

33515

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SULAMA SİSTEMLERİ VE GAP'DA
ŞARTLARA GÖRE EN UYGUN SULAMA
SİSTEMİNİN ARAŞTIRILMASI**

Z. Fuat TOPRAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
HİDROLİK ANABİLİM DALI**

Bu tez Tarihinde Aşağıda Belirtilen Jüri tarafından
oybirliği/oy çokluğu ile Başarılı/Başarısız olarak değerlendirilmiştir.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Danışman
Prof. Ahmet TUNA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**SULAMA SİSTEMLERİ VE GAP'DA ŞARTLARA GÖRE EN
UYGUN SULAMA SİSTEMİNİN ARAŞTIRILMASI**

Z. Fuat TOPRAK

Fırat Üniversitesi

Hidrolik Anabilim Dalı

1994, Sayfa 0153

Bu çalışmada, sulama sistemleri, GAP ve GAP'da şartlara göre en uygun sulama sisteminin araştırılması ve sulamada gelişmiş ülkelerdeki sulama teknik ve metodlarının GAP'a uygulanabilirliği ele alınmıştır.

" Tarımsal bitkilerin ihtiyacı olan suyun, yağışlardan karşılanamayan kısmının, toprağın verimlilik ve yapısına zarar vermeden; su, toprak ve işçilik ısrarı yapılmaksızın, bitkinin ihtiyacı olduğu zamanlarda, ölçülü ve kontrollü bir şekilde suni olarak toprağa verilerek bitkinin etkili kök bölgesindeki elverişli nem eksikliğinin giderilmesi " olarak tanımlanan 'SULAMA' nın, dört temel ögesi olarak, BİTKİ-TOPRAK-SU-İNSAN faktörlerine ve bu faktörlerin birbiri üzerindeki etkilerine geniş yer verilmiştir. Zira ideal bir sulama ve buna bağlı olarak en yüksek verim için bu dört faktörün çok iyi tartışılarak açıklanması ve anlaşılması gerekir.

Sulama uzmanları ve sulamaya ilişkin kaynakların farklı farklı tanımlamaları ışığında, "Sulama suyunun, doğal su kaynağından alınıp bitkinin etkili kök bölgesine verdirilinceye kadar uygulanan tekniklerin tümü " oolarak tanımlanan 'Sulama Sistemi'nin 6 aşamasından sözedilmiş ve bu aşamalar; su kaynağının düzenlenerek sulamaya elverişli hale getirilmesi, sulama suyunun büyük (makro) sulama alanlarına, oradan da daha küçük (mikro) sulama alanlarına iletilmesi, sulama suyunun çiftçilere dağıtılması ve dağıtım metodlarının belirlenmesi, sulama suyunun, bitkinin etkili kök bölgesine verilmesi ve veriliş metodlarının belirlenmesi, atık sulama suyunun drenajı ve sulama sisteminin işletilmesi olarak değerlendirilerek açıklanmıştır. Bu arada sulama yöntemlerinin, avantaj ve dezavantajları ile karşılaştırılması imkanı doğmuştur.

GAP'a kısaca değinildikten sonra, sulama ve sulama sistemlerinin tanım ve

III

açıklamaları ışığında,GAP'ın su ve toprak kaynakları ve GAP'ta uygulanmak istenen sulama sistemleri ele alınmış olup GAP'ta uygulanmak istenen bu sulama sistemleri ile sulamada gelişmiş ülkelerde uygulanan teknik, metod ve sistemler karşılaştırılarak bu ülkeler ve özellikle İsrail'de uygulanan teknik, metod ve sistemlerin GAP'a uygulanabilirliği araştırılmıştır.

GAP'taki sulama etkinliklerine, çiftçi alışkanlıkları ve ortaya çıkmış ve çıkabilecek sorunlara değinilmiş olup çeşitli kamu kuruluşlarının (D.S.İ. ve K.H. Araştırma enstitüleri) Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki deneme arazilerinde yaptıkları çalışmaların yıllık raporları ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Bu arada GAP'ın inşa ve işletme halindeki tüm birimlerde bizzat inceleme yaparak, yerel halk, çiftçi ve yetkililerle görüşülmüş ve sulama metodlarının tatbikine ilişkin çok sayıda fotoğraf çekilmiştir. Yöre halkı ve çiftçilerin GAP'tan beklentileri, GAP ve modern sulama sistem ve teknikleri hakkındaki görüşleri alınarak GAP'tan, en iyi şekilde nasıl ve ne ölçüde yararlanılabileceği konusu araştırılmıştır.

Sonuç olarak da yapılan tüm çalışmaların bir değerlendirilmesi yapılarak bu değerlendirme ışığında bazı tesbit ve önerilerde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER : Sulama, Sulama Sistemleri, Sulama Metodları, Toprak, Su, Bitki, Sulama Suyu, Sulama Modülü, Drenaj, GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi), Dünyada ve Türkiye'deki Büyük Sulama Projeleri.

IV

SUMMARY

Master's Thesis

IRRIGATION SYSTEMS AND THE INVESTIGATION OF THE BEST IRRIGATION SYSTEM IN SAP (GAP) ACCORDING TO THE REGIONAL CONDITIONS

Z. Fuat TOPRAK

Fırat Üniversitesi

Hydraulic Department

1994, Pages: **153**

In this work, the best irrigation system in SAP (GAP) and the applicability of the irrigation methods in the developed countries to SAP (GAP) are investigated.

Irrigation is defined as water supply of plants except precipitation. This should be done without giving any harm to the fertility and the structure of soil. Irrigation should also be done well proportioned. Plant-Soil-Water-Human being are the four fundamentals of irrigation. These factors are very important for ideal irrigation and the yielding of the highest production.

According to the experts, the irrigation is completed after six processes. These are the regulating the water sources, sending the water to large and small irrigation areas, distributing the water to farmers and the determining the distribution methods, giving the water to the effective root region of plants and determining the methods, the draining of the waste irrigation water and operating the irrigation systems. Meanwhile, the comparison of irrigation methods are made.

After being explained SAP (GAP), the irrigation systems are defined and the water and soil sources and the irrigation systems in SAP (GAP) are investigated. The methods and systems utilized in the developed countries particularly in Israel are compared with the methods utilized in SAP (GAP).

Some problems in the irrigation of SAP (GAP) are mentioned due to farmer's habits. The conclusions of the researches made by some official institutions in the test lands of southeastern Anatolia are evaluated.

The people and the farmers of the region are talked and many pictures are taken related to the application of irrigation methods. The opinions and the expectations of the people and the farmers of the region are reported for getting the maximum profit from the project. As a conclusion, some suggestions are made in the light of the evaluation of this research.

KEY WORDS: Irrigation, Irrigation Systems, Irrigation Methods, Soil, Water, Irrigation Water, Irrigation Module, Drainage, SAP (Southeastern Anatolia Project), GAP, Great Irrigation Projects in Turkey and the world.



TEŞEKKÜR

Gerek ders alma ve gerekse tez aşamasında lisansüstü çalışmalarında bana, her türlü imkan ve moral desteğiyle bana yardımcı olan ve çok değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Fırat Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Anabilim Dalından, danışman hocam Prof. Sayın Ahmet TUNA'ya derin teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Kaynak bulmada ve GAP'ta araştırma ve inceleme yapma imkanını veren D.S.İ. ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlük, Bölge Müdürlüğü ve İl Müdürlükleri bazında tüm yetkililerine ve ayrıca kendileriyle konuşma imkanını veren tüm bölge halkı ve çiftçilerine de teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmalarım sırasında, gerek kaynak bulmamda ve gerekse derin bilgi ve düşüncelerinde yararlandığım tüm Üniversite hocalarıma teşekkür ve saygıyı bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZET	II
SUMMARY	IV
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	VII
SEMBOLLER	XVI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIX
TABLolar LİSTESİ	XXI
1. GİRİŞ	1
2. SULAMA İLE İLGİLİ BİRKAÇ TANIM VE AÇIKLAMA	2
3. SULAMANIN DÖRT TEMEL ELEMANI	6
3.1. Bitki Elemanı	6
3.1.1. İklim Faktörleri	7
3.1.1.1. Işık	7
3.1.1.2. Isı	7
3.1.1.3. Hava	8
3.2. Toprak	9
3.2.1. Toprak	9
3.2.2. Toprak Oluşumu ve Toprak Oluşumuna Etki Eden Faktörler.	10
3.2.3. Toprak Tipleri	10
3.2.4. Toprak Profili	11
3.2.5. Toprağın Mekanik Özellikleri	12
3.2.6. Toprağın Fiziksel Özellikleri	13
3.2.6.1. Toprağın Yapısı	13

VIII

3.2.6.2. Toprağın Bünyesi	14
3.2.6.3. Kumlu Topraklar	15
3.2.6.4. Killi Topraklar	16
3.2.6.5. Lem	17
3.2.6.6. Lös	17
3.2.6.7. Organik Topraklar	17
3.2.6.8. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Birkaç Tanım	18
3.2.6.9. Topraktaki Su Türleri	18
3.2.6.10. Toprak Nem Katsayıları	19
3.2.7. Toprağın Kimyasal Özellikleri	20
3.2.8. Toprakların Sulama Açısından Sınıflandırılması	20
3.3. Sulama Suyu	22
3.3.1. Sulama Suyunu Tanımanın Yararları	22
3.3.2. Sulama Suyunun Sınıflandırılması	22
3.3.2.1. Az Tuzlu Sular	23
3.3.2.2. Orta Tuzlu Sular	23
3.3.2.3. Yüksek Tuzlu Sular	23
3.3.2.4. Az Sodyumlu Sular	23
3.3.2.5. Orta Sodyumlu Sular	23
3.3.2.6. Yüksek Sodyumlu Sular	26
3.3.2.7. Çok Yüksek Sodyumlu Sular	26
3.4. İnsan Faktörü	26
4. SULAMA SUYU İHTİYACI	27
4.1. Bitki Su ve Bitki Sulama Suyu İhtiyacına Etki Eden Faktörler	27

4.2. Bitki Su İhtiyacının Tespitinde Kullanılan Metodlar	27
4.2.1. Blaney-Criddle Metodu	27
4.2.2. Thornwhite Metodu	28
4.2.3. Turch Metodu	28
4.2.4. Perman Metodu	31
4.3. Sulama Kayıpları	39
4.3.1. Randımanlar	40
4.3.1.1. Çiftlik Sulama Suyu	40
4.3.1.2. Çiftlik Sulama Randımanı	40
4.3.1.3. Tarla Sulama Randımanı	40
4.3.1.4. Diversiyon Sulama Suyu İhtiyacı	40
4.3.1.5. Su Taşıma Randımanı	40
4.3.1.6. Toplam Sulama Randımanı	41
4.3.1.7. Etkili Yağış Değeri	41
4.3.1.8. Kıştan Artan Nem	41
4.3.1.9. Bitki Deseni	41
4.3.1.10. Sulama Modülü	41
4.3.1.11. Çiftlik Sulama Modülü	41
4.4. Bitki Sulama Suyu İhtiyacı	41
5. SULAMA SİSTEMLERİ	43
5.1. Sulama Sisteminin I. Aşaması	
(Doğal Su Kaynağının Düzenlenmesi)	43
5.1.1. Doğal Su Kaynağı	43
5.1.2. Doğal Su Kaynağının İhtiyaca Göre Düzenlenmesi ...	43
5.1.2.1. Su Kaynağının Sulama İçin Düzenlenmesini	

Gerektiren Nedenler	44
5.1.3. Sulama Suyunun Kabartılması ve Depolanması	45
5.1.3.1. Barajlar	46
5.1.3.2. Baraj Yerinin Seçimine Etki Eden Faktörler	46
5.1.3.3. Barajların Çevreye Etkileri	47
5.1.3.4. Baraj Tipinin Seçimine Etki Eden Faktörler	47
5.1.3.5. Barajların Sınıflandırılması	48
5.1.3.6. Bağlamalar	48
5.1.3.7. Sulama Açısından Bağlamaların Yapılış Amaçları	49
5.1.3.8. Bağlamaların Sınıflandırılması	49
5.1.3.9. Bağlama Yerinin Seçimine Etki Eden Faktörler	50
5.1.3.10. Bağlama Tipinin Seçimine Etki Eden Faktörler	50
5.1.3.11. Göletler	50
5.1.3.12. Taban Eşikleri	50
5.1.4. Su Alma Yapıları	50
5.1.4.1. Su Alma Yapılarının Sınıflandırılması	51
5.1.4.2. Su Alma Yapısının Elemanları	52
5.1.5. Sulama Suyunun Arıtılması	52
5.1.5.1. Kimyasal Arıtma	52
5.1.5.2. Fiziksel Arıtma	53
5.1.6. Yeraltı Su Kaynağının Değerlendirilmesi	53
5.2. Sulama Sisteminin II. Aşaması	55
(Sulama Suyunun Büyük Sulama Alanlarına İletilmesi)	
5.2.1. İletim Tesisleri	56

5.2.2. Serbest Yüzeyli İletim Tesisleri	56
5.2.2.1. Ana Kanallar	56
5.2.2.2. Mecralar	57
5.2.2.3. Galeriler	57
5.2.2.4. Yardımcı Tesisler	58
5.2.3. Basıncılı İletim Tesisleri	58
5.2.3.1. Tüneller	58
5.2.3.2. Cebri Kuyular	59
5.2.3.3. Cebri Borular	59
5.2.3.4. Dağıtım Boruları	59
5.2.3.5. Yardımcı Tesisler	59
5.3. Sulama Sisteminin III. Aşaması	60
(Sulama Suyunun Küçük Sulama Alanlarına İletilmesi)	
5.3.1. İletim Tesisleri	60
5.3.2. Yüzey İletim Tesisleri	60
5.3.2.1. Sekonder Kanal	61
5.3.2.2. Tersiyer Kanal	61
5.3.2.3. Çiftçi Arkları	61
5.3.3. Basıncılı İletim Tesisleri	61
5.3.4. Su Dağıtım Yöntemleri	61
5.3.4.1. Rotasyon Yöntemi	62
5.3.4.2. Talep Yöntemi	62
5.3.4.3. Şartlı Talep Yöntemi	63
5.3.4.4. Birim Saha-Birim Su Yöntemi	64

5.4. Sulama Sisteminin IV. Aşaması	64
(Sulama Suyunun Etkili Bitki Kök Derinliğine Verilişi ve Sulama Metodları)	
5.4.1. Sulama Metodları	64
5.4.1.1. Yüzey Sulama Metodları	64
5.4.1.2. Basınçlı Sulama Metodları	67
5.4.2. Sulama Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları	67
5.4.2.1. Yüzey Sulama Yöntemlerinin Avantajları	67
5.4.2.2. Yüzey Sulama Yöntemlerinin Dezavantajları	68
5.4.2.3. Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Avantajları	70
5.4.2.4. Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Dezavantajları	71
5.4.2.5. Damla Sulama Yöntemlerinin Avantajları	71
5.4.2.6. Damla Sulama Yöntemlerinin Dezavantajları	74
5.4.2.7. Sızdırma Sulama Yöntemlerinin Avantajları	74
5.4.2.8. Sızdırma Sulama Yöntemlerinin Dezavantajları	76
5.4.3. Sulama Metodlarının Seçimine Etki Eden Faktörler ..	76
5.4.3.1. Toprak Özellikleri	76
5.4.3.2. Topografik Durum	78
5.4.3.3. Sulama Suyunun Miktar ve Kalitesi	79
5.4.3.4. Tarla Büyüklüğü ve Şekli	80
5.4.3.5. Bitki Türü	80
5.4.3.6. İklim Özellikleri	80
5.4.3.7. Sulama Masrafları	80
5.4.3.8. Sosyal ve Kültürel Durum	81

5.5. Sulama Sisteminin V. Aşaması (Drenaj)	81
5.5.1. Drenaj'ın Faydaları	81
5.5.2. Yüzeysel Drenaj Şebekesi	82
5.5.3. Derin Drenaj Şebekesi	82
5.6. Sulamanın VI. Aşaması (Sulama Sisteminin İşletilmesi)	82
6. GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ	85
6.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Yeri ve Yayılışı	85
6.2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Coğrafi Yapısı	85
6.2.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Başlıca Dağları	85
6.2.2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Başlıca Ovaları	85
6.2.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Başlıca Nehirleri	86
6.2.4. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Başlıca Gölleri	86
6.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Nüfus ve Sosyo-Ekonomik Durumu	86
7. GAP'ın TOPRAK KAYNAKLARI	89
8. GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE SU KAY- NAKLARI	90
8.1. Yerüstü Su Kaynakları	90
8.2. Yeraltı Su Kaynakları	90
8.3. Güneydoğu Anadolu Projesinde Sulama Suyu İhtiyacı	90
9. GAP'TA SULAMA VE SULAMA SİSTEMLERİ	92
9.1. GAP ve Kapsamı	92
9.2. GAP'ta Sulama Sistemleri	92
9.2.1. Karakaya Projesi	92
9.2.2. Aşağı Fırat Projesi.....	92

9.2.2.1. Atatürk Barajı	95
9.2.2.2. Şanlıurfa Tüneli	96
9.2.2.3. Şanlıurfa-Harran Ovası Sulaması	96
9.2.2.4. Siverek-Hilvan Ovaları Sulaması	97
9.2.2.5. Bozova Pompaj Sulaması	97
9.2.2.6. Program Durumu	98
9.2.3. Sınır Fırat Projesi	98
9.2.4. Suruç-Baziki Projesi	98
9.2.5. Adıyaman-Kahta Projesi	99
9.2.6. Adıyaman-Göksu-Araban Projeleri	101
9.2.7. Gaziantep Projesi	102
9.2.8. Kralkızı-Dicle Projesi	103
9.2.9. Batman Projesi	104
9.2.10. Silvan-Batman Projesi	105
9.2.11. Garzan Projesi	106
9.2.12. Ilısu Projesi	108
9.2.13. Cizre Projesi	108
10. GAP'TA SULAMA ETKİNLİKLERİ ÇİFTÇİ ALIŞKAN	
LIKLARI VE KARŞILAŞILAN SORUNLAR	113
11. DÜNYADA SULAMA	119
11.1. Dünya'da Sulama	119
11.2. İsrail'de Sulama	120
11.3. A.B.D.'de Sulama	121

12. SONUÇ VE ÖNERİLER	123
13. KAYNAKLAR	127



SEMBOLLER

A: Alan (ha)

U: Üniformluluk katsayısı

T1, T2, T3, T4: Tuzluluk dereceleri

N1, N2, N3, N4: Sodyum (Alkali dereceleri)

U: Blaney-Criddle metodunda aylık bitki su ihtiyacı katsayısı (mm/ay)

K: Aylık bitki su ihtiyacı katsayısı

f: Aylık bitki su ihtiyacı faktörü

t: Aylık ortalama sıcaklık (°C)

P: Aydınlatma oranı (Aylık gündüz saatleri toplamının yıllık gündüz saatleri toplamına oranının 100 katı)

Kc: Bitki cinsine bağlı olarak deneme sonuçlarına göre elde edilmiş ve bitki Kc değeri tablolarından alınan bir katsayıdır.

Kt: Sıcaklığa bağlı aylık bitki su ihtiyacı katsayısı

G: Aylık güneşleme faktörü (Aylık gündüz saatleri toplamının yıllık gündüz saatleri ortalamasına oranı olup tablolardan alınır).

I: Yıllık ısı indisi

i: Aylık ısı indisi

a: Thornwhite metodunda bir katsayısı

I_A : Atmosfer dışına intikal eden radyasyon değeri (Cal/cm²/gün)

h: Aylık ortalama güneşleme müddeti (saat/ay)

Rc: Güneşten buharlaşma yüzeyine gelen ısı enerjisi birimi (mm/sn/gün)

R_H: Havanın nisbi nemidir

U2: Buharlaşma yüzeyinin iki metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı

R_A: Atmosferin üst tarafına gelmiş olan güneş ışınları enerjisidir (mm/sn/gün)

r : Buharlaşma yüzeyi yansıtma katsayısı

R_B : Perman metodunda bitki su ihtiyacı ifadesinde kullanılan bir katsayı

e_d : Çimlenme noktasındaki doymuş buhar basıncı

e_a : Muayyen suhunette havanın doymuş hale gelmesi halindeki su buharı basıncı

n : Rasat edilen güneşleme müddeti (saat/gün)

N : Astronomik güneşleme süresi (saat/gün)

$\frac{\Delta}{Y}$: Psikrometrik sabitler ile su buharı basıncının, sıcaklığa bağlı bağıntısında meydana getirilen bir oran

$\sigma \cdot T^4$: Boltzman sabitesi ile mutlak sıcaklık birleşimi (mmxsn/gün)

H : $R_C - R_B$ değerine eşit bir katsayı

E_T : Çiftlik sulama randımanı

U_K : Diversiyon sulama suyu ihtiyacı

P_K : % cinsinden kanallardaki tüm kayıplar

E_K : Su taşıma randımanı

E : Toplam sulama randımanı

KAN : Kıştan artan nem

q : Sulama modülü

r_e : Etkili yağış

U_s : Bitki sulama suyu ihtiyacı

U_T : Çiftlik sulama suyu

P_T : Yüzde cinsinden derine sızma ve yüzeysel akış kayıpları

Q : Debi

n : Pürüzlülük katsayısı

R : Hidrolik yarıçap

J : Eğim

XVIII

P: Bir prizin debisi

X: Bir sulama alanında aynı anda su alması olası priz sayısı

Q1: 24 saat devamlı sulamanın yapılması halinde belli bir alana hizmet eden kanalın debisi

F: Fleksibilite katsayısı



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Sulama sisteminin şeması

Şekil 3.1: Toprak profilinde çeşitli katların gösterilmesi

Şekil 3.2: Bazı topraklara ait granölometre eğrileri

Şekil 3.3: Sulama sularının sınıflandırılmasına ilişkin diyagram

Şekil 4.1: $\frac{\Delta}{\gamma}$ oranı

Şekil 4.2: Atmosferin üstündeki günlük güneş radyasyonu

Şekil 4.3: $\sqrt{\epsilon} \cdot T_a^4$ değerleri grafiği

Şekil 4.4: Yağış-etkili yağış ilişkisi

Şekil 5.1: Kabartma yapılarının, memba ve mansab su seviyelerine göre değerlendirilmesi

Şekil 5.2: Kuyu ve pompaj tesisleri (D.S.İ. Ceylanpınar yeraltı sulaması)

Şekil 5.3: Yeraltı suyunun çıkarılmasında kullanılan pompaj tesisinin detay görünümü (D.S.İ. Ceylanpınar yeraltı sulaması)

Şekil 5.4: Tava usulü sulama (Diyarbakır'ın Bismil ilçesinde halk sulamaları)

Şekil 5.5: Karık usulü sulama (Ş.Urfa'nın Akçakale D.S.İ. sulaması)

Şekil 5.6: Taşınabilir yağmurlama usulü ile karpuz sulaması (Ş.Urfa'nın Ceylanpınar ilçesinde D.S.İ. yağmurlama sulaması)

Şekil 5.7: Taşınabilir yağmurlama usulü ile yonca sulaması (Ş.Urfa'nın Akçakale ilçesi yağmurlama sulaması)

Şekil 5.8: Yağmurlama usulü ile karpuz sulaması (Ş.Urfa'nın Ceylanpınar ilçesi D.S.İ. yağmurlama sulaması)

Şekil 5.9: Yağmurlama usulü ile pamuk sulaması (Ş.Urfa'nın Ceylanpınar ilçesi D.S.İ. yağmurlama sulaması)

Şekil 5.10: Yağmurlama usulü ile karpuz sulaması (Ş.Urfa'nın Ceylanpınar ilçesi D.S.İ. yağmurlama sulaması).

Şekil 5.11: Spring usulü ile asma sulaması. (Ş.Urfa'nın Akçakale ilçesi Köy Hizmetleri deneme sulamaları)

Şekil 5.12 ve 5.13: Yüzey sulamada suyun yeknesan olarak dağılmaması ürün verimi ve kalitesini olumsuz yönde etkiler

Şekil 5.14, 5.15 ve 5.16: Uygun şekilde yapılmayan yüzey sulamalar toprak erozyonuna neden olmaktadır.

Şekil 5.17 ve 5.18: Yüzey sulamalarda aşırı su uygulamaları drenaj sorununu meydana getirir.

Şekil 5.19: Hareketli ve yarı sabit yağmurlama sulamasında lateral ve başlıkların değişimi işçi gerektirir

Şekil 5.20 ve 5.21: Yağmurlama sulama yönteminde kullanılan boru, başlık, motor v.s. tesislerinde meydana gelen arızalar istenmeyen sonuçları doğurur

Şekil 10.1: Harran ovası gelişim planı

Şekil 10.2: Örnek alan gelişim planı

TABLolar

Tablo 3.1: Bazı tarım bitkilerinin çimlenme sıcaklıkları

Tablo 3.2: Derinliği bağı olarak CO₂ miktarı

Tablo 3.3: Kalınlığa göre toprakların sınıflandırılması

Tablo 3.4: Dane büyüklüklerine göre mineral toprakların sınıflandırılması

Tablo 3.5: Dane büyüklüklerinin ağırlık yüzdesine göre toprakların adlandırılması

Tablo 3.6: Sulama sularının sınıflandırılması

Tablo 4.1: Aydınlatma oranları

Tablo 4.2: Bitki cinsine bağı Kc değerleri

Tablo 4.3: G aylık güneşleme faktörü

Tablo 4.4: Atmosfer dışına intikal eden radyasyon değerleri

Tablo 4.5: Aylık ortalama güneşleme müddeti

Tablo 4.6: Buharlaşma yüzeyi yansıtma katsayısı (Albedo değerleri)

Tablo 4.7: Aylık sıcaklık derecesine göre e_a değerleri

Tablo 6.1: GAP illerinin yüzölçümü, nüfusu ve nüfus karekteristikleri

Tablo 6.2: GAP'ın bölge kalkınmasındaki yeri ve önemi

Tablo 6.3: GAP'ın bölgesel ve ulusal ekonomideki payı

Tablo 7.1: GAP'ın toprak kaynakları

Tablo 8.1: GAP'ın projelere göre yıllık ortalama akışları

Tablo 8.2: GAP'ın yeraltı su kaynakları

Tablo 8.3: GAP'ın projelere göre sulama suyu ihtiyacı

Tablo 9.1: GAP'ta projelere göre sulamalar

Tablo 9.2: GAP'ta projelere göre toplam yatırım giderleri ve sulamaların yıllık faydası

Tablo 9.3: Enerji, sulama ve sosyo-ekonomik açıdan GAP'ın Türkiye geneli ile

karşılaştırılması

Tablo 9.4: Aşağı Fırat projesinin program durumu

Tablo 9.5: Adıyaman-Kahta projesi depolama tesisleri karakteristikleri

Tablo 9.6: Adıyaman-Kahta projesinin program durumu

Tablo 9.7: Adıyaman-Göksu-Araban projeleri program durumu

Tablo 9.8: Gaziantep projesi program durumu

Tablo 9.9: Dicle-Kralkızı barajlarının karakteristikleri

Tablo 9.10: Dicle-Kralkızı projesi program durumu

Tablo 9.11: Batman barajı karakteristikleri

Tablo 9.12: Batman projesi program durumu

Tablo 9.13: Silvan barajı karakteristikleri

Tablo 9.14: Batman-Silvan projesi program durumu

Tablo 9.15: Garzan projesi depolama tesisi karakteristikleri

Tablo 9.16: Garzan projesi program durumu

Tablo 9.17: Cizre projesi depolama tesisi karakteristikleri

Tablo 9.18: Cizre projesi program durumu

Tablo 9.19: GAP bölgesinde, havzalarına göre münferit sulama projeleri

Tablo 9.20: GAP'ta havzalara ve sulama adetlerine göre genel sulamalar

Tablo 9.21: GAP'ta sulama projelerinin genel durumu

Tablo 9.22: GAP'ta havzalarına göre pompaj ve cazibe sulamaları

Tablo 10.1: Örnek alan yatırım giderleri karşılaştırılması

Tablo 10.2: Örnek alan yatırım giderleri karşılaştırılması

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı, buna bağlı olarak besine olan ihtiyacın gittikçe artması, fakat bunun yanında besinin yegane kaynağı olan tarıma elverişli alanların sınırlı olması nedeniyle, insanoğlunun, birim tarım alanından daha çok verim sağlama yoluna gitmesini zorunlu hale getirmiştir. Birim alandan daha çok verim, çeşitli yollarla sağlanabilir; sulama, gübreleme, hormon ve çok katlı tarım alanları gibi... Bunların başında ise sulama gelmektedir. Zira sulu tarım arazisinin verimi, kuru tarıma nazaran beş on misli fazladır. Aynı zamanda, gerek insan ve gerek toprak sağlığı açısından (sulamanın bilinçli yapılması şartıyla) yüksek verim elde etmenin en uygun ve doğal yolu sulamadır. kimyasal gübre ve hormonların insan sağlığını nedenli tehdit ettiği, diğer canlı ve doğal bitki örtüsüne ne kadar zarar verdiği ve toprak kaynaklarının kimyasal ve fiziksel yapısına olumsuz yönde ne ölçüde etki ettiği bilinen bir gerçektir.

Ülkemizin, 78.0 milyon hektar olan yüzölçümünün %35'i (27.7 milyon ha) tarıma elverişli olup, tarıma elverişli alanın %91'i (25.3 milyon ha) sulanabilecek durumdadır. Sulanabilecek arazinin %33.60'ı (8.5 milyon ha) ise ekonomik olarak sulanabilir durumdadır. Buna rağmen halen, ekonomik olarak sulanabilir arazinin ancak yarısı (4.0 milyon ha) sulanmaktadır. Bu durumun ülkemiz ekonomisi açısından ne denli büyük bir kayıp olduğu apaçıktır.

GAP'ın gerçekleşmesi ile ülkemiz, ekonomik olarak sulanabilir arazinin %67'si (4.0+1.7= 5.7 milyon ha) sulamaya açılmış olacaktır. GAP'la sulamaya açılacak olan 1.7 milyon ha sulu tarım arazisi, ülkemizin şu anki sulu tarım arazisinin %42.5'ünü teşkil etmektedir. GAP'ın gerçekleşmesi ile 5.7 milyon ha'ya çıkacak olan toplam sulu tarımımızın %29 gibi büyük bir kısmını GAP üstlenecektir. Böylece, 1990 birim fiyatlarıyla GAP'ın yıllık sulama geliri 5.769.842.000.000 TL olacaktır.

Bu çalışmada, GAP'ın zamanında, en ekonomik ve en yüksek verim ile gerçekleşmesi için, genel olarak sulama ve sulama sistemleri ve özel olarak da sulamada gelişmiş ülkelerdeki örnek uygulamalar ışığında GAP ele alınmıştır.

2. SULAMA İLE İLGİLİ BİRKAÇ TANIM VE AÇIKLAMA

Sulama: Tarımsal bitkilerin ihtiyacı olan suyun, yağışlardan karşılanamayan kısmının, toprağın verimlilik ve yapısına zarar vermeden; su, toprak ve işçilik israfı yapılmaksızın, bitkinin ihtiyacı olduğu zamanlarda suni olarak, ölçülü ve kontrollü bir şekilde toprağa verilerek bitkinin etkili kök bölgesindeki elverişli nem eksikliğinin tamamlanmasıdır.

Sulama sistemi: "Sulama sistemi", sulamaya ilişkin kaynaklarda değişik şekillerde yorumlanmaktadır:

"Sulama sistemleri adı altında ise bitkilerin ihtiyacı olan sulama suyunun temin edilerek, kaynaktan tarlaya verilmiş tekniğini göreceğiz" (Kızılkaya, 1988).

Kızılkaya (1988) sulama sistemlerine bu tanımlı verdikten sonra sulama sistemini cazibeli ve pompajlı olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Ayrıca sistem ister pompajlı isterse cazibeli olsun sulama suyunun çiftçiye dağıtılması açısından sulama sistemini dörde ayırarak rotasyon, talep, şartlı talep ve birim saha-birim su sistemleri olarak açıklamaktadır.

"Sulama sistemleri ile suyun kaynaktan alınıp sulanacak alana getirilmesi ve oradan da bitki kök bölgesine verilmesi amaçlandığından sistemin projelendirme ve işletmesinde üç temel görevin sağlanması gerekir:

a) Çiftçiye en yüksek gelirin sağlanması

b) İletim ve uygulamanın en az su kaybı ile yapılması

c) Tarım alanının uzun dönemdeki verimliliğinin, toprağın aşınması ile yapısının bozulmasını ve tuzluluk ile taban suyu düzeyinin yükselmesinin önlenerek sürdürülmesidir" (GAP Sulama Suyu İdaresi Başkanlığı, Ankara, 1990).

Görüldüğü üzere ikinci tanımda ilk tanıma ek olarak "Sulama metodu" olarak isimlendirdiğimiz, suyun bitki kök bölgesine verilmiş şeklini de sulama sistemi kapsamına almıştır.

Demirsoy (1992), "sulama projelerinde kullanılan terimler" başlığı altında "sulama sistemlerini direkt olarak; rotasyon, talep, şartlı talep ve birim saha-birim su sistemi diye dörde ayırarak incelemektedir.

Üçüncü tanımda, sulama sistemlerinin, bir bakıma suyun kaynaktan çiftçiye verilmiş şekli olan rotasyon, talep, şartlı talep ve birim saha-birim su sistemlerinden ibaret olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada ise, sulama uzmanlarının tanımları ışığında, sulama sistemleri hakkında şu genel tanıma gidilmiştir:

Sulama suyunun, doğal kaynağından alınıp bitkinin etkili kök bölgesine verilmeye kadar uygulanan tekniklerin tümüne sulama sistemleri denir. Bu genel tanıma göre sulama sistemlerinin altı aşaması söz konusudur:

- 1) Doğal su kaynağının sulamaya cevap verecek şekilde düzenlenmesi.
- 2) Sulama suyunun büyük (makro) sulama alanlarına iletilmesi.
- 3) Sulama suyunun, çiftlik veya tarla parselleri gibi küçük (mikro) sulama alanlarına iletilmesi ve çiftçiler arasında dağıtılması.
- 4) Sulama suyunun bitkinin etkili kök bölgesine verilmesi.
- 5) Kullanılmış fazla suların drenajı.
- 6) Sulama sisteminin işletilmesi.

Sulama sisteminin her aşamasında değişik teknik ve yöntemler uygulanmaktadır. İlerde daha detaylı bir şekilde ele alınacak olan sulama sistemine verilen bu son tanıma göre sulama sistemleri şeması çizilebilir (Şekil 2.1).

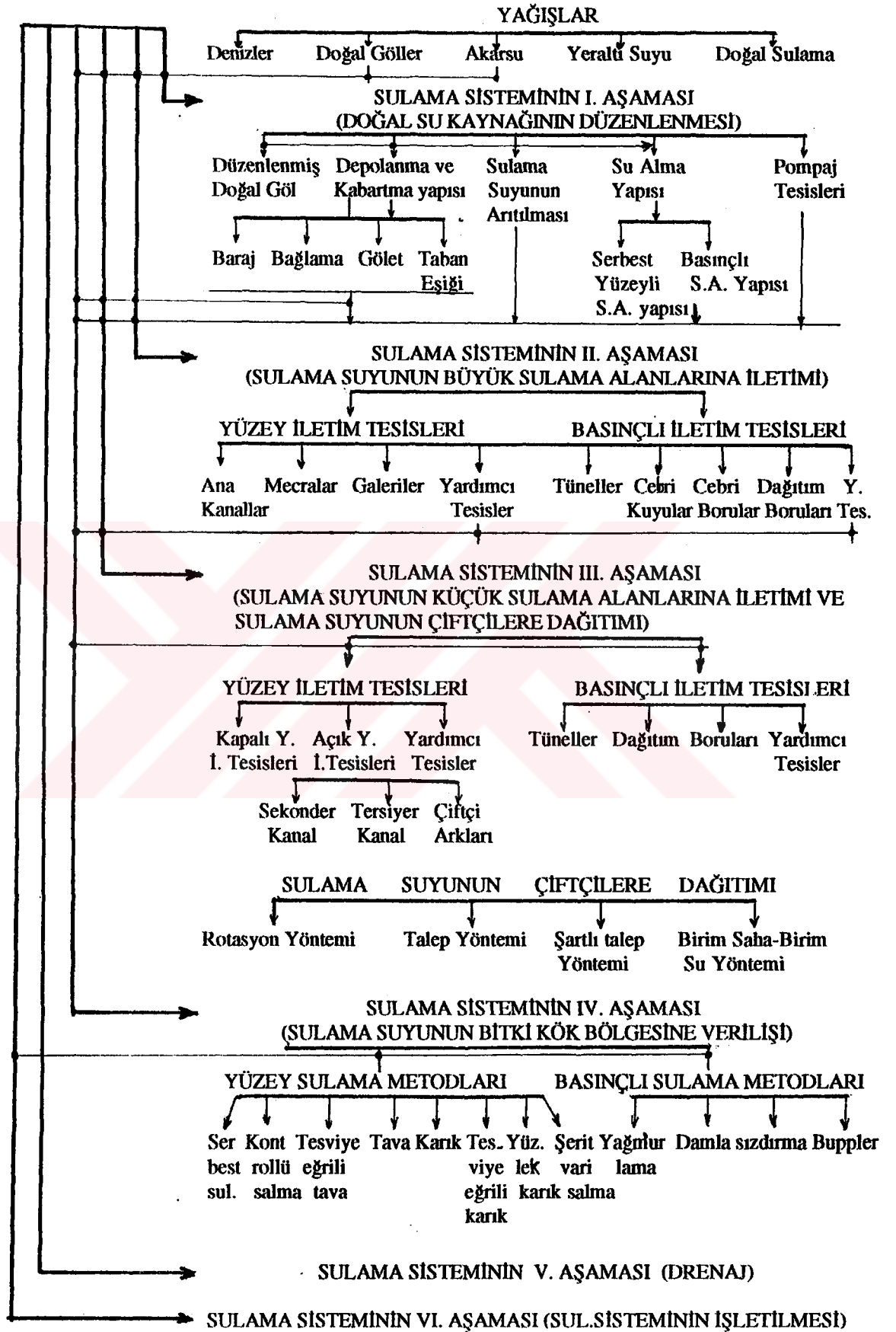
Sulama metodu: Sulama suyunun, bitki kök bölgesine, sulamanın tanımına uygun bir şekilde verilmiş biçimine sulama metodu denir.

Sulama tesisleri: Sulama sisteminin bütün aşamalarında ihtiyaç duyulan tüm tesislere denir.

Sulama organizasyonu: Sulama sistemlerinde, görevli bütün kamu ve özel teşkilat, kurum ve kuruluşları kapsar.

Sulama modülü: Bir hektarlık araziye sulamak için, bir ay boyunca litre cinsinden saniyede toprağa verilmesi gereken su miktarıdır.

Net sulama alanı: Bir sulama alanında, sulama şebekesi, yerleşim merkezleri, yol, mezarlık ve benzeri alanların dışında kalan ve randımanlı olarak sulanan alandır.



Şekil 2.1. Sulama sisteminin şeması

Sulama birlikleri: Sulama organizasyonlarından olup daha çok suyu kullananlar tarafından kurulmuş, sulama sisteminin herhangi bir veya birkaç aşamasında, işletme, bakım ve onarımını üstlenmiş ve çalışma prensipleri yönetmeliklerle belirlenmiş daha çok özel kısmen de kamu kuruluşlarıdır.

Sulama grupları: Çalışma alanları itibariyle, sulama birliklerinden daha dar alanda faaliyet gösteren kuruluşlardır.



3. SULAMANIN DÖRT TEMEL ELEMANI

Sulama sistemlerine geçmeden önce bitki-toprak-su-insan ilişkilerine değinmek, sulama sistemlerini daha net değerlendirebilme açısından daha doğru olacaktır.

Sulama olgusunun dört temel elemanı mevcuttur. Bunlar bitki, su, toprak ve insan faktörleridir. Bunlardan insan faktörü hariç diğer öğelerden herhangi biri olmaksızın sulamanın meydana gelmesi imkansızdır. İnsan faktörü ise suni sulamanın yapılması halinde zorunludur. O halde sulama yapmak için;

- 1) Toprak olacak ve bu toprak tarım yapmaya uygun olacaktır.
- 2) Bitki yetiştirme ihtiyacı olacak, ne tür bitki yetiştirileceği ve yetiştirilecek olan bu bitkilerin su ihtiyacının ne olacağının bilinmesi gerekir.
- 3) Su olmalı ve bu su, sulamaya elverişli olmalıdır.
- 4) İnsan faktörü, daha çok yardımcı bir faktördür. Bu faktör olmaksızın da doğal sulama olabilir, fakat suni olarak sulama söz konusu olamaz.

3.1. Bitki

Bitkiler insan ve hayvanların temel besinleridir. Zira insan ve hayvanlar ancak organik besinler ile beslenebilmekte ve bitkiler de insan için inorganik besinlerin organik besinlere dönüştürülmesinde biricik aracı rol oynamaktadır. Bunun yanında insan için oksijen kaynağı olmakta ve insan yaşamı için sayılamayacak derecede direkt ve dolaylı olarak yararlar sağlamaktadır. Ayrıca denilebilir ki doğanın kendi kendini temizlemesinde en büyük paya bitkiler sahiptir.

İnsan nüfusunun aşırı artışı, bitkilere olan ihtiyacı artırırken mevcut bitki stoku ile yetinilmeyip ihtiyacı ve teknik imkanları doğrultusunda daha çok bitki yetiştirme yoluna gidilmiştir.

Her bitkinin ihtiyacı olan besinler birbirinden farklıdır. Kimi kireçli topraklardan beslenirken bir diğeri ise bu tür topraklarda yetişememektedir; kimi bol sudan hoşlanırken bir diğeri ise fazla suda boğulmaktadır. Benzer şekilde hava ve ışık ihtiyaçları da birbirinden farklıdır. Buna göre farklı toprak, iklim ve su kaynaklarına göre farklı bitkiler yetişmekte buna bağlı olarak da farklı bölgelerdeki bitkiler birbi-

rinden farklı olmaktadır.

Kısaca bitkinin büyüme ve gelişmesine etki eden faktörler, iç ve dış faktörler olmak üzere iki kısımdır.

İç faktörler, bitkinin cinsine ve türüne bağlıdır.

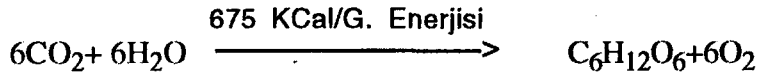
Dış faktörler ise iklim ve toprak faktörleri olarak ışık, ısı, hava, su ve besin maddelerinden meydana gelir. Bitkinin yetişmesi ve gelişmesi için anılan faktörlerin hepsinin, bitkinin ihtiyaç duyduğu zaman ve yeterlilikte olması gerekir. Erkek (1983)'e göre; genel bir kaide olarak bitkilerin büyümesi ve alınacak mahsulün miktarı, diğerlerinden yeterli miktarda mevcut olsa da yetiştirme faktörlerinden en az olanının tesiri altındadır.

3.1.1. İklim Faktörleri

3.1.1.1. Işık

Bölgenin enlem derecesine, atmosferin bulutlanma süresine, deniz seviyesinden yüksekliğe ve günün aydınlık saatlerine bağlı olarak değişen güneş ışınları, bitkilerde karbonhidratın meydana gelmesini sağlar.

Güneş ışınlarının etkisi ile bitkiler, solunum yolu aracılığı ile yaprakların alt kısmındaki gözeneklerin içine CO₂ şeklinde C alırlar. Yine güneş ışınlarının tesiri altında ve klorofilleri yardımıyla bitkiler fotosentez olayını gerçekleştirirler. Bunun sonucu olarak organik bir madde olan şekeri meydana getirirler.



Oksijen solunum yolu ile atmosfere çıkarken C₆H₁₂O₆ şekeri, C₆H₁₀O₅(Nişasta) şeklinde bitkiler tarafından depo edilir. Yeri gelince tekrar şekere dönüştürerek ihtiyaç duyulan hücrelere taşırlar.

Güneş ışınlarına olan ihtiyaca göre bitkiler, gölge ve güneş bitkileri olarak iki kısma ayrılırlar. Güneşi seven bitkiler, suyu da sevdikleri için genellikle su kenarında yetişmektedirler. Tarım bitkilerinin hepsi güneşi seven bitkiler grubuna girdiklerinden ötürü bu tür bitkileri kurak mevsimlerde yetiştirmek için sulama yapmak gerekir.

3.1.1.2. Isı

Isı, hem bitkinin yetişmesi ve büyümesinde, ürünün miktar ve kalitesinde ve

hem de bitkinin çeşit ve türlerinde etkili rol oynamaktadır.

Bitkiler, 0 °C ile 4 °C arasında değişen bir sıcaklıkta fotosentez yaparlar. Optimum sıcaklık, tarım bitkileri için 20-25 °C civarında olup çimlenmede minimum sıcaklık > 0 °C'dir. Bazı tarım bitkilerinin çimlenme sıcaklığı aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Bazı tarım bitkilerinin çimlenme sıcaklığı

Tarım bitkisi	Çimlenme Sıcaklığı
Yulaf	1 °C - 9 °C
Ş. Pancarı	4 °C - 5 °C
Patates	7 °C - 9 °C
Kabak	12 °C
Buğday	3 °C - 4 °C
Tütün	13 °C - 14 °C

Sıcaklık, bitkilere direkt olarak ve topraktan dolaylı yansıma (radyasyon) şeklinde etki eder.

Tarım bitkileri için minimum sıcaklık , bitkilerin yaşamını sürdürebildiği aşağı sınır sıcaklığıdır. Bu sınır, 0 °C'den aşağı sıcaklıklar olup don tesiri ile bitkiler ölür.

Tarım bitkileri için optimum sıcaklık, tarım bitkileri için en uygun sıcaklık derecesi olup ortalama 20-25 °C arasındadır.

Tarım bitkileri için maksimum sıcaklık ise tarım bitkilerinin yaşamlarını sürdürebildiği en yüksek sıcaklık değeridir.

3.1.1.3. Hava

Havanın birleşiminde Azot (%78.09), Oksijen (%20.95), Karbondioksit (%0.03), Hidrojen (%0.0001), Argon (%0.93) ve diğer nadir gazlar (%0.0023) ile Ozon (%0.000001) bulunur.

Bitkiler için en önemlileri, N, CO₂, O₂'dir.

Bazı topraklardaki CO₂ miktarı, aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Derinliğe bağı olarak topraktaki CO₂ miktarı.

Toprak derinliği (cm)	CO ₂ miktarı (%)		
	Kumlu toprak	Nemli toprak	Humuslu toprak
15	0.09 - 0.19	0.05 - 0.27	0.10 - 0.75
30	0.06 - 0.24	0.09 - 0.47	0.34 - 1.12
60	0.11 - 0.57	0.20 - 1.13	1.01 - 3.77

3.2. Toprak

3.2.1. Toprak

"Toprak yeraltı ve yerüstü etkileriyle fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mekanik değişimler sonucu mineral ve organik maddelerden meydana gelen, içinde su, hava ve canlılar bulunan yer kabuğunun az veya çok gevşek üst tabakasına denir." (Erkek, 1983).

Toprak tabakası kalınlığı çok değişkendir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 3.3) kalınlığına göre toprakların sınıflandırılması verilmiştir.

Tablo 3.3: Kalınlığa göre toprakların sınıflandırılması.

Toprak grubu	Toprak kalınlığı (cm)
Çok sığ toprak	< 25
Sığ toprak	25 - 50
Orta kalınlıkta toprak	50 - 100
Derin toprak	100 - 150
Çok derin toprak	> 150

Bitkilerin yetiştirme ortamı olan toprağı tanımak, bol ve kaliteli üretim, doğru sulama ve bitki desenini tayin etme açısından çok önemlidir. Toprağı tanımanın tarım açısındaki yararlarını aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

1. Bitki deseninde doğru seçim yapmak
2. Bitki deseni zorunlu olarak sabit ise uygun gübre verebilmek
3. Yanlış sulamaya meydan vermemek

4. Uygun toprak sürümünü yapmak
5. Gerekliğinde uygun drenaj yapmak
6. Toprak erozyonuna ve çoraklığına meydan vermeyecek şekilde uygun önlemler almak.
7. Sulamaya elverişli olup olmadığını tesbit ve buna bağlı olarak uygun tesis inşa etmek.
8. Ürün verimi ve kalitesini arttırmak için yukarıda sıralananlar ile birlikte ek çalışmalarda bulunmak.

3.2.2. Toprak oluşumu ve toprak oluşumuna etki eden faktörler

Toprak, büyük kaya parçalarının, zamanın da bir fonksiyonu olarak arazinin yüzey durumu, iklim, su, bitki örtüsü, topraktaki canlılar gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkiler sonucu parçalanması ile meydana gelir. Toprak oluşumuna etki faktörleri kısaca şu şekilde sıralamak mümkündür.

1. Su, yeraltında ve yerüstünde kayaları yumuşatarak veya aşındırarak parçalanmasını, erozyon yaparak arazi eğimi yönünde toprağın, az olduğu veya hiç olmadığı yerlerde birikmesini sağlar.
2. Rüzgar da su gibi fakat sadece yeryüzünde hem kayaların parçalanmasını ve hem de toprak erozyonunu sağlar.
3. Rölatif nemlilik, sıcaklık, yağışlar ve buharlaşma gibi diğer iklim özellikleri de toprak oluşumuna etki eder.
4. Bitki örtüsünün türü ve sıklığı da, kökleri aracılığı ile yeraltındaki kayaların parçalanmasını, parçalanmış kayaların dağılması ve yumuşamasını sağlayarak toprak oluşumuna katkıda bulunur.
5. Topraktaki canlılar ile yeryüzündeki insan ve hayvanlar da toprağın oluşumunda katkıda bulunurlar. Özellikle topraktaki bakteriler toprak bünyesini parçalayarak humus toprakları meydana getirmektedirler.

3.2.3. Toprak tipleri

Bölge suyunun türü ve miktarı, iklim durumu, bitki örtüsü, topraktaki canlı

türü ve en önemlisi toprağın biricik kaynağını teşkil eden kayaların kimyasal ve fiziksel özellikleri toprakların farklılaşmasına etki eden önemli faktörlerdir.

Fakat hiçbir zaman için toprakları detayları ile sınıflandırmak mümkün olmamaktadır. Toprağın bazı özelliklerine binaen ana sınıflandırmalar yapmak mümkündür. Zira bazı özellikleri itibariyle birbirinin aynısı olan topraklar başka özellikleri nedeniyle farklı gruplara girmesi mümkün iken; çoğu özellikleri birbirinden farklı olan bir kısım topraklar da bazı yönleriyle aynı gruba alınabilmektedir.

O halde toprağın belli başlı özelliklerine değindikten sonra bu çalışmanın gereği olarak ilerde, sadece sulama açısından sınıflandırma yoluna gidilecektir.

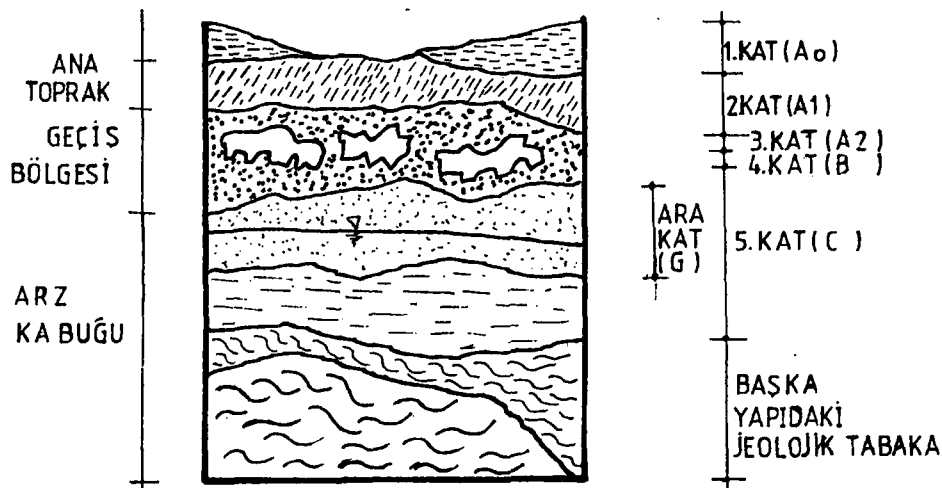
3.2.4. Toprak profili

Toprağın bazı mekanik ve fiziksel özellikleri, yeraltı ve yerüstü etkilerle mevsimlere, yıllara kısacası zamana bağlı olarak değişebilmektedir.

Yatay tabakalar halinde (toprak katları) olan toprak, bitki kökleri, iklim ve su sızması gibi faktörlerin karşılıklı etkileşmesi ile meydana gelen ve yine aynı faktörlere bağlı olarak değişebilen "toprak profili" ile karakterize edilir (Şekil 3.1).

Toprak katlarına düşey bir kesitten bakıldığında, toprağın zamana bağlı olarak değişimini, değişen denge durumunu görmek mümkündür. Toprağın bu özelliği, suyun araziye tatbik şekli ve sulama aralıklarının seçiminde çok önem taşır.

Toprak katları, özelliklerine bağlı olarak bitkinin gelişimine olumlu ya da olumsuz etki yapabildiği için ürünün miktarı ve kalitesi üzerinde büyük rol oynar.



Şekil 3.1: Toprak profilinde çeşitli katların gösterilmesi (Erkek, 1983).

A katı: Toprak yüzeyinde teşekkül eden bol humuslu toprak katıdır. Atmosfer etkisi altında olup yoğun canlı faaliyetlerinin bulunduğu ortamdır.

A0 katı: Taze humus tabakası

A1 katı: Humuslu, yüzeyde minareller teşekkül etmiş

A2 katı: Yıkanmış toprak tabakası

B katı: Birikmelerden meydana gelmiş olup sızan suların etkisi ile üst tabakadan yıkanan kil ve humuslu maddeler bu tabakada toplanmıştır. A'dan daha sık olup canlı faaliyetleri azdır.

C katı: Üst toprak tabakasının olduğu ve yapısı değişmeyen kat olup atmosfer etkisinde pek kalmamış ve ancak çok derine kök salabilen bitkiler etki edebilir.

G tabakası: Yeraltı su seviyesinin değişim bölgesindeki toprak tabakasıdır.

A katının tümüyle yıkanması ile organik maddelerin alt tabakalara geçtiği sulak toprakların yukarı kısımları besince zayıf fakat çoraklaşma azdır (tuz azlığı nedeniyle). Yağışların buharlaşmadan fazla olduğu topraklar bu gruba girer.

Besin maddesini, üst tabakalarda barındıran topraklar ise besince zengin olmakla birlikte çoraklaşma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu tür topraklar, buharlaşmanın yağışlardan daha fazla olduğu bölgelerde mevcuttur. Bu tür topraklarda bazen nem aşağıdan yukarıya doğru çıkarken beraberinde getirdiği tuz, üst tabakanın çoraklaşmasına neden olmaktadır. Bu yüzden bu tür toprakların çoraklaşmasını önleyici tedbirlerin alınması gerekir.

Toprak yüzeyine yakın bölgede, sert kil, kireçli tabaka, kum veya çakıl yüksek yeraltı suyu, kaya tabakası ve benzeri bulunması halinde bitki kökleri normal gelişimini gösteremediği gibi sık toprak türlerinde bitkinin ihtiyaç hissettiği suyun yeterli olmayışı sık aralıklarla sulama yapma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

3.2.5. Toprağın mekanik özellikleri

Toprağın granölometrisi, tarım, özellikle sulu tarım açısından çok önem taşır. Örneğin daneler küçüldükçe su tutma özelliği artar. Aksi halde su tutma kabiliyeti azalır. Granölometri, çaplarına göre dane büyüklüklerinin ağırlık yüzdesi olarak toprak içindeki dağılımını gösterir.

> 0.1 mm. apındaki daneler elek,

< 0.1 mm. apındaki daneler hidrometri analizi ile tesbit edilir.

d_{60} : Ağırlık yüzdesi olarak numunenin %60'ının elekten geçtiğı dane çapı

d_{10} : Ağırlık yüzdesi olarak numunenin %10'unun elekten geçtiğı dane çapı ve

U : Üniformluluk katsayısı olmak üzere

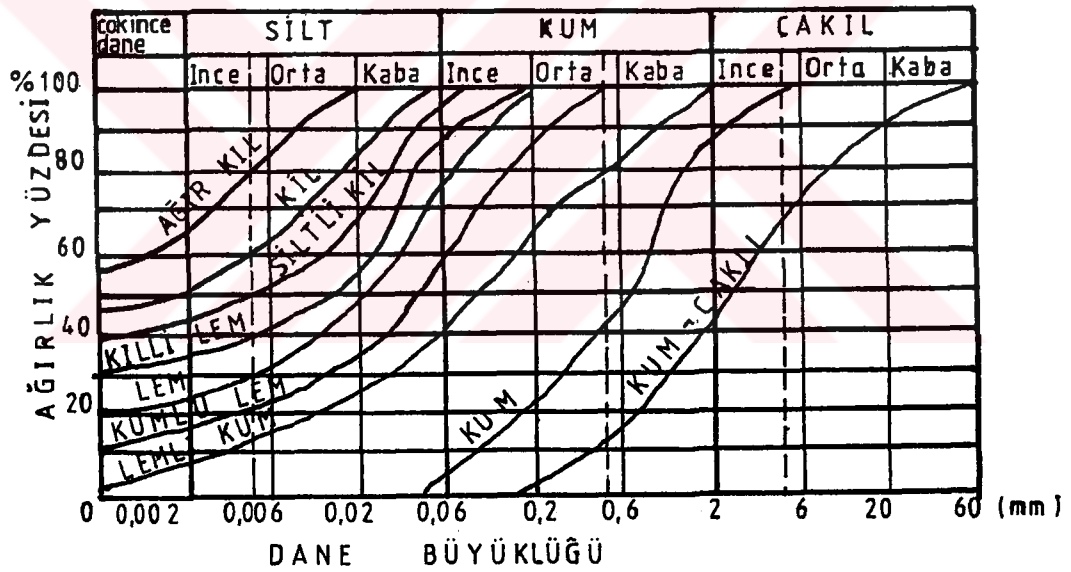
$$U = d_{60} / d_{10} \text{ ise}$$

$U < 5$ çok üniform topraklar

$5 < U < 15$ orta üniform topraklar

$U > 15$ üniform olmayan topraklar

Aşağıdaki şekilde bazı toprakların granüloметриk eğrileri verilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Bazı topraklara ait granüloметриk eğrileri.

3.2.6. Toprağın fiziksel özellikleri

3.2.6.1. Toprağın yapısı

Toprak danelerinin karşılıklı dizilişleri ve buna bağılı olarak boşlukların miktar ve dağılımının meydana getirdiğı agregaların ve küreciklerin oluşum şekli "toprağın yapısı" olarak ifade edilir.

Toprağın yapısı, toprağın prozitesi, su tutması, ısı geçirgenliğı, yoğunluğu,

erozyon, geçirgenlik, havalanma, bitki kök yayılımı, mikroorganizmaların faaliyetleri gibi özelliklerine etki eder.

Sulama ile bu tür fiziksel özellikler bazı değişimlere uğrar. Topraklar bünye itibariyle ince yapılı ve kaba yapılı topraklar olarak değerlendirilir.

Kaba daneli topraklar, daneler arasındaki bağlar itibariyle üç kısma ayrılır.

- Daneli yapı: Daneler, aralarında hiçbir bağ bulunmadığı için ayrıktır (akıcı kum gibi).
- Kohezyonlu yapı: Daneler, aralarındaki bağ nedeniyle masif bir kütle şeklinde birbiri ile birleşmiş halindedir. Herhangi bir eritici (su vb.) ile dağılabilir (kil gibi).
- Agregayapı: Toprakların doğal oluşumunda, çeşitli katı madde danelerinin bir-biri ile yumak şeklinde birleşmesinden meydana gelir.
- İnce yapı: Ancak mikroskop ile ayırt edilebilen bu yapının çeşitli tipleri vardır.

3.2.6.2. Toprak bünyesi

"Toprak yapısı" toprak danelerinin karşılıklı dizilişini ve bunun meydana getirdiği boşlukların miktar ve dağılımı ile kürrecik ve agregalaşma şekli olarak incelenmiştir.

"Toprak bünyesi"nden kasıt ise, toprağın iskeletini oluşturan 2 mm.'den büyük danelerin dışında kalan ve 2 mm.'den daha küçük çaptaki danelerdir. Mineral toprakların sınıflandırılmasında dane çapı kriter alınır. Organik topraklarda ise ayrışma derecesi esas alınır.

DİN 1185'e göre dane büyüklüklerine göre mineral topraklar aşağıdaki tabloda verildiği sınıflandırılır(Tablo 3.4).

Tablo 3.4: Dane büyüklüklerine göre mineral toprakların sınıflandırılması.

Dane grubu	Dane grubu bölümleri	Dane çapı (mm)
Taş	-	> 60
Çakıl	Kaba	60-20
	Orta	20-6
	İnce	6-2
Kum	Kaba	2-0.6
	Orta	0.6-0.2
	İnce	0.2-0.06
Silt	Kaba	0.06-0.02
	Orta	0.02-0.006
	İnce	0.006- 0.002
Kil	-	< 0.02 (< 2 μ)
Kolloid	-	< 0.001 (< 1 μ)

Tarım toprakları, toprak bünyesini teşkil eden kum, silt ve kil'in karışım oranlarına göre sınıflandırılır. Buna göre kumlu, siltli, killi topraklar, bunların karışımları ve bu üç grubun özelliğini de kendinde barındıran Lem ile rüzgar erozyonundan meydana geldiği sanılan Lös olmak üzere beş sınıfa ayırmak mümkündür.

3.2.6.3. Kumlu topraklar:

Kumlu toprakların kimyasal aktivitesi yoktur.

Daneleri kil ve silt'e göre oldukça büyük ve kohezyonu az olduğundan işlenmesi kolaydır. Bu yüzden hafif bünyeli toprak sınıfına girerler.

Danelerin büyük ve gevşek olması, geçirimliliğinin artması, kapilaritesi ve su tutmasının ise oldukça düşük olmasına neden olmaktadır. Gerek yağışlar ve gerekse sulama suyu çok çabuk derinlere iner ve toprağı çok çabuk yıkar. Bu yüzden kumlu toprakların besin değeri düşüktür. Kolayca hava aldığı için organik artıklar çok çabuk çözülmemekte ve hemen su ile beraber aşağı katmanlara inmektedir.

İnce daneli kumlu topraklar, iri ve orta daneli topraklara nazaran daha ağır bünyeli olup nisbeten geçirgenliği az, kapilaritesi, su tutma kapasitesi ve verimliliği

daha yüksektir.

0.2 ile 0.06 mm. arasında dane çapına sahip olan, aralarında hiçbir bağ bulunmayan ve kuru iken oldukça sert; ıslatılınca akıcı olan kumlu topraklar oldukça verimsiz ve köklerini derin besinli bir katmana kadar yayan bazı ağaç veya bitkilerin dışında tarıma elverişli değildir.

Genel olarak kumlu topraklar tarıma elverişli olmamakla birlikte sırasıyla kumlu-lemli ve lemlili-kumlu topraklar nisbeten daha ağır bünyeli olduklarından tarım açısından, uygun gübreleme ve sulama yapıldığı takdirde az da olsa elverişli duruma gelebilirler.

3.2.6.4. Killi topraklar

Killi toprakların %60'ını kil teşkil eder. Bunun yanında kuvarz ve bağlayıcı olarak da limonit, hematit ve kalsit bulunur.

Birleşiminde bulunan dane büyüklüklerinin ağırlık yüzdesine göre toprakların isimlendirilmesi aşağıdaki tabloda verildiği şekilde yapılabilir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Dane büyüklüklerinin ağırlık yüzdesine göre toprakların isimlendirilmesi.

Toprak cinsi	Kil (< 0.002 mm.) %	Silt (0.002-0.02 mm.) %	Kum(0.02-2mm.)%
Kil	60-100	0-40	0-20
Lemli kil	50-70	10-30	10-40
Silkli kil	35-60	30-65	0-20
Kumlu kil	45-80	0-10	20-45
Killi lem	35-50	10-40	20-45
Lem	15-55	0-40	25-70
Siltli lem	10-40	40-60	15-20
Kumlu lem	5-30	0-40	45-80
Killi silt	10-35	50-85	0-15
Lemli silt	10-25	60-80	10-30
Silt	0-15	75-100	0-25
Kumlu Silt	0-10	40-75	15-60
Killi kum	10-20	0-10	80-90
Lemli kum	5-10	0-15	80-95
Siltli kum	0-5	15-40	55-80
Kum	0-5	0-20	80-100

Killi topraklar, çok küçük daneli olup daneler birbirine çok sıkı bağlanmıştır. Kuru kil çok sert iken ıslak kil ise plastiktir. Çok zor işlendikleri için ağır toprak sınıfına girerler.

Su tutma kapasitesi çok yüksek, geçirimsizliği yoktur. Bünyesindeki su, havalanmasına izin vermediği için bitki artıklarının çürümesi zordur. Dolayısıyla humusca zengin değildir. Bünyesindeki fazla su, toprağın işlenmesini ve bitkinin hava almasını engeller. Bu yüzden verimli toprak sınıfına girmez. İlkbaharda geç ısınması nedeniyle bitkinin çabuk uyanması güçleşir. Bu yüzden de soğuk toprak sınıfına girer.

Killi topraklar, kum, kireç ve humus ile karışık olması halinde tarıma elverişlidir. Killi toprak tarımı için sulama, geniş zaman aralığı ile yapılmalıdır.

3.2.6.5. Lem

Lem, kumlu ve killi topraklar arasında geçiş bölgesi topraklardır. Kum oranı %25-%70 arasındadır. Mineral açısından kum, kil ve silt içerdiği halde hiçbirinin özelliği lemde hakim değildir. İçindeki demir nedeniyle koyu kahverenkli. Kuru iken ovalamayla şekil alırken ıslak iken plastiktir.

İçerdiği besin maddesi, su ve hava miktarı bitkiler için çok elverişlidir.

İçindeki kum ve kil miktarına göre değişik isimler alan lem'e kireç veya organik maddeler karıştırılırsa tarıma daha elverişli hale gelir.

3.2.6.6. Löss

Rüzgar erozyonu sonucu meydana geldiği tahmin edilen löss, yer yer 100 metreye kadar varan kalınlığı yanında dünyada çok geniş yer kaplamaktadır. İnce daneli olup parmaklar arasında pudra hissi vermektedir. Daneleri oldukça üniform olan löss, erozyon tehlikesi en yüksek olan toprak sınıfına girmektedir. Suyun bol olduğu yerde iyi bir tarım toprağıdır. İçindeki kalsiyum karbonat'ın yağmur sularıyla yıkandığı takdirde kahverengiye yakın bir renk alan bir löss çeşidi, daneler birbirine yapışık olmadığından gerçek lösten farklılık arzeder. Löss-lem sert ve işlenmesi güç olup içine biraz kireç katarak gerçek lösin özelliği kazandırılabilir.

3.2.6.7. Organik topraklar

Topraktaki organik maddelerin, humus veya ayrılmış maddelerin kısmen

çürümesiyle meydana gelir. %5 veya daha fazla organik madde içeren topraklar organik toprak sınıfına girerler. Rengi koyu kahverengi veya siyah olup genellikle asit reaksiyonludur.

Humus, içinde bulunduğu toprakların fiziksel özellikleri üzerinde belirleyici rol oynayabildiği gibi toprağın rengini de açıktan koyuya doğru değiştirir.

Kendisi de tarıma elverişli olmakla birlikte tarıma elverişli olmayan topraklara ilave edildiğinde bu toprakları tarıma elverişli hale getirebilmektedir.

3.2.6.8. Toprağın fiziksel özelliklerine ilişkin bazı tanımlar

Toprağın fiziksel özelliklerine ilişkin bazı tanımlar yapmakta fayda vardır.

Özgül toprak yüzeyi, Zunker'e göre, birim hacimdeki toprakta bulunan katı danelerin yüzey alanlarının toplamının birim hacme oranıdır.

Prozite, toprağın içindeki boşluk hacminin tüm hacme oranıdır.

Birim hacim ağırlığı, toprağın toplam ağırlığının toplam hacmine oranıdır.

Özgül ağırlığı, toprağın toplam ağırlığının boşluksuz dane hacmine oranıdır.

Toprak geçirgenliği, toprak yapısı ve bünyesine bağlı olarak topraktan, suyun birim yükseklikten, birim zamanındaki akış hızına denir. Toprağın geçirgenlik özelliği tarım ve özellikle sulu tarım açısından çok büyük önem taşımaktadır.

3.2.6.9. Topraktaki su türleri

Bitkilerin yetişmesi için belli miktarda suyun toprakta mevcut olması gerekir. Suyun toprak içindeki şekline göre topraktaki sular değişik adlar alır:

Su buharı, topraktaki boşluklardan hava ile birlikte buhar şeklindeki sudur. Atmosferdeki nem ve toprak prozitesine bağlı olarak değişir.

Higroskopik su, toprak daneleri üzerine bir zar gibi yapışık durumda olup mekanik yollarla veya yerçekiminin etkisi ile hareket etmeyen sudur. Toprak, ancak 105 °C'de ısıtılarak bu sudan kurtulabilmektedir. Tamamen kurutulduktan sonra, 18 °C'deki havadan 24 saat boyunca emdiği su miktarı olarak ifade edilen higroskopik suyun miktarı, dane büyüklükleri, toprak ısısı, toprağın içinde bulunan sodyum ve kalsiyum miktarına bağlı olarak değişir. Bitkiler genellikle bu suyu da kullanmazlar.

Pelüküler su, higroskopik suyun üzerinde bir zar gibi toplanmış ve sızma sularından meydana gelmiş olan sudur. Toprak yüzeyinden, yeraltı su tabakasına kadar her katlarda mevcut olup moleküler ve adhezyon kuvvetlerle toprak yüzeyinde tutulur. Normal basınç altındaki pelüküler su bitki tarafından çok kullanılır. Hatta bazı bitkilerin biricik su kaynağını teşkil eder.

Gravite su, yağışların artması ve sulamanın yapılması sonucu pelüküler suyun artması ile meydana gelir. Toprak içindeki boşlukları doldurup daneden daneye düşey doğrultuda, yerçekimi ve basıncın etkisiyle hareket eder. Devamlı hareket halinde olduğundan bitkiler bu sudan pek yararlanamamaktadır. Hatta bazı hallerde topraktaki O_2 azlığına ve CO_2 artışına neden olduğu için bitkiye çok zararlı hale gelir.

Kapiler su, yerçekiminin tersi yönünde hareket eden suya denir. Newton'un çekim kanununa göre hareket eden bu su toprak içinde askıda da kalabilir. Kapiler su, çoğu bitkilerin yegane su kaynağı olup bütün bitkiler tarafından kullanılan en önemli toprak suyudur.

Yeraltı suyu, toprağın tüm boşluklarını dolduran ve yerçekimi etkisiyle hareket edebilen ve duran suya yeraltı suyu denir. Toprağın içinde bulunduğu tabakaya akifer denir. Serbest yüzeyli ve basınç altında olan bu su bitkiler tarafından, kapiler suyun kaynağı olması nedeniyle kapiler su olarak kullanılır. Ayrıca yeraltı suyu sondajlarla yeryüzüne çıkarıldıktan sonra sulama yaparak bitkiye verilebilir. Yeraltı suları, çeşitli kalınlıklarda geçirimsiz toprak katları arasında sıkışık veya serbest yüzeyli olduğundan kat kalınlığına göre şu şekil sıralanabilir.

0-45 cm	Çok sığ yeraltı suyu
45-90 cm	Sığ yeraltı suyu
90-150 cm	Orta derinlikte yeraltı suyu
150-200 cm	Derin yeraltı suyu
> 200 cm	Çok derin yeraltı suyu

3.2.6.10. Toprak nem katsayıları

Higroskopik kapasite, toprakta bulunan maksimum higroskopik su miktarıdır.

Doyma kapasitesi, toprağın tüm boşluklarının su ile donması anında topraktaki

su miktarıdır.

Sürekli solma kapasitesi, bitkilerin sürekli soldukları zamanda topraktaki su miktarıdır. Topraktaki su miktarı, killi topraklarda toprak kalınlığının %10-30, kalıncı topraklarda %8-14 ve kumlu topraklarda %1-5 arasında değişen sürekli solma kapasitesinin altına düştüğünde bitkiler bir daha su verildiği halde de yaşamamak üzere solarlar.

Geçici solma zamanı, günün belli saatlerinde meydana gelen geçici solma, olumsuz durum ortadan kalkınca bitki, hayati faaliyetlerine geri döner.

Tarla kapasitesi, toprakta, bitki kök bölgesinde kapiler ve moleküler kuvvetler tarafından yerçekimine karşı tutulan maksimum su miktarıdır.

Faydalı tarla kapasitesi, toprakta bulunan ve higroskopik suyun dışında kalan su miktarına denir.

Maksimum faydalı depolama katsayıları, faydalı tarla kapasitesi ile bitki köklerinin nüfuz ettiği toprak derinliğinin çarpımıdır.

Topraktaki yerçekimi suyu, herhangi bir anda, toprakta, tarla kapasitesi üstündeki su miktarıdır.

3.2.7. Toprağın kimyasal özellikleri

Topraktaki suyun kontrol edilmesi, verimin artırılması amacıyla topraktaki organik ve mineral maddeleri, humus ve kil minerallerini, kation değişim kapasitesini, kireç ihtiyacını, toprak reaksiyonlarını, bitkiye zarar veren maddeleri ve demir miktarını tespit etmek için sulama açısından toprağın kimyasal özelliklerinin bilinmesi gerekir.

3.2.8. Toprakların sulama açısından sınıflandırılması

Bu ünitenin başından bu yana sıralanan toprak özelliklerine ilişkin bilgiler doğrultusunda, arazinin sulamaya hazırlanması için gerekli arazi tesfiyesi, drenaj, taşkın kontrolü, fazla tuzların yıkanması ve uygun çiftlik büyüklüğünün tespiti için toprakların sınıflandırılması gerekir. Toprak sınıflandırılması, toprak ıslah ve toplulaştırma, sulama yatırım ve işletme giderleri, yeni sulu tarım alanlarının sağlanması kısacası toprağı en iyi şekilde değerlendirilebilmesi için de çok önemlidir.

Toprağın sınıflandırılmasında ekonomik ve doğal faktörler etki eder.

Ekonomik faktörler;

Topraktan sağlanan ürün miktarı (bitki deseni, iklim şartları, toprağın özellikleri, su temininin ve drenaj durumu gibi faktörler etki etmektedir).

Sağlanan ürünün maliyeti (işçilik, gübre, malzeme, su ücreti v.s. gibi faktörler etki eder).

Arazinin geliştirilmesi (arazinin temizlenmesi, tesfiyesi, eğimin sağlanması, drenaj şebekesi teşkili, toplulaştırma v.b. faktörler etki eder).

Teknolojik imkanların kullanımı (ekonomik olarak arazinin ıslahı ve geliştirilmesi).

Doğal faktörler;

Toprak durumu (toprak yapısı, bünyesi, derinliği, tertip, kıvrım, renk, hava ve su içeriği, kireç miktarı, organik maddeler ve topraktaki canlı organizmalar ile drenaj kabiliyeti v.s.).

Topografik durum (arazi geliştirme ihtiyacı, sulamaya uygunluk, eğim ve engebe durumu, yetiştirilecek bitki yoğunluğu, tabii drenaj v.s.).

Drenaj durumu (yüzeysel ve yeraltı drenajı, yeraltı su seviyesi ve taşkınlar).

Bu faktörlerin etkisinde bulunan toprak sınıflandırılması, A.B.D'de toprakların tarıma elverişli olup olmadıkları ve doğal şartlar gözönünde tutularak şu şekilde yapılmaktadır.

1. Sınıf topraklar: Sulamaya çok elverişli ve normal tarla içi çalışmaları ile optimum verim sağlamaya uygun topraklardır.

2. Sınıf topraklar: Toprak cinsi, topografya ve drenaj yetersizliği bakımından sulamaya orta derecede elverişli topraklar olup arazi geliştirme ve işletme masrafı orta derecededir. Ekilecek bitki çeşidi, 1. sınıf topraklara nazaran daha azdır.

3. Sınıf topraklar: Doğal şartları tarıma, özellikle de sulu tarıma en az elverişli topraklar olup özel sulama metoduna, gübrelemeye ve toprak ıslahına ihtiyaç vardır. Sağlanan ürün çok sınırlıdır.

4. Sınıf topraklar: Bu tür toprakların ıslahı ekonomik değil ve yetişen bitki çeşidi de çok sınırlı olup ıslah edildiklerinde masrafını kurtarabilecek türde topraklardır.

5. Sınıf topraklar: Doğal durumları ile tarıma ve sulamaya elverişli olmayan, daha ayrıntılı ekonomik ve teknik araştırma ve çalışmalar sonucu tarıma kazandırılabilen topraklardır.

6. Sınıf topraklar: Tarıma ve sulamaya hiç elverişli olmadığı kabul edilen topraklardır.

3.3. Sulama Suyu

Bir su kaynağının, sulamaya uygun olup olmadığına karar verebilmek için özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Sulama suyunun hem toprak üzerinde hem de bitki üzerinde etkili olduğundan hem toprağın hem de bitkinin zarar görmeyeceği suların sulama suyu olarak kullanılması gerekir.

3.3.1. Sulama suyunu tanımanın yararları

Sulama suyundaki organik ve inorganik maddelerin türünün, toprak ve bitki üzerindeki olumlu veya olumsuz etkilerinin ve miktarının bilinmesi,

1. Bitki paterninin seçimi
2. Sulama ve drenaj sisteminin projelendirilmesi
3. Sulama suyunun bitki kök bölgesine veriliş metodunun tespiti
4. Bitki deseninin seçimi
5. Gübre tayinini
6. Sulama aralıklarının tespiti
7. Toprağın işleme şeklinin seçimi

8. Topraktaki organik ve inorganik maddelerle sudaki organik ve inorganik maddelerin birbiri ile uyumlu olup olmadığının saptanması açısından çok önemli ve gereklidir.

3.3.2. Sulama suyunun sınıflandırılması

Sulama suyunun sınıflandırılmasında, toplam konsantrasyon, sodyum adsorbsiyon oranı, sodyum yüzdesi, klor yüzdesi, bikarbonatlar, bor konsantrasyonu, demir miktarı, askı madde miktarı, suyun P.H. değerleri, suyun sıcaklığı ve elektrik iletkenliği esas alınır. Bunlardan sınıflandırmaya temel teşkil eden en önemli kriterler suyun sodyum adsorbsiyon oranı ile elektrik iletkenliğidir. Diğer kriterler, bölge iklim ve toprak özellikleri ile bitki türüne göre önem kazanırlar.

Sulama suyunun sınıflandırılması aşağıdaki şekil ve tabloda gösterilmiştir (Şekil 3.3 ve Tablo 3.6).

Buna göre, elektrik iletkenliği açısından sular dört kısma ayrılır:

3.3.2.1. Az tuzlu sular (T1)

Bu tür suların kullanımı sonucu çok az bitki ve toprak çeşidinde zarar meydana getirme olasılığı mevcuttur. Hemen hemen tüm bitkiler için ve her çeşit toprakta kullanılabilir.

3.3.2.2. Orta tuzlu sular (T2)

Orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin sulamasında hiçbir önlem alınmaksızın kullanılabilir. Tuza dayanıklı olmayan bitki ve topraklar için kullanılması gerektiği takdirde toprağın orta derece yıkamaya elverişli olması gerekir.

3.3.2.3. Yüksek tuzlu sular (T3)

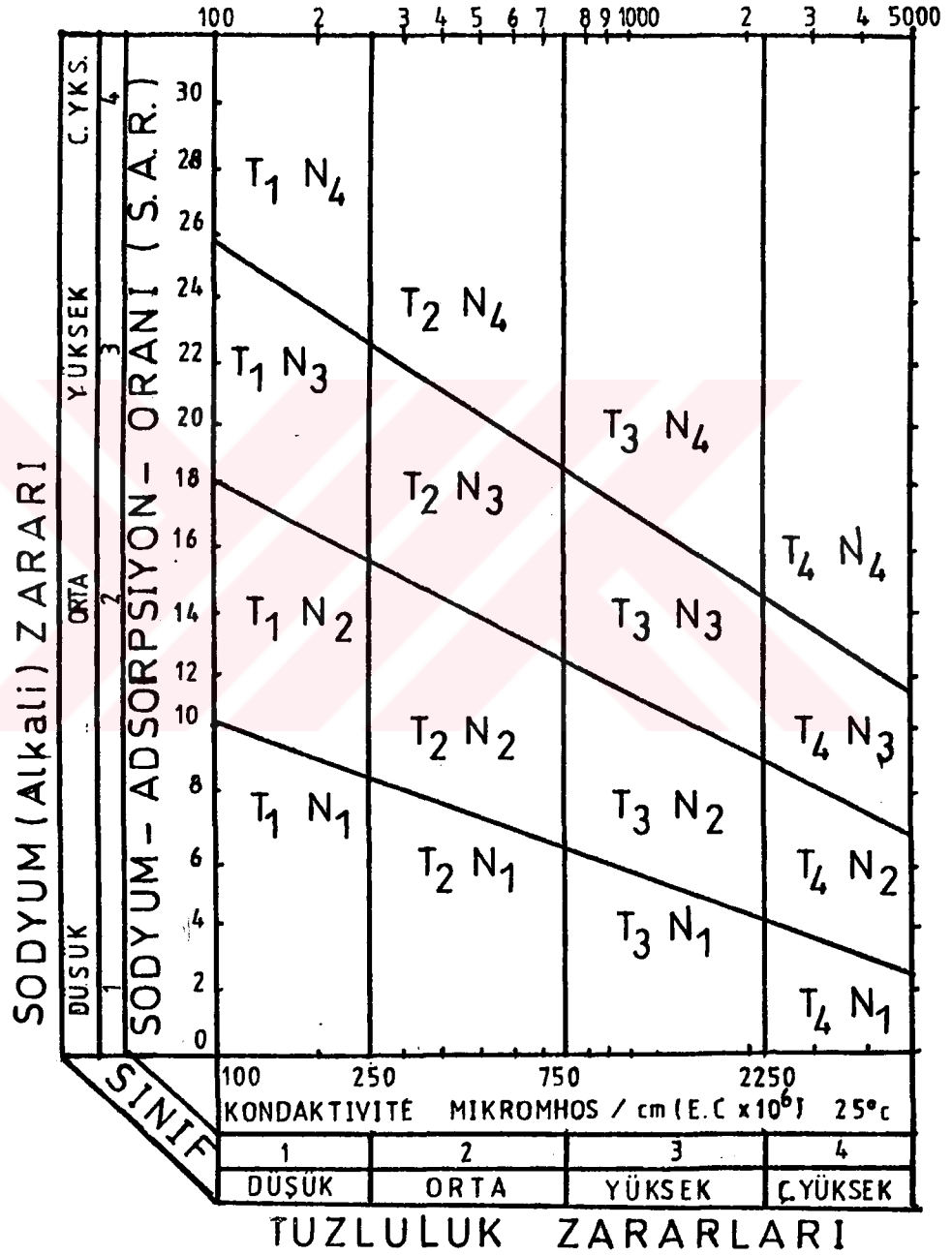
Tuza dayanıksız veya orta derece dayanıklı bitkiler için kullanılmamalıdır. Tuza orta derece dayanıklı bitkiler için de sık sık tuzluluk kontrolü yapmak ve toprağın yıkanması şartıyla kullanılabilir. Tuza çok dayanıklı bitkilerin sulamasında herhangi bir özel tedbir alınmasına ihtiyaç olmamakla birlikte toprağın yıkamaya çok elverişli olması ve bu suyun dikkatli kullanılması gerekir.

Sulama suları sodyum adsorbsiyon oranına göre de dört kısma ayrılır.

3.3.2.4. Az sodyumlu sular (N1)

Sodyum oranında herhangi bir değişme olasılığı yoksa tüm bitkilerin sulamasında ve her türlü toprakta kullanılabilir.

3.3.2.5. Orta sodyumlu sular (N2)



Şekil 3.3. Sulama Sularının Sınıflandırılmasına İlişkin Diyagram

Tablo 3.6. Sulama Suyunun Sınıflandırılması

I	II		III	IV	V			VI
	Toplam Konsantrasyon				Bor Konsantrasyonu (P.P.M.)			
Sulama Suyunun Kalitesi	Elekt. İletk. (E.C.) (Mikromhos/cm)	Sulama suyunun isimlendirilmesi	Sodyum adsorbsiyon oranı (%) ve sulama suyunun isimlendirilmesi	Na %	Hassas Bitkiler	Yarı daya nıklı bitkiler	Dayanıklı Bitkiler	Klor yada Sülfat Konsantrasyonu (P.P.M.)
İyi	100-250	Az tuzlu su	(10) az Na'lu su	20	0.33	0.67	0.1	0.14
Orta	250-750	Orta tuzlu su	(10-18) Na'lu su	20-40	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00	0.11-0.25
Kötü	750-2250	Fazla tuzlu su	(18-26) yüksek Na'lu su	40-60	1.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00	0.25-0.45
Çok kötü	2250-4000	Çok fazla tuzlu su	(26-31) çok yüksek Na'lu su	60-80	1.00-1.25	2.00-2.50	3.00-3.75	0.45-0.7
Kullanılamaz	4000	Aşırı derecede tuzlu su	(>31) aşırı derecede Na'lu su	80	1.25	1.25	3.75	0.7

Jips bulunmadığı ve yıkama imkanlarının sınırlı olduğu durumlarda, özellikle ince yapılı topraklarda önemli zararlar meydana getirebildiği için geçirimli, kaba yapılı ve organik topraklarda kullanılması daha uygundur.

3.3.2.6. Yüksek sodyumlu sular (N3)

Bu tür sular birçok toprakta bitkilere zarar verecek derecede değişebilen sodyum meydana getirir. Özel bir toprak kullanım ve işleme metoduna ihtiyaç olup jips içeren topraklarda fazla zararlı değildir. Kullanılabilmesi için toprağın tahliye ve yıkama imkanı olmalıdır.

3.3.2.7. Çok yüksek sodyumlu sular (N4)

Genel anlamda sulama için uygun değildir. Jips ve diğer kimyevi ıslahlar ekonomik olarak yapılabilecekse veya kalsiyumun bulunduğu yerlerde sulama suyu olarak kullanılabilir.

3.4. İnsan faktörü

İnsan faktörü, kendini birkaç şekilde gösterebilmektedir.

Herşeyden önce sulama sistem ve tesislerinin birer insan ürünü olduğu apaçıktır. Diğer yandan sulama sisteminin işletmesini sağlayan da insan unsurudur. İnsan, bitkilere, gerek hayvanları, gerek barınakları ve gerekse kendi besinleri için ihtiyaç hissetmektedir. Hangi besine ve buna bağlı olarak hangi bitkiye ihtiyacı olduğunu saptayanda yine insanoğludur.

Görülüyor ki sulamanın en belirleyici öğelerinden biri de insan faktörüdür.

4. SULAMA SUYU İHTİYACI

4.1. Bitki Su Ve Bitki Sulama Suyu İhtiyacına Etki Eden Faktörler

Gerek bitki su ve gerekse bitki sulama suyu ihtiyacını birçok faktörler etki etmektedir. O halde bitki su ve bitki sulama suyu ihtiyacını tespit etmek için bu faktörlere bağlı katsayılarının da tespit edilmesi ve ifade de gözönünde tutulması gerekir.

Bitki su ve bitki sulama suyu ihtiyacına etki eden faktörleri şu şekilde sıralamak mümkündür.

1. Bölgenin iklim şartları; nem, sıcaklık, güneş ışınları, yağışlar, rüzgar ve hava basıncı.
2. Bölgenin coğrafi ve topografik şartları; enlem derecesi, rakım, arazinin engebe durumu.
3. Bölgenin toprak özellikleri; toprağın yapısı, bünyesi ve türü, tuz içeriği, gübreleme derecesi, toprağın geçirgenlik ve derinliği, yeraltı su seviyesi ve drenaj şartları.
4. Bitki türü, cinsi, bitkinin büyüme mevsiminin uzunluğu, bitkinin buharlaşma yüzeyi, bitki kök derinliği, yapısı ve şekli.
5. Su kaynağı; suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mineral içeriği.
6. Sulama sistemi; sulama tesisleri, suyun çiftliğe ve bitki kök derinliğine verilmiş metodları, depolama ve iletim tesislerinin durumu.
7. Drenaj ihtiyacı.

4.2. Bitki Su İhtiyacının Tespitinde Kullanılan Metodlar

4.2.1. Blaney-Criddle metodu

Bu metod, daha çok sulama projelerinde esas alınacak debiler ile sulama için barajlarda biriktirilecek suyun hesabında çok iyi sonuçlar vermiştir.

U = Aylık bitki su ihtiyacı (mm/ay)

K = Aylık bitki su ihtiyacı katsayısı

f = Aylık bitki su ihtiyacı faktörü

t = Aylık ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

P = Aydınlatma oranı (aylık gündüz saatleri toplamının yıllık gündüz saatleri toplamına oranının 100 katı) (Tablo 4.1).

K_c = Bitki cinsine bağlı olarak deneme sonuçlarına göre elde edilmiş ve bitki K_c değeri tablolarından alınan bir katsayıdır.

K_t = Sıcaklığa bağlı aylık bitki su ihtiyacı katsayısı

olduğuna göre

$$U = K \times f$$

$$f = (45.7 \times t + 813) \times P / 100$$

$$K = K_t \times K_c$$

$$K_t = 0.031 \times t + 0.24 \text{ 'dır.}$$

4.2.2. Thornwhite metodu

Bu metod, daha çok iklim faktörlerini esas alan bir methodur.

U = Aylık bitki su ihtiyacı (mm/ay)

G = Aylık güneşleme faktörü (aylık gündüz saatleri toplamının yıllık gündüz saatleri ortalamasına oranıdır) (Tablo 4.2).

t = Aylık ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

I = Yıllık ısı indisi

i = Aylık ısı indisi olduğuna göre sırasıyla;

$$a = 0.0675 \times 10^{-5} \times I^3 - 7.71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1792.1 \times 10^{-5} \times I + 0.49239$$

$$i = (t / 5)^{1.514}$$

$$I =$$

$$U = 1.6 \times G \times (10 \times t / I)^a$$

4.2.3. Turch metodu

Tablo 4.1. P Aydınlatma Oranları

Kuzey Enlem	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dereceleri												
24°	7.58	7.17	8.40	8.60	9.30	9.35	9.41	9.05	8.31	8.09	7.43	7.36
26°	7.49	7.12	8.40	8.64	9.38	9.40	9.49	9.10	8.31	8.06	7.36	7.35
28°	7.40	7.07	8.99	8.68	9.46	9.51	9.58	9.16	8.32	8.02	7.27	7.27
30°	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.59	9.67	9.22	8.34	7.79	7.19	7.14
32°	7.20	6.97	8.37	8.75	9.63	9.70	9.77	9.28	8.34	7.93	7.11	7.05
34°	7.10	6.91	8.36	8.80	9.72	9.76	9.88	9.33	8.36	7.90	7.02	6.92
36°	6.99	6.86	8.35	8.85	9.81	9.83	9.99	9.40	8.36	7.85	6.92	6.79
38°	6.87	6.79	8.34	8.90	9.92	9.95	10.10	9.47	8.38	7.80	9.82	6.66
40°	6.73	6.73	8.30	8.92	9.99	10.08	10.24	9.56	8.41	7.78	6.73	6.53
42°	6.60	6.66	8.28	8.97	10.10	10.21	10.37	9.64	8.42	7.73	6.63	6.39
44°	6.45	6.59	8.25	9.04	10.22	10.38	10.50	9.73	8.43	7.67	6.51	6.23

Tablo 4.2: G Aylık güneşleme faktörü

Kuzey Enlem Derecesi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0°	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5°	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.02	0.98	1.02
10°	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
15°	0.97	0.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	0.95	0.97
20°	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94
25°	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91
26°	0.92	0.88	1.03	1.06	1.15	1.15	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91
27°	0.92	0.88	1.03	1.07	1.16	1.15	1.18	1.13	1.02	0.99	0.90	0.90
28°	0.91	0.88	1.03	1.07	1.16	1.16	1.18	1.13	1.02	0.98	0.90	0.90
29°	0.91	0.87	1.03	1.07	1.17	1.16	1.19	1.13	1.03	0.98	0.90	0.89
30°	0.90	0.87	1.03	1.07	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
31°	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.18	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
32°	0.89	0.86	1.03	1.08	1.19	1.19	1.21	1.15	1.03	0.98	0.88	0.87
33°	0.88	0.86	1.03	1.09	1.19	1.20	1.22	1.15	1.03	0.97	0.88	0.86
34°	0.88	0.85	1.04	1.07	1.20	1.20	1.22	1.16	1.03	0.97	0.87	0.86
35°	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
36°	0.87	0.85	1.03	1.10	1.21	1.22	1.24	1.16	1.03	0.97	0.86	0.84
37°	0.86	0.84	1.03	1.10	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	0.97	0.85	0.83
38°	0.85	0.84	1.03	1.10	1.23	1.24	1.25	1.17	1.04	0.96	0.84	0.83
39°	0.85	0.84	1.03	1.11	1.23	1.24	1.26	1.18	1.04	0.96	0.84	0.82
40°	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
41°	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.95	0.82	0.80
42°	0.82	0.83	1.03	1.12	1.25	1.27	1.28	1.19	1.04	0.95	0.82	0.79
43°	0.81	0.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.29	1.20	1.04	0.95	0.81	0.77
44°	0.81	0.82	1.02	1.13	1.27	1.29	1.30	1.20	1.04	0.95	0.80	0.76
45°	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
46°	0.79	0.81	1.02	1.13	1.29	1.31	1.32	1.22	1.04	0.94	0.79	0.74
47°	0.77	0.80	1.02	1.14	1.30	1.32	1.33	1.22	1.04	0.93	0.78	0.73
48°	0.76	0.80	1.02	1.14	1.31	1.33	1.34	1.23	1.05	0.93	0.77	0.72
49°	0.75	0.79	1.02	1.14	1.32	1.34	1.35	1.24	1.05	0.93	0.76	0.71
50°	0.74	0.78	1.02	1.15	1.32	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70

Fransa'da 30 yılı aşkın kullanılan bir metod olup aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$U = (I+50) \times 0.40 \times t / (t+15)$$

$$I = I_A \times (0.18 + 0.62 \times h/N)$$

U = Aylık bitki su ihtiyacı (mm/ay)

I = Satha intikal eden aylık ortalama güneş radyasyonu (cal/cm²/gün)

t = Aylık ortalama sıcaklık (°C)

I_A = Atmosfer dışına intikal eden radyasyon değeri (cal/cm²/gün) (Tablo 4.3).

h = Aylık ortalama güneşleme müddeti (saat/ay) (Tablo 4.4).

Şubat ayı için U formülündeki 0.40 değeri 0.37 şeklinde alınır.

4.2.4. Perman metodu

İngiltere'de Perman tarafından formülize edilmiş olup oldukça meteorolojik detayları olan bir methodur. Değişik yüzeyler için buharlaşma değerlerinin tespitine imkan veren bu methodta değişik her yüzey için yüzey yansıtma katsayısı olan Albedo değerleri değiştirilerek formülde kullanılır.

U = Aylık evapotransprasyon (mm)

$$H = R_c - R_B$$

R_c = Güneşten buharlaşma yüzeyine gelen ısı enerjisi birimi (mm/sn/gün)

$$R_c = (1-r) \times R_A \times (0.18 + 0.55 \times n/N)$$

$$R_B = \delta \times T_a^4 \times (0.56 - 0.09 \times e_d) \times (0.1 + 0.9 \times n/N)$$

$$E = 0.27 \times U_2 \times (e_a - e_d)$$

Δ/γ = Psikometrik sabitler ile su buharı basıncının sıcaklığa bağlı bağıntısından meydana getirilen bir orandır. Abaklardan elde edilir (Şekil 4.1).

r = Buharlaşma yüzeyi yansıtma katsayısıdır. Albedo değeri tablolarından alınır (Tablo 4.5).

n = Rasat edilen güneşleme müddeti. Birimi saat/gün olup her ay için meteorolojik bültenlerden alınır. N = astronomik güneşleme süresi (saat/gün) tablolardan alınan

Tablo 4.3: Güneşten atmosfer dışına intikal eden radyasyon IA Cal/cm²/gün

Kuzey Enlem Derecesi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0°	858	888	890	862	816	790	804	833	875	880	860	842
2°	839	875	887	869	830	807	819	843	875	870	842	821
4°	819	862	884	876	844	824	834	853	874	860	824	800
6°	799	849	881	882	858	841	849	862	874	850	805	779
8°	779	835	877	888	872	857	864	871	873	840	786	757
10°	758	821	873	894	885	873	879	880	872	830	767	735
12°	736	804	866	896	894	886	890	885	867	815	645	710
14°	713	786	858	898	903	898	900	890	861	800	623	685
16°	690	758	850	900	912	910	910	894	855	785	601	660
18°	666	750	842	901	921	922	920	890	849	770	579	635
20°	642	732	834	902	930	934	930	902	843	755	656	610
22°	616	711	820	898	984	942	935	900	832	736	631	581
24°	589	690	806	894	938	950	940	898	821	717	606	553
26°	562	668	792	890	942	958	945	896	810	698	580	525
28°	537	646	778	885	946	965	950	894	799	678	554	497
30°	508	624	764	880	950	972	955	891	798	658	528	469
32°	480	599	746	871	949	975	956	885	773	634	501	439
34°	451	573	728	862	853	743	833	820	806	792	778	764
36°	422	547	710	853	943	981	957	872	742	586	446	381
38°	393	521	692	743	946	983	958	865	726	561	418	352
40°	384	495	673	833	944	985	958	858	710	536	390	323
42°	335	468	651	820	940	985	954	847	690	510	362	294
44°	306	441	629	806	935	984	950	836	670	484	333	265
46°	278	414	607	792	930	984	946	824	649	458	304	236
48°	250	287	585	778	925	983	942	812	628	431	275	208
50°	222	360	562	764	920	983	938	800	607	404	246	180

Tablo 4.4: Aylık Astronomik Güneşleme Müddeti N Saat / Ay.

Kuzey Enlem Derecesi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0°	375	342	376	363	375	363	375	375	363	375	363	375
2°	372	341	376	364	378	366	378	377	363	374	361	372
4°	369	339	374	366	381	369	381	379	364	379	359	369
6°	366	337	374	367	384	373	384	381	364	372	357	365
8°	363	335	374	369	387	377	387	383	365	370	354	361
10°	360	333	374	370	390	381	391	386	365	369	351	357
12°	357	331	374	371	393	384	394	388	366	368	348	354
14°	354	330	374	373	396	388	398	390	366	367	345	350
16°	351	328	373	374	399	392	402	392	367	366	342	346
18°	348	327	375	376	402	396	406	394	367	364	339	342
20°	344	326	373	378	406	400	410	397	368	363	336	338
22°	340	323	373	379	410	408	413	399	368	361	333	334
24°	336	321	373	381	418	412	417	402	369	360	330	330
26°	332	319	372	384	412	417	421	404	369	359	327	326
28°	328	316	372	385	421	417	425	407	370	357	324	322
30°	324	313	372	387	425	422	429	410	371	355	320	317
32°	320	311	372	389	429	427	434	413	371	354	316	312
34°	316	309	372	391	433	432	439	416	372	352	312	307
36°	311	307	371	393	437	437	444	419	373	350	308	302
38°	306	304	371	395	441	443	449	422	373	348	304	297
40°	301	301	371	398	446	449	455	426	374	346	300	291
42°	294	290	370	401	452	457	462	429	375	344	295	283
44°	287	295	370	404	458	465	469	434	376	342	290	276
46°	280	292	370	407	465	473	476	439	377	340	284	269
48°	273	288	369	410	472	481	484	444	378	337	278	261
50°	266	284	369	413	479	490	492	494	379	334	272	253

değerlerin ayın gün sayısına bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.4).

R_A = Atmosferin üst tarafına gelmiş olan güneş ışınları enerjisidir (mm/sn/gün). Grafiklerden enlem derecesine göre tespit edilir (Şekil 4.2).

= Boltaman sabitesi ile mutlak sıcaklık birleşimidir. Grafiklerden (Şekil 4.3) aylık suhunetlere göre tespit edilir (mm.sn/gün).

e_d = Çimlenme noktasındaki doymuş buhar basıncı olup $e_a \times R_H$ değerine eşittir.

e_a = Muayyen suhunette havanın doygun hale gelmesi halinde su buharı basıncı birimi mm/Hg, aylık sıcaklık derecesine göre tablolarda alınır (Tablo 4.6).

R_H = Havanın nisbi nemidir. Meteorolojik kaynaklardan sağlanır.

U_2 = Buharlaşma yüzeyinden iki metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızıdır. Meteorolojik kaynaklardan sağlanır.

Tablo 4.5: r Albedo değerleri

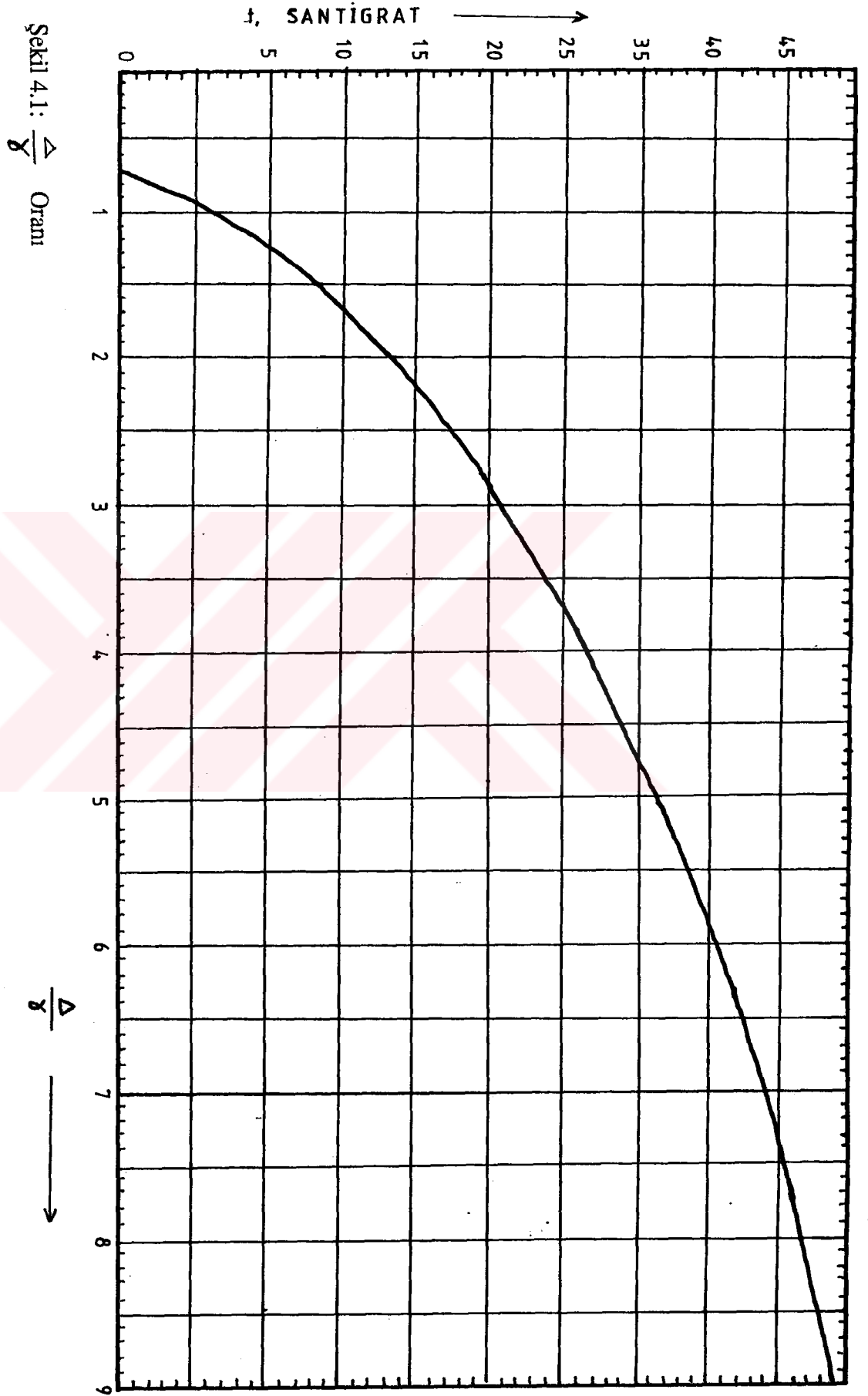
Buharlaşma yüzeyi türü	r Albedo değeri
Tarım arazisi	0.25
Çeltik arazisi	0.10
Sık orman arazisi	0.08
Serbest su yüzeyi	0.05
Adi kumlu yüzeyler	0.30
Parlak ince kumlu yüzey	0.37
Eski kar yüzeyleri	0.42 - 0.70
Yeni kar yüzeyleri	0.81 - 0.89

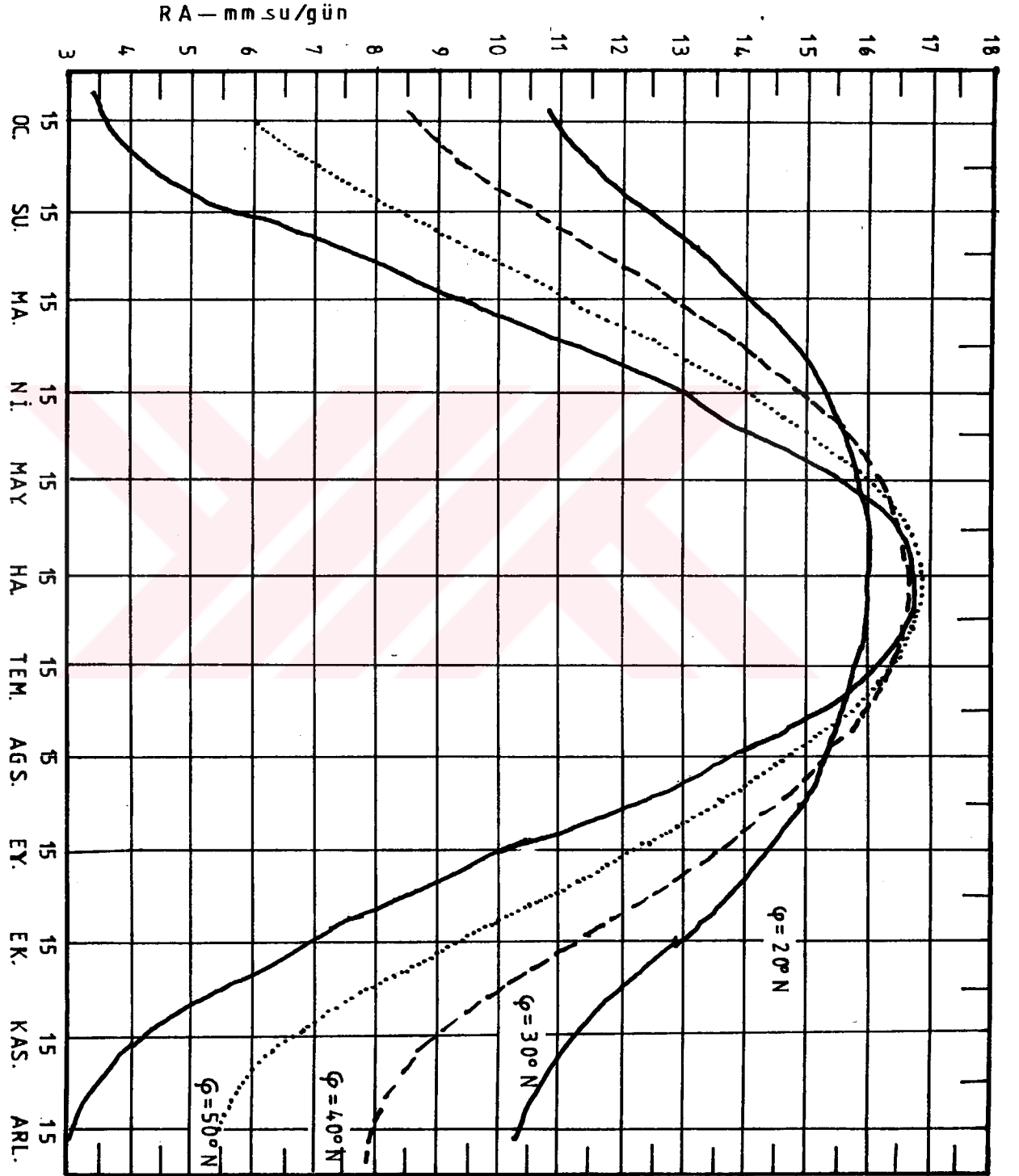
Görüldüğü üzere anılan bu dört metoddan sadece Blaney-Criddle metodunda, bitki su ihtiyacı katsayısı kullanılmıştır. Bitki su ihtiyacı katsayısı bitki türlerine göre değişir. Aynı zamanda bu metod, tarla denemeleri ile geliştirilmiş olmasından ötürü daha gerçekçidir. Bunun yanında ifadede toprak örtüsüne bağlı herhangi bir katsayı (Perman metodundaki albedo değerleri gibi) kullanılmamıştır.

Dikkati çeken diğer bir yön ise, hiç bir metodun ifadesinde toprak türüne bağlı bir katsayının kullanılmamış olmasıdır. Toprak türüne bağlı olan su kayıpları genel sulama kayıplarında ele alınmıştır. Toprak özelliklerine göre meydana gelen extra su

Tablo 4.6: Aylık Sıcaklık Derecesine Göre e_a Değerleri

t °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-10	2.15									
-9	2.32	2.30	2.29	2.27	2.26	2.24	2.22	2.21	2.19	2.17
-8	2.51	2.49	2.47	2.45	2.43	2.41	2.40	2.38	2.36	2.34
-7	2.71	2.69	2.67	2.65	2.63	2.61	2.59	2.57	2.55	2.53
-6	2.93	2.91	2.89	2.86	2.84	2.82	2.80	2.77	2.75	2.73
-5	3.16	3.14	3.11	3.09	3.06	3.04	3.01	2.99	2.97	2.95
-4	3.41	3.39	3.37	3.34	3.32	3.29	3.27	3.24	3.22	3.18
-3	3.67	3.64	3.62	3.59	3.57	3.54	3.52	3.49	3.46	3.44
-2	3.97	3.94	3.91	3.88	3.85	3.82	3.79	3.76	3.73	3.70
-1	4.26	4.23	4.20	4.17	4.14	4.11	4.08	4.05	4.03	4.00
-0	4.58	4.55	4.52	4.49	4.46	4.43	4.40	4.36	4.33	4.29
0	4.58	4.62	4.65	4.69	4.71	4.75	4.78	4.82	4.86	4.89
1	4.92	4.96	5.00	5.03	5.07	5.11	5.14	5.18	5.21	5.25
2	5.29	5.33	5.37	5.40	5.44	5.48	5.53	5.57	5.60	5.64
3	5.68	5.72	5.76	5.80	5.84	5.89	5.93	5.97	6.01	6.06
4	6.10	6.14	6.18	6.23	6.27	6.31	6.36	6.40	6.45	6.49
5	6.54	6.58	6.62	6.68	6.72	6.77	6.82	6.86	6.91	6.96
6	7.01	7.06	7.11	7.16	7.20	7.25	7.31	7.36	7.41	7.46
7	7.51	7.56	7.61	7.67	7.72	7.77	7.82	7.88	7.93	7.98
8	8.04	8.10	8.15	8.21	8.26	8.32	8.37	8.43	8.48	8.54
9	8.61	8.67	8.73	8.78	8.84	8.90	8.96	9.02	9.08	9.14
10	9.20	9.26	9.33	9.39	9.46	9.52	9.58	9.65	9.71	9.77
11	9.84	9.90	9.97	10.03	10.10	10.17	10.24	10.31	10.38	10.45
12	10.52	10.58	10.66	10.72	10.79	10.86	10.93	11.00	11.08	11.15
13	11.23	11.30	11.38	11.45	11.53	11.60	11.68	11.76	11.83	11.91
14	11.98	12.06	12.14	12.22	12.30	12.38	12.46	12.54	12.62	12.70
15	12.78	12.86	12.95	13.03	13.11	13.20	13.28	13.37	13.45	13.54
16	13.63	13.71	13.80	13.90	13.99	14.08	14.17	14.26	14.35	14.44
17	14.53	14.62	14.71	14.80	14.90	14.99	15.09	15.17	15.27	15.38
18	15.46	15.56	15.66	15.76	15.86	15.96	16.06	16.16	16.26	16.36
19	16.46	16.57	16.68	16.79	16.90	17.00	17.10	17.21	17.32	17.43
20	17.53	17.64	17.75	17.86	17.97	18.08	18.20	18.31	18.43	18.54
21	18.65	18.77	18.88	19.00	19.11	19.23	19.35	19.46	19.58	19.70
22	19.82	19.94	20.05	20.19	20.31	20.43	20.58	20.69	20.80	20.93
23	21.05	21.19	21.32	21.45	21.58	21.71	21.84	21.97	22.10	22.23
24	22.37	22.50	22.63	22.76	22.91	23.05	23.19	23.31	23.45	23.60
25	23.75	23.90	24.03	24.20	24.35	24.49	24.64	24.79	24.94	25.08
26	25.31	25.45	25.60	25.74	25.89	26.03	26.18	26.32	26.46	26.60
27	26.74	26.96	27.05	27.21	27.37	27.53	27.69	27.85	28.00	28.16
28	28.32	28.49	28.66	28.83	29.00	29.17	29.34	29.51	29.69	29.85
29	30.03	30.20	30.38	30.56	30.74	30.92	31.10	31.28	31.46	31.64
30	31.32	32.00	32.19	32.38	32.57	32.76	32.95	33.14	33.33	33.52





Şekil 4.2: Atmosferin Üstündeki Günlük Güneş Radyasyonu



ihtiyaçları da bitki su ihtiyacı tesbit metodlarının ifadesinde yer alması daha gerçekçi sonuçlara varma açısından çok önemlidir. Yapı, bünye ve su muhtevası açısından farklı toprak ortamlarında yetişen bitkilerin terleme yüzeyleri de farklı olur. Örneğin Dicle Nehri kumsalında yetişen karpuzların bitki yaprakları, susuz ortamda yetişen karpuzların bitki yapraklarına nazaran çok büyüktür. Bu yüzden bu karpuzların bitki su ihtiyacı ve buna bağlı olarak sulama suyu ihtiyaçları da daha fazladır.

Ayrıca günümüzde kullanılan ilaçlama, gübreleme ve hormon tatbikatı da bitki türün, yaprak ve gövdeleri dolayısıyla su ihtiyaçları üzerinde etkili rol oynamaktadır.

Görülüyor ki farklı topraklarda yetişen veya farklı gübreleme, ilaçlama ve hormon tatbikatı uygulanan aynı tür bitkilerin su ihtiyaçları farklı olabilmektedir. Ohalde bitki su ihtiyacının tesbiti için kullanılan metodların bu yönden tekrar gözden geçirilmesi gerektiği apaçıktır.

4.3. Sulama Kayıpları

Su kaybı, doğal su kaynağından itibaren başlar ve sulama sisteminin tüm aşamalarında devam eder. Buharlaşma su kayıplarının en önemlilerinden olup sulama sisteminin tüm aşamalarında kendini göstermektedir.

Genel olarak sulama açısından su kayıplarını şu şekilde sıralamak mümkündür.

1. Buharlaşma: Sulama sisteminin tüm aşamasında kendini gösterdiği için sulama tesislerinin boyutlandırılmasında çok etkili olup sulama suyu ihtiyacının belirlenmesinde de önemle göz önünde tutulması gerekir.

2. Sızmalar: Tüm su hazneleri, nehir yatakları, kaplamalı ve kaplamasız kanallar ve sulama alanlarında kendini gösterir. Bu yüzden bu tür sulama tesisleri ile sulama dozu, sulama aralıkları ve sulama metodları üzerinde etkili rol oynamaktadır. Bunun yanında drenaj sisteminin teşkilinde de gözönünde tutulmalıdır.

3. Yüzeysel akış: Özellikle engebeli sulama alanlarında, yanlış sürüm ve hatalı sulama, su yataklarındaki fazla eğim ve benzeri nedenlerin meydana getirdiği yüzeysel akışın sulama doz ve aralıklarıyla sulama metodu, sulama suyu ihtiyacı ve drenaj tesisleri üzerinde etkili olmaktadır.

4. Sulama tesislerinde meydana gelen kayıplar: Sulama sisteminin tüm aşamalarındaki; su alma yapılarında kapak ve prizlerdeki kayıplar da sulama suyu ih-

tiyacı üzerinde ve sistemin boyutlandırılmasında etkili rol oynamaktadır.

5. Sulama tesislerinin teknik arızaları ve hatalı kullanımları ile sınır aşan sular üzerindeki uluslararası haklar da sulama kayıplarına neden oldukları için, sulama tesislerinin projelendirilmesinde ve sulama suyu ihtiyacının belirlenmesinde gözönünde tutulmalıdır.

4.3.1. Randımanlar

Anılan su kayıpları nedenlerinin ışığında şu tanımlamalar yapılabilir:

4.3.1.1. Çiftlik sulama suyu

Çiftçinin sulama dağıtım sisteminden, tarla sulamalarında kullanmak üzere aldığı su miktarına çiftlik sulama suyu denir(U_T).

Çiftçinin aldığı sulama suyunda meydana gelen yüzeysel akış ve derine sızma şeklindeki kayıplar (yüzde cinsinden P_T)da mevcuttur. Kaybolan bu suyun mutlaka bitki sulama suyu ihtiyacı (U_s) na eklenmesi gerekir.

4.3.1.2. Çiftlik sulama randımanı (E_T)

Bitki sulama suyu ihtiyacının çiftlik sulama suyuna oranıdır.

4.3.1.3. Tarla sulama randımanı

Eğer su, sistemden direkt tarlaya verilmiş ise tarla içi kayıplar sözkonusu olmayacak ve E_T değeri tarla sulama randımanı olacaktır.

4.3.1.4. Diversiyon sulama suyu ihtiyacı (U_k)

Çiftçinin sulama suyu olarak kaynaktan aldığı su miktarıdır.

Kanallardaki tüm kayıpların (yüzde cinsinden P_k) diversiyon sulama suyuna ilave edilmesi gerekir. O halde

$$U_k = U_T + U_k \times P_k \text{ olur.}$$

4.3.1.5. Su taşıma randımanı (E_k)

Çiftlik sulama suyu ihtiyacının diversiyon sulama suyu ihtiyacına oranına su taşıma randımanı denir.

$$E_k = U_T / E_k$$

4.3.1.6. Toplam sulama randımanı (E)

Bitki tarafından kullanılan su miktarının kaynaktan alınan su miktarına oranıdır.

$$E = E_T \times E_k$$

4.3.1.7. Etkili yağış değeri

Yağışın, toprak tarafından tutulabilen kısmına etkili yağış değeri denir. Daima gerçek yağıştan küçüktür (Şekil 4.4).

4.3.1.8. Kıştan artan nem (KAN)

Bitkilerin büyüme mevsimi başlangıcında kış aylarından kalma topraktaki bitki tarafından kullanılabilir nem miktarıdır.

4.3.1.9. Bitki deseni (Bitki paterni)

Sulama sisteminin belli bir periyodunu tamamladıktan sonra mevcut bitki çeşit ve dağılışı oranına bitki deseni veya bitki paterni denir. Başka bir ifadeyle bitkinin sulama alanında kapladığı alanın tüm sulama alanına oranıdır.

4.3.1.10. Sulama modülü

Bir hektarlık sulama alanındaki bitkilerin ihtiyacı olan aylık sulama suyu ihtiyacını karşılayan ve bir ay süresince aktığı kabul edilen su debisidir. Sulama modülünde diversiyon sulama suyu ihtiyacı esas alınır.

4.3.1.11. Çiftlik sulama modülü

Bir ay süre ile aktığı kabul edilen sulama suyu ihtiyacı, çiftlik sulama suyu ihtiyacı ise söz konusu modül çiftlik sulama modülüdür.

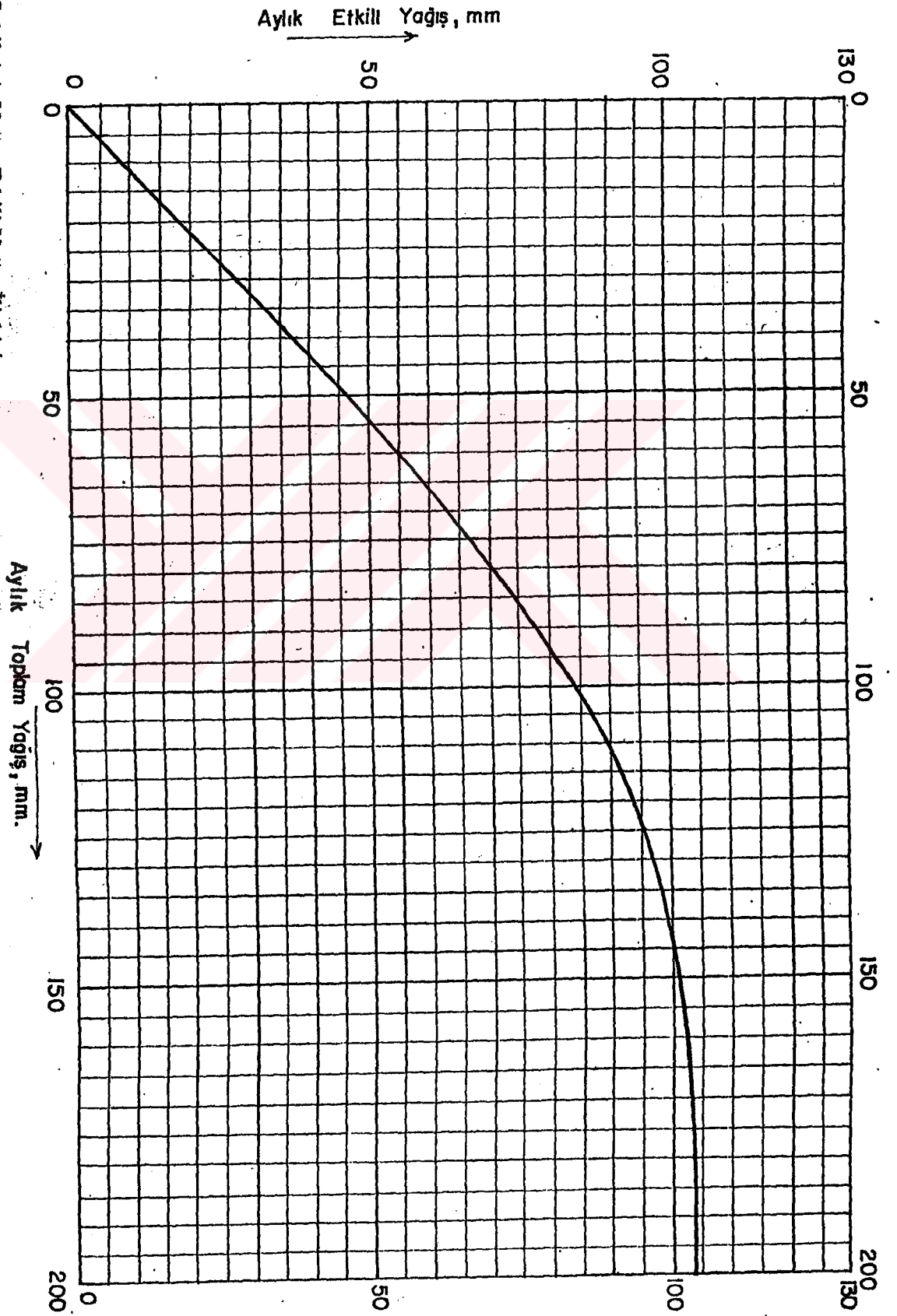
4.4. Bitki Sulama Suyu İhtiyacı:

Konunun başında da belirtildiği üzere bitki su ihtiyacı ile bitki sulama suyu ihtiyacı birbirinden farklıdır.

Bitki su ihtiyacı, bitkilerin terleme, buharlaşma, doku ve hücrelerine kısacası bünyesine almak suretiyle kullandığı su miktarı olup bunun bir kısmını KAN'dan, bir kısmını etkili yağıştan (r_e) ve eksik kalan kısmını ise sulama suyundan karşılamaktadır. O halde bitki sulama suyu ihtiyacına U_s ve bitki suyu ihtiyacına da U dersek

$$U_s = U - (r_e + KAN) \text{ olacaktır.}$$

Şekil 4.4: Yağış-Etkili Yağış İlişkisi



5. SULAMA SİSTEMLERİ

Daha önce belirtildiği üzere sulama sistemi denilince sulama suyunun, doğal su kaynağından alınıp bitki kök bölgesine verilinceye kadar uygulanan tekniklerin tümü kastedilmektedir. Bu tanım ışığında sulama sisteminin bir şemasından söz edilmiştir (Şekil 2.1).

Söz konusu tanım ve şemaya göre sulama sistemleri, altı ana aşama çerçevesinde değerlendirilmiştir.

5.1. Sulama Sistemlerinin I. Aşaması

(Doğal Su Kaynağının Düzenlenmesi)

5.1.1. Doğal su kaynağı

Doğal su kaynağını yağışlar teşkil etmektedir. Yağmur, kar, dolu v.b. yağışlar sürekli bir doğal çevirim içindedir. Yağışlarla yeryüzüne inen suyun bir kısmı, yeraltına sızıp yeraltı sabit ve akarsularını, bir kısmı yüzeysel akış ile yerüstü akarsular ve gölleri beslerken aynı zamanda, hem direkt hem de yeraltı ve yerüstü akarsular aracılığı ile denizlere akmaktadır. Yeryüzündeki tüm canlıların ihtiyacına cevap verdikten sonra, buhar olup tekrar yağış olarak yeryüzüne inmek üzere atmosfere karışmaktadır.

Sulama için en doğal su kaynağı yağışlardır. Ne var ki daha önce de değinildiği gibi, artan besin ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede doğal sulama mümkün değildir.

Yağışlar şeklindeki doğal sulama, ihtiyaca cevap veremediğinden dolayı insanoğlu, yeryüzündeki durgun ve akarsu potansiyelinden de yararlanma yoluna gitmiştir.

Dünyadaki aşırı nüfus artışı ve buna bağlı olarak artan sulama suyu ihtiyacının karşılanması için yeryüzündeki doğal su kaynakları yetersiz ve randımansız kalmaktadır. Bu yüzden doğal su kaynaklarında, ihtiyaca göre yeni düzenlemeler yapılarak biriktirme hazneleri oluşturulmakta, su kaynağının daha uygun sulama alanlarına taşınabilir hale getirilerek suya hasret toprakları ve toprağa hasret suları iki aşık gibi birbirine kavuşturma yoluna gidilmektedir.

5.1.2. Doğal su kaynağının ihtiyaca göre düzenlenmesi

Eski çağlardan beri insanoğlu, su ihtiyacını sağlıklı, sürekli ve yeter miktarda

istediği yıl ve mevsimde sahip olabilmek için suyu depo etmiştir. Günümüzde ise sanayinin gelişmesi, insan nüfusunun artması, sulu tarımın yaygınlaşması ve benzeri nedenlerden ötürü eski çağların su biriktirme teknikleri ihtiyaç duyulan suyun temininde yeterli olamamaktadır.

Olay sadece sulu tarım açısından değerlendirildiğinde şu sonuca varılır. Aşırı nüfus artışı buna bağlı aşırı besin ihtiyacı bunun yanında ise sınırlı toprak kaynakları sulu tarımın gelişmesini, yeni sulama alanlarının açılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu da, yağışlar aracılığıyla mevcut doğal sulamanın yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Bu eksikliği gidermek için doğal su kaynaklarının geliştirilerek sulamada kullanılır hale getirilmesi gerekir. Bu işlem, sulama sisteminin ilk aşamasını teşkil etmektedir.

Doğal su kaynakları, yerüstü ve yeraltı sularıdır. Yerüstü sularını, akarsular ve doğal göller oluşturmaktadır. Doğal göllerin suyu çoğu kez sulamaya elverişli olmadığından sulama için yerüstü sularından olan akarsulardan yararlanılmaktadır.

Yeraltı sularından yararlanma ise dev pompa istasyonlarının tesisini ve büyük çapta enerji tüketimini, tesislerin bakım ve onarımını gerektirdiği için çoğu kez ekonomik olmamaktadır.

Doğal su kaynaklarından, sulama açısından en iyi şekilde yararlanabilmek için mutlaka sulama yapılabilecek bir şekilde düzenlenmesi gerekir.

5.1.2.1. Su kaynağının sulama için düzenlenmesini gerektiren nedenler

Su kaynaklarının, sulamaya elverişli hale getirmeyi zorunlu kılan nedenler şu şekilde sıralanabilir:

1. İklim, bitki örtüsü, yeryüzü şekilleri, coğrafi durum v.b. su devinimini sağlayıcı faktörlerin etkisiyle bazı kara parçaları yeter derecede yağış alamaması.
2. Yağışların yıl içinde bütün mevsimlere homojen bir şekilde dağılmayışı
3. Yağışların, sulama açısından düzensizliği
4. Genel olarak kurak mevsimlerde akarsuların su seviyesinde düşüşün meydana gelmesi veya tamamen kuruması
5. Sulama alanının su kaynağından çok uzakta olması

6. Sulama alanının su kaynağına göre daha yüksek kotta olması
7. Sulama alanının, su kaynağına göre daha düşük kotta olmasına rağmen su kaynağı ile sulama alanı arasında doğal veya suni engellerin olması
8. Yeraltı su haznelerinin sulama alanına göre çok derinde kalması
9. Akarsuların düzensiz akışlara, düzensiz rejimlere sahip olması veya akarsuyun fazla eğimli olmasından ötürü doğal haliyle sulamaya elverişli olmayışı
10. Su kaynağının, sulamaya imkan verdiği halde bunun ekonomik olmayışı.

Görülüyor ki su kaynağından, çoğu kez doğal haliyle istenen ölçüde yararlanılması özellikle sulama açısından mümkün olamamaktadır.

Su kaynağından randımanlı ve ekonomik bir şekilde yararlanabilmek için doğal su kaynağının ihtiyaca göre düzenlenmesi gerekir.

O halde, doğal su kaynağının durumuna göre, düzenleme çalışmaları aşağıda sıralandığı gibi yapılabilir:

1. Sulama suyunu kabartma ve depolama
2. Su alma yapıları
3. Sulama suyunu arıtma
4. Sulama suyunu yeryüzüne çıkarma

5.1.3. Sulama suyunun kabartılması ve depolanması

Sulama sisteminin birinci aşamasını, doğal su kaynağının ihtiyaca göre düzenlenmesi çalışmaları teşkil etmektedir. Sulama suyunun depolanması da bu çalışmaların bir halkasıdır. Bol yağışlı mevsimlerde bol olan suyu, kurak mevsimlerde, sulamaya en çok ihtiyaç duyulan zamanlarda kullanmak üzere depolanması gerekir.

Her yıl milyarlarca metreküp su boşboşuna denizlere akarken kurak mevsimlerde sulama suyu sıkıntısını çekmek, özellikle bilim ve tekniğin bu denli gelişimi ve sulamaya olan ihtiyacın bu denli artışı sözkonusu iken bu suların yararlanmamak ülke ekonomileri için büyük bir kayıptır.

Depolama tesislerinin başında kabartma yapıları gelmektedir. Kabartma yapıları, bir akarsu yatağı veya vadisinde suyu biriktirmek, belirli bir seviyeye yükseltmek,

belirli bir seviyede tutmak, başka bir yöne çevirmek v.b. çok farklı amaçlara yönelik olarak planlanan sabit veya hareketli kısımları olan yapılardır.

Kabartma yapıları, memba ve mansab su seviyelerine göre üç kısma ayrılır (Şekil 5.1).

1. Barajlar
2. Bağlamalar
3. Taban eşikleri
4. Göletler



Şekil 5.1: Kabartma yapılarının memba ve mansab su seviyelerine göre değerlendirilmesi.

5.1.3.1. Barajlar

Barajlar, akarsu yatağının dışında, tüm vadiyi kapatan, akarsuyun rejimini etkileyebilen, suyun mansaba aktarılması için özel yapılara sahip olan kabartma yapılarıdır.

5.1.3.2. Baraj yerinin seçimine etki eden faktörler

Aşağıda belirtilen nedenlerden ötürü akarsuyun her istenen yerinde baraj yapmak mümkün değildir. Baraj yerinin seçimine etki eden faktörler şunlardır.

1. Baraj aksının özellikleri
 - a) Baraj aksının topografyası
 - b) Baraj aksının jeolojik yapısı

- c) Baraj aksının taşıma gücü
- d) Alüvyon kalınlığı
- e) Olası faylar, çatlaklar ve alüvyon kalınlığı
- f) Derivasyon şartları
- g) Dolu savak yeri ve kapasitesi
- h) Malzeme ve ulaşım durumu
- ı) Yapının doğa ile uyumu

2. Göl bölgesinin özellikleri

- a) Göl bölgesinin topografik ve jeolojik yapısı
 - b) Kayaların cinsi, kalınlığı ve geçirimsizliği
 - c) Bölgenin sosyo-ekonomik durumu
 - d) Bölgenin su tutma özelliği
 - e) Göl yamaçlarının stabilitesi ve heyelan durumu
- ## 3. Yağış havzasının özellikleri

Yağış havzalarının hidrolojik, meteorolojik ve morfolojik özellikleri, yağışlar, sızma, buharlaşma, akış miktarı, akarsu drenaj sistemi, bitki örtüsü, havzadaki aşınma ve ayrışma v.b. katı madde birikimini etkileyecek diğer özellikler.

4. İstimlak ve altyapı durumu

5. Çevreye etkisi

6. Baraj mansabının özellikleri

5.1.3.3. Barajın çevreye etkileri

Baraj, çevrenin sosyol ve ekonomik durumuna, iklimi, ekolojisi, bitki örtüsüne, balıkçılık, akarsu ulaşımı, yeraltı su seviyesi ve daha birçok sosyal, morfolojik, ekolojik, hidrolojik ve fizyolojik durumuna etki etmektedir.

5.1.3.4. Baraj tipinin seçimine etki eden faktörler

Barajlar yapılırken baraj yerinin topografik durumuna, temel ve jeolojik

şartlarına, kullanılacak malzemenin teminine, ulaşım olanaklarına, derivasyon şartlarına, hazne işletme, yeraltı ve yerüstü su durumuna, dolu savak kapasitesi, iklim şartları, inşaat süresi, deprem ve heyelan, ülkenin ve bölgenin sosyo-ekonomik durumuna, makina parkı ve doğa ile uyumuna bağlı olarak tip seçimi yapılır.

5.1.3.5. Barajların sınıflandırılması

Barajlar büyüklüklerine, gövde malzemesine, yapılış amacına ve gövdenin statik projelendirilmesine göre dört şekilde sınıflandırılır.

Büyüklüklerine göre barajlar, büyük ve küçük barajlar olmak üzere iki kısma ayrılırlar.

Yapılış amacına göre barajlar, içme suyu, endüstri suyu, sulama, hidroelektrik enerji, taşkın kontrolü, ulaşım, kabarma, çevirme, birikinti, mesire, çevre koruma, su ürünleri, iklim ve bitki örtüsü düzenleme ve kül barajı gibi onu aşkın baraj çeşidi mevcuttur. Fakat baraj yapılırken tek amaçlı yapılmaz. Büyük ekonomik girdisi olması nedeniyle barajlar genellikle çok amaçlı yapılır.

Gövde malzemesine göre, kagir, dolgu, kısmen kagir-kısmen dolgu ve çerçevesel baraj olmak üzere dört ana kısma ayrılır.

Kagir barajlar, taş ve tuğla baraj, beton baraj, betonarme baraj, öngerilmeli olmak üzere dört kısma ayrılır.

Dolgu barajlar, toprak dolgu, kaya dolgu ve toprak-kaya karışık dolgu barajlar olmak üzere üç kısma ayrılır.

Çerçevesel barajlar ise çelik ve ahşap baraj olmak üzere iki kısma ayrılır.

Gövdenin statik projelendirilmesine göre barajlar, ağırlık, kemer ağırlık, kemer, payandalı, toprak dolgu, kaya dolgu ve karışık dolgu barajlar olmak üzere yedi kısma ayrılır.

5.1.3.6. Bağlamalar

Bağlamalar, birer kabartma yapısı olup sulama açısından barajlara nazaran daha küçük sulama alanlarına cevap verecek şekilde daha küçük depolama ve kabartma tesisleri olarak değerlendirilebilir.

Bağlamalar, suyu biriktirmekten çok suyu kabartmak, su seviyesini istenen koda

çıkarmak, suyu belirli bir yöne çevirmek, istenen kod ve debide su almayı sağlamak gibi amaçlara hizmet etmektedir. Genel olarak sadece akarsu yatağını kapatır.

5.1.3.7. Sulama açısından bağlamaların yapılış amaçları

1. Su alma yerindeki su seviyesi değişimini önlemek
2. İstenen seviyede su alma imkanını sağlamak
3. İletim tesislerinin boyunu kısaltmak
4. Yeraltı su seviyesini yükseltmek
5. Sürüntü ve askı maddelerini azaltmak
6. Sınırlı da olsa su depolamasını sağlamak
7. Sulama için kullanılabilir ölçüde akarsuyun kendi kendini temizlemesini sağlamak.

5.1.3.8. Bağlamaların sınıflandırılması

Bağlamaları aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür.

1. Taşkın debisinin büyüklüğüne göre
 - a) Büyük bağlama $Q_{100} > 500 \text{ m}^3/\text{sn}$
 - b) Orta büyüklükte bağlama $100 < Q_{100} < 500 \text{ m}^3/\text{sn}$
 - c) Küçük bağlama $Q_{100} < 100 \text{ m}^3/\text{sn}$
2. Yapı ve işletme özelliğine göre
 - a) Dolu gövdeli bağlamalar
 - b) Hareketli bağlamalar
 - c) Karma bağlamalar
3. Su tutma özelliğine göre
 - a) Geçirimsiz bağlamalar
 - b) Geçirimli bağlamalar
 - c) Yarı geçirimli bağlamalar

5.1.3.9. Bağlama yerinin seçimine etki eden faktörler

1. Bağlamanın yapılış amacı
2. Topografya
3. Akarsu yatağı
4. Zemin durumu
5. Katı madde ve buzlanma
6. Derivasyon durumu

5.1.3.10. Bağlama tipinin seçimine etki eden faktörler

1. Bağlama yerinin topografyası
2. Katı madde debisi
3. Maksimum ve minimum debiler
4. Bağlama yerindeki zemin durumu
5. Ekonomik durum
6. Fizibilite

5.1.3.11. Göletler

Sulama sisteminde göletler, ya ara depolamalar şeklinde veya direkt doğal su kaynağından beslenen ve küçük seddelerle çevrilmiş suni göllerdir. Hem suyun karıtılması hem de depolanması için inşa edilirler.

5.1.3.12. Taban eşikleri

Taban eşikleri ise daha çok küçük çaptaki kabartmalar için inşa edilirler. Akım, batmış akım şeklindedir. Bağlamalar gibi yapı elemanları yoktur. Tek yapı elemanı eşiğin gövdesidir.

5.1.4. Su alma yapıları

Sulama suyu ister depolansın ister depolanmasın, sulamanın yapılacağı tarım arazilerine taşınması gerekir. Bu da sulama sisteminin ikinci aşamasını teşkil eden yüzeysel ve basınçlı su iletim sistemleri ile mümkündür. İşte, söz konusu iletim sis-

temine, ana kaynaktan gelişi güzel bir şekilde su vermek mümkün değildir. Bu yüzden su alma yapılarına ihtiyaç vardır.

Akarsu ve baraj gölü gibi su kaynaklarından suyu alıp iletim sistemlerine veren yapılara su alma yapıları denir. Bu yapıların giriş kısmına ise su alma ağzı veya priz denir.

Su alma yapıları, hem suyun kontrol edilmesini ve hem de suyun düzenlenmesini sağlar.

Su alma yapılarının projelendirilmesinde, su kaynağının sürüklenme gerilmesi, sürüntü ve askı madde hareketi gözönünde tutulur.

Su alma yapısının yerinin seçiminde, topografya, jeoloji, ekonomi ve yapılacak yapının tipi etkili rol oynar.

Su alma yapısı ile;

1. İstendiği zaman ve istenen miktarda su alınabilmeli
2. Taşkınların iletim sistemine verebileceği zararları önleyebilmeli
3. Yüzen cisimlerin, katı maddelerin ve balıkların iletim sistemine geçişini engellemeli
4. Yük kayıplarını minimumda tutmalı
5. Alınan suyu kontrol edebilmeli
6. İşletim ve bakım kolaylığı olmalıdır.

5.1.4.1. Su alma yapılarının sınıflandırılması

1. Yapı durumuna göre

- a) Akarsudan doğrudan su alan su alma yapıları
- b) Akarsudan bir kabartma veya depolama tesisi ile su alan su alma yapıları

2. Akım durumuna göre

- a) Serbest yüzeyli su almalar

- Yandan su alma

- Karşıdan su alma
- Tabandan su alma
- b) Basınçlı su almalar
- Gövdeden su alma
- Yamaçlardan su alma
- Kule tipi su almalar

5.1.4.2. Su alma yapısının elemanları

1. Giriş eşiği
2. Dalgıç perde
3. Izgaralar
4. Kapaklar ve ayaklar
5. Çökeltim havuzu
6. Yıkama kanalları
7. Çökeltim havuzu eşiği
8. Rakortman
9. Ölçüm savağı

5.1.5. Sulama suyunun arıtılması

Sulama suyunun arıtılması, suyun özelliğine göre üç şekilde yapılır.

1. Kimyasal arıtma
2. Fiziksel arıtma
3. Karma arıtma

5.1.5.1. Kimyasal arıtma

Su kaynağında, sulama yapılmayacak derecede ve ancak kimyasal arıtma yöntemleri ile giderilebilen kimyasal maddeler veya bileşimler mevcut ise böyle bir kaynaktan sulama suyunu direkt olarak almak mümkün değildir. Böyle suları kullan-

madan önce kimyasal arıtmaya tabi tutmak gerekir. Sulama için kimyasal arıtma çok pahalı ve zaman alıcı olduğu için çoğu kez bu yola başvurulmamaktadır. Eğer bu işlem çok ekonomik ve kısa süreli yapılabiliyorsa ve sulama suyu için başka bir su kaynağı yoksa kimyasal arıtma yoluna gidilebilir.

5.1.5.2. Fiziksel arıtma

Su kaynağında, sulamaya uzun veya kısa vadede, toprağa veya bitkiye zarar verebilecek ve fiziksel yollarla arıtma imkanı olan fiziksel bileşim veya maddeler bulunuyorsa, böyle bir suyun arıtılması ekonomik olması kaydı ile fiziksel arıtmaya tabi tutulduktan sonra kullanılabilir.

Sodali ve tuzlu sular bu tür sulardandır.

Ayrıca, sulamada kullanılan sular, tahliye kanallarından alınıp arıtılarak tekrar sulama için kullanılabilir. Böylece drenaj sorunu da bir derece giderilmiş olur.

Sulama suyunun çok kıt olduğu yerlerde sulamaya elverişli olmayan suların arıtılarak kullanıma açılması kaçınılmazdır. Örneğin İsrail, Suudi Arabistan ve bazı Avrupa ülkelerinde bu tür uygulamalara rastlanmaktadır.

5.1.6. Yeraltı su kaynağının değerlendirilmesi

Yeraltı suyu, zeminin içindeki boşluklarda, serbest veya zemin danelerine bitişik halde bulunur. Yeraltı suyuna asıl kaynak alınan serbest haldeki sular olup yeraltında serbest yüzeyli nap, basınç altında artezyen nap ve ara geçirimsiz tabakalar arasına sıkışmış havuzlanmalar şeklinde bulunur.

Herhangi bir müdahale olmaksızın yerüstüne çıkan sulara pınar denir.

Yeraltı suları, kararlı veya kararsız rejim şeklinde olabilir.

Pınarlar, yandan kaynak, dipten kaynak ve çatlaklardan kaynak pınarlar olmak üzere üç kısımdır. Bunlardan yararlanmak için de kurulan tesisler birbirinden farklıdır. Yeraltı suları galerilerle de değerlendirilebilir. Galeriler yüzeye yakın, sığ alüvyonlardaki yeraltı suyunun derlemesinde kullanılır. Bu da galeri akış yönüne dik veya galeri akış yönüne paralel derleme şeklinde olabilir.

Yeraltı suyu daha çok kuyularla temin edilir. Kuyular, derinliklerine bağlı olarak daha fazla su potansiyelini derlemeye imkan veren yapılardır. Başlıca dört kısım kuyu

vardır. Bunlar ;

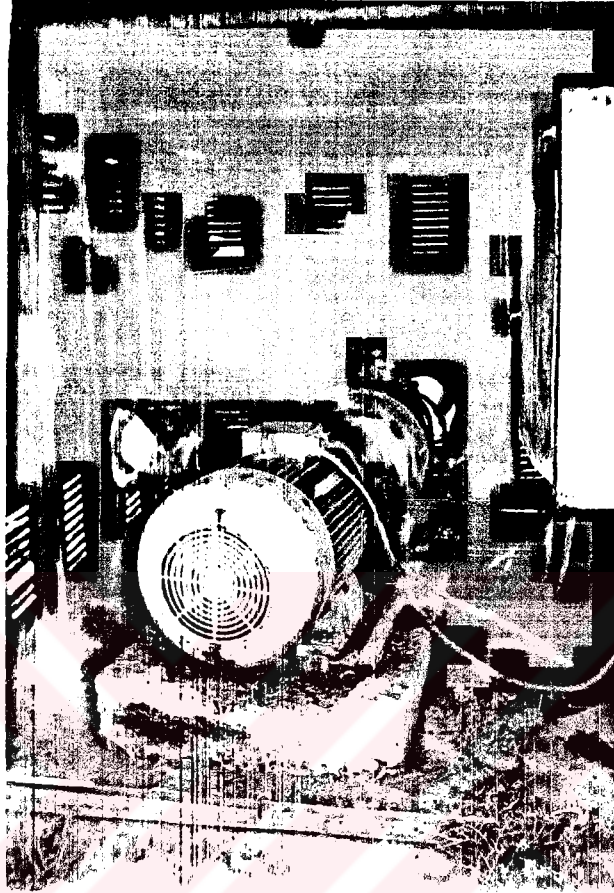
1. Adi kuyular
2. Keson kuyular
3. Yatay filtreli kuyular
4. Derin kuyular

Adi kuyular daha çok yüzeye yakın yeraltı sularının değerlendirilmesinde kullanılır.

Diğer üç kuyu türü ise daha çok derinde bulunan yeraltı su rezervlerinin değerlendirilmesinde kullanılır (Şekil 5.2, 5.3).



Şekil 5.2. Kuyu ve pompaj tesisleri (D.S.İ. Ceylanpınar yeraltı sulaması).



Şekil 5.3. YERALALTı suyunun çıkarılmasında kullanılan pompaj tesisinin detay görünümü (D.S.l. Ceylanpınar yeraltı sulaması).

Zemin tabakaları, yeraltı su miktarı veya türüne bağlı olarak değişik tip ve kapasitede kuyular açılmaktadır.

Yeraltı suları, pınarlar hariç yerüstüne çıkarılması büyük miktarda enerji gerektirdiği için, eğer yeraltı suları sulamada kullanılacak ise gelir gider oranlarının iyi tespit edilmesi gerekir.

5.2. Sulama sisteminin II. aşaması

(Sulama suyunun büyük sulama alanlarına iletilmesi)

Sulama için, dev projelerin hazırlanması ve dev tesislerin kurulması her zaman için beklenen randımanı vermeyebilir. Suyun bolluğu da yeterli, akılcı, randımanlı ve ekonomik bir sulama için çoğu kez yeter şart olamamaktadır. Sulama alanının su

kaynağından çok uzak olması halinde büyük iletim tesislerinin varlığı gereklidir.

Sulama sisteminin birinci aşamasında anlatıldığı üzere, doğal su kaynağının ihtiyaca cevap verecek şekilde düzenlenmesi gerekir. Bunun da depolama, kabartma, su alma yapıları ile ya da arıtma ve pompaj tesisleri aracılığıyla sağlandığına değinilmişti. İşte sulamaya hazır bu su kaynağından suyun, en uygun şekilde, sulu tarımın yapıldığı makro sulama alanlarına iletilmesi gerekir.

İletim tesislerinin geliş güzel projelendirilmesi, boyutlandırılması ve uygun olmayan bir şekilde işletilmesi çoğu kez, bol ve kullanıma müsait su kaynağından randımanlı ve ekonomik bir şekilde sulama yapmaya imkan vermez. Su kaynağının düzenlenmesi nasıl büyük bir titizlik, kesin hesap ve uygun bir işletim gerektiriyorsa suyun iletilmesi de, gerek etüt, plan ve projelendirilmesinde ve gerekse inşa, işletim, bakım ve onarımında da aynı titizliği gerektirir.

5.2.1 İletim tesisleri

Su iletim tesisleri, basınçlı ve yüzeysel olmak üzere iki türdür. Basınçlı iletim tesisleri ise düşük ve yüksek basınçlı olmak üzere iki kısma ayrılır.

Basınçlı iletim tesislerinin en önemlileri tüneller ve cebri borulardır.

Serbest yüzeyli iletim tesislerinin en önemlileri ise açık kanal ve galerilerdir.

5.2.2. Serbest yüzeyli iletim tesisleri

Serbest yüzeyli iletim tesisleri, ana kanallar, mecralar, galeriler, yardımcı tesisler, akım kontrol tesisleri, muayene bacaları ve yükleme havuzlarıdır.

5.2.2.1. Ana kanallar

Sulama sisteminin ikinci aşamasını teşkil eden suyun makro sulama alanlarının iletilmesi; eğer kanallar aracılığı ile sağlanıyorsa iletim görevini gören bu kanallara ana kanal denir.

Ana sulama kanallarında debi, sulama alanının büyüklüğüne, sulama alanındaki ortalama sulama modülüne, su dağıtım metoduna ve sulama kanallarının uzunluğuna bağlı olarak tespit edilir. Buharlaşma, sızıntı v.b. kayıplar da debinin tayininde gözönünde tutulması gereken önemli kriterlerdir.

Sulama kanallarında debi belli olduktan sonra boyutlandırma çalışmalarına

geçilir..

$$Q = 1 / n \times R^{2/3} \times J^{1/2} \times F$$

Bağıntısına bakılırsa, ana kanal kesit alanı, ana kanal eğimi, hidrolik yarıçapı ve kanalın yüzeyine bağlı olan n pürüzlülük katsayısı, belirlenmiş debiye göre tespit edilir. İfadenin $(1 / n \times R^{2/3} \times J^{1/2})$ kısmı kanaldaki su hızı olup pürüzlülük katsayısı, hidrolik yarıçap ve kanalın eğimine bağlı olarak değişmektedir.

Debi belli olduktan sonra, kesit alanı ve hızdan biri sabit tutulup diğeri tespit edilir.

Kesit alanının seçimine, debinin büyüklüğü, kesit şekli, güzergahın durumu, ekonomik imkanlar gibi faktörler etki etmektedir.

Kanalın kesit şekli ise, gerekli kesit alanı, teknik ve ekonomik olanaklar ve benzeri kriterler gözönünde tutularak yarım daire, trapes, dikdörtgen veya kare olarak tespit edilir. En yaygın kanal kesiti trapez kanal kesitidir.

Kanaldaki su hızı ise kesit alanı ve şekli belli olduktan sonra, kanalın eğimi, pürüzlülük katsayısı ve gerekli debi gözönünde tutularak tespit edilir. Kanallar, yarmada, dolguda ve yamaçta olmalarına bağlı olarak değişik enkesitte olabilir. Buna göre yarma, dolgu, karışık ve yamaç enkesitli kanallar mevcuttur.

Pratikte ençok kullanılan kanallar, kaplamalı ve kaplamasız kanallardır. Yer yer beton ve betonarme kanallar da uygulanmaktadır.

5.2.2.2. Mecralar

Mecralar yapılışlarına göre üç kısma ayrılır.

1. Pişmiş kilden üretilen künkler dairesel kesitli ve küçük çaplı mecralardır. Daha çok kurutma şebekelerinde emici olarak düzenlenir.

2. Beton büzlerin, beton prefabrike olanları küçük çaplarda, yerinde dökme olanları ise büyük çapta uygulanan dairesel kesitli iletim yapılarıdır.

3. Beton mecralar, 1-1.5 metre çapında dairesel kesitli olup daha büyük mecralarda ise statik avantaj nedeniyle at nalı kesitler tercih edilir.

5.2.2.3 Galeriler

Galeriler, suyu serbest yüzeyle akıtan kapalı mecralardır.

Kesitlerine göre, basit at nalı, standart at nalı ve pernt profilli olmak üzere üç kısımdır.

Minimum galeri çapı 1.8-2 metre civarındadır.

Galeriler, genelde kaplamalı olarak inşa edilmekle birlikte ender olarak kaplamasız da yapılır.

Maksimum hız açık kanallardaki gibi olup basınçlı çalışmasının sakıncalı olması nedeniyle yer yer dolu savaklar inşa edilmelidir. Ayrıca yer yer hava bacaları da bırakılmalıdır.

5.2.2.4. Yardımcı tesisler

Yardımcı tesisler ise su köprüleri, menfezler, ters sifonlar, düşümler gibi geçkideki yardımcı tesisler ile akım kontrol tesisleri, muayene bacaları, yükleme havuzları, yaya ve motorlu araç geçişleri, ulaşım yolları ve su alma yapılarıdır.

5.2.3. Basınçlı iletim tesisleri

En önemli basınçlı iletim tesisleri tüneller, cebri borular, cebri kuyular, diğer dağıtım boruları ile yardımcı tesislerdir.

5.2.3.1. Tüneller

Kesit itibarıyla genellikle dairesel olmakla birlikte at nalı veya perm kesitte de inşa edilirler.

Kaplama türüne göre tünellerdeki akış hızı değişebilmektedir. Örneğin hız, kaplamasız (kaya cidarlı) tünellerde 1-2 m/sn iken torkret kaplamada 3 m/sn, beton ve betonarme kaplamalarda 4 m/sn ve çelik kaplamalarda ise 7 m/sn dolayındadır.

Fakat su akışında aşındırma özelliği mevcut ise hızın, 2.5 m/sn'nin üstüne çıkmamasına özen gösterilir. Ayrıca çöktirmeye meydan vermeyecek minimum bir akış hızı olmalıdır.

Tünellerin basınçlı iletim tesisleri olması nedeniyle sızmaları, serbest yüzeyli iletim tesislerine nazaran daha fazladır. Bu yüzden eğer tünel çatlaksız ve bozulmamış sağlam bir kayadan geçiriliyorsa kaplamaya pek ihtiyaç yoktur. Aksi halde kaplamalı

olmalı ve tüm kaplama çeşitlerinde sızdırmazlığın sağlanması şarttır.

Tünellerin iç basıncının dış basıncından iki kat fazla olduğu durumlarda, mukavemet açısından kaplanması zorunluluğu vardır.

Tünelin geçkisi, topografyadan bağımsız olup daha çok jeolojik yapıyla ilgilidir. Tünelin eğimi, debisi, akış hızı ve ekonomi geçki üzerinde etkili kriterlerdir.

5.2.3.2. Cebri kuyular

Arazi durumunun cebri boruya elverişli olmadığı pozisyonlarda dikey veya dikeye yakın, dolu iken iç basıncın çelik gömlekler tarafından karşılandığı, boş iken ise yanal basınçların burkulmaya karşı kaplama kalınlığı fazla tutulan cebri kuyuların, akış hız sınırını aşmaması için aşağı doğru inildikçe kesitleri daraltılmalıdır.

5.2.3.3. Cebri borular

Çelik cebri boru ve betonarme cebri boru olmak üzere başlıca iki türü vardır. Bunun yanında küçük çap ve basınçta aspestli çimento, font ve ahşaptan yapılmış borularda mevcuttur.

Boru kalınlığı basınca bağlı olarak değişir.

Boru çapı, maksimum ve minimum hız ile debiye bağlı olarak tespit edilir.

Cebri boru geçkisi, su kaynağının sulama alanına olan mesafesi ve doğrultusu, coğrafi yapı, eğim v.b. kriterlere bağlı olarak tespit edilir.

Cebri borular, zemin üstünden geçirilecek ise tespit kitleleri ile ağırlık kuvvetinin dışındaki diğer kuvvetlerin tesirinin karşılanması yoluna gidilir.

5.2.3.4. Dağıtım boruları

Daha çok küçük çaplı iletim tesisleridir. Beton, betonarme, çelik, aspestli çimento ve plastikten imal edilirler.

5.2.3.5. Yardımcı tesisler

Yardımcı tesisler, akım kontrol organları olarak vanalar, klapeler, vantuzlar, tahliyeler, vana odası, v.s., basınç düzenleme organları olarak da maslaklar, basınç düşürücü vanalar, volanlar, basınçlı hava hazneleri tesis edilir. Ayrıca denge bacaları, yükseltme teçhizatları (pompalar) gibi yardımcı tesisler inşa edilir.

5.3. Sulama Sisteminin III. Aşaması

Sulama sisteminin ikinci aşaması sonucu sulama suyu, ana kaynaktan büyük sulama alanlarına kadar gelişi sağlanmış olur.

Büyük sulama alanına kadar getirilen sulama suyu, daha küçük sulama alanlarına taşınması ve oradan da çiftçilere dağıtılması, sulama suyunun çiftçilere dağıtım metodları sulama suyunun üçüncü aşaması olarak ele alınıp değerlendirilecektir.

5.3.1. İletim tesisleri

Sulama sisteminin üçüncü aşamasında iletim tesisleri, aynen ikinci aşamada olduğu gibidir.

Farklı olarak, üçüncü aşamadaki iletim tesisleri daha küçük boyutlandırılır. Bu yüzden de ikinci aşamada ana kanal olan iletim tesisleri, üçüncü aşamada sekonder, tersiyer kanal ve çiftçi arkları gibi isimler alır.

Geçki, boyutlandırma, hız gibi kriterler ile yardımcı tesisler, sulama metodu olarak adlandırılan suyun bitki kök bölgesine verme şekline bağlı olarak tespit edilir. Başka bir deyişle, basınçlı veya serbest yüzeyli sulama metodlarına bağlı olarak üçüncü aşama iletim tesisleri projelendirilir.

Sulama sistemlerinin üçüncü aşaması, dördüncü aşamaya bir nevi hazırlık mahiyetindedir.

Geçki, dördüncü aşamaya, tarla ve parsel büyüklüklerine ve sulama metodlarına bağlı olarak tespit edilir.

Debi, akış hızı, eğim, kesit değerleri hep sonraki aşamaya uygun bir şekilde tespit edilir.

Savaklar, yükleme havuzları, ana depolamalar, priz ve kapak gibi yardımcı tesislerde hem üçüncü aşamada ele alınacak olan su dağıtım metodlarına ve hem de dördüncü aşamada ele alınacak olan sulama metodlarına bağlı olarak inşa edilirler.

Üçüncü aşamadaki iletim tesisleri de basınçlı veya serbest yüzeyli olarak inşa edilebilir.

5.3.2. Yüzey iletim tesisleri

5.3.2.1. Sekonder kanal

Sulama suyunu, genelde ana kanaldan bazende direkt olarak ana su kaynağından alıp ana kanala nazaran daha küçük sulama alanlarına taşıyan ve ana kanallardan daha küçük boyutlarda inşa edilen kanallara sekonder kanal denir.

Yaklaşık 1000 ha alana cevap veren bir sekonder kanal on tane tersiyer kanalı besliyecek şekilde kapasitelendirilir.

5.3.2.2. Tersiyer kanal

Genellikle sekonder kanaldan, bazen de ana kanaldan suyu alıp araziye dağıtma görevini yapar. Aralarında yaklaşık 250 ile 1000 metre mesafe olan tersiyer kanalların herbiri ortalama 100 ha alanı besliyecek şekilde kapasitelendirilir.

5.3.2.3. Çiftçi arkları

Suyun, sulama ünitesi içindeki dağıtımı, açık kanal tersiyerlerden prizlerle kanalın tersiyerlere, kanalın tersiyerlerden de bir sifonla çiftçi arklarına verilerek sağlanır.

Bir çiftçi arki ortalama 20 ha alanı besliyecek şekilde boyutlandırılır.

Yardımcı yapılar ve sanat yapıları yol, demiryolu, dere ve küçük vadileri aşmak için su köprüsü, ters sifon, menfez ve yaya ve araç trafiği için kanal üstündeki köprüler, düşümler, daraltma ve genişletme yapıları, çekler, prizler, tahliye şebekeleri v.s.dir.

5.3.3. Basınçlı iletim tesisleri

Basınçlı iletim tesisleri, tıpkı ikinci aşamadaki basınçlı iletim tesisleri gibidir fakat ikinci aşamaya nazaran daha küçük ebatlarda inşa edilirler.

5.3.4. Su dağıtım yöntemleri

Sulama suyu, sulamann ikinci aşamasındaki iletim tesisleri ile büyük sulama alanlarına geldikten sonra bu su, üçüncü aşamadaki iletim tesisleri aracılığı ile daha küçük sulama alanlarına dağıtılır.

Suyu dağıtma şekli, hiç şüphesiz sulama şebekelerinin projelendirilmesi ve teşkilinde çok önemli rol oynar. Su dağıtım metodu olarak rotasyon yöntemi, talep

yöntemi, şartlı talep yöntemi ve birim saha-birim su yöntemi olmak üzere dört metod vardır. Sulama alanındaki kaynak eserlerin hemen hepsinde, su dağıtım metodlarına kısaca sulama sistemi denir. Burada ise sulama sistemlerinin üçüncü aşamasında su dağıtım yöntemleri şeklinde ele alınmıştır.

5.3.4.1. Rotasyon yöntemi (Rotasyon sistemi)

Bu yöntemin temel esprisi, ana kanala bağlı tüm yedek ve tersiyer kanallar ile çiftçi arklarının gruplara ayrılmasından sonra ana kanalın tüm suyunun aynı anda aynı grup iletim tesislerine verilmesidir.

Örneğin, bir ana kanala bağlı iki yedek kanal ve her bir yedek kanala bağlı da üç tersiyer kanal bulunsun. Bu durumda, her bir yedek ile buna bağlı bulunan üç tersiyer kanal bir grup; diğer yedek kanal ile bağlı tersiyer kanallar da ikinci grup olsun. Ana kanalın tüm suyu önce bir gruba verilecektir. Bu arada diğer grup hiç su alamayacaktır. Ondan sonra suyun tümü diğer gruba verilirken ilk grup boş kalacaktır. Eğer aynı rotasyon tersiyer kanallar arasında da yapıyorsa bu durumda, su alan tersiyer kanal, ana kanalın tüm suyunu taşıyacaktır. Dolayısıyla tersiyer kanalın rotasyonu $2 \times 3 = 6$ olacaktır. Bunun anlamı şudur: Eğer her tersiyer, sulamasını bir günde tamamlayabiliyorsa herbir tersiyere altı günde bir su verilecektir.

Rotasyon yönteminin en büyük dezavantajı, tüm tersiyer, sekonder ve ana kanalların aynı kapasitede inşa edilmesidir. Bir diğer mahsuru ise çiftçinin, her istediği zamanda suyu bulamamasıdır. Değinilen bu dezavantajlara rağmen bu yöntem, bitki, kendisine verilen suyun tamamını tüketmedikçe ikinci bir suyun verilmeyişinden yararlanılarak ortaya çıkmıştır. Buna göre şebekeye bağlı sulama alanında yetiştirilen bitkilerin su ihtiyacına göre sulama aralıkları periyotları daha uzun veya daha kısa olabilir. Bu yöntemin en önemli avantajı su tasarrufunu sağlamasıdır.

5.3.4.2. Talep yöntemi (Talep sistemi)

Bu yöntem, sulama şebekesinin her noktasında ihtiyaç duyulan suyun bulundurulması esasına dayanır. Bu da tarlaya devamlı su verme imkanını sağlar. Şebekenin kapasitelendirilmesi de, istenen zamanda ve istenen miktarda su alınmasına imkan verecek şekilde yapılır. Boyutlandırma da su ihtiyacının maksimum olduğu aylardaki debi gözönünde tutulur. Bu yöntemin, su tasarrufu açısından bir avantajının olmasının yanında istenen zaman ve miktarda çiftçinin su teminini sağlaması açısından

kolaylık sağlar. Kanal boyutlarının küçük olması, dolayısıyla şebeke maliyetinin ekonomik olması, fazla personele ihtiyaç duyulmaması da bu yöntemin avantajlarıdır. Bununla birlikte çiftçinin devamlı ve bol suya alışması, hem bitki ve toprak açısından hem de su israfı açısından dezavantajlı yönleri de mevcuttur.

Talep yöntemine göre düzenlenmiş bir sulama şebekesindeki tüm prizlerin aynı anda su almasının ihtimali çok düşüktür. Bu yüzden talep metodundan esneklik kat sayısı (fleksibilite) söz konusudur.

Bir sulama alanında aynı anda su alması olası priz sayısına X,

Bir prizin debisine P,

Bu sulama alanına hizmet veren kanalın debisine Q dersek,

$Q = X \times P$ olacaktır.

24 saat devamlı sulamanın yapılması halinde aynı alana hizmet eden kanalın kapasitesi

$Q_1 = A \times q$ olacaktır (A= ha cinsinden sulama alanı ve q= lt/sn/ha cinsinden sulama modülüdür).

$Q_1 < Q$ olacağı açıktır.

$Q_1 = Q$ olması için Q_1 'in F gibi bir katsayıyla çarpılması gerekir.

$Q = X \times P = A \times q \times F$ ise

$F = (X \times P) / (A \times q)$ bulunur.

İşte bulunan bu F değerine fleksibilite katsayısı denir.

5.3.4.3. Şartlı talep yöntemi (Şartlı talep sistemi)

Bu yöntemde, su ihtiyacı çiftçinin su talebi gözönünde tutularak tespit edilir. Eğer mevcut su, talebi karşılayamıyorsa çiftçilere su dağıtımı rotasyonla yapılır. Çiftçilere eşit miktarda ve eşit sulama aralıklarıyla su dağıtılır. Böylece daha az su ile daha fazla sulama alanının ihtiyacı karşılanır. Bu yüzden, bu yöntem daha çok, sulama suyunun kıt, sulama alanının fazla olduğu bölgelerde uygulanır. Fakat bu uygulama, şebekenin projelendirilmesine yansıtılmayıp sadece işletme sırasında ortaya çıkar. Projelendirme, bitki su ihtiyacı gözönünde tutularak yapılır. Böylece bu yöntemle,

talep sisteminin avantajları ile rotasyon sisteminin avantajları birleştirilmiş oluyor.

5.3.4.4. Birim saha birim su yöntemi

Bu yöntem daha çok, kanaletli şebekelerde uygulanır. Su, sulama alanına göre daha yüksek bir koda çıkarılır ve mülkiyet sınırlarını bölmeksizin yüzölçüm bakımından eşit sulama alanlarına eşit su verme ilkesine dayanılarak bu yöntem uygulanır. Sulama alanları 50 veya 60 ha'lık birim alanlara ayrılır ve su ikinci kademe kanallar aracılığı ile dağıtılır. Bu yöntem, her yıl değişen zirai şartlara uygunluğu, sulama suyunun titizlikle dağıtılması, her çiftçinin harcadığı su miktarının ve bedelinin kolayca hesaplanması, aynı tip ve kapasite de kanalet kullanımını sağlaması ve fleksibilite katsayısına gerek duyulmaması gibi avantajlarının yanında kanalet uzunluklarının artması, birinci kademe kanaletlerden suyun alınmasının önlenemeyişi ve buna bağlı olarak su yetmezliği ve su dağıtım sorunları ortaya çıkması gibi dezavantajları da mevcuttur.

5.4. Sulama Sisteminin IV. Aşaması

(Sulama suyunun etikili bitki kök derinliğine verilmesi ve sulama metodları)

Sulama sisteminin ilk aşamasında, sulama suyunun, doğal su kaynaklarını düzenleyerek temini, ikinci aşamasında temin edilen suyun ana iletim tesisleri (ana kanal v.b.) aracılığıyla büyük sulama alanlarına, üçüncü aşamasında sulama suyunun ana iletim tesislerinden alınıp daha küçük sulama alanlarına iletimi ve bu küçük sulama alanlarına başka bir deyişle çiftçilere dağıtılması yöntemleri ele alınmıştır.

Sulama sisteminin dördüncü aşamasında ise çiftçiye ulaştırılmış bulunan sulama suyunun, çiftçi tarafından bitki kök derinliğine verilmesi ve verilmesi metodları yani sulama metodları ele alınmıştır.

5.4.1. Sulama metodları

Sulama metodları iki ana kısma ayrılır.

1. Yüzey sulama yöntemleri
2. Basınçlı sulama yöntemleri

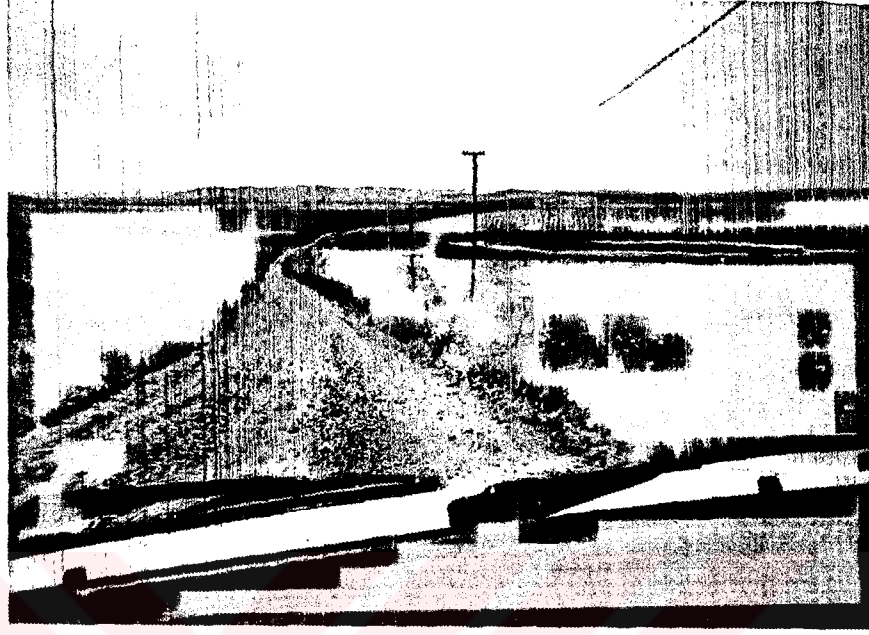
5.4.1.1. Yüzey sulama metodları

Yüzeysel sulamalarda, sulama alanı (tarla)nın sulama öncesi bir ön hazırlığın yapılması gerekir. Su dağıtım şebekesi, ister borulu ister hendekli olsun çok etkin olmalıdır. Kızılkaya (1988), yüzeysel sulama metodlarının projelendirilmesinde aşağıdaki hususların gözönünde tutulması gerektiğini söyler.

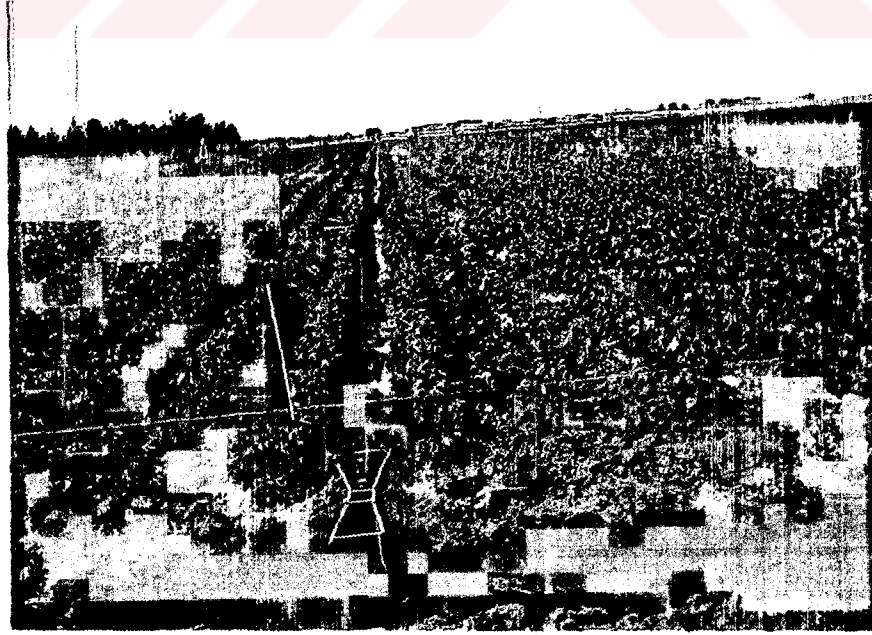
1. Yetiştirilen bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun kök bölgesinde depolanması
2. Suyun toprağa üniform olarak verilmesi
3. Toprak erozyonuna yer verilmemesi
4. Yüzeysel akışların asgariye indirilmesi
5. Yüzeysel akışlarla kaybedilen suyun yeniden kullanılması
6. İşçilik ihtiyaçlarının asgari tutulması
7. Su dağıtım sisteminin asgari saha kaplaması

Yüzeysel sulama metodları 8 kısma ayrılır.

1. Serbest sulama (vahşi sulama)
2. Kontrollü salma (tesviye eğrili)
3. Şeritvari salma (uzun tava ve border)
4. Tesviye eğrili tava (kontur tava)
5. Tava (göllendirme) (Şekil 5.4)
6. Karık (Şekil 5.5)
7. Tesviye eğrili karık
8. Yüzlek (çizgi) karık



Şekil 5.4. Tava usulu sulama (Diyarbakır'ın Bismil ilçesinde halk sulamaları)



Şekil 5.5. Karık usulu sulama (Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesi D.S.İ pamuk sulaması).

5.4.1.2. Basınçlı sulama metodları

Basınçlı sulama metodlarında, suyun belli bir basınca ulaşması için ya enerji kullanılmalı ya da kapalı şebekeyi besleyen sulama suyunu bitki kök bölgesine göre yeterli basıncı sağlayacak kadar yüksekte bulunması gerekir. Basınçlı sulama metodları 4 kısma ayrılır.

1. Yağmurlama sulaması (Şekil 5.6, 5.7, 5.8, 5.9)
2. Damla sulaması
3. Sızdırma sulaması
4. Bubbler (düşük basınçlı borulu sistem)

Basınçlı sulamalarda yaygın olarak uygulanan yağmurlama sulama yöntemi projelendirilmesinde, yağmurlama başlığı seçimi, lateral boru hatları, ana hat, pompa istasyonunun boyutlandırılması gözönünde tutulur.

Başlık seçiminde her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama aralığı, sulama süresi, sistem kapasitesi ve toprağın alma hızı dikkate alınır.

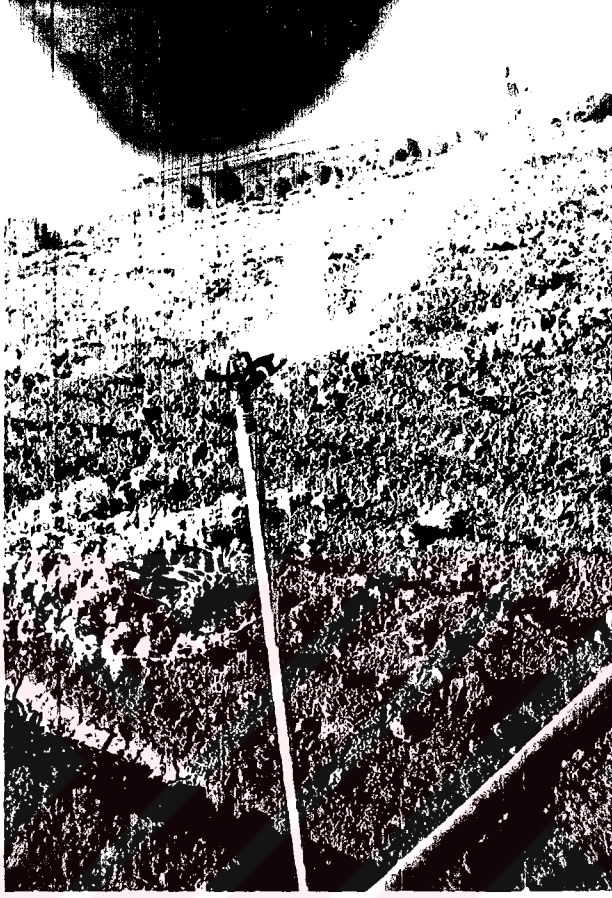
Yağmurlama sulama metodunun dört çeşiti vardır.

1. Sabit yağmurlama
2. Hareketli yağmurlama
3. Yarı sabit yağmurlama (Şekil 5.10)
4. Spring yağmurlama (Şekil 5.11)

5.4.2. Sulama yönteminin avantaj ve dezavantajları

5.4.2.1. Yüzey sulama yöntemini avantajları

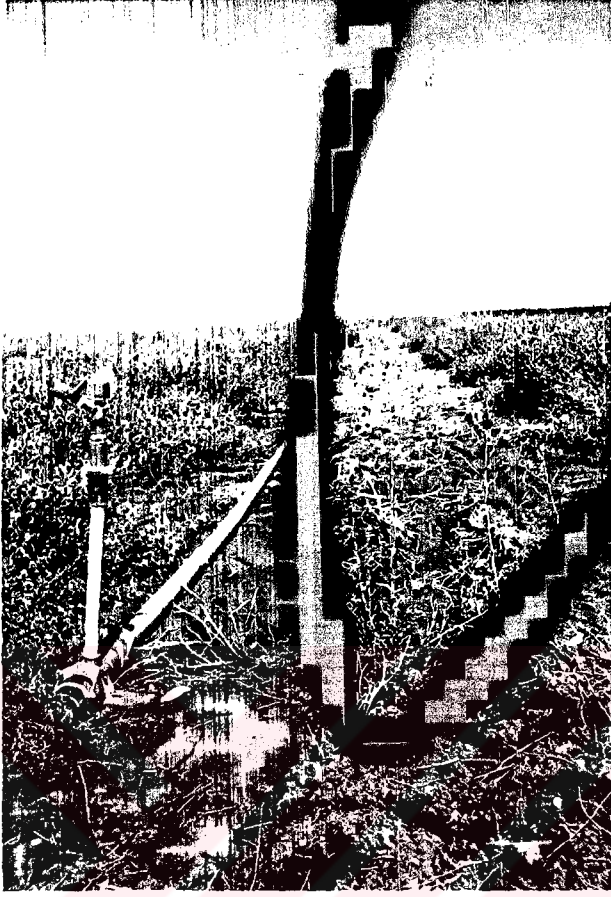
- İşçilik ihtiyacı azdır ve kalifiye işçilik istemez
- Yüksek debili sular kullanılabilir
- Birçok bitki için uygun sulama yöntemidir
- İlk tesis masrafı yok denecek kadar azdır
- Enerji gerektirmez.



Şekil 5.6. Taşınabilir yağmurlama usulu ile karpuz sulaması

5.4.2.2. Yüzey sulama yönteminin dezavantajları

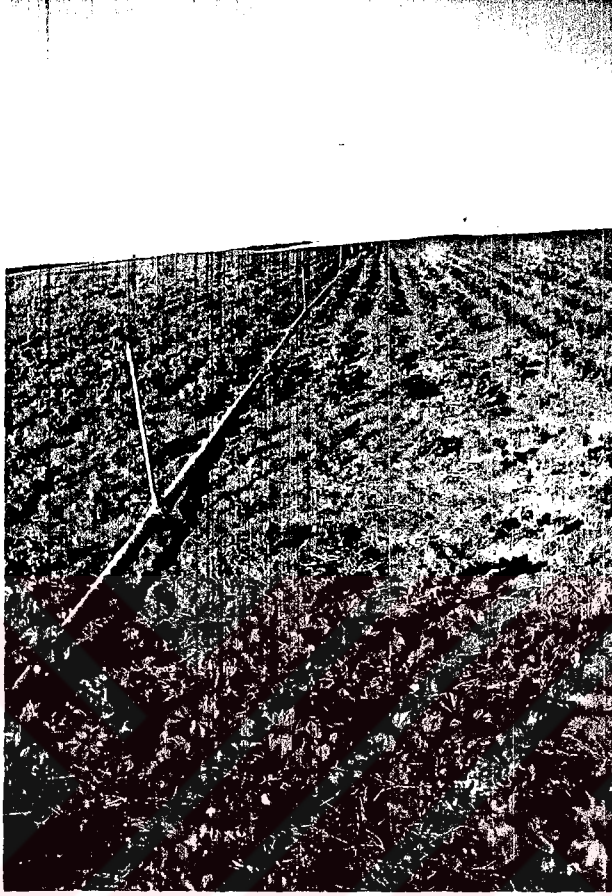
- Suyun yeknesan olarak toprağa verilmesi güçtür (Şekil 5.12, 5.13).
- Uygun olmayan uzun tava ve karık boyları toprak erozyonuna neden olduğu gibi su uygulama randımanını da düşürerek derine süzülme ile sulama suyu kayıplarını artırır (Şekil 5.14, 5.15, 5.16).
- Aşırı su uygulaması drenaj sorunu yaratır (Şekil 5.17, 5.18).
- Sığ, taşlı, eğimli ve tesviye gerektiren arazilerde başarılı bir şekilde uygulanamaz.
- Kaymak bağlayan topraklarda çimlenme zorlukları ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5.7. Taşınabilir yağmurlama usulü ile yonca sulaması (Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesi D.S.İ. yağmurlama sulaması).



Şekil 5.8. Yağmurlama usulü ile karpuz sulaması (Şanlıurfa'nın Ceylanpınar ilçesi D.S.İ. yağmurlama sulaması)



Şekil 5.9. Yağmurlama usulü ile pamuk sulaması (Şanlıurfa'nın Ceylanpınar ilçesi D.S.İ. yağmurlama sulaması).

5.4.2.3. Yağmurlama sulama yöntemlerinin avantajları

- Düzgün topoğrafyaya sahip olmayan arazilerde rahatlıkla uygulanabilir.
- Sulama bilgisi fazla olmayan çiftçiler tarafından kolaylıkla uygulanabilir.
- Su alma hızı yüksek topraklarda başarıyla uygulanabilir.
- Küçük su kaynakları değerlendirilebilir
- Arazi kaybı olmadığından üretim alanı net olarak kullanılabilir
- Bazı suni gübreler su ile birlikte verilebilir
- Sebze ve meyve yetiştirilmesinde don olayını engeller



Şekil 5.10. Yağmurlama usulü ile karpuz sulaması (Şanlıurfa'nın Ceylanpınar ilçesi D.S.İ. yağmurlama sulaması)

5.4.2.4. Yağmurlama sulama yönteminin dezavantajları

- İlk tesis maliyeti çok yüksektir. Basınç için gerekli yükseklik olmazsa yeterli basıncı sağlamak için enerji tesislerine ihtiyaç vardır.

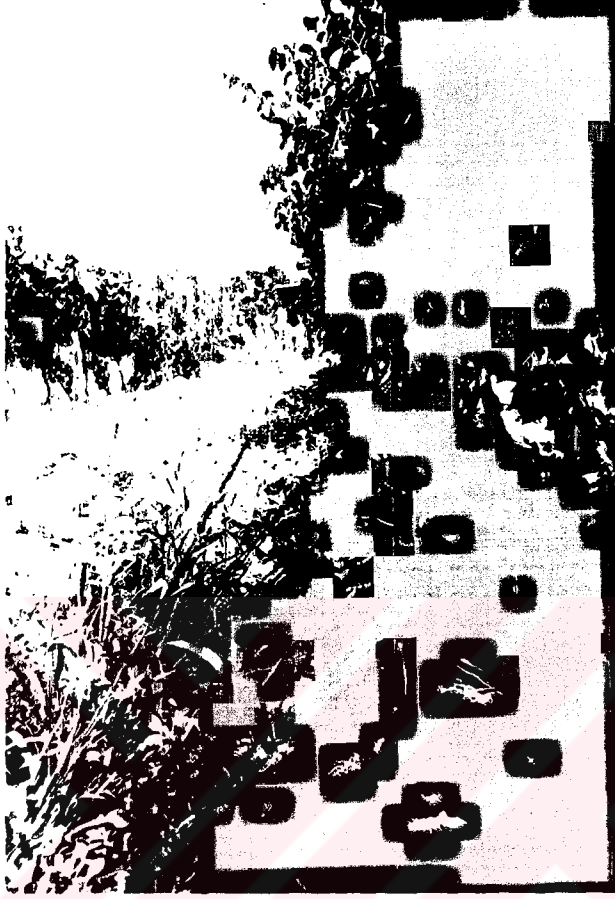
- Arazi içerisinde laterallerin değiştirilmesi için işçi gerekmektedir (Hareketli ve yarı sabit yağmurlama metodlarında) (Şekil 5.19).

- Yöntemde kullanılan boru ve başlıkları ile motor v.s. tesislerde bazen arızalar meydana gelebilir (Şekil 5.20, 5.21).

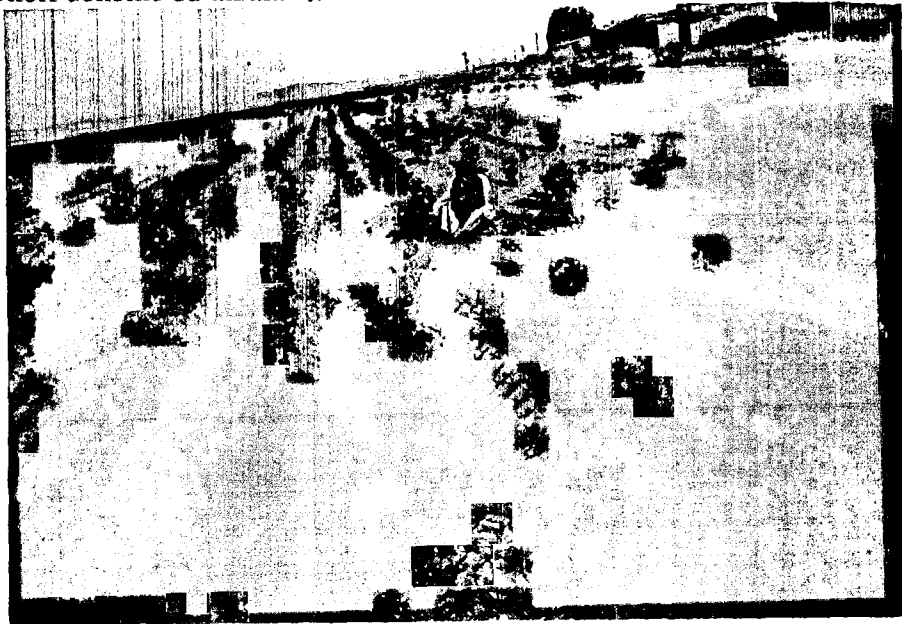
5.4.2.5. Damla sulama yönteminin avantajları

- Düşük dehiye sahip sular kullanılabilir.

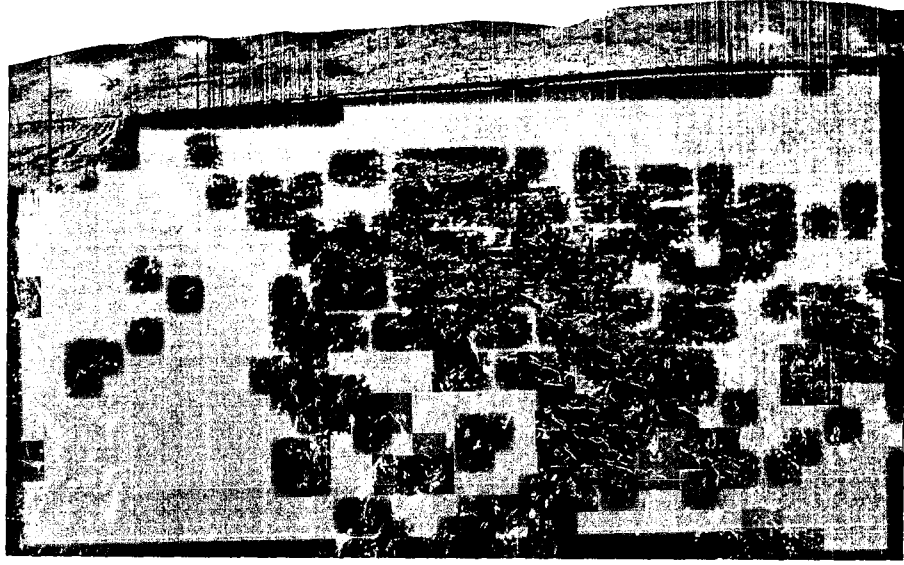
- Arazinin belirli bir bölümü ıslatıldığından az su ile geniş alanların sulanması



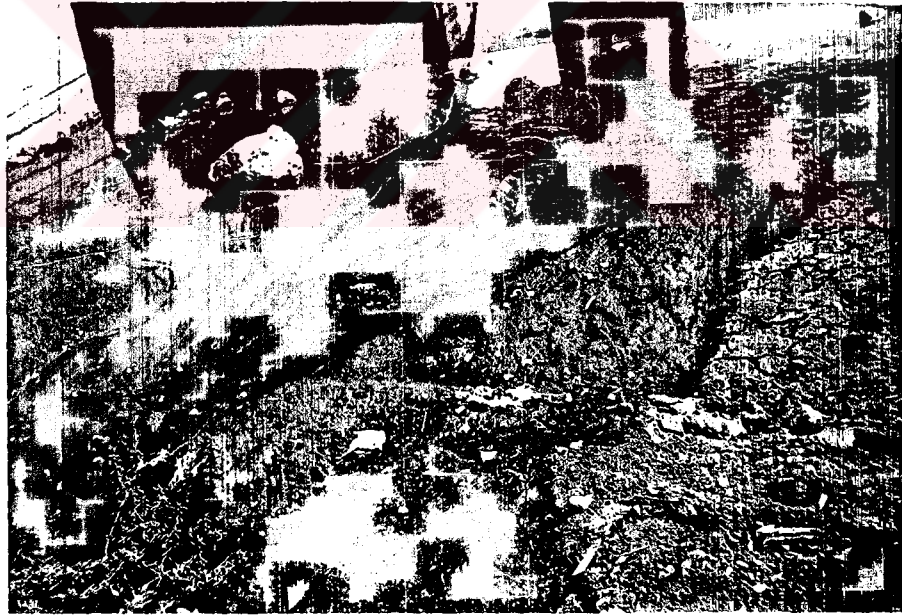
Şekil 5.11. Spring usulü ile asma sulaması (Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesi Köy Hizmetleri deneme sulamaları).



Şekil 5.12: Yüzey sulamada, suyun yeknesan olarak dağılmaması ürün verimi ve kalitesi üzerinde olumsuz etki yapar (Diyarbakır'ın Bismil ilçesi halk sulaması).



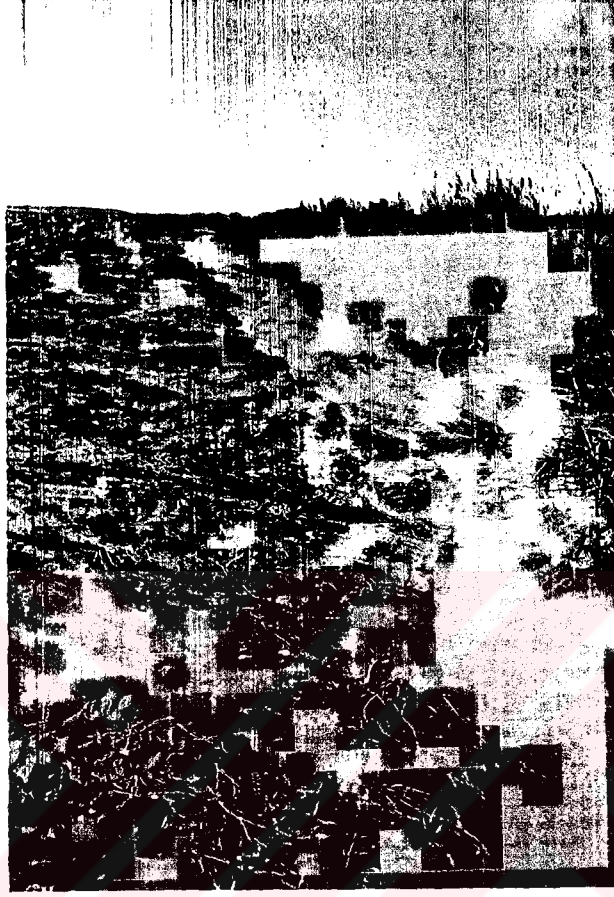
Şekil 5.13: Yüzey sulamada, suyun yeknesan olarak dağılmaması ürün verimi ve kalitesi üzerinde olumsuz etki yapar (Diyarbakır'ın Bismil ilçesi halk sulaması).



Şekil 5.14: Uygun şekilde yapılmayan yüzey sulamaları toprak erozyonuna neden olmaktadır (Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesi D.S.İ. yüzey sulaması).

sağlanabilir.

- Sulama sırasında kuru alanlarda bazı tarımsal işlemler rahatlıkla uygulanabilir.
- Buharlaşma kayıplarını en aza indirir.



Şekil 5.15: Uygun şekilde yapılmayan yüzey sulamaları toprak erozyonuna neden olmaktadır (Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesi D.S.I. yüzey sulaması).

- İşçilik masrafı azdır.
- Tarla içi geliştirme hizmetlerine gerek yoktur

5.4.2.6. Damla sulama yönteminin dezavantajları

- Kullanılan suyun, sediment ve yüzücü maddeleri içermemesi gerekir.
- Tesis masrafı yüksektir.
- Her bitki için uygulanabilirliği yoktur.
- Çiftçinin, teknik bilgi seviyesinde olması gerekir.

5.4.2.7. Sızdırma sulama yönteminin avantajları

- Sulama kayıpları, kullanılan su ve işçilik azdır.



Şekil 5.16: Uygun şekilde yapılmayan yüzey sulamaları toprak erozyonuna neden olmaktadır (Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesi D.S.İ. yüzey sulaması).



Şekil 5.17: Yüzey sulamalarda aşırı su uygulamaları drenaj sorununu meydana getirir (Harran ovası drenaj kanalı).



Şekil 5.18: Yüzey sulamalarda aşırı su uygulamaları drenaj sorununu meydana getirir.

- Yabancı ot kontrolü kolaydır.
- Arazi kaybı söz konusu değildir.

5.4.2.8. Sızdırma sulama yönteminin dezavantajları

İyi kalitede su kullanımını gerektirir.

- Tesis masrafı yüksektir.
- Bazı bitkilerin sulanması için uygun değildir.
- Her türlü arazi ve toprak şartlarında başarılı değildir.

5.4.3. Sulama metodlarının seçimine etki eden faktörler.

5.4.3.1. Toprak özellikleri



Şekil 5.19: Hareketli ve yarısabıt yağmurlama sulamasında lateral ve başlıkların değişimi işçi gerektirir (Şanlıurfa'nın Ceylanpınar ilçesi D.S.İ yağmurlama sulaması).

Toprağın, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek ise daha uzun aralıklarla sulama gerekeceğinden ve ekonomik olacağından yüzeysel sulamalar tercih edilir. Aksi halde sık sulama gerekeceğinden en uygun metod diğer şartlar da elverirse yağmurlama veya diğer basınçlı sulama metodlarıdır.

Toprağın su alma hızı yüksek olduğu takdirde akış uzunluğu azalacağından yüzeysel sulama metodu, çok kanal gerektireceği için ekonomik olmaz. Bu yüzden yağmurlama veya diğer basınçlı metodları kullanmak daha uygundur. Su alma hızı 12.5 mm/h'den küçük ise yalnız yüzeysel sulamalar; 75 mm/h'den büyük ise yalnız yağmurlama yöntemi; bu iki değer arasında ise diğer koşullar da gözönüne alınarak herhangi bir metod uygulanabilir.

Sığ topraklar tesviyeye ve ark açmaya elverişli olmadığından bunları gerektirmeyecek metodlardan birini kullanmak daha doğrudur.



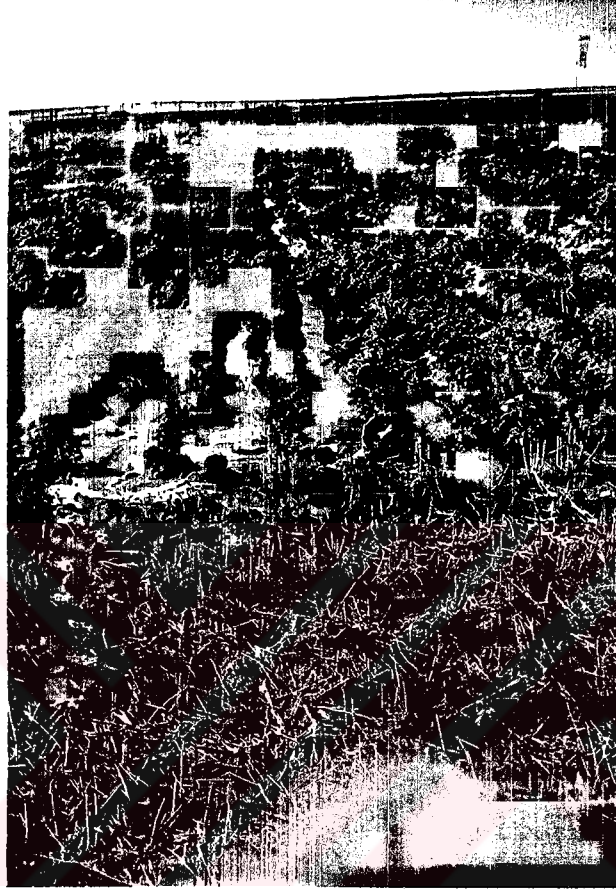
Şekil 5.20: Yağmurlama sulama yönteminde kullanılan boru, başlık, motor v.s. tesislerden meydana gelen arızalar istenmeyen sonuçları doğurur.

Toprağın belirtilen karakteristiklerinin sürekli olmadığı toprakların sulamalarında, olumsuzlukları en iyi bir şekilde karşılayabilmesi açısından yağmurlama sulama metodu tercih edilir.

Taban suyunun yüksek olması, kök seviyesine kadar yükselmesi toprağın tuzlanmasına, bitki gelişiminin durmasına neden olmaktadır. Böyle toprakların doğal drenajının zayıf olduğu apaçıktır. Böyle durumlarda drenajı gerektirmeyecek veya drenaja en az ihtiyaç gösterecek sulama metodları kullanılmalıdır. Drenaj iyi ise veya suni drenaj sağlanmışsa yüzey sulamalarda uygulanabilir.

Taşlık topraklarda tesviye güçlüğü, hatta imkansızlığı nedeniyle en uygun metod yağmurlama sulama metodudur.

5.4.3.2. Topografik durum



Şekil 5.21: Yağmurlama sulama yönteminde kullanılan boru, başlık, motor v.s. tesislerden meydana gelen arızalar istenmeyen sonuçları doğurur.

Düz veya düze yakın arazilerde her türlü sulama metodu uygulanabilir.

Orta ve yüksek derece engebeli arazilerde karık ve tava metodu hiç uygun değildir. Bu durumda diğer metodları ve özellikle yağmurlama sulama metodunu uygulamak daha doğrudur.

5.4.3.3. Sulama suyunun miktarı ve kalitesi

Şüphe yok ki suyun azlığı durumunda, suyu, tasarruflu bir şekilde kullanmaya müsait bir metod kullanmak gerekir. Aynı zamanda, toplam su miktarı az ve küçük akış debili ise bu durumda küçük akış debisi ile sulamanın mümkün olduğu metodlar uygulanmalıdır. Bunun için basınçlı sulama yöntemleri daha uygundur. Aksi halde, akış debisinin büyük olduğu durumlarda diğer koşullar da uygun ise yüzey sulamalarında yapılabilir.

Suyun kalitesi yani içinde eriyebilecek tuz oranı, sulama metodunu çok etkilemektedir. O halde tuz çökmesine meydan vermeyecek bir metodun seçilmesi uygundur. Karık metodu, tuz birikimine neden olduğu için uygun değildir. Böyle durumlarda ağır sulamaya imkan veren border, adi tava ve yüksek kapasiteli yağmurlama uygulanmalıdır.

5.4.3.4. Tarla büyüklüğü ve şekli

Tarlanın normal büyüklükte olması halinde hemen hemen her türlü sulama metodu uygulanabilir. Küçük tarlalarda ise arazi israfına neden olmayacak metodları uygulamak daha doğrudur.

Randımanlı yüzey sulama için tarlanın dikdörtgen olması tercih edilir. Şekilsiz tarlalarda hemen hemen hiçbir metod randımanlı bir şekilde uygulanamaz. Böyle durumlarda yine en iyisi basınçlı sulama yöntemleridir.

5.4.3.5. Bitki türü

Bitki boyunun uzun olması durumunda, sistemin taşınması, onarılması v.b. güçlükler nedeni ile hareketli yağmurlama metodu pek kullanışlı değildir. Bu tür durumlarda en uygun metod karık metodudur. Bunun yanında, küçük boylu çayır, çimen v.b. durumlarda border, buğday gibi çok az sulanması gereken bitkiler için en iyi metod kontrollü salma veya çizi gibi yüzey sulama metodları kullanılabilir.

5.4.3.6. İklim özellikleri

Sıcaklık, nem, rüzgar, yağış ve don gibi iklim karakteristikleri de sulama metodlarının seçimine etki eden özelliklerdir. Örneğin rüzgarlı ve sıcak iklime sahip yerlerde yağmurlama sulaması, homojen sulamayı sağlayamayacağından ayrıca buharlaşmaya neden olacağı için uygulanmamalıdır. Don olayı tehlikesi olan durumlarda yağmurlama sulama yöntemi, donu engelleyeceği için daha uygundur. Bunun yanında her mevsim yağışlı olması özelliğini gösteren bölgelerde, ani su ihtiyacını karşılama açısından yine basınçlı sulama metodları daha uygundur.

5.4.3.7. Sulama masrafları

Şüphesiz sulama masrafları, sulama metodu seçiminde çok etkili bir rol oynamaktadır. Diğer özellikler açısından özel tercih yapma zorunluluğu yoksa, ekonomik nedenlerle tesis ve işletme masrafı en az olan metodlar daha uygundur.

5.4.3.8. Sosyal ve kültürel durum

Her sektörde olduğu gibi sulama sektöründe de çiftçinin veya yöre halkının sosyal ve kültürel durumu, alışkanlık, görgü, ekonomik durumu ve işgücü gibi özellikleri hiç şüphe yok ki sulama metodu seçiminde çok etkili rol oynar. Öyle ki yukarıda sıralanan metodlardan, çiftçi, kendisine en uygun metodlardan birini, sadece alışkanlıkları yüzünden uygulamayabilir.

5.5. Sulama Sisteminin V. Aşaması (Drenaj)

Sulama sisteminin her dört aşaması, sulama suyunun kaynaktan alınıp bitki kök bölgesine verilinceye kadar yapılan tüm çalışmaları, uygulanan tüm metod ve teknikleri ile kurulan tüm tesisleri kapsamaktadır. Bu dört aşama sonucu, bitki kök derinliğine kadar getirilen suyun tamamı bitki tarafından kullanılmamaktadır. İhtiyaç fazlası suların sulama alanından uzaklaştırılması gerekir.

İşte sulama sisteminin V. aşamasında bu konu yani drenaj sistemi değerlendirilecektir.

Drenaj, topraktaki, bitkiye zararlı olabilecek fazla suların bitki kök bölgesinden uzaklaştırılmasına denir.

5.5.1. Drenajın faydaları

Aşağıda sıralanan nedenlerden ötürü drenaj, gerekli ve faydalıdır.

1. Yeraltı su seviyesinin bitkiye zarar verecek derecede yükselmesini engellemek.
2. Tarım arazisinin, göllenme, bataklık, çamurlaşma v.b. şekillerde kısmen veya tamamen tarıma elverişsiz hale gelmesini engellemek.
3. Özellikle sulama suyunun kıt olduğu bölgelerde artık suların tekrar sulamaya kazandırılmasını sağlamak.
4. Gerek sızma ve gerekse yüzeysel akışı kontrol altına alarak toprağın çoraklaşmasını ve erozyona uğramasını engellemek.
5. Erken ekim, dikim, hasadın yapılması.
6. Bitki kök bölgesi derinliğinin arttırılması.

7. Toprağın hava almasının sağlanması.
8. Zeminin ısınmasının çabuklaştırılması.
9. Toprağın işlenebilme özelliğinin sağlanması.
10. Fazla sudan ötürü tarımın yapılamadığı alanların tarıma kazandırılması ve toplum sağlığının korunması.

Drenaj sistemi, yüzeysel ve derin drenaj olmak üzere iki kısma ayrılır.

5.5.2. Yüzeysel drenaj şebekesi

Sulama alanında, gerek sulama ve gerekse yağış sonucu yüzeyde biriken fazla suların, tarım alanlarına zarar vermeden önce ve zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılmasına yüzeysel drenaj denir. Bu iş için kurulan şebekeye de yüzeysel drenaj şebekesi denir.

Yüzeysel drenaj şebekeleri, aynı yüzeysel sulama şebekelerinde olduğu gibi ana drenaj, sekonder ve tersiyer drenaj kanallarından ibarettir. Yalnız kanalların su taşıma sistemi, sulamadakinin tersi olarak drenajda, su, önce tersiyere, tersiyerden sekondere ve sekonderden de ana kanal aracılığıyla atık sular, ya bir dere, nehir veya denize ya da tekrar kullanılmak üzere dinlendirme ve arıtma tesislerine akıtılır.

5.5.3. Derin drenaj şebekesi

Gerek yağışların gerekse sulama sularının derinlere sızması sonucu yeraltı su seviyesinin yükseldiği açıktır. Tarım alanlarında, doğal drenajın imkan vermediği yeraltı su seviyesini düşürmek veya bataklık, çamurlaşma ve benzeri nedenlerle tarıma elverişli olmayan alanların sulu tarıma kazandırılması, yüzeysel drenaj yerine derin drenajı gerektirir.

Derin drenaj şebekesi, tıpkı yüzeysel drenaj şebekesi gibi inşa ediliirler. Kanalların, fazla suları derleyerek toplayıp uzaklaştırabilmesi için yüzeysel drenaj kanallarına nazaran daha derinde yapılır. Kanalların birbirine çok yakın açılması gerikiyorsa, tarım alanlarının kaybını önlemek amacıyla yeraltında drenler döşenerek kapalı olarak tesis edilirler.

5.6. Sulamanın VI. Aşaması (Sulama Sisteminin İşletilmesi)

Sulama sisteminin ilk dört aşaması sonucu, sulama suyu kaynaktan alınıp bitki

kök bölgesine kadar getirilir. V. aşamada ise işletmeden sonra ortaya çıkabilecek derin ve yüzeysel fazla suların bitki kök bölgesinden uzaklaştırılması yani drenaj ele alınmıştır.

Hem sulama ve hemde drenaj sisteminin teşkilinden sonra sulama suyu ve sulama alanı, sulama sisteminin işletilmesine hazır hale gelmiştir.

Sulama sisteminin inşası ve işletilmesi, her ülkede farklı farklı özel veya kamu kurum, kuruluş ve birlikler tarafından sağlanır. İşletme organları her ülkede farklı olduğu gibi aynı isim altında farklı görev ve sorumlulukta da olabilirler.

Sulamada gelişmiş ülkelerde, projelerin etüt ve planlaması, inşaat, işletme, bakım ve onarım giderleri hükümetler tarafından kamu bütçesinden karşılanır. Bunun karşılığında bu hizmetten yararlanan çiftçilerden daha fazla vergi alınarak en azından harcamaların bir kısmı karşılanmış olur.

Yine sulamada gelişmiş ülkeler, sistemden beklenen yararların sağlanması için, sulama sisteminin en iyi şekilde organizasyon ve idaresi ile ilgili aşağıdaki sorunlara en uygun çözümlerin bulunması gerekir düşüncesindedirler:

1- Sulama projesinin en iyi şekilde idare ve organizasyonu için bu organizasyonun fonksiyonları ne olmalıdır?

2- Bu organizasyonun idari kademeleri nasıl olmalıdır? (Ülke, bölge, il, ilçe projeleri ve tarla içi faaliyetlerin bazında)

3- Organizasyonun en küçük biriminin yöneteceği sulama alanı ne kadar olmalıdır?

4- Planlama, işletme, bakım ve onarım işleri için ihtiyaç duyulan personel ve idare yönetimi nasıl olmalıdır?

5- Organizasyonun ekonomik kaynakları nereden ve nasıl sağlanmalıdır?

6- Proje uygulamalarından hiyerarjik yapı ve sorumluluk kademeleri nasıl olmalıdır?

7- Bu sorunların çözümü için kanun ve yasalar el veriyor mu vermiyorsa ne tür değişikliklerin yapılması gerekir?

Bu sorunların çözümleri ışığında, sistemin plan, proje ve inşaatından sorumlu

organizasyonlar, aynı zamanda işletmeden de sorumlu olacak şekilde kurulur ve faaliyet gösterir.

Bu amaçla sulama birlikleri kurulur ve bu birlikler sorumluluk alanlarında sulamanın her türlü idari işlerini üstlenmektedirler.

Ülkeden ülkeye, sorumluluk ve görevleri ile idari teşkilatlanmaları değişebilen bu birlikler, sulamada gelişmiş ülkelerin hepsinde yaygın bir şekilde hizmet vermektedir.

Bu birliklerin sorumluluk alanlarında plan, proje ve inşaat, bakım ve onarım masrafları, çoğu ülkelerde kamu bütçesinden karşılanıp, uygun bir vergilendirme ile çiftçilerden geri tahsil edilir. Örneğin A.B.D'de mali finans bu şekilde sağlanmaktadır. Yatırımdan yararlanan çiftçiler yatırım giderlerini, faizsiz veya çok düşük bir faizle uzun vadede geri öderler.

Pakistandaki sulama birliklerini mazisi çok eskiye dayanmakla birlikte kendilerin günümüz teknik ve yöntemlerine göre yenilemedikleri için pek başarılı oldukları söylenemez. Kanalların her türlü bakım ve onarımı sulayıcı birlikler kanalıyla çiftçiler üstlenmiştir.

Japonya ve Taiwan'da da sulama birlikleri faaliyet göstermektedir.

Bir çok Asya ülkesinde de, sorumluluk alanları ülkelere göre dar veya geniş kapsamlı olarak değişebilen sulama birlikleri mevcuttur. Örneğin Taiwan'da 145.500 ha'lık alana hizmet veren, 300.000 üyesi 55 yöneticisi ve 1500 teknik personel ve düz çalışanı olan büyük bir organize mevcuttur.

Hollanda'da ilk sulama birliği 1957'de kurulmuş olup, çalışma alanı 2700 ha'dır. Gelderland Eyaleti Nijmegen'de kurulan bu birliğin faaliyetleri için gerekli tüm yasal düzenlemeler yerel idareler tarafından yapılmıştır.

Fransa'da, genellikle basınçlı sulama yapılmakta ve 1950'lerden itibaren, sulama işlerinin bazı özel şirketler tarafından yürütüldüğü bilinmektedir. Fakat bu şirketler, her türlü faaliyet birimlerinde hükümet tarafından denetlenmektedir.

6. GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ

6.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Yeri ve Sınırları

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, 36° 30'-42° 40' doğu boylamları ile 36° 30'-38° 40' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.

Yurdumuzun yedi coğrafi bölgesinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi, kuzeyden Antitoros'larla, güneyden Suriye ve Irak sınırları ile çevrili olup az engebeli ve çok verimli büyük düzlüklere ve ovalara sahiptir. Tarihte Kuzey Mezopotamya veya verimli Hilal diye bilinen Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Adıyaman, Şırnak, Batman ve Siirt illeri olmak üzere 8 ilden meydana gelmiştir. Toplam yüzölçümü 74 km²'dir.

6.2. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Coğrafi Yapısı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, genel anlamda az engebeli ve büyük düzlüklere sahip bir bölgedir. Batı tarafında yer yer Akdeniz iklimi görülmektedir. Doğu tarafına gidildikçe, yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlı olan tipik bir karasal iklim hakimiyetine girmektedir.

Ortalama yağış 700-800 mm arasında değişir. Hakim bitki örtüsü bozkır'dır. Ormanlar bölgenin toplam yüzölçümünün 1/10'u kadar olup genellikle mazı meşe türündedir.

6.2.1. Başlıca dağları

Bölgenin başlıca dağları Karacadağ, Gaziantep-Şanlıurfa platosunda yer alan Suf dağı, Karadağ, Arat dağı, Kartal dağı, Adıyaman çevresinde Toroslar yayının güneyinde, Akdağ, Tucak dağı, Karlık dağı, Bitlis kütlesi ve Mardin eşiğinde Akçakara dağı, Sason dağı ve güneyde Savur-Germav boyunca yükseklikleri 1000-1500 metre arasında değişen bazı yükseltilerdir.

6.2.2. Başlıca ovaları

Gaziantep ovaları, Araban ovası, Adıyaman, Besni-Keystün, Kızılin, Mardin-Ceylanpınar, Nusaybin-Cizre, Şanlıurfa-Harran, Siverek-Hilvan ovaları ile Dicle havzasında yer alan Dicle sol sahil ovaları, Dicle sağ sahil ovaları, Batman ovası, Garzan, İdil, Silopi ve Çermik ovalarıdır.

6.2.3. Başlıca nehirleri

Bölgenin başlıca nehirleri Dicle ve Fırat nehirleri ile bu iki büyük nehrin kollarıdır.

6.2.4. Başlıca gölleri

Bölge, tümü ile doğal göllerden yoksun bir bölge olmakla birlikte GAP'ın tam anlamıyla bitiminden sonra çok sayıda suni baraj gölleri meydana gelecektir. Bu göllerin başlıcaları, Atatürk baraj gölü (yurdumuzun üçüncü büyük gölü), Silvan ve Silvan-Batman baraj gölleridir.

6.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Nüfusu ve Sosyo-Ekonomik Durumu

Aşağıdaki tabloda Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne ilişkin illere göre nüfus ve nüfus karakteristikleri verilmiştir(Tablo 6.1).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, sürekli dışarıya göç verildiği halde hızlı nüfus artışının olması gittikçe km^2 başına düşen insan sayısında sürekli bir artış olmaktadır. Tablo 6.1'de bölgeye ait nüfus artışı yıllara göre gösterilmiştir. Yüzölçümü açısından Türkiye'nin %10, nüfus açısından yurdumuzun %11'ini oluşturan Güneydoğu Anadolu Bölgesi, 1985 istatistiklerine göre GSYH/GSBH içindeki payı tarımda %9 ve sanayide %1.9; GSYH %4, kişi başına GSYH/GSBH'de Türkiye genelindeki payı ise %47 olarak tesbit edilmiştir(GAP'sız). Ayrıntılı bilgi Tablo 6.2'de verilmiştir. Sanayi sektöründe yeterince gelişmemiş olan bölge, klasik bazda tarımda; özellikle susuz tarımda büyük gelişme sağlamıştır.

Yukarıdaki veriler GAP öncesi verilerdir. GAP ile gelen bereketle bütün sektörlerde bölgesel ve ulusal ekonomideki en büyük payı hemen hemen Güneydoğu Anadolu Projesi üstlenecektir. GAP'ın gerçekleştikten sonraki bölgesel ve ulusal ekonomik kalkınma rakamları aşağıda Tablo 6.3'te verilmiştir.

"GAP'ta; şu anda tarımsal ürünlerin payı %40, proje sonrası ürünlerin payı ise %23 olacağı beklenmektedir. GAP'ta tarım sektöründen elde edilen gelir net olarak şu ankinin 2.5 katı olacak. Başka bir deyişle, %2.7 olan yıllık tarımsal gelişme eğilimi %4.9'a çıkacaktır. Kişi başına gayrisafi hasıla açısından,

GAP/Türkiye : %47 (1985)

GAP/Türkiye : %55 (2005 yılı)

Tablo 6.1: GAP illerinin yüzölçümü, nüfus ve nüfus karakteristikleri (D.İ.E., 1990)

İlin Adı	Yüzölçüm (Km ²)	Toplam Nüfus	Merkez İlçe	Taşra Nüfusu	Kentsel nüfus Nüfus %	Kırsal Nüfus
Gaziantep	7.642	1.225.863	627.584	598.279	809.070 66.0	417.813
Şanlıurfa	18.584	1.009.084	278.516	730.568	508.578 50.4	500.506
Adıyaman	7.614	513.131	100.045	413.086	194.990 38.0	318.141
Diyarbakır	15.385	1.094.996	381.144	713.852	570.493 52.1	524.503
Mardin	12.760	558.947	52.994	505.953	212.400 38.0	316.547
Batman	-	345.070	148.121	196.949	194.458 56	150.612
Siirt	-	244.461	66.607	177.854	109.642 45	134.819
Şırnak	-	-	-	-	- -	-
Toplam	74.000	4.909.000	1.655.011	3.253.989	2.552.680 52.0	2.356.320

Böylece, Türkiye'nin batı bölgeleri ile GAP arasındaki farkın artma eğiliminin durdurulması veya en azından düşürülmesi sağlanmıştır.

Enerji açısından; Türkiye geneli H.E.S.'lerin toplam kurulu gücü 34.500 MW.

GAP bittikten sonra sadece GAP'ın toplam kurulu gücü 7476 MW

GAP / Türkiye (Enerji) : %22

Tablo 6.2: GAP'ın Bölge kalkınmasındaki yeri ve önemi (GAP Master Planı Rihai Raporu)

Büyüme Karakteristikleri	1985	2005
G.S.B.H. (Milyar TL.)	3.709	9.329
Tarım (Milyar TL.)	1.467	2.499
Sanayi (Milyar TL.)	582	1.862
İnşaat (Milyar TL.)	276	680
Hizmet (Milyar TL.)	1.384	4.283
Nüfus (Milyon)	4.304	7.575
Kentsel nüfus (Milyon)	2.148	4.859
Kırsal nüfus (Milyon)	2.156	2.716
İztiham (Milyon)	1.528	2.388
Kişi başına G.S.B.H. (Milyon/Kişi)	0.862	1.232

Tablo 3: GAP'ın Bölgesel ve Ulusal Ekonomisindeki Payı (1).

Büyüme Kriterleri	GAP öncesi	GAP sonrası
GAP Bölgesi Ekonomisinde Tarımsal Ürünlerin Payı	%20	%23
GAP Bölgesi Ekonomisinde Tarımsal Ürünlerin artış	% 0	%250
Yıllık Tarımsal Gelişme Eğilim	%2.7	%4.9
Kişi Başına Gayrisafi Hasıla, GAP/Türkiye	%47 (1985)	%55 (2005)
Enerji GAP/Türkiye	-	%22

7. GAP'IN TOPRAK KAYNAKLARI

Güneydoğu Anadadolu Bölgesi'nin toprak kaynakları Dicle ve Fırat nehirleri ve bunların kollarının beslediği ovalardır. Bu alanların büyük bir kısmının tasnifi yapılmıştır. Bölgede yer alan, toprak tasnifi ve toprak sınıflandırma çalışmaları yapılmış sulanabilen alanların, projelere göre dağılımı Tablo 7.1' de özetlenmiştir. Toplam 1.855.153 ha. alanı teşkil eden tasnif çalışmaları bitmiş olanların dışında, tasnifi önerilen ovalarla birlikte Güneydoğu Anadadolu Bölgesi'nde sulamaya müsait alanların toplamı 2.000.000 hektarı bulacaktır(Tablo 7.1).

Tablo 7.1: GAP'ın Toprak Kaynakları

Proje ve Üniteleri	Tasnifi yapılan alan
1- Harran Ovası	225.109
2- Mardin Ceylanpınar Ovası	447.972
3- Siverek-Hilvan Ovası	183.801
II- SURUÇ-BAZIKI PROJESİ	
Birecik-Suruç-Baziki Ovaları	174.220
III- GAZİANTEP-ARABAN OVALARI	127.147
IV- ADIYAMAN-KAHTA OVALARI	168.277
V- DİCLE-KRALKIZI PROJESİ	
Dicle Sağ Sahil Ovaları	173.628
VI- BATMAN PROJESİ	
Dicle Sol Sahil Ovaları	201.175
VII- GARZAN OVALARI	61.366
VIII- CİZRE PROJESİ	
Cizre, Silopi, Nusaybin Ovaları	122.458
TOPLAM	1.885.153

GAP kapsamına alınan toplam sulanabilir alan, 1.693.027 ha.'dır. Yani GAP gerçekleşince tasnifi yapılmış alanların %85'i kullanılmış olacaktır.

Yukarıda belirtilen toprak kaynaklarına, münferit halk sulamaları dahil değildir.

8. GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE SU KAYNAKLARI

8.1. Yerüstü Su Kaynakları

Bölgedeki yerüstü su kaynaklarını tümü ile akarsular teşkil etmektedir. Göl ve pınar şeklinde önemli bir su rezervi yoktur. Bölgede yerüstü su potansiyelini saptamak için 53 adet hidrometri istasyonu kurulmuştur. Bu hidrometri istasyonları ile tespit edilen yıllık ortalama akımlar, projelere göre Tablo 8.1'de verilmiştir(GAP, Ankara, 1980).

Yurdumuzun en büyük iki akarsuyu olan Fırat ve Dicle nehirleri ile bu iki nehrin kolları, bölgenin biricik yerüstü su kaynağını teşkil etmektedir.

Fırat nehrinin Atatürk barajı membasında yıllık ortalama akımı 26.6 milyar m³ ve Birecik yakınlarında bu rakam 30 milyar m³'e ulaşmaktadır. Yurdumuzu terk ettiği sınır bölgesinde Fırat nehrinin yıllık ortalama akışı 30.25 milyar m³'e ulaşmaktadır. Kolları ile birlikte Fırat nehrinin toplam ortalama akışı ise 31.61 milyar m³'tür.

Fırat nehrinin bölge sınırları içinde kalan başlıca kolları, Kahta çayı, Ziyaret deresi, Hacı Hıdır, Nizip, Hacı Kamil çayları, Göksu ve Karasu'dur. Bunların yanında bölge sınırları içinde doğup da yurdumuz sınırları dışında Fırat'a dökülen Sabun, Afyon ve Cırcıp suları da Fırat havzasında yer alan akarsulardır.

Dicle nehrinin yıllık ortalama akış debisi Ilısu barajı yakınında 15 milyar m³'tür. Bundan sonra Kızılısu çayı katılmaktadır. Sınırımızı terk ettiği yerde yıllık ortalama akış debisi 16.24 Milyar m³'e ulaşmaktadır.

Dicle nehrinin bölge sınırları içinde kalan başlıca kolları Anbar çayı, Pamuk çayı, Salat çayı, Botan çayı, Garzan çayı, Göksu, Savur, Bitlis, Kızılısu, Kezer, Çağçağ, Nerdüş ve Hezil sularıdır. Bu kollarla birlikte Dicle havzasının yıllık ortalama akışı 21.33 Milyar m³'e ulaşmaktadır.

8.2. Yeraltı Su Kaynakları

GAP'ta yeraltı su potansiyeli illere göre aşağıdaki tabloda verilmiştir(Tablo 8.2). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde toplam yeraltı su potansiyeli 1.531.000.000 m³'tür.

8.3. Güneydoğu Anadolu Projesinde Sulama Suyu İhtiyacı

GAP'ta sulama suyu ihtiyacı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir(Tablo 8.3).

Tablo 8.1: GAP'ın Projelere Göre Yıllık Ortalama Akışları

Proje Adı	Yıllık Ort. Akış (10^6 m^3)	Proje Adı	Yıllık Ort. Akış (10^6 m^3)
1- Aşağı Fırat Projesi (Fırat Nehri)	26.709.125	8- Dicle Kralkızı Projesi (Dicle Nehri, Devegeçidi Çayı)	705.37
2- Aşağı Fırat Projesi (Urfa-Harran ve Suruç Ovaları)	34.075	9- Dicle Kralkızı (Dicle Sağ Sahil Ovaları)	78.0825
3- Aşağı Fırat Projesi (Mardin-Ceylanpınar Ovaları)	37.65	10- Batman ve Batman Silvan Projeleri (Batman Çayı ve Kolları)	2.081.565
4- Aşağı Fırat Projesi (Siverek-Hilvan Ovaları)	75.39	11- Batman ve Batman Silvan Projeleri (Dicle Sol Sahil Ovaları)	1.28.04375
5- Adıyaman-Kahta Projesi (Göksu Çayı ve Besni Kaysun ovası)	686.4325	12- Garzan Projesi	1.428.64
6- Adıyaman-Kahta Projesi (Kahta Çayı)	568.43	13- Ilısu ve Cizre Projeleri (Dicle Nehri ve Batman Çayı)	9.995.5625
7- Gaziantep ve Araban Proje- leri	50.2725	14- Ilısu ve Cizre Projeleri (Nusaybin ve Silopi Ovaları)	692.65

Tablo 8.2: GAP'ın yeraltı su kaynakları

Bölge	Yeraltı Su Potansiyeli
Diyarbakır ve Çevresi	420.000.000 m^3
Gaziantep ve Ovalarının Tümü	9.000.000 m^3
Şanlıurfa ve Bölgesi	1.102.000.000 m^3
TOPLAM	1.531.000.000 m^3

Tablo 8.3: GAP'ın Projelere Göre Sulama Suyu İhtiyacı

FIRAT HAVZASI OVALARI SULAMA SUYU İHTİYACI			DİCLE HAVZASI OVALARI SULAMA SUYU İHTİYACI		
Proje Adı	Sulama suyu İhtiyacı m ³ /ha/yıl	Sulama Modülü	Proje Adı	Sulama suyu ihtiyacı m ³ /ha/yıl	Sulama Modülü
Urfa-Harran	8.920.06	0.99	Devegeçidi Sulaması	10468.57	0.93
Siverek-Hilvan	10461.32	1.11	Batman Sulaması	8678.21	1.17
Mardin-Ceylanpınar	9998.71	1.08	Dicle Sağ. S. Ovaları	11693.01	1.23
Adıyaman-Kahta	7625.57	0.88	Garzan Ovaları	8441.00	1.03
Gaziantep-Araban	7226.79	0.87	Silopi Ovası	9019.27	1.17
Diğer Gaziantep ova- larının ortalaması	8571.96	1.06	Nusaybin-Cizre-İdil ovaları	9804.86	1.03

9. GAP'TA SULAMA VE SULAMA SİSTEMLERİ

9.1. GAP ve Kapsamı

GAP, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, Gaziantep, Şanlıurfa Diyarbakır, Mardin, Şırnak, Siirt ve Batman illerini kapsayacak şekilde Fırat ve Dicle nehirleri ile bu nehirlerin kolları üzerine inşa edilen 13 büyük proje ve bu projelerin alt birimlerinden meydana gelen entegre bir projedir. Bu projelerin çok yönlü amaçları vardır. Sulama, enerji, taşkından korunma ve içme suyu gibi. Ağırlıklı olarak sulama ve enerji üretimi amaçlıdır. Fırat ve Dicle havzasında inşa edilen ve inşa edilecek toplam 13 proje ve alt birimleri ile 22 baraj ve 19 hidroelektrik santralından meydana gelen GAP ile toplam 1.693.027 ha alan sulanacak (Tablo 9.1) ve 27.345 GWh enerji üretilmektedir.

1991 birim fiyatlarına göre GAP'ın toplam yatırım maliyeti 7.039.684.000.000 TL'lik kısmı sulamaya aittir. Projelere göre yıllık sulama faydaları tablo 9.2'de verilmiştir.

Enerji, sulama ve sosyo-ekonomik açıdan GAP'ın Türkiye geneli ile karşılaştırılması tablo 9.3'de verilmiştir.

Şimdi de bu 13 büyük projeyi, alt birimleri ile birlikte teker teker incelemeye çalışalım.

9.2. GAP'ta Sulama Sistemleri

9.2.1. Karakaya projesi

Enerjiye yöneliktir.

9.2.2. Aşağı Fırat Projesi

Aşağı Fırat Projesi, Fırat nehrinin Keban barajı yeri ile Atatürk barajı yeri arasındaki yaklaşık 300 m'lik düşüğü ve Fırat havzasının bu kesimindeki su potansiyelini değerlendirerek hidroelektrik enerjisi üretilmesine ve Güneydoğu Anadolu ovalarından Ş.Urfa-Harran, Mardin-Ceylanpınar ve Siverek-Hilvan ovalarının sulamasını amaçlamaktadır.

Proje alanı, kuzeyden Karacadağ ve Mardin-Midyat Eşiği, doğudan Nusaybin sulaması, güneyden Suriye sınırı ve batıdan Fırat nehri, Suruç ve Harran ovalarının

arasındaki yükselti ile çevrilidir.

Aşağı Fırat Havzasının su ve toprak kaynaklarını geliştirmek amacıyla ile ilk çalışmalar, 1967'de Fırat havzası istikşaf raporu içinde yer almaktadır. 1968 yılında, done durumları da gözönünde bulundurularak depolama tesisleri önerileri yapılmış ve sulama tesisleri de master plan aşamasında, bir yerli-yabancı firmalar topluluğuna ihale edilerek 1970 yılında tamamlanmıştır.

Depolama tesisleri yönünden 5 adet, sulama iletim tesisleri yönünden de 6 adet seçeneğinin birbirine uyarlanması ile 22 adet çok amaçlı seçenek, o günkü ekonomik ekonomik duruma göre en uygun bulunarak önerilmiştir.

Tablo 9.1: GAP'da projelere göre sulamalar

Proje ve Üniteleri	Sulama Alanı (ha)	Proje ve Üniteleri	Sulama Alanı (ha)
Karakaya projesi	-	Dicle-Kralkızı projesi	126080
Aşağı Fırat projesi	706.281	Batman projesi	37744
Sınır Fırat projesi	-	Batman-Silvan projesi	257000
Suruç-Baziki projesi	146500	Garzan projesi	60000
Adıyaman-Kahta projesi	77824	Ilısu projesi	-
Adıyaman-Göksu-Araban	71598	Cizre projesi	121000
Gaziantep projesi	98000	Münferit projeler	26312
Münferit projeleri	42440		

Tablo 9.2: GAP'ta projelere göre toplam yatırım maliyeti ve sulamaların yıllık faydası
(1990 Birim fiyatları)

Sıra No	Proje Adı	Toplam Yatırım Maliyeti (Milyon TL)	Sulamaların yıllık faydası (Milyon TL)
1	Karakaya projesi	10.279.000	-
2	Aşağı Fırat projesi	28.684.540	2.445.547
3	Sınır Fırat projesi	1.995.000	-
4	Suruç-Baziki projesi	1.572.000	598.990
5	Adıyaman-Kahta projesi	2.193.000	316.955
6	Adıyaman-Göksu-Araban	2.552.400	164.359
7	Gaziantep projesi	1.564.000	298.365
8	Dicle-Krakkızı projesi	4.953.100	511.397
9	Batman projesi	1.823.000	105.519
10	Batman-Silvan projesi	4.749.000	709.058
11	Garzan projesi	2.690.800	153.891
12	Ilisu projesi	3.487.000	-
13	Cizre projesi	3.854.000	465.761

Tablo 9.3: Enerji, sulama ve sosyo-ekonomik açıdan GAP'ın Türkiye geneli ile karşılaştırılması.

Türkiye'nin yüzölçümü	78.0 Milyon hektar
Türkiye'nin tarım araz. yüzölçümü	27.7 Milyon hektar
Türkiye'nin sulanabilecek araz.yüzölçümü	25.3 Milyon hektar
Türkiye'nin ek.sulan.araz.yüzölçümü	8.5 Milyon hektar
Hali hazırda sulanan araz. yüzölçümü	4.0 Milyon hektar
DSİ'ce sulanan arazi yüzölçümü	1.7 Milyon hektar
GAP'ça sulanacak arazi yüzölçümü	1.7 Milyon hektar
DSİ/Türkiye (sulamalar)	%20
GAP/Türkiye (sulamalar)	%20
GAP yüzölçümü/Türkiye yüzölçümü	%10
GAP nüfusu/Türkiye nüfusu	%11
GAP'ta şu andaki konumda tarımsal ürünlerin payı	%40
GAP'ta proje sonrası tarımsal ürünlerin payı	%23
GAP'ta tarım sektöründen elde edilen gelir GAP Sonrası/GAP öncesi	2.5
Kişi başına gayrisafi hasıla açısından	
GAP/Türkiye	%47 (1985 yılı)
GAP/Türkiye	%55 (2005 yılı)
GAP/Türkiye (Enerji açısından)	%22 (2005 yılı)

Buna göre, Fırat nehri üzerinde seri olarak, üç aşamalı bir depolama sistemi olarak, Karakaya-Alçak Gülköy ve Orta Karababa ile Aşağı Fırat ovalarının sulamasını sağlayacak iki bağımsız iletim sistemi, Bedir pompajı, Bedir barajı, Şanlıurfa tüneli ile Hilvan pompaj sistemi önerilmiştir.

Sürekli, tip, boyut, baraj gövde yerleri ve çözüm değişikliklerine uğrayarak, bazı tesisler iptal edilmiş ve bazılarının da ismi değiştirilmiştir.

1976-1977'de Aşağı Fırat Projesi'nin sulama gelişmesindeki büyük pompa istasyonlarını elimine etmek, pompaj enerjisi tüketimini büyük ölçüde azaltmak ve aşamalı olarak kolay uygulanabilir bir gelişmeye olanak sağlamak amacı ile proje çözümlemeleri konusunda yoğun çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmalardan sonra hazırlanan bir raporda Karababa Barajı 60 m. yükseltilerek Gülköy ve Bedir barajlarını elemiş ve depolama sayısı Karakaya ile birlikte ikiye inmiştir. Hilvan pompajı enerji tüketimi asgariye indirilmiş ve Şanlıurfa-Harran, Mar-din-Ceylanpınar ovalarında 300.000 ha'lık alanın cazibeyle sulanmasına olanak sağlanmıştır.

1981 yılında Atatürk'ün 100. doğum yıldönümü nedeniyle Karababa barajının adı "Atatürk Barajı" diye değiştirilmiştir.

Son şekli ile aşağı Fırat projesini aşağıda sunmaya çalışalım.

Depolama tesisi olarak sadece Atatürk barajı vardır.

9.2.2.1. Atatürk Barajı

Şanlıurfa ilinin 60 km. kuzey batısında, Adıyaman ilinin 35 km. güneyinde, Bozova ilçesine 24 km. uzaklıkta Şanlıurfa, Adıyaman il sınırında, Fırat nehri üzerinde ve Karakaya barajının 181 km. mansabında yer almaktadır.

Amacı	: Sulama+Enerji
Drenaj havzası	: 92.338 km ²
Yıllık ortalama akım	: 26.654 km ³
Barajın tipi	: Kil çekirdekli kaya dolgu
Talveg kotu	: 383 m.
En düşük işletme su kotu	: 513 m.
En düşük su kotu	: 526 m.

En yüksek su kotu	542 m.
Kret kotu	549 m.
Min.Depolama hacmi	29.4 km ³
Aktif depolama hacmi	11 km ³
Toplam depolama hacmi	48.7 km ³
Talvegden yükseklik	166 m.
Temelden yükseklik	169 m.
Kret uzunluğu	1664 m.
Kret genişliği	15 m.
Oturduğu zemin	Geniş bir vadide derinlere giden ince tabakalı kalker.
Gövde dolgusu	84 hm ³

9.2.2.2. Şanlıurfa Tüneli

Aşağı Fırat sulaması, Şanlıurfa-Harran ve Mardin- Ceylanpınar ovaları sulamalarına cevap veren Şanlıurfa tünel sistemi ile Siverek-Hilvan ve Bozova pompaj sulamalarından oluşmaktadır.

Tünelin karakteristikleri aşağıdaki gibidir:

Tünel adedi	: 2 adet (40 m. ara ile)
Tünelin iç yapı	: 7.62 m.
Tünelin uzunluğu	: 26.4 km.
Tünelin kapasitesi	: $2 \times 164 = 328 \text{ m}^3/\text{sn}$
Çalışma sistemi	: basınçlı
Sulayacağı toplam alan	: 476.474 ha

9.2.2.3. Şanlıurfa-Harran Ovası Sulaması

Harran kanalı, Şanlıurfa tüneli çıkış kodu olan 505.5 m.'den başlamakta ve Şanlıurfa-Harran ile aşağı Mardin ovalarının sulama suyu gereksinimlerini karşılamaktadır. Harran kanalının 4.5. km.'sinde ana kanala bir savakla bağlanacak olan yükleme havuzu ve Şanlıurfa Hidroelektrik santrali ile Harran ovasında 455 m. kodu altında kalan yaklaşık 160.00 ha alanın sulama suyu, 3.5 km. uzunluğundaki

Şanlıurfa hidroelektrik santrali kuyruk suyu kanalı ile 455 m. kotundaki Harran kanalına bağlanacaktır. Harran ovası sulamasının kesin proje çalışmalarının 57.000 hektarlık bölümü bir proje bürosu tarafından, 110.000 hektarlık geri kalan kısmı da DSI Proje ve İnşaat Dairesi tarafından yürütülmektedir. Harran ovasının 455 m. kotu altında kalan 160.000 ha'lık alanın sulama suyu, Ş.Urfa Hidroelektrik santrali yükleme havuzuna ayrıldıktan sonra Harran kanalı, Harran ovasının üst kotlarında yaklaşık 20.000 ha alanı sular ve Tek tek platosunun batı ve güney eteklerini dolaşarak aşağı Mardin-Ceylanpınar ovalarına açılır. Bu durumda Ş.Urfa tünelin cazibe ile sulanacak alanların toplamı net 300.000 ha.a ulaşmaktadır.

Şanlıurfa tünelinin kapasitesi ancak 300.000 ha.'lık alanı sulamaya olanak vermektedir. Şanlıurfa tünelinin sulama alanlarını genişletmek için ara depolamalara ihtiyaç vardır. Mardin ve Derik ara depolamaları ve Şanlıurfa tüneli ile toplam sulanacak alan 476.474 ha.'a ulaşacaktır.

9.2.2.4. Siverek-Hilvan Ovaları Sulaması

Aşağı Fırat yapırlık raporunda (1970) Siverek-Hilvan ovalarının Hilvan pompa istasyonlarıyla sulanması öngörülmüştür. Yukarı Mardin ovalarına sulama suyu iletmek için Hilvan pompajının basma yüksekliği 177 m. olup bu değer çok fazladır. Bu değer Atatürk Barajının bugünkü boyutlarına göre 124 m. olarak düzeltilmiştir. Bu durum ise kullanılmayacak kapasiteleri meydana getirmektedir.

Bu sorunu engellemek amacıyla ve sulama gelişmesinin aşamalı olarak uygulanabilmesini sağlamak için Karacadağ'dan kaynayıp Atatürk Barajına karışan küçük dereler üzerinde 17 adet depolama tesisi ve bu depolamalara aşamalı olarak su basacak 7 adet pompa istasyonu önerilmiştir.

Siverek-Hilvan ve Yukarı Mardin ovalarının Şanlıurfa tünel sisteminden sulanmayan üst kotlarında 180.300 ha. alanın sulama gelişmesinin sağlayacak pompaj tesislerinin toplam kurulu gücü 616.335 MW'tir.

9.2.2.5. Bozova Pompaj Sulaması

Yapırlık raporunda (1970) yer almayan Bozova pompaj sulaması Siverek-Hilvan, Şanlıurfa-Harran sulamaları arasında kalan ve Atatürk baraj gölü ile Tektek platosu ile sınırlanmış 67.702 ha. alanı kapsamaktadır. Sulama suyu Atatürk baraj gölünün Bozova kolundan pompaj istasyonları ile iletilecektir. Bu pompaj istasyon-

larının sayısı 13, toplam kurulu gücü 164.998 MW'dir.

9.2.2.6. Program Durumu

3 sulama ünitesinden meydana gelen Aşağı Fırat Projesi sulaması ile, 378.807 ha'lık alan pompaj, 327.474 ha'lık alan ise cazibe ile olmak üzere toplam 706.281 ha alan sulamaya açılacaktır. Pompaj sulamalarında kullanılacak olan pompa istasyonlarının toplam kurulu gücü ise 2.450 MW'tir.

Sulama ünitelerinin program durumu Tablo 9.4'de verilmiştir.

Tablo 9.4: Aşağı Fırat projesinin program durumu

Proje ve ünite:	Kurulu Güç (MW)	Sulama Alanı (ha)	Proje durumu
Aşağı Fırat Projesi	2450	706.281	—
Atatürk barajı ve hidroelektrik santrali	2400	—	İşletmede
Şanlıurfa hidroelektrik santrali	50	—	İnşaa halinde
Şanlıurfa tüneli ve sulamaları			
1. Şanlıurfa tüneli ve sulamaları		141.835	İnşaa halinde
2. Mardin-Ceylanpınar cazibe sulaması		185.639	Planlama
3. Mardin-Ceylanpınar pompaj sulaması		149.000	Planlama
Siverek-Hilvan pompaj sulaması		160.105	Ön inceleme
Bozova pompaj sulaması		69.702	Ön inceleme

9.2.3. Sınır Fırat Projesi

Atatürk Barajının talveg kotu (383 m.) ile Fırat nehrinin yurdumuz topraklarını terk ettiği kesimdeki kotu (325 m.) arasındaki yaklaşık 60 m.'lik düşü. Fırat nehrinin yörede 30 milyar m³'e ulaşan su potansiyeli ile daha da önem kazanmaktadır.

Sınır Fırat Projesi sadece elektrik üretimine yönelik olup Birecik ve Karkamış baraj ve hidroelektrik santralleri'nden meydana gelmiştir. Sulama üniteleri yoktur.

9.2.4. Suruç-Baziki Projesi

Proje alanı, Güneydoğu Anadolu'da kuzey ve batıda Fırat nehrinin çizdiği yay, güneyde Suriye sınırı, doğuda Harran ovası ile Suruç ovasını ayıran yükseltilerle sınırlıdır. Suruç-Baziki ovalarında 146.500 ha.'lık alanın sulamaya açılması

öngörülmüştür. Sulama suyu ihtiyacını, Atatürk baraj gölünün iki ayrı noktasından cazibe ve pompaj sistemi ile karşılanması planlanmıştır. Sulama modülü 0.99 lt/sn/ha olup yıllık sulama suyu ihtiyacı 1228 000 000 m³'tür.

Sulama şebekesi klasik ve yağmurlama sistemi olarak düşünülmüştür. Yağmurlama sulama sistemi için gerekli pompa gücü 70.9 MW, olup yıllık enerji tüketimi 196.5x10⁶ Kwh'dir.

Pompaj sulaması için, toplam 216.36 MW'lık kurulu güce sahip 9 adet pompa istasyonu öngörülmüştür. Bu pompa istasyonlarının tüketeceği toplam enerji ise 430.01 Gwh/yıl olacaktır.

Program Durumu

Suruç-Baziki ovaları sulamaları (146.500 ha.) ön inceleme aşamasındadır.

9.2.5. Adıyaman-Kahta Projesi

Adıyaman-Kahta Projesi, Fırat nehrinin aşağı kesimlerinde yer alan Göksu ve Kahta kolları ile Fırat nehri arasında uzanan Adıyaman, Kahta ve Besni-Keysun ovalarını kapsamaktadır. Proje alanı, kuzeyde Malatya dağları, doğuda ve güneyde Fırat nehri, batıda Aksu havzası ile sınırlanmıştır.

Önceleri, sadece elektrik enerjisi üretimine yönelik programlanan Adıyaman-Kahta Projesi ile, depolamasız Hidroelektrik santraller ve Kahta çayının su potansiyelinin değerlendirilmesi öngörülmüştür. Adıyaman ovasına sulama suyu iletecek olan kanalın olumsuz jeolojik koşullar nedeni ile elimine edilmesi, Adıyaman ovasına başka bir tesisten sulama suyunun ancak pompajlı olarak sağlanması zorunluluğu doğmuştur.

Bu amaçla Göksu üzerinde, Adıyaman ve Besni-Keysun ovalarına en yakın bir kesimde önerilen Adıyaman Barajı ile belirtilen ovaların baraj gölünden pompaj ile sulanması uygun görülmüştür.

Depolama tesisleri olarak Adıyaman ve Kahta barajlarıdır. Bu iki barajın karakteristikleri Tablo 9.5'de verilmiştir.

Tablo 9.5: Adıyaman-Kahta projesi depolama tesisleri karekteristikleri

Barajın adı	Adıyaman	Kahta
Suyun adı	Göksu	Kahta
Amacı	Sulama+Enerji	Sulama
Yıllık ortalama akış (10^6m^3)	2000	1000
Tipi	Toprak dolgu	Toprak ve kaya dolgu
Talveg kotu (m)	495	570
En düşük su kotu (m)	565	670
Kret kotu (m)	580	690
Min.Depolama Hacmi (10^6m^3)	360	1226
Etken Depolama (10^6m^3)	257	661
Toplam Depolama (10^6m^3)	617 1887	
Talvegten yükseklik (m)	90	125
Kret uzunluğu (m)	920	413
Kret genişliği (m)	15	15
Gövde dolgusu (10^6m^3)	17	13

Adıyaman-Kahta Projesi, Çamgazi barajı ve sulaması, Gömikan barajı ve sulaması, Koçali barajı, hidroelektrik santrali ve sulaması, Sırımtaş barajı ve Hidroelektrik santrali ve sulaması ile Atatürk baraj gölünden pompajlı sulama tesisi olmak üzere toplam 9 alt birimden meydana gelmiştir.

Sulama tesislerine gelince, bu proje alanlarının yaklaşık olarak 29.599 ha'lık kısmı Atatürk baraj gölünden pompaj ile sulanacaktır. Toplam 77824 ha'lık alan sulanacaktır. Bunun bir kısmı pompaj bir kısmı ise cazibe ile sulanması planlanmıştır. Sulama şebekesi olarak klasik yağmurlama sistemleri düşünülmektedir.

Program durumu ise aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 9.6).

Toplam 9.6: Adıyaman-Kahta projesinin program durumu

Proje ve üniteleri	Sulama alanı (ha)	Proje durumu
Adıyaman-Kahta projesi	77.824	İnşa halinde
Çamgazi barajı ve sulaması	6.536	Master plan
Gömikan barajı ve sulaması	7.762	Master plan
Koçali barajı, hidroelektrik santralı ve sulaması	21.605	Master plan
Sırımtaş baraj ve hidroelektrik santralı	—	Master plan
Fatopaşa hidroelektrik santralı	—	Master plan
Büyükçay barajı, hidroelektrik santralı ve sulaması	12.322	Master plan
Kahta baraj ve hidroelektrik santralı	—	Master plan
Atatürk barajı gölünden pompaj sulaması	29.599	Master plan

9.2.6 Adıyaman-Göksu-Araban Projeleri

Çataltepe Barajı ile Gölbaşı, Abbasiye, Araban, Besni-Keysun, Kızılın, Yavuzeli, İncesu ve Pazarcık sulamaları ve Erkenek hidroelektrik santralından ibarettir. Bu proje ile toplam 71.598 ha'lık alan sulanacaktır. Erkenek HES'nin kurulu gücü 7 MW'dır.

Depolama tesisi Çataltepe Barajıdır.

Sulama tesisleri ise, toplam, 71.598 ha alanın sulaması cazibe ile yapılacaktır.

Program durumu ise aşağıdaki gibidir(Tablo 9.7).

Tablo 9.7: Adıyaman-Göksu-Araban projeleri program durumları

Proje Adı ve Ünite	Sulama Alanı (ha)	Proje Durumu
Adıyaman-Göksu-Araban projesi	71 598	
Çataltepe barajı ve Gölbaşı sulaması	71598	Planlama
Abasiye, Araban, Besni sulaması		Ön inceleme
Kızılın, Keysun, İncesu ve Pazarcık sulamaları		Ön inceleme
Erkenek HES		Ön inceleme

9.2.7. Gaziantep Projesi

Gaziantep Projesi, G. Anadolu'da Kilis, doğuda Fırat Nehri, kuzeyde Gaziantep-Urfa platosu, güneyde Suriye sınırı arasındaki alanı kapsamaktadır.

Proje, Fırat nehri üzerindeki Birecik baraj gölünden aşamalı pompajlar ile Gaziantep ovalarında brüt 89.000 ha alanın sulanmasını amaçlamaktadır. Sulama alanı, doğudan batıya doğru 9 sulama ünitesi şeklinde, 9 pompa istasyonu ve 3 depolama tesisinden oluşmaktadır.

Projenin en büyük su kaynağı Fırat nehridir. Bununla birlikte, Tüzelçayı ve Balsuyu üzerinde sırası ile Kayacık ve Kendirli, Nizip çayı üzerinde ise Hancağzı barajı da projede yer almaktadır.

Depolama tesisleri olarak, Hancağzı, Kayacık ve Kendir barajlarıdır. Adı geçen depolama tesislerinin yanında, Birecik barajından da, pompajlı olarak sulama suyu alınacaktır.

Sulama sistemleri ise Hancağzı, Kemlin, Kayacık sulamaları ile Birecik baraj gölünden pompajlı sulama olmak üzere dört ünitelerden oluşmaktadır. Projede 9 adet pompa istasyonu mevcut olup bunların toplam kurulu gücü 146.07 MW'dır. Yıllık enerji tüketimleri ise 408.076 GWh'dır.

Gaziantep projesinde önemli drenaj sorunu bulunmaktadır. Drenaj, sulama ile birlikte ele alınmıştır.

Sulama şebekesi kanalet veya borulu sistem olarak öngörülmüş olup ana kanal kaplamalı olarak planlanmıştır.

Program durumu ise tablo 9.8'de verilmiştir.

Tablo 9.8: Gaziantep projesi program durumu

PROJE VE ÜNİTELER	Sulama Alanları (ha)	Proje Durumu
Gaziantep Projesi	89.000	—
Hancağzı barajı ve sulaması	7330	İşletmede
Kayacık barajı ve sulaması	13.680	İnşa halinde
Kemhun barajı ve sulaması	1969	Planlama
Birecik baraj gölünden pompaj sulaması	66.021	Planlama

9.2.8. Kralkızı-Dicle Projesi

Proje alanı Dicle havzasının yukarı kesiminde yer almaktadır. Dicle Kralkızı projesi, proje alanına ana kaynağı olan Dicle ve kollarının su potansiyeli ile, Dicle sağ sahil ovalarının 126080 ha alanın sulanmasını, Kralkızı ve Dicle hidroelektrik santrallerinden enerji üretilmesini öngörmektedir.

Depolama tesisleri Dicle ve Kralkızı barajlarıdır.

Dicle barajı Diyarbakır ili, Eğil ilçesinin 7 km. güneydoğusunda, Dicle nehri üzerinde Kralkızı barajının 22 km. mansabındandır.

Kralkızı barajı ise Diyarbakır ilinin 81. km. kuzeyinde, Dicle ilçesinin 6 km. güneybatısında ve Dicle nehri üzerindedir.

Barajların karakteristikleri ise aşağıdaki gibidir (Tablo 9.9).

Tablo 9.9: Kralkızı ve Dicle barajlarının karakteristikleri.

Barajın Adı	Kralkızı	Dicle
Barajın amacı	Enerji	Sulama+Enerji
Barajın tipi	İçi çekirdekli kaya dolgu	Kaya dolgu
Temelden yüksekliği	126 m	87 m.
Kret uzunluğu	1030 m	300 m
Rezervaz hacmi	1.9 km ²	5.95 hm ²
Rezerval alanı	57.5 km ²	24 km ²
Gövde dolgu hacmi	12.7 hm ³	2.2 hm ²
Sulama alanı	-	126.080 ha

Sulama tesisleri, Dicle sağ sahil ovalarında brüt 126.080 ha alanın sulanması 6 adet pompa istasyonu ile sağlanacaktır. Bu pompa istasyonlarının toplam kurulu gücü 118.20 Mw ve yıllık enerji tüketimi ise 290.87 Gwh'dır.

Sulama modülü 1.23 lt/sn/ha olup yıllık ortalama su ihtiyacı 1470×10^6 m³'tür.

126.080 ha alanın, 52.033 ha'lık kısmı cazibe ile, geri kalan 70.007 ha'lık kısmı ise pompaj sulama şebekesi olarak çok değişik öneriler sunulmuş olmakla birlikte henüz kesinlik kazanmamıştır.

Program durumu aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo 9.10).

Tablo 9.10: Kralkızı-Dicle projesi program durumu

Proje ve Ünite	Sulama Alanı (ha)	Proje Durumu
Dicle-Kralkızı projesi	126.080	—
Kralkızı barajı ve HES		İnşa halinde
Dicle barajı ve HES		İnşa halinde
Dicle sağ sahil cazibe sulaması	52.033	İnşa halinde
Dicle sol sahil pompaj sulaması	74.047	Planlama

9.2.9. Batman Projesi

Batman Projesi, Batman çayı üzerinde ve tarihi Malabadi köprüsünün 700 m. kuzeyinde önerilen Batman barajı ve HES ile Batman ovası ile Dicle sol sahil kıyı ovalarının sulanmasını içermektedir.

Batman projesi, sulama+enerji, taşkın koruma, amaçlı bir depolama tesisi ile H.E.S. santrali ve 37 700 ha alanın sulama tesislerinden meydana gelmiştir.

Depolama tesisinin karakteristikleri aşağıdaki gibidir (Tablo 9.11).

Proje, Batman çayı sağ sahilinde (Dicle sol sahil ovaları) ve Batman çayı sol sahilinde mevcut ve inşaatı devam eden sulamaların dışında 37 744 ha alanın sulanmasını öngörmektedir. 27 907 ha alan cazibe ile ve geri kalan 9837 ha alan ise bir kısmı sifon çıkışlı pompaj sulama ve bir kısmı da üç pompa istasyonu ile pompajlı sulama olmak üzere toplam 37 744 ha alanın sulanması sağlanacaktır.

Üç pompanın toplam kurulu gücü 12 120 kw ve yıllık enerji tüketimi ise 24.92 Gwh'dır.

Sulama şebekesi klasik sistem olarak planlanmıştır.

Program durumu ise aşağıdaki gibidir (Tablo 9.12).

Tablo 9.11: Batman projesi depolama tesisi (Batman barajı) karakteristikleri

Barajın Adı	Batman
Suyun adı	Batman çayı
Barajın amacı	Sulama+Enerji+Taşkından koruma
Barajın tipi	Toprak+Kaya dolgu
Temelden yüksekliği	81.5 m.
Kret uzunluğu	526 m.
Rezervar hacmi	1.2 km ²
Rezervar alanı	49.3 km ²
Gövde dolgu hacmi	5.4 hm ³
Sulama alanı	37744 ha

Tablo 9.12: Batman projesi program durumu

Proje ve Ünite	Sulama alanı (ha)	Proje Durumu
Batman projesi		
Batman barajı ve HES	-	İnşa halinde
Batman sol sahil caz.sul.	9574	Kati proje
Batman sağ sahil pom.sul.	9412	Planlama
Batman sağ sahil caz. sul.	18758	Kati proje

9.2.10. Silvan-Batman Projesi

Dicle havzasının önemli bir projesidir. Sason ve Kulp çaylarının birleştiği noktanın 7. km. aşağısında Silvan barajı aksı saptanmıştır. Sason ve Zori çayları üzerinde düşünülen Sason ve Keyser Barajları, iletim tünelleriyle Silvan baraj gölüne çevrilmesi düşünülmektedir.

Proje, bir hidroelektrik santrali ile enerji üretimini ve baraj gölünden bir iletim tüneli ile çevrilecek suyla Dicle sol sahilde Batman sulamalarının dışında kalan ovaların sulanmasını amaçlamaktadır.

Depolama tesisinin karakteristikleri aşağıdaki gibidir (Tablo 9.13).

Tablo 9.13: Batman-Silvan projesi depolama tesisi karekteristikleri

Barajın adı	Silvan
Suyun adı	Kulp çayı
Barajın amacı	Sulama+Enerji
Barajın tipi	Kaya dolgu
Temelden yüksekliği	210 m.
Depolama hacmi	1735x106m ³
Gövde dolgu hacmi	29X106m ³
Sulama alanı	257000 ha

Sulama tesisleri olarak, Silvan baraj gölünden 11.50 km uzunluğundaki iletim tüneli ile çevrilecek su ile 257.000 ha alanın sulanmasından ibarettir.

Sulama modülü 1.00 lt/sn/ha olup yıllık sulama suyu gereksinimi 1.6x10⁹ m³'dür.

Sulama, 200.000 ha alanda cazibe ile, geri kalan 57.000 ha alanda ise pompajlı olarak yapılacaktır.

Sulama şebekesi, toprağın sıg, dalgali ve karmaşık bir eğime sahip olduğundan yağmurlama sulama şebekesi olarak gerekli görülmüştür. Bunun için gerekli pompa gücü 104 Mw ve yıllık enerji tüketimi ise 256 Gw'tır.

Program durumu ise aşağıda özetlendiği gibidir: (Tablo 9.14).

Tablo: 9.14 Batman-Silvan projesi program durumu

Proje ve Ünite	Sulama alanı (ha)	Proje Durumu
Batman-Silvan Projesi	257.000	
Silvan Barajı ve HES	—	Ön inceleme
Kayser Barajı ve HES	—	Ön inceleme
Dicle sol sahil caz.sul.	200.000	Ön inceleme
Dicle sol sahil pomp.sul.	57.000	Ön inceleme

9.2.11- Garzan Projesi:

Proje alanı, batıda Batman Havzası, kuzeyden Muş Güney dağları, doğuda Bitlis çayı ve güneyde Dicle nehri ile çevrilidir.

Proje ile Garzan çayı su potansiyelini değerlendirmek üzere hidroelektrik santrali ile enerji üretimi ve sulama tesisleriyle 60.000 ha alanının sulanması amaçlanmıştır.

Depolama tesisinin karakteristikleri aşağıdaki gibidir (Tablo 9.15):

Tablo 9.15: Garzan projesi depolama tesisi karakteristikleri

Barajın adı	Garzan
Suyun adı	Garzan
Barajın amacı	Sulama+Enerji
Barajın tipi	Kaya dolgu
Temelden yüksekliği	$4.5 \times 10^6 \text{ m}^3$
Depolama hacmi	170 m.
Gövde dolgu hacmi	$15 \times 10^6 \text{ m}^3$
Sulama alanı	60.0000 ha

Sulama Tesisleri: Garzan projesi, Beşiri, Kozluk, Kurtalan arasında kalan platonun, Garzan barajından sulanmasından ibarettir.

Sulama sistemi olarak barajın en düşük su kotundan başlayan tünel ve kanallardan oluşan bir iletim sisteminden ibaret olup, Garzan sağ sahilde Kozluk ve Beşiri arasındaki ovalarda bu sistemle su iletecek: Sol sahilde Kurtalan yönünde uzanan ovaların sulanması için de sağ ana kanal (Garzan çayını sifonla geçen) ile sağlanacaktır.

Garzan ovalarının 30600 ha'lık alanı cazibe ile geri akan 29.400 ha'lık alan ise 8 adet pompa istasyonu ile pompajlı olarak sunulacaktır. Bu pompaların toplam kurulu gücü 29.20 Mw ve yıllık enerji tüketimi es 52.80Gwh'tır.

Sulama şebekesi, henüz kesinlik kazanmamıştır.

Program durumu aşağıdaki gibidir: Tablo 9.16

Tablo 9.16 Garzan projesi program durumu

Proje ve Ünite	Sulama Alanı (ha)	Proje Durumu
Garzan Projesi	60.000	
Garzan barajı	—	Ön inceleme
Garzan sulaması	60.000	Ön inceleme

9.2.12- Ilısu Projesi;

Projenin amacı enerji üretimidir.

9.2.13- Cizre Projesi;

Cizre projesi, Dicle nehri üzerinde Ilısu barajının mansabında yapılacak Cizre barajı ve HES ile enerji üretimi, Dicle nehrinin sağ ve sol sahillerinde Cizre-İdil ve Silopi ovalarının sulamasını ve Çağçağ'dan Nusaybin Ovasının bir bölümünün sulanmasını kapsar.

Proje kapsamında G. Anadolu'da güneyde Suriye ve Irak sınırları boyuca uzanan ve Dicle nehrinin sol sahilinde olan Silopi ovası ve sağ sahilinde ise Nusaybin-Cizre-İdil ovaları yer almaktadır.

Depolama tesisi karakteristikleri aşağıdaki gibidir (Tablo 9.17):

Tablo 9.17: Cizre projesi deolama tesisi karakteristikleri

Barajın adı	Cizre
Suyun adı	Dicle
Barajın amacı	Sulama+Enerji
Barajın tipi	Beton+Toprak
Temelden yüksekliği	53 m.
Depolama hacmi	522x10 ⁶ m ³
Gövde dolgu hacmi	7x10 ⁶ m ³
Sulama alanı	121.000 ha
Kret uzunluğu	1000 m
Kret genişliği	15 m

Sulama tesisleri, Nusaybin-Cizre-İdil ünitesi ile, Cizre baraj gölünden pompaj ile 79.000 ha alanın sulama suyunu karşılayacaktır. 11 pompa istasyonundan meydana gelen ünitenin toplam kurulu gücü 348.6 Mw ve yıllık enerji tüketimi ise 642 Gwh'dir.

Sulamalar yağmurlama sulaması olarak öngörülmüştür.

Silopi ünitesi, cizre baraj gölünden iki pompa istasyonu ile alınan suyun pompajlı olarak Silopi ovasının sulamasını kapsar. Pompaların toplam kurulu güçleri, 65.2 Mw ve yıllık enerji tüketimi ise 121,6GWh'dir.

Ovanın sulama modülü 1.17 lt/sn/ha olup yıllık sulama suyu ihtiyacı 280x106 m³'dür.

Sulama şebekesi klasik ve yağmurlama sistemi olarak ön görülmüştür.

Program durumu ise aşağıdaki gibidir: Tablo 9.18

Tablo 9.18: Cizre projesi program durumu

Proje ve Ünite	Sulama Alanı (ha)	Proje Durumu
Cizre projesi	121.000	
Cizre Brj. ve Hes.		Karti proje
Nusaybin-Cizre-İdil ovaları sulaması	89.000	Ön inceleme
Silopi ovası sulaması	32.000	Ön inceleme

Belirtilen bu 13 proje ve alt ünitelerin dışında bölgede GAP kapsamına girmeyen münferit sulama projeleri de mevcuttur. Aşağıda bunların en önemlileri, proje adı, sulama alanı ve proje durumuna göre özetle verilmiştir: (Tablo 9.19).

Tablo 9.19: GAP Bölgesinde, havzalarına göre münferit sulama projeleri

Fırat Havzası	Sulama Alanı (ha)	Proje Durumu	Dicle Havzası	Sulama Alanı (hm)	Proje Durumu
1- Nusaybin sulaması	7.500	İşletmede	Devegeçidi Projesi	7500	İşletmede
2- Akçakale yağmurlama sulaması	15.000	İşletmede	Silvan I,II. Sulamaları	8790	İşletmede
3- Ceylanpınar yağmurlama sulaması	9.000	İşletmede			
4- Hacıhıdır projesi	2080	İnşa halinde			
5- Dumluca projesi	1860	İşletmede			
6- Suruç yağmurlama sulaması	7.000	İşletmede			

GAP'ta genel sulamalar, havzalara ve sulama adetlerine göre: Tablo 9.20'de verilmiştir.

Tablo 9.20: GAP'ta havzalara ve sulama adetlerine göre genel sulamalar

Fırat Havzası (7 Demet Proje)			
No:	Proje Adı	Sulama Adedi	Sulama Alanı (ha)
1	Karakaya	-	-
2	Aşağı Fırat	5	706.281
3	Sınır Fırat	-	-
4	Suruç-Baziki	1	146.800
5	Adıyaman-Kahta	5	77.824
6	Adıyaman-Göksu-Araban	1	71.589
7	Gaziantep Projesi	4	89.000
Dicle Havzası (6 Demet Proje)			
No:	Proje Adı	Sulama Adedi	Sulama Alanı (ha)
8	Dicle Kralkızı	2	126.080
9	Batman	3	37.744
10	Batman-Silvan	2	257.000
11	Garzan	1	60.000
12	İlisu	-	-
13	Cizre	2	121.000

GAP'ta toplam 19 (yalnız sulama veya sulama dahil çok amaçlı) adet baraj ve 10 adet sulama projesi demedi ile toplam 1.693.027 ha alan sulanacaktır. Müferit projelerle birlikte sulanabilir alan 1.763.779 ha'na ulaşmaktadır.

GAP'ta sulama projelerinin genel durumu aşağıda özetlenmiştir: (Tablo 9.21)

GAP'ta, pompaj ve cazibe sulamaları, havzalarına göre aşağıda özetlenmiştir : (Tablo 9.22).

Tablo 9.21: GAP'ta sulama projelerinin genel durumu

Durumu	Sulama Alanı (ha)	GAP'taki yüzdesi
Master Plan	71.288	412
Ön Etüd	885.905	52.3
Planlama	468.088	28.7
Karti Proje	28.332	1.7
İnşa Halinde	214.084	12.6
İşletmede	7330	0.5

Tablo 9.22: GAP'ta, havzalarına göre pompaj ve cazibe sulamaları

Havza Adı	Pompaj Sulama Alanı (ha)		Caziba Sulama Alanı (ha)		CSA/PSA
Fırat Havzası	325.276	30	765.627	70	2.352
Dicle Havzası	140.459	23	461.365	77	3.285

GAP'ta, münferit dahil işletmedeki sulamaların toplam alanı 64200 ha'dır. Bunun sadece 7330 ha kısmı GAP'a dahil olup 1989 yılında biten Gaziantep Projesi; Hancığz barajı ve sulamasıdır. Geri kalan 56.870 ha alan münferit projelere dahildir. İşletmeye açılan sulamalardan, Akçakale'de 15.000 ha, Ceylanpınar'da 9000 ha ve Suruçta 7000 ha alan olmak üzere üçü yağmurlama sulamasıdır. bu üç projenin toplam sulama alanı 33.000 ha'dır. Geri kalan 31.200 ha alanda ise klasik sulama uygulanmaktadır.

GAP'ta sulama şebekesi olarak, büyük bir oranda klasik sistem düşünülmektedir. Fırat havzasında, Suruç-Baziki projesinin bir kısmı ve Adıyaman-Kahta projesi sulamasının bir kısmı olmak üzere iki projede kısmi ve Dicle hav-

zasında da, Batman Silvan projesi sulamasının tamamı ve Cizre projesi sulamasının bir kısmı olmak üzere iki projede, yağmurlama sulama sistemi düşünülmektedir. Geri kalan sulamaların hemen hepsi klasik sistem şeklinde tasarlanmıştır.

Projelendirme aşamasında, diğer sulama yöntemlerine yer verilmemiştir. Yalnız, Dicle-Kralkızı projesi için, alanın çok geniş dalgalı ve uzun bir yapı gösterdiğinden h  n  z kesin bir   beke   nerilmemiştir.



10- GAP'TA SULAMA ETKİNLİKLERİ ÇİFTÇİ ALIŞKANLIKLARI VE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

GAP'ta, sistem olarak farklı sulamaları, ürün verimi ve kalitesi, su tasarrufu, toprağın erozyon, çoraklaşma ve alan olarak korunması, şebeke inşaat bakım ve onarım ve işletme masrafları ile gelir-gider ilişkileri açısından karşılaştırmak üzere; D.S.İ. XV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi'nin, yerli ve yabancı danışman firma ve kuruluşların çeşitli sulama deneme etkinlikleri mevcuttur.

D.S.İ., mevcut projeleri ana hatlarıyla üzerinde durarak tasarlamakta ve gerçekleştirmektedir. Bu nedenle projelerin, "yüzeysel sulama-kontrollü talep-kanaletli şebeke", "yüzeysel sulama-talep-borulu şebeke", "yağmurlama" v.s. sistemler, fiziksel, ekonomik ve sosyal veriler ışığında ele alıp gerçekleştirme zeminini hazırlamaktadır.

D.S.İ. tarafından, projelere göre pompajlı yeraltı sulaması ile baraj suyunun sulama alanlarına iletilerek yapılacak sulamalar ve suyu arıtarak yapılan sulamaları ekonomik açıdan karşılaştırma ve uygun olanı seçebilme çalışmaları sürdürülmektedir.

Toprağın, erozyona uğramasının, aşırı tuzlanmasını ve alan olarak kaybını en aza indirmek için ne tür bir sulamanın yapılması gerektiği konusunda da araştırmaları vardır.

D.S.İ. Genel Müdürlüğü, GAP'ta başlamış olan projelerinde, özellikle Şanlıurfa-Harran ovaları sulamasında teknik-ekonomik-sosyal verilerin ışığında uygun çıkan projeyi (projeleri) gerçekleştirmektedir. Bunu yaparken de yerli-yabancı müşavirler, üniversiteler, ilgili kamu ve özel kuruluşlar ile işbirliği içinde çalışmakta; aynı kurum ve kuruluşlardan gelen ve gelebilecek olan her türlü işbirliği, yardım ve kritiğe açık olup, bunu gerekliliği doğrultusunda deneme çalışmaları yapmaktadır (Şekil 10.1 ve Şekil 10.2).

Bunların yanında topluluşturma, çevre etki değerlendirilmesi, inşaatlarda ileri teknoloji uygulaması, işbirliği ve teknoloji transferi gibi konularda da D.S.İ.'nin çalışma ve etkinlikleri mevcuttur.

Özellikle Harran ovasındaki 3000 ha'lık deneme alanında, 6 farklı sulama, ekonomik açıdan karşılaştırılmış ve kılavuz sonuçlar elde edilmiştir. Halen bu alanda deneme çalışmaları devam etmektedir. Örnek alan çalışmasında, seçeneklerin 1990 birim

fiyatları ile birim maliyetleri 1000 TL/ha cinsinden Tablo 10.1 ve 10.2'de verilmiştir.

Buna göre;

A seçeneği: Yüzeysel, kontrollü talep, kanalet

B seçeneği: Yüzeysel, birim saha-birim su (blok içinde rotasyon), kanalet

C seçeneği: Yüzeysel, kontrollü talep, alçak basınçlı borulu

D seçeneği: Yüzeysel, talep (parsel içinde gerektiğinde rotasyon), mansab kontrollü borulu

E seçeneği: Yağmurlama

F seçeneği: Damla

Harran üçüncü kısım için kanalet-borulu karşılaştırması sonucu (1990 yılı fiyatları ile) ise aşağıda verilmiştir.

İlk yatırım	Kanalet	Borulu
Toplam maliyet (10 ⁹ TL)	100. 373	153.306
Birim maliyet (10 ⁶ TL/ha)	4.391	6.706 %53
İlk yatırım+yıllık gider (%5) (Enerji üretim faydası dahil)		
Toplam (10 ⁹ TL)	148.440	187.120
Birim maliyet (10 ⁶ TL/ha)	6.493	8.185 %26

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü bünyesinde, özellikle Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü'nce de Şanlıurfa'da benzer araştırmaları ve denemeleri mevcuttur. Denemelerin yıllık sonuçları değerlendirilip, ilgili diğer kurum ve kuruluşlarla işbirliğine gidilmektedir.

Benzer şekilde Çukurova Üniversitesi, O.T.Ü. ve daha birçok yerli-yabancı firma, kurum ve kuruluşların deneme, teknik, sosyo-ekonomik ve bilimsel araştırma, inceleme ve araştırma çalışmaları mevcuttur.

Tüm bu yerli-yabancı, özel ve kamu kuruluşlarının pratikleri yanında GAP üzerinde teorik birçok yayın çalışması da mevcuttur.

Bu tez de, Diyarbakır, Şanlıurfa, Batman gibi GAP'ın belli başlı illere teknik

gezi yaparak tüm çalışmalar ve mevcut sulamalar ile inşaat halindeki projeler, halkın etkinlik, alışkanlık ve sosyo-ekonomik durumları yerinde görme ve inceleme sonucu hazırlanabilmiştir.

Bu çalışma ve araştırma sonucu GAP'taki sulamalarda karşılaşılan sorunları şu şekilde özetlemek mümkün olmuştur.

1. Kamu kuruluşlarının, projeden yararlanan çiftçilerden, gerekli su bedelini alamaması ve işletme sırasında meydana gelen arızaların, bakım ve onarımın yapılamaması sonucu, sulamadan beklenenin alınması mümkün olmamaktadır.

2. Arazilerin, kan davası, aşiret v.b. sosyal olgulardan ötürü istenen şekilde toplulaştırma yapılamamaktadır.

3. Yöre çiftçilerin, yıllardan beri sahip oldukları sulama alışkanlıklarından vazgeçmesi yoğun çalışma ve uzun süre gerektirir.

4. Yöre çiftçisinin, ilgili teknik eleman, modern teknik ve uygulamalara güvenmediği müşahade edilmiştir. Örneğin, Ceylanpınar'da, çiftçilerle yaptığım görüşmeler sırasında, neden yağmurlama başlığını çıkardıklarını sorduğumda "toprağı iyice doyuramıyoruz; başlığı çıkarıp doyasıya toprağa su vermemiz gerekir" cevabını aldım (Bkz. Şekil 5.20).

5. Halkın yoksul oluşu ve ürettikleri ürünleri pazarlayamaması veya sanayide işletememesi sözkonusudur. Bu da çiftçinin alın terinin karşılığını alamamasına, dolayısıyla çalışmasından soğumasına neden olmaktadır.

6. Yöre çiftçileri, modern sulama teknikleri için yeterli bilgi, yedek parça ve donanımına sahip değildir.

7. Bu konuda devlet desteği ve teşviğinin olmayışı veya yeterli olmayışı ya da hatalı destek ve teşvikin uygulanması sonucu çiftçi modern teknik ve yöntemlere alışamamaktadır. Bu konudaki örnek çalışmalar da yeterli değildir.

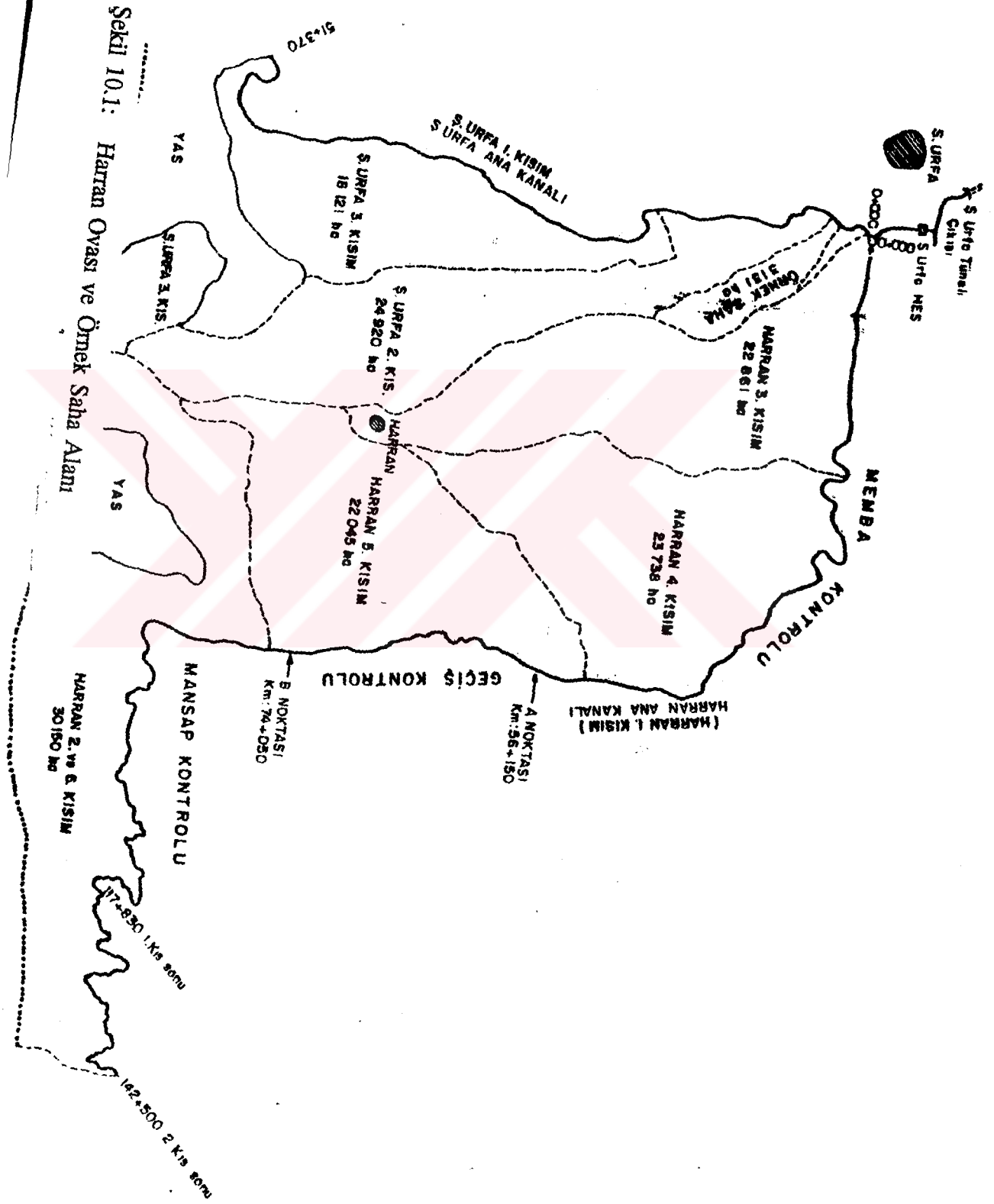
8. Yöre çiftçisinin eğitim yetersizliği de örneğin yağmurlama ve benzeri sulama metodlarından haberdar olmayışlarına ya da yanlış uygulamalara neden olmaktadır.

9. Yöre halkı arasında yer yer mevcut olan arazi anlaşmazlıkları tarımın yapılmasını ve toplulaştırmayı engellemektedir.

10. Su kullanımı yeterli derecede kontrol altında olmayışı, hem bir kısım çiftçinin susuz kalmasına, hem de su bedelinin toplanamamasına neden olmaktadır. Örneğin çiftçilerle konuştuğumda çiftçilerden birinin, "üç aydır damla su almadığım halde bana bu kadar su ücreti gelmiştir. Oysa falancası, haddinden fazla su kullandığı halde tek kuruş para ödememiştir." şeklinde sitemde bulundu.

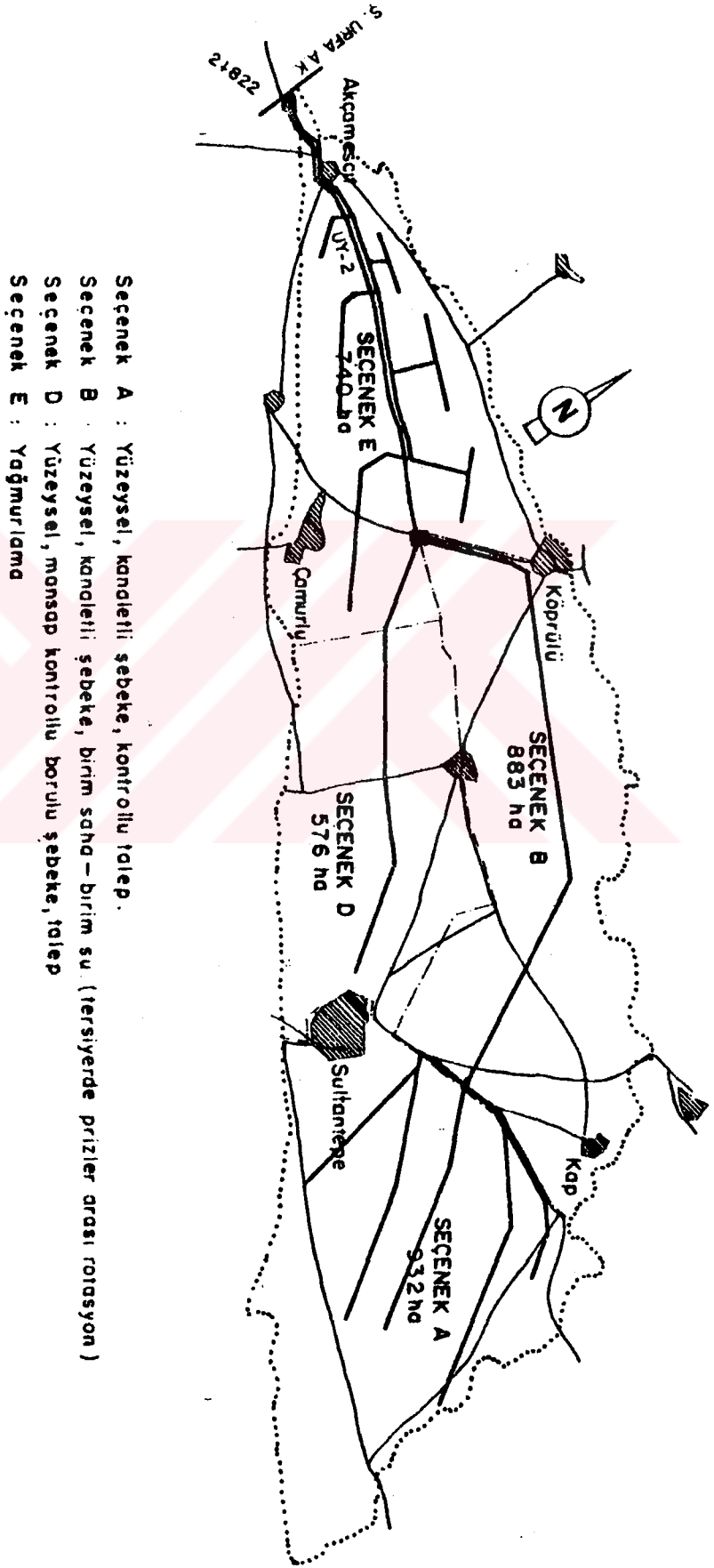
11. GAP'tan beklentileri konusunda sorulan sorulara karşı, "GAP nedir bilmiyoruz ki ne beklediğimizi söyleyelim" cevabı alınır. Böylece yöre çiftçileri arazisinde geçen yol, kanal v.b. tesislere şiddetle karşı çıkmaktadır.





ÖRNEK ALAN

119



- Secenek A : Yüzeysel, kanalelli şebeke, kontrollu talep.
- Secenek B : Yüzeysel, kanalelli şebeke, birim saha – birim su. (tersiyerde prizler arası rotasyon)
- Secenek D : Yüzeysel, mansap kontrollu borulu şebeke, talep
- Secenek E : Yağmurlama

Şekil 10.2: Haritan Ovasında Örnek Deneme Alanı

Tablo 10.1: Örnek Alan Yatırım Giderleri Karşılaştırılması

	A		B		C		D		E		F	
		A/A		B/A		C/A		D/A		E/A		F/A
İLK YATIRIM												
Şebeke												
Tarla içi 1	3741	1,0	4024	1,08	4538	1,21	6226	1,66	8423	2,25	8423	2,25
2	1048	1,0	1048	1,0	1048	1,0	1048	1,0	1215	1,16	2860	2,73
Toplam 1	1779	1,0	1779	1,0	1779	1,0	1779	1,0	1215	0,68	2860	1,61
2	4789	1,0	5062	1,06	5586	1,17	7274	1,52	9638	2,01	11283	2,36
Toplam 1	5520	1,0	5793	1,05	6299	1,14	8005	1,45	9638	1,75	11283	2,04
İLK YATIRIM+ YIL.GİDER BUGÜNKÜ DEĞERİ (%10)												
1	14015	1,0	13887	0,99	14353	1,02	16564	1,18	19288	1,38	23378	1,67
2	13548	1,0	13420	0,99	13886	1,02	16097	1,19	19288	1,42	23378	1,73

Tablo 10.2: Örnek Alan Yatırım Giderleri Karşılaştırılması

SU TASARRUFU İLE SAĞLANA- CAK ENERJİ ÜRETİMİ KAYBI	RI = 0,45 R2 = 0,525	RI = 0,5 R2 = 0,54	RI = 0,53 R2 = 0,63	RI = 0,59 R2 = 0,63	RI = R2 = 0,74	RI = R2 = 0,83
1	2390	1785	1467	942	0	-407
2	1517	1368	1101	645	0	-407
TOPLAM (İLK YAT+YIL.GİD) BUGÜNKÜ DEĞERİ						
1	16405	15672	15820	17506	19288	22971
2	15065	14788	14987	16742	19288	22971

11. DÜNYA'DA SULAMA

11.1. Dünya'da Sulama

Çin, Hindistan, Eski S.S.C.B., Pakistan ve A.B.D.'de, dünya genelindeki sulama alanlarının %66'sı yer almaktadır.

Sulama alanlarının tarım alanlarına oranı, ülkemiz komşuları ve Avrupa'daki Akdeniz ülkelerinde %7 ile %39 arasında değişmektedir.

Dünya genelinde sulu tarımın büyük bir kısmı yüzeysel sulama metodu ile gerçekleştirilmektedir. Fakat sulama alanlarının artırılmasına paralel olarak sulama yöntemlerinde de gittikçe yeni teknik ve uygulamalar gelişim göstermektedir.

Dünya'da, yağmurlama sulamasının yapıldığı alanlar, 1960'lı yıllarda 2.5 milyon ha iken 1980 yılında bu rakam 15 milyon ha'ya yükselmiştir. Dünya genelinde, yağmurlama sulama alanlarının toplam sulu tarım alanlarına oranı 1960'da %1.4 iken 1980'de bu oran %7.1 olmuştur.

Bu oran, Fransa'da %75, eski S.S.C.B.'de %45, Bulgaristan'da %42, A.B.D.'de %30 ve İtalya'da %23 gibi yüksek değerlere ulaşmıştır.

Bulgaristan'da sulama alanları, 1966 yılında 960.000 ha iken, 1980 yılında bu rakam 1.180.000 ha'ya ulaşmıştır. 1966 yılına kadar yapılan sulama projelerinde yüzeysel sulamalar esas alınmıştır. 1980 yılında sulama alanlarının 496.000 ha'lık bölümünde yağmurlama sulaması uygulanmıştır. Sulamaların %56'sının pompajla yapılması ve tarım istihdamının %9'a düşürülmesi, yağmurlama sulamasının yaygınlaştırmıştır. %80'inde klasik yağmurlayıcılar, %20'sinde ise büyük yağmurlama sulaması aygıtları kullanılmaktadır.

Dünya'da sulamaya açılan tarım alanları 1950 yılında 96.000.000 ha iken, 1980 yılında %250 artarak 235.000.000 ha'ya ulaşmıştır. 1980 yılına göre ülkelere dağılımı ise (1000 ha cinsinden) toplam tarım alanı, sulu tarım alanı ve sulu tarımın toplam tarım alanına oranı olarak sırasıyla,

Ülke	Tarım Alanı	S. Tarım Alanı	S. T. Alanı/T Alanı (%)
Çin	99.390	47.330	48
Hindistan	142.800	36.700	26
A.B.D.	191.520	24.700	13
S.S.C.B.	231.760	16.600	7
Pakistan	28.700	14.000	49

Ülke	Tarım Alanı	S. Tarım Alanı	S. T. Alanı/T Alanı (%)
İran	15.950	5.850	37
Irak	12.000	4.750	39
Türkiye	27.700	2.990	11
İspanya	20.580	2.940	14.3
İtalya	12.180	2.560	21
Fransa	18.890	1.325	7
Bulgaristan	4710	1.180	25
Yunanistan	3900	905	23
Suriye	5590	520	9
Diğer Ülkeler	584.330	73.140	13

şeklindedir.

11.2. İsrail'de sulama

İsrail'de, toprak ve su kaynaklarının sınırlı oluşu çok ileri sulama tekniklerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

Çok katlı tarım arazisi uygulaması buna güzel bir örnektir. Aşırı toprak kıtlığı, tarımın kauçuk v.b. maddelerde yapılmasını bile zorunlu kılmıştır.

Sınırlı su kaynakları, çiftçileri, tasarruflu olmaya ve ekonomik bir şekilde su kullanmaya zorlamaktadır.

Sulama sistemi olarak, baraj, bağlama v.b.'nin yanında su arıtma tesisleri yaygınlaşmıştır. Şebeke olarak da kapalı (borulu) şebeke tercih edilmektedir. Su ve arazi kaybının sağlanması açısından bu tercih zorunludur.

Sulama metodu olarak bitki, toprak ve su kalitesi de gözönünde tutularak genellikle damla, sızdırma ve yağmurlama sulama yöntemleri kullanılmaktadır.

Uygulama mükemmel tarım politikası dolayısıyla çiftçi sayısı ile tarım arazisi ve sulama suyu miktarı arasında çok güzel bir denge kurulmuştur. Böylece her çiftçi istediği anda ve istediği miktarda sumatikler aracılığıyla su alabilmektedir.

Çok disiplinli ve yaygın tarım eğitimi ve uygulamalarıyla ün yapmış sulama birlikleri, teknik personeli ile, İsrail dünya genelinde tarımda çok büyük ün

yapmıştır.

İthalat, ihracat, sanayi, toprak türü ve miktarı, ihtiyaç ve siyasi durumlar gözönünde tutularak en uygun bitki paternini seçmekte ve buna göre sulama sistemi ni oturtmaktadır.

11.3. A.B.D.'de sulama

A.B.D.'de, toplam tarım arazisi 170.000.000 ha olup bu, tüm arazinin %28'ini teşkil etmektedir. 1910 yılında, 13.6 milyon kişi tarım ile ilgilenirken 1985'te bu sayı 3.1 milyona inmiştir.

A.B.D.'de Bureau Of Reclamation teşkilatı, 17 eyaletteki su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi için 1902 yılında kurulmuş bir teşkilattır.

Bu teşkilat, 1902 yılından 1981 yılına kadar ki çalışmaları sonucu, 345 baraj, 349 regülatör, 24.850 km. kanal, 1800 km. boru hattı, 400 km. tünel, 56.445 km. alçak basınçlı kapalı boru (lateral) şebekesi, 25.620 km. drenaj kanalı, 215 adet pompa istasyonu kurarak 1902'den bu yana yılda ortalama 60.000 ha olmak üzere şu ana kadar toplam 4.8 milyon ha alanı sulamaya açmış bulunmaktadır.

Bu kuruluş, inşaatını tamamladığı sulamaları, sulayıcı birliklere devretmektedir. Bu tesislerin her türlü işletme, bakım, onarımı bu birlikler tarafından yapılmaktadır. Bu teşkilat, kurs ve seminerler düzenleyerek işletme, bakım, onarım, plan-proje, inşaat konularında hem A.B.D.'de ve hem de birçok dünya ülkesinde eğitici faaliyetlerde bulunmaktadır.

Projelere yapılan yatırımlar ve işletme ve bakım masraflarının geri ödemeler şeklinde arazi sahiplerinden tahsil etmektedir. Sulama birlikleri, söz konusu yatırım giderlerini ve işletme masraflarını sulayıcılardan alıp ödeme dengelerini sağladıktan sonra Bureau Of Reclamation'na geri ödeme yapar.

Yine bu teşkilatın, genel müdürlük düzeyinde işletme ve bakım, tahsilat, yenileme ve iyileştirme, su yönetimi ve suyun korunması, arazi kullanımı, eğitim ve diğer faaliyetlerden sorumlu birimleri mevcuttur.

Bu klasta, Colorado Big Thompson Projesi, Windy GAP Projesi, Northtern Colorado sulama birliği, Navajo Indian Sulama Projesi v.b. bir çok teşkilatta mevcuttur.

Bu tür kamu ve özel kuruluşların temel finansmanı devlet hazinesinden

karşılınıp çiftçilerden veya sulayıcı ve sulama birliklerinden uygun koşullarla vergilendirme veya hizmet ücreti şeklinde geri tahsil edilmektedir.

Sulama şebekeleri genel olarak kapalı şebeke olup sulamaların %30'e yakını yağmurlama metodu ile yapılmaktadır. Çok az bir kısmı klasik şebeke olarak düzenlenmiş olup geri kalanlar ise yine kapalı şebeke olarak damla veya sızdırma sulama metodları uygulanmaktadır.

Çiftçilere su dağıtımı, yer yer ileri teknolojinin bir ürünü olarak sumatiklerin aracılığıyla yapılmaktadır.



12. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, genel olarak sulama ve sulama sistemleri, özelde de sulamada gelişmiş ülkelerde uygulanan sulama teknik ve uygulamaları ışığında GAP ele alınmıştır.

Sulama sistemleri 6 aşamalı olarak değerlendirilmiş olup bu aşamalar sırasıyla doğal su kaynağının düzenlenmesi, sulama suyunun makro ve mikro sulama alanlarına iletimi, sulama suyunun çiftçilere dağıtım metodları, sulama suyunun etkili bitki kök derinliğine verilmiş metodları, atık suların drenajı ve sulama sisteminin işletilmesi şeklinde ele alınmıştır.

Bu arada GAP'ın tümü gezilip incelenmiş olup birçok gözlemler ve fotoğraf çekiminde bulunulmuştur. Ayrıca sulamaya ilişkin birçok yetkili ve uzmanlar ile birçok çiftçilerle görüşme imkanı olmuştur. Bu konuda birçok yerli özel ve kamu kuruluşları ile birçok yabancı ülkelerle yazışma şeklinde bilgi alışverişinde bulunulmuş ve sulamaya ve GAP'a ilişkin birçok yerli ve yabancı literatürler taranmıştır.

Yapılan bu çalışmalar sonucu, gerek ülkemiz genelinde ve gerekse GAP kapsamındaki sulama ve sulama sistemlerinde tespit edilen sorunlar ve bu sorunlara karşı tespit edilen uygun önlem ve öneriler aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

1. Ülkemizde D.S.İ., Köy Hizmetleri ve Tarım Refomu Genel Müdürlükleri ile özellikle GAP'tan sorumlu GAP Kalkınma İdaresi v.b. birçok kurum ve kuruluşlar ilgili kanun maddelerinin verdiği görev ve sorumluluklar doğrultusunda kamu suları ve sulamalar üzerinde yetki sahibidir.

Bu durum, doğal olarak yetersiz organizasyon ve koordinasyonun etkisi ile bazı görev, yetki ve sorumluluk karmaşasına dolayısıyla ülkemizdeki sulamaların çok başlılığına neden olmaktadır.

Ülkemiz genelinde sulama, proje, inşaat ve işletmesinden sorumlu bir tek kuruluşun olması ve bu konuda sorumlu tüm kuruluşların görev ve yetkilerinin bir tek kuruluşta toplanması gerekir.

2. Devlet, büyük sulama projelerinin plan, proje ve inşaatını üstlenmeli, işletmesini ise özel sektörlere devretmesi gerekir. Devlet, sulama sisteminin finansmanını sağlayacak ve doğrudan ya da sulama birlikleri aracılığıyla özel bir vergilendirme veya hizmet ücreti olarak sistemden yararlanan çiftçilerden geri tahsil etmelidir.

3. İkinci madde gereğince, sulama birliklerinin kurulması teşvik edilmeli, bu birliklerin görev, yetki ve sorumlulukları tüzüklerle belirlenmeli ve bunlar kontrol edilmelidir. Bunun için de gerekli yasa değişikliklerine süratle gidilmelidir.

4. Gerekirse sadece işletmeden değil, sulama sisteminin inşaatından da sorumlu birliklere izin verilmeli, borçlandırma usulü maliyet giderleri kamu hazinesinden karşılanılıp iş bitince borç, uygun geri ödemelerle ilgili birliklerden geri tahsil edilmelidir.

5. GAP'ın sıfırdan başlatılan bir proje olması nedeniyle, devletin, var gücü ile proje üzerinde durup, kurulması muhtemel ve kaçınılmaz sulama birlikleri önüne örnek bir entegre proje olarak sunmalıdır.

6. GAP'ta ekonomik koşulların sınırını zorlayarak ta olsa en modern sulama teknik ve metodlarını uygulanması gerekir. Bunun için,

a) Sulamada gelişmiş ülkelere yetiştirilmek üzere teknik eleman ve hatta iş adamı ve çiftçilerin gönderilmesi gerekir.

b) GAP'ta gerekli revizyon çalışmaları büyük bir hızla yapılıp bir an önce sonuçlandırılmalıdır.

c) İthalat, ihracat, çiftçi alışkanlıkları, toprak ve su türü, miktarı ve kalitesi v.b. kriterler gözönüne alınarak uygun bitki paterninin tespit edilmesi, ilgili sanayilerin bir an önce kurulması, kurmaya teşvik edilmesi ve bu konuda çiftçilerin de teşvik edilip gerekli eğitimin verilmesi gerekir.

d) Kapalı (düşük veya yüksek basınçlı boru) ve yeraltı sulama şebekelerinin tercih edilmesi gerekir. Böylece buharlaşma, sızma v.b. kayıplar minimuma indirgenmiş ve çiftçinin kaçak su kullanımı önlenmiş olacaktır.

e) Gerekirse, İsrail'deki gibi sumatik sistemi oturtulmalı ve çiftçiye ücret karşılığı su kartı verilmelidir. Böylece çiftçi su israfına yönelmeyecek ve optimum su kullanımına alışacaktır. Ayrıca su bedeli daha kolay bir şekilde tahsil edilmesi söz konusu olacaktır.

f) Çiftçinin, devlet hizmetlerine ve teknik elemanlara güveni sağlanmalıdır. Hatta bu konuda, arazi, makina, tohum ve gübrenin tümü ile devlete ait olması, çiftçilerin sadece ilgili teknik elemanların direktiflerine göre işçilik yapması

karşılığında devlet-çiftçi ortaklığının yapıldığı örnek alanların oluşturulması gerekir.

7. Sulama projeleri, uzun süre kendini modern teknik ve uygulamalara göre yenileyebilecek şekilde geliştirilmelidir.

8. GAP'ın genel gidişatı, özellikle sulama projeleri inşaatları çok yavaş bir tempoda yürüdüğü müşahade edilmektedir. Nitekim, 1960'lı yıllardan beri şekillenmeye başlayan GAP'ın sulama açısından, şu ana kadar ancak %0.43'ü yani Gaziantep-Hancağız sulaması (7330 ha) işletmeye açılmıştır. Yaklaşık olarak 30 yıldır söz edilsen GAP'ın 1.693.000 ha'lık sulama projesinin ancak 7.330 ha'lık kısmının işletmeye açılması hem büyük bir parasal kayıptır hem de zaman ve teknoloji israfı olup bölgesel ve ulusal kayıptır.

GAP'ta sulanabilir toplam arazi yüzölçümü 1.693.000 ha'dır. GAP'ın bir an önce bitirilmesi hem bölgesel hem de ulusal kalkınma açısından ne denli önemli olduğu apaçıktır. Bu yüzden GAP'ın, ne şartlar ve pahaya olursa olsun ülkenin tüm imkanları seferber edilerek bir an önce gerçekleştirilmesi gerekir.

9. Benzer bir anlayışla ülkemizin ekonomik olarak sulanabilir ve fakat henüz sulanmayan 4.500.000 ha tarım arazisinin bir an önce, geri kalan sulanabilir 16.8 milyon ha tarım arazisinin de aşamalı olarak sulamaya açılması gerekir.

10. Yeni sulamaya açılacak olan tarım arazilerinin sulama proje, inşaat ve işletmesinin en modern teknik ve uygulamalar doğrultusunda tatbikata konması gerekir.

11. Genel olarak, "sulama"nın, bu tez de ele alındığı şekilde aşamalara ayırarak ele alınıp üzerinde ciddi akademik inceleme, araştırma, çalışma ve kaynakların ortaya konması gerekir. Sulama ile ilgili çalışmaların tüm üniversitelerce teşvik edilmeli ve desteklenmelidir. Zira, şu an ülkemizin toprak ve su kaynaklarının bir an önce düzenlenmesi, ilgili proje ve uygulamaların geliştirilmesi gerekir.

12. Şahin BEŞİKÇİOĞLU (Ziraat Yüksek Mühendisi)'nin A.B.D.'deki sulamalara ilişkin, "A.B.D.'de Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Sulama Birlikleri ve Tennessee Valley Authority" adlı eserine benzer kaynakların, dünya ülkelerindeki sulamalar hakkında geniş çaplı araştırma ve incelemelerin, hem sulamalardan sorumlu kamu kuruluşları ve hem de üniversiteler tarafından desteklenmesi ve teşvik edilmesi gerekir. Hatta bölge üniversiteleri bünyesinde GAP Enstitülerinin kurulması bile

düşünülebilir.

13. GAP'ın her yıl, üniversite, siyasi ve bürokrat çevrelerinden müteşekkil bir teknik, sosyolojik, ekonomik ve sağlık heyetler grubunca gözden geçirilmelidir.

Teknik, ekonomik ve sağlık heyetlerinde inşaat, ziraat, maden, makina, elektrik, haberleşme v.s. tüm mühendislik, sağlık birimleri ve ekonominin tüm ana bilim dallarında en üst akademik kariyere sahip ve D.S.İ., Köy Hizmetleri, Toprak Reformu Genel Müdürlükleri, D.P.T., Sağlık Bakanlığı ve D.İ.E.'den dallarında teorik ve pratik açısından uzmanlaşmış kadrolardan teşkil edilmesinin daha doğru olacağı şeklinde düşünülebilir.



KAYNAKLAR

D.S.İ. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (Ankara, 1987)

Uygulama Programındaki Büyük Su İşleri Proje Özetleri (XV. ve XVI. Bölge Müdürlüğü).

D.S.İ. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (Ankara, 1987)

Uygulama Programındaki Büyük Su İşleri Proje Özetleri (X. Bölge Müdürlüğü).

D.S.İ. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (Ankara, 1992)

Mardin-Ceylanpınar Ovaları Sulama Projesi ve Şanlıurfa-Harran Ovaları Sulaması Revizyon Projesi.

D.P.T. (Ankara, 1990)

Güneydoğu Anadolu Projesi Master Plan Çalışması. Master Plan Nihai Raporu. Cilt I, Yöneticiler İçin Özet.

K.H. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (Ankara, 1990)

Güneydoğu Anadolu Projesi'nde (GAP) Sulama Suyu İdaresi.

Ş. BEŞİKÇİOĞLU, D.S.İ. Genel Müdürlüğü (Ankara, 1992)

A.B.D.'de Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi, Sulama Birlikleri ve Tennessee Valley Authority.

C. ERKEK, İ.T.Ü., (Ankara, 1983)

Sulama-Kurutma

T. KIZILKAYA, D.S.İ. (Ankara, 1988)

Sulama ve Drenaj

B.M. SÜMER, İ. ÜNSAL, M. BAYAZIT, Birsen Yayınevi (İstanbul, 1983).

Hidrolik

F. VOLKAN, A. ATAÇ, D.S.İ. (Ankara, 1992)

Kanal Regülasyon Sistemleri

F. VOLKAN, A. ATAÇ, D.S.İ. (Ankara, 1992)

Kanal Kontrol Sistemleri ve Amil, Avio ve Avis Tipi Otomatik Kapaklar.

Ö. BİLEN, D.S.İ. (Ankara, 1988)

Sulama Kanalları Üzerindeki Yapıların Projelendirilmesi.

T. SUNGUR, D.S.İ. (Ankara, 1989)

Su Yapıları Cilt I, II, III.

E. ALTAN, D.S.İ. (Ankara, 1986)

Seddelerin Projelendirilmesi ve İnşaatı

D.P.T. (Ankara, 1993)

Türkiye Temel Ekonomik Göstergeler

S. ŞENER, H. GÜNGÖR, A. NEDİM, YÜKSEL, L. DELİBAŞ Türkiye Ziraat Mühendisliği III. Teknik Kongresi, (Ankara, 1990).

Türkiye Tarımında Su ve Sulama.

KÖY HİZMETLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ, (Ş.Urfa 1993)

Farklı Sulama Sistemlerinin Pamuk Bitkisinin Verim ve Kullanım Randımanına Etkisi (1991-92-93 Araştırma raporları).

Ö. ÇETİN, E. ÖZYURT, (Ş.Urfa, 1993)

Harran Ovasında Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamuk Bitkisinin Verim ve Su Kullanım Randımanına Etkileri (Araştırma raporu).

İ. DEĞİRMENÇİ, (Ankara, ...)

Örneklerle Su ve Toprak Kaynakları Planlanması.

BİLDİRİLER (Ankara, 1981)

Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri Cilt I ve Cilt II.

C. ERKEK, N. AĞIRLIGİL (İstanbul, 1986)

Su Kaynakları Mühendisliği.

P. L. CAPPER, W.F. CASSIE (Çeviri) (İstanbul, 1984)

İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği.

F. ŞENTÜRK, (Ankara, 1988)

Barajların Projelendirilmesinde Hidrolik Esaslar

F. MÜFTÜOĞLU, (İstanbul, 1980)

Akarsu Yapıları I, Ders Notları.

T. KIZILKAYA, (Ankara, 1983)

Sulama ve Drenaj Kanalları Proje Kriterleri.

A. TUNA, (Yayınlanmadı)

Barajlar (Yüksek Lisans Ders Notları).

A. TUNA, (Yayınlanmadı)

Su Alma Yapıları (Yüksek Lisans Ders Notları)

E. DEMİRİSOY, (Ankara, 1992)

D.S.İ. Sulama İnşaatlarında Proje Esasları.

GAP K. İDARESİ, (Ankara, 1992)

GAP'ın Türk Ekonomisindeki Yeri.

F. VOLKAN, (Ankara, 1992)

Sulama Projelerinin Tasarımında D.S.İ. Yaklaşımı ve GAP Örneği.

GAP K. İDARESİ, (Ankara, 1991)

Faaliyet Raporu.

D.S.İ. (Ankara, 1992)

Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santralleri.