan devamlı olarak su alırlar. Alınan suyun büyük bir bölümü yapraklardan terleme yoluyla atmosfere verilir, bir bölümü bitki dokularında su olarak kalır ve bir bölümü de parçalanarak bitkide çeşitli bileşiklerin yapımında kullanılır. Bitki dokularında kalan ve bileşiklerin yapımında kullanılan su miktarı, terleme yoluyla atmosfere verilen su miktarı yanında gösümüne alınmayacak kadar azdır. Bitki köklerinden üst organlara taşınan suyun temel işlevlerinden biri, suda erimiş halde bulunan besin maddelerinin bitkide kullanıldıkları yere iletilmesini sağlamaktır.

Toprakta bitki kök bölgesinde yeterli düzeyde nemin bulunup bulunmaması, bitki gelişmesini diğer etmenlere göre daha fazla etkilemektedir. Kök bölgesinde gereğinden az nem bulunursa, hücrelerin bölünmesi, çoğalması ve bazı yaşamsal olaylar olumsuz yönde etkilenmekte, terleme miktarını karşılayacak düzeyde su alınmaması durumunda bitki ölmektedir. Kök bölgesinde gereğinden fazla suyun bulunması da gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu koşulda, topraktaki besin maddelerini bitkilerin alabileceği şekilde parçalayan mikroorganizmaların faaliyetleri azalmakta, bitki köklerinin solunumu ve gelişmesi yavaşlamakta, ayrıca besin maddelerinin alımını engelleyen ve zehir etkisi gösteren maddeler oluşmaktadır. Başka bir deyişle topraktaki hava-nem dengesinin bozulması, bitki gelişmesini engellemektedir.

Bitkiler, kök bölgesinde belirli sınırlar içerisindeki su miktarından yararlanabilirler. Toprak serreleri tarafından yerçekimine karşı tutulabilen maksimum su miktarına tarla kapasitesi adı verilmektedir. Tarla kapasitesinden fazla su

toprağa girdiğinde, serbest drenaj koşullarında fazla olan bu miktar yerçekiminin etkisi ile kök bölgesinin altına sızdığından bitki bu sudan yararlanamamaktadır. Bunun yanında, topraktaki nem azalarak öyle bir düzeye düşmektedir ki, bitkinin kökleri aracılığıyla suyu almak için uyguladığı basınç, suyun toprak zerreleri tarafından tutulma gücünü yenemekte ve bitki su alamayarak solmaktadır. Bu noktadaki toprak nemine ise **solma noktası** adı verilmektedir. Özetle, bitkiler genel olarak tarla kapasitesi ile solma noktası arasındaki sudan yararlanabilmektedir.

Bitkilerin yararlanacakları şekilde kök bölgesinde depolanan suyun ilk kaynağı doğal yağışlardır. Nemli bölgelerde, bitki büyüme mevsiminde düşen yağışlar çokluk bitki için gerekli su miktarının kök bölgesinde depolanmasını sağlamaktadır. Ancak, kurak ve yarı kurak bölgelerde, özellikle bitki büyüme mevsiminde düşen yağışlar, bitkinin normal gelişmesini sağlayacak kadar suyu karşılayamamakta, hatta bazı bitkiler hiç yetiştirilememektedir. Bu koşulda eksik olan su miktarı sulama yoluyla kök bölgesine verilmektedir. İşte sulama, bitkinin normal gelişmesini sürdürebilmesi için gerekli olan ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun toprağa verilmesi biçiminde tanımlanmaktadır.

Sulama yapılamayan alanlarda birçok bitkinin yetiştirilememesi, kuru koşullarda tarımı yapılabilen bitkilerden sulananlara oranla oldukça düşük düzeyde ürün alınması sulamanın önemini vurgulayan konulardır. Bugün sulamsız, modern tarımın ayrılmaz bir parçası ve en önemli unsuru gözüyle bakılmaktadır.

Belirli bir bitki için gerekli sulama suyu miktarının saptanmasında, bitki yapraklarından olan terleme miktarı yanında, toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarının da bilinmesi gerekir. Bu iki yolla atmosfere karışan su miktarına **bitki su tüketimi** adı verilmektedir. Başka bir deyişle bitki su tüketimi, bitki yapraklarındaki terleme ile toprak yüzeyindeki buharlaşmanın toplamıdır. Bitkinin tükettiği su miktarından, bitkiye yararlı olan yağış miktarı çıkarıldığında gerekli sulama suyu miktarı elde edilmektedir.

Kuru tarım alanlarının sulamaya açılmasında önce iklim, bitki ve toprak faktörleri ile ekonomik faktörler gözönüne

alınarak sulama yöntemi seçilmekte, daha sonra sulama yönteminin gerektirdiği sulama sistemi planlanarak kurulmakta ve işletilmektedir. Sulama yöntemi deyimi suyun toprağa verilme biçimini, sulama sistemi deyimi ise suyun kaynaktan alınması, sulama alanına iletilmesi ve alan içerisinde dağıtılması için gerekli yapıların bütünüdür ifade etmektedir. Bunun yanında bir de sulama projesi deyimi vardır. Sulama projesi, sulama sistemini de içine alan bir kavramdır ve sulama suyunun sağlandığı, iletiildiği ve dağıtıldığı mühendislik yapıları yanında, sulu tarım alanını ve bu alanda alınan teknik ve biyolojik önlemleri de kapsamaktadır.

Sulama projeleri, tek bir işletme birimi yada çiftlikten başlayarak binlerce hektarlık alana hizmet edebilmektedir.

7.2. SULAMA SİSTEMLERİ

Sulama sistemleri suyun iletimi ve dağıtım biçimine göre yerçekimi sulama sistemleri ve basınçlı sulama sistemleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

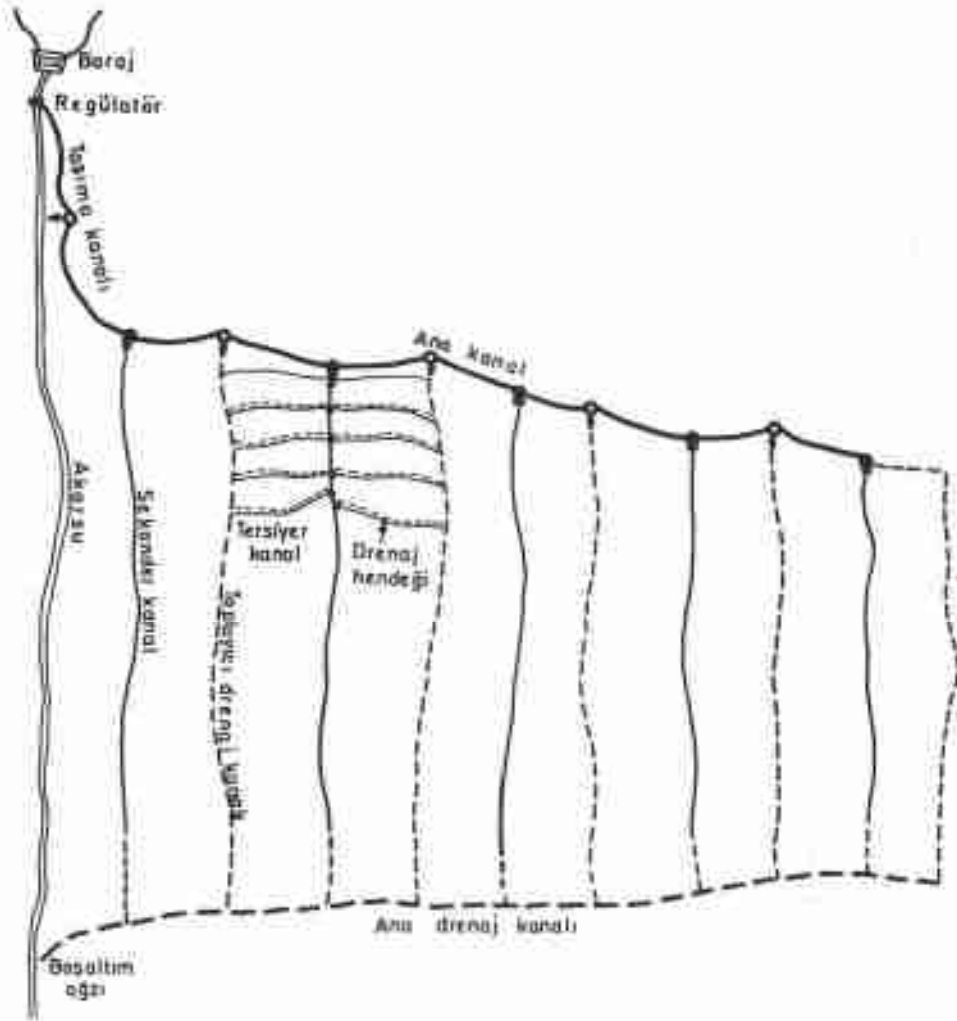
Yerçekimi sulama sistemlerinde, suyun iletimi ve dağıtım açık kanallarla yapılır. Bu kanallarda su yerçekiminin etkisi ile hareket eder. Tipik bir yerçekimi sulama sistemi ve unsurları Şekil 7.1'de gösterilmiştir. Yerçekimi sulama sistemi belli başlı dört unsurdan oluşur.

a) Su toplama yapısı: Su kaynağı üzerinde suyun toplanmasını sağlayan baraj, gölet, kuyu, kaptaj yada galeri gibi yapılardır.

b) Saptırma ve su alma yapısı: Suyun kaynaktan taşıma kanalına alındığı regülatör, bent, priz yada pompa istasyonu gibi yapılardır.

c) Taşıma kanalı: Suyu kaynaktan alarak sulanan alanın hakim bir yerine kadar ileten kanaldır.

d) Su dağıtım kanalları: Sulanan alanda suyu tarla prislerine kadar kontrollü bir biçimde ileten ve dağıtan kanallardır. Birinci derecedeki ana kanal, ikinci derecedeki sekonder kanallar ve üçüncü derecedeki tersiyer kanallardan oluşur. Ana kanal, sulanan alanın yüksek kısımlarından gerek suyu



Şekil 7.1 Yeryükemi sulama sistemi ve unsurları

sekonder kanallara, sekonder kanallar da tersiyer kanallara iletir. Su, tersiyer kanallar üzerindeki prizler yada su alım noktalarından tarlalara alınır.

Yerçekimi sulama projelerinde, sulama sistemi yanında alandaki fazla suların uzaklaştırılması amacıyla drenaj sisteminin de kurulması zorunludur. Şekil 7.1'den izleneceği gibi önce drenaj hendekleri ile tutulan drenaj suları, toplayıcı drenaj kanallarına, buradan da ana drenaj kanalına verilir ve boşaltım ağızına iletir.

Yerçekimi sulama projelerinde, sulama sistemindeki açık kanallar, sızma kayıplarını azaltarak su iletim randımanını arttırmak amacıyla, genellikle kaplamalı kanal yada kanalet biçiminde inşa edilirler. Drenaj kanalları ise toprak kanal olarak açılırlar.

Basıncılı sulama sistemlerinde suyun iletimi ve dağıtımı, basınçlı boru hatları ile yapılır. Gerekli basınç çokluk bir pompa yada pompalar grubu ile sağlanır. Borular genellikle toprak altına gömülür ve su alma noktalarında su, uygun yapılarla toprak yüzeyine çıkarılır. Sistem unsurları yerçekimi sulama sistemlerine benzer. Su toplama yapısı çokluk kuyu yada kuyular grubudur. Su alma yapısı genellikle pompa istasyonu, su taşıma ve dağıtım yapıları ise basınçlı borulardır.

Sulama sistemlerinde suyun kontrollü bir biçimde iletimi ve dağıtımı esas olduğundan gerek yerçekimi ve gerekse basınçlı sulama sistemlerinde, sistem unsurunun özelliğine uygun su kontrol yapıları yer alır.

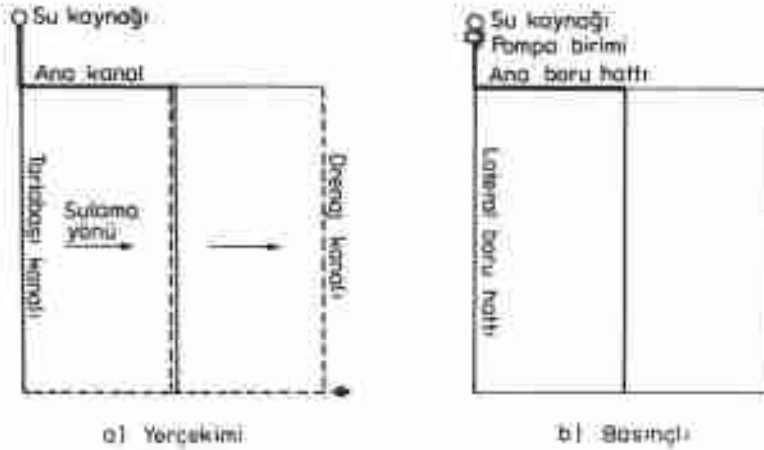
Sulama projelerininin hizmet götürdükleri alana göre sulama sistemleri; büyük sulama sistemleri ve tarla sulama sistemleri olmak üzere ikiye ayrılır. Büyük sulama sistemleri, geniş alanlara hizmet götüren sulama projelerine ilişkin büyük kapasiteli sistemlerdir. Şekil 7.1'deki sulama sistemi, büyük sulama sistemine bir örnektir. Tarla sulama sistemi ise bir yada birkaç tarımsal işletmeye hizmet götüren küçük kapasiteli sulama sistemleridir. Büyük sulama sistemlerinde tersiyer kanallardaki su alım noktalarından suyu alarak tarla içerisine iletme ve dağıtım amacıyla kurulan sistemler de bir tarla sulama sistemidir. Bunun yanında bir kuyu, küçük bir gölet ya da dereden yararlanarak birkaç tarla parselini sulamak için kurulan sulama

sistemi de bir tarla sulama sistemidir. Tipik iki tarla sulama sistemi şekil 7.2'de gösterilmiştir. Şekilde, ana kanal yada ana boru hattı suyu kaynaktan tarlaya kadar iletir, tarlabası kanalları yada lateral boru hatları ile su tarla parsellerine dağıtılır. Yürey sulama yöntemleri uygulandığında, tarla suların uzaklaştırılması için bir drenaj sistemi kurulur. Sızdırma, yağmurlama yada damla sulama yöntemleri için çokluk drenaj sistemi gerekmez. Yerçekimi sistemlerinde kanallar beton yada toprak, basınçlı sistemlerde borular gömülü yada yüzeyde olabilir. Drenaj kanalları toprak kanal biçimindedir.

Tarla sulama sistemine uygulamada, çiftlik sulama sistemi, tarla içi su dağıtım sistemi yada tersiyer altı sulama sistemi gibi isimler verilmektedir.

7.3. SULAMA YÖNTEMLERİ

Sulama yöntemleri; yürey sulama yöntemleri ve basınçlı sulama yöntemleri olmak üzere iki genel grup altında incelenebilir. Yürey sulama yöntemleri çok eski zamanlardan bu yana uygulanagelmektedir. Suyun, belirli eğim doğrultusunda yerçekiminin etkisiyle toprak yüzeyinden akıtılması esasına



Şekil 7.2 Tarla sulama sistemleri

dayanır. Belli başlı yüzey sulama yöntemleri; salma tava, urun tava ve karık sulama yöntemleridir. Basınçlı sulama yöntemlerinde ise, basınçlı boru hatları ile tarla parsellerine dağıtılan su, belirli bir basınç altında toprak içerisine yada toprak yüzeyine verilmektedir. Belli başlı basınçlı sulama yöntemleri ise; sızdırma, yağdırma ve damla sulama yöntemleridir.

7.3.1. Salma sulama yöntemi

Bu yöntemde su, tarlabahçı kanalından saptırılarak tarla üzerinde rastgele yayılmaya bırakılır (Şekil 7.3a). Teorik olarak suyun toprak yüzeyini ince bir tabaka biçiminde kaplayarak akacağı öngörülürse de uygulamada çokluk bu koşul gerçekleşmez. Salma sulama yönteminin bir değişik uygulaması tarlabahçı kanallarında suyun şişirilerek taşırılması ve taşan suyun tarlaya yayılmasıdır. Bu şekil özellikle eğimli arazilerde uygulanır. Böyle arazilerde tarlabahçı kanalları tesviye eğrilerine paralel açılır ve kanallardan taşan su eğim doğrultusunda yayılır (Şekil 7.3b).

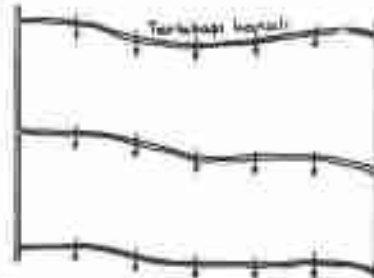
Salma sulama yöntemi suyun bol, işçilik masraflarının düşük olduğu yerlerde hububat ve yem bitkileri gibi sık ekilen bitkilerin sulanmasında geniş olarak kullanılmaktadır. Ancak, tarla yüzeyinde eş bir su dağılımının sağlanamaması, tuzluluk ve sodyumluluk sorunun ortaya çıkması gibi nedenlerle önerilmeyen bir sulama şeklidir.

7.3.2. Tava sulama yöntemi

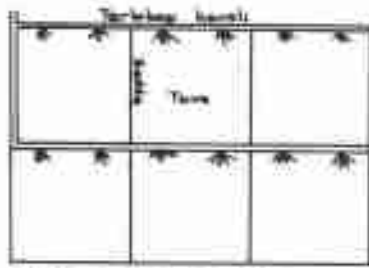
Eğimi oldukça düşük düz arazilerde çayır-mer'a, yem bitkileri, hububat gibi sık ekilen bitkilerle meyve ağaçları ve özellikle çeltik sulanmasında kullanılmaktadır. Bu yöntemde sulanacak tarla belirli boyutlarda seddelerle ayrılarak tavalar oluşturulur. Tavalar içerisinde toprak yüzeyi, eğimsiz ya da çok düşük eğimde (% 0.05 ten az) olacak şekilde düzeltilir ve tavalara yüksek debili su verilerek istenen miktarda suyun kısa zamanda tava içerisinde göllenmesi sağlanır. Tavaya verilen su zamanla toprağa sızarak kök bölgesinde depolanır.



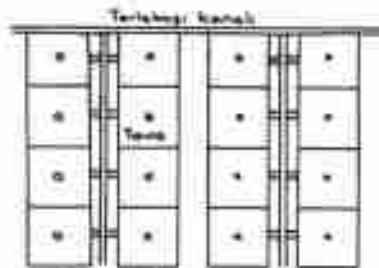
a) Salma sulama yöntemi (belirli noktalardan su uygulama)



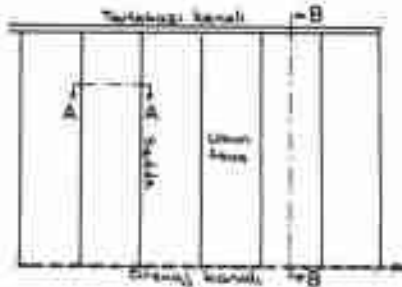
b) Salma sulama yöntemi (tarlabaşı kanallarından taşıma)



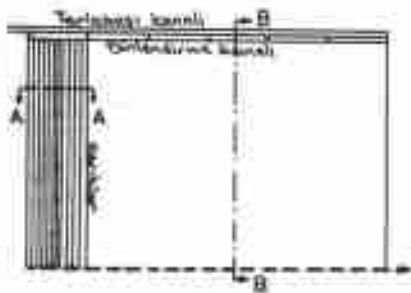
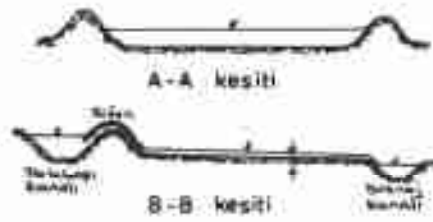
c) Tava sulama yöntemi (tarla bitkileri için)



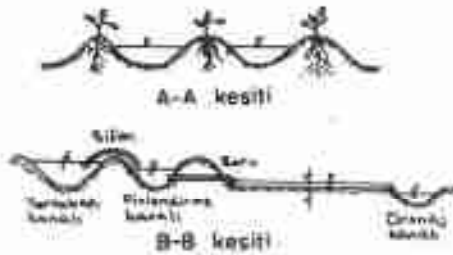
d) Tava sulama yöntemi (meyve ağaçları için)



e) Uzun tava sulama yöntemi



f) Karık sulama yöntemi



Şekil 7.3: Yüzeysel sulama yöntemleri

Tarla bitkilerinin sulanmasında büyük boyutlu tavalar kullanılmasına karşın (Şekil 7.3c), meyve bahçelerinin sulanmasında her ağaca yada birkaç ağaca bir tane olacak şekilde küçük boyutlu tavalar açılmaktadır (Şekil 7.3d).

7.3.3 Uzun tava sulama yöntemi

Yem bitkileri ve hububat gibi sık ekilen bitkilerle bazı tarla bitkilerinin sulanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde tarla, 5-30 m genişlikteki seddelerle, uzun tava adı verilen uzun şeritlere ayrılır. Tavalar, sulama yönüne dik doğrultuda eğimsiz olacak şekilde düzeltilir. Tarla başı kanalından her tavaya bir yada birkaç yerden su verilir. Su tava boyunca ince bir tabaka oluşturacak şekilde akar (Şekil 7.3e). Tava sonu genellikle kapatılmaz. Tavadan çıkan fazla su bir drenaj kanalına verilir.

7.3.4 Karık sulama yöntemi

Sıraya ekilen yada dikilen bitkilerinin sulanmasında kullanılan yüzey sulama yöntemidir. Ayrıca, özellikle genç meyve ağaçlarının sulanmasında da kullanılmaktadır. Bitki sıra aralarına karık adı verilen küçük kapasiteli toprak kanalları açılır. Bitkiler, karıklar arasındaki sırtlarda yetiştirilir. Tarla başı kanalından su karıklara saptırılır ve su karık içerisinde ilerlerken, karık çeperlerinden düşey ve yanal hareketle toprağa sızar. İstenen miktarda su kök bölgesine sızınca su verme işlemi durdurulur. Karık sonları çokluk kapatılmaz ve karıktan çıkan fazla su bir drenaj kanalına verilir (Şekil 7.3f). Eğimin fazla olduğu arazilerde, karıklar tesviye eğrilerine paralel olacak şekilde açılarak, erozyona neden olmaksızın sulama yapılabilir. Ayrıca, özellikle sebzelerin sulanmasında su kısa kapalı karıklarda göllendirilerek te sulama yapılabilmektedir. Uygulamada daha başka karık modifikasyonlarına rastlanmaktadır.

Yüzey sulama yöntemleri genellikle su kısıtının bulunmadığı, içpilik masraflarının düşük olduğu, drenaj problemi bulunmayan yerlerde düz arazilerin sulanmasında kullanılır.

Eğimin yüksek, topoğrafyası bozuk alanlar ile geçirgenliği yüksek topraklar ve sığ toprakların sulanmasında pek kullanılmaz. Bu yöntemlerde tarlanın her tarafında eş bir su dağılımı sağlamak amacıyla sulama randımanı basınçlı sulama yöntemlerine oranla daha düşüktür. Buna karşın, ilk yatırım masrafları çokluk daha azdır. Özellikle derin köklü bitkilerin sulanmasında yüksek randıman sağlanabilir.

Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmasına geçmeden önce arazinin sulamaya hazırlanması gerekmektedir. Bunun için ilk aşamada, sulanacak arazi uygun boyutlu tarla parsellerine ayrılır. İkinci aşamada, her parselde su iletecek ve fazla suları uzaklaştıracak sulama ve drenaj sistemi kurulur. Son aşamada ise, düzgün bir arazi yüzeyi elde etmek amacıyla her tarla parseli ayrı ayrı tesviye edilir. Arazi tesviyesi, yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmasında oldukça önemlidir.

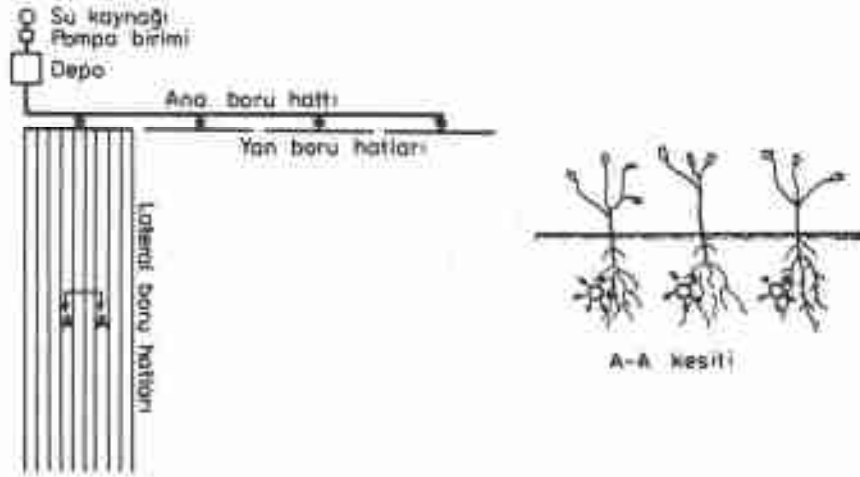
7.3.5 Sızdırma sulama yöntemi

Bu yöntemde, basınç altında su sızdıran geçirimsiz yada delikli borular, toprak altına ve sık aralıkla yerleştirilir. Bu boru hatlarına, yeterli miktar kök bölgesine sızıncaya kadar basınçlı su verilir. Gerekli basınç pompa yada yüksek bir yere yerleştirilen depo aracılığıyla sağlanır (Şekil 7.4).

Sızdırma sulama yönteminin ilk yatırım masrafları, sık aralıkla yerleştirildiğinden çok sayıda boru hattına ihtiyaç duyulması ve boruların tarımsal işlemlerden etkilenmeyecek derinliğe yerleştirilmesi nedenleriyle çok yüksektir. Dolayısıyla birçok bitki için ekonomik olmamaktadır. Ancak, karlılık oranı çok yüksek bazı özel bitkilerle, örtü altında yetiştirilen bitkilerin sulanmasında kullanılmaktadır.

7.3.6 Yağmurlama sulama yöntemi

Yağmurlama sulama yönteminde su, arazi yüzeyinde belirli aralıklarla yerleştirilen yağmurlama başlıklarına kadar basınçlı borularla iletilir. Yağmurlama başlıklarından su, basınçla püskürtülerek doğal yağışa benzer biçimde toprağa düşer. Gerekli basınç çoğunlukla bir pompa ile sağlanır.



Şekil 7.4: Sızdırma sulama yöntemi.

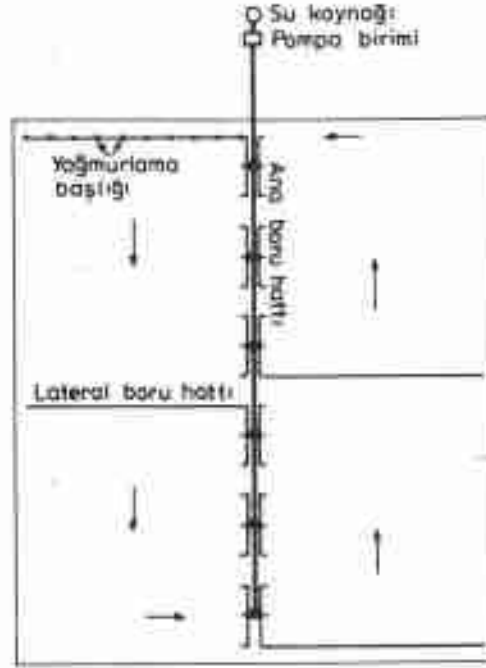
Bir yağmurlama sulama sistemi; 1. Pompa birimi, 2. Ana boru hattı, 3. Lateral boru hatları ve 4. Yağmurlama başlıkları olmak üzere dört unsurdan oluşur (Şekil 7.5).

Pompa birimi, gerekli basıncın sağlanması amacıyla genellikle santrifüj tipi kademeli pompa ya da pompalar grubundan oluşur. Pompalar içten yanmalı ya da elektrik motorları ile çalıştırılır.

Ana boru hattı, suyu pompa biriminden lateral boru hatlarına iletir. Yüzeyle ya da gömülü olabilir. Yüzeyle olanlar alüminyum, gömülü olanlar ise sert plastik, çelik ya da asbestli cemento borulardan oluşturulur.

Lateral boru hatları, üzerinde yağmurlama başlıkları bulunan ve suyu ana boru hattından alıp yağmurlama başlıklarına ileten boru hatlarıdır. Yüzeyle ya da gömülü olabilir. Genellikle, toprak yüzeyine döşenir ve taşınabilir hafif alüminyum borulardan oluşturulur.

Yağmurlama başlıkları, suyu basınçla atmosfere püskürtürerek toprağa verilmesini sağlarlar. Düşük basınçta (1.5-2 atmosfer) çalışan küçük başlıklar olabildiği gibi, 8-10 atmosfer



Şekil 7.5 Yağmurlama sulama yöntemi

işletme basıncında çalışan ve yalnız başına birkaç dekar alanı sulayan jet tipi büyük yağmurlama başlığı da olabilir. Bir yağmurlama başlığında aranan temel özellik iyi bir su dağılımı sağlayabilmesidir.

Yağmurlama sulama sistemlerinde, tüm unsurlar sabit ise, başka bir deyişle unsurlar sulama mevsimi boyunca yer değiştirmiyorsa böyle sistemlere sabit yağmurlama sulama sistemi, ana boru hattı sabit, lateral boru hatları yer değiştirmiyorsa yarı sabit yağmurlama sulama sistemi, tüm unsurlar yer değiştiriyor ise hareketli (portatif) yağmurlama sulama sistemi adı verilmektedir. Yine, yağmurlama sulama sistemi, bir yada birkaç tarla parseline hizmet edecek şekilde küçük (bireysel)

sistem olabileceği gibi, binlerce hektar alana hizmet götürecektir.
şekilde büyük (toplu) sistem olabilmektedir.

Yağmurlama sulama yönteminde, yüzey sulama yöntemlerine oranla, daha yüksek sulama randımanı elde edilmekte ve su araziye daha kontrollü bir biçimde uygulanabilmektedir. Yöntem, hemen her türü tarım alanında, birçok bitkinin sulanmasında kullanılabilir. Su basınç altında yüksek noktalara da iletebildiğinden, arazi tesviyesine gerek kalmaz. Özellikle, yüzeyi düz olmayan, eğimi yüksek arazilerle, geçirimsiz tabaka yada taban suyu yakında olan sığ toprakların sulanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında, yağmurlama sulama yönteminin uygulanmasıyla, suyun kıt olduğu yerlerde bu sudan daha iyi yararlanılmakta, iyi bir projeleme ve işletimle erozyon sorunu ortadan kalkmakta, tarla içi kanallara gerek olmadığından ekim alanı artmakta ve tarımsal işlemler daha kolay yürütülmekte, tohum yataklarının hazırlanması, tohumların çimlenmesi ve fidelerin seyrettilmesi için daha uygun bir ortam yaratılmakta, sulama işleri daha kolay yapılmakta, yapay gübreler sulama suyu ile başarılı bir şekilde toprağa verilmekte ve bazı sebze ve meyveler dondan korunmaktadır.

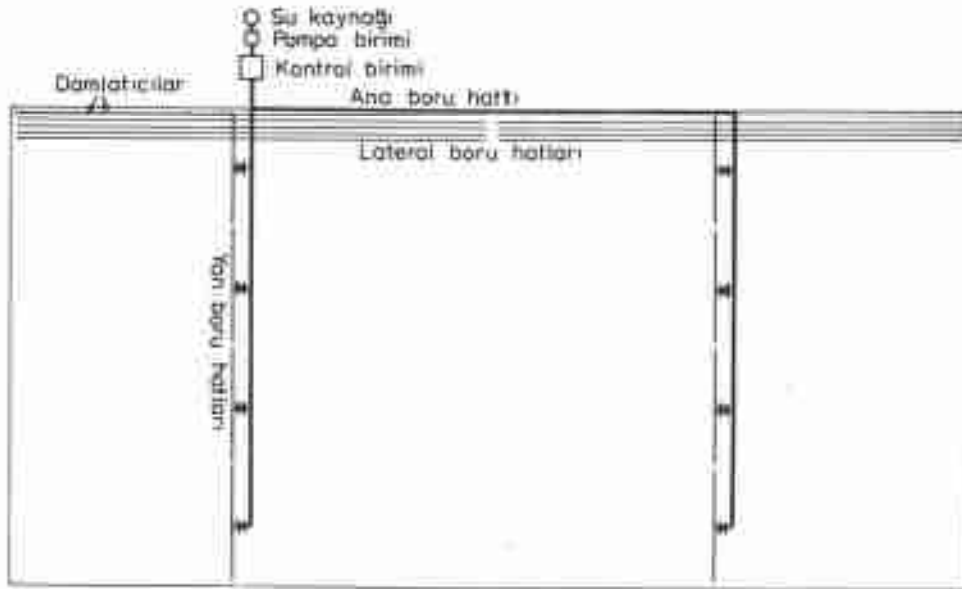
Yağmurlama sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan bazı koşullar da vardır. Bunların en önemlisi, birim alana düşen tesis masraflarının oldukça yüksek olması, ayrıca pompayı çalıştırmak için sürekli enerji gerektiğinden işletme masraflarının da çokluk yüzey sulama yöntemlerine oranla fazla olabilmesidir. Bunun yanında, yüksek rüzgar hızı su dağılımını olumsuz yönde etkilediğinden ve çok sıcak yörelerde buharlaşma kayıpları sulama randımanını düşürdüğünden, bu gibi koşullarda yağmurlama sulama yöntemi özel bazı önlemlerle uygulanabilir.

Değerlenen bu nedenlerle, sulu tarımda yağmurlama sulama yönteminin uygulanmasındaki başarı, sistemin koşullara uygun bir biçimde projelenebilmesi, projede öngörüldüğü gibi tesis edilmesi ve işletilmesine bağlıdır. Bu çalışmalar yerine getirilirse çokluk birim alandan daha fazla ürün elde edilmektedir. Aksi durumda ise, yüzey sulama yöntemlerine oranla beklenen yarar sağlanamaz ve yapılan fazla masraf çiftçiye yük olmaktan ileri gitmez.

7.3.7. Damla sulama yöntemi

Damla sulama yönteminde su, basınçlı boru hatları ile bitki kökleri yakınına kadar iletilir ve borular üzerine yerleştirilen ve damlatıcı adı verilen küçük açıklıklardan toprak yüzeyine damlatılarak verilir. Çokluk sırası ekilen bitkilerin sulanmasında kullanılır. Her bitki sırasına, üzerinde 0.5-1.0 m aralıkla damlatıcı yerleştirilmiş bir boru hattı döşenir. Sistemin çalıştırılması için gerekli basınç yağmurlama sulamasına oranla çok daha azdır. Sistem genellikle 1 atmosfer işletme basıncında çalıştırılır. Damlatıcı debileri 2-8 L/h gibi çok düşük değerlerdedir. Su damlatıcılardan çıktıktan sonra doğal hareketle, yalnızca bitki köklerinin bulunduğu kesimi ıslatır. Alanın tamamı ıslatılmadığından sulama suyunda büyük oranda tasarruf sağlanır.

Bir damla sulama sistemi; 1. Pompa birimi, 2. Kontrol birimi, 3. Ana boru hattı, 4. Yan boru hatları, 5. Lateral boru hatları ve 6. Damlatıcılar olmak üzere altı unsurdan oluşur (Şekil 7.6).



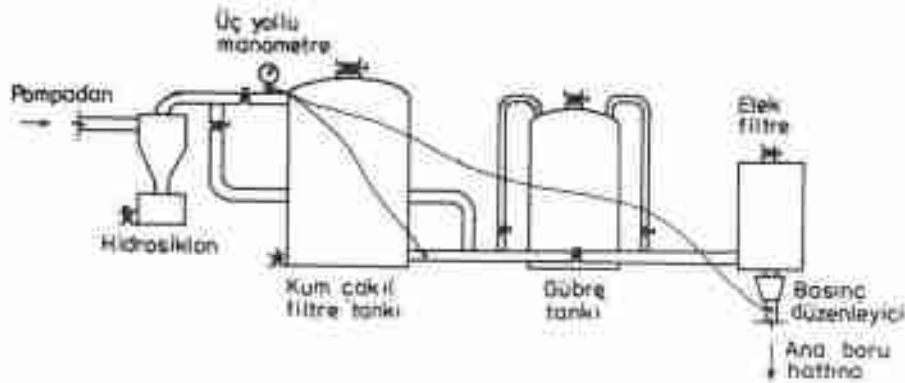
Şekil 7.6 Damla sulama sistem unsurları

Pompa birimi, gerekli işletme basıncını sağlayan santrifüj tipi pompa yada pompalar grubu ile, pompayı çalıştıran içten yanmalı yada elektrik motorundan ibarettir.

Kontrol birimi, suyun süzöldükten sonra denetimli olarak sisteme verilmesini sağlayan birimdir (Şekil 7.7). Bu birimde süzme işlemi kum çakıl filtre ve alek filtre ile yapılır. Eğer su kum içeriyor ise sisteme hidrosiklon eklenir. Süzme işlemi önce hidrosiklonda, sonra kum-çakıl filtrede ve en sonunda da alek filtrede gerçekleştirilir. Kontrol biriminde sıvı gübrenin sulama suyuna karıştırıldığı gübre tankı vardır. Damla sulamasında katı gübrenin kullanılması uygun değildir. Gübrelemenin sulama suyuna karıştırılmış sıvı gübre ile yapılması zorunludur. Kontrol biriminde ayrıca suyun denetimli verilmesini sağlayan vana, manometre ve basınç düzenleyici gibi araçlar da bulunmaktadır.

Ana boru hattı, suyu kontrol biriminden yan boru hatlarına iletir. Genellikle gömülüdür. Bu hat, sert plastik borulardan oluşturulur.

Yan boru hatları, belirli sayıda lateral boru demetine hizmet ederler. Bir yan boru hattına, duruma göre 50-100 civarında lateral boru hattı bağlanır. Yan boru hattının başlangıcında su verilmesini denetleyen vana, basıncı denetleyen manometre ve gerekli görülürse su hacminin ölçüldüğü sayaç bulunur. Çokluk gömülüdür ve sert plastik borulardan oluşturulur.



Şekil 7.7 Damla sulamasında kontrol birimi ve unsurları.

Lateral boru hatları toprak yüzeyine, genellikle her bitki sırasına bir hat olacak şekilde serilir. Sulama mevsimi bittikten sonra toplanır. Bu hatlarda yumuşak polietilen (PE) borular kullanılır. Çapları 12-20 mm kadar olan ince borulardır.

Damlaticılar, sert plastikten yapılır. Suyu lateral boru hatlarından alarak, basıncına düşürdükten sonra toprak yüzeyine verirler. Damlatıcı içindeki su akış yolunun çapı 0.2 mm civarındadır. Boru içinde basınçlı olan su, damlatıcı içindeki bu dar su akış yolundan geçerken enerjisi kırılır ve su toprak yüzeyine damla damla akar.

Damla sulama sistemlerinin tüm unsurları sabit olup, konumları sulama mevsimi boyunca değiştirilmez.

Damla sulama yönteminin esası, bitkinin günlük olarak kullandığı su miktarını, bitki besin maddeleri ile birlikte bitkiye aşırı bir su isteği yaratmadan sık aralıklarla bitki kök bölgesine vermektir. Tarlanın tamamı değil yalnızca bitki köklerinin bulunduğu kesim ıslatılmaktadır. Bu uygulaması çok iyi bir biçimde kontrol edilebilmektedir. Bu nedenle bitki büyümesi hızlanır ve diğer sulama yöntemlerine oranla verimde önemli düzeyde artış sağlanır. Toprak yüzeyinde, bitki sıra aralarında kuru alanlar bulunduğundan toprak işleme, ilaçlama, ürün toplama (hasat) ve taşıma gibi tarımsal işlemler engellenmez. Yabancı ot gelişimi çok azdır. Su ve gübreden en iyi şekilde yararlanılır. Sulama işçiliği masrafları oldukça düşüktür.

Damla sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan en önemli faktörlerden biri ilk yatırım masraflarının çok yüksek olmasıdır. Bu nedenle yöntem, karlılık oranı yüksek sulu bitkileri, sebze ve meyve bahçeleri ile örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılmakta, karlılık oranı düşük bitkilerde ekonomik olmamaktadır. Bir diğer önemli faktör ise damlatıcıların kolaylıkla tıkanmasıdır. Dolayısıyla sulama suyunun çok iyi süzülükten sonra sisteme verilmesi gerekir.

7.4. TÜRKİYEDE SULAMA TEKNOLOJİSİ SORUNLARI

Türkiye'de bugünkü koşullara göre ekonomik olarak sulanabilecek \approx 0-6 eğim grubundaki alan 13.5 milyon hektar

olmasına karşın, ancak 4.2 milyon hektarlık bir alan sulamaya açılabilmiştir.

Sulanan alanların çok büyük bir kısmında (yaklaşık % 95) yüzey sulama yöntemleri uygulanmaktadır. Artakalan yaklaşık % 5 ini yağmurlama sulama yöntemi oluşturmaktadır. Damla sulama yönteminin uygulandığı alan henüz söz konusu edilemeyecek kadar azdır. Sızdırma sulama yönteminin uygulaması ise hemen hiç yoktur.

Yüzey sulama yönteminin uygulandığı alanlarda yaygın olarak salma sulama yapılmaktadır. Oysa, salma sulama yönteminin modern sulama teknolojileri içerisinde pek yeri yoktur. Çünkü, bu yöntemde suyun denetimli uygulanması oldukça güçtür ve sulanan alanın hemen tamamına ya gereğinden az yada gereğinden fazla su uygulanmaktadır. Bu, çok düşük randımanla sulama yapılmasına neden olur. Sulamada temel ilke, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardaki suyu, zamanında ve alanın her tarafına eşit vermek, başka bir deyişle, sulama suyunun yüksek randımanla toprağa verilmesini sağlamaktır. Salma sulama yönteminde bu koşulu sağlamak mümkün değildir.

Tava ve karık gibi diğer sulama yöntemlerinin uygulanması genellikle tekniğine uygun olarak yapılmamaktadır. Burada en önemli sorun, daha fazla ürün alınacağı gibi bir yanlış düşünce ile toprağa gereğinden fazla su verilmesidir.

Sulamaya açılacak bir alanda öncelikle toprak, topoğrafya, su kaynağı, bitki deseni ve ekonomiye ilişkin tüm koşulların dikkate alınmasıyla en uygun sulama yöntemi seçilerek, buna uygun sistemin kurulması gerekmektedir. Ancak ülkemizde teknik nedenlerle mutlaka basınçlı sulama yöntemleriyle sulanması gereken alanlar dahi yüzey sulama yöntemleriyle sulanmaktadır. Bu ise erozyon, tuzluluk ve sodyumluluk gibi birçok sorunu beraberinde getirmektedir.

Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanacağı alanlarda, arazinin önceden sulamaya hazırlanması, özellikle de arazinin tesviye edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında, fazla suların uzaklaştırılması için tarla içi drenaj sistemi ile diğer arazi geliştirme çalışmalarının yapılması şarttır. Bu koşullar yerine getirilmediğinde tekniğine uygun yüzey sulamasının uygulanması mümkün olmamaktadır. Bugün ülkemizde sulanan alanların ancak % 10

unda arazi tesviyesi yapılabilmiş, 5 inde tarla içi dreneaj tesisleri kurulabilmıştır. Bu nedenle, devlet sulama şebekeleri içinde bile tuzluluk sorunu önemli boyutlara ulaşmıştır. Dolayısıyla, bu tip tarla içi geliştirme çalışmalarının hızlandırılması yararlı olacaktır.

Ülkemizde, çiftçiler genellikle modern sulama teknolojilerini bilmemekte, çokluk geleneksel sulama biçimini uygulamaktadırlar. Çiftçiyi tüm tarım teknolojileri yanında sulama teknolojisi konusunda da eğitmek üzere çiftçi eğitim çalışmalarına daha çok ve daha organize bir biçimde eğilinmesi zorunlu olmaktadır. Bunun için çiftçi eğitim servislerinin yaygınlaştırılması ve etkin çalışma koşullarının sağlanması ülkemiz tarımının geleceği açısından önemlidir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Anonymous, 1994. DSI Gn.Md. Haritalı İstatistik Bölteni, Genel Yayın No: 991, Ankara.
- Anonymous, 1986b. Köy Hizmetleri Gn.Md. Çalışmaları, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1964. Sulama Metodunun Seçiminde Kriterler. TOPRAKSU Teknik Dergisi, 19:38-45, Ankara.
- Ertuğrul, H. ve M.Apan 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi, Atatürk Üniv. Zir.Fak.Yayınları No. 252, 180 s., Erzurum.
- Finkel, H.J. 1982. Handbook of Irrigation Technology Vol. I-II. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Goldberg, D. 1977. Tarımda Suyun Randımanlı Kullanım Yöntem ve Teknikleri. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yayınları: 749, Çeviren A.Korukçu, 36 s. Ankara.
- Goldberg, D., B.Gornat ve D.Rimon, 1976. Drip Irrigation, Principles, Design and Agricultural Practices. Drip Irrigation Scientific Publications, Israel.
- Güngör, Y. ve O.Yıldırım, 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1155, Ankara.
- Jensen, M.E. 1983. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. ASAE, 829 s., St Joseph, Michigan 49085.
- Korukçu, A. 1975. Damla Sulaması ve Projelenmesi. TOPRAKSU Damla Sulaması I.Teknik Toplantısı, Ankara.

- Korukçu,A. ve O.Yıldırım 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. TOPRAESU Gn.Md.Yayınları, 220 s., Ankara.
- Merriam,L.J. ve J.Keller 1978. Farm Irrigation System Evaluation. Utah State University, Logan, Utah.
- Sönmez,N. ve A.Balsan 1968. Eğitürteknik, Cilt II. Ank.Üniv.Zir.Fak. Yayınları: 117, 206 s., Ankara.
- Tekinel,O. 1973. Tarımda Uygun Sulama Metodunun Seçimi. Adana Zir.Fak.Yayınları No: 61, 30 s., Ankara.
- Tümer,T. 1975. Sulama ve Drenaj Şebekeleri ve Proje Ksasları. DSI Teknik Rehber, 04.04-04, 111 s., Ankara.
- Yıldırım,O., 1993. Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1281, Ankara.

8. BÖLÜM : DRENAJ ve ARAZİ İSLAHİ SORUNLARI

Prof.Dr. Yetkin GÜNGÖR

Tarıma uygun olmayan arazilerin çeşitli yönlerden ıslah edilerek bitki yetiştirilir duruma getirilmesi tarımımızın önemli sorunlarından biridir.

Ekonomik değeri olmayan küçük göller, sığ sular ve bataklıkların kurutulması, arazinin taşkınlardan korunarak su altında kalmasının önlenmesi, kültür bitkilerinin gelişmesini engelleyecek oranda toprak gözeneklerinde bulunan fazla suların atılması ve taban suyu seviyesinin istenilen düzeye indirilmesi, çorak toprakların ıslahı ve bu toprakların yıkamasında kullanılan fazla suların atılması gibi hususlar bu konu içerisinde incelenmektedir.

Bitkiler, gelişmeleri için kök bölgesinde suya olduğu kadar havaya da ihtiyaç duymaktadırlar. Toprakta tarla kapasitesinden daha fazla nemin varlığı havalanmayı sınırlamakta ve bitki gelişmesine engel olmaktadır. Bu nedenle bitki kök bölgesinde biriken fazla suların dışarı atılması gerekmektedir.

Drenajın amacı, havadar bir kök bölgesi ve tarımsal faaliyetler için yeter derecede kuru bir üst toprak sağlamak için, kışnağı ne olursa olsun fazla suyun araziden uzaklaştırılmasıdır.

Bu suretle fazla sudan zarar gören arazide bitki üretimini optimum ve devamlı kalmak için toprak, bitki ve su arasında uygun bir denge sağlanmış olur.

Tarım arazisinde drenaj sorunu, toprak ve topoğrafya koşullarının yürey ve yeraltı sularının doğal bir boşaltma ağına ulaşmasını engellediği veya bu ulaşmanın arzu edilen hızla olmadığı hallerde ortaya çıkar. Böyle durumlarda suyun yüzeyde birikmesiyle göllenmeler, toprağın yüzeye kadar doyması ile de bataklıklar ve ıslak araziler oluşur. Bazı hallerde de taban suyu

İstenmeyen sınırların üstüne yükselerek bitkisel üretimi sınırlar veya olmaksızın kılar.

Sulu tarım alanlarında, kanal sızmaları ve kontrolsüz sulama ile oluşan taban suyu yükselmesinin kontrolü, böylece arazinin su altında kalmasının ve çoraklaşmasının önlenmesi yönünden drenaj gereklidir.

Uygun bir drenaj tesisinin kurulması, tuzlu toprakların ıslahında fazla tuzun yıkanması, taban suyunun tuz konsantrasyonunun seyreltilmesi ve tekrar tuzlaşmanın önlenmesi bakımından şarttır.

Bunun yanında fazla su veya susuzluk nedeniyle halen yararlanılamayan potansiyel tarım arazilerinin tarıma açılmasında drenaj çalışmaları son derece önemli olduğundan, son yıllarda drenaj sistemlerinin uygun bir şekilde projeleneşine karşı olan ilgi daha da artmıştır.

Arazi yüzeyinde biriken fazla suların uzaklaştırılmasında, havadar bir kök bölgesi temini amacıyla taban suyunun düşürülmesinde, alçak tarım alanlarının taşkınlardan korunmasında, fazla suyun bir boşaltma aşısına yer çekimi ile iletilmesi mümkün olmayınca bu suyun boşaltılmasında drenaj sisteminin birer unsuru olan açık kanallar, kapalı borular, seddeler, kuşaklama kanalları, pompa ünitelesinden yararlanılır.

Bazı özel topografya ve toprak koşulları gösteren arazilerde drenaj kanallarındaki su düzeyinin ayarlanması ile, yani kontrollü drenajla, kök bölgesinin alttan sulanması olanağı doğabilir.

Drenaj sistemlerinin uygunluğunun değerlendirilmesinde ekonomik düşünceler çok önemlidir. Yapılan çalışmanın değerli olabilmesi için, projenin servis ömründe elde edilen yararın, proje maliyetinin üzerinde olması gerekir.

Tarım arazisinde drenaj çalışmaları sonucu elde edilecek yararlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Birim alandan elde edilen üretimin arttırılma koşulunun sağlanmasından dolayı arazi değeri yükselir.
2. Daha uygun arazi kullanma olanağına kavuşulur.
3. Erken ekim, dikim ve hasad yapılması sağlanır.

4. Toprakta tuz birikmesi önlenir.
5. Potansiyel tarım arazisi karakterindeki ıslak arazi ve bataklıklar ıslah edilerek tarıma açılır.
6. Arazide mevcut yapılar, yollar ve diğer tesisler korunur.
7. Ortamda yaşayan toplumun sağlık koşulları iyileştirilir.

Yukarıda sayılan tüm yararların sağlanabilmesi, birim alandan elde edilecek üretimin arttırılmasına yönelik çalışmaların en önemlisi olan sulama ile birlikte düşünülecek uygun bir drenaj şebekesinin tesisi ile mümkün olacaktır.

Drenaj çalışmalarına tarihin çok eski dönemlerinde başlandığı yapılan kazılardan anlaşılmıştır. Kazılar, ilk drenaj uygulamasının M.Ö. 3000 yıllarında Babil krallığında yapıldığını göstermektedir. Bu ilk uygulama ile bitki üretimini sınırlayan fazla suyun araziden uzaklaştırılması değil, tapınakların taşkınlardan korunması amaçlanmıştır. Daha sonra Mısır'da ve Çin'de araziye taşkınlardan korumak ve fazla suyu uzaklaştırmak için drenaj tesisleri kurulmuştur. M.Ö. 2000 yıllarında yine Babil'de toprakaltı drenaj çalışmaları yapıldığı, kazılardan anlaşılmıştır. İlk zamanlar açık kanallara taş, sarp, saman, mısır koçanı v.s. gibi materyal doldurularak suyun akışı temin edilmiştir.

Drenajın prensipleri açık olarak ilk kez 17. yüzyılda İngiltere'de konulmuştur. Açık kanallar içerisine çatı kırmitleri ters olarak yerleştirilmiş, üzerleri toprakla kapatılmış ve borulu drenajın temelleri atılmıştır. 1830 yılında ilk kez elle yapılmış kürekler kullanılmıştır.

Drenajda ilk büyük aşama 1843 yılında İngiltere'de ilk kilçuk profesininin geliştirilmesi ile bağlanmıştır. Daha sonra Belçika, Fransa, Almanya sırasıyla tüm avrupsya yayılmıştır. Amerika'da 1923 yılında bitirilen ilk drenaj projesi ile sulama yapılan alanlarda fazla suyun araziden atılması, dolayısıyla çoraklaşmanın önlenmesi amacıyla açık drenaj kanalları inşa edilmiştir. Bu ülkede 1948 yılında suyu uzaklaştırmada bir drenaj tipi olan mol drenler açılmış, daha sonra mol drenleri kurvetlendirmek için içerisine boru şekline getirilen metal

levhalar konulmuştur. Zamanla bu levhalar yerine delikli Polyethylen (PE) borular kullanılmıştır. Bu yıllarda yaygın olarak kullanılan kil-kök borular zamanla (1963 yılında sonra) yerini plastik polyvinilchlorid (PVC) borulara bırakmış, bu borular tesis kolaylığı nedeniyle zamanımıza kadar kullanılmışlardır. 1960 lı yıllardan sonra bükülebilir plastik drenaj boruları drenajda kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemde borular bu amaçla geliştirilmiş makinalar vasıtasıyla toprak altına yerleştirilmektedirler.

Ülkemizde ilk drenaj tesisi, 1914 yılında işletmeye açılan ve Almanlar tarafından inşa edilen Konya-Çumra sulama şebekesi ile tarımımıza kazandırılmıştır. Ancak sistem sadece düşünce kalmış hiç kullanılmamıştır. Sulama kanallarından su alamayan çiftçi bu kanalları arazisini sulamak için kullanmıştır. Tarımımız için oldukça riskli olan bu işlemi çiftçi çaresizlikten yaptığını belirtmektedir.

Bilinçli olarak drenaj çalışmaları 1950 li yıllardan sonra ülkemizde uygulamaya başlanmıştır. Bu yıllardan sonra inşa edilen sulama şebekelerine drenaj kanalları da eklenmiş ve arazinin sudan zarar görmesi engellenmeye çalışılmıştır. Ayrıca ıslak, bataklık, tuzlu ve sodyumlu alanlarda bağımsız olarak drenaj sistemleri kurulmuş ve bu arazilerin sorunları çözülmeye çalışılmıştır. İlk zamanlarda açık kanallarla fazla su araziden atılmaya çalışılmış, daha sonra kil kök ve plastik borular kullanılarak toprakaltı drenaj çalışmalarına girilmiştir. Halen çalışmalar DSİ, Köy Hizmetleri ve Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüklerince yürütülmektedir.

Bir drenaj sistemi; çıkış yeri, ana drenaj kanalı, yedek drenaj kanalı, toplayıcı ve emici kanallardan oluşur. Fakat bu sayılanların hepsinin her sistemde mutlak bulunması gerekmez. Ancak çıkış yeri ve emici kanallar her sistemde mutlaka bulunması gereken unsurlardır.

Çıkış yeri, bir drenaj sisteminde açık veya kapalı kanalların taşıdığı suyun boşaltıldığı yerdir. Bütün drenaj çalışmalarında planlama için görününe alınacak ilk husus çıkışın yeterli olup olmadığıdır. Çıkış yeri olarak, sorunlu alanın etrafında, buradan gelecek en büyük akışı taşıyabilecek

kapasitede düşük kodlu yerler aranir. Cıkıs yeri kapasitesine etki eden faktörler şöyle sıralanabilir.

1. Yağışlar ve yağışlardan akışa geçen yüzey akış miktarı.
2. Drenaj alanının büyüklüğü ve karakteri.
3. Planlanacak bitki deseni.
4. Çevreden gelen taşkınların frekansı, periyodu, devamlılığı ve debisi.
5. Sediment miktarı.
6. Sulama suyu artıkları.

Ana drenaj kanalı, drenaj alanından gelen suları taşıyan kanalların bağlandığı, bir veya birden fazla sisteme hizmet eden ve çıkış yerine açılan kapalı veya açık kanaldır. Eğimi düşük kapasitesi büyüktür. Arazinin en alçak kotlu noktalarından geçer.

Yedek drenaj kanalı, emici ve toplayıcı kanallardan gelen suları ana drenaj kanalına boşaltan kapalı veya açık kanallardır.

Toplayıcı drenaj kanalı, emicilerden gelen suyu yedek veya ana drenaj kanalına boşaltan kapalı veya açık kanaldır. Eğimleri yüksektir. Drenaj şebekesinin iskeletini teşkil ederler.

Emici drenaj kanalı, drenaj alanındaki fazla suyu alan ve toplayıcı kanala akıtan kapalı ve açık kanaldır.

Herhangi bir alana drenaj tesisi kurmadan önce arazinin çok iyi edüt edilmesi gerekir. Drenaj edütlerinin amacı, havza veya arazide drenaj sistemlerinin planlanması ve projelenmesi için gerekli doneleri sağlamaktır. Donelerle sistemin gerekliliği ve uygunluğu tesbit edilir.

Önce drenaj için mevcut doneler toplanır. Daha sonra drenaj etüdüleri yapılır.

Drenaj için mevcut doneler şunlardır:

1. Topoğrafik haritalar.
2. Hava fotoğrafları.
3. Jeolojik haritalar.
4. Kadastro haritaları.
5. Toprak haritaları.
6. Su tahlil raporları.
7. Meteorolojik bilgiler.
8. Hidrolojik bilgiler.

9. Mevcut tesisler.

10. Yapılması planlanan tesisler.

Bütün bu bilgiler toplandıktan sonra drenaj alanının ayrıntılı bir biçimde etüdü gerekir. Bu amaçla önce, projenin ekonomik bakımdan uygulama olanağının bulunup bulunmadığı, çalışmaların tipi ve sürati hakkında karar verebilmek için ön etüd çalışması yapılır. Bu çalışmada aşağıdaki hususlar araştırılır:

1. Drenaj alanı ve drenajdan etkilenen çiftçi aileleri.
2. Çıkış koşulları.
3. Taşkınlar ve sedimentasyon.
4. Topraklar.
5. Harita ve raporlar.
6. Drenaj sorununun nedenleri.
7. Tahmini keşif.
8. Ön etüd raporu ve ek edüt ihtiyacı.

Bir drenaj sisteminin planlanmasında öncelikle arazinin ne amaçla kullanılacağına bilinmesi gerekir. Bu husus belirlendikten sonra drenajın en uygun bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için edütler yapılır. Drenaj etüdüleri aşağıda özetlenmiştir.

1. Topoğrafik Etüdüler

Önceden yapılmış, sorunlu alanlara ait topoğrafik haritalardan yararlanılır veya bu alanlara ait haritalar yaptırılır. Eğer gerekli kot'lar verilmişse kadaastro haritaları da bu amaçla kullanılabilir. Harita üzerine arazinin sınırları, çukur alanlar ve yükseklikler ile göl, nehir gibi çıkış ağzı olabilecek yerler işaretlenir. Ayrıca yollar, köprüler, binalar gibi sabit tesisler de gösterilir. İlk çalışmalar için 1/25 000, ayrıntılı etüdüler için 1/5 000-1/10 000 ölçekli haritalar kullanılır.

2. Hidrolojik Etüdler

Sorunlu alanlarda hidrolojik etüdler iki amaçla yapılır. Birincisi sorunlu alana üstteki havzalardan gelebilecek en büyük yüzey akış miktarının saptanmasıdır. Bu değer esas alınarak taban araziye korumak için yapılacak çevirme kanalının kapasitesi belirlenir. İkincisi ise yağışlardan sonra sorunlu alanlarda oluşacak fazla suların miktarının saptanmasıdır. Bu ise açık veya kapalı drenlerin kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılacak donelerin saptanmasına yardımcı olur.

3. Çıkış Yeri Etüdlere

Tüm drenaj projelerinde göz önünde bulundurulacak ilk husus çıkış yerinin yeterli olup olmadığıdır. Çıkış yeri için sorunlu alanın çevresinde, alandan çıkacak maksimum drenaj suyunu taşıyabilecek kapasitede düşük kotlu yerler aranır. Bunlar deniz, göl, nehir, dere gibi yerler olabileceği gibi doğal depresyon alanları ile su kabul edebilir yeraltı aküferleri de olabilir.

4. Toprak Etüdlere

Bu etüdlere amacı, sorunlu alanlardaki toprak çeşitlerini sistematik olarak sınıflandırmak, o bölge veya alandaki değişik toprakların yüzey özelliklerini ve profilini inceliyerek drenaj sorununun nedenini araştırmaktır. Bu amaçla temel toprak etüdlere ve sulu tarım arazi sınıflandırma etüdlere yapılır.

Toprak etüdlere yapılırken, yüzey akış, geçirgenlik ve yeraltı suyu koşulları görününe alınarak drenaj sınıfları saptanır. Arazi gözlemlere somusunda saptanan drenaj sınıfları şunlardır.

1. Aşırı drenaj.
2. İyi drenaj.
3. Orta drenaj.
4. Yetersiz drenaj.
5. Fena drenaj.

5. Bariyer Etüdüleri

Bariyer, geçirimsiz veya az geçirgen ve taban suyunun düşey hareketini kısıtlayan bir toprak tabakasıdır. Genel olarak drenaj mühendisliğinde, toprak içine sızan suyun üzerinde toplandığı ve bu suyun daha derinlere inmesine engel olan tabakaya bariyer denir. Yer çekimi etkisiyle aşağıya doğru sızan sular, geçirimsiz bir tabakaya ulaştınca birikmeye başlar. Bu birikim taban suyu düzeyini yükselterek bitki köklerinin gelişme alanını daralttığı gibi toprakaltı drenaj sistemi kurulduktan sonra da drenaj borularına gelen akım yollarının değişimine de neden olur. Bu bakımdan bariyer etüdüleri özellikle drenaj aralığının tayininde önemli rol oynar.

6. Hidrolik İletkenlik Etüdüleri

Doymuş toprakta suyun yer çekimi etkisinde sahip olduğu hidrolik yükün etkisi altında birim zamandaki hareketine hidrolik iletkenlik (geçirgenlik, kondaktivite, permeabilite) denir. $m/gün$, cm/h veya $m_1/m_2/gün$, $m_1/da/h$ olarak ifade edilir.

Toprağın hidrolik iletkenliği ya bozulmuş yada bozulmamış toprak örnekleri alınarak tayin edilir. Bozulmuş toprak örneklerinden elde sonuçlar, toprağın arazide sahip olduğu doğal koşulları belirlemediğinden drenajda kullanılmaz. Ancak ıslah için kullanılırlar.

Drenajda kullanılan geçirgenlik sınıfları aşağıda verilmiştir.

1. Çok yavaş geçirgenlik ; 0,1 cm/h den az
2. Yavaş geçirgenlik ; 0,1-0,5 cm/h
3. Orta yavaş geçirgenlik; 0,5-2,0 cm/h
4. Orta geçirgenlik ; 2,0-6,5 cm/h
5. Orta hızlı geçirgenlik; 6,5-12,5 cm/h
6. Hızlı geçirgenlik ; 12,5-25,0 cm/h
7. Çok hızlı geçirgenlik ; 25,0 cm/h dan fazla

Hidrolik iletkenlik ayrıca, taban suyu derinliğinin 2 m'nin üzerinde olması halinde arazide burğu deliği yöntemi ile tayin edilir. Bu şekilde tayin sonucunda elde edilen değerler,

laboratuvarda çok dar alanlı örneklerin kullanılması nedeniyle daha doğru değerler olarak kabul edilirler.

7. Taban Suyu Etüdüleri

Bu etüdüler sonucunda, taban suyu yükselmesine neden olan su kaynağı saptanır. Örneğin taban suyu seviyesindeki dalgalanmalar, yağışlarla aynı zamana rastlıyorsa yağış başlıca su kaynağı olarak düşünülür. Sulama döneminde kaynak sulama suyudur. Taban suyu etüdüleri gözlem kuyuları açılarak veya piyezometreler çakılarak yapılır. Elde edilen donelerden yararlanılarak haritalar yapılır. Bu haritalardan taban suyunun durumu, yüksekliği, alanı ve hareket yönü hakkında bilgi edinilir.

8. Sulama ve Yıkama Suyu Etüdüleri

Drenaj sorunun bulunduğu bölgedeki sulama uygulamaları, drenaj nedenini bulmak, plan ve projesini yapmak açısından son derece önemlidir. Sulama ile verilen suyun bir kısmı drenaj sorunu yaratacaktır. Aynı şekilde toprağın tuzdan arındırılması için verilecek olan yıkama suyunun taban suyu düzeyini yükselterek drenaj sorunu yaratacağı beklenebilir. Bu nedenle bu suların devamlı olarak ölçülmesi ve analizlerinin yapılması gerekir.

9. Malzeme Etüdüleri

Önceden de belirtildiği gibi drenajda arazi kaybını azaltmak ve derindeki suları kök bölgesinden uzaklaştırmak için toprak altı drenajı uygulanır. Bu uygulamada borular ve borular etrafına sarılan filtre malzemesi kullanılır. Kullanılan borular kil künk, beton bûs ve plastik borulardır. Bunların kullanım olanakları ve dayanıklılıkları açısından test edilmeleri gerekir. Boruların üzerlerine gelen yüklerle dayanamaması ve kırılmaları halinde yapılan tüm sistem çalışmaz hale gelir. Boruların çevresine, suyun borulara kolayca akmasını sağlamak ve sedimet girmesini önlemek amacıyla filtre materyali konur. Filtre

materyali olarak sep, saman, yonga, ağaç parçacıkları, mısır koçanı veya endüstri yapımı filtre kullanılır. Endüstri yapımı filtreler diğerlerine nazaran daha uzun ömürlü oldukları için pahalı olmalarına rağmen tercih edilirler. Geçirgenliği az olan topraklarda, boruya taban suyu akışını arttırmak için kum-çakıl zarfı kullanılır.

10. Diğer Etüdler

Etüd ve inşaat sırasında sorun olan malzeme nakli için ulaşım olanaklarının, gerekli malzemenin yöreden sağlanma olanaklarının, alanda ve çevresinde enerji tesisi, demiryolu, köprü, bina gibi tesisler ile sulama kanallarının mevcut olup olmadığı, projenin uygulanması ile bunların zarar görüp görmeyeceği, kamulaştırma işlemlerinin mümkün olup olmadığı ve drenajdan zarar görecekt tesislerin nakil olanaklarının bulunup bulunmadığı araştırılır. Ayrıca sulama ve yıkama için gerekli suyun mevcut olup olmadığı, temin edilme olanakları ile sorun alanda ve çevresinde yetiştirilecek bitkiler ve münavebe durumu etüd edilir.

11. Ekonomik Etüdler

Drenaj sorununun çözümü için ortaya konulan seçeneklerin ve uygununun seçiminde ekonomi önemi rol oynar. En uygun çözüm ekonomik verilerin incelenmesi sonucu ortaya çıkar. Bütün bu uzun ve yorucu etüdler sonucunda en uygun çözüm sistemi ve bu sisteme ilişkin projelendirme kriterleri saptanabilir.

Drenaj ihtiyacı olan alanlarda drenaj sistemlerinin o bölge koşullarına göre planlanabilmesi ve projelendirilebilmesi için drenaj etüdlerinin eksiksiz olarak yapılması zorunlu olmaktadır. Ancak drenaj etüdlerinin yapılabilmesi büyük oranda bilgi, deneyim, sabır ve alet ekipman olanaklarına bağlıdır. Etüdlere başarı, çok fazla teorik bilgi yanında arazi çalışmaları ile kullanılacak deneyimlerle ve kişinin yeteneği ile sınırlanmaktadır. Sadece mühendislik eğitimi sırasında kazanılmış teorik bilgiler uygulamada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle bir drenaj etüd mühendisinin yetişebilmesi, ancak uygulamada değişik

koşullar altında çalışma olanakları bulabilmesi ve bu olanakları bilgi ve becerisini arttırıcı yönde kullanabilmesi durumuna bağlı olmaktadır.

Drenaj çalışmalarında etüd aşamasında karşılaşılan her tür sorunun çözülmemesi sonucu uygulama hatalı olmakta, yapılan yatırımların boşa gitmesi nedeni ile sınırlı kaynaklar zorlanarak yapılan projelerle kaynakların amaçsız tüketimine ve kuruluşların çalışmalarının sonuçsuz kalmasına neden olmaktadır.

Drenaj etüdüleri sonucunda drenaj sorunu olan alan hakkında detaylı bilgi edinilir. Bu bilgilerin ışığı altında projelene işlemine geçilir. Şehir sorun yüzeyde biriken sulardan kaynaklanıyorsa yüzey drenajı, derindeki sular sorun yaratıyorsa toprak altı drenajı yapılır.

Projelirmede ilk aşamada çıkış yeri seçilir ve sistemin çalışacağı su seviyesi tayin edilir. Projenin başarısı seçimin iyi yapılmasına bağlıdır. Daha sonra kanalların geçeceği yerler, doğal drenaj olanaklarına ve topoğrafyaya bağlı olarak saptanır. Sisteme dahil kanalların herbiri için su toplama alanları tayin edilir ve sistemin kapasitesi belirlenir.

Yüzey Drenajı

Arazi yüzeyinde biriken fazla suların boşaltılmasında kullanılır. Su, arzu edilen zaman periyodunda boşaltılmalıdır. Projelirmede, mahsul ve münavebe sistemleri, tarım alet ve tamir ihtiyacı, toprak ve su amanjmanının çeşitli yönleri dikkatlice analiz edilmelidir.

Yüzey Drenaj Sisteminin Tipleri

1. Yastık Sistemi

Eğimi 1/2'yi aşmayan düz ve düze yakın alanlarda uygulanır. Hububat ve çayır-mera alanlarında kullanılır.

2. Kastgele Drenler Sistemi

Çiftçinin arazi tesviyesi için fazla para harcamak istemediği hallerde uygulanır. Çöküntülerdeki sular bunlara bağlı kanallarla boşaltılır.

3. Paralel drenler sistemi

Arazi uygun bir eğimle tesviye edilir. Eğimi düz ve düze yakın arazilerin drenajında başarılı bir şekilde kullanılır.

4. Çapraz eğim drenleri

Eğimi % 2-4 arasında olan arazilerde uygulanır. Drenler geniş tabanlı, yatak çevre eğimli inşa edilirler.

5. Önleyici sistem

Eğim uzunluğunu kısaltmak, yüzey sularını tutmak saptırmak suretiyle erozyonu azaltmak amacıyla kullanılır. Sistemin uygulanması ile toprak 2-4 hafta önce tava gelir.

6. Düşey boşaltma kuyuları

Uygun bir yerçekimi çıkış yeri bulunmayan alçak arazilerde yüzey suları bu yöntemle derinlerdeki su taşıyıcı tabakalara iletilirler.

Toprak Altı Drenaja

Kök bölgesindeki su, toprağın havalanmasını sınırlandırarak bitki gelişmesini engeller. Topoğrafik koşullar, yüksek taban suyu, geçirimsiz toprak koşulları, kök bölgesindeki suyun serbestçe dolmasını engellediği hallerde, toprak verimliliğinin geliştirilmesi ve devamı için toprak altı drenaja gereklidir.

Toprak altı Drenaj Yöntemleri

1. Künk drenler

Değişik çaplarda ve 30 cm uzunluğunda kil künkler hendek tabanına uç uca yerleştirilir. Su, künklerin birleşme yerlerinden boruların içine girer.

Künk dren sisteminin tipleri

a) Doğal sistem

Yeterli bir drenaj temini için eş aralıklı toplayıcı drenlere ihtiyaç göstermeyen arazilerde kullanılır.

b) Önleyici sistem

Yüksek araziden gelen yeraltı sularının, taban arazide bir toprak altı drenaj sorunu yarattığı hallerde kullanılır.

c) Paralel sistem

Düz ve üniform eğimli arazilerde kullanılır. Suyu boşaltacak olan drenler ana drenin her iki yanına bağlanırlar.

3. Mol drenler

Kısa ömürlü, ucuz ve geçici bir toprak altı drenaj yöntemidir. Özel bir aletle toprak altında bir kanalcık açılır ve su, bu yolla boşaltılır.

3. Delikli borular

Bu borular bazı hallerde kil künkler gibi hendek tabanına, bazen de mol drenler içine yerleştirilerek kullanılırlar.

4. Pompaj kuyuları

Sulama kuyularına benzerler. Aküfer koşullarının uygun olduğu hallerde bu kuyuların pompajı ile hem sulamaya, hem de toprak altı drenajına hizmet edilir.

Drenaj sistemlerinin projelenmesi sırasında, sorunlu alanlardaki toprakların hidrolik iletkenlikleri ve bariyer derinliği septanırken, drenaj katsayısı, drenlerin derinlik, aralık ve eğimleri de belirlenir.

Drenaj Katsayısı

Tarım alanından 24 saatte boşaltılması gereken su yüksekliği veya birim alandan boşaltılması gereken debi (su miktarı) olarak tanımlanabilir. Diğer bir tanımla drenaj katsayısı, buharlaşma, transpirasyon ve derine sızma toplamının, belirli bir sürede düşen azami yağıştan farkına eşittir.

Dren derinliği

Toprak yüzeyinden hendek tabanına kadar olan düşey mesafedir. En uygun dren derinliğinin saptanmasında aşağıdaki faktörler gözönünde tutulur.

1. Toprak katları.
2. Toprak suyu basıncı.
3. Toprak suyunun kaynağı.
4. Tuzluluk.

Dren aralığı

Drenlerin birbirlerine olan yatay mesafesidir. Değişik formüllerle hesaplanır. Formüllerde, akış miktarı, hidrolik iletkenlik, drenler arası orta noktada taban suyunun drenlerden yüksekliği, eşdeğer tabaka kalınlığı, drenlerin geçirimsiz tabakaya olan düşey mesafesi, birim alandan drene edilecek su miktarı gibi faktörler kullanılır.

Dren aralığının tayininde kullanılan belli bağlı formüller şunlardır;

1. Hooghoudt formülü.
2. Doonan formülü.
3. Glover-Dunn formülü.
4. Kirkham formülü.

Drenlerin eğimi

Arazinin doğal eğimine yakın olmalıdır. Düşük eğimlerde drenler daha dikkatli döşenmelidir. Drenlere 3/2 den daha fazla eğim verilmelidir.

Suyun araziden boşaltılması sırasında sistemin daha kolay çalışabilmesi amacıyla aşağıdaki yardımcı tesisler kullanılır.

1. Yüzey emiciler.
2. Mil (Silt) kutuları.
3. Kavşak kutuları.
4. Denge bacaları.

Yukarıda belirtilen tüm unsurların hatasız çalışabilmesi bilgili teknik elemanlarının titiz çalışmalarına bağlıdır. Ülkemizde bu gün yaklaşık 2,8 milyon hektar alan drenaja muhtaçtır. Bu araziler, sulama tekniğinin eksikliği, çiftçinin eğitilmemiş olması, yetişmiş teknik elemanın azlığı yanında, özellikle sulama şebekelerinin drenajsız kurulmuş olması, hatalı drenaj sisteminin uygulanması gibi nedenlerle bu günkü durumlarını almışlardır.

Daha önce belirtilen drenaj etüdlerine ilişkin sorunlar, uygulama ve işletme aşamasında da ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1. Uygulamada karşılaşılan sorunlar

Drenaj uygulamaları, özellikle derin drenaj uygulamaları, iyi derecede mekanizasyon gerektirir. Yeterli alet-ekipman temin edilmediği takdirde başarı şansı çok düşer. Ayrıca alet-ekipmanın yapılan işin duyarlılığını bozmaması için yeterli teknolojik özelliklere sahip olması gerekir. Uygulamada karşılaşılan bir diğer önemli sorun da kamulaştırma sorunudur. Çiftçinin sahip olduğu küçük ve dağınık parseller nedeniyle uygulama sırasında pek çok çiftçi ile uğraşmak zorunda kalınmakta ve zorlayıcı etkenlerin etkisi kendini göstermektedir.

2. İşletme sorunları

Drenaj sistemleri büyük yatırımlarla gerçekleştirilebilmektedir. Koruyucu ve devamlılıklarını gerektiren bakımları yapılmadığı takdirde hem projede belirtilen ömürlerini doldurmakta hem de projeler amacına ulaşamamaktadır. Aslında işletme sorunları eleman, alet ve ekipman sağlama zorluklarına bağlı olmaktadır.

3. Arazi ıslahı sorunları

Yeryüzünde tuzluluk ve sodyumluluk sorunlarının toprak oluşumu kadar eski olduğu düşünülebilir. Kara yüzeylerinin üçte biri kurak ve yarıkurak karakterli iklim koşullarının etkisi altındadır. Bu koşullar, toprakların tuzlanma ve sodyumlaşmasına neden teşkil eden faktörleri oluşturmaktadır. Kurak ve yarıkurak bölgeler içerisinde büyüklükleri birkaç dekadadan binlerce hektara ulaşan tuzlu, sodyumlu topraklar drenaj havzalarının alçak kısımlarını oluşturan eski göl ve iç deniz yataklarında iç bükey görünümü aldıkları ovalar üzerinde çeşitli etmenler altında doğal

dengenin bozulması sonucunda oluşmuşlardır. Ancak sulamanın artırılması ve sulu tarımın kusurlu olarak uygulanması ile tuzlu ve sodyumlu alanlar hızla büyümektedir.

Tuz ve sodyumun varlığı nedeniyle kullanılamayan ve kullanılabilirlikleri sınırlı olan arazilerin ıslah edilerek tarıma kazandırılmaları zor ve pahalı işlemler sonucu olmaktadır. Özellikle sulama geliştirme alanlarında yer alan sorunlu topraklar aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar.

1. Tuzlu topraklar ($Ec.10^3 > 4$ milimhos/cm;
 $p^H < 8,5$, DSY $< \frac{1}{2}$ 15)
2. Tuzlu sodyumlu topraklar ($Ec.10^3 > 4$ milimhos/cm,
 $p^H = 8,5$, DSY $> \frac{1}{2}$ 15)
3. Sodyumlu topraklar ($Ec.10^3 < 4$ milimhos, $p^H > 8,5$,
DSY $> \frac{1}{2}$ 15)

Sınıflandırmada topraktaki tuzlar, anyon ve katyonlar ile toprağın elektriksel iletkenliği rol oynar. Elektriksel iletkenlik tuzluluk zararının, sodyumun diğer katyonlara nisbi oranı ise sodyumluk zararının göstergesidir.

Bu topraklar ya yıkanarak tuzdan arındırılır veya özellikle sodyumun araziden uzaklaştırılması amacıyla kimyasal ıslah maddeleri kullanılır. ıslah maddelerinin kullanımları sırasında verilen suyun veya yıkama suyunun araziden mutlaka uzaklaştırılması gerekir. Bu da ancak iyi bir drenaj şebekesinin tesisi ile mümkündür. Ülkemizde bugün ıslaha muhtaç takriben 1.5 milyon hektar tuzlu ve sodyumlu arazi bulunmaktadır. Toplam sorunlu alanlar daha önce belirtilen ıslak alanlarla birlikte 4.3 milyon hektarı bulmaktadır. Bu alanların sulanabilir alan içerisindeki yeri $\frac{1}{3}$ u bulmaktadır. Bu oran, bu büyük alanın vakit geçirmeden tarıma kazandırılması zorunluluğunu göstermektedir.

Drenaj Çalışmalarında Karşılaşılan Sorunların Çözüm Yollarına İlişkin Öneriler

Sulanması amaçlanan bir proje alanında hidrolojik verilerin değerlendirilmesi yanında toprak temel ögesinin de karakteristiklerini ortaya çıkarmak ve sulu tarıma uygunluk derecelerini etüd ederek varolan veya diabilecek sorunlara karşı

Önceden önlem alınması için ilk aşamada çeşitli düzeylerde arazi sınıflandırma çalışmaları yapılmalıdır.

Drenaj ihtiyacı görülen alanlarda drenaj sistemlerinin projeleneşmesi için gerekli donelerin saptanması drenaj etüdüleri ile mümkündür. Herhangi bir drenaj sorununun çözümü, o alanın ayrıntılı etüdlerinin yapılmasına bağlıdır.

Ne kadar özenilirse özenilsin drenaj etüdüleri sonucunda doğrulukları tartışılır veriler sağlanmaktadır. Drenaj projeleneşme kriterlerinin gerçeğe en yakın değerlerinin saptanması için tarla kontrolleri özellikle ilk yıllarda mutlaka yapılmalıdır.

Drenaj projeleri için gerekli kriterler, bu işle uğraşan kuruluşlar arasında sağlanacak koordinasyon sonucunda kurulacak olan komisyon tarafından saptanmalıdır. Bu kriterlerin belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerin diğer bölgelerde kullanılma olanakları araştırılmalıdır.

Drenaj etüdüleri uzun, yorucu, büyük çapta bilgi ve beceri gerektirdiğinden, konuyla ilgili kuruluşların bilgili eleman ihtiyacını karşılamak için çaba göstermeleri gerekmektedir.

Uygulamada karşılaşılan sorunların en önemlisi olan kamulaştırma sorununa mutlaka çözüm bulunmalıdır. Çiftçinin istemi dışında, drenajda kullanılacak olan alet-ekipmanın tarlaya girmesi mümkün olmamaktadır. Drenaj çalışmaları ile elde edilecek yararın çiftçiye iyice anlatılamaması sonucunda drenaj için gerekli alanın kamulaştırılması sırasında güçlüklerle karşılaşmakta ve işlemlerin uzun sürmesi nedeniyle uygulama aksamaktadır.

Drenaj şebekeleri tesis edildikten sonra her şey çiftçiye bırakılmamalı, alanın bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.

Tarla içi drenaj sistemlerinin istenilen düzeyde çalışabilmesi için ana drenaj kanallarının sürekli olarak serbest akış ve çıkış olanağı verecek konumda bulundurulması gerekmektedir. Bu da ilgili kuruluşlar arasında iyi bir diyalogun kurulmasına bağlıdır.

Çiftçilerin aşırı su uygulamaları, hizmete açılmış sulama şebekelerinin en büyük sorunudur. Bu tür uygulamalar ile toprak-bitki-su arasında denge bozulmakta, drenaj ve tuzluluk sorunu ortaya çıkmaktadır, sonuçta toprak verimliliği azalmakta

bazı yerlerde tarım arazileri tamamen elden çıkmaktadır. Aşırı sulama uygulamalarını önlemek için su dağıtımını kontrollü olarak yapılmalıdır. Aynı zamanda suyun ekonomik kullanılması için çiftçiler uyarılmalı, fazla suyun faydadan çok zarar getireceği kendilerine çeşitli yollarla anlatılmalıdır.

Drenaj projelene kriterlerinden olan drenaj katsayısı bitkilerin gerçek su ihtiyaçlarına göre saptandığından, tarla başından verilecek sulama suyu miktarının daha sıkı kontrol edilmesi ve çiftçilerin sulu tarım konusunda ciddi olarak eğitilmeleri gerekmektedir.

Drenaj projeleri ile ilgili kişilerin, projenin yapılmasında gerekli olan arazi sınıflandırma ve drenaj etüd sonuçlarına tam olarak uymaları gerekmektedir. Ayrıca bu kişiler (arazi sınıflandırma, drenaj, proje mühendisleri ve tarım ekonomistleri), yaptıkları işler konusunda yeterli iletişimi sağlamak zorundadırlar.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akalan,İ. 1968. "Toprak (Oluşu, Yapısı, Özellikleri). A.Ö.Zir.Fak. Yayınları 356, Ankara.
- Anonymous, 1951. "Soil Survey Manuel". Handbook 18 USDA, Washington, D.C.
- Anonymous, 1969. "Drenaj". Köy İşleri Bakanlığı TOPRAKSU Gn.Md. Teknik Standartlar Serisi No. 4, Ankara.
- Anonymous, 1976. "Sulu Tarım Koşullarında Kullanılan Arazi Tasnif Raporu". DSI Gn.Md. Etüd ve Plan ve Da.Bşk., Ankara.
- Anonymous, 1980. "TOPRAKSU İstatistik Bülteni". Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, TOPRAKSU Gn.Md.Program ve Plan Da.Bşk., Ankara.
- Anonymous, 1985. "DSİ Gn.Md. Haritalı İstatistik Bülteni". Enerji ve Tabii Kay.Bak.DSİ Gn.Md.Araş.Plan ve Koor. Da. Bşk., Ankara.
- Ayyıldız,M. 1976. "Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri". A.Ö.Zir.Fak.Yay.636, Ankara.
- Balaban,A. 1965. "Sulu Ziraat Arazilerinin Drenajı". Türkiye Şeker Fab.A.Ş. Neşriyatı 123, Ankara.

- Bellin,K. 1964. "Entwicklung und Problem des Drainversuches unter Besonderen Berücksichtigung des Ertragversuches". Mitt. Ins. Für Wasserwirtschaft u.Landw. Wasserbau 4, Hannover.
- Bohn,R. 1939. "Das Drainrohr in seiner Entwicklung und Verschiedenheit der Form und des Werkstoffes". Mitt.des Reichverbandes d. deut. Wasserwirtschaft 49, Berlin.
- Busch,C.H.D. 1958. "Low Cost Subsurface Drainage". Agr.Eng.39, New York.
- Gölsün,K., Özer,N., Ergüner,F. 1981. "Tarıma Yönelik Toprak Kaynaklarının Sulanabilirlik Yönünden Değerlendirilmesine İlişkin Arazi Sınıflandırma ve Drenaj Çalışmaları". DSI Su ve Toprak Kay.Geliş.Konf.Cilt I, Ankara.
- Güngör,Y. 1978. "Drenaj ve Arazi Islahı Ders Notları". Ankara.
- Güngör,Y. 1980. "Plastik Drenaj Borularında Delik Sayısının Su Akımına Etkisi Üzerine Bir Araştırma". A.Ü.Zir.Fak.Yayınları 743, Ankara.
- Kelley,W.P. 1951. "Alkali Soils-Their Formation, Properties and Reclamation". Reinhold Corp., New York.
- Kowald,R. 1966. "Ein neues Tomdrainrohr". Wasser und Boden 18, Hamburg.
- Livesley,M.C. 1969. "Field Drainage". K. and F.N. Spon LTD, London.
- Luthin,J.N. 1957. "Drainage of Agricultural Lands". Am.Soc.of Agro.Pub.Msd., Wisconsin.
- Luthin,J.N. 1966."Drainage Engineering". John Wiley and Sons, 65, Wisconsin.
- Press,H. 1959. "Kulturländerhaltung und Kulturlandgewinnung". Verlag Paul Parey, Berlin.
- Someren,C.L. Van 1972. "Drainage Materials". FAO Irr. and Drainage Paper 9, Rome.
- Sönmez,N., Balaban,A. 1968. "Kültürteknik Cilt II". A.Ü. Zir.Fak.Yayınları 317, Ankara.
- Tekinel,G., Çevik,B. 1981. "Türkiye'de Toprak ve Su Kaynaklarından Etkin Biçimde Yararlanmada Karşılaşılan Sorunlar". DSI Su ve Top.Kay.Geliş.Konf.Cilt. I, Ankara.
- Vogler,C.H.A. 1901. "Grundlehren de Kulturtechnik". 270, Berlin.

Wesseling, J. 1974. "Subsurface Flow into Drains". Drainage
Principle and Appl. 2. Int. Ins. For Land Rec. and Imp.
Wageningen.

9. BÖLÜM : SULAMA SİSTEMLERİNİN İZLENİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç.Dr. Mevlüt BAYRINCI

9.1. GİRİŞ

Türkiye'de tarımsal üretimin çeşitlendirilmesine ve verimliliğin arttırılmasına yönelik çabalarda, sulama önemli rol almaktadır. Sulama aynı zamanda, kırsal alanda yaşayanların gelirlerinin yükseltilmesi ve ülkenin özellikle az gelişmiş bölgelerinde ekonomik etkinliklerin arttırılması için olanaklar sağlamaktadır. Bütün bunlara karşılık Türkiye'de bugüne kadar, mevcut sulama teknolojilerine ve sulamaya ayrılabilecek su kaynakları potansiyeline göre sulamaya açılacak 8.5 milyon hektar arazinin ancak 4.2 milyon hektarı, diğer bir deyişle, toplam işlenen alanların $\frac{1}{3}$ inden daha azı sulamaya açılabilmiştir. Ancak sulanan alanların arttırılması için büyük ve iddialı projeler planlanmıştır. Örneğin ülkenin güneydoğusunda Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) çerçevesinde 1.8 milyon hektara yakın alanın sulamaya açılması planlanmıştır. Onüç alt projeden oluşan bu projenin yirmi yılı aşan bir sürede tamamlanması beklenmektedir.

Büyük boyutlardaki böyle projelerin hem planlama, hem de uygulama aşamalarında özel bir dikkatle ele alınmaları gerekmektedir. Böylece kat kaynakların optimum bir şekilde kullanılmaları ve hedeflenen sosyal ve ekonomik amaçların gerçekleştirilmesi mümkün olabilecektir.

Sulama geliştirme etkinliklerinin çeşitli aşamalarından değişik devlet kurum ve kuruluşlarının sorumlu olması ve özel sektör kuruluşlarının tarımsal girdi ve hizmet sağlamada giderek artan rolleri nedeniyle, bunlar arasında etkili bir işbirliği ve koordinasyonun sağlanması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca çiftçilerin tarımsal üretim için sulama yapı ve hizmetlerini ne

derəcəye kadar benimsediklerini və kullandıklarını belirleyəbilmək için, düzənli və sağıklı bilgi edinilmesi amacıyla sulama ilə ilgili tüm tarımsal hizmetlərin yeterlilik və nitelik yönündən izlenmesi və bununla ilgili verilərin toplanması gerekmektedir.

Tüm tarımsal projelerde olduğu gibi sulama projelerinde de kısa vadede uygulamada ortaya çıkan sorunlar konusunda değişik düzeylerde yönetimi uyaraçak, uzun vadede ise yeni politikaların oluşmasına temel oluşturarak, gelişmeyi kısıtlayıcı faktörleri belirleyəbilmək için bir bilgi akım sistemine ihtiyacı vardır. Böyle bir sistemin unsurları sulama ile ilgili kuruluşlarda, kuruluş bazında bir ölçüye kadar mevcuttur. Ancak bunlar arasında bazı önemli kopuklukların varlığı da, bir gerçek olarak bilinmektedir. Türkiye'de mevcut durumda proje alanında toplanan bilgilerin, karar vericiye yardımcı ve yeni projelerin planlanmasına daha fazla yol gösterici olmak için kullanılmasını sağlayacak, yeterli düzeyde geliştirilmiş çok kapsamlı bir sistem henüz oluşturulmamıştır. Buna ek olarak, kuruluşlar arası bilgi iletişimi, özellikle il ve ilçe düzeyinde yoğunlukla tam olarak gerçekleşmemektedir. Bu nedenle sulama hizmetleri ile ilgili mevcut işleme ve değerlendirme faaliyetlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, üzerinde çok önemle durulması gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

2.2. İZLENME VE DEĞERLENDİRME SİSTEMİNİN UNSURLARI

Sulama projeleri yalnızca inşaatların yapılması veya suyun çiftçinin tarlasına iletilmesinden ibaret değildir. Proje uygulanması, tarımsal üretim faaliyetlerini de içermektedir. Bunların yokluğunda ise diğer mühendislik hizmetleri anlamsız kalmaktadır. Ancak, projelerin bugüne kadarki aşamalarında ağırlık hep mühendislik (inşaat) çalışmaları üzerinde yoğunlaşmıştır. Bir sulama projesinde iyi bir planlama ve inşaat kadar işletme ve bakımın önemi de çok büyüktür. Ancak projeyi yalnızca bu açıdan görüp geniş perspektiften değerlendirmemek, bazen uygulamada daha geniş amaçlara ulaşılmasını engelleyen darboğazlarla da karşı karşıya kalınmasına neden olmaktadır.

Belirtilen nedenlerle, kalkınma programlarının ve projelerinin, özellikle büyük sulama projelerinin amaçlarının gerçekleştirilmesinde izleme ve değerlendirme çok büyük bir öneme sahiptir.

9.2.1. Kavramsal Çerçeve

9.2.1.1. İzleme ve değerlendirme kavramları

İzleme ve değerlendirme proje olgusunun önemli unsurlarıdır. İzleme genellikle; "Proje yönetimi tarafından her kademede girdi dağıtımları, iş takvimleri, hedeflenen çıktılar ve diğer gerekli faaliyetlerin planlanan şekille yürütülmesini sağlamak için devamlı veya belli aralıklarla gözlem yapılması ve bilgi toplanmasıdır" şeklinde tanımlanabilir.

İzleme, proje yönetiminin bir parçasıdır ve ana amacı tüm düzeylerdeki proje yönetici ve işletmecilerine geriye bilgi akışı sağlayarak, etkin ve verimli bir proje performansını gerçekleştirmektir. İzleme, işletmeciler ve yöneticilerin, sınırlamalarla ve darboğazlarla karşılaştıkları durumlarda, zamanında önlem almalarını ve uygun çalışma planını geliştirmelerini mümkün kılar. Dolayısıyla izleme, yönetim bilgi sisteminin bir parçası olup içsel bir faaliyettir. İzleme, başarılı bir işletmeciliğin temelini oluşturan en önemli unsurlardan biri olduğundan, yönetim hiyerarşisinin tüm düzeylerinde, proje uygulamasından sorumlu kişiler tarafından yürütülmesine gereksinim vardır.

Spesifik olarak izleme, yönetime projenin amaçlarının ve ana faaliyetlerinin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği konusunda bilgi verir, eğer sapmalar varsa, performansda ve diğer konulardaki problemler konusunda yönetimi zamanında uyarır ve dikkatini çeker. İzleme öncelikle projenin fiziksel ve mali durumu hakkında bilgi sağlar. Ancak, sulama projeleri için bunun yeterli olmadığı açıktır. Ayrıca projeden yararlanması öngörülen hedef grubunun proje tesisleri ve hizmetlerinden yararlanma olanakları ve gerçek kullanımları ile, projenin öngördüğü varsayımlar ve beklentilerden sapmalar konusunda da bilgi akımına gerek vardır.

Değerlendirme ise işlemin tersine daha çok öğrenme ve problem çözme aracıdır. Değerlendirme; "Sistemik ve objektif olarak proje faaliyetlerinin uygunluk, etkinlik ve yarattığı sonuçların belirlenmesi ve hedeflenenlerle kıyaslanması işlemidir. Bu halde yürütülmekte olan faaliyetlerin iyileştirilmesi ve yönetim kademesine geleceğe yönelik planlama, programlama ve karar verme yönünden yardımcı olunması işlemidir" şeklinde tanımlanır.

Değerlendirme ile projenin sonuçlarının ve başarılarının ayrıntılı bir analizi amaçlanır. Değerlendirme; amaçların sistemik ve açık bir şekilde uygun olarak saptanıp saptanmadığının, faaliyetlerin etkin bir şekilde yürütülüp yürütülmediğinin belirlenmesine yönelik işlemleri kapsar. Değerlendirme kurumsal bir işlem olup halen devam eden faaliyetlerin daha iyi bir şekilde yürütülmesi ve gelecekteki planlamalar ve karar vermeleri konusunda yönetime yardımcı olur.

Değerlendirme; projenin değişik aşamalarında, proje uygulaması sürerken veya proje tamamlandıktan sonra olmak üzere 3 ayrı şekilde yapılabilir.

a) Proje uygulaması sürerken yapılan değerlendirme (ongoing evaluation) ile planlanan proje faydaları ile yaratılması beklenen etki ve sonuçların elde edilip edilmeyeceği konusunda erken bazı göstergeler ve veriler elde edilmesi amaçlanır. Yani bir ara değerlendirmedir ve aksayan konular için gerekli önlemleri alma ve müdahale etme imkanı vardır.

b) Proje sonrası değerlendirme (ex-post evaluation) projenin uygulaması tamamlandıktan sonra belli bir süre geçtikten sonra projenin nihai sonuçları, başarıları ve etkilerinin belirlenmesine yöneliktir. Buradan elde edilen bilgi ve deneyimler ile öğrenilen dersler gelecekte yapılacak yeni projeleri planlama, formüle etme ve hazırlama faaliyetlerine ışık tutacak ve izlenecek politikalara yol gösterecektir.

c) Yukarıdaki sıklıkla değişik varyasyonları "Ara Değerlendirme" veya "Tamamlama Değerlendirmesi" olarak nitelendirilir. Bu tip değerlendirme, özellikle projenin devam edecek yeni safhaları söz konusu olduğunda, proje tamamlandığında veya hemen sonrasında yapılır.

9.2.1.2. Neden İzleme ve Değerlendirme?

Sulama projelerinin sistematik olarak izleme ve değerlendirilmesi için birçok neden vardır. Bunların başlıcaları aşağıda verilmiştir:

1. Bir projenin başarı derecesini, elde edilen gerçek sonuçlara göre belirlemek ve bu sonuçları beklenen etkilerle karşılaştırmak,

2. Projenin faydalı etkilerini maksimize edebilecek işlemlerdeki problemlerin tanımlanması sayesinde, projeden neden beklenen etkilerin sağlanamadığı gibi bilgilerin elde edilmesi,

3. Birbirleriyle ilgili işlemlerin ve karmaşık konuların yönetiminin daha iyi kavranmasını ve böylece kararların daha çabuk, anlaşılır ve somut bir şekilde verilmesini sağlamak,

4. Proje ile ilgili kararları onaylamak,

5. Benzer projelerin planlama, tamamlama ve yönetim aşamalarının da yapılacak iyileştirmeler konusunda çeşitli dersler elde etmek,

6. İlk aşamadan elde edilen performansların değerlendirilmesi ile, projenin sonraki aşamaları için daha etkin bir planlama sağlamak,

7. Farklı düzeylerdeki proje başarılarının ve başarısızlıklarının karşılaştırılması ile organizasyonda yapılacak düzenlemelere olanak sağlamak,

8. Bakanlıklar veya kuruluşlar düzeyinde hem mevcut politikaların ve programların savunulmasını hem de ilave finans desteğinin elde edilmesini sağlamak,

9. Ulusal düzeyde politika üreticilerinin, objektif bilgiler ışığında, ülkenin diğer bölgelerinde yürütülecek faaliyetlerin büyüklüğüne karar vermelerini sağlamak.

İzleme ve değerlendirmenin yapılmasını gerektiren nedenler çoğu zaman ilişkili oldukları için bunlar birbirlerinden ayrı olarak düşünülmemelidirler. Çünkü bu durumda farklı konuların ve problemlerin teknik, sosyal ve ekonomik yönlerinin belirlenmesinde bazı eksikliklerle karşılaşılır. Aynı zamanda daha iyi politikalar düzenleyip bunları uygulamayı gereken kurumlarında düzenlenmesi zorunludur.

9.2.1.3. Proje kavramı

İzleme ve değerlendirme için başlangıç noktası proje kavramıdır. Bir proje, verilen bütçe ve zaman sınırı içinde belli amaçları gerçekleştirmek üzere tasarlanmış, birbirleriyle bağlantılı etkinliklerin tümünden oluşur. Diğer bir deyişle, bir proje üretim veya sosyo-ekonomik gelişmeyi kısıtlayan engellerin belli faaliyetler yoluyla (bu faaliyetler çeşitli girdiler ve elde edilen çıktılarla mümkün olmaktadır) ortadan kaldırılmasına veya üstesinden gelmeye çalışır. Bütün bunlar birbirleriyle bir mantık zinciri içinde ve öngörülen belli varsayımlara (örneğin halkın davranışları) dayalı olarak ilişkilidirler. Bu etkinlikler, istenen belli etkilerin yaratılması ve sonuçların elde edilmesi için gerekli ortamı ve yapıyı oluştururlar.

İdeal olarak, projenin amaçları ve yaratacağı çıktılarla gerekli girdiler proje alanında net olarak belli olmalıdır. Ancak uygulamada proje dokümanları bu yönden genellikle eksik veya karmaşıktır ve uygulama aşamasında yönetime pek çok konuya açıklık getirmek veya yeniden tanımlamak gibi görevleri yükler. Proje mantığının, etkinlikler sıralamasının, varsayımlar ile bütün bunlar arasındaki ilişkilerin iyice anlaşılması izleme ve değerlendirme sistemine olan gereksinimin temelini oluşturur. Böylece projede rol alan değişik görevliler (kamı ve özel sektör kuruluşları, çiftçiler ve çiftçi grupları gibi) tanımlanabilir ve projenin başarısı (performans) için kritik olan eğgüdüm yapılarına gerekli önemin verilmesi sağlanır. Aynı zamanda, projede yapılan varsayımların yeterliliği veya gerçekçi olup olmadığı da irdelenebilir.

9.2.1.4. Sulama projelerinin yapısı ve karakteristikleri

Büyük sulama geliştirme projeleri tipik olarak barajlar ve kanallar gibi fiziksel yapıların inşası ile bunların etkin biçimde işletilmesi ve bakım faaliyetlerinden oluşur. Daha önce de belirtildiği üzere proje kavramı bu noktada bitmez. Tersiyer kanal sisteminin ötesinde sulama suyunun dağıtımı ve tahsisi, araziye uygulama yöntemleri, bitki deseni, üretim takvimi ve tarım işletmeciliği ile ilgili uygulamalar üretim hedefleri ve

diğer amaçların gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğinin belirleyicileridir. Dolayısıyla su kullanım ve bitkisel üretim, iyi ve güvenilir bir su dağıtımına bağımlıdır. Bu durum, projede su dağıtım şebekesinin planlanması ve uygulanmasının, tarla içi geliştirme hizmetleri ve tarımsal üretim ile birlikte düşünülmesini ve sonuçta da izleme ve değerlendirme sisteminin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'de sulama projeleri, genellikle sulu tarımla ilgili deneyimlerin olmadığı kurak bölgelerde bağlatılmaktadır. Bunun sonucunda proje alanında kurumsal değişimler ve mevcut sosyo-ekonomik ilişkilerde önemli değişimler ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler proje yönetimini yakından ilgilendirir. Çünkü projenin neden-sonuç ilişkileriyle ilgili varsayımları genellikle bunlara dayanır.

Sulama geliştirme projelerinde üzerinde önemle durulması gereken diğer bir konuda yeterli ve etkin bir drenaja olan gereksinimdir. Bu olmadığı zaman projenin performansı ve gelecekteki yaşayabilirliği, tuzluluk ve yüksek tabansuyu nedeniyle tehlikeye girmektedir. Drenajın proje kavramı içindeki önemi su dağıtımından daha az değildir. Gerekli önemin verilmesini sağlamak ve drenajın önemsiz bir etken gibi gözardı edilmesini amacıyla hem tarla içi hem de ana drenaj şebekesinin geliştirilmesi ve performansı konusunda gerekli önemin gösterilmesi her izleme ve değerlendirme programı için bir gereksinimdir.

Sulama projelerinin ömrünün göreceli olarak uzun olması nedeniyle proje ömrü boyunca uygulamaların özelliği ve ağırlık verdiği noktalar değişir. Genellikle proje uygulaması süresince önemli yer tutan fiziksel yatırımların (inşaat) ağırlığı giderek azalırken insana yönelik etkinliklerde artış olur. Bu nedenle, izleme ve değerlendirme için gerekli bilgilerin çeşitleri ve toplama sıklığı da farklılık gösterir. Ancak burada kesin çizgilerle bir çerçeve çizilmesi olası olmamakla birlikte, proje ömrü süresince çeşitli gelişme devreleri ve bunların sıralaması iyi anlaşılırsa izleme ve değerlendirmenin kapsamı ve ağırlık vereceği konularda daha iyi belirlenebilir. Bu sıralama en azından kavram bazında şöyle ifade edilebilir:

a) Fiziksel inşaatla ilgili proje planlama, tasarım ve uygulaması:

b) Sulama suyunun dağıtımı (genellikle tersiyer düreyine kadar) ile dağıtım ve drenaaj sisteminin işletme ve bakımı

c) Su kullanımını ve tarla düzeyinde uygulama (genelde tersiyer kanal düzeyi ve daha aşağısında)

d) Geliştirilmiş üretim etkinlikleri, ürün çeşitlerinin arttırılması

e) Ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler ile sonuçların tam olarak olgunlaşması:

Daha önce de belirtildiği gibi, burada verilen sıralamada çakışma olabilir. Örneğin; proje alanının bir bölümünde suyun çiftçilere dağıtımı yapılırken, diğer yerlerde inşaat sürebilir veya çeşitli kuruluşlar ve çiftçiler de aynı anda çeşitli etkinliklerde bulunabilir.

Tarımsal üretim ve üretim yoğunluğunun arttırılması süresinde ise çok daha fazla kuruluş rol oynamaktadır (Su dağıtımı, tarımsal yayım, tarımsal kredi, tohum sağlanması gibi). Bütün bu kuruluşların etkinlikleri ve başarılarının, projelerin genel olarak başarısı ve amaçlarının gerçekleşmesinde önemli bir yeri olduğuna göre, bunlar işleme ve değerlendirmanın görev ve ilgi alanı içinde yer alırlar.

9.2.2. Sistem Tasarımı ve Bilgi Gereksinimi

9.2.2.1. Sistemin koşulları

Bir "İşleme ve Değerlendirme" (I ve D) sistemi herşeyden önce projenin ana uygulayıcısı olan kuruluşun işleyişiyle uyumlu olmalıdır. I ve D temel etkinliklerin izlenmesine yardımcı olmanın yanında ilgili her kuruluşun başarı oranını yükseltmesine yardımcı olmalıdır.

I ve D sisteminin oluşturulmasında uygulamada görev alan kuruluşların farklı yönetim düzeylerindeki karar merkezlerinin belirlenmesine özel bir özen gösterilmelidir ve mevcut yönetimin bilgi akış sistemi (raporlar, toplantılar, diğer iletişim mekanizmaları) gözden geçirilmelidir.

I ve D sistemi aynı zamanda projede yer alan çeşitli kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyonun teşvik edilmesi yönünden de önemli bir rol oynamaktadır. Projede yer alan DSİ, Köy Hizmetleri ve Tarım İl Müdürlükleri veya projede yer almayan ancak etkinlikleri projenin başarısı için yaşamsal önemde olan TCMB, TEDK, Şeker Şirketi gibi kuruluşlar arasında bilgi alışverişi sağlanmalıdır. Dolayısıyla bütün dikkat ve gayretler gerekli ve uygun veri toplama üzerinde toplanmalıdır, aynı zamanda, I ve D'nin ortaya koyduğu sonuçların farklı kademelerdeki karar vericilerin hizmetine sunulmasını sağlayacak örgütsel ve kurumsal bir yapının oluşması sağlanmalıdır.

9.2.2.2. I ve D sisteminin oluşturulmasındaki etkenler

Yönetim mekanizmasının gereksinimlerini karşılayabilmek için I ve D sistemi aşağıdaki özellikleri içermelidir;

- a) Projenin gelişmesi konusunda belli aralıklarla ve zamanında bilgi akımının sağlanması,
- b) Toplanan bilgilerin farklı yönetim kademelerinde kimler tarafından kullanılacağına tanımlanması,
- c) Toplanacak bilgilerin amacı, şekli ve toplanma sıklığının açıklanması,
- d) Toplanan bilgilerin projenin çeşitli bölümlerindeki sorunları ortaya çıkaracak şekilde ayrıntılı olmaları,
- e) Kullanıcıların gereksinimlerine uygun şekilde işlenen yeterli ve güvenilir bilginin toplanması,
- f) Bilginin çeşitli karar vericiler ve kuruluşlar içinde ve arasında akışını sağlayacak uygun bir yapılanmanın oluşturulması.

9.2.2.3. Bilgi gereksiniminin belirlenmesi

Bilgi gereksinimi bir mantık çerçevesi oluşturulması yoluyla ortaya konulabilir. Bu mantık çerçevesinde projedeki etkinlikler değişik grup ve alt gruplara (verimlilik, su dağıtım, bitki yoğunluğu, işletme ve bakım, kaynakların yeterliliği gibi) ayrılarak değerlendirilebilir. Bunun yanında fiziksel ve ekonomik gelişmeler ile projeden yararlananların tepkileri de I ve D'nin

kapsamına girer. Değerlendirmede proje performansını etkileyen faktörler (tasarım, örgütsel ve yönetsel yapı, ana sistem etkinliklerinin performansı, tarla düzeyindeki performanslar gibi) ayrı ayrı irdelenir.

9.2.2.4. Bilgi (veri) sınıfları ve göstergeler

Toplanacak bilgiler altı grupta incelenebilir:

1. Proje girdileri
2. Proje etkinlikleri
3. Proje çıktıları
4. Planlanan etkiler ve sonuçlar
5. Planlanmayan etkiler ve sonuçlar
6. Diğ etkenler

Bir sulama projesinin uygulamasında görevli kuruluşların yöneticilerini yukarıdaki ilk dört grup ilgilendirmektedir. Çünkü bu gruplardaki bilgiler günlük yürütülen etkinliklerle ilgili gruplar (4 ve 5) daha çok değerlendirmenin kapsamına girer ve genel proje değerlendirmesinde ele alınır.

İzleme ve Değerlendirme için toplanan bilgiler, yönetimin sorunlu alanlara dikkatini çekebilmek için, özlü ve kolayca anlaşılabilir olmalıdır. Veriler yöresel bazda ayrılarak, her birinin başarı oranlarının karşılaştırılmasına olanak sağlar. Bazı analitik çalışmalar gerekebilirse de hesaplamalar genellikle oranlar, yüzdeler ve bunların yönelimleri gibi son derece sade ve basit olmalıdır. Örneğin; verilen toplam sulama suyu tek başına pek birşey ifade etmez. Eğer bu miktar herbir kademeys (ana kanaldan sekonder kanala, sekonderden terciyere) verilen miktarlarla ilişkilendirilirse, o zaman birim uzunluktaki su iletim randımanı elde edilebilir. Ya da birim alana verilen su belirtilirse, su gereksinimi ile karşılaştırılarak bir yargıya varılabilir.

9.2.3. Veri Toplama, İşleme ve Rapor Haline Getirme

9.2.3.1. Veri kaynakları ve verilerin toplanması

I ve D için gerekli verilerin büyük bir bölümü uygulayıcı kuruluşların rutin kayıtlarından yada her kuruluşun ayrı ayrı yürüttüğü istatistik toplamaya yönelik etkinliklerinden sağlanabilir. Eşer üzerinde görüldüğüne varılmış bir I ve D sistemi yoksa toplanacak bilgilerin kapsamı, yeterliliği ve niteliği her kurum yada kuruluşu göre değişecektir. Hatta bu değişiklik aynı kuruluşun farklı birimleri arasında dahi ortaya çıkar. Bu nedenle I ve D'nin ilk işi mevcut bilgi akım sistemini gözden geçirerek, bunun yönetimin ihtiyaçlarını karşılayıp karşılayamayacağını ve gerekiyorsa ek veri ihtiyacını ve bunun kaynaklarını belirlemek olmalıdır.

Sulama geliştirme projelerinde görev alan sına kuruluşların (DSİ, Köy Hizmetleri, Tarım İl Müdürlükleri) kayıt ve raporları I ve D'nin ihtiyaçları için bir temel oluşturabilir. Ancak bazı ölçüm ve gözlemlerin daha da geliştirilmesi gerekebilir.

Bunun yanında, yapılacak anketlerle projeden yararlananların sulama tesislerine yaklaşımı, önerilen uygulamaları kabul durumları, verim kayıtları, karşılaşılan sorunlar ve çiftçilerin tepkileri gibi geri besleme etkinlikleri I ve D için büyük önem taşır.

9.2.3.2. Veri analizleri ve rapor haline getirilmesi

Yöneticilerin dikkatlerini sorunlu alanlara yöneltmek amacıyla, eldeki veriler işlenip alt bölümlere ayrılarak sunulmalıdır. Genel olarak daha üst yönetim kademelerinde bilgilerin ayrıntılı olması gereği azalmaktadır.

I ve D'nin yazımsal bir parçası da toplanan ve işlenen bilgilerin ve sonuçların yazıya dökülmesidir. I ve D raporları rutin idari raporlardan farklı olarak, daha çok kullanıcıya yöneliktir ve projenin uygulanması veya politikalar oluşturulmasıyla ilgili kararların alınmasına yardımcı olur. Bu nedenle önemli görülen noktaların belirtilmesi ve önerilen çözüm

yollarının seçenekleriyle birlikte sunulmasına özen gösterilmelidir.

9.2.4. Kurumsal Yapılanma

Bir I ve D sisteminin proje yönetiminde etkili olabilmesi için, proje etkinlikleri ile faydalananlar arasındaki etkileşimi ortaya koyması ve bunu yönetim birimlerine ulaştırması gerekmektedir. Eğer I ve D sistemi ile ortaya çıkan sonuçları karar merkezlerine ve yönetim birimlerine ulaştıracak kurumsal bir yapı oluşmamişse sistemin yararı beklenen düzeyde olmayacaktır. Bu nedenle, I ve D'nin örgütlenme gereksinimi bir proje tasarımı kapsamında ele alınmalıdır. Burada projelerin sektör, alt sektör, bölgeler yada ülke bazında olma durumlarına göre açık ve net bağlantıların kurulması gerekir. Eğer I ve D sistemi, ilgili kuruluşlarca benimsenmişse, bu kuruluşlar arasında koordinasyon ve sürekli bilgi akışında önemli rol oynar. Bu nedenle I ve D'nin kurumsallaştırılması ve sulama projelerinin sürekli bir parçası haline getirilmesine gerek olduğu, çok önemli bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır.

9.3. TÜRKİYE'DE İZLENME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

Sulama projeleriyle ilişkili olarak fiziksel, mali girdi ve çıktılardan izlenmesi Türkiye'de standart bir uygulamadır. Ancak, sulama projelerinin amaçlarının ne ölçüde gerçekleştirdiğini veya başardığını ortaya koymak ve projeden yararlananlara olan etkilerini değerlendirmek genellikle ihmal edilmiştir. Günümüzde, Türkiye'deki sulama geliştirme projelerinin etkilerini değerlendirmeye yönelik faaliyetlere giderek daha fazla önem verildiği görülmektedir.

DSİ tarafından işletilen sulama sistemlerinde işletme ve Bakım Dairesi'nin değişik birimleri ile Bölge ve İşletme birimlerince sulamaya açılan alanlar, sulama oranları, şebekeye alınan su miktarları ile sulama randımanları, tabansuyu düzeyi, bakım-onarım çalışmaları, üretim ve sağlanan faydalar yıllık olarak izlenip değerlendirilmektedir. Ayrıca, sulama işletmelerinde gelişme ve verimliliği etkileyen etkenleri

belirlemek ve çözüm yollarını ortaya koymak amacıyla İstatistik Şube Müdürlüğünce Sulama Geliştirme Raporları düzenlenmektedir.

Ancak, DSI Genel Müdürlüğü'nde "İzleme ve Değerlendirme" ile görevli ayrı bir yapılanma olmadan, farklı birimlerce, rutin faaliyetlerin yanında yürütülen izleme ve değerlendirme çalışmalarının nitelik ve nicelik yönlerinden yeterli olmadığı görülmektedir.

Proje tanımlaması işlemi ile I ve D faaliyetleri Türkiye'de ihmal edilen bir konudur. Proje tanımlamasında daha düzenli bir sistemin bulunmaması ve değişik proje alternatiflerinin teknoloji, boyut ve bölgesel veya makro ekonomik konularla ilişkisi yönünden testlerinin yapılmaması durumunda, kaynakların yanlış yönlendirilmesi riski her zaman mevcuttur. Benzer şekilde, etkin bir I ve D sisteminin olmaması, yalnızca proje uygulamasını engellemekle kalmaz aynı zamanda planlama işlerinde geri besleme halkasının önemli derecede zayıf kalmasına neden olur.

Sonuç olarak, büyük sulama projelerinin toprak ve su kullanımına ve buna izleyen sosyo-ekonomik faydaların izlenmesine ve değerlendirilmesine ilişkin veya böyle bir izleme değerlendirme sisteminden, benzeri yeni projelerin planlama ve uygulama aşamalarında geriye bilgi akışını sağlayan etkin ve yeterli düzeydeki bir mekanizma bugün için ülkemizde bulunmamaktadır.

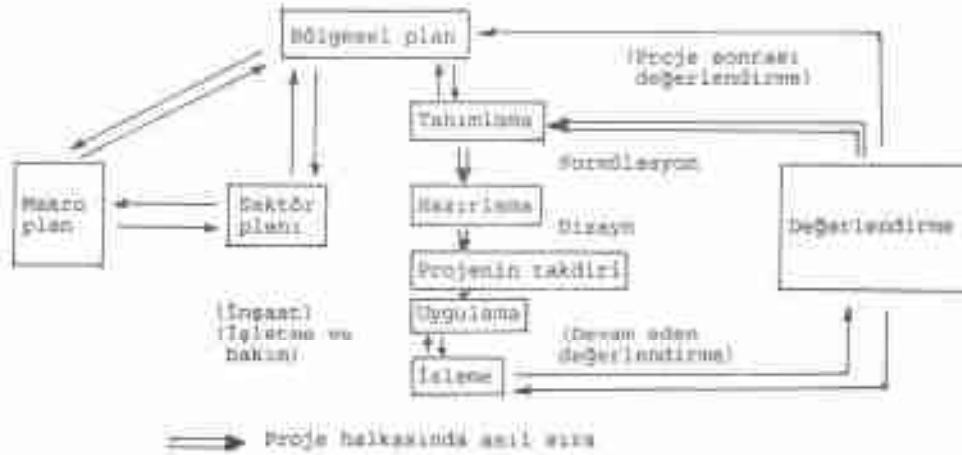
9.4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Proje planlama işlemleri, kaynakların sistematik olarak toplumun tümüne ve ekonomiye sağlayan yararların optimize edilmesine yönelik faaliyetlere kanalize edilmesi için gösterilen tüm gayretlerin bir bölümü olarak görülmelidir. Bu nedenle proje planları makro, bölgesel, sektör ve alt-sektör planlarının alt setleridir ve bunlara uygulayıcı kuruluşlar, destekleyici kuruluşlar, ilgili bakanlıkların planlama bölümleri, merkezi planlama kuruluşu ve maliye arasında yönetsel ve parasal destek sağlama mekanizmalarıyla bağlıdır. Proje kavramı ile onun en son uygulaması arasında olgun bir dizi işlem yoluyla formülasyonu, dizaynı ve parasal desteklemenin onaylanması

gerçekleştirilir. Bunlar tipik olarak projenin tanımlanması, hızlanması, takdiri ve uygulanmasıdır. Bunların es sonucunu değerlendirme işlemi yoluyla (işlemenin desteği ile) bir sonraki planlama aşamasına geriye bilgi akımına, proje planlama halkası olarak bilinen yolla sağlar (Şekil 9.1).

Sulama geliştirme maliyetlerinin hızla arttığı gözümünde bulunmaktadır. Sulamaya açılan alanlardan yüksek düzeyde üretim sağlanabilmesi için modern tarımın gerektirdiği her türlü hizmet ve girdilerin sağlanmasına daha fazla önem verilmesi gerektiği gerçeği görülür. Çağdaş tarım teknikleri ve üretimin sürekliliği, tuzluluktan etkilenmiş alanların ıslahı ve yüksek tabansuyunun istenilen düzeye düşürülmesine yönelik drenaj ve sulama tesislerinin ekonomik yönden fizibil olmasını gerektirir.

Sulama yatırımlarının etkin kullanımı, çiftçilerin yeterli ve uygun bilgi birikimine ve deneyime sahip olmaları ile ancak sağlanabilir. Bir projede modern sulama ile çağdaş tarım teknikleri birlikte uygulamaya başlanmalıdır. Sulama projeleri, sulayıcıların artan bilgi düzeyine ve deneyimlerine uyarlanabilmeli, ayrıca "sebekte işletmesi" ve yönetimin çiftçilerin projede etkin bir şekilde görev almalarını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.



Şekil 9.1. Projelendirme halkası ve ilgili planlama faaliyetleri

İzleme ve değerlendirme fonksiyonunun potansiyel önemi ancak onun yönetim işleminin tamamlayıcı bir parçası olarak görüldüğünde anlaşılabilir. Bunun tersi durumda, proje yöneticilerinin onun önemini ve yararlılığını kabul etmedikleri sürece başarılı olamaz.

İlgili kuruluşların etkinliği ve verimliliğine ilişkin izleme ve değerlendirme etkinlikleri söz konusu olduğunda, esas sorumluluğun bu kuruluşlara ait olması gerektiği gayet açıktır. Bununla birlikte her kuruluşta veri toplama, depolama, analiz ve rapor hazırlama işinin sorumluluğu özel bir bölüm/şubeye ve kişilere verilmelidir. DSI tarafından işletilen sulamalarda yapılan izleme ve değerlendirme çalışmaları ile değişik birim ve kuruluşlar arasında bilgi akımının yeterli olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle, mevcut idari yapının dışında devamlılığı olan bir "İzleme ve Değerlendirme" biriminin oluşturulması sorunun çözümü için atılması gereken ilk adımdır.

Ayrıca kuruluşların yetki ve sorumlulukları ne olursa olsun, izleme ve değerlendirme için konu ile ilgili mesleklerden (Ziraat Mühendisi, İnşaat Mühendisi, Ziraat Ekonomist, Toplum Bilimci vb.) bilgili ve yetenekli uzman grubu mutlaka sağlanmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Beyribey, M. ve Şahin, L., 1990. Konya-Alakova sulama alanında 1989 yılı sulama sonuçlarının bilgisayarla değerlendirilmesi. DSI Teknik Bülteni, 72/47-50, Ankara.
- Chandratat, S. and Piyasirinnon, B., 1981. Irrigation system performance for sustainable agriculture in Thailand. Proceedings of the Regional Workshop, Bangkok, Thailand, FAO, p.286-288, Rome.
- Çakmak, B., 1994. Konya-Çumra Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. A.Ü. Zir. Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi (yayınlanamadı), Ankara.
- Sagardoy, J.A., 1982. Organization, Operation, and Maintenance of Irrigation Schemes. FAO Irrig. Drain Paper 40, Rome, Rome.

10. BÖLÜM : TÜRKİYE'NİN TOPRAK VE SU KORUMA SORUNLARI

Doç.Dr. Fazlı ÖZTÜRK

10.1. GİRİŞ

Canlıların yaşayabilmesi için mutlaka bazı besin maddelerine ihtiyaçları vardır. Besin maddelerinin değişik kaynakları olmakla birlikte esasen hemen hemen hepsinin elde edilmesi için; güneş ışığı, hava, su ve toprak olmak üzere dört önemli öğeye ihtiyaç duyulur. Bunlardan toprak, üzerinde yetişen bitkilere yataklık ettiği gibi yine bu bitkiler için gerekli olan bitki besin maddelerini de içinde muhafaza eder. Ayrıca besin maddelerinin bitkiler tarafından alınmasını ve bitkinin yaşamını sürdürmesini sağlayan suyu da içerir.

Toprak ve su kaynaklarının bilgisizce kullanılması, kaynaklardan potansiyeline uygun biçimde optimum yararlanmayı engellemektedir. Toprak ve su gibi doğal kaynaklarını uygun biçimde kullanan ülkeler genellikle varlıklarını sürdürmüş, bu kaynakları dengeli ve planlı bir biçimde kullanamayan ülkeler yıkılmaya mahkum olmuşlardır. Büyük uygarlıkların çökmesi ve göçlerin yayılması değişen iklim koşullarının yanı sıra toprak ve su kaynaklarının bilgisizce kullanımından kaynaklanmıştır.

Ülkemizde toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi, bunlardan etkin bir biçimde yararlanılması ve korunması ile ilgili çalışmalara Planlı Kalkınma dönemine kadar gereken önem verilmemiştir.

10.2. TÜRKİYE'NİN TOPRAK KAYNAĞI POTANSİYELİ

Çıda ve diğer ihtiyaç maddelerine olan talep artışı, tarım yapılan topraklarımızı genişleterek üretimi artırma ile karşılanmadığından, birim alandan sağlanan verimin artırılması ve verimliliğin devam ettirilmesi gerekmektedir.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış çalışmalara göre ülkemiz topraklarının kullanım şekillerine göre dağılımı Çizelge 10.1 de verilmiştir.

Çizelge 10.1 in incelenmesinden görüleceği gibi Türkiye'nin topraklarının % 35.60 ı işlenen araziler, % 27.95 i çayır ve mer'a, % 30.17 si orman, funda ve çalılık olarak kullanılmakta geriye kalan % 6.28 i yerleşim alanları, su yüzeyleri ve diğer arazilerden oluşmaktadır.

Çizelge 10.1 Türkiye'de Toprakların Kullanım Şekline Göre Dağılımı

Arazi Kullanma Şekli	Alan, Ha	%
İşlemeli Tarım	27 699 003	35.60
-Kuru Tarım	22 607 334	81.62
-Sulu Tarım	2 990 980	10.80
-Bağ-bahçe	1 038 637	3.82
-Özel birkiler	1 042 152	3.76
Çayır ve Mer'a	21 745 690	27.95
-Çayır	644 373	2.96
-Mer'a	21 101 317	97.04
Orman - Funda ve Çalılık	23 468 423	30.17
-Orman	15 135 087	64.49
-Funda-Çalı	8 333 376	35.51
Yerleşim alanları	569 400	0.73
Diğer Arazi Tipleri	3 212 175	4.13
-Sarılık ve Bataklık	48 521	1.51
-Irmak Yatakları	192 325	5.98
-Kıyı Kumulları	2 481	0.07
-Çıplak Kayalıklar	2 930 933	91.24
Su Yüzeyleri	1 102 396	1.42
TOPLAM	77 797 127	100.00

Arazi kullanma yetenek sınıflaması yönünden topraklarımız oldukça büyük değişimler gösterir. Toprak işleme, toprağın diğer kullanma şekilleri ve koruma önlemlerine ihtiyaç göstermesi bakımından elverişlilik sınırlarını tanımlayan sekiz arazi yetenek sınıfına ayrılmıştır. Birinci sınıf arazi her türlü tarıma her bakımdan elverişli olan toprakları kapsar. Sekizinci sınıfa doğru arazinin kullanma yeteneği azaldığı gibi kullanmadaki sınırlamalar da artmaktadır. I., II., III. ve IV. sınıf araziler; kültür bitkileri, çayır, mer'a, orman ve doğal hayat için uygun koşullara sahiptirler. V., VI. ve VII. sınıf araziler yalnız mer'a, orman ve doğal hayata uygun olup işlemeye elverişli değildirler. VIII. sınıf araziler ise yalnız doğal hayata barınak ve su toplama havzası olarak kullanılabilir.

Ülkemizde arazi kullanma yetenek sınıflamasına esas olan etüd arazileri su yüzeyleri dışında kalan araziler olup toplamı 76 694 731 hektardır. Çizelge 10.2 de sekiz yetenek sınıfına ilişkin toprakların dağılımı ve oranları verilmiştir.

Çizelge 10.2 nin incelemesinden anlaşıldığı gibi işlemeli tarımda kullanılabilen I., II., III. ve IV. sınıf arazilerin oranı % 34.1 olmaktadır. Genellikle devamlı bitki örtüsü altında tutulması gereken V., VI. ve VII. sınıf araziler ise etüd edilen toplam alanın % 60 ını oluşturmaktadır. Birkisel ürün alınamayan, ancak doğal hayat için değerlendirilebilecek VIII. sınıf araziler 3 455 513 hektarlık alana sahiptir.

10.3. SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ VE TOPRAKLARIN SULANABİLİRLİK DURUMU

Türkiye'nin yerüstü su kaynakları, su toplama ve boşaltım alanları yönünden 26 büyük havzaya ayrılmıştır. Bu havzaların yıllık ortalama yağmur miktarı 652.5 mm, su verimi 296.42 l/a/km², yıllık toplam akım miktarı 186,5 milyar m³ tür. Ancak teknik olarak bu suyun tamamını kullanmak mümkün değildir. Kullanılacak miktar 95 milyar m³ tür. Yeraltı su kaynakları yönünden saptanan potansiyeli ise 9.5 milyar m³ tür. Kullanılabilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli toplamı 104.5 milyar m³ tür. Ancak bu miktarın 14.1 milyar m³ ü içme, kullanma,

Çizelge 10.2 Türkiye'de Kullanma Yetenek Sınıflarına Göre Arazi Dağılımı

Arazi Kullanma Şekli	Sınıf	Alan, Ha	%
İşlemeli Tarıma Elverişli Arazi	I	5 012 537	6.84
	II	6 758 702	9.7
	III	7 574 330	9.7
	IV	7 201 016	9.3
Toplam		26 546 585	34.1
Çayır, Mer'a, Orman ve Fundalık Arazi	V	165 547	0.2
	VI	10 238 533	13.2
	VII	36 288 553	46.6
Toplam		46 692 633	60.0
Tarımsal Kullanıma Elverişli Olmayan Arazi	VIII	3 455 513	4.4
Toplam		3 455 513	4.4
GENEL TOPLAM		76 694 731	100.0

sanayi ve tarımda kullanılabilir. Diğer bir deyişle 104.5 milyar m³ suyun % 11.4 ünden yararlanılmaktadır. Bu sonuçlardan yeterince yararlanamadığımız büyük bir su potansiyelimizin olduğu ortaya çıkmaktadır. Tarım alanları toplamı 27.7 milyon ha olan ülkemizde bunun 25.3 milyon hektarının sulanabilir nitelikte olmasına karşılık havzalararası su nakli yapılsa bile mevcut sulama teknolojileri iyileştirilmeden sulanabilecek toplam arazi miktarı ise 3.5 milyon hektardır. Sulanan arazilerin toplamı dikkate alındığında 4.3 milyon hektarlık arazi daha sulama beklemektedir. Diğer bir deyişle sulanabilir arazilerimizin % 39 u halen sulanmakta, % 61 i ise henüz sulanmamaktadır.

10.4. TÜRKİYE'NİN TOPRAK VE SU KAYNAKLARINA İLİŞKİN SORUNLARI

Ülkemizin toprak ve su kaynaklarına ilişkin başlıca sorunlarını; a) erozyon ve sedimentasyon, b) toprak derinliği,

c) taşlılık, d) drenaj, e) çoraklık, f) arazi kullanma ve g) eğim ile ilgili sorunlar olmak üzere yedi alt başlık altında incelemek mümkündür.

10.4.1. Erozyon ve Sedimentasyon

Erozyon doğal ve hızlandırılmış olmak üzere ikiye ayrılır. Jeolojik anlamda erozyon, toprak ana materyalinin doğal koşulları altında parçalanarak yer değiştirmesi ve birikmesi olayıdır. Yeni üst toprak oluşumunu da sağlayan bu olay doğal dengenin korunması açısından da yararlı olup doğal erozyon veya jeolojik erozyon olarak bilinir. İnsanın, değişik faaliyetleri sonucunda, doğal koşullar altında meydana gelmiş toprağı, su ve rüzgar gibi aşındırıcı güçlerin tahribine ortam hazırlayarak sebep olduğu erozyon olayına ise hızlandırılmış erozyon adı verilir. Sadece erozyon denildiğinde de akla gelen hızlandırılmış erozyondur. Hızlandırılmış erozyon, olayın meydana gelmesine sebep olan etkenlere göre; su, rüzgar, yerçekimi, dalga, buzul ve çığ erozyonu olmak üzere sınıflara ayrılır. Su ve rüzgar erozyonu dışındaki erozyonlar gerek yaygınlıkları, gerekse tarım alanlarında etkin olmaları nedeniyle Türkiye için su ve rüzgar erozyonu kadar önemli değildirler.

Su ve rüzgar, erozyonun meydana gelmesine sebep olan aktif etkenlerdir. Bunlar etki itibarıyla farklı olmalarına karşılık, neticede herikisi de üst toprağın hareketini temin etmektedirler.

10.4.1.1. Erozyonun sebepleri

Erozyona etki eden etmenleri aşağıdaki şekilde formüle edebiliriz.

$$E = f (C, T, V, S, H)$$

İlişkide; E:Erozyon, C:İklim, T:Topoğrafya, V:Vejetasyon, S:Toprak, H:İnsan faktörünü temsil etmektedir.

İklim faktörlerinden yağış, sıcaklık ve rüzgarın, yüzey akış ve erozyon üzerinde önemli etkisi vardır. Erozyonu etkileyen en önemli iklim unsuru yağmurdur. Yağmurun miktarı, şiddeti ve

değişimini erozyon üzerinde önemli rol oynar. Yapılan araştırmalardan birinde elde edilen sonuçlar Çizelge 10.3 te verilmiştir.

Sıcaklık, atmosferdeki yağışın şeklini değiştirdiği ve toprağı dondurduğu için erozyon üzerinde etkilidir.

Topoğrafik faktör, arazi eğiminin derecesi ve uzunluğu şeklinde etkin olmaktadır.

Vejetasyon, diğer bir deyişle bitki örtüsü, yağışı tutarak, yüzey akışın hızını keserek veya azaltarak, kökleri yardımıyla toprağın porozitesini artırarak ve terleme yolu ile su kaybederek topraktaki su miktarının azalmasını sağlayarak yüzey akışı önleyerek veya azaltarak toprağın fazla miktarda aşınıp, taşınmasını engeller.

Toprak, çeşitli özellikleriyle erozyon olayında en önemli unsurdur. Toprak, yapısı, bünyesi, organik madde miktarı, su tutma kapasitesi, infiltrasyon hızı, yoğunluğu ve porozitesi gibi fiziksel özellikleri ile kimyasal özellikleri ve biyolojik faaliyetlerin şekil ve miktarı erozyon üzerinde etkilidir.

Ülkemizde erozyonun artmasına sebep olan insan etkilerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

a) Yanlış arazi kullanımı:

Türkiye'de yeteneğine uygun olmayarak dik eğimler, sığ topraklar (VI., VII. sınıf) işleme alınmıştır. Otlak ve orman örtüsü altında kalması gereken bu arazilerin yanlış kullanımı erozyonu hızlandıran ana etkenlerin başında gelir.

b) Koruyucu önlemlerin alınmaması:

Tarım alanı olarak değerlendirilen, teknik olarak da bu kullanıma uygun olan II., III. ve IV. sınıf arazilerde sınıf

Çizelge 10.3 Yağmur Miktarı ve Şiddetinin Yüzeyakış ve Toprak Kaybına Etkisi

Yağmur Miktarı, mm	Yağmur Şiddeti, mm/dak	Yüzeyakış Miktarı, lt	Toprak Kaybı, t/ha
34.0	1.13	40.0	15 625
44.0	0.05	3.3	130

yükseldikçe yoğunlaşan koruyucu önlemlerin alınması zorunludur. Örneğin % 10 eğimli arazide tarım yapılırken, bu eğimin sekiler ile azaltılması ve yüzey akışın kontrol altında tutulması gerekir. Bu tip arazilerde sekilemeden başka esyükselik eğrililerine paralel sürüm, geritsel ekim, ekim nöbeti gibi önlemler de alınmalıdır.

c) Serbest sürü otlatmacılığı:

Türkiye'de otlaklar ve ormanlar herhangi bir kurala bağlı olmadan otlatılmaktadır. Bağıboş otlatma ile her gün, her mevsim doğal örtü kazıtılmakta, ormanlarda yeni ağaçların yetişmesi önlenmektedir.

d) İdari eksiklik:

Yanlış arazi kullanımını, koruyucu önlemlerin alınmamasını ve serbest sürü otlatmacılığını denetleyen, eksiklikleri gidermeye veya gidertmeye yetkili olan yasal ve idari düzenleme yoktur.

10.4.1.2. Erozyon tipleri

Türkiye'de yaygınlığı bakımından su erozyonu, rüzgar erozyonuna göre daha etkindir. Bu sebeple erozyon dendiğinde akla gelen su erozyonudur. Su, toprak parçacıklarını arazi yüzeyini kaplayan toprak külesinden koparmak ve onları eğim doğrultusunda taşımak suretiyle erozyona neden olmaktadır. Erozyon olayı, yağmur damlasının toprağın yüzeyine vurması ve kesikleri parçalaması ile başlar. Bu olay, birbirini izleyen üç aşamayı kapsar. Birinci aşamada, toprak külesini meydana getiren parçacıklar gevşer ve çözüldür. İkinci aşamada, gevşemiş ve çözülmüş daneler taşınır. Üçüncü aşamada ise taşınan materyal bir yerde birikir. Benzer olay bir akarsu kesitinde de görülür. Söz konusu yerde önce ayulma, sonra taşınma ve sonunda çökeltme veya birikme meydana gelir. Önemli su erozyonu çeşitleri yağmur damlası, yüzey, parmak, oyuntu ve akarsu yatağı erozyonudur.

a) Yağmur damlası erozyonu:

Şiddetli bir yağış sırasında, yağmur damlalarının ulaştıkları ortalama 32 km/saat lik hız nedeniyle bitki örtüsünden yoksun toprağa çarpmaları neticesinde agregatlar kırılır, yapı bozulur ve toprak kabuk şeklinde bir balçıkla

kaplanır. Bu balçık, yağmur damlalarının agregatları dövmesi ile agregatlardan kopan ince toprak danelerinden ibarettir. Suyu toprağın alt katmanlarına sızdıran önemli kanalcıklar kapanır. Toprağın infiltrasyon hızı azalır.

Eğimli arazilerde, yağmur damlasının çarpma gücü ile ana toprak kütlelerinden ayrılan ve yukarı doğru sıçrayan toprak taneleri eski yerlerine dönmeyip, eğimin etkisiyle, biraz daha aşağıya doğru düşerler. Şiddetli bir yağış sırasında, bitkisel örtüden yoksun bir dekarlık bir tarlada 25 tondan fazla toprak danesi damla etkisi ile sıçrayarak yer değiştirir. Yağmur damlası erozyonu, bu özelliği ile bir bakıma yüzey, parmak ve oyuntu erozyonlarının ilk aşamasıdır. Yağmur damlalarının çözüp sıçrattığı toprak danelerinin büyük bir kısmını 2 mm den daha küçük çapa sahip olanlar oluşturur. Çok az miktarda 2 mm den büyük parçacıklar da aynı harekete maruz kalırlar.

b) Yüzey erozyonu:

Yüzey erozyonu, toprağın eğimli arazilerde yüzey akış nedeniyle ince bir tabaka halinde taşınması olayıdır. Bu erozyon tipi, kolay kolay göze çarpmadan ilerleyen bir olaydır. Toprak danelerini taşıyan yüzey akış, toprak yüzeyinde iki şekilde hareket eder. Su, ya arazinin bütün yüzeyini kaplayarak ince bir tabaka halinde akar, ya da arazi depresyonlarında açılmış olan olukları veya oyuntuları izler.

c) Parmak erozyonu:

Parmak erozyonu, yüzey erozyonunun ilerlemiş bir aşamasıdır. Eğimi 4-5 ten fazla olan arazilerde silt bakımından zengin, yumuşak, yeni sürülmüş topraklarda parmak erozyonu en fazla rastlanan erozyon şeklidir. Coğulup, bir kanaldan akmaya başlayan su, hem kendi etrafında dönme ve hem de taşıma enerjisi kazanır. Dönme enerjisi ile toprak tanelerini gevşetip yerlerinden kopartır. Taşıma enerjisi ise, kopan tanelerin eğim aşağı taşınmalarını sağlar. Bu enerjiler dar alanlarda yoğunlaştıkları takdirde, yüzey toprağında olukçukların açılmasına sebep olurlar. Eğimin üst kısmında ve olayın ilk aşamalarında açılan oluklar daha dar ve sığdır. Parmak erozyonunda açılan çok sayıda oluklar yalnızca birkaç cm derinliğinde şekillenmektedir.

d) Oyuntu erozyonu:

Oyuntu erozyonu parmak erozyonuna benzer. Oyuntuların derinliği 30 cm den 30 m ye kadar değişmektedir. Bu değişimde, jeolojik yapı, toprak kalınlığı, sert kaya katmanının derinliği, ana materyalin yumuşaklığı, arazinin eğim derecesi ve oyuntudan akan suyun taşıdığı materyalin miktar ve cinsi rol oynamaktadır.

e) Akarsu yatağı erozyonu:

Akarsu yatağı erozyonu, akım kanalı tabanında ve kenarlarında meydana gelen aşındırma ve taşımadır. Bazı araştırmacılar oyuntu erozyonunu da akarsu yatağı erozyonuna dahil etmektedirler. Akarsu yatağında meydana gelen erozyon ile oyuntu erozyonu arasındaki fark şu şekilde belirlenmektedir. Akarsu yatağı erozyonu, içinden devamlı su akan ve nisbeten az eğimli yatağa sahip yan akım yollarının aşağı kısımları ile ana akarsu yatağında meydana gelmesine karşılık, oyuntu erozyonu genellikle yan akarsu yataklarının yukarı kısımlarında yağışlar sırasında ve hemen sonrasında oluşmaktadır. Akarsu yatağının kenarları yanlardan gelen yüzey akış ile aşındırıldığı gibi yatağın içinden akan su tarafından da aşındırılır. Aşındırma genellikle birki örtüsünün yok edilmesi, aşırı otlatma, akım yolunun durgun olmayışı ve mendereslere neden olan bazı engeller nedeniyle artar. Yatak tabanındaki aşındırma ise akımın hız ve yönü, yatağın derinliği, genişliği ve toprak bünyesi tarafından etkilenir.

10.4.1.3. Erozyonun zararları

Erozyonun sebep olduğu zararlar; toprak, su, birki besin maddeleri kayıpları, mansap arazilerde neden olacağı taşkınlar ve sedimentasyonla can, mal ve arazinin değer kaybı tehlikesi ile yol, köprü gibi çeşitli yapıların zarar görmesi başlıkları altında sıralanabilir.

Bitkilere su ve besin maddeleri sağlayan toprağın kaybı, sert ana maddenin veya kayanın yüzeyle çıkmasına sebep olacak, dolayısıyla birkiisel üretim azalacak veya sıfıra inecektir. Erozyon, özellikle toprağın organik madde ve besin

maddelerince zengin olan üst kısmının kaybına sebebiyet vermektedir.

Toprağın kaybedilmesi sebebiyle, toprağa infiltre olup bitki büyümesine yardımcı olacak veya derinlere sızarak yeraltı sularını besleyecek olan su, yüzey akış şeklinde kaybedilecektir.

Taşınan toprakla ve özellikle suda erimiş halde önemli miktarda bitki besin maddeleri kaybı söskonusudur.

Orjinal yerlerinden aşınıp, taşınan toprak taneleri akarsu yatağında yükselmelere sebep olmaktadır. Daralan yatak kesiti gelen büyük debileri taşıyamamakta, dolayısıyla sular yatak dışına taşmakta ve civardaki araziler sedimentli sular altında kalmaktadır. Bu suretle hem can ve mal kaybı tehlikesi, hemde ürün kaybı ile arazinin değerini yitirmesi söskonusu olmaktadır.

Taşkın suları ile arazinin değerinin azalmasının yanısıra civardaki yol, köprü ve diğer yapılar zarar görebilir.

10.4.1.4. Türkiye'de erozyonun etkinliği

Türkiye'de erozyon etkin ve yaygındır. Erozyon, şiddetine göre hafif, orta şiddetli, şiddetli ve çok şiddetli olmak üzere dört sınıfta toplanmaktadır. İşlenen toprak katmanının % 25 inden azı taşınmış ise erozyon derecesi yok veya hafif, % 25-75 i taşınmış ise orta şiddetli, işlenen katmanın % 75 inden fazlası ile altındaki katmanın da % 25 i taşınmış ise şiddetli, tamamen taşınmış işlenen katmana ilaveten altındaki toprağın da % 25-75 i taşınmış ise çok şiddetli erozyon olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca ABD' de Missouri Üniversitesi tarafından yapılan bir çalışmada erozyon şiddeti ile üst toprak kalınlığı arasındaki ilişki belirlenmiştir. Buna göre hafif şiddete sahip erozyonun etkin olduğu arazideki toprak kalınlığınının 30 cm, orta şiddette 18 cm ve şiddetli erozyonda ise 13 cm olduğu belirtilmektedir. Değişik şiddetteki su erozyonlarının ve rüzgar erozyonunun Ülkemizdeki dağılımı Çizelge 10.4 te verilmiştir.

Çizelge 10.4 ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi topraklarımızın % 58.7 si şiddetli ve çok şiddetli erozyonun etkisi altındadır. Bu topraklarda önemli verim azalması

Çizelge 10.4 Ülkemizdeki Erozyonun Dağılımı

Erozyon çeşidi ve derecesi	Alan, ha	%
Su erozyonu 0 (Yok)	5 166 627	6.64
1 (Hafif)	5 611 892	7.22
2 (Orta)	15 592 750	20.04
3 (Şiddetli)	28 334 933	36.42
4 (Çok şiddetli)	17 366 463	22.32
Rüzgar erozyonu	506 399	0.65
Çıplak kayalık	2 930 933	3.77

söz konusudur. Orta şiddetli erozyonun hüküm sürdüğü 15 592 750 hektarlık alanda koruma önlemlerini almadan tarım yapmak sakıncalıdır. Acil önlemlerin alınması gereken hafif, orta ve şiddetli derecede erozyonun olduğu alanların oranı % 63.17'dir.

10.4.2. Toprak Derinliği

İşlemeli tarımı kısıtlayan önemli etkenlerden birisi toprak derinliğinin azlığıdır. Toprak, derinlik bakımından çok sığ, sığ, orta derin ve derin olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır. Derinliği 20 cm den az olan topraklar çok sığ, 20-30 cm arasında olanlar sığ, 50-90 cm arasında olanlar orta derin ve 90 cm den daha derin olan topraklar ise derin olarak nitelendirilmektedir. Ülkemiz topraklarının derinliklerine göre dağılımı Çizelge 10.5 te verilmiştir.

Derin ve orta derin topraklar her türlü tarım için elverişlidir. Sığ topraklar bazı tür bitkilerin yetiştirilmesi için uygun olabilir. Ancak çok sığ topraklar işlemeli tarımda kullanılamaz. Buna göre Türkiye'nin işlemeli tarım için elverişli derin ve orta derin topraklarının Türkiye'nin % 26.2 sini oluşturduğu görülür.

Çizelge 10.5 Derinliklerine Göre Topraklarımızın Dağılımı

Derinlik	Alan, ha	%
Derin (> 90 cm)	11 308 114	14.3
Orta derin (50-90 cm)	9 299 614	11.9
Sığ (20-50 cm)	21 696 973	30.5
Çok sığ (< 20 cm)	28 908 455	37.2

10.4.3. Eğim

Arazi kullanmayı kısıtlayan önemli özelliklerden biri olan arazi eğimi, düz-düze yakın, hafif, orta, dik, çok dik ve sarp olmak üzere altı sınıfa ayrılmıştır. Eğimi % 0-2 arasında olan araziler eğim bakımından düz-düze yakın, % 2-6 arasında eğime sahip araziler hafif, % 6-12 arasında eğime sahip araziler orta, % 12-20 arasında eğime sahip araziler dik, % 20-30 arasında eğime sahip araziler çok dik, % 30 dan fazla eğime sahip araziler ise sarp eğimli olarak sınıflandırılmıştır. Düz-düze yakın ve hafif eğime sahip arazilerin tarıma elverişli olduğu, orta ve dik eğimli arazilerin kısmen ve önlemlerle tarıma elverişli olabileceği, çok dik ve sarp eğimli arazilerin ise otlak ve orman için elverişli olduğu belirtilmektedir. Türkiye topraklarının eğimine göre dağılımı ve kullanım durumu Çizelge 10.6 da verilmiştir.

10.4.4. Taşlılık

Taşlar tarım arazisinde arazi yüzeyini kaplayarak üretim alanını azaltır. Ayrıca toprak işlemeyi de zorlaştırır veya imkansız hale getirir. Otlaklarda da yetiştirme yüzeyini azaltır. Taşların erozyonun zararlarını azaltma yönünden yararları vardır. Taşlı yüzeye çarpan yağmur damlalarının aşındırıcı gücü azalır. Taşların altındaki toprakların taşınması da önlenir. Taşlı arazilerin tarımda kullanımını sağlamak amacıyla taşların el ile veya gerektiğinde makine ile toplanması

Çizelge 10.6 Topraklarımızın Eğim Durumuna Göre Dağılımı

Eğim	Alan, Ha	Durumu
Düz-Düze Yakın	9 705 097	Tarıma elverişli
Hafif	4 346 145	Tarıma elverişli
Orta	8 476 067	Kısmen ve uygun önlemlerle tarıma elverişli
Dik	10 514 253	Kısmen ve uygun önlemlerle tarıma elverişli
Çok Dik	10 747 597	Otlak ve ormansız elverişli
Sarp	23 015 699	Otlak ve ormansız elverişli

Not: Gruplama amanajman birimlerine göre yapıldığından Türkiye Arazi Varlığı sonuçlarından farklıdır.

gerekir. Eğimli alanlarda taşların sekiler halinde disilmesiyle hem arazi taşlardan teminlenmiş olur, hem de sekileme için gerekli malzeme temin edilmiş olur. Türkiye'deki taşı arazi toplamı 28 484 184 hektardır. Bunun 2 989 033 hektarı II., III. ve IV. sınıf arazilerde, 25 495 151 hektarı ise V., VI. ve VII. sınıf arazilerde bulunmaktadır.

10.4.5. Drenaj Sorunu

Drenaj konusu ile ilgili bilgiler ayrı bölüm halinde verildiği için burada değinilmeyecektir.

10.5. TOPRAK VE SU KORUMA ÖNLEMLERİ

Yeryüzünde binlerce yıldan bu yana uygulanan toprak ve su koruma önlemleri iki ana grupta toplanabilir:

- A. Bitkisel ve kültürel yöntemler
 1. Araziyi yetenek sınıflarına uygun kullanma
 2. Ekim nöbeti uygulaması
 3. Anız örtülü tarım
 4. Tesviye eğrili tarım
 5. Şeritsel ekim
- B. Fiziksel Önlemler
 1. Teraslama
 2. Oyuntu kontrol yapıları
 3. Otlandırılmış yada kaplanmış su yolları
 4. Saptırma kanalları
 5. Kaşemeli stabilizasyon yapıları
 6. Su depolama yapıları
 7. Sediment tutma yapıları

Araziyi yeteneğine uygun kullanma, koruma önlemleri arasında önemli bir faktördür. Kullanmaya uygunluk sınıflarının arazi kullanma şekillerine göre ülkemiz arazilerini incelediğimizde sınıf olarak uygun olmadığı halde işlemeli tarımda kullanılan 6 milyon hektar kadar VI. ve VII. sınıf arazi vardır. Bunun kuru tarımda kullanılan 5 milyon hektarlık kısmının sürekli örtüye (orman, çayır) terk edilmesi gerekir. Ayrıca çayır, otlak, orman ve çalılık gibi kullanışlarda işlemeli tarıma uygun I., II., III. ve IV. sınıf araziler vardır. Bunlarında işlemeli tarıma dönüştürülmesi gerekir.

Üzerinde durulması gereken bir husus da hiçbir yatırım gerektirmeden önemli tarımsal üretim sağlayan I., II. ve III. sınıf arazilerin yerleşim ve sanayi alanı olarak kullanılmasıdır.

Bitki örtülü işlem önlemleri erozyon ve sediment veriminin azaltılmasında pik akımın azaltılmasından daha etkilidir. Ekim nöbeti çayır ve baklagil yetiştirmeyi içerebilecek şekilde kullanılmalıdır. Sık büyüyen otlar, baklagiller veya küçük taneciklerle oluşturulan bitki örtüsü öncelikle yaz veya kış koruması ve toprak ıslahı sağlar. İşlenen arazilerde bırakılan toprak içindeki bitki artıklarının yada genellikle erozyonun olduğu kritik dönemlerde toprak yüzeyinde bırakılan bitki artıkları koruma önlemleri arasında önemli yer tutar. Hayvan yemi üretim alanlarının ekilmesi, ağaç yetiştirme

ve malçlama olarak bilinen bitki veya diğer uygun materyallerin örtülmekle birlikte toprak yüzeyine uygulanması işlemleri önemli bitkisel işlemlerdendir.

Orman ve mer'alarda mevcut bitki örtüsünü koruma, başlıca yangından korunma ve otlatma amanjmanları ile sağlanır.

Mekanik arazi uygulamaları genellikle bitki örtüsünü çalışmalarını ile birlikte yürütülür. Bu uygulamalar arasında; tesviye eğrilerine paralel tarım, tesviye eğrilerine paralel şeritsel ekim, teraslama, çevirme kanalları, otlandırılmış yada kaplanmış su yolları, kademeli stabilizasyon yapıları sayılabilir.

Eğimli arazilerde eş yükseklik eğrilerine paralel toprak işleme, ekim ve dikim uygulanması en kolay ve az masraflı bir koruma önleimidir. Eğim derecesine bağlı olmakla birlikte, eş yükseklik eğrilerine paralel tarım yapılan arazilerde erozyon, eğim yönünde arazi işlemeden beklenenin % 50 si kadar azaltılabilir. Bu uygulama bütün işlenen arazilerde uygulanabilir olmasına karşılık II. ve III. sınıf arazilerde karşılaşılan daha düz eğimlerde ve düşük şiddete sahip yağmurlar sırasında daha etkindir. Eş yükseklik eğrilerine paralel tarım uygulaması tek başına yapıldığında önerilen eğim uzunluğunun sınırları Çizelge 10.7 de verilmiştir.

Eş yükseklik eğrilerine paralel şeritsel ekinde bitkiler eş yükseklik eğrilerine paralel oluşturulan şeritlerde

Çizelge 10.7 Eş Yükseklik Eğrilerine Paralel Tarımda Eğim Uzunluğu Sınırları

Eğim (%)	Enbüyük Eğim Uzunluğu (m)
2	122.0
4 - 6	91.5
8	61.0
10	30.5
12	24.4
14 - 24	18.3

yetiştirilir. Bitkilerin yerleştirilmesinde çapa bitkilerini yada nadan sük gelişen bitkilerin takip edebileceği şekil izlenir. Eğim derecesi, toprak bünyesi ve yağmur miktarı şerit genişliğinin belirlenmesinde dikkate alınacak faktörlerdir. $\frac{1}{7}$ den az eğimde şerit genişliği 30.5 m, $\frac{1}{7}$ - $\frac{1}{12}$ arasındaki eğimlerde 24.4 m ve $\frac{1}{18}$ - $\frac{1}{24}$ arasında eğime sahip arazilerde 15.3 m olacak şekilde bir eğim - şerit genişliği ilişkisi bulunmuştur.

Bu uygulamanın erozyonun ve sonuçta sediment miktarının azaltılmasındaki etkinliğinin göstergesi, eğim derecesine bağlı olmakla birlikte eğim yönündeki toprak işlemaden beklenenin $\frac{1}{25}$ - $\frac{1}{45}$ eş yükseklik eğrilerine paralel şeritsel ekimden oluşmasıdır.

Teraslar, eğimli arazilerde eşyükseklik eğrilerine paralel, belirli aralıklarla düzenlenmiş toprak sedde ve kansilerden oluşan tesislerdir. Teraslar başlıca üç amaçla inşa edilirler; a) Yüsey akışları kontrollü bir biçimde araziden uzaklaştırmak, b) Suyun toprağa infiltre olmasını sağlamak ve c) Fazla eğimli arazilerin tarımda kullanımını sağlamaktır.

Teraslar, uygulamada işlenebilir bütün topraklar için yararlıdır. Bir teras projesi iyi uygulanır ve bakımı yapılırsa toprağın ve suyun korunmasında en önemli etken olan yüsey akışı kontrol altına alarak toprak kayıplarını en aza indirir. Arazide oyuntuların oluşmasına engel olur. Teraslar; bitki nöbeti, anız örtülü tarım, eş yükseklik eğrilerine paralel tarım, eş yükseklik eğrilerine paralel şeritsel ekim gibi diğer koruma önlemleri ile birlikte uygulanırsa daha etkin ve yararlı olurlar.

Toprak derinliği ve arazi eğimi teras yapımını kısıtlayan iki önemli etkidir. Çünkü toprak derinliği az olan araziye uygun teras için gerekli sedde yüksekliği verilemez. Arazi eğimi arttıkça erozyonla oluşan toprak kayıpları da artar. Teraslama yapılmaması gereken durumlar aşağıda verilmiştir.

- 1) Toprakları çok kumlu, taşlı ve çok sığ olan arazilerde,
- 2) Topoğrafik yapısı çok bozuk olan arazilerde,
- 3) Ekim nöbeti, anız örtülü tarım, eş yükseklik eğrilerine paralel tarım, eş yükseklik eğrilerine paralel

geritsel ekim gibi diğer koruma önlemlerinin uygulanabileceği arazilerde teraslama yapılmas.

Teraslardan, saptırma kanallarından, eş yükseklik eğrilerine paralel işlenmiş alanlardan gelen yüzey akışların fazlasını otlandırılmış su yolları iletirler.

Saptırma kanalları, eğime karşı inşa edilen, açık tarafında bir sırt ile desteklenen eğimli kanallardır. Bunlar suyun fazla olduğu alanlardan alınıp kullanılabilir veya güvenli olarak iletilecek bölgelere çevirmek için kullanılırlar. Saptırma kanallarında akan suyun erozyona sebep olamayacak şekilde akmasını sağlamak için vejetatif koruma sağlanmalıdır.

Bu yollarında mevcut oyuntuların şeklini korumak ya da ilerlemeyi durdurmak için su akımının yoğun olduğu yerlere kademeli stabilizasyon yapıları inşa edilir.

Bu toplama havzasında taşkından koruma esas amaç olduğu zaman depolama yapıları ana yapısal önlemdir. Depolama yapıları pik akımları önceden belirlenmiş değerlere indirerek azaltırlar. Ayrıca, mansap tarafında ekonomik şekilde yatak ıslahına veya stabilizasyon yapılarının inşasına gerek duyulduğunda uygun ortam sağlarlar. Depolama yapıları;

a) geciktirme amaçlı ve b) çok amaçlı olmak üzere iki şekilde planlanır. Geciktirme yapıları taşkın suyunu bir süre tutan yapılardır. Çok amaçlı depolama yapıları taşkın suyunun geciktirilmesinin yanı sıra içme, kullanma ve sulama suyu sağlama ve rekresyon gibi kullanımlar için de ilave kapasite içerir. Her iki tip depolama yapısı; a) taşkın suyunun kontrolü ile ve b) sedimentli suyun göllendirilmesiyle olmak üzere iki şekilde etkin olur.

Sediment tutma ve biriktirme yapıları mansap tarafında ve su depolama yapılarında birikecek sediment miktarını azaltmak için planlanırlar.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Anonymous, 1969. Sediment control methods: Introduction and Watershed Area, Chapter V, Task Committee for Preparation of Manual on Sedimentation, Vito A. Vanoni, Chmn, Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 95, No. HY2, Proc. Paper 6438, pp. 649-675.
- Anonymous, 1971. Sedimentation, Chapter 5 and Chapter 6, National Engineering Handbook, Section 3, Washington, D.C.
- Anonymous, 1987. Türkiye Genel Toprak Amenajman Planlaması (Toprak Koruma Ana Planı). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Havza Islahı ve Göletler Daire Başkanlığı, Ankara, 105 s.
- Cevik, B.. 1988. NT-404 Toprak ve Su Koruma Mühendisliği. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, No: 28, Adana, 143 s.

11. BÖLÜM : KIRSAL YERLEŞMELER VE ALTYAPI SORUNLARI

Prof.Dr. İrfan GİRGIN

11.1. YERLEŞMELER

11.1.1. Yerleşme Tanımı

Yerleşme insan topluluklarının maddi ve manevi olarak bağlı oldukları, korunmak, barınmak ve hayatlarını idame ettirmek için üzerinde çalışıp yaşadıkları bir mekan parçasıdır. Ancak yerleşmeyi hiçbir koşulda, sadece insanın barındığı bir yer olarak düşünmemek gerekir. Aksine, insan unsuruna ihtiva etmesi nedeniyle kendisine özgü bir kültürünün, sosyo-ekonomik fonksiyonunun ve tarihi varlığının olduğu daima hatırlanmalıdır.

Yerleşmenin üç temel elemanı vardır. Bunlar; doğa, insan ve onun eserleri olan fiziki yapılardır. Doğa; fiziki ve biyolojik olmak üzere ikiye ayrılır. Fiziki doğa toprak, su toprakaltı ve iklim elemanlarından, biyolojik doğa ise bitki örtüsü ve hayvan topluluklarından oluşur. Her iki doğanın hem kendilerine özgü hem de ortak belirleyici özellikleri vardır.

Yerleşmenin ikinci temel elemanı olan insan ise maddi ve manevi unsurlardan oluşan bir bütündür. İnsanla yerleşme arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu ilişki insana özgü özelliklerden kaynaklanır. Bu özellikler arasında insanın maddi yapısı, kişiliği, yeteneği, dünya görüşü, hayat tarzı, fiziki, fizyolojik ve sosyal ihtiyaçları, birey ve toplum olarak ihtiyaçları, teknolojik bilgisi vb. sayılabilir.

Yerleşme insan ve doğa arasındaki karşılıklı etkileşimin sonucu olarak meydana gelir, zaman ve mekan boyutunda değişir ve farklılaşma gösterir. Çünkü, insan ve insan toplulukları kendi arzu ve ihtiyaçlarının bir sonucu olarak mekan amaçları doğrultusunda, fiziki ve biyolojik doğayı da gözönünde tutarak, fiziki eserleriyle şekillendirir ve

değiştirirler. Böylece, doğa koşullarına ve insan topluluğunun özelliklerine bağlı olarak birbirinden farklı yerleşmeler ortaya çıkar.

11.1.2. Yerleşmelerin Ayırımı

Farklı şekil ve özelliklere sahip yerleşmeler sosyolojik, ekonomik, fiziki yapı ve idari açıdan, genellikle kırsal ve kent yerleşmeleri olarak ikiye ayrılabilirler. Bununla beraber nüfus büyüklüğü, nüfus yoğunluğu ve fonksiyonları da ayırmada birer kriter olarak kullanılabilir. Böylece, genelde kırsal ve kent olarak ayırımı yapılan yerleşmelerin alt gruplara bölünmesi mümkün olabilir.

Kentler; endüstri, ticaret, eğitim, sağlık, sosyal faaliyetlerin toplandığı, etkili merkezleşme, örgütlenme, rasyonel çalışma ve standardizasyon düzeninin kurulduğu yerlerdir. Buna karşılık kırsal yerleşmeleri nüfus büyüklüğü, değer yarımları, fiziki görünüşleri ve ekonomik faaliyetleri itibarıyla ayrıcalık gösteren yerleşme birimleridir.

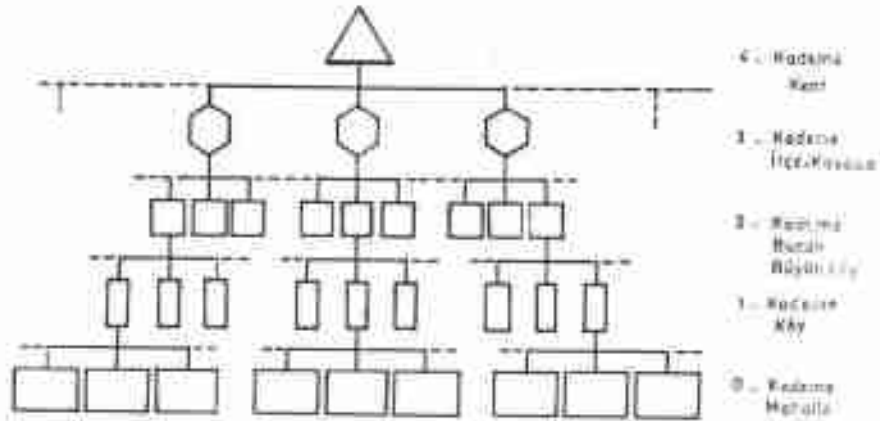
Ancak, günümüzde planlama açısından yerleşmeleri kırsal ve kent olarak ayırmak yeterli olmamaktadır. Çünkü, yerleşmelerin en küçükünden en büyüğüne kadar aralarında büyüklük, mekansal dağılım ve fonksiyonları yönünden belirli bir ilişki ve etkileşim vardır. Planlamada bu ilişkiler analiz ve sentez edilerek yerleşmeler bütününe gelişimine yönelir. Bu sebeple planlama açısından bakıldığında, ülke ölçeğinde, yerleşmeler küçükten büyüğe doğru kırsal yerleşmeleri, yerleşme grupları, yerleşme sistemleri, büyük kent ölçeğinde sınırları kesin olmayan aglomerasyon sistemleri, bölge ve ülke planlama birimleri olarak ayrılabilirler.

11.1.3. Yerleşme Sistemi ve Elemanları

Olmaya gereken nüfus büyüklüğüne bağlı olarak belirlenen bir alan içerisinde programla tesbit edilen, ekonomik ve sosyal donatıları ihtiva eden, bir kente ulaşımına bağlı olan, aynı zamanda kendi içerisinde gruplar oluşturan, kırsal yerleşmelerinden oluşan yerleşme gruplarının tümüdür. Sistemi

oluşturan yerleşmeler arasında nüfus büyüklüğü, mekansal dağılım ve fonksiyonel özellikler açısından belirli bir ilişki ve düzen vardır. Bu düzeni ilk defa kuramsal olarak açıklayan araştırmacı Walter Christaller'dir. "Christaller" veya "Merkezi Yerler" olarak adlandırılan bu kurama göre, belirli bir alanın merkezinde belirli bir sayıda idari ve ticari fonksiyonlara sahip pazar merkezleri (hizmet merkezleri) bulunur. Bunlar arasında bir kademe sırası vardır. Her kademedeki yerleşmeler aynı nüfus büyüklüğüne ve aynı fonksiyonlara sahiptir. Ancak, farklı kademelerdeki yerleşmeler birbirlerinden sözü edilen özellikler yönünden ayrıcalık gösterirler.

Şekil 11.1'de monolitik olarak gösterilen bir yerleşme sisteminin en alt kademesinde yer alan kır yerleşmeleri daha üst kademedeki yerleşme merkezlerinin etkisi altındadır. Kırsal hizmet merkezleri olarak adlandırabileceğimiz bu tür yerleşmelerin büyüklüğü ve fonksiyonerlik derecesi etki alanlarındaki çevre yerleşmelere sundukları hizmetlerin nitelik ve nicelikleriyle donatıların çeşitliliğine bağlıdır. Bununla beraber bu merkezlerin fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri ve devamlıklarını sağlayabilmeleri de etki alanı içerisindeki yerleşmelerin varlığına bağlıdır. O halde, bir yerleşme sistemi veya kırsal yerleşme grubunu oluşturan tüm yerleşmelerin karşılıklı etkileşim içerisinde buldukları söylenebilir.



Şekil 1. Yerleşme kademelenmesinin monolitik şeması

Ölkelerin koşullarına göre kırsal hizmet merkezlerinin özellikleri değişiktir. Buna neden olan etmenler ise sosyo-kültürel yapı, tarihi gelişim, ekonomik yapı ve ülkelerin coğrafik özellikleridir. Bu değişikliklere rağmen kırsal hizmet merkezlerini sınıflandırmak ve özelliklerini standardize etmek mümkündür (Çizelge 11.1). Ancak, bu ölçülerin ülkeden ökeye, bölgeden bölgeye değişebileceği gözönünde bulundurulmalıdır.

11.2. KIRSAL YERLEŞMELER VE ÖZELLİKLERİ

11.2.1. Tanım

Yerleşme sisteminin en alt kademesinde yer alan kır yerleşmeleri ekonomisi tarıma dayalı, nüfusları az, gelenek, örf ve adetlere bağlılığın fazla olduğu ve nadiren çift, fakat çoğunlukla tek katlı yapıların hakim olduğu yerleşme birimleridir.

Kır yerleşmeleri, genelde köy ve köy-altı yerleşmeleri olarak iki gruba ayrılır. Köy-altı yerleşmeleri ise basit ve karmaşık olmak üzere sınıflandırılabilir. Basit köy-altı yerleşmeleri tek ev ve ekintisiyle (iskan çekirdeği) baslar yerleşme kümesi ve mahalle ile son bulur. Karmaşık köy-altı yerleşmeleri ise mahalle ve benzerleri (kom, oba, mezra v.b.) ile baslar köye kadar devam eder.

Köy yerleşmelerinin temel elemanlarına çiftçi ailesi veya tarım işletmesine ait yapıların toplandığı mekan (işletme merkezi) ile arazi ve donatıların yer aldığı hizmet merkezi oluşturur. Çiftçi ailesinin günlük yaşamının çoğu bu üç mekan

Çizelge 11.1 Kırsal Hizmet Merkezleri ve Özellikleri

Kırsal hizmet merkezi tipi	Yerleşme kullanımı adı	Nüfus büyüklüğü	Etik Yarı-çapı (km)
Ek I.kademe merkez	Mahalle	1500	2
II.kademe merkez	Köy	1500-5000	3-6
III.kademe merkez	Büyük köy küçük kenti	5000-10000	6-20
IV.kademe merkez	Kent, büyük kent	10000	20

arasında geçer. Yerleşmenin alanı işlenen arazinin büyüklüğü ile değişir. Aynı zamanda, arazi büyüklüğü tarım işletmelerinin sayısını, dolayısıyla da yerleşmenin nüfus büyüklüğünü belirler.

11.2.2. Yerleşme Şekli veya Deseni

Tarım işletmelerine ait konut ve diğer yapıların mekanda dağılım düzenleri, diğer bir deyişle bunların bir araya gelerek meydana getirdikleri şekil, "Yerleşme Şekli veya Deseni" olarak nitelendirilir. Yerleşme şekli ile toprak verimliliği, tarım tekniği, arazi mülkiyet şekli, nüfus büyüklüğü, iklim, jeomorfolojik yapı ve ekonomik faaliyetin şekli ve gelişmesi arasında yakın bir ilişki vardır.

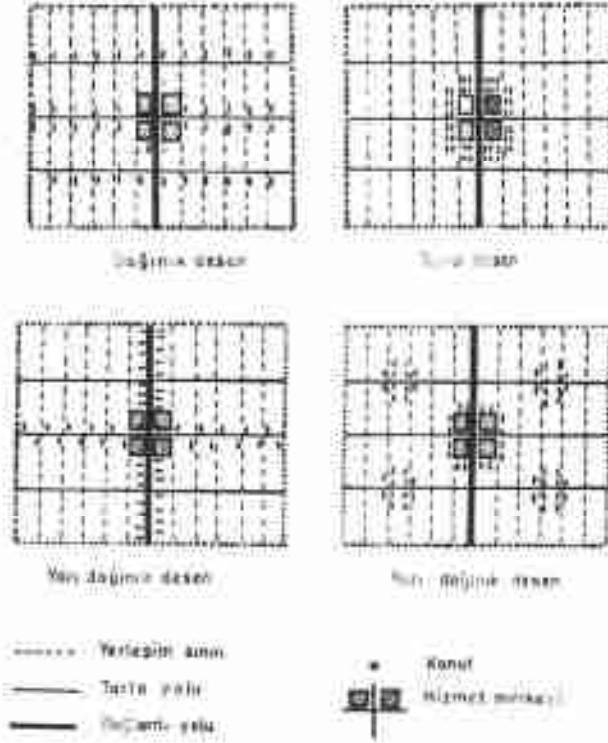
Kır yerleşmeleri şekil yönünden dağınık ve toplu olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Fakat, bu iki uç desen arasında değişik desenlerinde bulunduğu unutulmamalıdır (Şekil 11.2).

11.2.2.1. Dağınık Yerleşme ve Özellikleri

Dağınık yerleşmelerde işletme merkezleri işletme arazisi içerisinde olup, tüm yerleşme alanına dağılmışlardır. İşletmelerin hizmete ilişkin ihtiyaçları yerleşme alanının merkezi yerinde bulunan bir servis merkezinden karşılanır. Bu tip yerleşmelere çoğunlukla Avrupa ve Amerika'da rastlanır. Ülkemizde de doğa yapısı itibarıyla Karadeniz bölgesinde polikültür tarımın sonucu olarak Akdeniz ve Ege bölgelerinde görülür.

Dağınık yerleşmeler büyük çiftlikler ve aile işletmeleri biçiminde olmak üzere iki alt grupta toplanabilir. Bunların ortak belirgin özellikleri şunlardır.

- a) İşletme sınırları kesin olarak belirlidir.
- b) İşletme merkezi ile tarlalar arasındaki uzaklık az, işletme merkezi ile olan uzaklık ise fazladır.
- c) İşletme faaliyetleri esnek olup ekonomik verimlilik yüksektir.
- d) Büyük çiftliklerden oluşan dağınık yerleşmelerde tarımsal sanayi ile bütünleşme imkanı yüksektir.



Şekil 11.2 Kırsal yerleşim desenleri

- e) İşletmelerin birbirinden uzakta olmaları nedeniyle komşuluk ilişkileri zayıftır.
- f) Bu tip yerleşmelerde uzun yol şebekesine, elektrik, su ve kanalizasyon iletim tesislerine ihtiyaç olduğundan alt yapı hizmetleri pahalıya mal olur.
- g) Hizmet merkezinin uzak olması, özel ulaşım masraflarını artıracak gibi donatılardan yararlanma sıklığını da azaltır.

11.2.2.2. Toplu Yerleşme ve Özellikleri

Toplu yerleşme deseninde tarım işletme merkezleri birbirine çok yakın olup, belirli bir hizmet merkezi etrafında

toplantıdır. İşlenen arazi ise işletme merkezinden ayrı ve iskan alanından uzaktır. Bu tip yerleşmeler geleneksel ve planlı olmak üzere iki alt gruba ayrılabilir.

Geleneksel toplu yerleşmeler kırsal toplumunun tarihi gelişimi içerisinde kendiliğinden oluşmuş bir yerleşme deseni, bir yerleşme şeklidir. Bu yerleşmelerin şekillenmesinde su temini, emniyet, ulaşım, toplum halinde yaşama v.b. etmenler etkili olmuştur.

Planlı toplu yerleşmeler ise geleneksel yerleşmelerde görülen aksaklıkların ortadan kaldırılabilmesi için kırsal yerleşme düzenlemesine duyulan ihtiyaçtan doğmuştur. Planlamada amaç insan ile çevre arasında uygun bir sosyo-ekonomik dengenin oluşturulmasıdır. Yerleşme alanı belirli fonksiyonlar için önceden planlanır ve işletmeler belirli bir düzene göre makanda yerleştirilir. Aynı zamanda arazi, toplulaştırma ilkelerine göre parsellere ayrılır.

Toplu yerleşmelerin ortak belirgin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- a) Bu tip yerleşmelerde işletmeler birbirine yakın olduğu için iyi komşuluk ilişkilerinin kurulması ve karşılıklı yardımlaşma her zaman mümkündür.
- b) Hizmet merkezine olan uzaklık kısadır. Toplum kalkınması ilkeleri kolaylıkla uygulanabilir.
- c) Su ve elektrik gibi alt yapı masrafları azdır.
- d) Hizmet merkezindeki donatılardan yararlanma oranı yüksek olup az bir masrafla karşılanabilir.
- e) Geleneksel toplu yerleşme deseninde arazi parçalı ve dağınık olduğundan makine kullanımı güç ve tarımsal ulaşım masrafları yüksektir.
- f) Planlı yerleşmede ise tarım tekniklerini uygulamak kolay olduğu gibi ekonomik verimlilik de daha yüksektir.

11.3. KIRSAL YERLEŞME VE ALT YAPI SORUNLARI

Günümüzde, kırsal ve kent toplumlarının yaşam düzeyinde ortaya çıkan ayrıcalık tüm ülkelerin üzerinde önemle durduğu bir konudur. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kentlerin çok

sayıda, değişik ve nitelikli sosyal, ekonomik ve kültürel imkanlara sahip olması, kırdan kente olan göçü hızlandırmakta ve gençlerin kırlık alanlarda tutulabilmesini güçleştirmektedir. Kıy yerleşmelerinin karşılaştığı sorunların bir sonucu olan bu göç olayının önlenmesi için her ülke kendi koşullarına uygun tedbirleri almaya çalışmaktadır.

Niteliği ülkeden ülkeye değişen kıy yerleşme sorunlarını üç gruba ayırmak mümkündür. Bunlardan biri yerleşmelerin konum ve dağılımından kaynaklanan sorunlar, diğerleri de sırasıyla kıy yerleşmelerinin sosyo-ekonomik sorunlarıyla fiziki sorunlardır.

a) Kıy yerleşmelerinin konum ve dağılımından kaynaklanan sorunlar

Ülkemizde olduğu gibi çoğu ülkede kıy yerleşmelerinin hem sayısı fazladır hem de küçük birimler halinde birbirlerinden uzakta ve elverişsiz yerlerde kurulmuşlardır. Bu nedenle, her yerleşme birimine ayrı ayrı hizmet götürülmesi güç ve pahalıdır. Götürülen hizmetlerden de verimli olarak yararlanılması mümkün olmamakta ve hizmet donatıları atıl hale gelmektedir.

Hizmetlerden yoksun olan bu toplumların çevreyle olan ilişkileri zayıflamakta, kültürel gelişim ve teknik bilgi akımı sağlanamamaktadır. Bununla birlikte, küçük ve dağınık toplumlarda üretimin değerlendirilmesi de güç olmaktadır.

b) Kırsal yerleşmelerin sosyo-ekonomik sorunları

Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda kıy nüfusun toplam nüfus içerisindeki payı yüksektir. Kırlı nüfus artışı ve hukuki kuralların da etkisiyle toprak üzerindeki baskı artmakta ve toprak-insan dengesi giderek bozulmaktadır. Dengedeki bozukluk topraksız ve az topraklı çiftçi ailelerinin sayısında artışa neden olmakta ve bu da sosyal stabilitenin sağlanmasını güçleştirmektedir.

Kırsal kesimin, yeterli sayıda ve olması gereken fonksiyonlara sahip kırsal hizmet merkezleri ile etkin çiftçi organizasyonlarına sahip olmaması, üretime ilişkin teknik sorunları, eğitim ve sağlık gibi sosyal alandaki sorunları da beraberinde getirmektedir.

Değişik sebeplere bağlı olarak arazi parçalanması, kıy yerleşmelerinde yaygın bir olaydır. Bu durum, alet ve makina

kullanımını olumsuz etkilediği gibi üretimin düşmesine, verimliliğin azalmasına ve sonuçta da çiftçi net gelirinin azalmasına neden olmaktadır.

c) Fiziksel sorunlar

Kırsal yerleşmelerin fiziksel sorunları köy imar durumu, alt yapı tesisleri ve tarımsal yapılarla ilişkilidir.

Kırsal yerleşme düzenleme çalışmalarının önemli bir bölümünü alt yapıya ait sorunların çözümlü teşkil eder. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde her yerleşme birimine yol, su, elektrik vb. alt yapı tesislerinin götürülmesi güç ve pahalıdır. Amaç susuz, yolsuz ve elektriksiz yerleşme birimi bırakmamaktır.

Kırsal alanda karşılaşılan bir sorunda kır yerleşmelerinin imar planlarının olmamasıdır. Genellikle, tarım işletmelerinin fiziki varlıkları ve bunların meydana getirdiği yerleşmeler çoğunlukla, ne yerleşim prensiplerine ne de imar tekniğine uygun tertiplenmiş ve inşa edilmişlerdir. Yapılar tüm yerleşim alanına dağılmış ve birbirlerine girmiş durumdadır. İskan merkezinde tüm yapılara ulaşan içme suyu ve kullanılmıe suları uzaklaştıran iletim sistemleri yok gibidir. Yerleşme dışı ve içi yollar hiç bir standarda uymaz.

Kır yerleşme birimini oluşturan tarım işletmelerine ait tarımsal yapılar kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getirebilecek nitelikte olmadığı gibi hiç bir standarda da uymaz. Tarımsal yapılar işletme avlusu içerisinde gelişmiş güzel dağılmışlardır. Bununla beraber, konut gibi tekniğe uygun ve istenen çevre koşulları ile rahatlığı temin edecek hayvan barınakları, muhafaza ve depolama yapıları yok denecek kadar azdır.

11.4. KIRSAL YERLEŞME DÜZENLENMESİ

11.4.1. Temel Kavramlar

Kır yerleşmelerinin düzenlenmesi bir planlama işlemidir. **Planlama**, toplum yararına belirli hedeflere ulaşmak için mevcut kaynakları rasyonel bir biçimde kullanarak geleceğe yönelik bir sıra tedbirlerin optimum ölçekte dizilme işlemidir.

Düzenlenen planlar fonksiyon ve işlevlik açısından makro, mikro ve bölge planları olmak üzere üçe ayrılabilir.

11.4.1.1. Makro Planlar

Bunlar genellikle büyük boyutlu planlardır. Ülke veya çok geniş alanları kapsarlar. Buna ek olarak, planlanmış tedbirler dizisi, ayrıntılara girilmeden büyük ölçekte verilir. Diğer bir deyişle, varılması gereken hedefler ve bu hedeflere ulaşmada izlenecek politikalar belirtilir. Bu tür planlar uzun, orta ve kısa vadeli olabilirler.

11.4.1.2. Mikro Planlar

Tek bir konuya veya üniteye ait detayları da kapsayan planlardır. Bir köyün veya bir tarım işletmesinin sosyal, ekonomik ve fiziki yönlerini düzenleyen planlar ile bir petrol rafinerisinin yer seçiminden başlayarak fiziki düzenine ve üretimine ait planlar mikro planlara örnek olarak gösterilebilir.

11.4.1.3. Bölge Planları

Makro ve mikro düzeyde hazırlanan planlar arasında plan ölçekleri dikkate alındığında bir boşluğun olduğu görülür. Bu boşluğun giderilmesi, ancak her iki ölçekle baş kurabilecek üçüncü bir plan türü ile mümkün olabilir. Bu ilişkiyi kurabilecek plana Bölge Planı denir.

Bölge planları değişik amaçlara ve farklı yörelere göre değişik adlar alırlar. Metropolitan bölge, geri kalmış bölge, ekonomik bölge, kırsal bölge veya alan planları gibi.

11.4.2. Kırsal Bölge Planlaması

Kırsal bölge veya alan planlaması, bölge planlaması kavram ve tekniğine dayalı disiplinler arası bir çalışma sistemini gerektiren bir planlama türüdür. Kırsal alan planlaması bir tarımsal üretim planlaması değildir. Kırsal alanın gelişimini ilgilendiren tüm konuları kapsar. Bunlar tar yerleşmelerinin

sosyal, ekonomik ve fiziki yapılarıyla ilişkilidir. Bu sebeple, kırsal alan planmasını üç alt planlama ögesine ayırabiliriz.

a) Sosyal planlama

Planlama alanında nüfus yapısı ve özellikleri, aile planlaması, eğitim, sağlık ve diğer toplumsal hizmetlerin planlaması gibi konuları kapsar.

b) Ekonomik planlama

Kırsal planlama alanınınin sektörel (tarım, endüstri, hizmetler) kaynak ve imkanlarının en uygun düzeyde geliştirilmesini, tesis ve işletmelerin tip ve büyüklüklerinin, yatırım ve faydaların belirlenmesi konularını kapsar. Diğer bir deyişle ekonominin üç ana dalının üst ve alt düzeyde (ölçekte) bütünleştirilmesini sağlar.

c) Fiziki planlama

Sosyal ve ekonomik planların sadece düşünce ve hesaplama düzeyinde kalması beklenemez. Bunların mekanda yansıtılması fiziki planlamanın görevidir. Bu tanımlamaya göre kırsal alan planlamasının fiziki planlamayla eş anlamlı olduğu kabul edilebilir. Çünkü, fiziki planlama mutlak olarak sosyo-ekonomik hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelmek zorundadır.

11.4.3. Kırsal Alan Fiziki Planlama Esasları

Kırsal alan fiziki planlaması kırdaki uygun bir denge oluşturma ve yerleşme sisteminin elemanları arasındaki ilişkileri düzenleme çalışmasıdır.

Kir yerleşmelerinin fiziki düzenlemesinin yapılabileceği farklı iki alan bulunabilir. Bunlardan biri, potansiyeli teknik tedbirlerle artırılabilir, halen yerleşik olmayan veya az nüfuslu alanlardır. İkinci uygulama alanı ise nüfus yoğunluğu fazla, üretim potansiyeli yüksek ve belirli bir sanayileşmenin var olduğu alanlardır. Her iki koşulda da planlama

ilkeleri ve teknik esasları aynıdır. Ancak, birinci tip alanlarda uygulama ve başarı daha yüksektir.

Kırsal alanın fiziki planlaması şu aşamalarda gerçekleştirilir.

a) Fiziki planlamanın ilk aşamasında homojen planlama alanının boyutları belirlenir. Bunun için alanın fiziki özellikleri, sosyo-ekonomik entegrasyondaki yeri, nüfus özellikleri ile yerleşmelerin etki alanları dikkate alınır. Belirlenen boyutların idari sınırlarla uygunluğu araştırılır.

b) İkinci aşamada detay etüdlere geçilerek planlama alanının mevcut sosyo-ekonomik yapısı ile yerleşme düzeni ortaya konur ve donatıların yoğunlaştığı hizmet merkezleri belirlenir.

c) Üçüncü aşamada arazi kullanma kabiliyet sınıfları dikkate alınarak arazi kullanım planı hazırlanır. Tarım alanları, orman-koruluk tesis edilebilecek, sanayi tesislerinin kurulabileceği, yol, su, elektrik gibi akım sistemlerinin geçirileceği yerleşme ve dinlenme amacıyla kullanılacak alanların ayırımı yapılır ve belirlenir.

d) Dördüncü aşamada arazi kullanım planı esas alınarak geleceğe yönelik (10-15 yıl) sosyo-ekonomik plan hazırlanır. Ekonomik planlama ile işletmelerin tip ve büyüklüklerine karar verilir. Teknoloji seviyesi tesbit edilir. Aynı zamanda gelecekteki nüfus büyüklüğüne ve toplumun ihtiyaçlarına göre olması gereken donatıların çeşitleri ve standartları saptanır.

e) Fiziki planlamanın diğer bir aşaması da yerleşme büyüklüğü ve deseninin belirlenmesidir. Büyüklüğün tesbitinde işletme merkezi ile tarlalar arasındaki uzaklık dikkate alınır. İşletme ekonomisi açısından bu uzaklığın en fazla 3 km olması arzu edilir. Bu faktör, aynı zamanda yerleşme büyüklüğünü 80-120 aile işletmesiyle sınırlandırır.

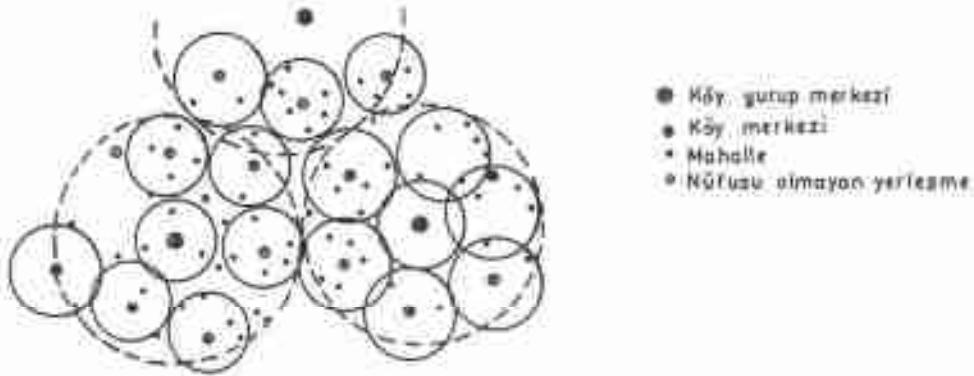
Planlamada büyüklüğün yanında yerleşme desenine de karar verilir. Yerleşme deseninin dağınık, yarı dağınık ve toplu olması kararının genel yerleşme desenini, parselasyon ve alt yapı planını etkileyeceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, seçilecek deseninin ekonomik ve sosyal faydalarının tartışılması gerekir.

Hangi tip yerleşme deseni benimsenirse benimsensin, kırsal toplumu yerinde tutabilmek ve üretim teknolojisi açısından destekleyebilmek için, belirli sayıda ve nitelikte hizmet ve

donatıların topluma en yakın yerlerde yoğunlaştırılması gerekir. Kırsal hizmet merkezleri bu amaç için kullanılır. Bunun için, ikinci aşamada belirlenen mevcut yerleşme sistemi kuramsal modellerle kontrol edilerek her kırsal hizmet merkezinin etki alan yarıçapları saptanır. Seçilen yarıçap uzunlukları dikkate alınarak mevcut kademe merkezlerinin etrafında, birbirini en az örtecek şekilde daireler çizilir (Şekil 11.3). Eğer, merkezi fonksiyonu yerine getirecek yerleşme merkezi bulunmaz ise belirlenen fonksiyonu yerine getirecek yeni bir yerleşme merkezi seçilerek iskan alanı işaretlenir.

Yeni yerleşim düzenine paralel olarak tüm alanın alt yapısı da planlanır. Özellikle, ulaşım sistemi toplumun sosyal yapısı ve ekonomik planda öngörülen teknolojik seviyeye göre planlanır. Aynı zamanda ulaşım sistemiyle yerleşme merkezleri kademeleşmesi arasında uyum sağlamaya özen gösterilir.

f) Kırsal alan fiziksel planlamasının son aşaması yeni yerleşmelerin veya iyileştirilmesi gereken eski yerleşmelerin iskan alanlarının seçimi, variyet planı (imar planı) hazırlanması, alt yapı planlaması, tarla parsellerinin düzenlenmesi ve tarımsal yapıların plan ve projelerinin hazırlanması konularını kapsar.



Şekil 11.3 Kırsal hizmet merkezleri etki alanları

Köy yeri seçimi topografik, morfolojik, jeolojik, klimatolojik, sosyal ve ekonomik etmenler dikkate alınarak yapılır. Tüm bu etmenlerin etkileri araştırılarak en uygun yer için karar verilir. Zira, seçilecek yerin sosyal ve ekonomik açıdan bir denge sağlanması gereklidir.

Seçilen yerin vaziyet planı hazırlanırken hakim rüzger ve güneşlenme dikkate alınır. Belirlenen yerleşme desenine ve işletmelerin teknolojik seviyesine bağlı kalmakla birlikte yeni gelişmeler de gözönünde tutularak her işletme merkezi için en az 1-1.5 da büyüklüğünde parseller ayrılır. Planda hizmet merkezi, alt yapı ve yeşil örtü için ayrılacak alanlar ile genişleme alanı ayrı gösterilir.

Tarım arazilerinin parselasyon planı ise "Arazi Topulastırma" prensiplerine göre hazırlanır. Her işletmeye mümkün olduğunca az sayıda, standartlara uygun, sulama ve ulaşım sisteminden yararlanabilen parseller ayrılmaya çalışılır.

İmar planında ayrımı yapılan işletme merkezleri planlaması bu aşamanın son çalışmasıdır. İşletme tip ve büyüklüğüne göre işletmede bulunması gerekli olan tarımsal yapılar iş ekonomisi, yangından korunma, gelecekteki gelişme ve estetik faktörler dikkate alınarak konumlandırılır ve sonra da boyutlandırılır.

Hazırlanan kırsal alan fiziki planı ve detay projeleri bir zaman programına göre uygulamaya sokulur.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Alkan, Z. 1974. Köysel Yerleşim ve İşletme Yapılarına İlişkin Planlama Sorunları ve Çözüm Yolları. Atatürk Üniv. Yayın No. 122. Erzurum.
- Aydın, T. 1964. Anadolu'da İnsan Toplulukları ve Yerleşme İlkeleri Üzerinde Bir Deneme, İTÜ Mimarlık Fak., İstanbul.
- Halaban, A., E. Şen, 1979. Tarımsal Yapılar. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, Ders Kitabı, No. 208, Ankara.
- Chisholm, M. 1966. Rural Settlement and Land Use, Hutchinson and Co. Ltd., London.
- Çetiner, A. 1975. Şehircilik Çalışmalarında Donatım İlkeleri, İTÜ Basımevi, İstanbul.

- Dusseldorp, D.E.W.M.Van, 1971. Planning of Service Center in Rural Areas of Developing Countries, Int.Inst. For Land Reclamation, Wageningen, The Netherlands.
- Everson, J.A., B.D.Fitzgerald, 1976. Settlement Patterns, Longman Group Ltd., London.
- Girgin, I. 1977. Urfa-Akçakale Toprak Reformu Uygulama Alanında Kırsal Yerleşim Düzenlemesi Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi, (Basılmamış), Ankara.
- Glikson, A. 1970. Physical Regional Planning, Keter Pub. House, Israel.
- Kurtkan, A. 1968. Köy Sosyolojisi, I.Ü.İktisat Fak., No. 243, İstanbul.
- Rapoport, A. 1969. House Form and Culture, Prentice-Hall, Inc., London.
- Takes, A.P. 1975. Land Settlement and Resettlement Project, Int.Inst. for Land Reclamation, Wageningen, The Netherlands.
- Tolun-Denker, B. 1977. Yerleşme Coğrafyası "Kır Yerleşmeleri", I.Ü.Yayınları, No. 2375, İstanbul.
- Tömertekin, K. 1973. Yerleşme Planlaması, I.Ü.Coğrafya Ens. Dergisi, Cilt 10, Sayı 18-19'dan ayırtasım, İstanbul.
- Tunçdilek, N. 1967. Türkiye İskan Coğrafyası-Kır İskanı, I.Ü.İktisat Fak. Yayın No. 1283, İstanbul.
- Yavuz, F., R.Keleş, C.Geray, 1978. Şehircilik, A.Ü.S.B.Fak., Yayın No.415, Ankara.

12. BÖLÜM : TARIMSAL YAPI PROJELERİNİN HAZIRLANMASI VE UYGULANMASI

Doç.Dr.Metin OLGUN

12.1. TARIMSAL YAPI PROJELERİNİN HAZIRLANMASI

Tarimsal yapı ve tesislerin mühendislik projelerinin hazırlanarak düzenlenmesi ve daha sonra uygulanması başlıca üç aşamada gerçekleştirilir. Bunlar; planlama, projelendirme ve inşaat aşamalarıdır.

12.1.1. Planlama

Planlama aşamasında, inşası düşünülen tarımsal yapı ve tesislere ilişkin projelerin hazırlanabilmesi için gerekli temel verilerin toplanması, değerlendirilmesi ve öngörülen amaçların gerçekleştirilmesi için en uygun alternatifin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılır. Tarımsal yapı ve tesislerin planlanmasına ilişkin çalışmalar başlıca üç aşamada yürütülür.

12.1.1.1. Amaçların Formülasyonu

Yapı ve tesislerin projeleri hazırlanmadan önce, projelerin yapılması ile ulaşılmak istenilen amaçların ve elde edilecek yararların açık ve kesin bir biçimde ortaya konulması gerekir.

12.1.1.2. Ön İnceleme (İstikşaf Etüdü)

Proje amaçlarının belirlenmesinden sonra bazı ön hazırlıkların yapılması gerekir. Bu hazırlıkların eksik yada hatalı yapılması daha sonradan teknik, ekonomik ve yasal açıdan çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olabilir.

Ön incelemenin niteliği projenin koşullarına göre değişir. Bu incelemenin amacı, konuya ilişkin daha ayrıntılı çalışmaların yapılıp yapılmayacağını belirlemesidir. Bu aşamada, projenin çeşidine göre proje alanının konumu, yeri, topoğrafik ve jeolojik durumu, yöne, bölgenin iklim durumu, alt yapı tesislerinin şimdiki ve gelecekteki durumu, bölgede kullanılan geleneksel malzemeler, toprak özellikleri, taban suyunun durumu, su kaynaklarının özellikleri, proje hattının geçirileceği güzergahın özellikleri, gerekli sanat yapıları gibi çeşitli konular, arazi ve büro çalışmaları ile belirlenir. Elde edilen bulguların olumsuz olması durumunda çalışmalara son verilir. Buna karşılık elde edilen bulguların olumlu olması durumunda ise yapılması gerekli daha ayrıntılı etüdler ile ilgili ne tür verilerin toplanacağı, hangi alternatif planlar üzerinde durulacağı, bu çalışmaların gerektirdiği profesyonel insan gücü, zaman ve masraf konularında karar verilir.

12.1.1.3. Fizibilite (Yapılabilirlik) İncelemesi

Fizibilite incelemesi, planlama çalışmalarının son aşamasını oluşturur. Projeye ilişkin ön inceleme sonuçları projenin ele alınabilecek nitelikte olduğunu gösteriyor ise, bu aşamada problem ve gereksinimlere göre ayrıntılı arazi ve büro çalışmaları yapılır. Proje amaçlarını gerçekleştirebilecek tüm seçenekler ortaya konular. Her seçenek, projenin üstünlükleri, maliyeti ve kalitesi gibi özelliklerinin değerlendirilmesine olanak verecek ayrıntıda hatırlanmalıdır. Bu seçenekler daha sonra birbirleri ile karşılaştırılarak en iyi seçenek belirlenir. Böylece fizibilite aşamasında yeterli veriler toplanmış, alternatif planlar yeterince incelenmiş ve sosyo-ekonomik analizler tamamlanmıştır. Bu aşamada planlamayı yapan kişiler görüşlerini bir rapor halinde hazırlayarak karar mekanizmasının onayına sunarlar.

Fizibilite aşaması sonucunda proje ile ilgili olarak üç farklı karara varılabilir; a) Amaca en uygun seçenek belirlenerek soruna çözüm getirilir, b) Söz konusu seçenek üzerinde kesin karara varabilmek için daha detaylı arazi ve büro çalışmalarının

yapılması gerekli görülebilir. c) Mevcut ekonomik ve teknolojik koşullarda projenin yapılamayacağına karar verilir.

12.1.2. Projeleme

Fizibilite çalışması sonucunda projenin yapılabilirliği kararına varılırsa, sistemin veya yapının projelendirilmesi aşamasına geçilir. Bu aşamada, karar mekanizması projenin gerçekleştirilmesi için gerekli ödeneği tahsis eder. Çeşitli proje unsurlarının ayrıntılı inşaat projeleri yapılarak açık eksiltme için gerekli şartname ve dosyalar hazırlanır.

Projeleme aşamasında; a) Mimari projeler b) Statik projeler ve c) Tesisat projeleri olmak üzere üç çeşit proje hazırlanır.

12.1.2.1. Mimari Projeler

Yapı veya tesislerin dış görünüşü, boyutları, iç düzenlemesi ve ayrıntıları hakkında gerekli bilgileri veren projelerdir. Bu amaçla hazırlanan proje, çeşitli çalışmalardan sonra tamamlanarak uygulanabilecek bir duruma getirilir.

Mimari projeler; a) Fikir projesi, b) Ön proje (Avan proje), c) Kesin proje ve d) Uygulama (tatbikat) projesi olmak üzere dört aşamada elde edilirler.

12.1.2.1.1. Fikir Projesi

Fikir projesi, yapılacak yapı veya tesisin genel özellikleri ve genel hatları ile belirlenmesi ve proje mühendisinin yapı sahibi ile diyalog kurabilmesi için hazırlanan ilk projedir. Ayrıca yapı sahibi kişi veya kuruluşun finansman kaynaklarını hazırlaması bakımından da ön bilgi niteliğini taşır.

Fikir projesinin hazırlanabilmesi için yapı sahibi kişi veya kuruluşun yapıdan istediklerini proje yapacak kişiye bildirmesi gerekir. Yapı sahibinin isteklerinden oluşan listeye "ihtiyaç programı" denir. Bu isteklere göre yapının çeşitli bölümlerinin büyüklükleri, kapasiteleri, alanları ve görevleri belirlenir. Projeyi yapacak kişi, yapı yerine veya proje

güçteğine ilişkin gerekli incelemeleri de yaparak fikir projesini hazırlar. Fikir projesinin en önemli aşaması eskizlerin (proje taslaklarının) çizimidir. Serbest elle kareli veya eskiz kağıtlarına yaklaşık ölçekle çizilen taslaklarla, projenin genel durumu ortaya çıkar. Yapının büyüklüğüne göre plan, kesit ve görünüşler 1/100 - 1/200, vaziyet (durum, oturma) planları ise 1/500 - 1/1000 ölçeğinde çizilir.

12.1.2.1.2. Ön (Avan) Proje

Belirli bir projeye ilişkin ana fikirlere, önceden yapılan ilk etüdürlere ve verilen ihtiyaç programına göre, yapılacak yapı ve tesisleri ana hatları ve kısmen kesinleşmiş olarak belirleyen projedir. Çoğunlukla 1/100 ve 1/200 ölçekli olarak hazırlanır. Büyük yapı ve tesislerin projeleri ise 1/500 ölçekli olarak yapılır. Ön projeler şu bölümlerden oluşur:

Vaziyet Planı: Yapı veya tesisin arazi üzerindeki konumunu ve yerleşme durumunu gösteren plandır. Ayrıca yapı veya tesisin çevre ile olan ilişkileri, arazi üzerinde yapılacak düzenlemeler, mevcut yapı ve tesislerin durumu ve kuzey yönü bu plan üzerinde gösterilir. Vaziyet planları, amaçlarına ve projenin kapsamına göre değişik ölçek ve tekniklerle çizilebilirler. Ön proje aşamasında genellikle 1/5000, 1/2000, 1/1000 ve küçük projelerde 1/500 ölçeği kullanılır.

Taban (Kat) Planları: Bir binanın yatay olarak geçirilen hayali kesme düzlemlerine göre üstten bakıldığında görülen iç ayrıntılarını, duvar kalınlıklarını ve diğer detaylarını gösteren planlardır. Taban planları yada çok katlı yapılarda kat planları bir projenin en önemli resimleridir. Başlangıç olarak proje tasarımına ve proje çizimine de taban veya kat planlarının çizilmesi ile başlanır.

Taban planları ön proje aşamasında 1/100 ve 1/200 ölçeği ile çizilir.

Kesitler: Taban planlarında gösterilmesi mümkün olmayan kısımların ölçüleri ile inşa şekli, yapının çeşitli yerlerinden çıkartılan düşey kesitler üzerinde gösterilirler. Kesitlerin alındığı yerler ve bakış yönleri mutlaka taban planı üzerinde gösterilmelidir. Kesitler, en az iki yönden olmak üzere özelliği

olan yerlerden ve en çok bilgiyi verecek şekilde çizilmelidir. Ölçeği, taban planı için seçilen ölçeğe uygun olacak şekilde seçilmelidir.

Görünümler: Yapı yüzeylerindeki özellikler ve bunlarla ilgili teknik bilgiler görünüş resimleri üzerinde gösterilir. Yapı veya tesisin mimari özelliklerini verebilmek için gerekli bütün yüzeylerin (cephelerin) resimleri çizilir. Ölçeği, taban planı ve kesitlerde seçilen ölçekle aynı olur.

Maket: Yapı veya tesisin fiziki ve mimari görüntüsü hakkında bir ön bilgi vermek yada reklam yapmak amacıyla hazırlanır. Özellikle yapı sahibine bilgi vermek ve tanıtmak için yararlıdır.

12.1.2.1.3. Kesin Proje

Yapı sahibinin isteklerine ve statik hesaplara uyularak, ön projede görülen eksiklikler tamamlanarak ve gerekli değişiklikler yapılarak yapı veya sisteme ilişkin kesin proje hazırlanır. Kesin proje, ön proje ile uygulama projesi arasındaki geçişi sağlar ve mimari projelerle mühendislik projelerinin birleştiği bir projedir. Kesin proje resimlerinde ön projeye göre daha detaylı bilgi verilir. Kesin projeler hazırlanırken, sırasıyla vaziyet planı, taban planları, kesitler, görünüşler çizilir ve binalara bir de detay listesi eklenir. Kesin proje, ön projede belirlenen esaslara göre genellikle 1/100 ölçeğinde düzenlenir. Yapı elemanlarının tümü ölçülendirilir. İnşaat sisteminin ve kullanılacak gereçlerin belirtildiği bir projedir. Ancak proje bu şekliyle bile, uygulama için yeterli olmayabilir.

12.1.2.1.4. Uygulama (Tatbikat) Projesi

Yapının, inşa edilebilmesi için inşaatla ilgili tüm ölçülerini, mimari ve tesisat projelerinin şaası etkileyen elemanlarını, tüm detayları kendi çizim tekniği ile eksiksiz olarak ihtiva eden gerekli bütün ölçülerin ve malzemelerin yer aldığı, büro ve şantiyede her türlü çalışma ve imalat aşamasında kullanılabilecek nitelikte ve kolayca anlaşılabilir

çizim tekniği ile hazırlanmış 1/50, 1/20, 1/10, 1/5, 1/1 ölçekli projesidir.

Yapılan tüm mimarlık ve mühendislik proje çalışmalarının amacı, inşası istenilen yapı veya tesisin tasarlandığı gibi inşasını sağlamak olduğundan, uygulama projesi aşamasında çizilen her çizginin, yazılan her yazının ve konulan her ölçümün bir gerçeği ortaya koyacağına akılдан çıkarılmaması gerekir. Bu proje, aynı zamanda bir ruhsat projesi olduğundan her konu standartlara bağlı kalınarak çizilmelidir. Ayrıca uygulayıcıların, çizimle ifade edilenleri okumada güçlük çekmemeleri, herhangi bir konuda yorum yapmamaları ve eksik ölçüleri hesapla bulma yoluna gitmemeleri için her unsurun açık bir şekilde proje üzerinde gösterilmesi gerekir.

Uygulama projeleri, detay resimleri ile plan, kesit ve görünüşler olmak üzere iki bölümde hazırlanırlar.

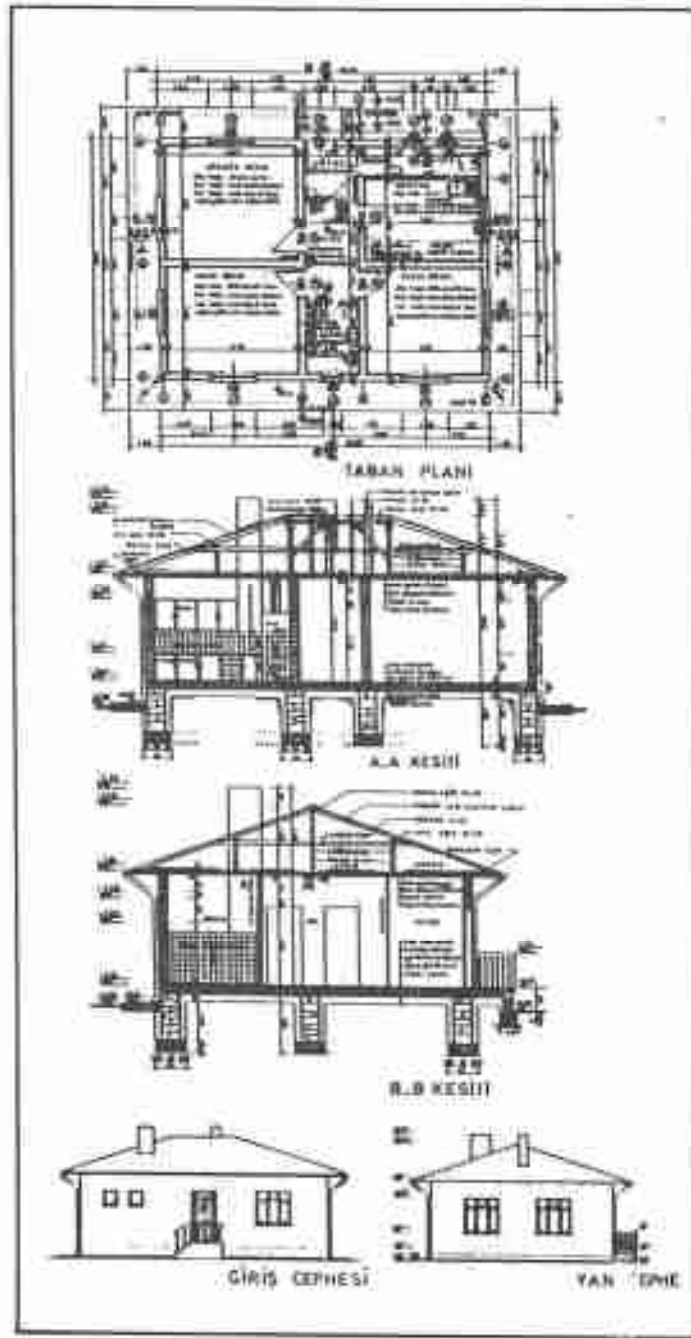
Detay resimleri: Kesin proje döneminde hazırlanan listedeki detaylar, yine aynı listede belirlenen ölçekler kullanılarak çizilir. Bu aşamada, yapım için gerekli çatı detayları, merdiven, doğrama, döşeme, duvar ve tavan kaplaması, aydınlatma, ısıtma ve havalandırma sistemlerinin mimari ile ilgili detayları, ses, ısı ve su buharı yalıtım detayları, iç hacme ilişkin sistem detayları, dilatasyon ve tesisat projelerinde gösterilen yapı elemanlarının detayları ve yapının fonksiyonu ile ilgili özel imalat detayları çizilir.

Plan, Kesit ve Görünüşler: Bu aşamada yapının temel planı, taban planı, kat planları, gerekli görülen yerlerden alınan kesitler ile yapının görünen yüzeylerinin görünüşleri detaylı bir şekilde çizilir.

Bir fikir verebilmek amacıyla, tek katlı bir konuta ilişkin taban planı, kesit ve görünüşleri Şekil 12.1 de verilmiştir.

12.1.2.3. Statik Projeler

Bir yapının mimari projesinin genel olarak ortaya çıktığı ön proje aşamasından sonra, verilen bilgilere ve uyulması gerekli şartnamelere göre yapının temel, çatı, betonarme, çelik,



Şekil 12.1 Tek katlı bir konutun taban planı, kesit ve görünüşleri

aşşap, istinat duvarı gibi elemanlarının etki eden kuvvetler karşısında nasıl yapılması gerektiğinin hesaplanarak ortaya konulması ve bunların tekniğine uygun bir şekilde çizilmesi gerekir. İşte yapılan hesaplara ve bu hesaplara göre çizilen resimlere statik projeler (mühendislik projeleri) adı verilir. Bu aşamada yapının temel, duvar, kolon, kiriş ve çatı gibi taşıyıcı elemanlarına gelen yükler belirlenerek, bu yüklerin etkisi altındaki denge durumları ve kesitleri belirlenir. Statik projeler hazırlanırken, mimari projelerde değiştirilmesi gerekli görülen önemli noktalar ortaya çıkabilir. Bunlar mimari bürolarca değiştirilir ve sonunda kesin proje elde edilir. Kesin projeler esas alınarak mimari ve statik projelerin uygulama projeleri hazırlanır.

Statik projede; kalıp ve teçhisat planları, kolon aplikasyon planları, kirişler, lentolar ve hatılların planları, merdiven, temel, duvar ve çatıların planları bulunur.

12.1.2.3. Tesisat Projeleri

Yapı veya tesisin kesin projesi ortaya çıktıktan sonra, kullanılan tesisatlara ilişkin projeler ayrı ayrı çizilir. Bu amaçla sıhhi tesisat, elektrik, ısıtma ve havalandırma sistemlerine ilişkin gerekli hesaplamalar yapılır ve tesisat projeleri hazırlanır.

12.1.3. İnşaat

Bu aşamada, uygun malzeme, ekipman ve personel temin edilerek yapı veya tesis, projesine uygun olarak inşa edilir.

12.2. TARİMSAL YAPI PROJELERİNİN UYGULANMASI

Yapı veya tesisin uygulama projesinin tamamlanmasından sonra, projenin uygulanmasına yönelik olan aşama başlar. Yapı projelerinin uygulanması ile ilgili olarak yapılan hazırlıklar başlıca dört aşamada toplanabilir. Bunlar; proje keşif bedelinin belirlenmesi, ihale dosyasının hazırlanması, projenin onaylanması

ve yapı ruhsatının alınması ile inşaatı yapacak ve kontrol edecek elemanların seçilmesi aşamalarıdır.

12.2.1. Proje Keşif Bedelinin Belirlenmesi

Projenin hazırlanmasından sonra, hazırlanan proje yılında geçerli olan birim fiyatlara göre projenin keşif bedeli çıkarılır. Bir yapının projeleri üzerinden ne kadar para ile yapılabileceğini hesaplamak için yapılan işlemlere keşif denir. Bir projenin keşif bedeli birinci keşif ve ikinci keşif olmak üzere iki aşamada çıkarılır.

12.2.1.1. Birinci (Ön) Keşif

İnşaatı başlamadan önce, ön ve uygulama projeleri üzerinden çıkarılan keşiftir. Projenin ne kadar para ile yapılabileceğini hesaplamak için yapılır. Sonuç tahmini olup değişebilir. Ancak bu aşamada gereken özenin gösterilmesi ile ikinci keşifte bulunacak gerçek miktarlara oldukça yaklaşılmış olur. Aksi takdirde hatalı sonuçlar elde edilebilir. Birinci keşifte, özellikle zemin durumunun kesin bilinmemesi, uygulama sırasında projede yapılabilecek değişiklikler ve ölçme hatalarına karşı bir emniyet payı olmak üzere, inşaat işleri için hesaplanan tutar bir miktar (% 1-5) artırılır.

Kamu yatırımlarının keşif bedelinin bulunmasında Bayındırlık Bakanlığı Birim Fiyat listeleri esas alınır. Proje bu keşif bedeli üzerinden ihaleye çıkarılır.

12.2.1.2. İkinci (Kesin) Keşif

Tamamlanmış, bitirilmiş bir yapının ne kadar para ile yapılmış olduğunu hesaplamak için yapılan keşiftir. İnşaatın uygulanmış kesin projesi ile yapılmış sırasında tutulmuş kayıtlar üzerinden hesaplama yapılır. İkinci keşif kesindir, değiştirilemez.

Bir yapının keşfi, yapının metrajının yapılması, birim fiyatlarının saptanarak proje üzerinde belirtilmesi ve keşif

Özetinin hazırlanması olmak üzere üç aşamada hazırlanır. Elde edilen sonuçlar inşaat keşif özeti cetveline yazılır.

12.2.1.3. Metraj

Bir yapının keşfinin çıkarılabilmesi için öncelikle yapının metrajının hazırlanması gerekir. Bir yapıyı oluşturan bütün elemanların ölçülerek uzunlukların metre (m), alanların metrekare (m^2), hacimlerin metreküp (m^3), demir işlerinin kilogram (kg) ve sayılarak ölçülen yapı elemanlarının da adet olarak miktarlarının hesaplanmasına "Metraj (Ölçüm)" adı verilir. Metraj yapılırken çoğunlukla kaba inşaat kısımları (kasi, toprak, blokaç, beton ve duvar işleri v.b.) m^3 , ince inşaat kısımları ile ahşap işleri (iksa, kalıp ve iskele işleri, çatı örtüleri, kaplamalar, sıva, boyalı, badana, ahşap doğrama, cam işleri v.b.) m^2 olarak ölçülür.

Yapının metraj işlemi tamamlandığında, o yapıyı meydana getirmek için gerekli işlerin ve yapı bölümlerinin miktarları hesaplanmış olur. Diğer bir deyişle metraj, yapının maliyetinin belirlenmesi ve yapı inşaatı için gerekli malzeme miktarının hesaplanması amacıyla yapılmaktadır. Metraja yapılan işler bir sıra dahilinde "Metraj Cetveli"ne yazılır.

12.2.1.4. Birim Fiyatları

Bir yapının keşfinin çıkarılabilmesi için yapılan her bir işin birim fiyatlarının belirlenmesi gerekir. Birim fiyat listeleri her yıl mali yıl başında Bayındırlık Bakanlığı tarafından düzenlenerek kitap halinde yayınlanır. Herhangi bir işin birim fiyatı, gereç giderleri, işçilik giderleri, taşıma giderleri, genel gider ve kar dan oluşur. Birim fiyat listesinde tüm işler sistematik olarak numaralanmıştır. Bu numaralara Birim Fiyat No'su veya Poz No (Pozisyon Numarası) adı verilir. Aynı gruptan olan işlere önce genel bir numara verilip, daha sonra aynı işin çeşitleri için detay numaralar düzenlenmiştir. Metraj yapılırken genellikle Birim Fiyat Tariflerindeki sıralamaya uymaya özen gösterilmelidir.

12.2.2. İhale İşleri

Bir yapı veya tesise ilişkin projeler hazırlandıktan ve hazırlanan bu projenin proje yılında geçerli olan birim fiyatlara göre ön keşfi yapıldıktan sonra projenin hangi yolla yaptırılacağı belirlenmesi gerekir. Bir yapının inşaatı ihale usulü ve emanet usulü olmak üzere genellikle iki şekilde yaptırılabilir.

İhale usulünde, proje kapalı zarf usulü yada açık artırma ve eksiltme usulü ile ihaleye çıkarılır. İstekli yükleniciler arasında genellikle en uygun fiyatı teklif edene iş yaptırılır. İhale usulünde yapıyı yaptıran, yapan ve kontrol eden taraflar farklıdır. Emanet usulü ise, iş sahibi idarenin yapıyı kendi elemanlarına yaptırmasıdır. Dolayısıyla yapıyı yaptıran, yapan ve kontrol eden idarenin kendisidir.

İhale, inşaatı yaptıran kuruluşun özelliğine göre oluşturulan bir komisyon tarafından mahalli gazetelere verilen ilan ile yapılır. Bir yapı iki usulde ihaleye çıkarılır. Bunlar; götürü fiyat ile ihale usulü ve birim fiyat ile ihale usulüdür. Götürü fiyat ile ihale usulünde, yapı sahibi yapının yapılabilmesi için yükleniciye (müteahhide) götürü bir bedel öder. Bu bedel, bina teslimi veya anahtar teslimi gibi deyimlerle de ifade edilir. Genellikle özel kişiler arasında uygulanır. Birim fiyatla ihale usulünde ise, yapıyı oluşturan bölümlerin her bir elemanının birim fiyatları mal sahibi tarafından sözleşme ile belirtilir.

Projenin ihaleye çıkarılabilmesi için ihale dosyasının hazırlanması gerekir. Bir ihale dosyasında; onay belgesi, projeler, yer listesi, keşif özeti, metraj özeti, birim fiyat listesi, özel şartnameler, yapı işleri genel şartnamesi, yapı işleri genel teknik şartnamesi, sözleşme projesi ve eksiltme şartnamesi bulunmalıdır.

12.2.3. Yapılarda Kontrollük Hizmetleri

Projeyi inşa edecek yüklenici firmanın yada müteahhidin seçimi oldukça önemlidir. Zira sözleşmenin imzalanmasından sonra düzeltilmesi çok güç olan sorunlar doğabilir. Yüklenicilerin daha

Önce yapmış oldukları yapıları görmek, tanımak yüklenici seçiminde en uygun araştırma yöntemidir.

Projenin inşasının iyi bir biçimde yürütülebilmesi için ise, iyi bir kontrol elemanı veya büyük projeler için kontrol örgütüne ihtiyaç vardır. Bir veya birkaç inşaatın kontrollüğü bir kontrol mühendisine verilebilirse de, her yapının mutlaka bir sürveyanı bulunmalıdır. Sürveyanlar yapının başında devamlı bulunarak, yapılan işlerin iyi bir şekilde, tekniğine uygun olarak ve kontrol mühendisinin talimatına göre yürütülmesine yardımcı olurlar.

Yapılarda kontrol, idare tarafından işin kontrol ve denetlenmesi için tayin olup müteahhide yazı ile bildirilen mühendis, mimar, tekniker, fen kurulu veya bu işleri gören tanınmış yerli yada yabancı kuruluşlardan oluşur. Bir kontrol ekibinin bulunmaması durumunda, bu ekipte bir kontrol amiri ile işin büyüklük ve önemine göre yeteri ve gereği kadar kontrol şefi, kontrol mühendisi, kontrol yardımcıları ve sürveyanlar yer alır. Kontrol ekibi yada mühendisi, yönetim ve denetimi kendisine verilen işlerin sözleşme ve eklerine, şartnamelere, uygulama projelerine, fen ve sanat kurallarına ve iş programlarına uygun olarak yürütülüp süresinde bitirilmesini sağlamakla görevli ve sonuçlarından idareye karşı sorumludur. Kontrol elemanlarının ve kontrol ile yüklenicilerin ilişkileri, görev ve yetkileri sözleşmelerde ayrıntıları ile belirlenmelidir. Devlete ait olan veya devletçe yaptırılan tüm yapılar "Bayındırlık İşleri Kontrol Yönetmeliği" ne göre yürütülür ve kontrol edilir.

Kontrol mühendisi, şantiye, rölöve, ataşman ve yeşil defterler ile tutanak ve hakediş gibi hertürlü kayıtları tutar, tutturur ve kontrol ederek inşaatın her bölümü için işin başlangıç ve bitim tarihlerini belirler.

12.2.4. Hakedişlerin Düzenlenmesi

Yüklenicilerin sözleşme ve eklerine göre yaptıkları işlere karşılık aldıkları paraya hakediş (istihkak) adı verilir. Ödeme şekillerine göre hakedişler; geçici (ara) hakedişler ve kesin (son) hakedişler olmak üzere iki çeşittir.

Sözleşmenin başlangıcından itibaren yüklenicinin yaptığı işler ve malzeme hazırlığına (ihrazatına) karşılık işin devamı süresince her ay aldığı hakedişe geçici (ara) hakediş denir. Geçici hakedişler kontrol mühendisi tarafından yüklenicilerin yaptığı işlerin işlendiği yeşil defterden yararlanılarak hazırlanır.

İşin tamamlanmasından sonra, yapının bütün kısımlarının ölçümünün yapılması ile bulunan bedele karşılık yükleniciye verilen hakedişe, kesin (son) hakediş denir. Son hakediş kesinidir, değişmez.

Hakedişler, işin ihale edildiği sırada geçerli olan birim fiyatlar üzerinden belirlenir. Yapı bitirilinceye kadar birim fiyatlarda herhangi bir artış veya indirim söz konusu değildir. Ancak, demir, çimento ve akaryakıtta devletçe zam yapılması veya devalüasyon gibi durumlarda fiyatlar da ayarlanabilir.

12.2.5. Kabul İşlemleri

Kesin hesabın hazırlanması ile beraber hesap kesimi işlemleri de yapılır. Kesin hesabın ödenmesi için yapının kabul işlemlerinin yapılması gereklidir.

Sözleşme ve eklerine göre iş tamamlandığında, müteahhit idareye vereceği bir dilekçe ile kabul işlemlerinin yapılmasını ister. Yapılan işler, idarece verilecek talimat üzerine kontrol ekibince ön incelemeden geçirilir. Ön inceleme sonucunda işin sözleşme ve eklerine uygun olarak tamamlandığı ve kabul işlemlerinin yapılmasında bir engel bulunmadığı anlaşılırsa muayene ve kabul işlemlerine ilişkin yönetmelik hükümlerine göre geçici kabul heyeti oluşturulur.

Geçici kabul heyeti müteahhit veya yetkili elemanı ile birlikte yapıda incelemelerde bulunur. Yapının sözleşme ve eklerine göre tamamlandığı tesbit edilirse buna bir tutanakla belirtilir. Kabulün yapılabilmesi için yapıda olabilecek eksikliklerin yapıya kullanmaya engel olmayacak şekilde olması ve yapının toplam hacminin % 5 inden fazla olmaması gereklidir. İnceleme sonucunda kusur ve eksikliklerin varlığı tesbit edilirse, bunlar bir liste halinde düzenlenerek belli bir tarihte

kadar müteahhit tarafından giderilmesi istenir. Eksikliklerin belirlenen süre içerisinde giderilmemesi durumunda, bu sürenin bitiminden itibaren eksikliklerin giderilmesine kadar geçecek süre için gecikme cezası alınır. Geçici kabul tutanağı, maaş ve kabul işlemlerine ilişkin yönetmelik gereğince, idarece onaylandıktan sonra geçerli olur.

Geçici kabul ile kesin kabul arasında geçecek süreye teminat süresi adı verilir. Bütün yapım ve hizmet işlerinde teminat süresi genel olarak 12 aydır. Müteahhit, işlerin teminat süresi içerisinde bakımını yapmak ve tümünü iyi bir şekilde korumak ve çıkabilecek kusur ve aksaklıkları gidermek sorumludur.

İşin teminat süresi dolduktan sonra geçici kabulde olduğu gibi aynı şekilde kesin kabul işlemleri yapılır. Kesin kabul işlemine de müteahhitin dilekçe ile başvurmasından sonra başlanır ve idarece kesin kabul kurulu görevlendirilir.

Kesin kabul kurulu, geçici kabulde tesbit edilen tutanağa göre eksik ve kusurların tamamlanıp tamamlanmadığını ve aradan geçen teminat süresi içerisinde yeni aksaklık ve arızaların meydana gelip gelmediğini inceler. Kesin kabulün yapılmasında bir engel yoksa durum düzenlenecek bir tutanakla idarenin onayına sunulur. Idarenin onayından sonra kesin kabul işlemi tamamlanmış olur. Bu aşamadan sonra müteahhitin teminatı geri verilir ve varsa taşınmaz mal ipoteği çözümlenerek ilişkisi kesilir. Borçlar yasasına göre 5 yıl içerisinde, yüklenicinin hileli gereç ve kötü işçilikle yapmış olduğu tesbit edilen işlerden dolayı doğabilecek zararlardan müteahhit sorumludur.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Danış,İ., 1990. İnşaat Teknik Resmî. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları No:663, Flaş Matbaacılık, İstanbul.
- Ergen, Y.B., 1986. Bina Bilgisi. Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı Yayın No:587, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Genys, Y., 1983. Yapı İşleri Tatbikatı. Gaye Matbaacılık Sanayii ve Ticaret A.Ş., Ankara.
- Gözö, Ş.U. 1982. İnşaat, Metraj ve Keşif İşlemi. Semih Ofset Matbaacılık, Ankara.

- Özçelik,N., 1984. İnşaat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 355, İstanbul.
- Pancaracı,A. ve M.Emin Öcal, 1989. Yapı İşletmesi ve Kalolma. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları No:665, Ankara.
- Uluş,T.N.. 1976. İnşaat Kılavuzu. Teknik Kitaplar Yayınevi İstanbul.

13.1. GİRİŞ

Ölkemizde kırsal alanda yaşayan ve geçimlerini tarımsal üretim faaliyetleriyle sağlamakta olan nüfusun, genel nüfusumuza oranı % 46 dolayındadır. Kırsal kesimden elde edilen tarımsal üretim kentlerde yaşayan halkımızın beslenme ihtiyacını karşıladığı gibi bir çok sanayi dallarının da hammaddesini oluşturmaktadır.

Kırsal alanda bitkisel veya hayvansal ürünlerin elde edilmesinde, bunların emvli ve yarımamvli hale getirilmesinde, kısa ve uzun sürelerde muhafaza edilmelerinde bazı yapı ve tesislere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu gereksinimleri karşılamak için yapılan yapı ve tesislere "Tarımsal Yapılar" denilmektedir.

Tarımsal yapıları aynen bir tarlanın hasarlanması, bir bahçe tesisi gibi üretim amaçlı bir yatırım olarak düşünmek gerekir. Çünkü tarımsal yapılar üretim, dolayısıyla kar sağlamak amacıyla kurulan yapılardır. O halde bunların planlanmasında ve projelendirilmelerinde en yüksek verimi sağlamak esas olmalıdır. Yapılara yapılan yatırımın kısa sürede ürün olarak geri dönmesi amaçlanmalıdır. Oysa kentlerdeki konutlar, okullar, hastaneler, bürolar v.b. gibi yapıların yapım amaçlarında karlılıktan daha farklı öğeler de hakimdir. Örnek vermek gerekirse bir konutta estetik ve belirli bir konfor aranır. Tarımsal yapıların dışında kalan diğer yapılardan üretime hizmet eden fabrika, imalathane gibi yapılarda üretimin niteliği, yapıdan değil de içerideki alet makina-ekipman donanımına ve insan faktörüne başlanabilir. Tarımsal yapılarda elde edilecek ürünün niteliği ve niceliği doğrudan yapı ile ilişkilidir. Bir ahırda, yapının iyi planlanması ve gerçekleştirilmemesinden kaynaklanan aksaklıklar içeride bulunan hayvanların uygun olmayan çevre koşullarında

yaşamalarını sürdürüp, kapasitelerinin altında ürün vermelerine neden olacaktır.

Bitkiler için gerekli ışık, sıcaklık nem gibi faktörleri optimum düzeyde sağlayamayacak biçimde yapılan bir serada, bitkilerden elde edilecek ürünün miktar ve kalitesinin düşük olacağı açıktır.

Aynı şekilde iyi bir biçimde koruma sağlanamayan muhafaza ve depolama yapılarında depolanan ürünlerde büyük ölçüde depolama kayıplarıyla karşılaşılacaktır.

O halde tarımsal yapıların planlanmalarında öncelikle içerisinde barınacak, ürün verecek canlıların iyi tanınması şarttır.

Tarımsal üretimin unsurları olan bitkiler ve hayvanlar tarım mühendislerinin uzmanlık dalı içerisinde yer almaktadır. Kültür bitkilerinden ve verim hayvanlarından en yüksek miktar ve kalitede ürün alınabilmesi için gereken çevre koşullarını iyi bilen tarım mühendisleri, onlar için en uygun ortamı sağlayacak yapıları da planlamalı ve gerçekleştirmelidirler.

Ölkemizde halen de güncelliğini koruyan hayvansal üretim düşüklüğü, depo zayıflıklarının fazlalığı, sera ürünlerinin kalitesizliği gibi sorunları şimdiye kadar tarımsal yapılara gereken önemin verilmemesinde aramak gerekmektedir. Tarımsal yapılar yalnız yeterli genişlikte ve dışarıdan gelecek yüklere mukavemet edebilecek ucuz bir yapı olarak düşünülmemelidir. Tarım mühendislerinden ise, içerisinde barındırılacak canlıların istekleri dikkate alınmadan planlanan bir yapıda, yüksek ürün alma çabaları istenmemelidir. Tarımsal üretim bir bütündür. Üstün verimli iyi bir ıktan bir süt hayvanınının onun istediği en uygun koşullar içerisinde yaşatılmazsa tam randıman alınmaz. Tarım mühendisleri ürün hayvanını seçmeden önce, onlar için en uygun çevreyi hazırlamalıdır. Bunu en basit biçimiyle kaliteli tohum için nasıl toprağı hazırlamak tarım mühendisinin görevi ise, üstün verim için uygun çevreyi hazırlayacak yapının gerçekleştirilmesi de tarım mühendisine düşen bir görevdir biçiminde ifade edebiliriz.

Tarım mühendislerinin tarımsal yapıları planlamadaki avantajları, yapılarda yer alacak canlı materyali tanımaktan başka tarım işletmeciliğinde bilgi sahibi olmalarıdır. Tarım

mühendisleri tarımsal yapıları öncelikle fonksiyonel olarak yani iş ekonomisini de düşünerek planlayacaklardır.

Kırsal alanda kurulan tarımsal amaçlı yapıların kentlerde yararıandığımız diğer yapılardan bir çok yönde ayrıcalıkları bulunmaktadır. Kırsal alanda kurulacak yapılara, kentlerde olduğu gibi yer darlığı, yüksek arsa maliyetleri olmadığı için daha geniş alanlar ayrılabilir. Bu nedenle kırsal alanlardaki yapılar tek veya iki kat üzerinde geniş alanlarda kurulabilmektedirler. Bu durumda yapıların duvarlarına ve diğer elemanlarına gelecek olan yükler az olacağı için kolay projelenebilir ve daha ucuz maliyetli yapılar söz konusu olmaktadır. Kırsal alanda kurulan yapılarda kullanılacak inşaat malzemelerinin o yörede doğal olarak bulunan veya orada imal edilen malzemelerden seçilmesi yapı maliyetini azaltıcı etki yaratmaktadır.

Tarımsal yapılar ve sulama bölümünün lisans programı içerisinde bir tarımsal yapının planlanması ve projelenebilirliği için gerekli disiplin verilmektedir. Tarımsal yapılar, gelişmiş ülkelerde de inşaat mühendislerinin dışında tarım mühendislerinin sorumluluğunda planlanmakta ve projelendirilmektedir.

13.2. TARIM İŞLETMELERİ VE İŞLETME AVLUSUNDA BULUNAN YAPILAR

Kırsal kesimdeki nüfus "KIRSAL YERLEŞİM" olarak tanımlanan TOPLU veya DAĞINIK bir nitelik gösteren yerleşim birimlerinde yaşarlar. Ülkemizdeki kırsal yerleşimler kentlerin dışında, geçim kaynakları tarımsal üretime dayalı genelde az nüfuslu yerleşim biçimleridir.

Kırsal alanda yerleşimleri oluşturan ana birimler TARIM İŞLETMELERİ dir. Tarım işletmeleri, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretildiği, bunlardan bazılarının mamül ve yarımamül tüketim maddeleri haline dönüştürüldüğü, kısaca tarımsal uğraşların bir bütün olarak yürütüldüğü birimlerdir.

Tarımsal işlerin yönetildiği, tarla dışı hizmetlerinin yapıldığı ve çiftçi ailesinin yaşadıkları yer olan İŞLETME MERKEZİ'nde işlerin rasyonel bir biçimde yapılabilmesi için birbirinden farklı yapı ve tesislere ihtiyaç duyulur. İşletme merkezlerinde gereksinim duyulan yapı ve tesisler, işletmenin

tipine, büyüklüğüne, gelir durumuna ve o yöredeki iklim koşullarına göre değişiklikler gösterir. Esas uğraşı tarla tarımı veya hayvancılık olan işletmeler, işletme merkezinde bulunması gereken yapı ve tesisler bakımından da farklılık göstereceklerdir. Vane bir seracılık işletmesiyle, Su Ürünleri Yetiştiriciliğine yönelik tarım işletmeleri arasında oldukça büyük farklılıklar olacaktır. İşletmelerin tipinden kaynaklanan bu farklılıkların yanısıra işletmenin büyüklüğü ve gelir durumu da kurulacak yapı ve tesislere yapılacak yatırım üzerinde etkili olacaktır. İşletmenin kurulduğu yerin iklim koşulları da işletme için planlanan tarımsal yapılarda kullanılacak yapı malzemeleri ve inşaat biçimlerini belirleyen etmenler arasındadır.

Tarımsal İşletmelerde bulunabilecek yapı ve tesisler şunlardır :

1. İşletme sahibi veya yöneticisi olan çiftçi ve ailesinin yaşamını sürdürdüğü ve işletmenin yönetildiği iş merkezi olarak **KONUT**,

2. İşletmenin sahip olduğu iş ve gelir hayvanlarının barındırıldığı ve bakıldığı **HAYVAN BARINAKLARI**,

3. İşletmede elde edilen ürünlerin tüketiciye veya pazara iletilmesine kadar depolandığı ve dış etkenlerden korunduğu **KORUMA ve DEPOLAMA BİNALARI**,

4. İşletmede elde edilen ürünlerin ambalajlandığı, yarı veya tam işlenmiş hale getirilmesi için gerekli **ÜRÜN DEĞERLENDİRME ve PAZARLAMA YAPILARI**.

Ayrıca bazı tarımsal işletmelerde, içme ve kullanma suyu tesisleri, kanalizasyon ve su arıtma tesisleri, seralar, tarla yolları, toprak koruma terasları ve sekileri, su dinlendirme havuzları, çevre duvarları ve çitleri gibi yapı ve tesisler de yer almaktadır.

Burada başlıcalarını sıraladığımız ve tarımsal üretime doğrudan ve dolaylı olarak hizmet eden tüm yapı ve tesislere **TARIMSAL YAPILAR** denir. Hangi tip ve büyüklükte bir tarımsal işletme kurulursa kurulsun, işletmede yapılacak tarımsal yapıların planlanması ve gerçekleştirilmesinde ana amaç üretimin arttırılması ve ürün kalitesinin yükseltilmesi olmalıdır. Bu nedenle işletmelerde kurulacak yapılar iklim koşullarına, arzu edilmeyen canlı ve cansızlara karşı yeterli bir koruma sağlamalı.

tarımsal üretim için gerekli işgücünde ekonomi sağlamalıdır. Tarımsal amaçlı üretim yapıları kararlı bir iç ortam için çevre denetimi ve yeterli kullanma alanı sağlayacak biçimde planlanmalı ve projelendirilmelidir. Ayrıca, tarımsal yapılar kendilerinden beklenen işlevlerinden fedakarlık yapmaksızın mümkün olduğunca ucuza mal olmalıdırlar.

İşletme merkezinde bulunan yapılar genelde **İŞLETME AVLUSU** dediğimiz bir alan çevresinde sıralanırlar. Yapı ve tesislerin işletme avlusuna yerleştirilmesinde yapıların birbirleriyle ilişkileri oranında yakın olarak düzenlenmesine dikkat edilmelidir. Çiftçinin günlük uğraşlarının büyük bir bölümü işletme avlusunda geçtiği için binalar arasındaki yürüme mesafesinin en aza indirilmesi iş ekonomisi sağlayacaktır. Örneğin süttehanenin inek ahırlarına, yem depolarının ilgili hayvan barınaklarına yakın olmaları gerekir. Ürün depolama binalarının her türlü araçla kolay erişilebilir bir biçimde tarladan gelen yollar üzerinde; hayvan barınakları ise çayır ve meraya giden yollar üzerinde kurulmalıdır. İşletme avlusunda yer alacak belli başlı servis binaları işletme avlusu ortasındaki boşluğa bakmalıdır. Bu merkezi avlunun genişliği tarım alet ve makinelerinin hareketini kısıtlamayacak ölçüde tutulmalıdır. Bu amaçla kullanılacak genişlik en az 20 m, uzunluk ise işletmenin tip ve büyüklüğüne bağlı olarak 30-60 m kadar olabilir. Çoğunlukla işletme avlusu ana yola bir avlu yolu ile bağlanır. Bu yolun genişliği en az 5 m olmalıdır. Konut bu yol üzerinde yer almalıdır. İşletme merkezine gelecekler, diğer hırs ve tesisler arasından geçmeden doğrudan konuta ulaşabilmelidirler.

Günümüzde tarım işletmelerinde üretimi artırıcı yeni teknikler daha yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Bu durum işletme avlusu ile binaların genişlemesi ihtiyacını doğurmaktadır. İşletme avlusu ve binaların gelecekte ihtiyaç duyabilecek gelişmelere uygun olacak biçimde planlanmaları zorunludur.

Tarımsal işletmelerin avlularının yerleştirilmesinde güvenlik ve yangına karşı emniyet faktörlerinin de gözönünde tutulması gereklidir. Ayrıca avlu planlanmasında estetik görünüşe olanaklar elverdiği ölçüde uyulmalıdır.

Ülkemizdeki tarımsal yapı ve tesislere üretime dolaylı olarak etkili olduklarından dolayı gereken önemin verildiği söylenemez. Çünkü bir tarım işletmesinde en büyük sermayeyi tarımsal yapılar kullanmaktadır. Yetiştiricilerimizde yerel alanlar ve kişisel faaliyetlerle tarımsal yapıları ucuz çıkarmak eğilimi her zaman mevcuttur.

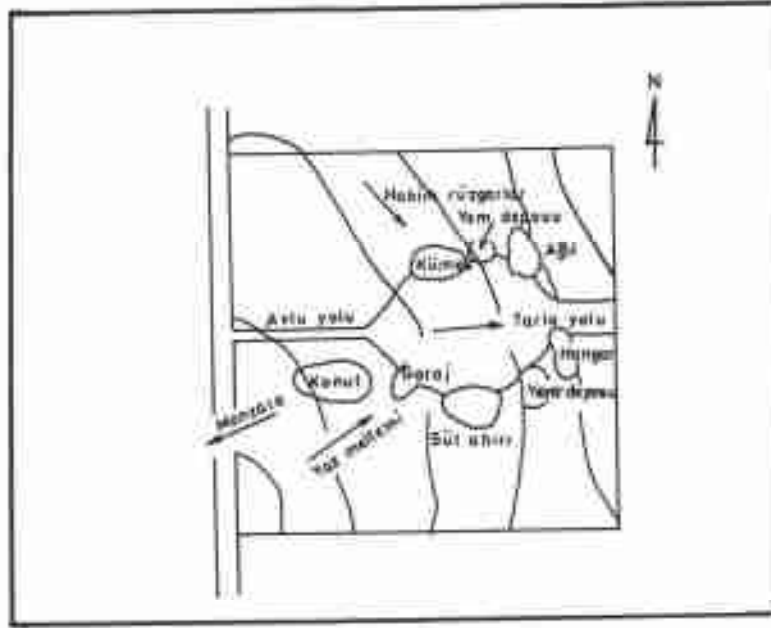
Bir tarım işletmesinde yerel olarak belli başlı yapıları planlama özellikleriyle şöyle özetleyebiliriz.

13.2.1. Konutlar

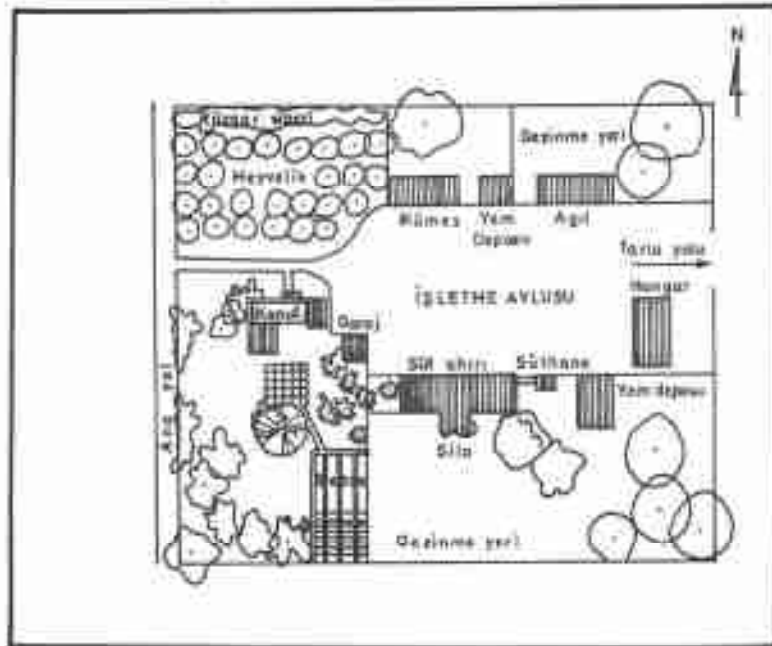
Konutlar, işletme sahibinin ve ailesinin barındığı, yaşamını sürdürdüğü bir yapı anlamından başka, işletmenin yönetim yeri yani işletmenin merkezi durumundadır. Konutlardan genelde beklenen, yalnızca içerisinde barınan insanları dış köylerden koruması değil, aynı zamanda sağlık koşullarına uygun emin ve rahat bir yaşama ortamı sağlamasıdır. Kırsal alanda veya kentlerdeki konutlardan bir şeylerin beklediği, farklı şeyler değildir. Konut planlamasında yararlanılan standart ve ilkeler aynıdır. Ancak işletme merkezi durumundaki kırsal konutlar, kentlerdekinden biraz farklı şekilde planlanırlar.

Genelde işletme merkezi durumundaki konutlar, tek kat veya iki kat üzerinde daha geniş bir alanı kaplayacak biçimde planlanırlar. Planlamada, işletmenin tarımsal uğraşları dikkate alınmalıdır. Böyle konutlarda, kentlerdekinden farklı olarak, çalışma yerleri, iş odası, mutfak, yiyeceklerin hazırlandığı ve korunduğu daha geniş birimlere ihtiyaç olacaktır. Bu birimlere konutun ana girişinden farklı bir girişten girilmesi arzu edilir. Konutların işletme avlusu içerisinde yerleştirilmesinde, mantara arzı eğimi, güneş ışınlarının yaz ve kışın geliş durumları ile hakim rüzgarlar gibi faktörler dikkate alınır. Bunların yanında, işletmenin emniyetini sağlayacak biçimde, işletme girişine yakın, işletmedeki diğer yapı ve tesisleri görebilecek bir biçimde yerleştirilmeleri gerekir (Şekil 13.1 ve 13.2)

İşletme konutlarında, alan yönünde bir sınırlama olmadığından, günlük yorgunlukların unutulup, huzurun sağlanacağı güzel düzenlenmiş bir bahçenin konutla birlikte düşünülmesi inşaatli olacaktır.



Şekil 13.1 Başlıca tarımsal yapıların işletme avlusunda yerleştirilmesi



Şekil 13.2 Bir işletme avlusunun genel durum planı

13.2.2. Üretim Yapıları

Tarımsal yapıların önemli bir bölümü tarımsal üretimle doğrudan ilişkili yapılardır. İçlerinde bitkileri ve hayvanları barındırmaktadırlar. Özellikle seralar ve hayvan barınakları gibi yapılardan, içlerinde yaşayan ve tarımsal ürün kaynağı olan canlıların en yüksek kalite ve miktarlarda ürün verabilmeleri için en uygun ortamı sağlamaları istenir. Canlıların istedikleri en uygun çevre ortamının yaratılabilmesi bazı çevre etmenlerinin kontrolü ile mümkündür. Canlıların bakımları ve beslenmelerinden başka, yaşadıkları ortam havasının sıcaklık ve nemi, kimyasal bileşimleri, hava hareketi, doğal aydınlanma denetlenmesi gereken etmenlerdendir.

Üretim amaçlı yapılarda çevre koşullarının istenen biçimde denetlenebilmesi için ilk akla gelen yol uygun bir havalandırma düzeninin kurulması ve yapı elemanlarında yeterli yalıtım sağlayarak bina içi ısı korunumunu gerçekleştirebilmektir.

13.2.2.1. Bitkisel Üretim Yapıları

Bitkisel üretim yapılarından olan SERA'larda, güneş ışıklarının sera içerisinde yer alan bitkilere serbestçe ulaşabilmesi ilk hedeftir. Seralarda mevsim dışı bitki yetiştirilip ürün elde edilmesi amaçlandığı için sera içi bitkilerinin dış ortamda olmayan, gereksinim duydukları sıcaklık ve nem ortamlarının yapay olarak sağlanması gerekir. Kış güneşinin ısıtıcı etkisinin yetersizliği dolayısıyla ek olarak sera içerisinde kurulacak ısıtma sistemleriyle bitki gelişimi ve optimum verim için gerekli sıcaklık ortamı sağlanmalıdır.

Bitkisel üretim yapılarında, yapı iskeletini oluşturan elemanlar, güneş ışınlarının gölgeleme yapmaması için mümkün olduğunca ince kesitli ahşap, profil çelik, alüminyum alaşımı gibi malzemelerden seçilirler. Seralarda örtü materyali olarak da güneş ışınlarını kayıpsız olarak geçirebilen yalnızca cam, polietilen gibi malzemeler kullanılabilir. Görüldüğü gibi, bitkisel üretim yapılarında, diğer yapılardan farklı olarak yapı

malzemesi seçiminde fazla alternatif bulunmamaktadır. Bu durum seraların en tipik özelliğidir.

Seralarda cam örtü malzemesi kullanıldığı koşulda, sera iskeleti profil çelik, alüminyum alaşımı veya benzeri malzemeden yapılmaktadır. Örtü malzemesi olarak plastikler ve özellikle polietilen kullanıldığında ise sera iskeleti ahşap yapılmaktadır. Seraların boyutlandırılmasında yapı malzemelerinin seçiminde, yörenin iklimi, özellikleri, içeride yetiştirilecek bitki türü, işletmenin sosyo-ekonomik yapısı etkili olmaktadır. Dünyanın belli başlı seracı ülkelerinde yüksek yatırım masraflarıyla kurulan seralarında birim alana daha fazla girdi ile yoğun tarım teknikleri uygulanmaktadır. Ülkemizde sera içi tarımsal girdiler, normal tarım koşullarına göre fazlalık göstermekte ancak alınan ürünün kalite ve miktarı düşük düzeyde kalmaktadır. Bunun nedeni ülkemizde seraların çoğunlukla bitkileri yalnız düşük sıcaklıklardan korumak amacıyla, onların üretebilecekleri miktar ve kalitede ürün için optimum sıcaklık, nem, ışık koşullarını sağlamaktan uzak bir biçimde yapılmakta olmalarıdır. Ülkemizde sera yetiştiriciliği ile uğraşan çiftçiler yenilikleri benimsemeye açık seracılık tekniği ile ilgili önerileri uygulamaya hazır bir sosyal yapıya sahiptir. Seracılığımızda planlama, projelmeden yetiştiriciliğin bütün aşmalarına kadar çiftçiye aktarılacak çok bilgi bulunmaktadır.

13.1.2.2. Hayvansal Üretim Yapıları

Hayvansal üretim yapıları veya hayvan barınaklarının planlanmasında, içinde yaşayan iş ve ürün hayvanlarının gelişebilmeleri, iyi ürün verebilmeleri ve kondüsyonlarını arttırabilmeleri için en uygun ortamın sağlanması amaçlanmalıdır. Bu yapıların genelde, yaz aylarında dış ortama göre daha serin, kış aylarında ise daha sıcak olmaları istenir. Ayrıca yapı içerisinde kararlı bir sıcaklık ve nem ortamı sağlanmalı, yani sıcaklık değişimlerini önleyici tedbirler alınmalıdır. Yapının duvar, tavan gibi iç yüzeylerinde nem yoğunlaşması olmalıdır. Barınak içi havada amonyak v.b. gibi istenmeyen gazlar bulunmamalıdır.

Bütün bu istenen özellikler, hayvan barınaklarının bilinçli bir biçimde planlanmasıyla gerçekleştirilebilir. Planlamaya içeride barınacak iş veya ürün hayvanlarının ortama verdiği sıcaklık, nem, solunum gazlarının miktarlarının bilinmesiyle başlanır. Daha sonra hayvanların çevreden istekleri, davranışları ve gelişme aşamaları dikkate alınır. Hayvanların çevre isteklerinin, yörenin kritik dönemlerdeki iklim özellikleriyle farklılıklarının değerlendirilmesi planlamada ilk adım oluşturmaktadır.

Doğa koşulları, farklı bölgelerdeki planlamalarda ayrıcalıklar meydana gelmesine neden olur. Örneğin güney bölgelerimizdeki barınakları, yüksek sıcaklıkları elimine edecek biçimde yapılırlar. Cephesi tümüyle açık ahırlar, kümesler, ağıllar bu bölgede oldukça yaygındır. Yazın yüksek sıcaklıktan korunma, kışın ısıtmadan daha önemlidir. İç Anadolu ve Doğu Anadolu'daki hayvan barınakları ise duvar ve çatıları yalıtımlı, dış koşullardan iyi bir biçimde korunmuş olarak yapılmaktadırlar. Uzun süren soğuklar, hayvanların daha uzun süre barınak içerisinde kalmalarına neden olacağından, sağlık koşullarının iyi bir biçimde sağlanabilmesi şarttır.

Hayvanların cins, ırk ve yaşlarına bağlı olarak çevre isteklerinin optimum değerlerinde farklılık görünürse de, bütün çiftlik hayvan türleri için ortak olan yemleme, su temini, sıcaklık, bağıl nem, havalandırma, aydınlatma, sağlık koşulları ve hareket olanağı gibi çevre istekleri planlamada gözönünde bulundurulur.

13.3.3.2.1. Ahırlar

Sığırların barındıkları yapıları ahır denir. Ahırlar, hayvanların barındığı bir ana yapı ile sağım, süt işleme, yem muhafaza yerleri ve hayvanların gezindikleri avludan oluşur. Bir ahır ünitesi grup halindeki bir veya birden fazla binadan oluşur.

Ahırlar değişik biçimlerde planlanabilir.

a) Duraklı (Bağlı) Ahırlar : Duraklı (bağlı) ahırlarda ineklerin dinlenme, yemleme, sulama ve süt sağım işleri kendileri için ayrılmış duraklarda olur. Gübre ve idrar, idrar kanalı ve civarında toplanır. Süt inekleri günün birkaç ussi

diginda kişi ahırlarda bağı olarak geçirirler. Duraklı ahırlarda duraklar tek sıralı, iki veya ikiden fazla sıralı olarak düzenlenebilirler. Bu düzenlemede barınacak inek sayısı etkili olmaktadır. En çok 10 ineğin bulunduğu ahırlar tek sıralı olarak düzenlenirler.

b) Serbest (Açık) Ahırlar : Bu planlama sistemindeki ahırların üç cephesi kapalı, güney veya doğuya bakan bir cephesi açıktır. Süt inekleri, ahırda ve ahıra bitişik gezinme yerlerinde serbest olarak dolaşabilirler. Serbest ahır sistemi, inşaat maliyeti ve işten tasarruf yönünden kapalı sisteme göre daha uygundur.

c) Duraklı Serbest Ahırlar : Duraklı ve serbest ahır sistemlerinin yararlı yönlerinin birleştirilmesiyle geliştirilen bir ahır planlama sistemidir. Bu sistemde her inek için bir durak yeri planlanmıştır. Yataklık serilmiş bu duraklarda inekler bağısız olarak bulunurlar. Duraklarda yemlik yoktur. Yemleme ve sulama ahır içerisindeki gezinme alanında yapılır.

13.2.2.2.3. Ağıllar

Koyun barınaklarıdır. Koyunlar kalın kürkleri nedeniyle düşük sıcaklıklara karşı doğal olarak dayanıklıdır. Ancak kuzulama mevsimlerinde ve kırkımdan sonra soğuktan korunmalıdır. Ağıllar çoğunlukla açık ve kapalı sundurmalık şeklinde planlanır ve inşa edilirler. Bu sundurmalık L ve U şeklinde düzenlenirler. Güney ve doğu cepheleri açık sundurmalık kış güneşinden koyunların yararlanmalarını sağlayabilir.

13.2.2.2.3. Tavuk Kümesleri

Kümesler, yumurta ve et üretimi ile civciv yetiştirmek amacıyla planlanırlar. Bu nedenle kümesler, işletme şekline ve iklim koşullarına bağı olarak çok farklı şekillerde planlanıp inşa edilirler. Kümes hayvanları çevre sıcaklığından daha kolay etkilendikleri için, çok sıcak ve çok soğuk yörelerde iyi yalıtılmış pahalı yapılar biçiminde yapılırlar. Kümesler başlıca iki şekilde planlanırlar.

a) Tünekli (Klasik) Kümeler : KÜME tabanının 3/4 veya 2/3'ü tüklerle yapılır. Geriye kalan bölüm hayvanların gezinmelerine yemlik ve sulukların yerleştirilmesine ayrılır. Izgara tabanlı kümeler olarak da adlandırılan bu planlama şeklinde, tavuklar zamanlarının büyük bölümünü tükler üzerinde geçirirler. Yumurtlamak için aşağıya inip folluklara çıkarlar. Böylece gübrenin büyük bölümü tüklerin altında toplanacağından hayvanlara bulaşmamış olur.

b) Kafesli Kümeler : Birim alanda daha fazla tavuk barındırma ve daha fazla randıman sağlamak amacıyla kafesli kümeler tercih edilmektedir. Kafesli kümeslerde hayvanlar, genelde 3-5 tanesi bir kafeste olacak biçimde barındırılırlar. Bu tel kafesler metal ayaklar üzerinde 2 veya 3 katlı basamaklı şekilde üst üste yerleştirilir. Kafes sıraları arasında 90-125 cm servis yolu bırakılır. Bu tip kümeslerde yemleme ve gübre temizliği otomatik olarak yapılabilir.

13.2.3. Koruma ve Depolama Yapıları

İşletmelerde üretilen ürünün tüketimine ve pazara sevkine kadar depolanıp saklandığı, alet ve makinaların dış etkenlerden korunduğu her türlü yapıyı Koruma ve Depolama Yapıları başlığı altında toplayabiliriz. Bu yapıları, Alet ve Makina koruma yapıları ile Ürün Depolama yapıları olarak iki grupta incelemek mümkündür.

13.2.3.1. Alet ve Makina Koruma Yapıları

Bu yapılar işletmedeki tarımsal alet ve makinaların yıpranmalarını önlemek ve kullanma ömürlerini artırmak amacıyla inşa edilirler. Bu yapılardan; alet ve makinaları iklim koşullarının olumsuz etkilerinden korumak, çeşitli alet ve makinaların depolanmaları ve hareket ettirilmeleri için yeterli yer sağlamak gibi fonksiyonlar beklenir. Bu yapıların bir veya daha fazla cephesi açık olabildiği gibi dört tarafı kapalı binalar olarak da planlanırlar. İçeride korunan alet ve makinaların yağmur ve yüzey akışlarından koruyacak önlemler alınır.

13.2.3.2. Ürün Koruma ve Depolama Yapıları

Tahıl, yeşil yem, meyve ve sebze ile kuru ot, saman v.b. tarımsal ürünlerin depolandığı yapılar bu başlık altında toplanabilir.

Tarım ürünlerinin depolandığı bu yapılar, ürünlerin tüketiciye veya pazara sevkedilinceye kadar nitelik ve niceliklerini olanaklar ölçüsünde koruması amacıyla planlanıp, inşa edilirler.

Tarım işletmelerindeki ürün koruma ve depolama yapılarının fonksiyonlarını şöyle özetlemek mümkündür:

a) İklim koşulları ile böcek, mikroorganizmalar gibi zararlıların depolanan ürüne vereceği zararı önlemek veya azaltmak.

b) Pazar fiyatlarını izleyerek ürünlerin en yüksek fiyatla satılması olanağını sağlamak.

c) İşletme ihtiyacı olan yemi depolayarak işletme hayvancılığını güvenceye almak.

İşletmede görülen başlıca ürün koruma ve depolama yapıları şunlardır.

Tahıl Depoları, Mısır Serenleri, Yeşil Yem Siloları, Yaş Meyve ve Sebze Depoları, Kaba Yem Depoları.

13.3. TARIMSAL YAPILARDA PLANLAMA VE UYGULAMA SORUNLARI

Bunlardan önceki bölümlerde başlıca özelliklerini özetlediğimiz tarımsal yapılara gereken önemin verildiği söylenemez. Tarım işletmelerimizde bulunan yapılar, fonksiyonlarını yerine getirmekten uzak, oldukça basit şekilde yapılmışlardır. Kullanılan yapı malzemeleri daha çok o yörede elde edilen malzemelerdir. Tarımsal yapılarda planlama ilkeleri göz önüne alınmamaktadır. Özellikle kapı, havalandırma bacaları, pencereler gibi yapımı uzmanlık isteyen yapı elemanları oldukça basit ve fonksiyonlarını tam olarak yerine getiremeyecek bir biçimde yapılmaktadırlar. Yapım tekniği ve uygun olmayan yapı malzemelerinin kullanılmasından dolayı yapıların kullanma ömrü çok kısa olabilmektedir. Özellikle hayvan barınakları için gerekli yalıtım sağlanamamaktadır.

Yeni kurulan tarım işletmelerinin bazılarında yapılara büyük yatırım yapılmaktadır. Ancak giriş bölümünde değinilen nedenlerden dolayı, planlama hataları yapılmaktadır. Böylece bu pahalı yatırımlar, kendilerinden beklenen işlevleri yerine getiremez durumda atıl olarak kalmaktadır.

Çevre koşulları, hayvan barınaklarının yapım biçimlerine doğrudan etkilidir. Ancak çoğu zaman barınakların yapımında çevre koşulları gereken önemle dikkate alınmamaktadır. Örneğin iklim koşullarının birbirinden kesin olarak farklılıklar gösterdiği yörelerde aynı tip ve yapıda hayvan barınakları yapılmakta, yapı elemanları da aynı biçimde boyutlandırılmaktadır. İşletme sahipleri hayvan barınaklarının inşasında, barınak planlamasının esaslarını dikkate almak yerine, gözüp gördükleri diğer yapılardaki özellikleri taklit etmeğe çalışmaktadırlar. Güney illerimizde yapılacak bir hayvan barınağında, İç Anadolu Bölgesi için geliştirilen bir proje kullanılabilir. İçeride barınacak bitki veya ürün hayvanları dikkate alınmadan yapılan yapılar beklenen fonksiyonu yerine getirememektedirler.

Tarım işletmelerinde büyük yatırımlarla meydana getirilen yapılardan beklenen yararın sağlanabilmesi, bu yapıların, içeride üretimi başlatacak ve sürdürecektir meslek grubu tarafından planlanması ve gerçekleştirilmesi ile mümkündür.

Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünün lisans programındaki derslerinizde, bir tarımsal yapının planlanması ve projelendirilip tümüyle gerçekleştirilmesi için gerekli bilgi verilecektir. Sizlere düşen, Lisans programınızdaki yer alan İnşaat Malzeme Bilgisi, Statik, Mukavemet, Zemin Mekaniği, Betonarme, Sera Yapım Tekniği ve Tarımsal Yapılar derslerinin çok iyi bir sentezini, ileride bu konuların sahibi olacağınız bilinciyle yapmanızdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Alkan, Z. 1961. "Meyve ve Sebze Muhafaza Yapılarının Planlanması" Ata.Üniv.Ziraat Fak. Teknik Bülteni No.19, Erzurum.
- _____ 1969. "Ahırların Planlanması" Ata. Üniv.Ziraat Fak. Araştırma Bülteni, No.14, Erzurum.
- _____ 1969. "Tavuk Kûmeslerinin Planlanması" Ata. Üniv. Ziraat Fak. Teknik Bülteni No.18, Erzurum.
- _____ 1972. "Zirai İnşaat" Ata.Üniv.Ziraat Fak. Yayınları No.65, Erzurum.
- Balaban, A., Tekinel, O. 1969. "Tavuk Kûmeslerinde Çevre Şartlarının Kontrolü" TAPGEM yayınları No. 2, Ankara.
- Balaban, A., Şen, E. 1978. "Tarımsal İnşaat (Temel İlke ve Kavramlar)" A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No.679, Ankara.
- _____ 1982. "Tarımsal Yapılar (İkinci Baskı)" A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 845, Ankara.
- Barre, H.J., Sommat, L.L. 1966. "Farm Structures" John Wiley and Sons, Inc. New York, USA.
- Boyd, J.S. 1973. "Practical Farm Buildings" The Interstate Printers and Publishers, Inc. Danville, Illinois, USA.
- Foss, E.W. 1960. "Construction and Maintenance for Farm and Home" John Wiley and Sons Inc. New York, USA.
- Lytle, R.J. 1973. "Farm Builders Handbook" Structures Publishing Company, Michigan, USA.
- Olgun, M., Benli, E. 1981. "Ahır Planlamasında Yararlanılan Sistemler ve Türkiye'deki Uygulamalar" Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Özçelik, N. 1965. "İnşaat Bilgisi" I.Ü.Orman Fakültesi Yayınları No. 107, İstanbul.
- Öneş, A. 1986. "Sera Yapım Tekniği (Ders Notları)" A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları 970, Ankara.
- Pasfield, D.H. 1965. "Farm Buildings Design and Construction" Temple Press Books, London England.
- Sönmez, N. 1953. "Zirai Yapı Malzemesi Olan Kerpicingin Özellikleri", A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No. 71, Ankara.

- _____ 1961. "Tavuk K meslerinin Planlanmasında Stkili Olan Fonksiyonel  zellikler ve Yardımcı Tavukculuk Araçları, Tesisleri". A. .Ziraat Fakültesi Yayınları No 170, Ankara.
- _____ 1961. "Ziraat İşletmelerinde Kerpiç Yapılar ve Bunların  zellikleri" A. .Ziraat Fakültesi Yayınları No. 180, Ankara.
- Tekineli, O. 1970. "Urfa İli Köylerinin Kültürteknik Problemleri" A. .Ziraat Fakültesi Yayınları No. 401, Ankara.
- Tekineli, O. 1971. "Kafes Tavukculuğunda Kullanılan Kafes Tipleri, Kümesler ve Ekipmanlar" TAGEM Yayınları, No. 3, Ankara.
- Tekineli, O. 1974. "Aşağı Seyhan Ovasında S t Sığırıcılığı Yapılan İşletmelerinde Ahırların Mevcut Durumu ve Bu Yörede Serbest Duraklı Açık Ahırların Uygulama Olanakları"  . .Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 84, Ankara.

14.BÖLÜM : ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE SORUNLARI

Prof.Dr. Mustafa AYYILDIZ

Çevre, yerküresinin canlı ve cansız doğal kaynaklarından oluşan ve insanın bu kaynaklar üzerinde yaptığı kültürel değişimleri de kapsayan bir düzen olarak belirlenmektedir.

Ekolojik bir sistem olarak tanımladığımız DOĞADA herşey güzel bir uyum ve denge içinde bulunmaktadır. Doğada bulunan herhangi bir bitki veya hayvan varlığının sürekliliği, bir diğerinin kontrolü altında bulunmakta veya diğer bir ifade ile canlılar karşılıklı olarak birbirlerinin denge unsuru olmaktadır. Bu kontrol mekanizması, canlıların belirlenen oranlarda yaşamlarını sürdürmelerini sağlamaktadır. Yapılacak herhangi bir müdahale, bu doğal dengeyi bozmakta ve bunun sonucu olarak çevre kendi özelliklerinden uzaklaşarak bozulmakta yani çevre kirliliği ortaya çıkmaktadır.

Doğadaki bu dengeye etki eden en büyük etken İNSAN faktörü olmuş ve çevrenin kirlenmesinde en büyük gücü oluşturmuştur.

Çevre sorunlarının oluşum nedenleri olarak nüfusun hızlı artması, arazi kullanımının uygun olmaması ve endüstrileşme olgusu gibi başlıca üç önemli faktör gösterilmektedir.

Endüstrileşme olgusu, olumlu yönleriyle halkımıza ekonomik refah, daha iyi bir yaşama standardı sağlayıp; huzur ve sağlığı için olduğu kadar dünyayı tehdit eden açlık sorununa kısa hızlı nüfus artışının doğurduğu sorunlara da çözüm yolları bulmak olanakları sağlarken olumsuz yönleriyle de toprağa bitkisel ve hayvansal hayatı, atmosferi ve suları tek kolime ile ÇEVRE'yi arzu edilmeyen biçimde değiştirmekte, doğal dengeyi bozmakta kısaca çevreyi kirletmekte yani çevre sorunlarını yaratmaktadır.

Açıklamalardan da anlaşılacağı gibi ulaşılan uygarlık düzeyine karşılık ödenen fatura; kirlenmenin doğurduğu ÇEVRE SORUNLARI olarak insanoğluna oldukça pahalıya mal olmaktadır.

İnsanoğlu; geleceğini görme yeteneğine ve başına geleceklerin önüne geçme yani onları önleme gücünü kaybettiği zaman dünyada hayatın sonu gelecektir.

Bu gerçeğin ışığı altında insanoğlunun geleceği sorunu uzun zamandanberi gerek düşünür gerekse bilim adamlarının sürekli uğraştıkları konuyu oluşturmuş ve bu konuda pekçok fikir ve görüşler ortaya atılmış bulunmaktadır. Kısaca insanoğlu nereye gidiyor, yarın ne olacaktır sorusuna cevap aramağa çalışılmış ve halen de çalışılmaktadır.

Gerçekten de insanoğlu; yakın bir gelecekte yer küresini kuşların ötmediği, çiçeklerin açmadığı, meyvelerin oluşmadığı "SESSİZ BİR İLKBAHAR" görünümünde olmak üzere yaşayamayacağı bir ortam haline getirmek için var gücüyle çalışmaktadır. Bu gidişe "DUR" diyeceği önlemleri almadığı takdirde; güzel ve arzu edilir bir gelecek hayal olacağı benzetilmektedir. Giderek belki bir buzul çağının oluşması veya kızgın güneş altında kavrulması veya en önemlisi uygarlık uğrusu kendi yarattığı çevre sorunları veya çevre kirliliği içerisinde zehirlenerek yok olması gibi olasılıklar uzak görülmemektedir.

Ancak belirtmekte yarar bulunmaktadır ki önlemler alınmadığı hallerde bu varsayımlar gerçekleşebilecektir.

Bu nedenle dünyanın her yanında çevreye yapılan müdahalenin önüne geçmek, kaybolmaya başlayan doğal dengenin yeniden tesisi ve çevre düzenlemesinin sağlanması amacıyla; bilinçli bir biçimde önlemler alınmaya başlanmış bulunmaktadır. Bu amaçla her ülke kendine özgü yeni örgütler hatta bakanlık kurmakta ve gittikçe artan bir ilgi ile çevre sorunlarını çözmeye uğraşmaktadır.

Yerküresinde artan nüfus, gelişen endüstri ve ülkelerin doğal varlık ve kaynaklarını tehdit eden kirlenmeler çevre sorunlarını yirminci yüzyılın son çeyreğinde insanlığın en önemli konularından biri haline getirmiş bulunmaktadır.

Ülkelerin ve insanlığın geleceği yönünden önemli olmakla beraber çevre kirliliği veya çevre sorunları kişilerin günlük yaşantılarında gördükleri, bildikleri ve yaşadıkları

gelişmeler zinciri olarak da önem taşımaktadır. Yirminci yüzyılda yaşayan insanların en büyük arzusu havası ve suyu kirlenmemiş, toprağı bozulmamış, gürültüden ve diğer kirliliklerden uzak, temiz, güzel, yeşil ve sağlıklı bir çevrede yaşamak olmaktadır. Hemen hemen hepimiz son yıllarda bu özlemi fazlası ile duymaktayız.

Dünya nüfusu büyük bir hızla artmakta ve bunun sonucu olarak besin ve su yetersizliği sorunları doğmaktadır. Bu durumdan endişe eden bilim adamları insanların açlık ve susuzluk karşısında oldukça güç durumlara düşeceklerini bilmektedirler. Su yetersizliği son yıllarda kendini iyice göstermeğe başlamış bulunmaktadır. Yerküresindeki mevcut göllerin ve nehirlerin pek çoğunun suları artık içilmez ve kullanılamaz bir hale gelmiş bulunmaktadır. Bunların nedeni ise gerek kanalizasyon gerekse endüstri atıklarının herhangi bir temizleme ve arıtma işlemine tabi tutulmadan doğrudan doğruya su kaynaklarına boşaltılmasıdır.

Yerküresinde geniş bölgelere yayılmış bir sorun olarak suların kirlenmesini görmekteyiz. Su kaynaklarının kirlenmesi endüstriyel gelişim ile başlamış bulunmaktadır. İnsanlığın evrimine göz attığımız zaman avcılık ve çobanlık yaptığı dönemlerde suların kirlenmesi sorunu ile karşılaşmadığını görmekteyiz. İlkel insanın önce biyolojik evrimi, sonra da kültürel evrimi sonucu temizlik işlemlerini gerektiren bir davranış içerisinde girdiğini ve böylece su kirliliği sorununun çıktığını görmekteyiz.

Tarımsal yöntemlerde 18. yüzyılda meydana gelen ilerlemeler, tarımsal üretimin arttırılmasına ve bir kısmını çiftçilerin arazilerini bırakarak diğer işlere başlamasına yol açmıştır. Bu süreçte sermayenin kullanılması ile yeni buluşlar ve üretimler ilk fabrikaların yapılmalarını oluşturmuş ve fazla sayıda insan topluluklarını bir araya getiren şekiller doğmaya başlamıştır. Böylece kırsal kesimden büyük kentlere doğru akım, sanayi devrimi ile başlamıştır. Bugün dahi bu akım tarım ülkelerinde halen devam etmektedir.

Batı ülkelerinde şehir nüfusları genellikle kırsal alandaki nüfustan daha fazla olmuştur. Tarımdaki teknolojik gelişmeler, endüstri sektöründe çalışanların tarım

sektöründen daha fazla gelir sağlanması, yeraltı doğal kaynaklarının kullanılması ve bunlara paralel olarak oluşan diğer gelişmeler bu ülkelerde hayat standardının yükselmesine neden olmuştur.

Medeniyet gelişmesi ile suyun yerküresi üzerindeki doğal yörüngesi orijinal durumunu kaybetmekte ve kalitesi arzu edilmeyen yönde bozulmaktadır. Örneğin suyun sulama veya elektrik enerjisi sağlamak amacı ile bara) veya göletlerde göllendirilmesi, yerleşim alanlarının içme ve kullanma sularını sağlamak amacı ile kapalı borular içerisinde iletilmesi, şehir kanalizasyon ve sanayi atıklarının dışarı atılması, sanayi ürünlerinin üretim v.b. gibi çalışmalar yerküresinde suyun doğal dolanımı diye bilinen hidrolojik devreye insanın yaptığı müdahalelerin sonucu olmaktadır.

Medeniyet gelişmesi ile su kaynaklarının havzalarında taşkın kontrolü ve sulama suyu temininin düzenlenmesi arzu edilen bir biçime girmiştir. Endüstrinin doğması ile suya olan talep oldukça fazlalasmıştır. Endüstri, ham maddeyi işleyerek istenilen üretim mallarını meydana getirmek için fazla miktarda su kaynaklarına ihtiyaç göstermektedir. Aynı zamanda gittikçe fazlalayan şehirlerde büyüme ve gelişmeleri için daha fazla su kaynaklarına kavuşmak zorundadırlar. Bu nedenlerle su temininde doğabilecek eksiklik, modern hayatın bütün iskeleti için tehlike çanları olacaktır.

14.1. SU KAYNAKLARI VE SU KİRLİLİĞİ

Yerküresinde su kaynağı yağışlardır. Yağışlar da hidrolojik devre olarak bilinen suyun yerküresiyle atmosfer arasında sürekli dolanımı olarak tanımlanan hayati bir olgunun parçasından ibarettir. Bu hidrolojik devre hepimizin hayatta bulunmasına ve yaşantımızı devam ettirmemize neden olan başlıca olgulardan en önemlisidir. Hidrolojik devreyi oluşturan yağış, yürey akışı, infiltrasyon, yeraltısuyu akışı, okyanuslar, transpirasyon ve evaporasyon olayları zincir halinde birinin kopması, yerküresinde yaşamın sona ermesine neden olabilmektedir.

Bu kaynakları, yerküresinde tüketilemez doğal bir kaynak olmasına rağmen, bugün bazı bölgelerde suyun yetersizliği

görülebilmektedir. Genel anlamda döğünölmesi halinde, yerküresinde su eksikliği yoktur ve görülebilen gelecekte su eksikliği olmayacaktır. Okyanuslarda, atmosferde bulunan ve yerküresine yağış halinde düşen su miktarı insanlığın gereksinimlerine yeterli olduğu gibi, bu durum gelecekte de yeterli olacaktır. Ancak belirtmekte hemen yarar vardır ki istenilen yer ve zamanda, arzu edilen kalite ve miktarda kullanılmaya uygun su miktarı hiçbir zaman tükenmez özellikte değildir. Su yenilebilen bir doğal kaynak olmakla beraber yerküresinin pekçok ölkelerinde suya olan talep, suyun arzından daha fazla olabilmektedir. Özellikle medeniyetin oluşturduğu su eksikliği gittikçe artan bir sorun yaratmaktadır. İlk insanlar yerleşim ünitelerini tesis etmeden önce, o yörenin su temini durumuna bakarlar ve ona göre yöreyi seçerlerdi. Modern insan ise önce yerleşmekte sonra da uzak mesafelerden buraya suyu temin etmeye çalışmaktadır.

Yerleşme ünitelerine suyun getirilmesinden sonra su, pek çok alanlarda kullanılmaktadır. Herşeyden önce su, içme, kullanma ve yıkama suyu olarak insanların ihtiyaçlarına karşılama durumundadır. Ayrıca şehir yangınlarının söndürülmesinde, sokakların yıkamasında bahçe ve çimlerin sulanmasında kullanılmaktadır. Şehir kanalizasyon ve endüstri atıklarının dışarı atılmasında yani uzaklaştırılmasında da en etkili bir araç olmaktadır. Bunlardan başka medeni insanın hergün kullandığı sayısız ürünlerin endüstriyel üretiminde de bol miktarda su kullanılmaktadır.

Suyun kullanımı, başlıcaları tüketici ve tüketici olmayan olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır.

Tüketici kullanım, örneğin baharlaşma yoluyla veya insan ve hayvan dokuları veya endüstriyel üretim malları içerisinde olmak üzere hidrolojik devrede doğrudan olan su kayıplarını oluşturmaktadır.

Tüketici olmayan kullanımlar ise hidrolojik devreden mayu doğrudan kaybetmeden yapılan kullanımlardır. Şehir ve endüstriyel kullanımların çoğu tüketici olmayan kullanımlardır. Yapılan araştırmalara göre şehir kullanma sularının ancak altıda biri ve endüstriyel amaçla kullanılan suların ancak onda biri tüketilmektedir. Geri kalan miktarları

tüketilmemekte tekrar akarsu veya yeraltısularına karışmaktadır. Ancak hemen belirtmek gerekirkı bu dönen sular kirlenmiş ve kaliteleri değişmiş olarak geri gelmektedirler.

Örnek olarak kömür veya un ve benzeri maddelerle bir üretimde bulunduğumuzu farzedelim. Bu maddelerden faydalandığımızı yani onları tükettiğimizi zaman bunlardan elimizde ne kömür, ne de un ve benzeri maddeler kalır. Bunlar tamamen tüketici kullanımlardır. Ancak su kaynakları böyle değildir. Bulunduğu gibi suyu kullandıktan ve ondan yararlandıktan sonra dağı su, eskisi gibi yine ortadadır ve kaybolmamıştır. Ancak daha önce açıklandığı gibi, kirlenebilmektedir.

Su bu kullanımı sırasında, kendisinin fiziksel bir özelliği olarak, üniversal bir çözücü olması nedeni ile pek çok yabancı maddeleri bir kısmını eriterek, bir kısmında erimemiş olarak bünyesine alır ve böylece kirlenmeye başlar. Kirlenmiş suların olduğu gibi kullanılması, kullanılacağı amaçla bağlı olarak pek çok sakıncalar yaratır. Ancak kirliliğinden temizlenmek sureti ile tekrar kullanılmasında hiçbir sakınca yoktur.

Kirlenmenin nispeten az olduğu zamanlarda, oksijenin varlığında bazı bakterilerin yardımı ile su kaynakları kendi kendini temizleme denilen biyolojik bir olaya terk edilirdi. Ancak su kaynaklarının çok farklı etmenler nedeniyle kirlenme derecesinin çok yüksek olduğu zamanımızda artık bu türü biyolojik temizlenmeye olanak kalmamış bulunmaktadır. Bu nedenlerle kirlenmiş suların temizlenmesi büyük bir sorun olarak belirmekte ve kirli suların temizlenme yani arıtma tesisleri önemli bir endüstri dalı halini almış bulunmaktadır.

Bu nedenlerle su, artık hergün bol bol sarfedilebilecek bilgisizce ve tedbir alınmaksızın kullanılabilicek bir nimet olmaktan çıkmış bulunmaktadır. Çok büyük ölçüde kirlenen su kaynaklarını yeniden temizlenerek kullanılabilir bir duruma getirilebilmesi ise hem sosyal hem de ekonomik sorunlar çıkarmıştır.

Son yıllarda gittikçe artan su sıkıntısının gerçek nedeni yerkürresinde su kaynaklarının yeterli olmaması değildir. Bilindiği gibi yerkürresinin %70'ini hidrosfer dediğimiz su tabakası kaplamaktadır. Bir canlı olarak bizlerin de yaklaşık %70'imiz sudan ibaret bulunmaktadır. Özellikle bitkilerde bu miktar %90'a kadar yükselbilmektedir. Açıklamalardan da anlaşılacağı gibi genel anlamda düşünülmesi halinde herhangi bir su sıkıntısından bahsedilemez. Ancak İçme suyu, kullanma suyu ve endüstri suyu olarak istenilen miktar ve kalitede temiz su temin edememenin nedenlerinden biri gelişen endüstriye paralel olarak su kaynaklarının kirlenmesidir.

Su kaynağının niteliğinin yani özelliğinin ve kullanım amaçlarının olumsuz yönde etkilenecek biçimde bozulması olayına kısaca su kirlenmesi denilmektedir. Su kaynaklarının kirliliği terimi su kaynaklarının kullanılmasını bozacak veya zarar verme derecesinde kalitesini düşürecek biçimde suyun içerisinde organik radyoaktif veya biyolojik herhangi bir maddenin bulunması olarak tanımlanmaktadır. Birleşik Amerika Çevre Koruma Örgütü tarafından hazırlanan Çevre Terimleri Sözlüğünde ise "su kirliliği", suyun kalitesini ölçülebilecek nispette kördüştüren miktar veya konsantrasyonlarda suya, kanalizasyon suyu, sanayi atığı, diğer zararlı veya istenmeyen maddelerin ilave edilmesidir şeklinde ifade edilmektedir.

Bilimsel yönden su kirliliği aşağıda açıklandığı biçimde olmaktadır. Su içerisinde karışan atık maddelerdeki organik maddeler bazı bakterilerin yardımı ile parçalanmakta ve zararlı bir duruma dönüştürülmektedir. Bu olaya mineralizasyon veya kendi kendini temizleme denilmektedir. Kendi kendini temizleme olayının olabilmesi için bazı bakteri gruplarının ve fazla miktarda erimez oksijenin bulunmasına gerek bulunmaktadır. Akarsulara, göllere ve denizlere boşaltılan organik ve toksik maddelerin oldukça fazla olması halinde, sudaki erimiş oksijen son derece azalmakta, bunun sonucu bakteriler ölmekte, dolayısıyla kendi kendini temizleme olayı tamamlanamamakta ve böylece de su kaynakları kirlenmektedir.

Bu açıklamalardan da görüleceği gibi su kaynaklarına boşaltılan atıklarda bulunması gereken "sınır değerlerinin" saptanmasında belirlenmesi gerekli önemli parametrelerden birisi de "biyolojik oksijen ihtiyacı" olmaktadır. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), suda organik maddenin biyokimyasal olarak ayrışmasında tüketilen oksijen miktarının bir ölçüsüdür. Sulara fazla miktarda organik atıkların verilmesi, erimiş oksijenin fazla miktarda tüketilmesi sonucunu doğurur. Bu nedenle suların kirlilik derecesi yüksek oldukça yani fazla miktarda organik maddelerin bu sulara atılması halinde, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) değeri de yüksek olacaktır. Başka bir deyişle, suların yüksek BOİ değerleri o suların fazlaca kirlendiğini belirlemektedir.

14.2. SU KAYNAKLARININ KIRLENME NEDENLERİ

Su kaynaklarının kirlenmesi suyun yer küresindeki doğal dolanımınının tümünü ilgilendirmektedir. Su kaynaklarının kirlenmesi, atmosferin yukarı tabakalarında atomik patlamalardan meydana gelen radyoaktif maddeler ile başlamaktadır. Atmosferin daha aşağı tabakalarında bulunan su buharı ve yağmur damlaları, atmosferin içerisine çeşitli nedenlerle karışan toz zerrecikleri ve endüstri gazları ile karışması halinde bunların yüceyleri üzerinde toplanarak yeryüzüne kirlenmiş olarak düşmektedir. Yeryüzüne düşmesinden sonra oluşturuğu yatağı boyunca akarken de su, yer küresinde karşılaştığı diğer maddeleri de eriterek bünyesine alırken ve beraberinde olmak üzere çıkış ağzına kadar göllere ve okyanuslara kadar bunları taşımaktadır.

Atmosferden yer küresine düşen su, birinci temizleme ve düzenleme sistemine ulaşmış olursa da bu temizleme ve ayarlama sistemi olan yer küresinin çeşitli nedenlerle ciddi biçimde bozulma ve kirlenme tehlikesi ile karşı karşıya bulunması nedeniyle gerçek halde temizlenmeden su taşıyıcı yeraltı akifer tabakalarına geçmektedir. Bundan başka yer küresinde arazi eğimine ve topoğrafyaya bağlı olarak akarken de insan faaliyetleri sonucu suya diğer kirlenici maddeler de ilave edilmektedir. Örneğin herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan şehir kullanma ve endüstri atık suları akarsulara boşaltılmaktadır. Sonuç

olarak akan su, kendi kendini temizleyemeden deniz ve göllere veya çıkış ağızlarına kadar ulaşmaktadır. Kaza deniz sahillerinde bulunan şehirlerin kanalizasyon ve endüstri atıklarının da denize doğrudan doğruya boşaltılması, ayrıca yağ tankerlerinin sintine yakama suları ile de kirlenme daha da artmaktadır.

Bu sürekli kirlenmenin etkileri kısa zamanda kendini göstermez ise de uzun zaman boyutunda gerek bitkisel gerekse hayvansal hayat üzerinde etkileri görülebilmektedir.

Su kaynaklarının kirlenmesi genel bir kani olarak su temin sistemlerine atık maddelerin ve endüstri atıklarının karışması şeklinde basit bir işlem olarak telakki edilmekte ise de gerçek halde kirlenme, bilimsel olarak oldukça kompleks bir sorundur.

Su kaynaklarının kirlenmesinin birincisi tarımsal nedenlerle diğerini de endüstriyel nedenlerle kirlenme olarak başlıca iki ana grup altında toplamak mümkün olmaktadır.

14.2.1. Su Kaynaklarının Tarımsal Nedenlerle Kirlenmesi

Tarımsal çalışmaların gereği olarak bitki hastalıkları ile mücadele amacıyla uygulanan pestisidlerin, verimin artırılması için toprağa verilen kimyasal gübrelerin ve otlaklardan oluşan yüzey akışı, erozyon ve toprağın sürülmesi sonucu oluşan toz-toprak, hayvan gübresi, hayvan ve bitki artığı ve sap-saman dahil olmak üzere her türlü tarımsal çalışma sonucu meydana gelen katı ve sıvı atıkların neden olduğu kirliliğe "Tarımsal Kirlilik" denilmektedir.

Tarımsal kirliliği başlıca dört alt grup altında toplamak mümkündür. Bunlar sırası ile genel çizgiler içerisinde aşağıda açıklanmıştır.

1. Toprak erozyonundan gelen sediment kirliliği

Bu kirlilik tamamen tarımsal çalışmalar sonucu oluşması yanında herhangi bir akarsuyun yatak ve seddelerinden, şehirlerarası karayollarının inşaatı sırasında ki kani ve dolgulardan, şehirlerin genişleme çalışmalarından, şehir içi yol ve binaların inşaat çalışmaları nedeniyle ortaya çıkan kani ve

dalgalardan dam meydana gelebilmektedir.

Toprak erozyonunun çeşitli zararları görülmektedir. İlk akla gelen zarar, erozyona uğrayan bir tarım toprağının en verimli olan üst tabekasının kaybolması nedeniyle veriminin azalmasıdır. Bunun yanında baraj veya gölet gibi su depolama yapıları, toprak erozyonunun neden olduğu sedimentasyon olayı sonucu kullanma ömürlerinden daha önce göl tabanının dolması sonucu kullanılamaz hale gelmektedir. Diğer bir deyişle, toprak erozyonu böyle yapıların kullanma ömürlerini kısaltmaktadır.

Su kirliliği yönünden toprak erozyonunun en önemli ve en büyük etkisi tarım arazilerinden fosforun sedimentlerle akarsulara ve göllere taşınarak ötrofikasyon olayına neden olmasıdır. Ötrofikasyon besleyici tuzların yarattığı kirlenme olayıdır. Suyun yeşil ve bulanık bir renge dönüşmesine kıyılarda yosunların (alglerin) birikmesine yolaçar. Ağır ötrofikasyon durumunda ise fazla miktarlarda yosun üremesi ve bu yosunların dibе çöküp ayrışması sonucu, dip sularında oksijen tükenmekte ve hidrojen sülfid gazı ortaya çıkmaktadır.

Akarsularda ve çoğu denizlerde suların sürekli karışması sonucu genellikle ötrofikasyon olayı hidrojen sülfid gazının çıkması ile sonuçlanmaz. Ancak yarı kapalı ve özel yapısı nedeniyle suların fazla karışmadığı denizlerde (Baltık denizi gibi) ve önemli kanalizasyon girdisi olan çoğu körfez (İzmir Körfezi gibi) ve göllerde (Köyceğiz gölü gibi) ötrofikasyon olayı gerek su ürünleri gerekse turizm, eğlence ve dinlenme değerlerinin yitirilmesine neden olan önemli bir sorun biçiminde ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde ötrofikasyonun en iyi örneklerinden biri Köyceğiz gölünde görülmektedir. Ege'ye uzun bir kanalla bağlanan Köyceğiz gölünün 10 m'ye kadar dip suları tuzlu, yürey suları ise tatlı bulunmaktadır. Köyceğiz gölü eski bir körfezin yüzeyler boyu erozyonla taşınan alüvyon ile denizden ayrılması ile oluşmuştur. Tarım alanlarında örneğin süper, ufat gübresinin kullanıldığı narenciye bahçelerinde, yörenin karaba ve köylerinin evsel atıklarından göle akan besleyici tuzlar nedeniyle ciddi bir ötrofikasyon sorunu ortaya çıkmış bulunmaktadır. Ege denizi ile su alışverişinin hemen hiç olmayışı ve gölün yıllık tatlı su girdisinin azlığı nedeniyle göl sularının kendi kendini yenileme

kapasitesi az bulunmaktadır. Yüreyden 10 m derinliğe kadar bulunan tuzlu su ile daha derinlerdeki tuzlu su iki ayrı tabaka oluşturmakta ve birbirleriyle karışmamaktadır.

Besleyici tuzların gölü zenginleştirmesi ile çoğalan alg üretimi ve bu algilerin de dibe çöküp ayrışmasıyla dipteki oksijen tüketilmektedir. bunun sonucu olarak Köyceğiz gölü dibinde hidrojen sülfid gası birikmektedir. Bu zehirli gas da suyun karışmasıyla zaman zaman yüze çıkmakta hem kötü kokuların yayılmasını hen de yılan balığı ve kefal gibi değerli türleri barındıran Köyceğiz gölünde balık kıyımına neden olmaktadır.

Önemli bitki besin maddelerinden birisi olan fosforun toprağa verilmesi halinde ince toprak zerreleri tarafından adsorbe edilmekte ve fazla miktarda erimemektedir. Adsorbe edildiği sedimentlerle akarsu ve göllere taşınan fosfor ve diğer besin maddeleri göllerde ve durgun akarsularda bazı yosun türlerinin artmasına neden olmakta ve doğal dengeyi bozarak yukarıda açıklandığı gibi zararlara neden olmaktadır.

2. Bitki besin maddelerinin yarattığı kirlilik

Tarımsal çalışmalarda daha fazla ürün elde etmek amacıyla arazilere uygulanan kimyasal gübrelerin neden olduğu bir kirlilik biçimidir. Bunlar arasında en önemlileri ise azot ve fosforun doğal düzen içindeki döngüleri sonucunda kirlilik meydana gelmektedir.

Yıldan yıla özellikle Ülkemizde büyük bir hızla artan nüfusun gıda maddeleri ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla sınırlı olan tarım arazilerindeki birim alanlardan daha fazla ürün elde etmek için başvurulan çeşitli kültürel önlemlerden birisini toprağın gübrelenmesi teşkil etmektedir. Bu nedenlerle tüm dünya ülkelerinde ve bu arada Ülkemizde de yıllar içerisinde gübre kullanımında büyük artışların olduğu gözlemlenmektedir.

Kimyasal gübrelerin arazilere uygulanması ile verimde bir artış olacağı doğaldır. Ancak bu gübrelenmenin suların kirliliğine hangi oranda etkili olduğunun da saptanması gerekir. Su kirliliğine neden olan bitki besin maddelerinden azot ve fosfor tüm canlı varlıklar için gerekli ise de fazla miktarının çeşitli sakinçaları bulunmaktadır. Belli başlı etkileri yukarıda

açıklandığı gibi akarsu ve göllerdeki ötrofikasyon olayına neden olmaktadır. Bunun yanında fazla miktardaki azot nedeniyle, azot zehirlenmesinden ölen toplu balık gruplarına da rastlanmaktadır.

3. Hayvansal atıkların yarattığı kirlilik

Bu, tarımsal çalışmalar içerisinde bulunan hayvancılık ile ilgili olarak ahır ve eğıllarda yağışlarla yıkanan hayvan idrar ve dışkı atıklarının temizleme sularına, oradan yüzey sularına karışması veya hayvan gübresinin tarlalara serilmesinden sonra yağışlarla yıkanarak yüzey sularına karışması sureti iye oluşan bir kirlilik biçimidir.

Hayvansal sıvı ve kati atıkların toprak verimliliğini artıran çok yararlı bir unsur olduğu bilinen bir gerçektir. Ancak özellikle besi hayvancılığı ve tavukçuluğun geniş çapta yoğun bir biçimde yapıldığı tarım işletmelerinde ve yörelerde zamanla hayvan atıklarının dışarı atılması büyük bir sorun olabilmekte ve su kaynaklarının kirliliğinde bir etken olarak ortaya çıkabilmektedir.

4. Tarımsal mücadele ilaçlarının yarattığı kirlilik

Tarımsal ürünlerin uygun kalite ve yüksek verimde olmasını sağlamak için kültür bitkileri yetiştirilen arazilerde yabancı ot ve böceklerle mücadele amacı ile kullanılan pestisidlerin yıkanarak su kaynaklarına karışması ile oluşan kirliliktir.

Tarımsal mücadelede kullanılan kimyasal maddeler çevreye çeşitli yollarla etkili olmaktadır. Örneğin hava, su toprak ve besin kirliliklerine yol açmakta ve çevre sorunlarına da önemli bir etken olmaktadır.

14.2.2. Endüstrinin Neden Olduğu Kirlilik

Endüstriyel faaliyet sonucu oluşan kirlenme başlıca kimyasal, fiziksel, fizyolojik, biyolojik ve radyoaktif kirlilik olmak üzere beş kategoride sınıflandırılmaktadır.

1. Kimyasal kirlilik

Bu, sularda organik ve inorganik maddelerin bulunması ile meydana gelen kirliliktir. Ençok karşılaşılan tipi ise proteinler, yağlar, gıda maddeleri ve karbonhidratlar nedeni ile oluşur. Zerk ve jelatin imal eden fabrikaların atıkları ile mezaha atık sularında oldukça fazla miktarda protein bulunur. Kağıt ve tekstil fabrikalarının atıklarında ise fazla miktarda karbonhidrat bulunmaktadır.

Sentetik deterjanlarda kimyasal kirliliğe neden olan maddeler arasındadır. Az miktarlarda bulunmaları halinde dahi sularda köpük meydana getirdiklerinden suyun havalanmasını önler, arıtma tesislerinin randımanını düşürürler.

Günümüzde kimyasal kirliliğin neden olduğu, dünyamızı çeviren ozon tabakasının sayıflatılması, insanları karamsarlığa itmekte ve derin düşündürmektedir. Ozon tabakasının insanlar tarafından tahrip çeşitleri başlıca dört biçimde olabilmektedir. Birincisi, azotlu gübrelerden atmosfere geçen uçucu azot gazları olup, ozon tabakasının kalınlığını %15 oranında azaltabilmektedir. İkincisi, sivil ve askeri amaçlı süpersonik uçakların eksor gazlarından çıkan ve stratosfere karışarak ozon tabakasını etkileyen azot oksitlerdir. Üçüncüsü, son yıllarda kozmetik sanayinde oldukça fazla kullanılmaya başlayan sprey kutularından çıkan Fluorokarbon 11 ve 12 lerin ozon tabakasının %1 oranında tahrip ettiği kabul edilmektedir. Dördüncüsü ve en önemlisi atmosferdeki atom patlamaları ozon tabakasını etkilemektedir. Dünya yörseyini kapsayacak bir atom savaşının ozon tabakasını %20 ile %70 arasında tahrip edebileceği tahmin edilmektedir.

2. Fiziksel kirlilik

Bu kirlilik suyun rengi, bulanıklığı, sıcaklığı v.b. özelliklerine etki eden bir kirlilik tipidir.

Termal kirlenme ise fiziksel kirlenmenin diğex bir tipi olup son yıllarda daha yaygın bir duruma gelme özelliğini göstermektedir. Bilindiği gibi termal enerji üreten istasyonlar

oldukça fazla miktarda soğutma suyuna ihtiyaç duyarlar. Bu istasyonlardan çıkan sular, göllerin ve akarsuların sıcaklıklarını yükseltmekte, çevre koşullarını değiştirmekte, bunun sonucu olarak su, bitki ve hayvansal yaşamı kısaca ekosistemi etkilemektedir.

3. Fizyolojik kirlilik

Suyun tadını ve kokusunu etkileyen bir kirlilik tipidir. Gıda sanayi artıklarıyla, şehir kullanma suyu artıkları azotlu maddelerle zengin olduğundan son derece kötü kokuya neden olurlar. Endüstri atık sularının demir, mangan, fenoller v.b. kimyasal maddeler ihtiva edenleri suya hoş olmayan bir koku ve tad verirler.

Normal olarak bir içme suyunun, kokusuz ve tatsız olması gerekliliği standartlar ile belirtilmektedir.

4. Biyolojik kirlilik

Bu kirlilik sularda patojenik bakteri, mantar, alg, patojenik protozoa v.b. bulunmasıyla meydana gelen kirlilik tipidir. Diğer bir deyişle suların tifo, kolera, amipli dizanteri v.b. çeşitli hastalıkları yapan organizmalarla kirlenmesidir.

Endüstri atık maddelerinin ve özellikle kanalizasyon sularının herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan plajlara dökülmesi nedeniyle hastalık yapan bakteriler çoğalmakta ve denize girenlerde başta kulak-burun-boğaz iltihabları, sinüzit barsak hastalıkları, karaciğer hastalıkları ve tifoya neden olmaktadır.

Biyolojik kirliliğin neden olduğu sularla geçen hastalıklar başlıca 4 gruba ayrılmaktadır. Birinci grup hastalıklarda suların önemli bir taşıma vasıtası olduğu kesinlikle bilinmekte olup bağlicaları tifo, kolera, sistosomiasis, virütik sarılık, leptospirosis hastalıklarıdır. İkinci gruptaki hastalıkların sudan geçtiğine ilişkin kuvvetli kanıt olmamakla beraber büyük şüphe bulunmaktadır. Bunlar arasında çocuk felci, amipli dizanteri ve basilli dizanteri sayılabilir. Üçüncü gruptaki hastalıkların

sudan geçtiğine ilipkin belirli bir kanıt olmamakla beraber suyun önemli bir taşıma aracı olduğuna dair bir inanç bulunmaktadır. Tanya, paratifo, tuloremiye bunlar arasındadır. Dördüncü gruptaki hastalıkların taşınmasında su, dolaylı olarak rol oynamakta, bunlar arasında sıtma, sarı humma, dang, fil hastalığı, ensefalit bulunmaktadır.

5. Radyoaktif kirlilik

Atmosferdeki atom patlamalarının ve nükleer enerji santrallerinin sebep olduğu kirliliktir. Atmosferdeki radyoaktif maddeler yağışlarla yeryüzüne düşmekte, akarsulara karışmakta, bitkiler tarafından absorbe edilmekte, buradan ot yiyenlere, oradan da et yiyenlere geçerek gıda zincirinin üst halkasını oluşturan insanlara bulaşmaktadır.

Nükleer santrallerin atık maddeleri oldukça önemli çevre kirleticilerinden olup günümüzde atıklar ya toprağa gömülmekte veya deniz dibinde depo edilmektedir. Depo edilen bu nükleer atıklardan sızıntıların meydana geldiği de bilinmektedir.

Radyoaktif kirliliğin diğer bir biçimi ise nükleer santrallerden meydana gelen sızmalar olmaktadır. Bunun belirgin örnekleri yakın zamanlarda Amerika Birleşik Devletlerinde ve Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliğindeki Çernobil de görülmüştür.

14.2.3. Yerleşim Alanlarında Atıkların Neden Olduğu Kirlilik

Bu kirliliğin iki önemli kaynağı, kanalizasyon ve çöplerdir. Bulaşıcı hastalık tehlikesi, şehirleri, kapalı kanalizasyon sistemine zorlarken, yine şehirlerdeki su sistemiyle kanalizasyon arasında bir bağlantı göze çarpmaktadır. Kanalizasyon sistemine verilen pis suların boşaltılması genellikle akarsulara, göllere veya denizlere yapıldığından, şehir atık suları önemli bir kirlilik nedeni olmaktadır. Ayrıca yerleşim merkezlerindeki konut ve tesislerden toplanan çöplerde büyük bir çevre sorunu yaratmaktadır. Son yıllarda bunların çevreye zarar vermeden ortadan kaldırılması ve bunlardan yararlanılması için bazı şehirlerimizde tesisler meydana

getirilmektedir. Bunun yanında bu konu üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

14.3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde son yıllara kadar erozyon, orman koruması, aşırı nüfus artışı, bozuk kentleşme, sahillerin tahrip edilmesi, hava ve su kirlenmesi gibi konular ayrı ayrı sorunlar gibi görüldü ve her biri ayrı ayrı ele alınarak mütalaa edilirdi. Bu sorunların sadece bazılarının değil, tümünün birbirleriyle ilişkili olduğu görüldü pek çok diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de yaygınlaşmaktadır.

Genel olarak bu görüş açısının gelişmesinde ekolojî bilimi büyük ölçüde rol oynamıştır. Bilindiği gibi canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bu biyoloji dalının önemli bir özelliği bilimsel yöntem olarak "bütünsel yaklaşım" kullanıp uygulamasıdır. Diğer birimlerin yaygın yöntemi olan "indirgemeli yaklaşım" yerine ekolojide doğanın parçalarının tek tek nasıl işlediğine değil aksine bu parçaların ve parçalar arası ilişkilerin bir arada nasıl bir bütün oluşturduğuna bakılır. Ekolojide en önemli birim biyosfer denilen canlı dünya ile cansız çevresinin oluşturduğu ekosferdir, yani dünya ekosistemidir.

Ekolojide çalışan ekologlar önceleri insan eli değmemiş ekosistemler bularak çalışmaları yaptılar. Ekosistemin içinde insanların da bulunduğu ve bu nedenle ekolojik ilişkiler içinde insanların rolünün de incelenmesi gerektiği ancak 1960-1970 döneminden sonra ekologlar tarafından kabul edilmiştir. Bu dönemden sonra yeni bir bilim dalı olarak çevre bilimleri ortaya çıkmış olup bu bilim dalı klasik ekolojîyi aşarak çeşitli sosyal bilim dallarını ilgilendiren disiplinlerarası yeni bir alan oluşturmuştur.

Gerçek halde klasik ekolojinin biyolojik bir bilim dalı olması nedeniyle ekosistem içerisinde çevre-insan ilişkilerinin incelenmesinde yetersiz kalmaktadır. Çevre sorunları sadece bilimsel ve teknolojik sorunlardan ibaret olmayıp aynı zamanda toplumsal ve ekonomik sorunları da kapsamaktadır. Günümüz dünyasında bir ülkenin sosyo-ekonomik yapısı, uygulanan enerji,

tarım, nüfus politikaları hepisi çevre sorunlarıyla doğrudan ve yakından ilgili bulunmaktadır.

Çevre sorunları ile ilgili bazı temel ilkelere toplumların benimsenip benimsenmemesi yönünden oldukça önemli bulunmaktadır.

1. İnsanları sevmek ile doğayı sevip korumak da aynıdır. İnsan sevgisi doğa sevgisiyle başlar. Doğa sevgisi olmayan kişilerde insan sevgisi de bulunmaz. Çevreleri ile uyumlu olan toplumlarda insan ilişkilerinin de uyumlu olduğu görülmektedir.

2. Bu doğa bize atalarımızdan miras kalmadı, çocuklarımız ve torunlarımızdan ödünç aldık felsefesinin benimsenmesi gerekir. Çünkü çevre ile ilgilenmek herşeyden önce gelecek kuşaklara yöneliktir. Ülkelerde kısa dönemli karlar ile uzun dönemli ekolojik değerlerin çatıştığı durumlarda gelecek kuşaklara olan sorumluluğun öncelik kazanması gerekmektedir.

3. Ekonomik kalkınma ile çevrecelik birbirleriyle çatışmazlar. Çevre kalitesine verilecek önem doğrudan doğruya yaşam kalitesinin korunmasını sağlayacağı için ekonomik kalkınma adına yapılacak yanlış uygulamaların baştan önlenmesini sağlar.

4. Doğayı korumak demek etrafını tel örgülerle çevirmek değildir. Doğal kaynakların rasyonel biçimde kullanılmasıdır. Uzay yolcusu ekonomisi ile kaynaklardan yararlanmak lazımdır. Uzay yolcusu, gemideki yaşam için gerekli her maddenin sınırlı olduğunu, kendi yaşamını mümkün kılan tüm sistemlerin hassas ve girift ilişkilerle birbirine bağlı olduğunu bilincindedir. Kısa bir deyişle dikkatli yaşamın simgesidir. Uzay yolcusunun dünyasında hammaddeler sınırlıdır. Doğal kaynakları talan ederse ve ekolojik dengesini bozarsa, kendi yaşamı doğrudan ve hemen etkilenecektir. Bu nedenle doğal kaynaklardan yararlanmayı bir sistem olarak kabul edersek bu sistemin girdileri yani hammaddeleri ile sistemin çıktıları yani kirlenme ölçüsünü dengelemesi ve aynı zamanda sistem içindeki madde ve enerji akımlarının en az düzeyde tutulması gerekliliğinin bilincinde olmak gerekmektedir. Ekolojik ilkelere uygun davranılması, torunlarımızdan ödünç aldığımız dünyanın gelecek nesillere daha iyi durumda kalacak biçimde akılcı olarak idaresine yarayacaktır.

Bu genel ilkelerin bir toplum tarafından benimsenip kabul edilebilmeleri için önce o toplumu oluşturan bireylerin çevreye bakış açılarının ve çevreyle ilgili değerlerinin değişmesi gerekmektedir. Böyle değerler de kendiliğinden değişmez, ekonomik ve sosyal koşullarla ve bilinçli bir kamuyumun oluşmasıyla ilgili olarak değişirler.

Ülkemizde özellikle 1984 yılında yapımı önerilen Gökova Termik Santrali üzerinde kamuyunda kopan fırtınalar toplumun çevre konularında bilincini arttırmaya yaramıştır. Aynı zamanda bu Gökova Santrali Projesi çevre konusunda eğitici bir rol oynamış ve çevre bilinçlenmesine katkısı olmuştur.

Bunlardan başka Muğla-Gökova'daki Nail Çakırhan evinin 1983 yılında Ağa Han Mimarlık Ödülünü kazanması ülkemizde çeşitli yönleriyle tartışılan bir konu olmuştur. Yörenin geleneksel mimarı tarzına sadık kalarak inşa edilen çevre ile uyumlu bu sade özentisiz ve pratik konutun ödüllendirilmesi gerçek halde "Çevreci Dünya Görüşüne" verilen önemin bir belirtisi olarak kabul edilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, çevre sorunlarının çözümlenmesinde alınacak önlemlerin başlıca iki ana grup altında toplamak mümkündür.

Birinci grup, kirlenme sorunları oluşmuş bölge ve yörelerde uygulanması gereken önlemler olup, ıslah edici, iyileştirici özellikleri bulunan çalışmalar ve arıtma tesislerini gerektiren, kısaca pahalıya mal olacak önlemler paketini oluşturmaktadır.

İkinci grup ise, kirlenme sorunlarının oluşmasını önleyecek biçimde daha oluşmadan önce uygulanması gereken önlemler olup, doğal kaynakların rasyonel biçimde uygun olarak projelerinin düzenlenmesi ve kaynakların korunması çalışmalarını ve tesislerini gerektiren önlemler paketini oluşturmaktadır.

Özetle, doğal kaynakların düzenleme ve koruma çalışmalarını daha sonraki devrelere kadar bir kenara bırakmak yerine bu kaynakları korumak için önlemler alınmalı, endüstriyel ve ekonomik kalkınma ile doğal kaynakların korunması arasında bir tercih yapmaktan ziyade, ekonomik kalkınma süresinde bir duraklama veya gecikmeye neden olmaksızın hem bu kaynakları KORUYUCU hemde ekonomik kalkınmayı ÖZGÜNDİRİCİ bir özellikte

olmasına önem verilmelidir. Böylece hem doğal kaynaklar rasyonel bir biçimde kullanılmış hemde kirlenme büyük boyutlara ulaşmadan önlenmiş olacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Ayyıldız, M. 1975. "Su Kaynaklarının Kirlenme Nedenleri ve Kirlenmeyi Önlemek İçin Alınması Gerekli Önlemler" Peyzaj Mimarlığı Birinci Özel Sayı, s.103-115, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1978. "Çevre Sorunları ve Alınması Gerekli Önlemler" TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Yıllık 78, s.49-53, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1979. "Ülkemizde Su Kaynaklarının Kirlenme Durumları ve Alınması Gerekli Önlemler" Tabiat ve İnsan, Yıl 13, Sayı 1, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1980. "Çevre ve Su" Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı Yayını, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1981. "Doğanın Harikası-Su" Bilim ve Teknik Dergisi Cilt 14, s.155-167, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1981. "Uygurluğa Karşı Ödenen Fatura ve Çevre Sorunları" Tabiat ve İnsan Dergisi, Yıl 16, Sayı 1, s.28-32, Ankara.
- Ayyıldız, M. ve Yıldırım, O. 1981. "Environmental Profile of Turkey-Water Pollution" Publication of Environmental Problems Foundation of Turkey, Ankara (p.63-102).
- Ayyıldız, M. 1983. "Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri" Ziraat Fakültesi Yayınları, 579, İkinci Baskı 182 sayfa, Ankara.
- Ayyıldız, M. ve Yıldırım, O. 1985. "Türkiye'nin Çevre Sorunları-Su Kirliliği" Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, s.75-182, Ankara.



ISBN 975-482-242-5