

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SULAMA PROJELERİNDE ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRİLMESİNE  
YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA**

109702 109702

HAKAN BÜYÜKCANGAZ

DOKTORA TEZİ

T.C. YÜKSEKÖRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI  
BURSA 2001

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SULAMA PROJELERİNDE ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRİLMESİNE  
YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

HAKAN BÜYÜKCANGAZ

DOKTORA TEZİ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 15/10/2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

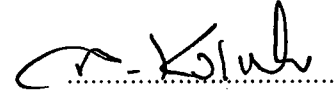
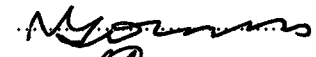


Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Abdurrahim KORUKÇU (Danışman)

Prof. Dr. Nevruz YARDIMCI

Prof. Dr. İsmet ARICI

Prof. Dr. Mevlüt BEYRİBEY

Doç. Dr. Ali Osman DEMİR

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....

## ÖZET

Sulama projelerinin çevreye ve insan yaşamına çok fazla sayıda olumlu etkisi bulunmakla beraber, önemli olumsuz etkileri de bulunmakta ve bu etkiler sonuç olarak sulama projelerinin sürdürülebilirliğini etkilemektedirler. Bu nedenle beklenen olumsuz etkileri belirlemek ve önlemek için gerekli önlemleri almak amacıyla, sulama projelerinde Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) yapılması gerekli olmuştur.

Bu çalışmada; mevcut sulama projelerinin çevresel etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinden yola çıkılarak, ÇED' de gerçekçi yaklaşımlara ulaşılması hedeflenmiş, sulama projeleri ile çevrede meydana gelebilecek etkiler materyal olarak alınan Mustafakemalpaşa Sulama Projesi (MKPSP) kapsamında değerlendirilmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemi ( CBS ) tekniklerinden de yararlanılan çalışmada çevresel etkiler; doğal kaynaklar üzerindeki etkiler, biyolojik ve ekolojik kaynaklar üzerindeki etkiler, arazi kullanımı üzerindeki etkiler, sosyo-ekonomik ve sağlık etkileri çerçevesinde ele alınmıştır.

Bursa-Mustafakemalpaşa Sulama Projesinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi sonucunda, en önemli etkilerin su kullanımı ve hidrolojik rejim, arazi kullanımı üzerinde olduğu görülmüş, ayrıca bölgenin sosyo-ekonomik koşullarında da önemli değişimlerin yaşandığı belirlenmiştir. Sonuçta Sulama projelerinde ÇED çalışmalarına ne derece gereksinim olduğu belirlenmiş ve elde edilen sonuçlara göre önerilerde bulunulmuştur.

**ANAHTAR KELİMELER :** Sulama, Sulama Projesi, Sulamanın Çevresel Etkileri, Çevresel Etki Değerlendirmesi ( ÇED ), Coğrafi Bilgi Sistemi ( CBS )

**ABSTRACT****A RESEARCH ON ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF IRRIGATION PROJECTS**

Besides the many positive effects of irrigation projects to the human being and to the environment, there are also many adverse effects of it and sustainability of irrigation projects is under risk. Therefore, an “Environmental Impact Assessment” (EIA) should be carried out to determine the possible adverse effects and take preventing actions against those effects in irrigation projects.

In this study, it is aimed to reach to the realistic approaches in EIA by determining and evaluating of environmental effects of an existing irrigation projects and environmental impacts which could be occur in an irrigation project have been evaluated, as long as the available data, in the context of Mustafakemalpaşa Irrigation Project.

Environmental impacts of irrigation projects have been categorized into five groups; impacts on natural resources, impacts on biological and ecological resources, impacts on land use, socioeconomic and health impacts. Geographical Information Systems (GIS) techniques have been intensively used during the study.

As a result of evaluating the Mustafakemalpaşa Irrigation Project, it is defined that hydrological regime and land use impacts are the most important impacts, and it is observed that important changes in socioeconomic conditions have been experienced in the project area. In addition, it is emphasized that the EIA study is necessary for irrigation projects and existing EIA context in Turkey is narrow and should be widen to some extent. At the last section of the study, recommendations have been made according to the obtained results.

**KEY WORDS:** Irrigation, Irrigation Projects, Environmental Impacts of Irrigation, Environmental Impact Assessment (EIA), Geographical Information Systems (GIS)



## İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	4
2.1. Sürdürülebilir Kalkınma.....	4
2.1.1. Sürdürülebilir Tarım.....	6
2.1.2. Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Kullanımı ve Sürdürülebilir Sulama.....	10
2.2. Sulama ve Çevre İlişkisi.....	20
2.3. Sulamanın Çevresel Etkileri.....	25
2.3.1. Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkiler.....	26
2.3.1.1.Su Kaynakları ve Hidrolojik Rejim Üzerindeki Etkiler.....	26
2.3.1.1.1. Su Kullanımı.....	26
a. Yüzey Su Kaynaklarının Kullanımı.....	26
b. Yeraltı Su Kaynaklarının Kullanımı.....	28
2.3.1.1.2. Taban Suyu Düzeyinin Değişimi.....	32
a. Tabansuyunun Alçalması.....	32
b. Tabansuyunun Yükselmesi ve Suya Doygunluk.....	33
2.3.1.1.3. Su Kalitesi.....	35
a. Sulamadan Dönen Suyun(Drenaj Suyu) Kalitesi.....	35
b. Drenaj Suyunun Tuzluluğu.....	38
c. Yeraltı Suyunun Tuzluluğu.....	39
d. Yüzey ve Yeraltı Sularında Azot Kirliliği.....	39
e. Yüzey ve Yeraltı Sularında Fosfor Kirliliği.....	41
f. Yüzey ve Yeraltı Sularında Pestisit Kirliliği.....	43
2.3.1.2.Toprak Kaynakları Üzerindeki Etkiler.....	43
2.3.1.2.1. Toprak Tuzluluğu ve Suya Doygunluk.....	44
2.3.1.2.2. Toprak Erozyonu.....	46
2.3.1.2.3. Sedimentasyon.....	47
2.3.1.3.Atmosfer Üzerindeki Etkiler.....	49
2.3.1.3.1. Hava Kirliliği.....	49

2.3.1.3.2. İklim Değişimi.....	49
2.3.2. Biyolojik ve Ekolojik Kaynaklar Üzerindeki Etkiler.....	50
2.3.2.1. Biyolojik Çeşitlilik ve Sucul Yaşam Ortamları.....	51
2.3.2.2. Ekolojik Denge.....	53
2.3.2.2.1. Zararlılar ve Bitki Hastalıkları.....	54
2.3.2.2.2. Yabancı Otlar.....	55
2.3.2.3. Sulak Alanlar.....	55
2.3.3. Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkiler.....	58
2.3.4. Sosyoekonomik Etkiler.....	59
2.3.4.1. Nüfus Değişimi ve Göç.....	60
2.3.4.2. Gelir Düzeyi ve İşgücü.....	60
2.3.4.3. Yeniden Yerleşim.....	61
2.3.4.4. Kültürel ve Tarihi Yerlerin Kaybı.....	63
2.3.5. Sağlık Etkileri.....	64
2.4. Sulama Projelerinde Çevresel Değerlendirmenin Gerekliliği.....	65
2.5. Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED).....	70
2.5.1. Çevresel Etki Değerlendirmesinin Tanımı.....	70
2.5.2. Çevresel Etki Değerlendirmesinin Aşamaları.....	72
2.5.2.1. Hazırlık Çalışmaları ve Sorunun Tanımlanması.....	73
2.5.2.2. Eleme.....	73
2.5.2.3. Çevrenin Mevcut Durumunun Belirlenmesi.....	73
2.5.2.4. Kapsam ve Etkilerin Belirlenmesi.....	74
2.5.2.5. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ve Alınacak Önlemlerin Belirlenmesi.....	74
2.5.2.6. Proje Alternatiflerinin Değerlendirilmesi ve Önerilerin Hazırlanması.....	75
2.5.2.7. ÇED Raporunun Hazırlanması.....	75
2.5.2.8. Karar Verme Süreci.....	75
2.5.2.9. Proje Sonrası İzleme ve Denetim.....	75
2.5.3. Çevresel Etki Değerlendirme Yöntemleri.....	76

2.5.3.1. Örtmeler Yöntemi.....	76
2.5.3.2. Kontrol Listeleri.....	77
2.5.3.3. Etkileşim Matrisleri.....	77
2.5.3.4. Ağ Diyagramları.....	78
2.5.3.5. Adaptif (Uyarlamalı) Çevresel Değerlendirme.....	78
2.6. Çevresel Değerlendirmelerde Coğrafi Bilgi Sisteminin Yeri ve Önemi.....	79
2.6.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tanımı.....	80
2.6.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri.....	80
2.6.2.1. Fonksiyonel Bileşenler.....	82
2.6.2.2. Teknolojik Bileşenler.....	83
2.6.2.3. Organizasyonel Bileşenler.....	83
2.6.3. Çevresel Değerlendirme Çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanımı.....	84
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>86</b>
3.1. Materyal.....	86
3.1.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri.....	86
3.1.2. Toprak ve Su Kaynakları.....	88
3.1.3. Sulama ve Drenaj Tesisleri.....	91
3.1.3.1. Regülatör.....	91
3.1.3.2. Sulama Kanalları.....	91
3.1.3.3. Drenaj Kanalları.....	92
3.1.3.4. Sanat Yapıları.....	93
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılım ve Donanımları.....	93
3.1.4.1. ERDAS Imagine 8.3.1.....	94
3.1.4.2. Arc/info.....	94
3.1.4.3. ArcView 3.0.....	94
3.1.5. Çalışmada Kullanılan Veriler ve Veri Kaynakları.....	95
a. Coğrafi Veriler.....	95
b. Coğrafi Olmayan Veriler.....	96

3.2. Yöntem.....	97
3.2.1. Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi.....	97
3.2.1.1. Su Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi.....	100
3.2.1.2. Toprak Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi.....	102
3.2.2. Biyolojik ve Ekolojik Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi.....	102
3.2.3. Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi.....	103
3.2.4. Sosyoekonomik Etkilerin Değerlendirilmesi.....	104
3.2.5. Sağlık Etkilerinin Değerlendirilmesi.....	104
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>105</b>
4.1. Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	105
4.1.1. Su Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	105
4.1.1.1. Su Kullanımı ve Hidrolojik Rejim Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	105
4.1.1.2. Tabansuyu Düzeyi Değişimi ve Tabansuyu Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar.....	111
4.1.1.3. Sulama Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	121
4.1.1.4. Drenaj Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	129
4.1.2. Toprak Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	138
4.1.2.1. Toprak Özelliklerinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	138
4.1.2.2. Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	139
4.1.2.3. Sedimentasyonun Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	143
4.2. Biyolojik ve Ekolojik Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	145

4.3. Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	147
4.4. Sosyoekonomik Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	156
4.4.1. Nüfus Değişimi ve Göç.....	156
4.4.2. Tarımsal Faaliyetler ve Gelir Düzeyi.....	158
4.4.3. Tarıma Dayalı Sanayi .....	162
4.5. Sağlık Etkilerinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar.....	163
4.6. Öneriler.....	164
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>172</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>185</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>186</b>



**ŞEKİLLER DİZİNİ****Sayfa No**

Şekil 2.1. Sürdürülebilirliğin Özellikleri.....	7
Şekil 2.2. Sulamanın Çevresel Bileşenlerine İlişkin Farklı Disiplinler.....	23
Şekil 2.3. Yüzey ve Yeraltı Suyu Arasındaki İlişki.....	27
Şekil 2.4. Nehir Destekli Sulama ve Geri Dönüş Akışı.....	30
Şekil 2.5. Sulamanın Hidrolojik Rejim Üzerindeki Etkileri.....	31
Şekil 2.6. Bir Nehir Sisteminde Su Kalitesinin Düşük Olmasının Nedenleri ve Etkileri.....	36
Şekil 2.7. Sulu Tarımdan Meydana Gelen Su Kalitesi Sorunları.....	37
Şekil 2.8. Yüzey Altı Ortamda Azot Formları ve Hareketi .....	42
Şekil 2.9. Sulak Alanların Değeri.....	57
Şekil 2.10. CBS' de Planlama İşlemi.....	81
Şekil 2.11. CBS Bileşenleri.....	81
Şekil 3.1. Mustafakemalpaşa Sulaması Genel Durum Planı.....	87
Şekil 3.2. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	98
Şekil 3.3. Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi ve Akış Diyagramı.....	99
Şekil 4.1. Mustafakemalpaşa Regülatörüne Gelen ve Tahliye Edilen Sular .....	108
Şekil 4.2. 1987-1995 Yıllarında Temmuz Ayına İlişkin Regülatöre Gelen ve Çaya Tahliye Edilen Su Miktarı .....	109
Şekil 4.3. 1987-1995 Yıllarında Ağustos Ayına İlişkin Regülatöre Gelen ve Çaya Tahliye Edilen Su Miktarı.....	110
Şekil 4.4. MKPSP Tabansuyu Gözlem Kuyuları.....	112
Şekil 4.5. Tabansuyunun 0-1 m Kritik En Yüksek Olduğu Alanlar.....	114
Şekil 4.6. Sulamanın En Yoğun Olduğu Ayda (Temmuz) Tabansuyunun 0-1 m Olduğu Alanlar.....	116
Şekil 4.7. Tabansuyu Tuzluluğu Sorunu Olan alanlar.....	116
Şekil 4.8. Tabansuyu Kritik En yüksek Eş Derinlik Haritası (1986 Yılı).....	118

Şekil 4.9. Sulamanın En Yoğun Olduğu Ay Tabansuyu Kritik En Yüksek Eş Derinlik Haritası (1991 Yılı) .....	119
Şekil 4.10. Tabansuyu Eş Tuzluluk Haritası (1989 Yılı) .....	120
Şekil 4.11. Susurluk Havzası Kirlilik Kaynakları.....	122
Şekil 4.12. Yıllara Göre Elektriksel İletkenlik Değişimi.....	125
Şekil 4.13. Yıllara Göre SAR Miktarı Değişimi.....	126
Şekil 4.14. Yıllara Göre Bor Miktarı Değişimi.....	127
Şekil 4.15. Yıllara Göre Nitrat Miktarı Değişimi.....	128
Şekil 4.16. Yıllara Göre Klor Miktarı Değişimi.....	128
Şekil 4.17. Yıllara Göre Askıda Katı Madde Miktarı Değişimi.....	129
Şekil 4.18. MKPSP Drenaj Ağı ve Örnek Alınan Drenaj Kanalları.....	131
Şekil 4.19. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Göl Seddesine Paralel Drenaj Kanalı).....	133
Şekil 4.20. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (Göl Seddesine Paralel Drenaj Kanalı.....	134
Şekil 4.21. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (T-10 Tahliye Kanalı).....	134
Şekil 4.22. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (T-10 Tahliye Kanalı) .....	135
Şekil 4.23. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Yamanlı Drenaj Kanalı Mansabı).....	135
Şekil 4.24. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (Yamanlı Drenaj Kanalı Mansabı).....	136
Şekil 4.25. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Mansabı).....	136
Şekil 4.26. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Mansabı).....	137

Şekil 4.27. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Membası).....	137
Şekil 4.28. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Membası).....	138
Şekil 4.29. Sayısal Yükseklik Modeli (DEM).....	140
Şekil 4.30. Kabartma Haritası.....	141
Şekil 4.31. Sulama Alanının Üç Boyutlu Görünümü.....	142
Şekil 4.32. Döllük Akım Gözlem İstasyonunda Akım-Sediman Verimi İlişkisi.....	144
Şekil 4.33. 1987-2000 Yılları Arasında Taşınan Sediman Miktarı.....	145
Şekil 4.34. 1987-2000 Yılları Arasında Birikimli Sediman Miktarı .....	145
Şekil 4.35. 1968 Yılı (Sol) ve 1997 Yılı (Sağ) Hava Fotoğrafları.....	148
Şekil 4.36. Birleştirilmiş ve Coğrafi Düzeltmesi Yapılmış 1968 Yılı Hava Fotoğrafları.....	149
Şekil 4.37. Birleştirilmiş ve Coğrafi Düzeltmesi Yapılmış 1997 Yılı Hava Fotoğrafları.....	150
Şekil 4.38. Ağustos 1998'de Alınan LANDSAT-5 TM Uydu Görüntüsü (30x30 m).....	151
Şekil 4.39. Uydu Görüntüsü (1998) ve Hava Fotoğraflarının (1997) Çözünürlükleri Birleştirilmiş Görüntüsü.....	152
Şekil 4.40. 1968 Yılı Arazi Kullanım Deseni Haritası.....	153
Şekil 4.41. 1997 Yılı Arazi Kullanım Deseni Haritası.....	154
Şekil 4.42. Mustafakemalpaşa İlçe Merkezinde Yıllara Göre Nüfus Değişimi .....	157
Şekil 4.43. Mustafakemalpaşa Köylerinde Yıllara Göre Nüfus Değişimi.....	157



**ÇİZELGELER DİZİNİ****Sayfa No**

Çizelge 2.1. Yıllara Göre Nüfus ve Sulanan Alan Miktarı.....	12
Çizelge 2.2. Tarım, Sanayi ve Yerleşimlerde Kullanılan Su Miktarları (m <sup>3</sup> /yıl) .....	13
Çizelge 2.3. Kıtalar Bazında Sulanan Alan Miktarı .....	16
Çizelge 2.4. En Çok Sulama Yapılan 20 Ülkedeki Net Sulanan Alan Miktarı .....	17
Çizelge 2.5. Etkiler ve Sürdürülebilirlik Arasındaki İlişki.....	24
Çizelge 2.6. Tatlı Su Sulak Alanlarının Bazı Önemli İşlevleri.....	56
Çizelge 2.7. Sulama ile İlgili Çevre Bileşenleri ve Parametreleri.....	68
Çizelge 2.8. ICID Kontrol Listesindeki Etki Kategorileri Ve Çevresel Etkilerin Birbiriyle Olan Etkileşimleri.....	69
Çizelge 3.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bünye Dağılımı.....	88
Çizelge 3.2. Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonunda Ölçülen Ortalama İklim Verileri...89	
Çizelge 3.3. Mustafakemalpaşa Ovası Sulu Tarım Arazi Sınıfları.....	90
Çizelge 3.4. Mustafakemalpaşa Sulama Alanında Drenaj Pompa İstasyonları ve Karakteristikleri.....	92
Çizelge 3.5. Mustafakemalpaşa Sulama Alanında Bulunan Sanat Yapıları.....	93
Çizelge 4.1. Mustafakemalpaşa Sulama Şebekesine Alınan ve Çaya Bırakılan Su Miktarı.....	107
Çizelge 4.2. Sulama Suyu Kalite Standartları.....	123
Çizelge 4.3. Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Kriterleri.....	124
Çizelge 4.4. 1968 ve 1997 Yılları Arazi Kullanım Desenleri.....	156
Çizelge 4.5. Yıllar İtibariyle Bitki Deseni ve Ekiliş Miktarları.....	161
Çizelge 4.6. Tarım Alet-Makine Varlığı.....	162
Çizelge 4.7. Sulama Projelerinde Çevresel Etki Değerlendirmesi İçin Önerilen Kontrol Listesi.....	170

## 1. GİRİŞ

Sürdürülebilir tarımın temel hedefi; kırsal kesimde yaşayan insanların yaşam koşullarının sürdürülebilir bir biçimde iyileştirilmesi ve güvence altına alınması ile birlikte, sürekli artan dünya nüfusunun gıda güvenliğini sağlamaktır. Bu hedefin gerçekleştirilmesinde, özellikle gelişmekte olan ülkeler için sulu tarım çok önemli rol oynamaktadır. Sulama, kırsal refahı arttırmayı amaçlayan ve insani boyutu ön planda tutan bir faaliyet olup, yalnızca kurak bölgeler için değil, aynı zamanda yarı-kurak ve yarı-nemli bölgeler için de tarımsal üretimi artırma ve güvence altına almada temel ve vazgeçilmez bir faktördür.

Gelişmekte olan ülkelerde ve özellikle ülkemizde sulama sistemlerinin performanslarının beklenenin altında olduğu görülmektedir. Sulama sistem performansını olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerin başında da sulama projelerinin olumsuz çevre etkileri ve bu etkilerin ihmal edilmesi gelmektedir. Bu etkiler sonuç olarak sulama projelerinin sürdürülebilirliğini de etkilemektedirler. Bu nedenle, beklenen olumsuz etkileri belirlemek ve bu etkileri önlemek için gerekli önlemleri almak amacıyla, sulama projelerinin ilk planlama aşamalarının bütünüyle bir parçası olarak Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) yapılması gerekli olmuştur. Bir ÇED çalışması, sulama projelerinin yürütülmesine ilişkin daha iyi kararlar alınabilmesi için gerekli bir aşama olarak, projedeki farklı planlama ve projelendirme alternatiflerinin olası olumlu ve olumsuz etkilerini ortaya koyan bir mekanizmadır. Bir başka deyişle ÇED; uygulamaya geçirilmesi düşünülen bir projenin, çevre ve onunla birlikte doğa, insan ve doğal kaynaklar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi, olumsuz nitelikteki etkilerin giderilmesi amacıyla yönelik olarak yapılmaktadır.

Bu çalışmanın temel hedefi; mevcut sulama projelerinin çevresel etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinden yola çıkılarak, ÇED' de gerçekçi yaklaşımlara ulaşmaktır. Çünkü ÇED, bir projenin yalnızca ilk planlama aşamalarında değil, uygulamaya geçirildikten sonra izleme ve değerlendirme aşamasında da yapılabilmektedir. Bu tür bir değerlendirmeye sulama projesinin fiziksel ve ekonomik durumunun belirlenmesinde de gereksinim duyulabilir. Değerlendirmeden elde edilen sonuçlar, gelecekteki işletme, bakım ve yatırım politikalarına rehberlik etmesi amacıyla

kullanılabilir. Ayrıca, mevcut bir sulama projesinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, gelecekte planlanacak sulama projelerinde meydana gelebilecek çevresel sorunlara karşı alınacak önlemlerin planlama aşamasında belirlenmesi açısından da son derece yararlı ve yol gösterici olabilir. Bu çalışmada da, sulama projeleri ile çevrede meydana gelebilecek değişimler ve verilerine ulaşılabilen kimi etkiler, materyal olarak alınmış sulama projesi kapsamında değerlendirilmiştir. Mustafakemalpaşa Sulama Projesinde meydana gelen çevresel değişimlerin belirlenmesi ve analizine yönelik olarak çalışmada kullanılan tekniklerin, bundan sonra yapılacak ÇED çalışmalarına da yön gösterici nitelikte olması, çalışmanın diğer önemli bir hedefidir.

Çevre sorunları, coğrafi boyutlu olduklarından bu sorunların coğrafi özellikleri ele alınmaksızın çözüme ulaştırılmaları olası değildir. Günümüzde çevreye ait bilgilerin elde edilmesi, bu bilgilerin işlenmesi ve modellenmesi teknolojileri hızla gelişmektedir. Hatta, sadece çevresel uygulamalara yönelik olarak geliştirilmiş uzaktan algılama platformlarının sayısında artış gözlemlenmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) gibi sistemlerin gelişimi, bu sistemlerin çevresel veri kaynaklarıyla entegrasyonunu kolay hale getirmiştir. Uzaktan algılama teknikleri ve CBS, ayrıca verilerin yetersiz olduğu bazı alanlarda, çevresel veri üretiminde önemli rol oynamaktadırlar.

Son yıllarda bilgisayar teknolojisinde, uzaktan algılama biliminde ve global konum bulma sistemlerinde (GPS) yaşanan gelişmelerle bilgi teknolojisinde ve iletişim teknolojisinde devrim sayılabilecek ilerlemeler, bilgisayar donanımlarının maliyetlerinin azalmasıyla birlikte işlem hızları ve fonksiyonlarının artması, Coğrafi Bilgi Sistemlerini (CBS) günlük hayatın bir parçası haline getirmiştir. Tek bir görüntünün binlerce kelimedenden çok daha fazla anlam ifade ettiği düşünüldüğünde, CBS' nin görsel gücü de ortaya çıkmış olmaktadır. CBS teknolojisinin yaygınlaşmasının arkasında yatan diğer önemli bir neden de, farklı kaynaklardan elde edilmiş verileri bütünleştirebilme özelliğidir. Daha sonra bütünleştirdiği verilere dayanarak zaman içerisinde yaşanan gelişmeleri analiz etme ve bu gelişmelerin neden olduğu etkileri coğrafi boyutta değerlendirme yeteneği CBS teknolojilerine önemli bir güç kazandırmaktadır.

Çalışma kapsamında çevresel etkilerin değerlendirilmesinde, yoğun olarak CBS' den yararlanılmıştır. CBS; eldeki tüm verilerin toplanıp derlenmesinden sonra, bu verilerden düzenli biçimde yararlanmamızı sağlayan çok etkin bir araçtır. Çok geniş

uygulama alanına sahip olan bu tekniklerin ülkemiz koşullarında kullanım olanakları sınırlı bulunmakla birlikte, son yıllarda kullanımında hızlı bir artış görülmektedir. Özellikle eğitim kurumlarında ve bazı kamu kuruluşlarında kullanılmaya başlanan CBS' den, ÇED çalışmalarında da yararlanılması kaçınılmaz gözükmektedir. CBS, coğrafi özellikteki tüm verilere kolaylıkla uygulanabildiğinden, çevresel değerlendirme analizlerinde etkin bir araç olarak kendine geniş bir uygulama alanı edineceği düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında, uzaktan algılama ve CBS tekniklerinin kullanılması hedeflenmiştir.

Sulama projeleri ile meydana gelen çevresel değişimlerin ortaya konması ve değerlendirilmesi, yeterli miktarda ve güvenilir verilere sahip olunması ile mümkün olabilmektedir. Eldeki veri miktarı ve kalitesi, ÇED çalışmasının güvenilirliğini de etkilemektedir. Özellikle uzaktan algılama verileri, bu çalışmalar için etkin bir veri tabanı oluşturabilir. Ancak ÇED çalışmalarında, mevcut CBS tekniklerinden gerektiği kadar yararlanılamadığı söylenebilir. Bu nedenle, bu çalışmada bir anlamda, CBS' nin ÇED çalışmalarındaki yararlılığını ortaya koymak hedeflenmiştir.

Dört bölümden oluşan bu çalışmada giriş bölümünden sonra, ikinci bölümde kuramsal temeller ve kaynak araştırması verilmektedir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan materyal ve yöntem açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise, çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Sürdürülebilir Kalkınma

Birleşmiş Milletler tarafından 1987’ de yayınlanan “Ortak Geleceğimiz” ya da “Brundtland Raporu”ndan sonra, sürdürülebilir kalkınma, tüm dünyada tartışmaların odak noktası olmuştur (Loucks, 2000).

Berkman (1996); sürdürülebilirlik kavramının kamuoyunda çevre bilincinin yer etmesi ve çevre koşullarında ortaya çıkan bozulmanın artık gelişmeleri haklı kılmayacak boyutlara ulaşması sonucunda ortaya atılmış bir kavram olduğunu belirtmektedir.

Wolff (1997); sürdürülebilirliğin tek başına belirsiz ve kesin olmayan bir anlam taşımakta olduğunu ve sözcüğü kullanan kişinin görüş açısına bağlı olarak farklı biçimlerde yorumlanabileceğini belirtmektedir. Ona göre; kavram bu nedenle biraz belirsiz başlamakta, ancak bir başka kavram ile birleştirildiğinde daha açık bir anlam taşımaktadır. Sadece sürdürülebilirlik kavramını ele almak yerine, hangi alanda ya da hangi amaç için sürdürülebilirliğin sağlanması gerektiğinin ortaya konması gerekmektedir.

Günümüzde sürdürülebilirlik kavramı, gelişmeye ilişkin konuşma sanatına iyice yerleşmiştir. Mohtadullah ve ark. (1994); sürdürülebilirlik kavramını tek bir kaynak (örneğin; yeraltı suyu, balıkçılık, ormancılık vb.) için fiziksel kavram, bir kaynaklar grubu veya bir sistem (örneğin; tarım) için ise bir fiziksel, sosyofiziksel ve ekonomik kavram olarak üç ayrı kullanım alanı için söz konusu olduğunu belirtmektedir.

Önce 1972'deki Stockholm Konferansı, onun arkasından Dünya Koruma Stratejisi (1980), çevreye saygılı, sürdürülebilir bir kalkınma modelinin niteliklerini tanımlamayı hedeflemiştir. Bunalm yıllarında belirli bir hafiflemenin arkasından, dayanıklı ve kalıcı anlamına "Sürdürülebilir Kalkınma" ya da "Çevresel Gelişme" temaları, Birleşmiş Milletlerin "Ortak Geleceğimiz" adlı raporunun 1987'de yayımlanmasıyla gündeme girmiş, oturmuştur. “Sürdürülebilir Kalkınma” fikrinin herhangi bir gizli anlamı yoktur. Gelecekteki kuşaklar, en az geçmiş kuşakların tanıdıkları bir çevreyi miras olarak almışlarsa, bir kalkınma sürdürülebilir Tanilli (2000); günümüzdeki kalkınma mantığının "sürdürülebilirlik" ile gerçekten uzlaşır bir yanı olup olmadığının sorgulanması gerektiğini bildirmektedir.

Sürdürülebilirlik üzerine yapılan tartışmalar, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından bir rapor halinde yayınlanmıştır. Bu raporda, ülkeler kalkınmalarını ekolojik, sosyal ve ekonomik yönden sürdürülebilir olmayan uygulamalar üzerine kurdukları sürece meydana gelebilecek çevresel risklere dikkat çekilmiştir.

Ekolojik anlamda sürdürülebilirlik gelecek kuşaklarında göz önüne alınması suretiyle, insanın yaşamını belirli bir refah düzeyinde devam ettirmesi için gereken ekolojik koşulların varlığı biçiminde tanımlanmaktadır. Wolf (1997) tarafından bildirildiğine göre; Lele (1991) ekonomik sürdürülebilirliğin sosyal bir yönü de bulunduğunu belirtmekte, bunun aksine, Barbier (1987) sosyal sürdürülebilirliği; arzu edilen sosyal değerleri, gelenekleri, kurumları, kültürü ve diğer sosyal özellikleri devam ettirme yeteneği olarak tanımlamaktadır.

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (1992), önerdiği daha geniş bir tanımlama ile sürdürülebilirlik kavramına daha gerçekçi bir nitelik vermiştir. Bu tanımlama; günümüzdeki ve gelecek kuşaklar için gıda, su, barınma, giyinme ve ısınma gibi temel insan gereksinimlerinin karşılanması için, teknolojik değişimlerin yönlendirilmesi, doğal kaynakların korunması ve yönetimi biçimindedir. Böyle bir sürdürülebilir kalkınma; toprak ve su kaynakları ile genetik kaynakları koruyacak, çevre sorunu yaratmayacak, teknik ve ekonomik olarak uygun sosyal yönden kabul edilebilir nitelikte olacaktır (Scott 1993).

Wolf (1997) tarafından bildirildiğine göre, Abernethy sürdürülebilirlik kavramını, modern insana yeni bir davranış biçimi, yeni bir görüş ve yaklaşım kazandırdığını belirtmiştir. İnsanların duyarlılığını sağlama ya da davranışlarını değiştirme potansiyeli olduğu, kaynakların dikkatli kullanıldığı ve çevresel anlamda uygun gelişme sağlandığı için, sürdürülebilirlik kavramını tek ve genel bir tanımının yapılmaya çalışılması, bu kavramın gerçek değerinin anlaşılmasını riskini doğurabileceğini öne sürmektedir (Wolf 1997).

Birleşmiş Milletler Teknik Danışma Komitesi, sürdürülebilir kalkınmayı, "değişen insan gereksinimlerini karşılamak için çevresel kalite sürdürülür veya artırılırken ve doğal kaynaklar korunurken, tarımda kaynakların başarılı bir biçimde işletilmesi" olarak tanımlanmıştır (Jensen 1994). Baştuğ (1996); eğer bir üretim uygulaması, kendini



yenileme yeteneğinin ötesinde bir kaynak kullanıyorsa, kaynağın kullanımının sürdürülebilir olmayacağını ifade etmektedir.

Clark (1992) ise; sürdürülebilir kalkınmanın temel bileşenlerini şu şekilde belirlemektedir:

- Karar verme işleminde etkin halk katılımını sağlayan politik sistem
- Kendi kendine yeten ekonomik sistem
- Dengesiz kalkınmadan doğabilecek gerilimleri çözen sosyal sistem
- Ekolojik değerleri koruyan üretim sistemi
- Sürekli yeni çözümler arayan teknolojik sistem
- Ticari ve mali işlerde sürdürülebilirliği sağlayan uluslararası sistem
- Esnek ve kendi kendini kontrol eden yönetim sistemi

Clark(1992)'a göre sürdürülebilir kalkınma politikalarının temel hedefleri ise şunlardır:

- Ekonomik büyümenin sağlanması
- Büyüme deseninin değiştirilmesi
- Gıda, su, enerji, sağlık ve iş gibi temel gereksinimlerin karşılanması
- Nüfusta sürdürülebilir düzeyin sağlanması
- Doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi
- Teknolojinin yeniden yönlendirilmesi ve risk yönetimi
- Karar verme sürecinde ekonomi ve çevrenin birlikte ele alınması

Dowers sürdürülebilirliğin temel hedeflerini, genel ve özel niteliklerini Şekil 2.1'de özetlemektedir (Smith 1993).

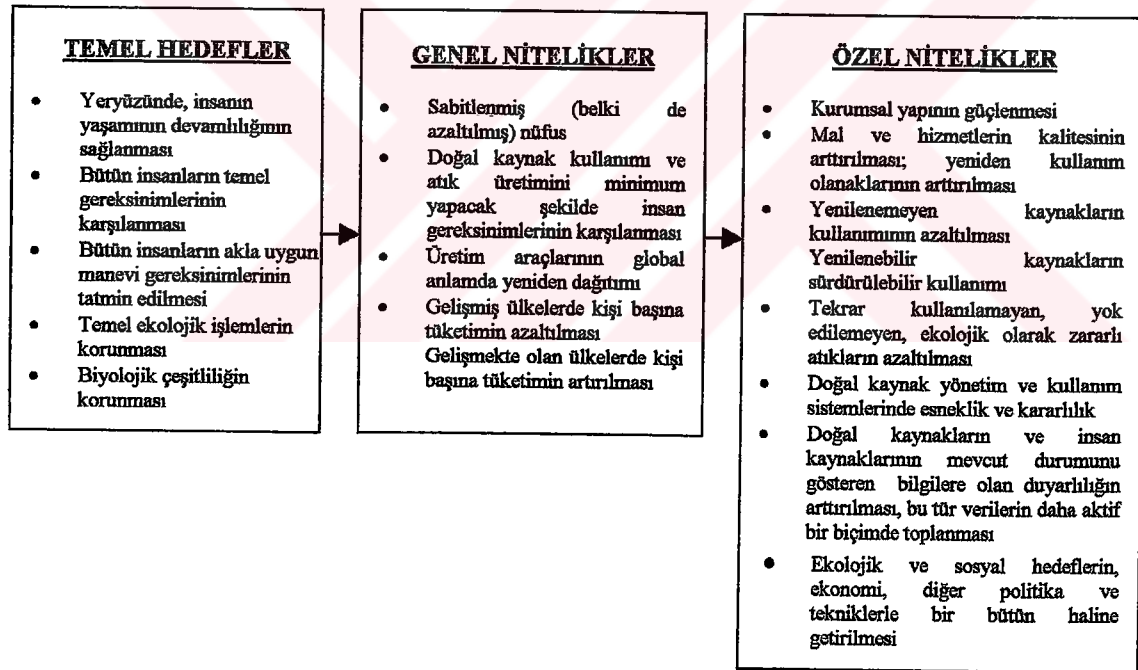
Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili farklı düşüncelerin değerlendirilmesi için ayrıca Falkenmark (1988), Svedin (1988), Pezzey (1992), Bender ve ark. (1994) ve Simonovic (1996)' dan yararlanılabilir.

### **2.1.1. Sürdürülebilir Tarım**

Dünya nüfusunun sürekli artmaya devam etmesi karşısında, insanoğlunun karşılaşacağı en önemli sorun; dünya besin gereksinimini sürdürülebilir tarımla karşılamaktır. Sürdürülebilir tarım; bitkisel üretim, doğal kaynakların kullanımı, çevresel

etkiler ve ekonomi arasında hassas bir denge kurulmasını gerektirmektedir. Başka bir deyişle, ekonomik kararlılığın sağlanması ile birlikte, sonlu doğal kaynak kullanımı ve çevre etkileri aza indirgenirken, gıda üretimi optimum bir biçimde yapılmak zorundadır. Sürdürülebilir tarımın hedefi gelecekteki gereksinimleri karşılamada yeterlilikten taviz vermeden, günümüzün gereksinimlerini karşılamaktır. Yaşadığımız çağ; global düzeyde bir bilinçlenme, bilim ve teknolojiye bir rekabet çağıdır. Dünya; biyolojik çeşitliliğin azalması, ozon tabakasının delinmesi, global iklim değişimi, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi çok sayıda karmaşık çevre sorunu ile karşı karşıya bulunmaktadır.

Dünya nüfus trendine bakıldığında ise; nüfusun 1950'lerden bu yana iki kat arttığı, 21.yüzyılın ortalarında ise iki kat daha artabileceği beklenmektedir (Corwin ve Wagenet 1996). Son 25 yılda dünya; çevre sorunlarının, insan refahı ve ekonomik gelişmenin her türlü şekilden soyutlanamaz olduğunu kavramıştır (Corwin ve ark. 1997).



Şekil 2.1. Sürdürülebilirliğin Özellikleri (Smith 1993)

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 1987 yılında, "Ortak Geleceğimiz" ya da "Brundtland Raporu" adıyla yayımlanan raporun getirdiği ana ilke; çevre sorunlarını oluşmadan önleyebilmek için, sürdürülebilir kalkınmanın benimsenmesi



ve uygulamaya geçirilmesi zorunluluğudur. Bu rapora göre; kalkınmanın sürdürülebilir olması öngörülürken, doğal kaynakların korunması gerektiği ortaya konmuş, kalkınma ile çevre korumanın proje ve uygulama sırasında birlikte ele alınmasının zorunlu olduğu saptanmıştır (Sönmez 1992).

Kalkınmada temel öncelik insan gereksinimlerinin karşılanmasıdır. Ancak günümüzde özellikle gelişmekte olan ülkelerde, bu gereksinimlerin karşılandığını söylemek oldukça güçtür. Dünyanın pek çok bölgesinde tarım; tarımsal ürün elde etme, insanları besleme, ve kararlı bir ekonomik gelir sağlama gibi ana işlevlerini tam anlamıyla yerine getirememektedir. Yaklaşık 500 milyon insan, açlık ve yetersiz beslenme sorunu ile karşı karşıya bulunmaktadır. Bu insanların çoğunluğu ise kırsal kesimde yaşamaktadır (Scott 1993)

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü' nün (1989) tanımına göre sürdürülebilir tarım, insanlığın değişen gereksinimlerini karşılayabilecek şekilde doğal kaynakların tarımsal üretim için başarılı bir biçimde yönetilmesini ve aynı zamanda doğal kaynakların korunmasını, çevre kalitesinin sürdürülmesini veya geliştirilmesini ön planda tutan bir üretim sistemi veya felsefesidir (Scott 1993).

Ongley (1996); tarımın sürdürülebilirliğinin yansıması; tarımın çevresel, sosyoekonomik ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin iyi bir biçimde belirlenmesi ve ulusal kalkınma planları içerisine entegre edilmesi gerektiğini öne sürmektedir.

Scott (1993); sürdürülebilir tarımsal kalkınma hedeflerine ulaşmada, kayıp ve kazançlar arasındaki dengenin, her zorluğa rağmen, iyi kurulması gerektiğini bildirmektedir. Çünkü ona göre tarım; hem insan gereksinimlerinin karşılanması, hem de ülkelerin ekonomik refahının sağlanması bakımından çok önemli bir konuma sahiptir.

Birleşmiş Milletler Teknik Danışma Komitesi, sürdürülebilir tarımsal kalkınmayı, "değişen insan gereksinimlerini karşılamak için çevresel kalite sürdürülüp, artırılırken ve doğal kaynaklar korunurken, tarımda kaynakların başarılı bir biçimde işletilmesi" olarak tanımlamıştır (Jensen 1994).

El Bassam (1999), tarımsal üretim sistemlerinde sürdürülebilirliğin beş temel elemanını, iklim, su ve toprak kaynakları, genetik kaynaklar, enerji ve tarımsal girdiler, politika ve yönetim olarak belirlemiştir.

Sürdürülebilir tarım; doğal biyolojik döngü ile biyolojik kontrol faaliyetlerinin bütünlüğünü sağlayan, toprak verimliliği ve doğal kaynakları koruyup yenileyen, tarımsal tekniklerin kullanımı ve yönetimini optimize eden, yenilenemeyen kaynakları tüketmeyen, yeterli derecede gelir getiren ve sağlık, doğal yaşam, su kalitesi ve çevre üzerine olan olumsuz etkileri aza indiren tarımsal üretim sistemidir.

Berkman (1996)'a göre; sürdürülebilir tarım kavramı içerisinde, üreticinin ya da tarımsal işletmenin yeterli gelire sahip olması ve ekonomik bir ünite olarak sürdürülebilmesi de önemli bir ön koşul olmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir tarım doğal ve biyolojik kaynakların özünden gelen üretim kapasitesini arttıracak ve üreticilerin yeterli kazanç sağlamalarına da izin verecek şekilde, sağlıklı ve temiz gıda üretimini amaçlayan, çevre üzerine olumsuz etkileri en aza indiren bir tarımsal üretim sistemi olarak da tanımlanabilir.

Uluslararası Rio Zirvesinden elde edilen sonuçlara göre; günümüzde açlık, birçok insan için önemli bir tehdit unsuru olmakla beraber, dünyanın insanların gıda ve diğer tarımsal ürünlere olan gereksinimlerini uzun dönemli karşılama kapasitesi belirsizdir. İnsanların gıda gereksinimleri sürekli artış göstermekte, buna karşılık tarım alanlarının verimliliği azalmaktadır. Bütün ülkelerde, tuzluluk, suya doygunluk, erozyon ve toprak verimliliğinin kaybı gibi önemli sorunlar yaşanmaktadır. Artan gereksinimleri karşılayabilmesi için tarımda üretkenlik arttırılmalıdır. Dünyanın hemen hemen tüm tarım arazileri kullanılmakta olup, fazladan tarıma açılacak arazi kalmamıştır. Sürdürülebilir tarım ve kırsal kalkınma hedeflerine ulaşılması için; tüm ülkelerde ve hatta uluslararası düzeyde tarım, çevre ve ekonomi politikalarında bazı temel düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Bu da ancak kırsal kesimde yaşayan insanlar, ulusal hükümetler, özel sektör ve uluslararası kuruluşlar arasındaki işbirliği ile olanaklı olabilecektir (Keating 1993)

Amerikalı uzman Lester Brown, 1988'de yayınladığı bir araştırmasında, dünya yiyecek maddelerinin yarısından fazlasını oluşturan tahıl üretimindeki bir gelişmeden kaygılanmıştır. Ona göre; 1950'den 1984'e kadar, söz konusu üretim 624 milyon tondan 1645 milyon tona çıkmış ve nüfus artışı kat kat aşmıştır. Bununla beraber, çoğu gelişmekte olan ülkelerde böyle bir üretim artışı hiç görülmemiş, çoğu kez gerilemeler olmuştur. Bu durum 1984 yılından itibaren ise tamamen değişmiş, tahıl üretimi dünyanın

hemen her ülkesinde gitgide azalmıştır. Başta Afrika olmak üzere, dünya çapında yılda 6 milyon hektardan fazla alanda çölleşme olmaktadır. Sulama için kullanılacak kaynaklarda savurganlık yapılmış ve sulanan yüzeyler azalmaya başlamıştır. Ekilebilecek topraklar, tropikal ormanların aleyhine genişlemiştir. Yılda 11 milyon hektar olan ormanlık alan daralması, tam bir felakete dönüşmüş, bu ormanların yerini bir kaç yıl içinde hemen hemen verimsiz çayırlar almıştır. Sulama olanakları azaldığı oranda, büyük barajların içinde boğulan verimli vadiler, tarım için kaybedilmektedir. Açığın kapanması, yoğun tarıma ve en başta da kimyasal gübre kullanımına neden olmuş, bu ise hissedilir bir üretim artışı sağlamadığı gibi, yeraltı su rezervlerinin kirlenmesine yol açmıştır. Özetle bugünkü koşullarda tarım, nüfus patlaması sürdükçe onu beslemeye yeter halde değildir ve çevreyi yıkmadan da bunun üstesinden gelemez. Dünyanın beslenme güvenliği, bugün enerji savurganlığına son vermeye, nüfus planlamasında atılacak adımlara bağlı olmaktadır (Tanilli 2000).

### **2.1.2. Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Kullanımı ve Sürdürülebilir Sulama**

Loucks (2000); sürdürülebilir su kaynakları yönetimini, günümüzde ve gelecekte suya olan istemleri, sistemde herhangi bir soruna neden olmadan karşılamaktır biçiminde tanımlamaktadır. Ona göre sürdürülebilirlik çok çeşitli çevresel, ekolojik, sosyal, ekonomik ve fiziksel hedeflerin bir fonksiyonu olduğundan, su kaynaklarının yönetimi; çok disiplinli ve çok katılımlı karar verme işlemi içerisinde çeşitli hedefleri dengeleyici nitelikte olmalıdır.

Anonim (1992a)' da; kullanılabilir nitelikte yeterli suyun bulunmayışı ve bu suların amaç dışı kullanımı, sürdürülebilir kalkınma ve çevre koruma hedeflerinin önündeki en önemli engellerden birisi sayılmaktadır. Mevcut toprak ve su kaynakları etkin bir şekilde kullanılmaz ise; insan refahı ve sağlığı, gıda güvenliği, endüstriyel kalkınma ve bunlara bağlı tüm ekosistemler büyük bir risk altında olacaklardır

Anonim (1998)'de bildirildiğine göre; sürdürülebilir su kaynakları sistemleri; bu sistemlerin ekolojik, çevresel ve hidrolojik bütünlükleri sağlanacak biçimde, günümüzdeki ve gelecekteki toplumların gereksinimlerini karşılamak için planlanır ve yönetilir.

Rio de Janeiro'da toplanan uluslararası liderler zirvesinin sonuçlarına göre; dünyanın bir çok bölgesinde, yaygın su kıtlığı çekilmekte ve su kaynaklarının kirlilik düzeyleri artmaktadır. Bunun nedenleri arasında; evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılmadan alıcı su ortamlarına verilmesi, doğal su havzalarının kaybı, ormanların tüketilmesi ve tekniğine uygun olarak yapılmayan tarımsal faaliyetler en başta gelmektedir. Barajlar ve sulama projeleri de su kalitesi ve miktarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Tüm bu faaliyetler, sucül ekosistemlere zarar vermekte ve su kaynakları için önemli bir tehdit unsuru oluşturmaktadırlar (Keating 1993).

Tanilli (2000) çalışmasında; global içme suyu yetersizliğine dikkat çekmektedir. Ona göre; 21. yüzyılın başlarında, dünya nüfusunun yarısı su kıtlığı ile yüz yüze gelecektir. Her koşulda su, uzak olmayan bir gelecekte, sosyal ve ekonomik gerilimlerin kaynağı olacaktır. Bu kıtlıktan en çok etkilenecek bölgeler ise Kuzey Afrika ve Ortadoğu'dur. Uzmanların tahminlerine göre; insan başına su, bir insan yaşamı süresinde % 80 azalacaktır. Kişi başına düşen su miktarı, 1960 ile 2025 yılları arasında 3430 m<sup>3</sup> ten 667 m<sup>3</sup> e düşecektir. Tehlike eşiği ise 2000 m<sup>3</sup> olarak saptanmıştır.

Jordaan ve ark. (1993)'na göre; su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, insanlığın kalkınmasında anahtar rol oynayacaktır. Su, toplumun her sektöründe yer almakta, onun etkin ve ekonomik kullanımı birçok sektörde kalkınmanın ön koşulu olmaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı; bir su kaynağı sisteminin planlanması, projelendirilmesi, işletme ve bakım ile ilgili tüm aşamaları kapsamaktadır.

Su, sürdürülebilir tarım ve kırsal kalkınma için son derece önemli bir kaynaktır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda suya olan talep; nüfus artışı, tarım, sanayi ve kentleşme gibi olgularla daha fazla artış göstermiştir (Scott 1993).

Dünyanın yaklaşık 3/4'ü sularla kaplı olmasına rağmen, dünya su varlığının % 97,5'u tuzlu ve % 2,5'lik kısmı da tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Yeryüzünde tatlı su kaynaklarının sınırlı olmasının yanında, dünyanın bazı bölgelerindeki su varlığı, diğer bölgelerle karşılaştırıldığında çok daha düşük düzeydedir (Hamdy ve Lacirignola 1997)

Dinar (2000) tarafından bildirildiğine göre; Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) bilinen görüşün aksine, suyu sonlu bir kaynak olarak nitelemektedir. Dünya gezegeninde toplam su miktarı yaklaşık 1.4 milyar km<sup>3</sup> olup, bu miktar ne arttırılabilmekte, ne de azaltılabilmektedir. Toplam su varlığının % 2.5'ünü oluşturan tatlı su kaynaklarının; %

69'ı buzul, % 30'u yeraltı suyu, % 0,9'ı toprak nemi, bataklık suları ve yalnızca % 0,3'ü göl ve akarsu kaynaklarından oluşmaktadır (Shiklomanov 1993).

Dünyanın pek çok bölgesinde tatlı su kaynakları devamlılık göstermemekte ve ekonomik olmamaktadır. Ayrıca mevcut su kaynaklarının çoğu kirlilik sorunu ile karşı karşıya bulunmaktadır. Akarsu debileri kendi ekosistemleri için dahi tehlikeli olacak derecede azalmıştır. Artan kirlilik düzeyi, bir çok bölgede su kaynaklarını insanlar için kullanılamaz duruma getirmiştir (Topçu 1998).

Su tüketimindeki artışın, nüfus artışına paralel olduğu öne sürülmekle birlikte, son yıllardaki veriler dikkate alındığında, su tüketiminin nüfus artışı oranından üç kat daha fazla arttığı gözlenmektedir. Çizelge 2.1'de de görüleceği gibi, sulama suyu artış oranı 1950-1987 yılları arasında, dünya nüfus artışından daha fazla gerçekleşmiştir (Hamdy ve Lacirignola 1997).

Çizelge 2.1. Yıllara Göre Nüfus ve Sulanan Alan Miktarı (Hamdy ve Lacirignola 1997)

Yıl	Nüfus (milyar)	Sulanan Alan(milyon ha)
1800	1	8
1900	1.5	40
1950	2.5	95
1987	5.1	227

Tarım, mevcut tatlı su kaynaklarının % 70-80'inin kullanıcısı durumundadır. Çizelge 2.2'de tarım, sanayi ve yerleşimlerde kullanılan su miktarları verilmiştir (Shiklomanov 1990).

Çizelge 2.2'den de görüleceği üzere, toplam su varlığının yaklaşık % 74'ü tarımsal, % 20'si endüstriyel ve % 6'sı evsel amaçlarla kullanılmaktadır.

WRI bu oranların 1992 yılı için sırasıyla % 70, % 20 ve % 10 olarak gerçekleştiğini belirtmektedir (Dinar 2000).

Çizelge 2.2. Tarım, Sanayi ve Yerleşimlerde Kullanılan Su Miktarları (km<sup>3</sup>/yıl)  
(Shiklomanov 1990)

Su Kullanımı	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
<b>Tarım</b>								
A	525	893	1130	1550	1850	2290	2680	3250
B	409	679	859	1180	1400	1730	2050	2500
<b>Sanayi</b>								
A	37.2	124	178	330	540	710	973	1260
B	3.5	9.7	14.5	24.9	38	61.9	88.5	117
<b>Yerleşim</b>								
A	16.1	36.3	52.0	82.0	130	200	300	441
B	4.0	9.0	14	20.3	29.2	41.1	52.4	64.5

A: Toplam su tüketimi B: Geriye dönüşümü olmayan su

Biswas (1994)'a göre; su çok değerli ve kıt bir kaynak olmasına rağmen, 1992'de Rio de Janeiro' da Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı adı altında toplanan Dünya Liderleri zirvesinde, yapılan tartışmalarda hak ettiği önceliği ve ilgiyi alamamış, tartışmalar daha çok iklim değişimi, ozon tabakasının delinmesi, biyolojik çeşitliliğin kaybı, orman varlığının kaybı, gibi konularda yoğunlaşmıştır. Ancak 21.yüzyılın başında dünya, ne tür bir su krizi ile karşı karşıya kaldığını yavaş yavaş anlamaya başlamıştır. Bu kriz, su kıtlığı çeken ülkelerde zaten yaşanmakta, birçok kurak ve yarı kurak ülkede ise önümüzdeki yıllarda daha da akut hale gelmesi beklenmektedir

Nüfusun artması, kullanma suyuna daha fazla gereksinim, enerji üretimi, bitkisel üretim ve endüstriyel faaliyetlerde daha fazla su gereksinim duyulması demektir. Gelecek 20-30 yılda, dünya nüfusu bu hızla artmaya devam ederse, mevcut su kaynakları, bu nüfus için yeterli olmayacaktır.

İnsanlar tarafından kullanılan su; yüzey ve yeraltı su kaynaklarından elde edilmekte ve bu suyun 2/3'ü sulama amaçlı kullanılmaktadır (Postel 1993). Toplam tarımsal üretimin % 36' sı, 80'li yılların ortalarına kadar, sulu tarım alanlarından elde edilmiştir. Günümüzde ise yeryüzünde yaklaşık 270 milyon hektar arazinin sulandığı tahmin edilmektedir (Scott 1993).

Wolff ve Stein(1999)'na göre; 1999 yılında 270 milyon hektar alanda, diğer bir ifade ile işlenebilir tarım alanlarının % 17 sinde sulu tarım yapılmaktadır. Dünyada toplam



alanın yalnızca 1/8'i sulanmakta ve bu alandan dünya gıda üretiminin 1/3'ü karşılanmaktadır. Son 25 yılda, gıda üretimindeki artışın yarısından fazlası sulanan alanlardan elde edilmiştir (Smedema 1994).

Anonim (1992b)'de bildirildiğine göre; yüzey su kaynaklarından elde edilen suyun bir kısmı yeraltı sularına ya da yüzey akışla tekrar nehirlere dönmekte, ancak daha büyük bir kısmı ise, topraktan, bitkilerden ve su ortamlarından buharlaşmak suretiyle atmosfere geçmektedir. Buharlaşma kayıplarının bir sezonda yaklaşık 7200 mm. olduğu yaklaşımlı yapılacak olursa, temin edilen toplam suyun 1/4' ü sulamadan dönen çıkış olarak nitelendirilmektedir.

OECD tahminlerine göre; 1980'li yılların ikinci yarısında, sulama suyu tüketimi ABD'de % 41, İtalya'da % 57, İspanya ve Japonya'da % 66, Türkiye'de % 79, Pakistan'da % 98 oranında gerçekleşmiştir. Özellikle Ortadoğu ülkeleri gibi çoğu kurak iklimde yer alan ülkeler için bu oran oldukça yüksek olmaktadır. Yarı nemli ve nemli Güney ve Doğu Asya'da sulama suyu tüketimi, % 50-95 arasında değişmektedir (Anonim 1991a).

Dünya nüfusunun beslenmesinde sulu tarım, önemli bir yere sahiptir. Dünyada tüm ekilen alanların yalnızca % 20' sinde sulama yapılmasına rağmen, bu alanlarda tarımsal üretim % 50 civarında artış göstermiştir (Mock ve Bolton 1993).

Korukçu ve Yıldırım (1981); su kaynakları geliştirilmesi çalışmalarının çok yönlü amaçları arasında "sulama"nın hangi iklim kuşağında olursa olsun, diğer girdilerin etkinliğini arttıran, bitkisel üretimde kararlılığı sağlayan ve bu biçimi ile çağdaş tarımda yüksek verimliliğinin ayrılmaz parçası olan bir üretim ögesi olması nedeniyle önemli bir yer tutmakta olduğunu belirtmektedirler.

Sulama projelerinin gerçekleştirilmesinde temel amaç sürekli artan dünya nüfusunun gıda güvenliğini sağlamaktır. Öte yandan sulama, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, zorunlu dış alım için gerek duyulan döviz elde etmede tarımsal dış satıma en büyük katkıyı sağlar (Jensen ve ark. 1990). Böylece sulama, yoksulluğun azaltılmasına ve kırsal yaşamın niteliğinin çalışmasına da katkılarda bulunur (Baştuğ 1996).

Sulanan alan miktarı, 1970'lerin sonuna kadar sürekli artış göstermiş, 1980'li yıllarda artış hızı yavaşlamıştır. Bunun nedenleri; sulama sistemlerinin yüksek maliyeti, toprak tuzluluğu, sulama suyu temini, kaynakların tükenmesi ve çevre koruma

sorunlarıdır. Gelişmiş bazı ülkelerde ise sulanan alan miktarı sabit kalmış, hatta azalmıştır (Postel 1993, Shiklomanov 1997)

Scott (1993)'a göre; özellikle gelişmekte olan ülkelerde temel sorun; nüfus artışı her yıl ortalama % 2 iken, sulanan alanlardaki artışın yaklaşık % 1 olarak gerçekleşmesi ve bu oranın sürekli azalma eğiliminde olmasıdır. Geçmişteki eğilimlere bakıldığında, gelecekteki gereksinimlerin karşılanabilmesi için sulanan alan miktarı her yıl % 2,25 artış göstermelidir. Şu andaki veriler, bu hedefe ulaşamadığını göstermektedir. Gelecekte gıda gereksinimi, büyük oranda sulama yapılan ve yağışlarla beslenen alanlardan karşılanmak durumundadır. Bu hedefe ulaşmada; gelişmiş bir su yönetimi çok önemli rol oynamaktadır.

Bu azalmanın nedenleri arasında söz konusu süreçte tarımsal ürün fiyatlarının düşmesi, enerji maliyetlerinin yükselmesi, performansın planlanandan düşük ve maliyetinde beklenenden yüksek olması sayılabilir. Anılan etkenlerle sulanan alanların genişleme hızı yılda % 1,2 yavaşlamıştır. Doğal su kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle genişleme hızının daha da azalması beklenmektedir (Jensen 1994, Hill ve Tollefson 1994).

Shiklomanov (2000)'a göre; 1995 yılında 253 milyon hektar olan sulanan alan miktarının 2010 yılında 290 milyon hektar, 2025 yılında 330 milyon hektar düzeyinde olması beklenmektedir.

Çizelge 2.3'de dünyada kıtalar bazında sulanan alan miktarının 1900-2000 arasında gelişimi verilmiştir (Framji ve ark. 1981). Çizelge 2.4 de ise dünyada en çok sulama yapılan 20 ülkedeki net sulanan alan miktarları görülmektedir (Postel 1993).

Sulamanın gıda üretimi ve yenilebilir kaynak üretimindeki büyük önemine rağmen özellikle, gelişmekte olan ülkelerde sulu tarımın sürdürülebilirliği, risk altında bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ülke bazında, bölgesel ve mevsimsel su kıtlığına ek olarak, yeni su temininin artan maliyeti, mevcut durumda geliştirilmiş su kaynaklarının israfı, sulanan alanlarda toprak kalitesinin bozulması, yeraltı suyunun tüketilmesi, su kirliliği ve insan sağlığı üzerindeki etkileri, su kullanımı yönetiminde yanlış yönlendirilmiş teşvikler ve desteklemeler, önemli sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Wolff ve Hubener 1999).



Çizelge 2.3. Kıtalar Bazında Sulanan Alan Miktarı (10<sup>6</sup> ha)(Chaturvedi 2000)

Kıta	1900	1940	1950	1960	1970	1985	2000
Avrupa	3.5	8	10	21	30	30	45
Asya	30	40	65	135	170	220	300
Afrika	2.5	4	5	7	9	12	18
Kuzey Amerika	4	9	13	17	25	32	35
Güney Amerika	0.5	1.5	3	5	7	10	15
Avustralya-Okyanusya	0	3	0.5	1	1.4	2.2	3

Hillel (1987); sulama projelerinde sürdürülebilirlik sorunları üzerinde durmuştur. Ona göre; uygarlık tarihi, sulama projelerinin birçok yerde nasıl kendi kendine zarar verici bir duruma geldiğinin örnekleriyle doludur. Çok sıkça görüldüğü gibi, sulamayla sağlanan kısa süreli ürün artışı, yoğun yerleşim ve kaynak tüketimini beraberinde getirmiştir. Bunu kaçınılmaz olarak, su kaynaklarının tüketimi ve kirliliği, toprak kalitesinin bozulması şeklinde uzun dönemli kayıplar izlemiştir. Başlangıçta önemsiz görülüp, sonradan önemi anlaşılan bu sorun, günümüzde az gelişmiş ülkelerde olduğu kadar, gelişmiş ülkelerde de en temel sorundur. Su ve toprak yönetimindeki yanlış ve yetersiz uygulamalar bu değerli kaynakların heba edilmesi ve üretim potansiyellerinin kaybedilmesi anlamına gelmektedir. Buradaki temel soru, sulu tarımın kendisinden beklenen potansiyeli gerçekleştirmesinde neden yetersiz kaldığı konusudur. Sorun, sulama prensiplerindeki eksikliklerden değil, fakat çoğunlukla onun yanlış ve dikkatsiz uygulamalarından ileri gelmektedir. Sorun biraz daha ayrıntılı incelendiğinde, bu yanlış uygulamaların en başında, suyun gerçek değerinin tam anlamıyla belirlenmeden hesapsızca ve aşırı bir şekilde araziye verilmesi gelmektedir. En sık rastlanan bir diğer sorun ise, tuzluluk ve erozyon kontrolünü olanaklı kılan uygun drenaj koşullarının sağlanamamasıdır. Sulamada bitkiye gereksinimi kadar su verilmesi çok önemlidir, böylece kontrollü olarak verilen su, bitki gereksinimlerini karşıladığı gibi toprakta tuz birikimini de önlemektedir.

Abernethy (1994)'e göre; bir sulama sisteminin sürdürülebilirliğini tehdit eden unsurlar; (a) sistemin daha fazla ekonomik fayda sağlandığı durum, (b) sistemin kendi içinde iyi yönetildiği, ancak diğer ilgi gruplarını ya da dış çevreyi olumsuz etkilediği durum, (c) insanların sistemin temel işleyişine katkıda bulunmadıkları durum ve (d) sistemin genelde yoğun baskıda olduğu durum olmaktadır.

Çizelge 2.4. En Çok Sulama Yapılan 20 Ülkede Net Sulanan Alan Miktarı (1989 yılı için)  
(Postel 1993)

Ülke	Net Sulanan Alan (x1000 ha)	Sulanan Alan Oranı %	Toplam Üretimdeki Pay
Çin	45 349	47	70
Hindistan	43 039	25	55
Rusya	21 064	9	-
A.B.D	20 162	11	-
Pakistan	16 220	78	80
Endonezya	7 550	36	50
İran	5 750	39	-
Meksika	5 150	21	-
Tayland	4 230	19	-
Romanya	3 450	33	-
İspanya	3 360	17	-
İtalya	3 100	26	-
Japonya	2 868	62	-
Bangladeş	2 738	29	-
Brezilya	2 700	3	-
Afganistan	2 660	33	-
Mısır	2 585	100	-
Irak	2 550	47	-
Türkiye	2 220	8	-
Sudan	1 890	15	-
Diğer	36 664	7	-
DÜNYA	235 299	16	-

Wolff (1997)'e göre; sulama sistemlerinin sürdürülebilirliğini doğal olarak tehdit eden riskler; fiziksel, ekolojik, sosyoekonomik, finansal ve politik olabilmektedir. Sürdürülebilirliği olumsuz etkileyen fiziksel faktörler; sistemlerin gerektiği gibi planlanmaması, sulama suyunda çok miktarda askıda katı madde bulunması, sulanan alanlarda tuzluluk, alkalilik ve suya doygunluk sorunları olması, sulanan alanların bataklık niteliğini kazanması ve toprak verimliliğinin azalması gibi faktörlerdir. Aşırı bitki büyümesi sonucu kanal giriş ve çıkış ağzlarının tıkanması, atıksuların kirlilik yaratması, memba ve mansapta hidrolojik rejimde değişimlerin meydana gelmesi sulama sistemini

etkileyen ekolojik faktörlerdir. Sosyoekonomik faktörler ise; etkin olmayan kurumsal yapı, ekonomik rekabet, suyla geçen hastalıklar, işgücü eksikliği olarak sıralanabilir. İşletim masrafları, su ücretlerini toplama mekanizmasının olmaması, teşviklerdeki yetersizlikler gibi faktörler ise finansal faktörlerdir. Politik anlamda ise; yerel ve ülkesel bazda hedeflerin iyi belirlenememesi sorun yaratmaktadır.

Sagardoy (1994)'a göre sulamanın sürdürülebilir gelişimini sınırlayan faktörler; su kaynaklarının azalması, işletme ve bakım hizmetlerine gereken finansal kaynakların ayrılabilmesi, verimli alanların azalması ve azalan bitki verimliliği olarak sıralanabilir.

Dinar (2000); sulama sistemlerinde sürdürülebilirlik risklerinin, suyun etkin olmayan bir biçimde kullanımı, çiftçi gereksinimlerine cevap vermeyen bir sulama sistemi; çevre etkileri, düşük verimlilik, kurumsal yapının zayıflığı, drenaj sistemleri ve araştırmalar için yeterince yatırım yapılmaması gibi nedenlerden ileri geldiğini belirtmektedir.

Smedema (1994)'ya göre; sulu tarımda sürdürülebilirlik, sulama teknolojisinin çevreye aşırı zarar vermemesinin sağlanması biçimindeki dar anlamından çok, sulanan alanlarda yüksek düzeyde bir tarımsal üretimi uzun süreli devam ettirme yeteneği olarak alınmaktadır.

Carruthers (1993)'e göre; sulamanın ne kadar sürdürülebilir bir faaliyet olduğuna en iyi örnek eski Mısır uygarlığında gördüğümüz sulama yapılarının günümüze kadar gelmiş olmasıdır. Bunun yanı sıra, eski Mezopotamya uygarlıklarının suyun yanlış kullanımı sonucu, tuzluluk, sedimantasyon ve sıtma gibi sorunlarla yeryüzünden silindiği görülmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde sulama, kamu yatırımlarından en fazla payı alan birim durumundadır. Ancak bu son derece büyük yatırımlara rağmen, sulama projelerinden elde edilen sonuçlar istenildiği gibi olmamıştır. Bunun sonucu olarak, sulamayla ilgili olarak belirlenen ulusal hedeflere (gıda üretiminde kendine yeterlilik, ithalatta kısıtlama, ihracat geliri, yüksek kırsal gelir) ulaşamamıştır. Hayal kırıklığı yaratan bu sonuçlara rağmen, henüz bu sonuçlardan yeterince ders alınmadığı görülmektedir. Yinelenen hatalar ve başarısızlıklar, hükümetleri aynı etkisiz ve tutarsız politikaları sürdürmekten alıkoymamıştır.

Oosterban (1988) bu başarısız sonuçların nedenlerini; gerekli yatırımların, insan kaynaklarının, doğal kaynakların ve çiftçi gereksinimlerinin gerçekçi bir biçimde değerlendirilememesi ve genellikle olumsuz çevre etkilerinin ve sosyoekonomik etkilerin ihmal edilişi olmak üzere iki sınıfta toplamaktadır.

Bir sulama sistemi, ancak beklenen ölçüde performansa sahipse, sürdürülebilir olmaktadır. Sistemin sürdürülebilirliğine yönelik herhangi bir riskin belirlenmesi, bu tür risklerin zamanında önlenmesi ve uygun yönetim kararlarının alınabilmesi için sulama sistemlerinin performans etkinliği sürekli olarak izlenmelidir. Durumun anlık ve kısa süreli değerlendirilmesinden çok, performans gidişini açıkça gösteren ve etkinlikteki bir düşüşü zamanında uyarabilen yeterli sayıda performans göstergesi izleyebilen etkin bir izleme sistemi tesis edilmelidir (Wolff 1997). Sulamaya verilen suyun % 60 kadarı, bitkiler tarafından kullanılamamaktadır. Suyun etkin kullanımının sağlanabilmesi için, etkin bir izleme ve değerlendirme sisteminin yanısıra, sulama projelerinin fiziksel altyapısını geliştirme, bakım hizmetleri, istek yönteminin geliştirilmesi, çiftçi ve personel eğitimi, sulama birliklerini güçlendirme ve her aşamada katılımlarını sağlama, alınabilecek önlemlerden bazılarıdır (Scott 1993). Proje performansını etkileyen teknik sorunların çoğu, çevresel sorunlara neden olmaktadır. Sulama ile meydana gelen çevresel etkiler genellikle kötü su yönetiminden kaynaklanmaktadır (Carruthers 1993).

Biswas (1991)'a göre su kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde geliştirilmesinde; sistematik olarak izleme ve değerlendirme yapılmasının gerekçeleri şunlardır:

1. Güncel etkilerin değerlendirilmesi ve bu etkilerin beklenen etkilerle karşılaştırılmasıyla projenin amaçlarının hangi düzeyde gerçekleştirildiğinin belirlenmesi
2. Sorunların büyüklüğü, konumu ve derecesi belirlenerek, bir projenin hedeflerinin neden gerçekleştirilemediği sorusuna cevap verilmesi
3. İlgili tüm projenin yönetimini sağlayarak, bu yönetimini acil ve somut kararlar almasının sağlanması
4. Alınan derslerden başka bölgelerdeki benzer projelerin planlama, inşaat ve yönetiminin iyileştirilmesinin sağlanması
5. Şu anda bulunulan aşamanın performansının değerlendirilmesi yapılarak, daha sonraki aşamaların daha etkin şekilde planlanması

6. Ülkenin başka kısımlarında, bu tür faaliyetlerin hangi dereceye kadar devam ettirilmesi gerektiği hakkında karar vermeleri için politikacılara objektif bilgilerin temin edilmesi

Jordaan ve ark. (1993); yukarıda verilen nedenleri oldukça geçerli bulmakta, ancak birçok ülkede halen izleme ve değerlendirme yapılmadığını belirtmektedirler. Onlara göre; bu işlemleri yapmak uzun süre almakta ve özenli bir şekilde veri toplanmasını gerektirmektedir.

Sulama sistemlerinin sürdürülebilirliği, sistemin işletiminden sorumlu kurum ya da kuruluşlar ile bağlantılı olarak düşünülmelidir. Wolff (1997)'un bildirdiğine göre; Swendsen (1987), bu kurumları "sürdürülebilirliğin anahtarı" olarak nitelmiştir. Bu nedenle, kısa bir zaman periyodunda, sistemin uygun işletim ve bakımını ya da gereken herhangi bir değişikliği yapacak bir kurum yoksa, sulama sistemini herhangi bir bileşenin sürdürülebilirliğini sağlamak olanaksız hale gelmektedir. Bu da sulama sistemlerinin sürdürülebilirliği için fonksiyonel kurumların önemini göstermektedir.

## 2.2. Sulama ve Çevre İlişkisi

Kalkınma; ekonomik, sosyal ve çevresel değişimleri beraberinde getirmektedir. Kalkınma ile olumlu değişimlerin meydana gelmesi hedeflendiği halde, olumsuz değişimler de yaşanmaktadır. Geçmişte kalkınma; ekonomik büyüme olarak anlaşılmış, olumsuz sosyal ve çevresel etkilere gereken önem verilmemiştir. Bu olumsuz etkilerin giderilmesi ve uzun dönemli faydaların sağlanması için yapılması gerekli faaliyetler, insanoğlunun gündemine sürdürülebilirlik kavramını getirmiştir. Sürdürülebilirlik; refahın artırılması ile günümüzdeki ve gelecekteki kuşakların temel gereksinimlerinin karşılanmasında eşitliğin sağlanması hedeflerine yönelik olarak, kalkınmanın en önemli bileşeni haline gelmiştir (Dougherty ve Hall 1995).

Bir sulama sistemi, fiziksel ve biyolojik çevreyle çok sıkı ilişki içerisindedir. Sulamanın çevreye etkileri olduğu gibi, çevrenin de sulama üzerinde etkileri bulunmaktadır. Bu etkilerden bazıları olumlu olarak değerlendirilirken, bazıları ise olumsuz olabilmektedir. Etkiler bazen planlama ve inşaat aşamalarında, bazen de işletme aşamasında ortaya çıkabilmektedir (Abernethy ve Kijne 1993).

Bir sulama sisteminin planlanıp, işletmeye açılması mevcut çevreye önemli bir müdahale anlamına gelmektedir. Bu çevre, artık kendi doğal durumunda kalmamakta, insan faaliyetleri ile büyük ölçüde değişikliğe uğramış olmaktadır (Hartlik 1993).

Suyun depolanması, başka bir yöne saptırılması, taşınması, dağıtılması, kullanılması, drene edilmesi ve üretkenliği düşük marjinal arazilerde tarımsal faaliyetlerin yoğunlaşması; su, arazi, bitki ve hayvan ve insan kaynakları üzerinde değişimlere neden olmaktadır (Trout 1999).

Sulama amacıyla nehirlerin yolunun değiştirilmesi, akış doğrultusundaki bölgelerde kuraklığa yol açmaktadır. Nitekim eski Sovyetler Birliği'nde Aral Gölü, 1960 ile 1989 arasında bu nedenle % 40 küçülmüş ve gitgide tuzlu bir çöle dönüşmüştür. Sulama ve elektrik üretimi amacıyla kurulan barajlar, büyük bölgeleri baştan başa su altında bırakmakta, balıkların göçünü bozmaktadır. Bütün bu nedenlerle, nehirlerin denetimi; halklar arasında gitgide büyüyen uyuşmazlık konusu olarak ortaya çıkabilmektedir (Tanilli 2000).

Sulama; gelişmekte olan ülkelerde ekonomi, sağlık ve refah için en önemli bileşen konumundadır. Dünya gıda güvenliğinin sağlanması ve açlığın önlenmesi; sulama ile mümkün olacaktır. Bununla birlikte sulama; dünya tatlı su rezervlerinin en önemli tüketicisi olup, arazi kullanım desenlerinde önemli değişikliklere neden olmakta ve böylece çevre üzerinde bir takım etkileri olmaktadır. Yapılan her yeni sulama ve drenaj projesi, memba ve mansapta olumsuz etkiler yaratmaktadır. Demir ve ark. (1996), çalışmalarında drenaj projelerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini incelemişlerdir. Etkiler; doğal, fiziksel çevre ile insan çevresi üzerinde, ya da her ikisinde de görülebilmektedir. Büyük ölçekli sulama projelerini finansal olarak destekleyen kuruluşlar, sulama projelerini çevresel olarak duyarlı projeler kapsamında ele almaktadır (Dougherty ve Hall 1995)

Geçmişte, özellikle kırsal kalkınmada temel hedef tarımsal üretimi arttırmak olmuş, çevresel değişimler göz önüne alınmamıştır. Günümüzde, insanlar artık sürdürülebilir projeler için olduğu kadar, kendilerinin sürdürülebilir refahı içinde zarar görmemiş bir çevreye sahip olunması gerektiğini anlamışlardır. Bu nedenle, üretimi arttırmanın yanında, tüm çevrenin iyileştirilmesi ve kaçınılmaz görülen çevresel sorunların en aza indirilmesi için çalışan, çok daha kompleks proje yaklaşımları geliştirilmektedir.



Sulamamın çevre etkileri, hem projenin performansını olumsuz etkilemekte, hem de daha geniş çevrelere zarar vermektedir. Çevresel değişimler, karmaşık ve dinamik bir yapıya sahiptir. Çevresel işlemlerin ve sistemlerin karmaşıklığı, özellikle insan faaliyetinin çevre üzerinde yarattığı değişimin doğru bir şekilde tahmin edilmesine olanak vermemektedir. Bununlar birlikte bu konudaki ilgi ve bilgi gün geçtikçe artmaktadır. Artan insan nüfusunun gereksinimlerini karşılamak için sulama projesi yapıldığında, çevresel etkilere olan duyarlılığın da artması gerekmektedir (Mock ve Bolton 1993).

Bolton (1992); sulamamın çevresel etkileri ele alındığında; fiziksel, biyolojik ve sosyal etkilerden herbirinin birbirinden bağımsız biçimde incelemek gerektiğini ifade etmektedir (Şekil 2.2).

Şekil 2.2 incelendiğinde, fiziksel bilimler, biyoloji bilimleri ve insan bilimlerinin iç içe geçtiği görülmektedir. Çevre yönetimi konusunda ortak çalışmalar yapıldığında, farklı yaklaşımların olduğu ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilirlik terimi; ilgili kişi ve sorumluluklarının ötesinde, projeyi veya bölgeyi etkileyen çevresel değişimlerden söz edildiğinde kullanılmaktadır. "Etki" terimi ise; sorumluluğu olan diğer kişi ve kurumlardaki değişimleri ifade etmektedir. Sorumlulukların yeterince açık bir biçimde belirlenemediği durumlarda, bu ayrım pek önem taşımamaktadır. Çok fazla sayıda çevre faktörü olmasından dolayı, anahtar konular iyi bir biçimde belirlenmelidir. Çevresel değişimlerle doğrudan ilişkili olması ve su kıtlığı durumlarında meydana gelebilecek çatışmaları önleyeceği için, su kullanım etkileri çok önemlidir (Bolton 1992). Bolton (1992); etkiler ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi Çizelge 2.5'te göstermiştir.

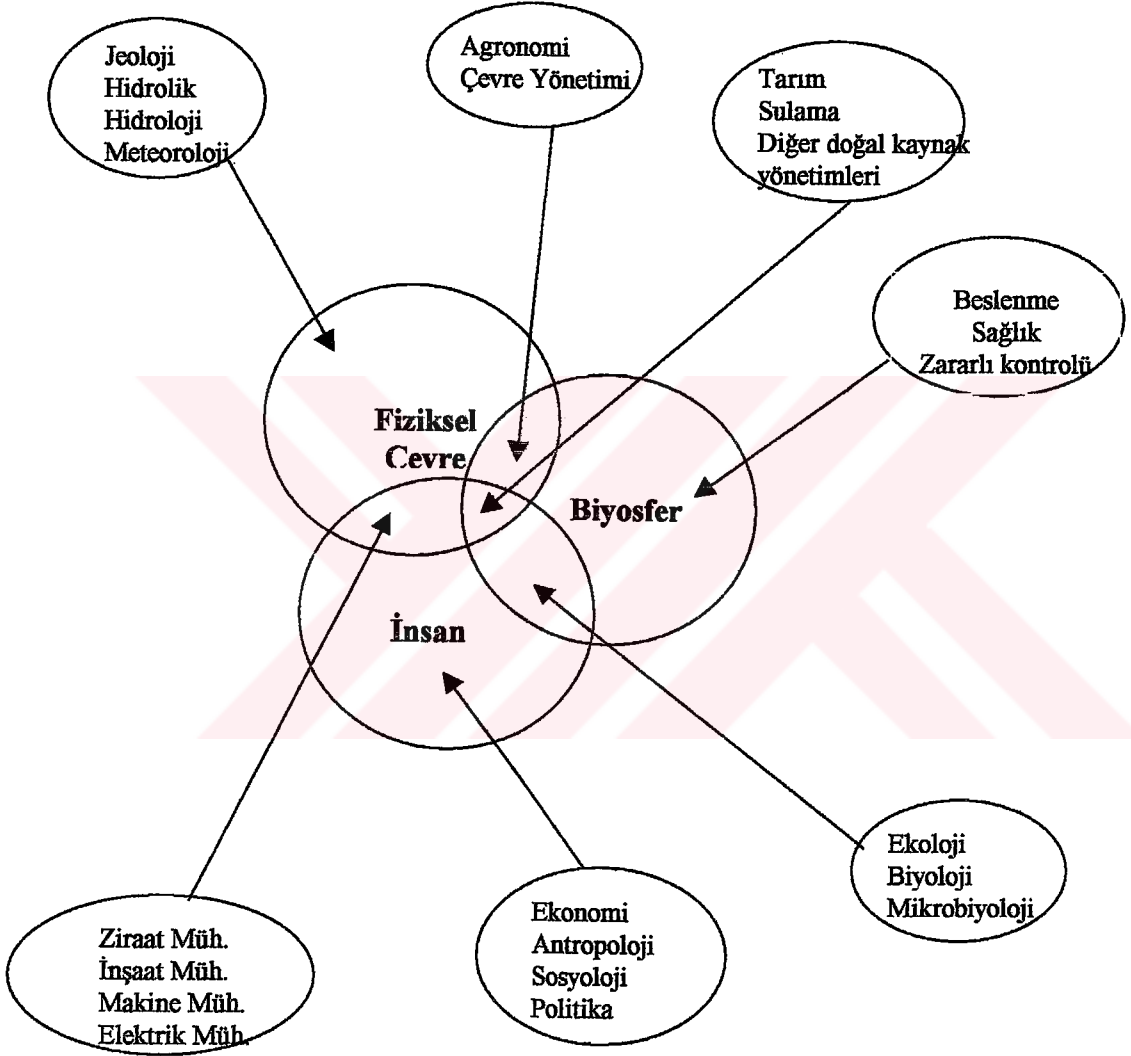
Petermann (1993); sulama projelerinin neden olduğu çevresel etkileri, çok yönlü ve farklı tipte olduğunu belirtmektedir. Ona göre;

1. Kimi etkiler sulama projelerinin hemen hepsinde görülmekte, kimi etkiler ise sadece proje alanının iklim özelliği, proje tipi, proje alanının konumu, uygulanan sulama yöntemi ve tarımsal faaliyetlere bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir.

2. Kimi etkiler; arazi kullanımı, tarımsal üretim, bitki ve hayvan türleri için faydalı olurken, kimi etkiler insan faaliyetleri, başka türde arazi kullanımları ve başka bitki ve hayvan türleri için zararlı olabilmektedir.

3. Kimi etkiler; kaçınılmaz ve geri dönüşü olmayacak biçimde meydana gelirken, insanların uygulamaları sonucu meydana gelen kimi etkilerin önlenmesi ve geriye dönüşü mümkün olabilmektedir.

4. Kimi etkiler insan faaliyetleri ve ekosistemler açısından çok önemli olduğu halde, kimileri ise çok etkisiz veya çok önemsiz olabilmektedir.



Şekil 2.2. Sulamanın Çevresel Bileşenlerine İlişkin Farklı Disiplinler (Bolton, 1992)



Çizelge 2.5. Etkiler ve Sürdürülebilirlik Arasındaki İlişki (Bolton 1992)

Kaynak	Projeye olan etkisi	Sürdürülebilirlik Faktörleri	Çevreye Olan Etkisi	Sürdürülebilirlik Faktörleri
Su	Su kıtlığı, taşkın, kirlilik, sedimentasyon	Su kaynağının korunması, su yönetimi, taşkın kontrolü, sediman kontrolü	Mansapta hidrolojik ve morfolojik değişimler	Yüzey ve yeraltı suyu kaynakları, sediman yönetimi
Toprak	Tuzluluk, sedimentasyon, Suya doygunluk	Toprak verimliliği, havza yönetimi, drenaj	Arazilerin niteliğinin bozulması, hinterland etkisi	Drenaj suyu ve taban suyu, yakacak odun ve mera temini
Biyolojik Kaynaklar	Zararlılar ve yabancı otlar	Bitki ekolojisi	Biyolojik çeşitlilik kaybı, yaşam ortamlarının kaybı	Genetik çeşitlilik, sucul ve karasal ekoloji
İnsan	Yetersiz yönetim, yetersiz uzmanlık, yetersiz kredi, yetersiz pazar	Finansal ve kurumsal faktörler	Sağlık, yeni yerleşimler, sosyal huzursuzluklar	Hastalık ekolojisi, sosyal, ekonomik ve politik faktörler
Diğer (Enerji vs)	Yakıt kıtlığı	Enerji temini	Global ısınma	Gaz emisyonları

Petermann (1993), sulama projelerinde çevre konusu olabilecek faktörleri aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

1. Tarımda kimyasal madde kullanımı ve ekoloji üzerindeki etkileri
  - (a) Pestisitler, (b) Gübreler, (c) Hasat sonrası kontrol teknikleri
2. Korunmuş bölgelere doğrudan müdahale
3. Sulak ve ekolojik alanlara duyarlı diğer alanlara doğrudan ve dolaylı müdahale
4. Duyarlı su kaynaklarına müdahale
5. Halk sağlığı üzerindeki etkiler
6. Sosyo-kültürel değerlerin kaybı
7. Yeniden yerleşim ve göç sorunu
8. Havzaların niteliklerini kaybetmesi

### 2.3. Sulamanın Çevresel Etkileri

Sulamanın, gıda üretimindeki büyük önemine rağmen, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sulu tarımın sürdürülebilirliği risk altında bulunmaktadır. Bunun nedenleri; su kıtlığı ve organizasyon sorunlarının yanında sulama ile meydana gelen çevre sorunlarıdır (Wolff 1999).

Afrika Kalkınma Bankası (1999), sulama ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, sulamanın potansiyel çevre etkilerini fiziksel ve kimyasal, biyolojik ve sosyal etkiler olmak üzere üç kısımda incelemektedir. Bu çalışmaya göre; fiziksel ve kimyasal etkiler; toprak üzerindeki etkiler (Suya Doygunluk, iz elementler, bakteriler, toprak tuzluluğu ve alkaliliği), sulama ve drenaj suyundaki besin maddeleri, besin maddelerinin yıkanması, pestisitler ve tarımda kullanılan kimyasal maddeler, sulamadan kaynaklanan toprak erozyonu (sedimentasyon ve kanalların tıkanması), sulama suyu kalitesi (sulama suyunun niteliği ve sulamaya uygunluğu), tabansuyu (tabansuyunun aşırı kullanımı, sığ taban suyu, tabansuyu kirliliği), yüzey suları (nehir sistemlerinde su akış rejiminin değişimi, yüzey su kirliliği), drenaj suyu kalitesi, drenaj suyunun sulamada yeniden kullanımı, sulama sistemleri, nehirlere kontrolsüz deşarjlar ve sulak alanlar, biyolojik etkiler; orman, bataklık, tarihi alan gibi koruma altına alınmış ya da duyarlı bölgelerin kaybı, sosyal etkiler ise toplum sağlığı, içme suyu kalitesi, su hakları, projeden etkilenen gruplar ve yerel sivil toplum örgütleri, sulama da kadının rolü, suyla geçen hastalıklar, yeniden yerleşim ve kültürel kaynaklar şeklinde sınıflandırılmaktadır (Anonim 1999a).

Sulama projelerinin sürdürülebilirliği, çevresel etkilerin göz önüne alınmasına ve mevcut projelerin bakım hizmetleri için yeterli fonların ayrılmasına bağlı olmaktadır. Sulamanın olumsuz çevresel etkileri, sulama sektöründeki yatırımları da ciddi bir biçimde etkilemektedir (Anonim 1997a).

Bolton (1992), gelişmekte olan ülkelerde sulamanın çevre üzerindeki etkilerinin, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında daha fazla olduğunu belirtmekte ve bunun nedenlerini de; (a) aşırı yoğunluk, mevsimlere bağlılık, erozyon ve diğer jeomorfolojik olaylara neden olan yağışların düzensiz oluşu, (b) yüksek sıcaklığın aşırı terleme ve buharlaşmaya neden oluşu, yüksek su tüketimine bağlı olarak ekolojik sistemdeki çeşitliliğin hastalıklarda ve zararlılarda artışa yol açması, c) hızlı nüfus artışına paralel

olarak, tarımsal arazi, sulama suyu, evsel ve endüstriyel su kullanımlarının artması ve (d) yüksek maliyeti nedeniyle, sulama sistemleri ile birlikte drenaj sistemlerinin tesis edilemeyişi, ekonomide yaşanan sorunlar ve yoksulluk nedeniyle çevre kalitesinin bozulması ve insan hastalıklarında artış görülmesi gibi faktörlere bağlamaktadır.

### **2.3.1. Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkiler**

#### **2.3.1.1 Su Kaynakları ve Hidrolojik Rejim Üzerindeki Etkiler**

Petermann (1993); su kaynaklarına olan etkileri; (a) Suyun sulama amacıyla, nehir, göl ve yeraltı suyundan alınması (b) Suyun, sulama (drenaj) ile yüzey ve yeraltı sularına geri verilmesi, c) Sulama ile yüzey ve yeraltı sularına dönen su kalitesinde değişimler görülmesi biçiminde incelemektedir.

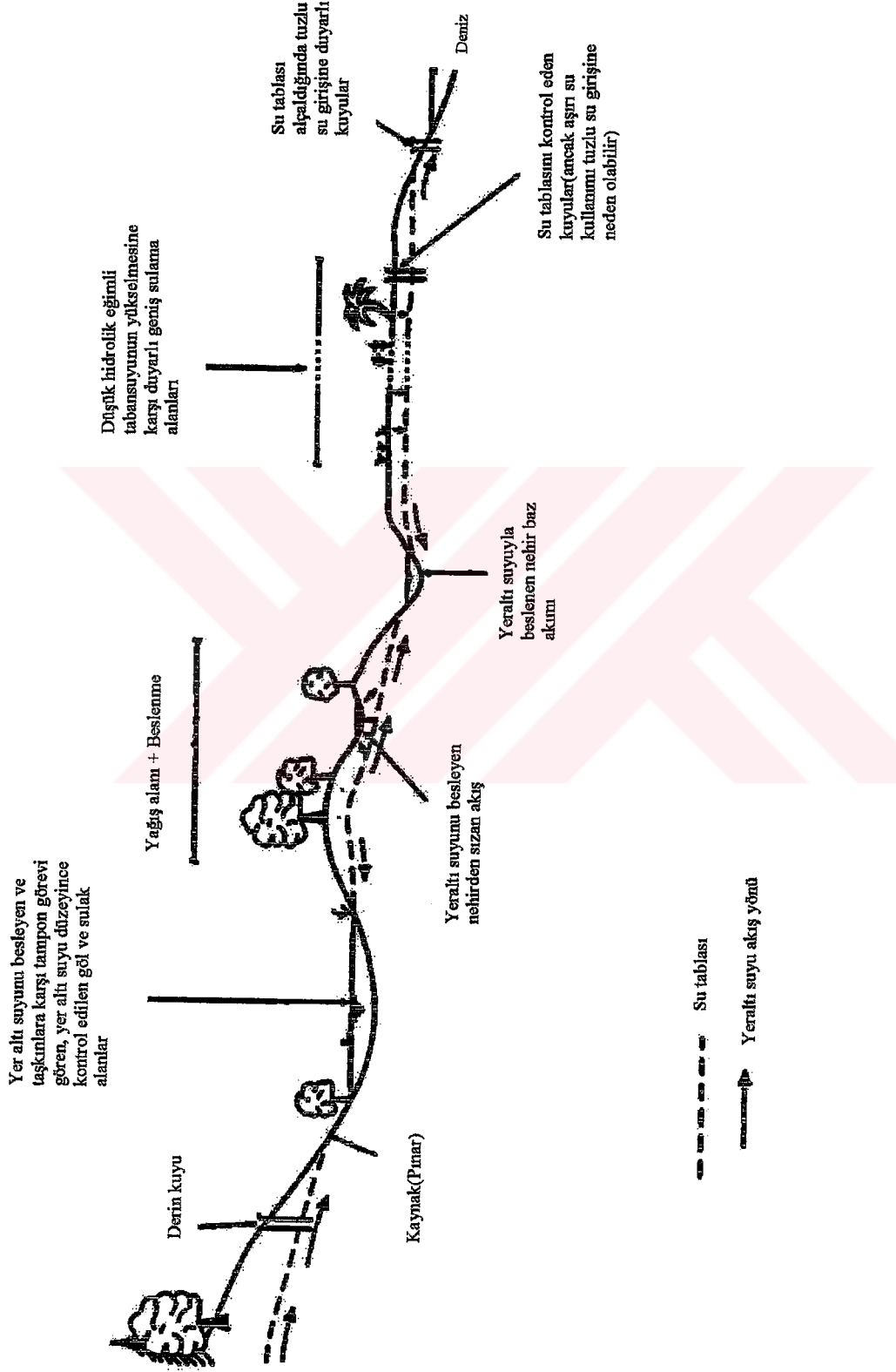
Dougherty ve Hall (1995); bu etkilerin, yıl içerisinde nehir rejiminde veya yeraltı su tablasındaki değişimlerden kaynaklanmakta olduğunu belirtmektedirler. Onlara göre; bir nehrin ekolojisi ve çeşitli kullanımları, mevcut akış rejimine bağlı olmakta ve akış rejiminde meydana gelen herhangi bir değişime kolaylıkla uyum sağlayamamaktadır. Nehir akışı ile su tablası arasındaki ilişki de iyi anlaşılmalıdır. Yüzey ve yeraltı suları arasındaki ilişki Şekil 2.3 de gösterilmiştir.

##### **2.3.1.1.1 Su Kullanımı**

Trout (2000); suyun en önemli tüketicisi olarak sulamanın, diğer su kullanıcıları için kullanılacak su miktarının azalmasına neden olabileceğini belirtmektedir. Örneğin, A.B.D'nin kurak batı bölgelerinde, kullanılabilir suyun % 75'i sulama amaçlı kullanılmaktadır. Sulama amacıyla, yüzey ve yeraltı su kaynakları kullanılmaktadır.

##### **a. Yüzey Su Kaynaklarının Kullanımı**

Suyun depolanması, saptırılması ve tüketilmesi sırasında, havzaların doğal hidrolojisi büyük ölçüde değişikliğe uğramaktadır. Nehirlerden saptırılan sulama suyunun bir kısmı, drenaj suyu olarak sisteme geri dönmesine rağmen, sulama amaçlı su alımı



Şekil 2.3. Yüzey ve Yeraltı Suları Arasındaki İlişki (Dougherty and Hall, 1995)

sonucunda nehirlerdeki akış miktarı azalmaktadır (Trout 2000). Nehir çıkış rejiminde meydana gelen azalma, mansaptaki su kullanıcıları üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Mevcut durumda ve gelecekte akışlarda azalmalar olabileceği göz önüne alınarak, potansiyel su kullanıcılarının minimum su istekleri açık bir biçimde belirlenmeli ve uygun bir biçimde değerlendirilmelidir.

Akışlarda meydana gelen azalmanın neden olduğu olumsuz etkileri azaltmada barajlar önemli rol oynamaktadır. Meydana gelen kontrolsüz taşkınlar sonucu, nehir rejiminin sel rejimine dönüşmesi, mansap bölgesinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Sulama amaçlı barajların en önemli fonksiyonlarından biriside taşkın kontrolüdür. Barajlardan başka, taşkın ovaların planlanması da mansaptaki pik debiyi dengelemesi bakımından önemlidir. Yeni bir sulama projesi ve alt yapısı doğal drenaj desenini olumsuz etkilemekte ve yerselleşmiş taşkınlara yol açabilmektedir (Dougherty ve Hall 1995).

Sulama projeleri ile mevcut su kullanım deseninde meydana gelen değişim sonucu, toplam akış debisinde ve özellikle pik akışlarda azalma, buna karşın nehir baz akımında artış meydana gelmektedir. Bu değişimler, aynı zamanda taşkınların dinamik özelliklerini de değiştirmektedir. Özellikle kurak geçen yıllarda, taşkından etkilenen alan azalmakta, taşkın süresi de kısalmaktadır. Taşkın altında kalan alanların azalması da, mevcut arazi kullanım sitemi üzerinde etkili olmaktadır (Drijvers 1999).

Şekil 2.4'de yüzey su kaynağından (nehir) sulama ve geri dönüş akışı sisteminin diyagramı (Dougherty ve Hall 1995), Şekil 2.5'de ise, sulamanın hidrolojik döngü üzerindeki etkileri verilmektedir (Rydzewski 1987).

## **b. Yeraltı Su Kaynaklarının Kullanımı**

Günümüzde, sulama suyu temininde yeraltı suları önemli rol oynamaktadır. 1970'lerden itibaren tüm yüzey su kaynakları geliştirilmiş ve sulama amacıyla yeraltı suları daha çok kullanılmaya başlamıştır. Petermann (1993); yeraltı sularının eski çağlardan beri (2500 yıl önce Indus vadisinde) kullanıldığı bildirmektedir.

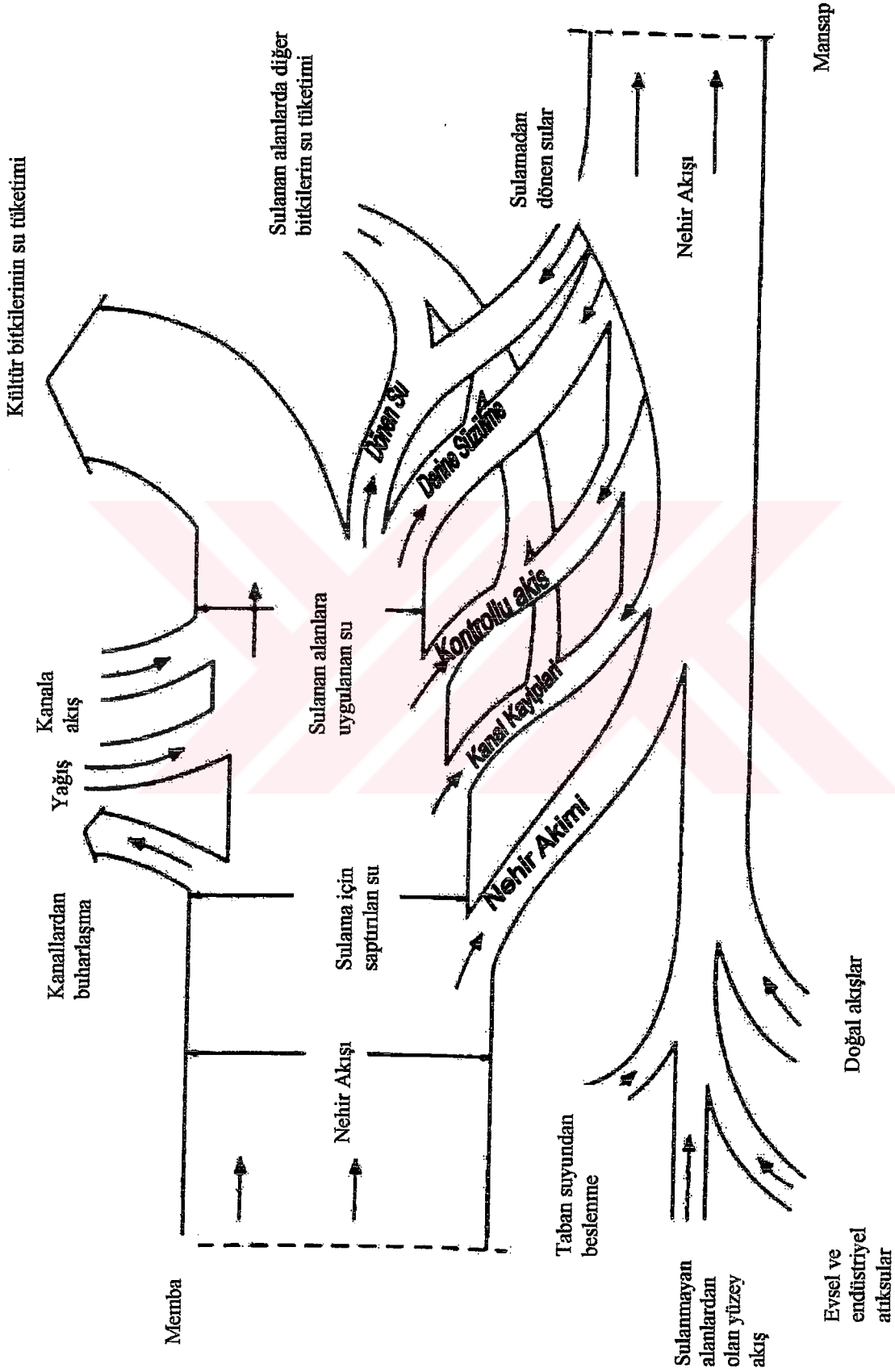
Smedema (1994); yeraltı suyunun, sulamada dahil olmak üzere tüm sektörlerce kullanımının son on yılda önemli ölçüde arttığını ve yeraltı su kullanımının, beslenme miktarını aştığını belirtmektedir. Ulusal, makro-ekonomik planlamalarla yeraltı suyuna ilişkin bilinçli ayarlamalar dışında, böylesi bir su kullanımının sürdürülebilir olmadığı

açıktır. Ancak, yeraltı suyu kullanımlarının çoğunda bu durum çevresel sonuçların gözardı edilmesinin yanı sıra, uygun düzenleme ve zorlayıcı hükümlerin azlığından kaynaklanmaktadır.

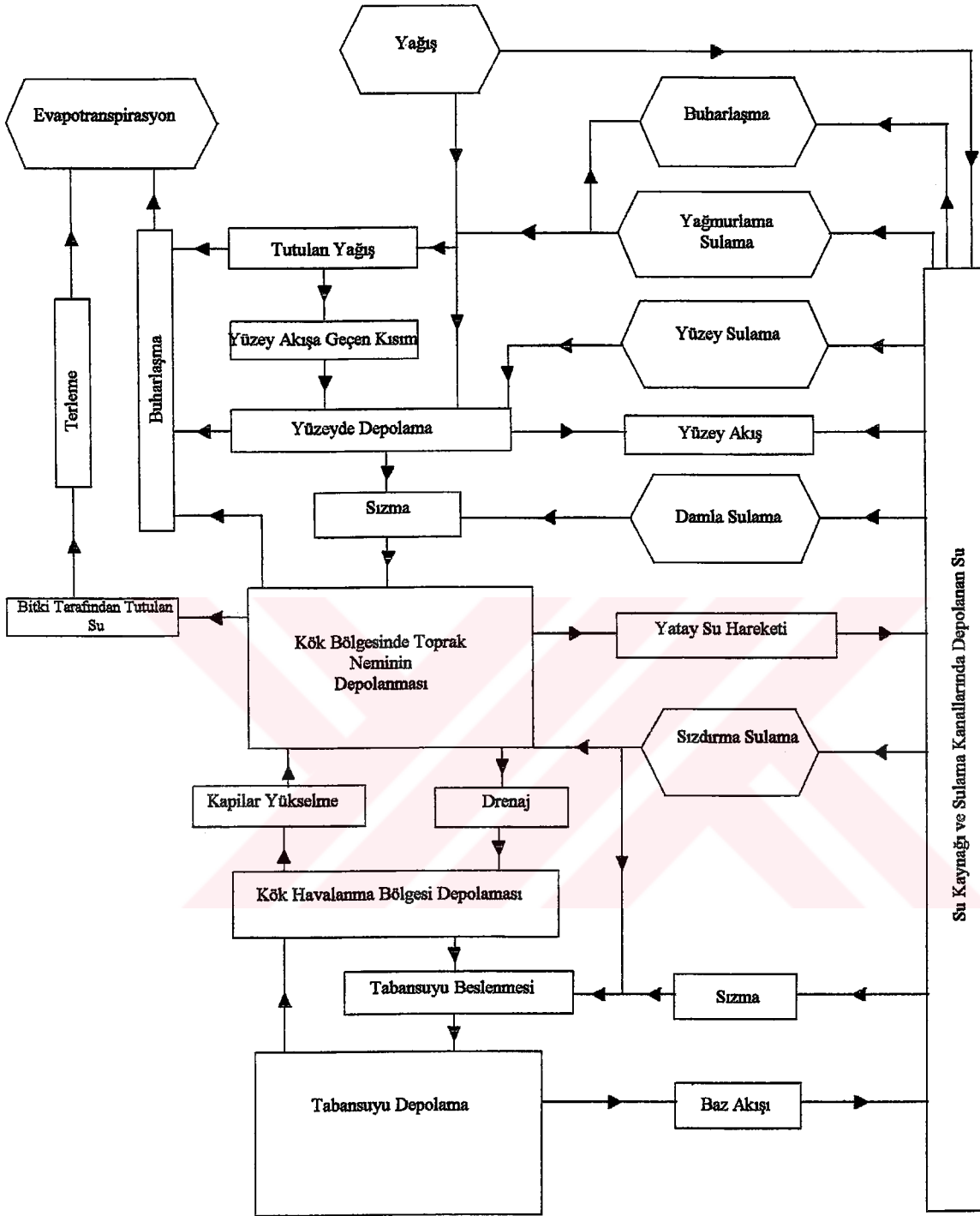
Bazı bölgelerde, yeraltı suyu tek sulama suyu kaynağıdır. Bu bölgelerde, yer altı su kullanımı, doğal beslenme düzeyini aşmaktadır. Oosterban (1988); sulamada düşük su kullanım etkinliği nedeniyle, bir çok ülkede yeraltı su rezervlerinin kullanımının, sanayide ve yüksek değerli ürünlerin sulamasıyla sınırlandırılması gereği üzerinde durmaktadır.

Yeraltı suyu, derin kuyulardan elde edildiği ve yüksek yatırım masrafı gerektirdiğinden, daha çok büyük ölçekli ticari işletmelerde ve kamu sulama projelerinde tüketilmektedir. Bununla birlikte Pakistan ve Hindistan gibi yeraltı suyuna ulaşımın kolay ve bireysel kuyu açmak için yoğun devlet desteği bulunan ülkelerde, küçük ölçekli sulama projelerinde de yeraltı suyu yoğun bir biçimde kullanılmaktadır (Shah 1990). Yeraltı suyu kullanımında yeni teknolojilerin geliştirilmesi, devlet desteğinin artması ürün yoğunluğunu arttırmakta, sulanan alanlar genişlemekte, geleneksel çeşitlerin yerini su gereksinimi fazla yeni ürünler almaktadır. Ancak, sınırlı aküferlerin tükenmeye başlaması ve bazı olumsuz etkilerin görülmesiyle, yeraltı suyu kullanımına bazı sınırlamalar getirmek gerekmektedir (Petermann 1993).





Şekil 2.4. Nehir Destekli Sulama ve Geri Dönüş Akışı (Petermann, 1993)



Şekil 2.5. Sulamanın Hidrolojik Rejim Üzerindeki Etkileri (Rydzewski 1987)

### 2.3.1.1.2. Tabansuyu Düzeyinin Değişimi

#### a. Tabansuyunun Alçalması

Yağışlı mevsim öncesi yeraltı su tablasının alçalması, yağışlı mevsimde tabansuyunun beslenme potansiyelini arttırması nedeniyle olumlu bir durum olarak değerlendirilebilir. Sulama projelerinde, drenaj temini yoluyla su tablasının alçalması, özellikle yılın kurak mevsiminde, bu suyun insanlar ve hayvanlar için içme suyu kaynağı olarak ya da bitkilerin yaşamını sürdürmesi için kullanılması durumunda, su kullanıcılarını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, yeraltı suyu düzeyi alçaldığında, yeraltı suyundan beslenen pınarlar kuruma tehlikesi ile karşı karşıya kalmakta, benzer şekilde nehir akışlarında azalma olmaktadır. İçme suyu kaynağı olarak, yeraltı suyundan faydalanılıyorsa, bu suyun düzeyindeki herhangi bir değişim, uygulanabilir türdeki farklı alternatiflerin ekonomik anlamda değerlendirilmesini gerektirir (Dougherty ve Hall 1995). Tabansuyunun alçalması sonucu, sulak alanlar, göl ve nehirler tabansuyundan beslenememektedir (Trout 2000).

Kıyı bölgelerinde, yeraltısuyunun alçalması sonucu tuzlu deniz suyu, tabansuyuna karışmaktadır (Esser 1999). Tuzlu su girişi, özellikle Mısır, Bangladeş, Hindistan ve Pakistan gibi ülkelerde yaygın bir sorundur (Shah 1990, Khan 1988). Bu durum, olumsuz çevresel ve ekonomik sonuçlar doğurmaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

Su tablası düzeyinde görülen bir alçalma, önemli bir kaynağın tüketilmesinin yansısı, taşkın koruma, sulama ve drenaj yapılarının işletiminde güçlükler doğuran arazi çökmelerine neden olmaktadır. Bu tür çökmeler, kil ve bazı ince taneli sedimanlar gibi sıkışma özelliğine sahip katmanlardan oluşmuş arazilerde daha çok görülmektedir. Toprakta görülen herhangi bir yapısal değişiklik, çoğu kez eski haline döndürülemez bir nitelik taşımaktadır. Organik madde bakımından zengin toprakların tabansuyu düzeyindeki alçalma, yer yüzeyinin de alçalmasına neden olmaktadır. Turba gibi organik kökenli topraklar, drenajla birlikte önemli ölçüde büzülme ve sıkışmakta, böylece yer yüzeyi birkaç metreye kadar alçalma göstermektedir (Dougherty ve Hall 1995). ABD Kaliforniya'daki Büyük Güney vadisinde 4.5 m arazi çökmesi meydana gelmiştir (Petermann 1993).

Tabansuyunun alçalması, pompaj maliyetini arttırmakta, olumsuz sosyoekonomik koşullar doğurmaktadır. Su, derin kuyulardan yalnızca varlıklı çiftçiler tarafından çekilebildiğinden, yoksul çiftçiler bu sulardan yararlanamamaktadır (Trout 2000).

### **b. Tabansuyunun Yükselmesi ve Suya Doygunluk**

Suya doygunluk (waterlogging), yani tabansuyunun kök bölgesine kadar yükselmesi olayı, sulama projelerinin en önemli olumsuz etkilerinden biridir. Bazı durumlarda bu yükselme yavaş seyrettiğinden, projeden yıllar sonra bu sorun ortaya çıkabilmektedir (Esser 1999).

Suya doygunluk sorunu genellikle kurak ve nemli iklimlerde ortaya çıkabilmekte, ancak kurak bölgelerdeki suya doygunluk sorunu, tuzluluk ile beraber görülmektedir. Bu sorunun çözülebilmesi, sulama ve drenajın uygun bir biçimde kombinasyonunu gerektirir (Fukuda 1976).

Suya doygunluk, taban arazilerdeki düz alanların yanısıra, bazen topoğrafik eğimin yüksek olduğu arazilerde de akut bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Taban arazilerde suya doygunluk sorununun kaynağını sulama kanallarından sızan ve kontrolsüz aşırı sulamalar sonucu derine sızan su kayıpları oluşturmaktadır (Anonim 1997a). Eğimin değişken olduğu alanlarda, suya doygunluk genellikle çukur ve eğimin sona erdiği yerlerde meydana gelmektedir (Oosterban 1988).

Çiftçilerin hangi dönemde ne kadar suya gereksinim duyduklarını tam olarak bilememeleri, kritik zamanda bitkiye yeterli suyu verememe kaygıları, önemli miktarda suyun boşa gitmesine ve çoğu zaman doygunluğa neden olur (Schantz 1990). Bu durum, kanalın aşağı kesimlerine beklenen suyun ulaşamamasına ve çiftçiler arasında sürtüşmelere yol açar. Suya doygunluğun ana nedenleri; sisteme fazla su girişi, depolamanın sınırlı olması ve doğal drenaj kapasitesinin yetersizliğidir (Bucks ve ark. 1990).

Tabansuyunun doğal yağışlarla beslenmesine oranla, sulama ile derine sızma miktarının fazla olması, yeraltı su rejiminde değişimler meydana getirmektedir. Yeraltı sularına fazla su ulaşması, derine sızma ile alt katmanın doğal drenaj kapasitesi arasında bir denge sağlanana dek tabansuyunu yükseltecektir. Doğal drenaj kapasitesi, yerel olarak

yeraltı suyu drenaj sisteminin hidrolik potansiyeline bağı olan yeraltı su akışı ile kontrol edilmektedir (Petermann 1993).

Petermann (1993)'a göre; suya doygunluk ile ilgili tarımsal sorunlar şunlardır; (a) geçici oksijen yetersizliğinden dolayı, bitki büyümesi yavaşlamakta, daha iyi uyum gösteren yabancı ot büyümesi hızlanabilmekte, anaerobik (oksijensiz) koşullar, mikroorganizmaları ve toprak yapısını olumsuz etkilemektedir, (b) fazla su, toprakta çalışma koşullarını güçleştirmekte, mekanizasyonlu sistemler bundan daha fazla etkilenmektedir, c) göllenmiş su, toprak agregalarının yapısını bozmakta ve böylece infiltrasyon engellenmektedir. Su dağıtım sisteminde ve yönetimindeki yetersizliklere bağı olarak sulama randımanının düşük olması (% 20-30), taban suyunun yükselmesinin temel nedenlerinden birisidir. ICID'e göre sulama randımanı yükseltilebilirse, tabansuyu yükselme hızı düşecektir. Yeraltı suyu hidrolik eğiminin düşük olduğu düz arazilerde, yeraltı suyu düzeyinde çok hızlı bir yükselme görülmektedir. Kritik su tablası derinliği; toprak özellikleri ve potansiyel evapotranspirasyon oranına bağı olarak 1,5-2 m arasında değişmektedir. Kapillar kuvvetlerin etkisiyle yükselen tabansuyu buharlaşmakta ve toprakta tuz birikimi oluşmaktadır. Bu tür sorunlar, kurak ve yarı-kurak bölgelerde tuzluluk sorunu ile birleşerek, daha riskli bir hal almaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

Petermann (1993) tabansuyu düzeyinin yükselmesini; (a) aşırı sulamadan kaynaklanan kötü sulama yönetimi sonucu ya da toprak geçirgenliğinin düşük olması ve jeolojik koşullardan dolayı doğal drenajın kısıtlı olması sonucu derine sızmanın meydana gelmesi ve, (b) drenaj sistemlerinin yetersiz planlanması, işletme ve bakım hizmetlerinin yetersiz olması, komşu havzalarda sulanan alanlardan sızma meydana gelmesi gibi nedenlere bağlamaktadır.

Dougherty ve Hall (1995) tabansuyu yükselmesine karşı, sulama suyu istek ve sunuları arasında denge kurabilen su yönetiminin sağlanması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu tür bir yönetim, sızmaları azaltarak sulama randımanını arttırabilecek ve böylece tabansuyu beslenmesi azalacaktır. Bunun yanısıra; drenaj tesis edilmesi sorunu yerel olarak azaltmakta, ancak drenaj suyunun kalitesinin düşük olması başka sorunlar doğurmaktadır. Sızmayı azaltacak diğer seçenekler ise; geçirgenliği yüksek arazilerde kanalların kaplanması ve sulama altyapısının kayıpları azaltacak biçimde planlanmasıdır

### 2.3.1.1.3. Su Kalitesi

Sulamadan dönen suyun kalitesi, sulama öncesi su kalitesinden daima düşük olmaktadır. Petermann (1993) su kalitesinin düşüklüğünü; (a) toplam nehir akış miktarı (b) alınan su miktarı (toplam akışın %' si), (c) dönen su miktarı (toplam akışın %' si), (d) nehir memba çıkışında kirletici miktarı, (e) dönen akıştaki kirletici miktarı (toplam tuz, sediman, özel iyon) gibi faktörlere bağlamaktadır. Su, nehirden çeşitli defalar saptırıldığında mansap yönünde su kalitesi düşme eğiliminde olmaktadır.

Genellikle su kalitesi iyi ise; nehir yatağı ve ekolojisi, içme suyu, sulama ve endüstriyel kullanımlar için herhangi bir ek masraf yapılmamakta, bunun aksine, suyun kalitesi düşük ise, bu suyu kullanılabilir düzeye getirmek için bir dizi işlem uygulanması çok masraflı olmaktadır. Şekil 2.6'da su kalitesinin düşüklüğünün nedenleri ve bunun etkileri görülmektedir (Dougherty ve Hall 1995). Şekil 2.7'de ise sulu tarımdan meydana gelen su kalitesi sorunları verilmektedir (Canter 1986).

#### a. Sulamadan Dönen Suyun (Drenaj Suyu) Kalitesi

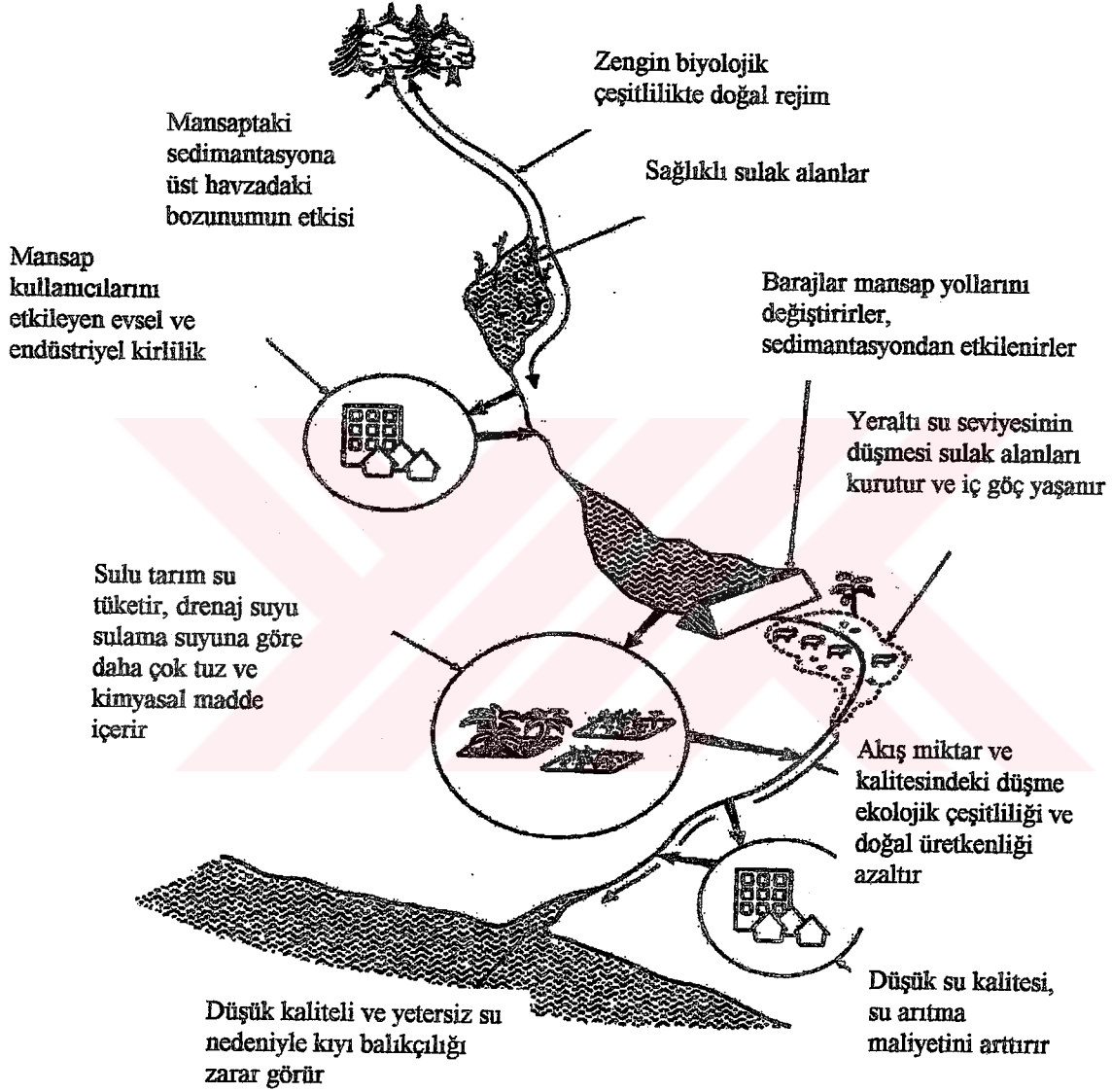
Sulamadan dönen sular; yağışlarla ve sulama ile temin edilen suyun bitkiler tarafından kullanılmayan ve sonuçta yüzey ve yeraltı su kaynaklarına ulaşan kısmıdır. Genel anlamda; yüzen akış ve derine sızan sular olarak iki geniş sınıfa ayrılmaktadır.

Petermann (1993); sulamadan dönen suları, uygulanan sulama yönetim ve işletim sistemine bağlı olarak, (a) toplayıcı drenlerle yüzeyaltı drenaj sisteminde toplanan drenaj suları, (b) Açık drenler yada toplayıcı drenlerdeki yüzey drenaj suları, (c) Doğal kanallar ve drenaj kanalları ile doğrudan alıcı su ortamlarına verilen yüzey akış, (d) sulanan alanlardan derine sızan sular (daha sonra akıcı su ortamına ulaşırlar) biçiminde incelenmesi gerektiğini belirtmektedir.

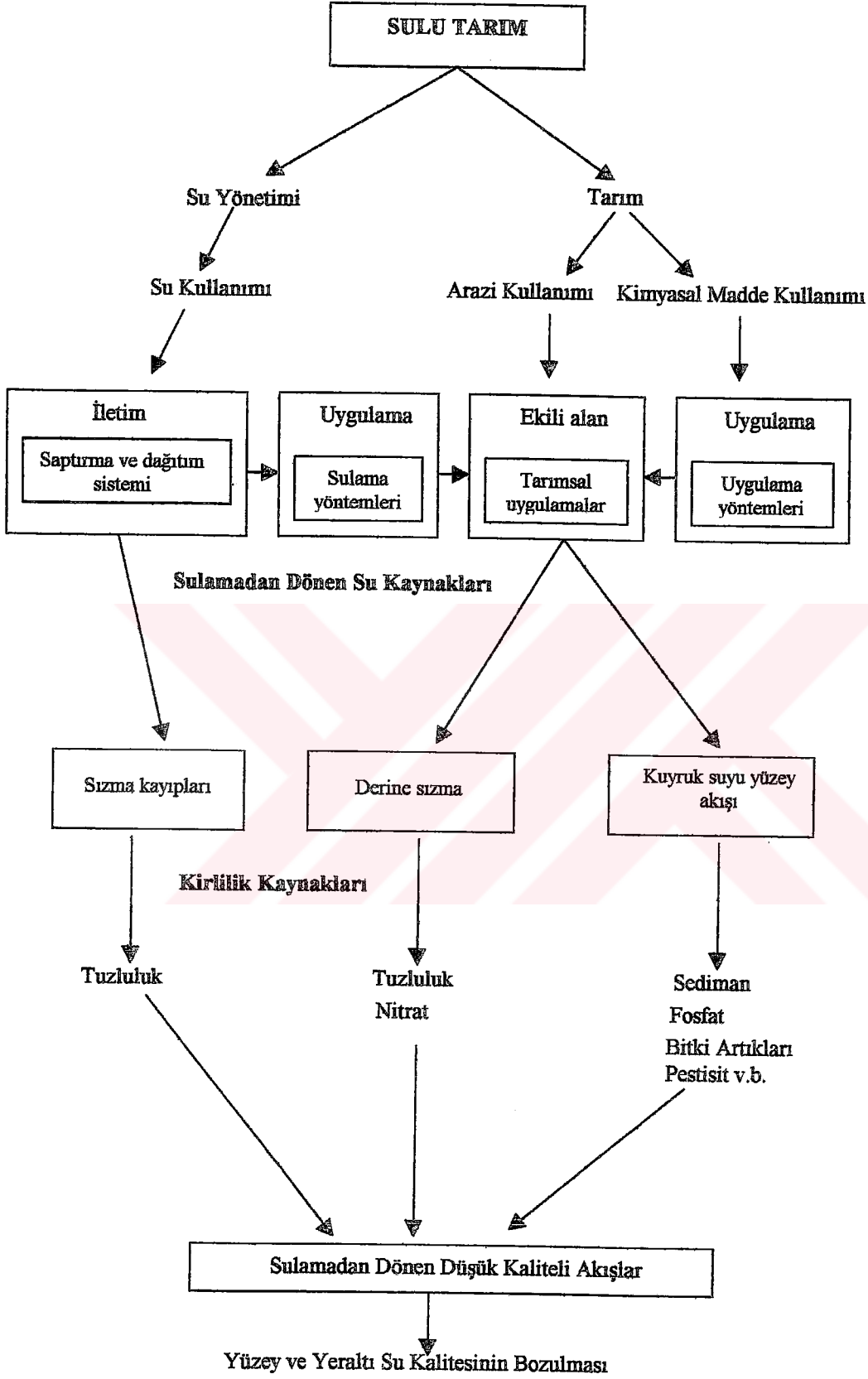
Doğal olarak, sulamadan dönen suların kalitesi, sulama suyunun kalitesinden daha düşük olmaktadır. Araziye uygulanan su, toprak katmanları içerisinde geçerken, bünyesine besin maddeleri, sediman ve pestisit artıkları ve tuz gibi doğal yollarla oluşmuş maddeleri almaktadır. Uygulanan suyun çoğunluğu, bitkiler tarafından tüketilmekte,



sudaki maddeler drenaj suyunda daha yoğun konsantrasyonlarda kalmaktadır (Trout 2000).



Şekil 2.6. Bir Nehir Sisteminde Su Kalitesinin Düşük Olmasının Nedenleri ve Etkileri (Dougherty ve Hall, 1995)



Şekil 2.7. Sulu Tarımdan Meydana Gelen Su Kalitesi Sorunları(Canter, 1986).

## b. Drenaj Suyunun Tuzluluğu

Sulama suyunun uygulanmasından sonra, drenaj suyundaki tuz konsantrasyonlarında doğal olarak artış görülmektedir. Hotes ve Pearson (1977) tarafından bildirildiğine göre, drenaj suyundaki tuz konsantrasyonları, sulama suyundaki tuz konsantrasyonlarına oranla 2-10 kat daha fazladır (Dougherty ve Hall 1995).

Sürdürülebilir sulama için tuz dengesinin hem tarla, hem de havza düzeyinde sağlanması esastır. Sulanan alanların çoğunda tuz dengesini sürdürmenin en pratik ve en ekonomik yolu, uygulanan sulama suyundan daha tuzlu olan drenaj suyunun tarlaların ve havzamanın dışına boşalmasını sağlamaktır (Smedema 1994). Sulanan arazilerden gelen drenaj suyunda tuzluluğun yüksek olması, sulamanın doğasından kaynaklanan bir durumdur. Diğer bir deyişle, bitkisel tüketimde kullanılmayıp drenaja giden suyun çözünebilir madde konsantrasyonunun artması kaçınılmazdır (Baştuğ 1996).

Smedema (1994); drenaj suyunun tuzluluğunun birçok etmene bağlı olduğunu belirtmektedir. Bunlardan en önemlileri; sulama suyu tuzluluğu, suyun buharlaşan bölümünün bitki tarafından tüketilen bölümüne oranı, drenaj suyuna karışan fosil tuzlar olarak sıralanabilir.

Yüzey ve yeraltı sularında bulunan tuzlar kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, sülfat, klor, karbonat bikarbonat ve diğer elementlerin çeşitli bileşimlerinden ileri gelmektedir. Su; toprak ve kaya materyallerden geçtikçe, bir kısım tuzları bünyesine almaktadır. Bazı durumlarda, bu materyaller yüzey sularına yüksek konsantrasyonlarda tuz biriktirmektedir. Yeraltı sularının oluşturduğu mineral pınarlar, yeryüzüne ulaşana dek çok tuzlu yer altı formasyonlarında geçebilmektedir. Hızlı ya da orta hızlı akan nehirlerde, tuz konsantrasyonu yüksek pınarlar, nehir suyu ile seyreltilebilmekte, yavaş akan nehirlerde ise nehirdeki su kalitesi olumsuz etkilenmektedir (Gilley ve ark 1982).

Drenaj su kalitesini iyileştirmek, giren tuz konsantrasyonlarının azaltılması ile mümkün olabilmektedir. Tuzlu suların denizlere ya da buharlaşma havuzları gibi özel olarak tasarlanmış alanlara güvenli bir biçimde tahliye edilmesi sağlanmalıdır (Dougherty ve Hall 1995).

### c. Yeraltı Suyunun Tuzluluğu

Yeraltı suyunda tuzluluk düzeyi, genellikle suya doygunluk ile beraber artmaktadır. Yeraltı suyu daima belirli bir miktar tuz içermektedir. Bunun nedeni; su tablasının topraktan infiltre olmuş ve topraktaki tuzları yıkamış sulardan meydana gelmesidir. Yeraltı suyu tuzluluğu, toprakta ve yüzey altındaki mevcut çözünebilir tuz miktarı ile doğru orantılıdır (Dupriez ve De Leener 1988)

Yeraltı suyunda tuzluluk sorunu, denize yakın bölgeler ile jeolojik olarak tuzluluğun bulunduğu yerlerde görülmektedir. Sahil bölgelerinde, tatlı su ile deniz suyu arasındaki sınırın konumu, tatlı suyun hidrolik potansiyelinin bir fonksiyonudur. Su tablasının azalması ile birlikte basınç azalacağı için sınır içeriye doğru hareket edecektir. Böylelikle, tatlı su yerine tuzlu suyun geçmesi sonucunda içme ve kullanma suyu kalitesi bozulmakta ve bundan insan sağlığı olumsuz etkilenmektedir. Bölgenin yapısı, sadece tuza dayanıklı türlerin yetiştirilmesine olanak verdiğinden, bu bölgelerde tuzcul bitki türleri gelişmektedir. Bu durumlarda tuzlu su hareketinin geriye dönüşü olmadığından, bu tür çevresel etkilerde geriye dönüşü olmayan bir özelliğe sahiptir. Uygun bir drenaj ağı, bu tür etkilerin olumsuz sonuçlarını azaltmaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

Sulama suyundan kaynaklanan yeraltı su tuzluluğunun önlenmesi için uygulanacak yöntemlerden başlıcası, uygun sulama yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasıdır. Drenaj sularının sulama suyu olarak kullanılması ve yüksek taban suyunun olduğu durumlarda, bitkilerin su gereksinimlerinin taban suyundan karşılanması yoluna gidilmesi ve böylece sulama suyunun azaltılması gibi yöntemler de olasıdır (Grattan ve Rhoades 1990; Kruse ve ark. 1990). Bu ve benzeri teknikler, drenaj suyu miktarını ve tuz konsantrasyonunu düşürmekle beraber, drenaj gereksinimi tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Drenaj suları bölge dışına taşınmalı veya kimyasal işlemlerden geçirilerek tekrar kullanıma hazırlanmalıdır (Topçu 1998).

### d. Yüzey ve Yeraltı Sularında Azot Kirliliği

Su kaynaklarında azot kirliliği yaratan ve noktasal olmayan en önemli kaynaklardan birisi tarımdır (Pearl 1993). ABD'de noktasal olmayan azot kirliliğinin

yaklaşık % 40-45'i sulamadan kaynaklanmaktadır (Canter 1986). Azot, diğer elementlerle birlikte bitkiler için hayati önem taşır ve topraktan elde edilebildiği gibi, havadaki azottan da (biyolojik fiksasyon yoluyla) bitki yapısına geçtiği için özel bir öneme sahiptir. Tarımda, ekonomik verim elde etmek için toprakta yeterli olmayan besin elementleri eklenir. Genelde eksikliği duyulan elementler azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) dur (Topçu 1998).

Dünyada gübre kullanımı, 1966 yılında 34 kg/ha iken 1985'te 86 kg/ha' a çıkmıştır. Sulanan alan ise 1976-1986 yılları arasında % 15 artmıştır. Gelişmekte olan ülkelerin NPK gübre tüketimleri 37 milyon ton civarındadır ve günümüzde ekim yapılan alanlar baz alındığında gübre kullanımının yaklaşık 62 kg/ha olduğu tahmin edilmektedir. Bu rakamların 2010 yılında 80 milyon ton toplam tüketime ve 110 kg/ha gübre kullanımına ulaşacağı beklenmektedir (Chen 1990).

Azot, gereksinim duyulan bir bitki besin elementi olması nedeniyle tarımda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmalar, uygulanan azotun, bitkiler tarafından yalnızca % 20'sinin kullanıldığını göstermektedir. Ancak, çok az miktarda azot uygulandığında dahi, verimde artış görülmektedir. Sulanan alanlardan azot, denitrifikasyon sonucu buharlaşma ile atmosfere karışma ve yıkanma biçiminde kaybolmaktadır. Azot kaybını arttıran en önemli faktörler ise; yüzey akışı, sulama yöntemi, toprak koruma önlemlerinin alınmaması, yüksek sıcaklıklarda toprakta sürekli kuruma ve ıslanmadan dolayı meydana gelen mineralleşme olarak gösterilebilir (Petermann 1993).

Bitkilere, alabileceğinden daha fazla miktarda azot uygulanması halinde, yeraltı sularında azot kirliliği meydana gelmektedir. Özellikle nitrat formundaki azotun ( $\text{NO}_3$ ) bitkiler tarafından alınmayan ya da buharlaşma ile kaybedilen kısmı, yüksek çözünürlüğü ve anyon formunda olması nedeniyle, yeraltı sularına ulaşmakta ve yeraltı suları ile birlikte uzun mesafelerde taşınabilmektedir (Petermann 1993).

Yeraltı suları, pınarlar yoluyla veya sızmalarla yüzey sularına ulaştığında, azot besin maddesi olarak, alıcı su ortamlarında organik madde miktarını arttırmakta, mavi-yeşil algler büyümekte ve ötrofikasyon meydana gelmekte, böylece oksijen miktarı azalmaktadır. Bu da sudaki balık ve diğer sucul canlıların ölümüne neden olmaktadır (Trout 2000). Algler, fotosentez yoluyla oksijen üretirse de solunum yapmak içinde daha

fazla oksijen tüketirler. Özellikle geceleri, bulutlu günlerde ya da suyun gölge kısımlarında alg solunumu büyük oranda oksijen tüketimine yol açmaktadır (Ray 1995).

Suda nitrat azotunun fazlalığı, bazı sağlık sorunlarına da yol açmaktadır. İçme suyunda 10 mg/L' nin üzerindeki nitrat azotu, bazı insanlarda rahatsızlıklara neden olmakta ve sulama yapılan kimi alanlarda, yeraltı suyundaki azot miktarı zaman zaman bu sınırı aşmaktadır (Hallberg 1986; Dahab ve Sirigina 1994; Hamilton ve Helsel 1995).

Şekil 2.8'de azot formları ve yüzey altı çevredeki azotun döngüsü gösterilmektedir (Canter, 1986).

#### e. Yüzey ve Yeraltı Sularında Fosfor Kirliliği

Azottan farklı olarak fosfor, toprakta bağlı kalmaya daha yatkın (daha az hareketli) olduğu için azot kadar süzülüp, yeraltı suyuna karışmamaktadır. Çünkü iyonik form toprak partikülleri tarafından kolaylıkla adsorbe edilmekte ve çözünmez tuz formunda hareket etmektedir. Bu nedenle toprak solüsyonunda hareket eden fosfor miktarı, topraktaki toplam fosfor miktarı ile karşılaştırıldığında düşüktür (Gilley ve ark. 1982).

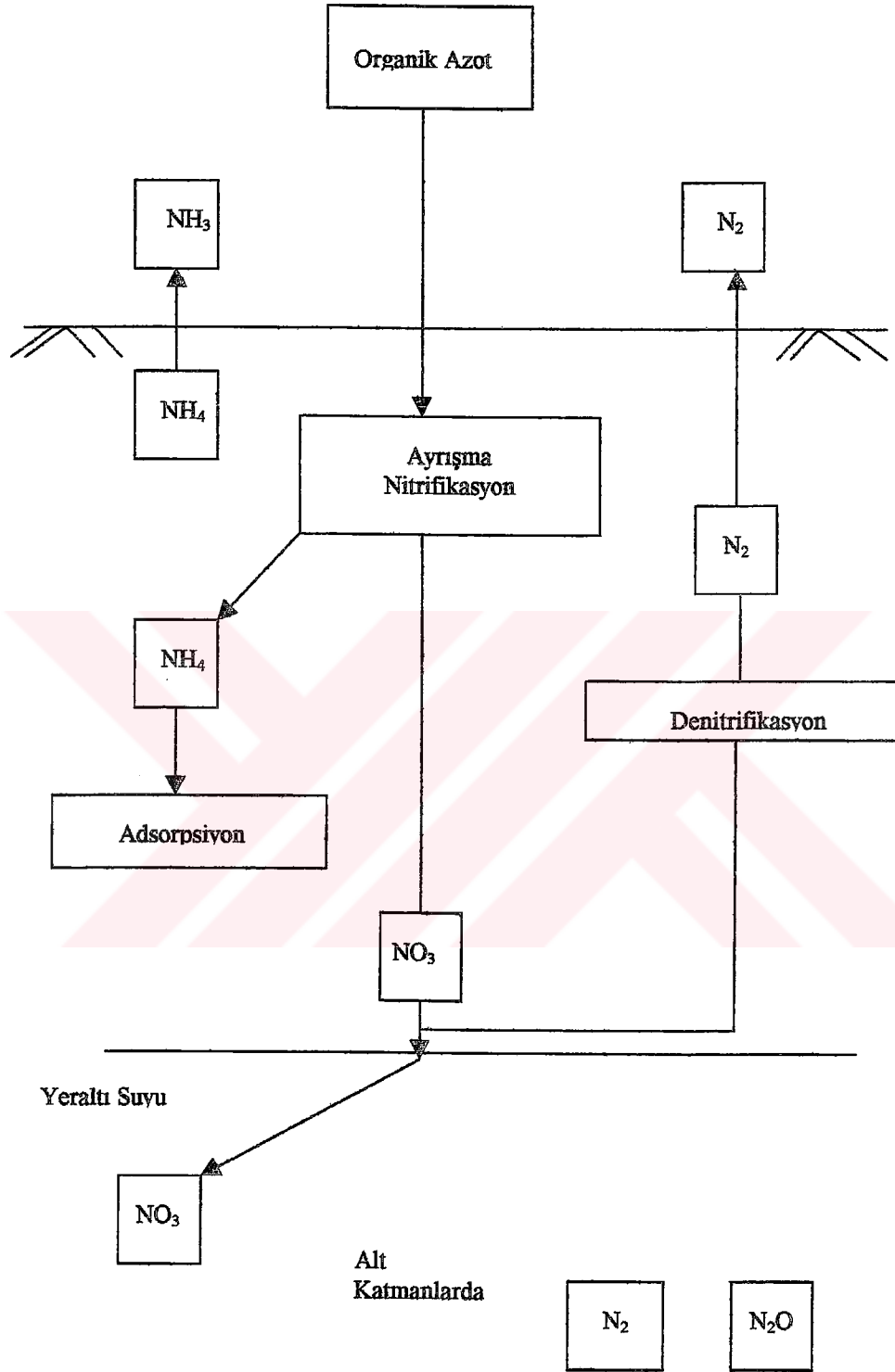
Fosfor, toprak zerreleri üzerinde tutulduğundan, toprak erozyona uğradığında, toprakla birlikte alıcı su ortamlarına ulaşmaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

Fosforun topraktaki hareketi; kil, karbonat, demir oksit ve alüminyum oksit gibi tutucu madde varlığı gübre uygulama oranı, süzülme oranı ve pH değeri gibi faktörlere bağlıdır (Petermann 1993).

Yüzey su kaynaklarına karışan fosfor, içme suyu tesisleri, balıkçılık işletmeleri, göller gibi insan sağlığına doğrudan etkili kaynakları kirletir. Fosfor, suda mavi-yeşil alglerin büyümesine ve ötrofikasyona neden olmaktadır. Yüksek miktarda alg içeren su içinde oksijen azalmakta, organizmalar ölmekte ve böylece daha çok fosfor tortusu serbest kalmaktadır (Smith 1993).

Fosfor taşınımının önlenmesi için, toprak erozyonunun önlenmesi gerekmektedir. Toprak materyalleri taşınmadığında, fosfor bitki besin elementi olarak toprakta kalmaktadır (Topçu 1998).





Şekil 2.8. Yüzealtı Ortamda Azot Formları ve Hareketi

## f. Yüzey ve Yeraltı Sularında Pestisit Kirliliği

Pestisitler, sulama projeleri ile ilgili olarak bilinen en toksik maddelerdir (Topçu 1998). Dougherty ve Hall (1995); sulama projeleri ile birlikte pestisit kullanımının önemli ölçüde arttığını belirtmektedirler. Onlara göre; bu maddeler; bitkiler, balıklar, kuşlar ve insan dahil tüm memeliler için toksik olmaktadır. Çoğu kimyasal olarak toprak zerrelerine bağlı, erozyonla taşınabilen ve hatta çözünmeyen bu kalıcı kimyasal maddeler, sucul sistemler için büyük bir risk oluşturmaktadır. Topçu (1998); tarımda zararlı kontrolü amacı ile pestisit adı altında kullanılan kimyasal maddeleri; herbisit (toprak özelliklerinin iyileştirilmesi), insektisit (böcekler ve zararlılara karşı), fungusit (mantari hastalıklara karşı), nematisit (nematodlara karşı) ve rodentisit (kemirgenlere karşı) gibi gruplara ayırmıştır. Tarımda kullanılan kimyasal maddelerin çoğunun, toprak içerisinde suyla hareket etme özelliği kısıtlı ve toprak bünyesinde parçalanma özelliğine sahip olmasına rağmen pestisitler, sızan suyla birlikte yeraltı suyuna kolaylıkla karışabilmektedir.

Bir pestisitinin çevreye verdiği zararın derecesi; pestisitinin özellikleri, kimyasal ve fiziksel koşullar, toprak ve su koşulları, mikrobiyolojik faaliyet, toprak ve hava sıcaklığı, nem koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Sucul ekosistemler üzerinde en önemli risk oluşturan pestisitler; organoklorinli insektisitler (DDT, dieldrin, endosülfan) ve bazı herbisitler (triazin) dir. Özellikle DDT bir çok ülkede yasaklanmış ve kullanımı durdurulmuştur. Bu pestisitler, doğrudan temas yoluyla ya da besin zincirine karışarak, insanlar ve hayvanlar için sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Ayrıca bu maddeler kolaylıkla taşınabilmekte ve doğada uzun süre kalıcı olmaktadırlar. Pestisit kirliliği daha çok, uygulama ekipmanlarının yanlış kullanımı, verilen dozajın iyi ayarlanamaması, sprey pestisitlerin rüzgarla taşınması ve yüzey akışla taşınma gibi nedenlerle ortaya çıkmaktadır (Petermann 1993).

### 2.3.1.2. Toprak Kaynakları Üzerindeki Etkiler

Trout (2000); sulamanın sürdürülebilir toprak verimliliği üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini bildirmektedir. Bucks ve ark. (1990); bazı durumlarda sulama faaliyetlerinin, ormanların yok edilmesine ve toprak erozyonuna yol açarak arazilerde

değer kaybına yol açtıklarını belirtmektedirler. Sulama uygulamaları, özellikle nehir saptırma şebekelerinin yukarı havzalarındaki toprakların değer kaybetmesine neden olmaktadır. (Jensen 1994; Smedema 1994)'a göre; bu havza tahribatı, ekilen arazilerdeki verimlilik kaybına ek olarak, su depolama yapılarında, kanallarda ve sulanan alanlarda büyük siltasyon sorunları yaratmaktadır. Bazı durumlarda sulama suyuyla gelen silt birikimi, arazilerde topoğrafik değişimlere yol açacak düzeyde olabilmektedir.

Toprak özellikleri ile ilgili en önemli sorun, toprak tuzluluğudur. Diğer bir sorun ise, iyi tasarlanmamış sulama sistemlerinin neden olduğu toprak erozyonudur. FAO (1992)'ya göre toprak niteliğinin bozulması nedeniyle her yıl yaklaşık 5-7 milyon hektar tarım arazisi, tarım yapılamaz duruma gelmektedir (Dougherty ve Hall 1995).

#### **2.3.1.2.1. Toprak Tuzluluğu ve Suyu Doygunluk**

Halen dünyada 270 milyon ha tarım alanının sulandığı göz önüne alındığında, bu alanın yaklaşık yarısının yer aldığı kurak bölgelerde, tuzluluk ve suya doymuluk sorunları, 60-80 milyon ha alanı hafif veya orta düzeyde, 20-30 milyon ha alanı ise şiddetli biçimde etkilemektedir. Etkilenen alanın ise yılda yaklaşık 1-2 milyon ha arttığı tahmin edilmektedir (Smedema 1994). Biswas (1991), sulama kaynaklı tuzluluk sorunu olan arazilerin, toplam sulanan arazi miktarı içinde % 27 oranına ulaştığını tahmin etmektedir (Hamdy ve Lacirignola 1997). Drijvers (1999), tuzluluk nedeniyle dünyada sulanan alanların 1/3 ünde üretimin olumsuz etkilendiğini belirtmektedir.

Tuzlu topraklar; bitki büyümesi ve verimi olumsuz etkileyecek derecede, toprak çözeltisi içerisindeki çözünebilir tuz konsantrasyonunun belirli sınırları aştığı topraklar olarak ifade edilmektedir (Petermann 1993).

Dougherty ve Hall (1995), sulamaya bağlı olarak, toprak tuzluluğunun artmasının nedenlerini, üç şekilde açıklamışlardır:

a) Tüm sulama suları, bünyelerinde bir miktar çözünmüş tuz taşımaktadırlar. Su, bitkiler ve atmosfer aracılığıyla toprak yüzeyinden buharlaşırken, sulama suyu ile taşınan tuzlar, toprak profilinde ve kök bölgesinde birikmektedir.

b) Toprakta doğal koşullar altında; iklim ve yağış, yüzlek taban suyu ve toprak oluşum süreci gibi faktörlerle tuz birikimi söz konusu olmaktadır. Doğal olarak ortaya

çıkan tuzlar çözeltiliye geçebilmekte ya da tuzlu taban suyu formunda çözeltilide bulunabilmektedir. Bu sorun, tuzların doğal olarak yıkanamadığı kurak bölgelerde ve çöllerde daha çok artmaktadır. Bu bölgelerde, yüksek ve tuzluluk yükü fazla taban suyu kapılar hareketle yükselerek buharlaşacak, böylece yüzeyde ve toprağın üst katmanlarında tuz birikimi olacaktır.

c) Tümü bitkiler tarafından kullanılmayan pestisitler, toprağa uygulanan doğal ve yapay gübreler, tuzluluk yükünü arttırmırlar.

Sulama sonucunda toprakta tuzluluk meydana gelmesinde; su ve toprak özellikleri, su ve toprak yönetimi, üretim deseni gibi faktörler etkili olmaktadır. Tuzluluğu arttırıcı faktörler ise; düşük toprak geçirgenliği, yetersiz doğal drenajı, tuzlu sulama suyu uygulaması, atıksularla sulama, yetersiz su ve bitki yönetimi, yüksek potansiyel evapotranspirasyon, yüksek taban suyu, doğal tuz varlığı, bitki deseni, gübre ve toprak ıslahı için kimyasal madde uygulaması gibi faktörlerdir (Petermann 1993).

Tuzluluğun olumsuz etkileri kurak ve yarı-kurak koşullarda daha fazla görülmektedir. Nemli ve yarı-nemli iklimlerde, tuzlar yağışla okyanuslara ya da derin yeraltı suyu sistemlerine taşınmaktadır.

Tuzluluğun bitkiler üzerindeki en önemli etkisi; bitki büyümesini engellemesi ve verim kaybına neden olmasıdır. Tuzluluk, toprakta ozmotik basınç yaratarak, bitkilerin toprak nemini almasını engellemektedir. Ayrıca toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri de olumsuz etkilenmektedir.

Petermann (1993); genel olarak toprakta tuzluluk sorunlarını tuzluluk, sodyumluluk ve toksiklik olarak incelenmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu sınıflandırmaya göre; tuzluluk topraktaki toplam çözünebilir tuzların konsantrasyonu olarak ifade edilirken, sodyumluluk toprakta sodyum miktarının kalsiyum ve magnezyuma oranla daha fazla bulunması halidir. Sodyum, toprak yapısının bozulmasına yol açmakta ve bitkilerin su alımını azaltmaktadır. Alkalilik terimi, toprağın pH derecesi ile ilişkili bir terim olup, pH'sı 8,5'un üzerindeki topraklar alkali olarak ifade edilmektedir. Alkali topraklar sodyumlu olma eğiliminde olmalarına rağmen, sodyumlu topraklar mutlaka alkali olarak tanımlanamamaktadır. Toksiklik ise çok düşük konsantrasyonlarda dahi bitkiler için zehirli olabilen sodyum, klor, bor ve iz elementler gibi bazı tuz bileşiklerinin varlığıdır.

Tuzluluk ile toprak yapısının bozulması sonucunda, sulanan alanlarda üretim kaybı meydana gelmekte, bitki seçimi sınırlanmakta, masraf ve işgücü gerektiren tarımsal uygulamalar (sürüm, sulama programlaması) ve ıslah çalışmalarına gereksinim duyulmakta, yıkama suyu gereksinimi artmakta, sulanan alanlardaki flora ve faunada olumsuz değişimler meydana gelmektedir (Petermann 1993).

Tuzluluk oranını azaltmak ve tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkilerini en aza indirebilmek için uygun bir yönetim gereklidir. Dougherty ve Hall (1995); bu konuda yıkama, sulama yönetimi ve programının değiştirilmesi, yüzey altı drenaj sisteminin tesis edilmesi, sürüm tekniklerinin değiştirilmesi, bitki deseninin değiştirilmesi ve toprak ıslahı gibi yönetim teknikleri önermektedirler.

#### 2.3.1.2.2. Toprak Erozyonu

Jeolojik anlamda erozyon terimi; doğada toprak materyalinin su, rüzgar, yerçekimi, çığ, buzul ve dalga gibi doğal güçlerin etkisi ile parçalanarak bir yerden başka bir yere taşınması ve yığılmasını ifade etmektedir. Doğal ve normal koşullar altında, toprağın bitki örtüsü bu taşınmayı frenlemekte ve taşınan kadar yeni üst toprak oluşmaktadır. Ancak erozyon, insan etkisi sonucunda oluşuyorsa, hızlandırılmış erozyon olarak adlandırılmaktadır. İnsan etkisi ile oluşan erozyonun başlıca kaynakları; orman kesimleri, orman yangınları, aşırı otlatma ve yanlış tarım teknikleri biçiminde sıralanabilir. Sulu tarımda erozyonu etkileyen en önemli faktörler; arazinin eğimi, uygulanan sulama yöntemi, sulama suyu miktarı, toprak işleme yöntemleri, arazi yüzeyinin pürüzlülüğüdür (Topçu 1998).

Sulanan alanlardaki erozyonun, kuru tarım yapılan alanlardaki erozyondan farkı, araziye doğal yağış ve taşkınlara ek olarak sulama suyu verilmesidir. Suyla meydana gelen toprak erozyonu, suyun toprak partiküllerini sökmesi ve daha sonra taşınması biçiminde meydana gelmektedir. Yerlerinden sökülen partiküller, arazinin eğimi yeterli ise, suyun etkisiyle askıda sediman biçiminde taşınmaktadır. Genellikle, uygulanan su miktarı ve yağış şiddetinin toprağın infiltrasyon hızından fazla olduğu alanlarda, erozyon meydana gelmektedir (Petermann 1993).

Uygulanan sulama yöntemine bağlı olarak, arazinin erozyondan etkilenme derecesi değişmektedir. Yağmurlama sulama yönteminde, bitkilerin henüz gelişmediği koşullarda ya da tohum ekiminden hemen sonra, su damlaları toprak yüzeyine çarptığında erozyon oluşabilmektedir. Damla ve sızdırma sulama yöntemlerinde ise genellikle erozyon sorunu ile karşılaşma riski yok denecek kadar azdır (Topçu 1998). Koluvek ve ark. (1993), kanık sulama yönteminin erozyona eğilimli arazilerde uygulanması durumunda, erozyon sorunlarının daha fazla olduğunu belirtmektedirler.

Arazi büyüklüğü, yağmur damlasının büyüklüğü, eğim ve arazi biçimi gibi faktörler erozyonu önemli ölçüde etkilemektedir. Erozyon sorunlarının oluşmasını önlemek için, dikkatli bir planlama yapılması gerekmektedir. Özellikle iyi uygulanmayan kazı-dolgu çalışmaları, sulanan alanlarda erozyona ve sedimantasyona neden olmakta ve arazi topoğrafyasında değişiklikler meydana gelmektedir. Sulanan alanlardaki su dağılımı bundan olumsuz etkilenmekte ve su kullanıcıları arasında gerginlik söz konusu olabilmektedir. Özellikle yüzey sulama yöntemleri uygulandığında, gelişmiş bir su yönetimi uygulaması, bu tür olumsuz etkileri giderebilir.

Sulama altyapısı, yerel erozyonu (örneğin; oyuntu erozyonu) oluşturmayacak biçimde planlanmalıdır. Genellikle topraklar, yapım ve inşaat faaliyetleri sonucunda erozyona maruz kalmaktadır. Yapım çalışmalarının tamamlanmasından sonra, yapıların etrafı bitki örtüsü ile kaplanmalı ve böylece çıplak toprak erozif kuvvetlere maruz bırakılmamalıdır. Özellikle sulama tesisleri için yapılan kazı ve dolgu işlemlerinden sonra bu işlem yapılmalıdır. Böylece çevreye daha iyi bir görünümde kazandırılmış olacaktır (Dougherty ve Hall 1995).

### 2.3.1.2.3. Sedimantasyon

Memba erozyonu, verimli sedimanların delta alanlarına taşınmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, bu kazanç erozyona uğramış memba alanlarına ilişkin verim kaybının bir ölçüsüdür. Erozyon ve toprak zerrelere taşınmasına ilişkin en temel olumsuz etki, rezervuarlar, sulama prizleri ve pompa istasyonları gibi mansap su alım noktalarında görülen sedimantasyondur. Erozyon sonucu meydana gelen sedimantasyon sorunu, sulama yapılarının (kanallar, su alma yapıları vb.) sediman ile dolmasına ve düşük



kapasite ile çalışmasına neden olmaktadır. Su alım yapılarında tesis edilecek sediman tutucular, sedimantasyonu bir dereceye kadar azaltabilmektedir. Ancak bu tür tesislerin işletme ve bakım masrafları yüksek olmaktadır. Artan sediman yükü muhtemelen nehir morfolojisini değiştirecek, su bulanıklığının artması ile birlikte mansap ekolojisini etkileyecektir (Dougherty ve Hall 1995).

Ayrıca rezervuarlarda biriken sediman barajların ekonomik ömrünü azalttığı için bu duruma özellikle planlama aşamasında dikkat edilmesi gerekmektedir. Örneğin: Keban Barajının ölü hacmi, üst havzadan gelen sedimanlar nedeniyle şimdiden % 40 azalmıştır. Sedimantasyonun bugünkü hızıyla sürmesi durumunda 20-30 yıl sonra baraj ekonomik ömrünü tamamlayacaktır. Çubuk Barajı, ölü hacminin % 75'ini 47 yıl içinde doldurmuştur. Karakaya barajında ise 18 yıl içinde ölü hacmin % 47'si erozyonla taşınan topraklarla dolmuştur (Tümay 1997).

Hızlı akan nehirler, daha fazla enerjiye sahip olmakta ve daha fazla sediman taşımaktadır. Böylece, sedimanlar çıkış hızının azaldığı rezervuar ve deltalarda birikmektedir. Nehir akışlarında azalma, sediman taşıma kapasitesini azaltmakta, sedimanların daha yavaş akan kısımlarda birikmesine neden olmaktadır. Akışlardaki artış ise bunun tersi bir duruma neden olmaktadır. Nehirlerin denize döküldüğü ağzılarda da erozyon ve sedimantasyon sorunları yaşanmaktadır. Meydana gelen değişimlerden, bataklık ve sulak alan bitkileri olumsuz etkilenmektedir.

ÇED çalışmaları açısından özellikle proje havza alanı içerisinde mamba erozyon önleme çalışmalarının proje ile birlikte ele alınması önerilmektedir. Diğer bir deyişle, sulama projeleri havza ıslahı projeleri ile birlikte ele alınmalıdır (Dougherty ve Hall 1995).

Sulamamın meydana getirdiği yüzey akış sonucunda, mansap dren hendekleri, dereler ve nehirler sedimanla dolmakta, böylece yüzey su kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Sulamadan dönen akışlardaki sedimanlar, su arıtma maliyetini arttırmakta ve mansapta sulama yapmayı güçleştirmektedir. Nehir ve göllerde sediman fazlalığı, bulanıklığı ve su sıcaklığını arttırmakta, sucül yaşam dengesini bozmaktadır. Akış rejiminin düşük olduğu durumlarda, sulamadan dönen akışlarda taşınan sediman, nehirlerde birikmekte, balık üreme yerlerini örtmekte ve aşırı sucül bitki büyümesine neden olmaktadır (Trout 2000).

### 2.3.1.3. Atmosfer Üzerindeki Etkiler

#### 2.3.1.3.1. Hava Kirliliği

Sulamamın hava kalitesi üzerindeki etkisi, tarım dışı kaynakların etkilerine oranla çok sınırlı bir düzeydedir. Genellikle sorunlar, proje alanı ve çevresinde pestisitlerin uygun olmayan kullanımları ve atıksularla yağmurlama sulama yapıldığı koşullarda rüzgarla dağılım ve sağlık ile ilgili olarak ortaya çıkmaktadır.

Bununla birlikte, Kimball (1990), hava kirliliğine yol açan ve sera gazları olarak nitelendirilen metan (CH<sub>4</sub>), karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve azotoksit (N<sub>2</sub>O) gazlarının emisyonlarının tarımsal üretim yoğunluğuna bağlı olarak sulama yapılan alanlarda nispeten artma eğiliminde olduğunu bildirmektedir. Bu emisyonlar, bazı teknik önlemler ya da çeşitli işletme uygulamaları ile kısmen kontrol altına alınabilir.

Bunun yanı sıra, sulama yapılan alanlarda sürekli bitki örtüsü olduğundan, sulamamın rüzgar erozyonu ile toz partiküllerinin taşınımını engelleme gibi olumlu etkileri de söz konusudur (Canter 1986).

#### 2.3.1.3.2. İklim Değişimi

Sulama projelerinin iklim üzerindeki etkileri genellikle, sulanan alanlar, açık su yüzeyleri ve büyük baraj gölleri nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Özellikle büyük baraj göllerinin çevresinde sıcaklık değişimleri meydana gelmekte, çevre sıcaklığından yaklaşık 3 °C sapan sıcaklık dereceleri kaydedilmektedir. Büyük rezervuarların üzerinden, sıcak ve kuru hava kütlelerinin geçtiği ve komşu alanlara nemli havanın adveksiyon ile taşındığı koşullarda, havadaki nem oranında değişimler görülmektedir. Arazi ve su yüzeylerinin sıcaklıklarının farklılığı ve konveksiyon nedeniyle, rüzgar hızı ve türbülansı artmaktadır. Değişimlerin derecesi, özel topoğrafik koşullara ve makroklima koşullarına bağlı olarak değiştiğinden, konuyla ilgili genelleme yapmak zordur (Baumann 1984).

Sulama ile toprak nem düzeyi değiştirildiği ve rüzgar erozyonu kısmen engellendiği için, mikroklima üzerinde belirgin etkiler görülmektedir. Etkinin derecesi ve

büyüklüğü ise, sulama yapılan bölgenin iklimsel özelliğine bağlı olarak değişmektedir (Petermann 1993).

Büyük sulama projeleri, yerel olarak buharlaşma oranını arttırdığından, havadaki nem oranı da artmaktadır. Bunun sonucunda böcekler ve bazı mikroorganizmaların yaşam koşulları değişikliğe uğrayabilmektedir. Havadaki nem miktarının değişimi genellikle su yönetimine, sulama yöntemine ve toprak-su-bitki özelliklerine göre değişmektedir. Özellikle yağmurlama sulama yönteminde diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında havadaki nem oranı önemli derecede artmaktadır (Drijvers 1999).

### 2.3.2. Biyolojik ve Ekolojik Kaynaklar Üzerindeki Etkiler

Biyolojik kaynaklar; ekosistemler ve bu ekosistemlerin biyotik bileşenleri olan flora ve fauna ile ifade edilmektedir. Bunlar; insan için önemli olan kullanım değeri, ekosistem işlevi ve kullanımına yaptıkları olumlu etkiler nedeniyle kaynak olarak nitelendirilmektedirler. Biyolojik kaynakların ayrıca estetik, rekreasyonel ve bilimsel değerleri de göz önünde bulundurulmalıdır (Petermann 1993).

Arazi ve su kullanımındaki değişimler, biyolojik ve ekolojik kaynakları önemli ölçüde etkilemektedir. Etkiler genellikle; proje alanında ve aynı zamanda proje havzasını paylaşan sucul ekosistemler üzerinde görülmektedir (Dougherty ve Hall 1995).

İnsanların sulama faaliyetleri ve sulama amaçlı arazi kullanımı doğal flora ve fauna yaşam ortamlarına ve ekosistemlerdeki genetik kaynaklara zarar vermekte, su kaynaklarından sulama amaçlı su saptırılması, sucul ve karasal ekosistemlerdeki türleri değişikliğe uğratmakta, yoğun tarımsal faaliyetlerle birlikte kullanılan kimyasal madde artıkları; toprakta ve yeraltı suyunda birikmekte ve mansap boyunca sucul ve karasal türlerde olumsuz değişikliklere yol açmaktadır (Petermann 1993).

Sulama diğer bir çok arazi kullanım sistemi gibi doğal ekosistemlerle rekabet halindedir. Sulu tarım; diğer tüm arazi kullanım sistemlerinden daha fazla besin üretmektedir. Öte yandan sulama; ekolojik olarak duyarlı, biyolojik çeşitliliği ve potansiyeli yüksek verimli alanları işgal etmekte ve kullanmaktadır. Genellikle sulama, biyolojik çeşitlilik açısından en zengin ekosistemler olan nehir ve göllere yakın alanlarda daha yoğun biçimde yapılmaktadır (Petermann 1993).

### 2.3.2.1. Biyolojik Çeşitlilik ve Sucul Yaşam Ortamları

Biyolojik çeşitlilik; bir ekosistemin yapısı ve işlevinin en önemli özelliğidir. Bir türün neslinin tükenmesi, biyolojik zenginliğin geriye dönüşü olmayacak şekilde yitilmesi anlamına gelmektedir. İnsanların doğal yaşam ortamlarına müdahaleleri sonucu, bir çok türün nesli tükenmiştir. Genellikle sulama gibi kalkınma projelerinin sonuçları doğru kestirilememekte ve doğal kaynaklar bu projelerden olumsuz etkilenmektedir. Çevresel fonksiyonların geriye dönüşü olmayacak biçimde kaybı, ekonomik terimlerle ifade edilememektedir. Sürdürülebilir bir sistem; bu tür geriye dönüşü olmayan değişimlerden kaçınmalı ve biyolojik toplulukların bütünlüğünü korumalıdır (Petermann 1993).

Sulamamın doğası, yani su eksikliği bulunan alana su temin edilmesi, proje alanındaki hem doğal hem de tarımsal ekolojiyi köklü bir biçimde değiştirmektedir. Doğal canlı ortamlarındaki değişimlerin riskli olarak değerlendirildiği alanlarda, proje alanı dışında canlı yaşam ortamlarının geliştirilmesi ve dengeleme alanlarının yaratılması, faydalı iyileştirme önlemleridir.

Sulama projesi kapsamında rezervuar ve kanalların oluşturulması, suda yaşanan canlılar için yaşam ortamları sağlamaktadır. Özellikle rezervuarlar ve kanallar, su kuşları için hem sürekli bir ortam hem de göç ortamı olarak uygun yaşam koşulları sağlamakta, ayrıca su ürünleri yetiştiriciliğine de olanak sunmaktadırlar.

Sulama amaçlı su kullanımı ve sulamadan dönen suların kalitesinin düşük olması, mansap ekosistemlerini olumsuz etkilemektedir. Akışların azalması, tuz konsantrasyonlarının artması, oksijen miktarının azalması, su sıcaklığının artması, kirliliğin artması ve sedimentasyon gibi olumsuz etkiler, sadece dayanıklı ve bu etkileri tolere edebilme gücü yüksek türlerin yaşamasına olanak vermektedir. Birbirinden farklı türlerin istekleri, yıl içerisinde nitelik ve nicelik bakımından farklılık göstermektedir. Çeşitli su kuşlarının ve balık türlerinin gereksinimleri özellikle beslenme ve göç dönemlerinde oldukça duyarlı olmayı gerektirmektedir (Dougherty ve Hall 1995).

Doğal hayat, onu çevreleyen su ve toprak kaynakları ile hassas bir denge içerisinde varlığını sürdürmektedir. Su ve toprak kaynakları üretime ayrıldıkça türler ya kaybolmakta ya da daha dar alanlara göçmektedir. Kültür bitki ve hayvanları yayıldıkça,

yaban hayatına yer kalmamaktadır. Her türün belirli toprak ve su istem ve limitleri bulunmaktadır. Örneğin akarsu yataklarının değiştirilmesi balık popülasyonlarının azalmasına yol açmaktadır. Sulamadan dönen sulardaki artıklar, yaban hayatının en büyük düşmanıdır. Söz konusu projenin, yerel yaşam ortamları (habitat) üzerine bir etkisi öngörülüyorsa, bu türlerin nereye göç edebileceklerini göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Yaban hayatını yok etmesi olası projelerde, projenin bir parçası olarak yaban hayatının sürekliliğini sağlayacak alternatif yeni alanların sürekliliğini sağlayacak alternatif yeni alanların tesisi düşünülmelidir (Yağan 1993)

Özellikle Afrika'da büyük sulama projeleri sonucu; insan toplulukları daha önceden yerleşime açılmamış alanlara yerleştirildiklerinde bundan, filler ve vahşi öküzler gibi büyük memeliler özellikle etkilenmektedirler. Ayrıca büyük sulama rezervuarlarının inşa edilmesi sonucu, hem rezervuar alanındaki yaşam ortamları kaybolmakta, hem de rezervuar çevresindeki yoğun yerleşim sonucunda, büyük memeli türleri soylarının tükenmesi tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadırlar (Drijvers 1999).

Kurak ve yarı-kurak bölgelerdeki nehir kıyıları, kara omurgalıları için en zengin ortamları oluşturmaktadır. Bu sucul/karasal karma ekosistemleri, çok geniş kuş türünü barındıran ekosistem geçiş bölgeleridir. Bu bölgelerdeki değişim, ekolojik toplulukların çeşitliliğini etkilemektedir. Tarım alanlarında kuş çeşidinin azalması, komşu su ortamlarına olan enerji girdisinin kaybı nedeniyle, omurgasız canlı ve balık üretimini de azaltmaktadır. Sulak alanlar üzerinde yapılan bazı büyük ölçekli sulama projeleri, bataklık ve bozulmamış su yolları gibi bir çok kuş türü için elverişli yaşam ortamlarını yok etmektedir. Çeltik tarımı yapılan arazilerdeki koşullar, bazı kuş türleri için elverişli olabilir. Diğer yandan, aşırı kimyasal madde kullanımı bazı kuş türleri için zehirli olabilmekte ve kuşların besini olan haşere ve balıkların popülasyonlarında azalmaya neden olmaktadır (Drijvers 1999).

Sulama ile özellikle yarı-kurak alanların kıyı bölgelerindeki ormanlık araziler, tarım arazisine dönüştürülmektedir. Su alma yapılarının inşası ve işletimi, nehirlerde olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Günümüzde sucul biyolojik çeşitliliği ile ilgili olarak yapılmış global anlamda bir değerlendirme bulunmamaktadır. Ancak yerel bazda yapılmış bazı çalışmalar mevcuttur. Veri eksikliğinin giderilmesi için arazi çalışmalarına gereksinim duyan çevre koruma



örgütleri ve diğer sektörlerin daha fazla yatırım desteğine sahip olmaları gerekmektedir (Brautigam 1999).

Sucul canlılar; nehir hidrolojik rejiminde meydana gelen değişimler sonucu ve su kalitesindeki değişim nedeniyle sulamadan etkilenmektedirler. Nehir hidrolojik rejimlerinde meydana gelen herhangi bir değişim, balık popülasyonu ve dolayısıyla balıkçılığı etkilemektedir. Bununla birlikte sulama projesinin bir bileşeni olarak inşa edilen baraj ve rezervuarlarda, uygun balık yaşam ortamları yaratılmakta, yeni balık türlerinin adaptasyonu sağlanmaktadır.

Sucul ortamlarda pestisit, dağılımı üniform olmamakla birlikte, birçok omurgasız hücrelerinde pestisit biriktirerek yaşayabilmekte, omurgasızlarla beslenen balıklar bundan zarar görmektedir (Edwards 1987).

### 2.3.2.2. Ekolojik Denge

Uygun sulama yönetiminin yapılmadığı koşullarda, sulama hem proje alanında hem de proje çerçevesinde ekolojik dengesizlikler yaratabilir. Proje alanında doğal bitki örtüsünün yok edilmesi iklimde değişime neden olmakta ve erozyona yol açmaktadır. Ayrıca bu durumdan su döngüsü de etkilenmekte, nehirlere olan yüzey akış artmakta, böylece akış rejimi değişmekte ve mansap bölgesinde sedimantasyon artmaktadır. Bu durum genellikle balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği için oldukça zararlı olmaktadır. Doğal canlı yaşam ortamlarının tahrip edilmesi ve monokültür tarım uygulamaları biyolojik çeşitliliğin azaltılması yoluyla flora ve fauna üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. Yerli türlerin yerini, egzotik bitki ve hayvan türlerinin alması; bitkileri, hayvanları ve hatta insanları etkileyebilecek hastalık vektörleri yaratabilir. Bu dengesizlikleri gidermek için sulamayla beraber sıkça gübre ve pestisit kullanılmaktadır. Bu maddeler de, yeraltı suyuna sızarak ya da drenaj suyuna ulaşarak, yüzey ve yeraltı su kirliliğine neden olmaktadır. Gübrelerde bulunan besin maddeleri yüzey sularının ötrofikasyonuna neden olur ve sucul yabancı ot büyümesine yol açar. Pestisitlerde insanlar ve hayvanlar için sağlık riski oluştururlar (Dougherty ve Hall 1995).



### 2.3.2.2.1. Zararlılar ve Bitki Hastalıkları

Sulamanın zararlılar üzerindeki etkisi; sulamanın bitki büyümesi ve toprak nem koşulları üzerindeki etkileri ile ifade edilmektedir. Proje alanında daha üniform bir çevre yaratmak için yapılacak herhangi bir değişiklik, çok çeşitli koşullara adapte olabilen dayanıklı türler için daha uygun ortamlar yaratmaktadır. Çabuk üreyebilen ve hareketli bazı zararlı türleri, sulama yapılan tarım arazilerindeki ürünlerden beslenmektedir. Böcekler, kemirgenler gibi türler genelde zararlı türler olarak kabul edilmektedir. Bu türler, tarım arazilerinde kimi zaman % 50'lere varan ürün kaybına neden olmaktadır. Arazi kullanımındaki değişimler, sulama ve pestisit kullanımı sonucu, bu türlerin doğal düşmanı olan yılan, kuş gibi türlerin popülasyonunda meydana gelen azalma sorunu daha akut bir hale getirmektedir (Drijvers 1999).

Geleneksel zararlı kontrolünde, sulanan ürünlerde ürün kayıplarının kontrol edilmesi için yoğun bir biçimde pestisit kullanılmaktadır. Sonuç olarak sulu tarımda pestisit kullanımı, kuru tarıma oranla daha yoğun olmaktadır (Petermann 1993).

Sulu tarım çoğu kez; özellikle başta mantari ve bakteriyel yaprak hastalıkları olmak üzere, bitki hastalıklarını geliştirici bir rol oynamaktadır. Özellikle yağmurlama sulama yöntemi uygulandığında, yüksek nem oranı ve serbest su nedeniyle bu hastalıkların miktarında artışlar gözlemlenmektedir (Dougherty ve Hall 1995).

Sulu tarım kültürü ve bilgisi olmayan çiftçiler, genellikle aşırı su kullanma eğiliminde olmaktadır. Aşırı su kullanımı, değişik bitki hastalık ve zararlıların ortaya çıkmasında etkin rol oynayabilir. Zararlı ve hastalıklara karşı tarımsal savaşım ilaçlarının kullanımı, uzun vadede yararlı türlerin yok olmasına ve zararlı türlerin bağışıklık kazanmasına neden olmaktadır (Topçu 1998)

Aynı zararlı türlerine karşı sürekli aynı tür pestisit kullanımı, pestisit dozunun dereceli olarak artırılmasını gerektirmektedir. Sonuçta, zararlılar pestisitlere karşı bağışıklık geliştirmektedir. Yaklaşık 5000 farklı zararlı türünün % 5'inin tamamen bağışıklık kazandığı ve bu türlerinde en zararlı türler olduğu belirlenmiştir (Edwards 1987).

Öte yandan, araştırmalar; dikkatli bir biçimde yapıldığında sulamanın, bitki hastalık risklerinde önemli bir artışa yol açmayacağını belirlemiştir. Su kıtlığı çekmeyen sağlıklı bitkiler genellikle hastalıklara karşı dayanıklı olmaktadır (Menziess 1967).

#### **2.3.2.2.2. Yabancı Otlar**

Yabancı otlar çoğunlukla sulanan çevrede gelişmekte ve sorun yaratmaktadır. Yabancı otların oluşturduğu başlıca sorun; rezervuarların, kanalların ve drenlerin depolama ve taşıma kapasitelerini azaltması ve evapotranspirasyon yolu ile su kayıplarını arttırmasıdır. Yabancı ot kontrolü için; kanal kaplaması, gölgeleme ve aralıklı kurutma, mekanik kontrol teknikleri, dikkatli herbisit uygulaması ve yabancı otla beslenen balık türlerinin yetiştirilmesi gibi önlemler alınmaktadır. Ancak bu yöntemlerin uygulanması masraflı ve zor olmaktadır. Yabancı otların diğer bir sakıncası ise; sivrisinek ve sümüklü böcek gibi hastalık taşıyıcı canlılar için uygun ortamlar yaratmasıdır (Dougherty ve Hall 1995). Yabancı otların etkin biçimde kontrolü ile, zararlılar için önemli bir besin kaynağının yok edilmesinin yanısıra, zararlı parazitlerinin de popülasyonlarının desteklenmesi sona ermektedir (Edwards 1987).

#### **2.3.2.3. Sulak Alanlar**

Sulak alanlar, yeryüzünün en verimli ekosistemleri olarak bilinmektedir. Ancak sulak alanların çok önemli çevresel özelliklere sahip olduğu ve korunması gerektiği son yıllarda anlaşılmıştır.

Bütün sulak alanlar toprak, su, flora ve fauna ve besinler gibi fiziksel, biyolojik ve kimyasal elemanlardan oluşur. Bu elemanların kendi aralarında gerçekleşen etkileşimleri sulak alanların, yaban hayatı, dalyanlar ve ormanlar gibi kaynakların oluşumunu, taşkın kontrolü ve fırtınalardan koruma gibi işlevlerini gerçekleştirmelerini sağlar. Bunun yanında biyolojik çeşitlilik ve kültürel miras özelliği gibi ya kendisi çok değerli veya çeşitli yararlı oluşumlara kaynak olan ekosistem nitelikleri de bulunmaktadır. A.B.D' de 1980'lerin başında sulak alanların işlevlerinin önemini ortaya çıkaracak bir yöntem geliştirilmiştir. "Adamus Metodolojisi" olarak bilinen bu yöntem çevre koruma ve

kalkınma uzmanlarının sulak alanların faydalarını daha ayrıntılı bir biçimde incelemesini sağlamıştır (Yağan 1993). Şekil 2.9'da değerlendirilmenin sonuçları verilmiştir (Dugan 1990). Richardson (1994); sulak alanların işlevlerini hidrolojik akış ve depolama, biyolojik üretim, biyokimyasal döngü ve depolama, biyolojik ayrışma ve doğal yaşam ortamları olmak üzere beş ana başlıkta incelemektedir (Çizelge 2.6)

Tarihsel olarak tarım, sulak alanların kaybı ve niteliklerinin bozulmasında en önemli etken olmuştur. Tarımsal faaliyetler; sulak alanların hidrolojisini, su kalitesini ve tür kompozisyonunu önemli ölçüde değiştirmektedir.

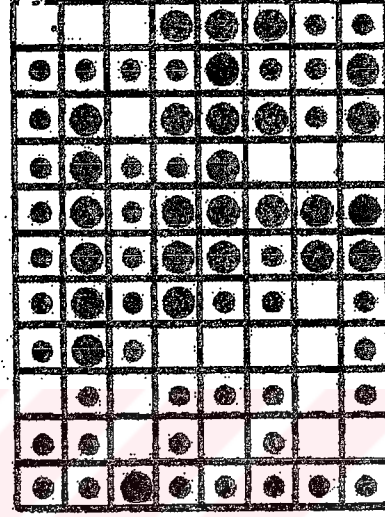
Çizelge 2.6. Tatlısu Sulak Alanlarının Bazı Önemli İşlevleri (Richardson 1994)

İşlev	Değer
Hidrolojik Akış ve Depolama	Taşkın Kontrolü ve Koruma Erozyon Kontrolü Su Temini Görsel- Kültürel Değerler
Biyolojik Üretim	Kereste Üretimi Bataklık Bitkileri Besin Üretimi(kerevit, balık, ördek vs) Tarihi ve Kültürel Kaynaklar
Biyokimyasal Döngü ve Depolama	Sediman Kontrolü Besin Maddesi İhracı Atıksu Arıtma Su Kalitesi
Biyolojik Ayrışma	Tıbbi Bitkiler Atıksu Arıtma Su Kalitesi Besin Maddesi Temini ve Düzenleme
Doğal Yaşam Ortamları	Rekreasyon Avcılık, Balıkçılık Flora ve Fauna Koruma Risk Altında ve Ender Bulunan Türler

Deltalar  
Mangroviar  
Açık Kıyılar  
Taşkın Ovaları  
Göller  
Tatlısu Bataklıkları  
Turba Alanları  
Bataklık Ormanları

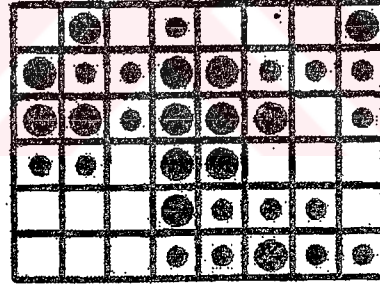
### Sulak Alanların İşlevleri

1. Taban Suyu Besleme
2. Taban Suyu Deşarjı
3. Taşkın Kontrolü
4. Kıyı Stabilizasyonu/Erozyon Kontrolü
5. Sediman/Kirletici Madde Tutma
6. Besin Maddesi Tutma
7. Biyolojik Madde İhracı
8. Fırtına/Rüzgar Kırma
9. Mikroklima Stabilizasyonu
10. Su Taşımacılığı



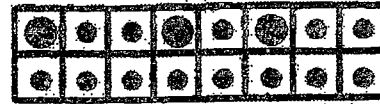
### Ürünler

1. Orman Kaynakları
2. Doğal Yaşam Kaynakları
3. Dalıyanlar
4. Yem Kaynakları
5. Tarımsal Kaynaklar
6. Su Temini



### Özellikleri

1. Biyolojik Çeşitlilik
2. Kültürel Miras



● Etki Var      ● Sulak Alan Tipinin Ortak ve Önemli Bir Değeri      □ Etki Yok

Şekil 2.9. Sulak Alanların Değeri (Dugan, 1990)

Sulama; sulak alanları tarım arazisine dönüştürme, memba ve mansap su saptırmaları sonucu hidrolojik rejimde değişimlerin meydana gelmesi, yeraltı suyu kullanımı sonucu tabansuyu düzeyinin alçalması, yeni arazi kullanımları ya da hastalık taşıyan yaşam ortamları için drenaj yapılması, bitki örtüsünün değiştirilmesi ya da tamamen ortadan kaldırılması, kimyasal gübre ve pestisit gibi kirleticilerin sulak alanlara verilmesi, drenaj sularının su kalitesini değiştirmesi sonucunda önemli ölçüde etkilemektedir (Petermann 1993).

### 2.3.3. Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkiler

Sulama projeleri sonucunda, arazi kullanım deseninde önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Kuru tarım yapılan arazilere, sulama suyunun gelmesi ile birlikte proje öncesinde tarımsal üretime yönelik olarak değerlendirilmeyen alanlar, tarım arazisi biçimine dönüştürülmektedir. Bu alanların başında meralar, ormanlık araziler, bataklıklar ve sulak alanlar gelmektedir. Bu tür alanların tarım arazisi olarak kullanılmalrı, bu kaynakların yok edilmesi anlamına gelmektedir.

Araziler sulu tarım arazisine dönüştürüldüğünde; küçük parsellerin yapısı, ortaklaşa kullanılan arazi haklarının durumu, yasal ve geleneksel arazi kullanım haklarının birbiriyle çatışması genellikle sorun olmaktadır. Mevcut arazi mülkiyeti ya da arazi kiracılık deseni, yeni bir sulama projesi veya mevcut projenin rehabilitasyonu ile önemli ölçüde değişikliğe uğratılabilmektedir. Sulama projelerinin inşası veya rehabilitasyonu sonucu altyapıda meydana gelen değişimler, arazi şekillerinin değişmesine ve bir miktar arazi kaybına neden olmaktadır. Doğal olarak; burada kayba uğrayanların kayıplarının telafi edilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir (Dougherty ve Hall 1995).

Yeni bir sulama projesi, bölgedeki sosyoekonomik değişime paralel olarak, bölgedeki tüm istekleri (pazarlama, göç, fiziksel altyapı) karşılayacak ve bölgesel gelişmeyi destekleyecektir. Proje alanında sulama tesislerinin inşası ile birlikte, fiziksel altyapı tesislerinin de inşası veya rehabilitasyonu kaçınılmaz hale gelmektedir.

Ayrıca sulama projesi sonucu, bölgede tarımı yapılan ürünlere yönelik sanayi faaliyetlerinde önemli ölçüde artış gözlenmektedir. Elde edilen ürünlerin işlenmesi ve çeşitli mamüller haline getirilmesi amacıyla tarıma dayalı sanayinin gelişimi, sulama

projelerinin önemli bir sonucudur. Tarıma dayalı sanayi gelişimi, sulama projesinin ekonomik olabilmesi için önemli bir araçtır. Sulama projeleri için ÇED raporu hazırlanırken, tarıma dayalı sanayi ve yeni yollar gibi gelişmelerin etkileri de dikkate alınmalıdır.

Sulama projelerinin inşası ve kuru tarımdan sulu tarıma geçiş ile birlikte yaşanan ekonomik gelişme ve gelir düzeyinin artışı; proje alanındaki tarımsal işletmelerin genişlemesinde önemli bir faktördür. Bu genişlemelerin sonucunda, özellikle sulama kanallarına yakın yerleşim yeri inşaatları yoğun biçimde yaşanmaktadır.

#### **2.3.4. Sosyoekonomik Etkiler**

Sulama, yalnızca teknik ya da yalnızca ekonomik bir uygulama değil, başlı başına bir insan faaliyeti ve sosyal bir olgudur. Sulamanın insanla ilgili yönlerinin dikkatli bir biçimde ele alınması, sulama projesinin başarılı olmasında anahtar rol oynamaktadır (Hillel 1997).

Sulu tarımın temel amacı; proje alanındaki tarımsal üretimi arttırarak, bölge insanının sosyal ve ekonomik refahını yükseltmektir. Projede hedeflenen amacın gerçekleştirilebilmesi için, proje alanının sosyal ve ekonomik yapısı çok dikkatli bir biçimde ele alınmalıdır (Dougherty ve Hall 1995).

Sulama, toplumun refahını amaçlamakla birlikte, büyük ölçekli sulama projelerinin toplum üzerinde bazen olumsuz etkileri görülebilmektedir. Gelişimin her türünün, sosyal değerler, davranış biçimleri olduğu kadar toplumların sosyokültürel ve sosyoekonomik yapısı üzerinde de etkisi bulunmaktadır. Örneğin; sulama, tarımsal üretimin yoğunlaşması, ekili alan miktarının artması, toprak ve su kaynaklarının kullanılması, ulusal ekonomi ile bütünleşme anlamına gelmektedir. Ekonomik ve sosyal gelişme dengeli ve sürdürülebilir olmadıkça toplum veya toplumun bir kesimi için etkiler son derece olumsuz olabilmektedir (Petermann 1993).



### 2.3.4.1. Nüfus Değişimi ve Göç

Sulama projelerinin; bölge insanının sosyal ve ekonomik refahını yükseltmesi o bölgedeki nüfus yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle nüfusta meydana gelebilecek önemli değişimler önceden belirlenmeli, proje planlama aşamasında yeterli altyapı sağlanmış olmalıdır. Gelişmekte olan ülkelerde artan nüfus, geçimini doğrudan sahip oldukları fiziksel çevreden sağlamakta, böylece çevre üzerinde önemli bir baskı unsuru oluşturmaktadır. Bu nedenle nüfus artışı doğal kaynakların korunması ve bu kaynakların sürdürülebilir kullanımını engelleyen en önemli etmenlerden birisidir.

İnsan göçü veya insanların buldukları yerlerden başka yerlere yerleşmesi, toplum altyapısında bir parçalanmanın sonucudur. Bu parçalanma, sosyal huzursuzluklara neden olmakta, daha kötü yaşam koşulları, beslenme yetersizliği, hastalık oranlarının artması gibi olumsuz koşulları doğurabilmektedir. Büyük ölçekli sulama projeleri, inşaat aşamasında ve tarımsal işgücünün en yoğun olduğu aylarda geçici nüfusu çekeceğinden, bu nüfusun barınma sorununa yönelik önlemler alınmalıdır (Dougherty ve Hall 1995).

### 2.3.4.2. Gelir Düzeyi ve İşgücü

Sulama projeleri, bölgede önemli oranda gelir artışı sağlamaktadır. Sulamadan elde edilen kazançların paylaşımı, temel bitkisel üretim dışında birçok faktöre bağlı olduğundan, sulamanın bölge ekonomisi üzerindeki etkisi oldukça karmaşıktır. Bitkisel üretimden başka gıda işleme endüstrisi ve taşımacılık gibi hizmet sektörleri gelişme gösterir. İşletme gelirlerinin artması, çiftçinin alım gücünü arttıracığından ticaretle bir canlılık görülür. Kırsal alanda iş bulma olanağı artmakta ve yaşam standardı yükselmektedir. Yaşanan deneyimler; iyi yönetilen sulu tarım, marjinal çiftçiler ve arazisiz köylüler için iş potansiyeli yaratmış ve daha yüksek ücret almalarını sağlamıştır. Sulamanın yararları kentlerdeki iş potansiyeli ve kent altyapısı üzerindeki baskıyı azalttığı için, kırdan kente kadar uzanmaktadır. Ancak sulama ile birlikte kullanılan tarımsal girdilerin yüksek maliyeti, ekonomik gücü düşük çiftçileri dezavantajlı konuma düşürebilmekte ve dengesiz gelir dağılımına yol açmaktadır (Anonim 1999b).

Çoğunlukla, yeterli üretim artışını sağlamak için ek masraf yapmak gerekmektedir. Bu masraflar arasında tarımsal mekanizasyon, modern çeşitlerin kullanımı, gübre kullanımı, bitki koruma önlemlerinin alınması (herbisit, fungusit, insektisit) pazarlama ve endüstriyel işleme sisteminin geliştirilmesi sayılabilir. Destekleme yapılmadığında, bu ek masraflar çiftçiye çok fazla yük getirmekte, çiftçilerin gelirlerinde düşüşler başlamaktadır. Tillman (1981); birçok sulama projesinde, işletme masrafları ürünün değerinden daha hızlı arttığı zaman, çiftçilerin sistemin kurbanları olduklarını söylemektedir (Oosterban 1988).

Bazen sulama projeleri ile birlikte gözlenen gelir artışında gerileme ya da azalmalar yaşanmaktadır. Bunun nedenleri arasında, sulama işletme ve bakım çalışmalarının sosyal organizasyonundaki sorunlar, üretimde esnekliğin azalması (sulama sadece yüksek değerli ürünlere uygulandığından hayvancılık ve ormancılık gibi diğer faaliyetlerle uğraşılmamaktadır), pazarlama, tarımsal kimyasal madde girdileri, yayım ve kredi hizmetlerindeki yetersizlikler, arazi ve su kullanım modelinin değişmesinin sonucu olarak fırsat eşitsizliğinin artması, işgücü yoğun sulama çalışmalarının çekici olması, değişen işgücü deseni en başta sayılabilir. Bu sorunların çözümü için, kullanıcıların da katılım sağladığı daha gelişmiş bir plan yapılmalıdır. Çiftçi eğitiminden sorumlu olan yayım hizmetleri, aynı zamanda sulama projelerinin çekiciliğini ve bu projelerden sağlanan gelir düzeyini artırıcı bir rol oynarlar. Çiftçilerin eğilimi, riskli ama iyi gelir getiren stratejilerden çok, az riskli ama az kazanç getiren stratejileri seçme yönündedir (Anonim 1997a).

#### 2.3.4.3. Yeniden Yerleşim

Çoğu kez bir sulama projesinden kaynaklanan en önemli sosyal sorun, arazilerin ve yerleşim yerlerinin sular altında kalması sonucu ya da kanal yapımı ve diğer inşaat işleri gibi nedenlerden dolayı insanların yerlerini terk etmek zorunda kalması ve bu insanlara yeni yerleşim yeri bulunmasıdır (Dougherty ve Hall 1995).

Büyük insan toplulukları genellikle büyük ve çok işlevli barajların inşası nedeniyle, başka yerleşim yerlerine yerleştirilmektedir. Jordaen ve ark. (1993)'nın verdikleri örneklere göre; Hindistan'da Narmada vadisi projesinde 80.000 kişi yerlerini değiştirmek

zorunda kalmıştır. Mısır, Gana ve Suriye'deki benzer projelerde, bir çok insan yerlerini terk etmek durumunda kalmıştır. Afrika'daki Zambezi nehri üzerinde inşa edilen Kariba barajı yüzünden Tango kabilesine mensup 75.000 kişi, Mısır'daki Aswan barajı ve Sudandaki Nabia gölü yüzünden de 100.000 kişi zorunlu iskan ettirilmiştir. Ülkemizde de GAP projesi kapsamında, kimi yerleşim yerlerinin Atatürk Barajı su tutma alanı altında kalması nedeniyle, insanların başka yerlere yerleştirilmesi buna iyi bir örnek oluşturmaktadır.

Bu yerleşim biçiminden doğan sosyal, ekonomik ve sağlık etkileri genellikle ya ihmal edilmekte ya da yerleşim işinden sorumlu kuruluşlar tarafından yeterince doğru tahmin edilememektedir.

Bu tür projelerden dolayı yerlerini değiştirmek zorunda kalan insanlara, karar verme sürecinde genellikle fikirleri sorulmamakta ve bu durum özellikle toplumda parçalanmalar yaratmaktadır. Planlama aşamasındaki iletişim eksikliğinden dolayı, geçmişte bu soruna duyarsız kalınmış proje çalışmaları, istenmeyen sorunlara neden olmuş ve bundan mağdur olan insanların sorunları çözümsüz kalmıştır. Bu konuda sorun yaşanmaması için; konu ile ilgili kurumlar, projenin erken aşamalarında uzman desteği sağlama yoluna gitmelidirler. Yeniden oluşturulan işletmelere (örneğin pilot çiftlikler) her türlü yayım ve kredi hizmeti götürülmelidir.

Petermann (1993); büyük ölçekli projelerden sonra yapılan yeniden yerleşim projelerinin en önemli sorunlarını şu şekilde sıralamaktadır:

1. Kurumlar ve insan toplulukları arasındaki iletişim eksikliği
2. Sulama için uygun olmayan yer seçimi
3. Su ve toprak kaynakları için çatışma yaratabilecek türden kritik ekosistemlere yakın projeler
4. Farklı grupların, farklı gereksinimlerinin dikkate alınmaması
5. Teknoloji düzeyi, sermaye yatırımı ve kalifiye işgücünün dikkate alınmaması
6. Komşu alanlardaki doğal kaynakların niteliklerinin bozulması
7. Sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen yönetim tekniklerinin yetersizliği
8. Yeni yerleşimcilerin sulama sisteminden optimum düzeyde yararlanmaları için gerekli teknik bilgi, yönetim becerisi ve sosyal yapıdan yoksun olmaları.

9. Sulama sistemlerinin, çiftçi deneyimi ve isteklerine dayalı değişikliklere uyum sağlayacak biçimde esnek olmaması

10. Proje alanı dışındaki olumsuz etkilerden yeni yapılacak projelerin zarar görmemesi için, yapılması gereken bölgesel planlama ve havza kontrol çalışmalarının eksikliği

11. Hastalık riski taşıyan etmenlerin yaşam ortamlarında meydana gelen değişimler nedeniyle, hastalıkların ortaya çıkması

Petermann (1993) özellikle ele alınması gerekli hususları ise; (a) çiftçilerin teknik bilgi düzeyi ve deneyimi (b) çiftçilerin yeni yerleşime ve sulama sistemine uyum sağlaması için eğitimi, (c) hedeflenen üretim düzeyini yakalamak için gerekli tarımsal girdiler ve maliyetleri (d) üretilen ürünlerin pazar fiyatı, (e) kredi ve teknik destek, (f) önerilen sulama sistemindeki arazi kiracılık deseni ve işletim sistemi, (g) eşitlik ve sürdürülebilirliğin temini olarak sıralamaktadır.

Sulama projelerinden dolayı yapılacak yeniden yerleşim projeleri ile ilgili olarak düzenlenecek ÇED raporunda, potansiyel olumsuz etkinin derecesi ve büyüklüğü, yerleşim projesinin sürdürülebilirliğini kısıtlayan ya da ekosistem, çevre, doğal kaynaklar, ekonomik faaliyetler ve proje alanı dışındaki insan nüfusunu olumsuz etkileyen faktörler, olumsuz etkilerin giderilmesi için proje alanında önerilen önlemler, ilk değerlendirme ve planlanan önlemlerin yeterliliği gibi konular üzerinde önemle durulmalıdır (Burbridge 1988).

#### 2.3.4.4. Kültürel ve Tarihi Yerlerin Kaybı

Sulama yapılacak araziler ve baraj gölleri, yerel nüfusun inanışları ve geleneksel yapıları için çok önemli kültürel önem taşıyan yerler olabilir. Bu yerler; estetik ve rekreasyonel, dini, tarihi ve arkeolojik değere sahip olma özelliği taşıyabilmektedir. Bazı durumlarda, arkeolojik kazı alanları büyük baraj gölleri altında kalabilmektedir.

Büyük ölçekli bir proje inşa edilmeden önce, alanın kültürel değerleri ayrıntılı bir biçimde araştırılmalıdır. Olası etkiler değerlendirilmeli ve bu etkilere karşı alınacak önlemler belirlenmelidir.

### 2.3.5. Sağlık Etkileri

Gıda isteminin artması, tüketim deseninin değişmesi, toprak ve su kaynaklarında görülen hızlı nitelik kaybı, sürdürülebilir tarımın sorunlarını oluşturmaktadır. Tarımsal gelişmenin çevreyi etkilemesi gibi, çevre de sağlığı etkiler. Çünkü sağlık, insan faaliyetleri ile fiziksel ve biyolojik çevre arasındaki etkileşimlere bağlıdır (Hespanhol 1994).

Sulama projeleri, insanların beslenme düzeyinin iyileştirilmesine katkıda bulunduğu için, sağlık üzerinde olumlu etkilerde bulunmaktadır. Bazı projelerde, daha iyi altyapı ve ekonomik gelişme sağlandığı için, sağlık hizmetleri de bu gelişmeden payını almaktadır. Bütün bu olumlu etkilerin yanında, sulama projeleri hastalık etmenlerinin yayılması için uygun ortamlar yarattığından, sağlık üzerinde olumsuz etkilerde meydana gelmektedir (Esser 1999).

Su, hastalık taşıyıcı bakteri ve virüslerin yayılması için uygun bir ortamdır. Ayrıca ya doğrudan ya da etmenleri için uygun yaşam ortamları yaratarak parazitlerin yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Anonim 1995).

Yeni sulama projelerinin tesis edilmesi sonucu meydana gelen ekolojik değişimler, hastalık etmenleri için çok uygun yaşam ortamları yaratmaktadır. Bu etmenlerin ekolojik gereksinimleri arasında çok ince farklılıklar bulunmakta ve dünyanın çeşitli bölgelerinde çok karmaşık hastalık yayılma deseni göze çarpmaktadır. Genel olarak sulama projeleri, hastalık etmenlerinde iki önemli faktörü etkilemektedir. Bu faktörler etmen yoğunluğu (doyma noktasına dek hastalık yayılma düzeyiyle doğru orantılı) ve etmenlerin yaşama süresidir (Dougherty ve Hall 1995). Örneğin; tek bir sivrisineğin yaşama süresi ne kadar uzun olursa, insanlara hastalıkların bulaşma riski daha çok olmaktadır.

Büyük ölçekli sulama projelerinin geliştirilmesinde, proje alanının hidrolojisine yapılan önemli müdahaleler, çoğu zaman bölgenin ekolojisi üzerinde önemli değişiklikler yaratacaktır. Bu durum özellikle tropikal taşkın ovalarındaki su tutma ve saptırma projelerinde görülür. Bu tür ovalarda, ekolojideki ve arazi kullanımındaki değişimler, sadece mevcut doğal değerleri ve yumurta bırakma, balıkçılık, otlak vb üretim işlevlerini olumsuz etkilemekle kalmaz, aynı zamanda suyla taşınan parazitik hastalıkların yayılmasına da olanak yaratır. Bu hastalıkların tropik bölgelerin yüksek sıcaklık rejimlerinde yayılması ılıman bölge koşullarına oranla çok daha hızlı olmaktadır. Hidrolik



sistemlerinin bakımsızlığı, sulama randımanlarının düşüklüğü ve tabansuyunun yükselmesine neden olan yetersiz drenaj, sulama şebekelerinde hastalık yayılımını arttırmaktadır. Yine düşük teknolojide sistemlerin işletilmesi sırasında hijyenik olmayan koşullara yol açarak hastalık yayılımını arttırıcı yönde etki yapar. Bu koşulların özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha yaygın oluşu, bu ülkelerin sağlık sorunlarından daha çok etkilenmesine neden olmaktadır (Smedema 1994).

Bir sulama projesinde, görülen en önemli hastalıklar sıtma, schistosomiasis (bilharzia),japon encephalitis (beyin ateşi), lymphatic filariasis (fil hastalığı), onchocerciasis (nehir körlüğü)' dir.

Tüm bu hastalıkların dışında, sulama sonrası yeni tarımsal zararlıların ortaya çıkışı ve bu zararlılarla mücadele için pestisit uygulamaları, sulama projelerine sağlıkla ilgili yeni bir boyut kazandırmaktadır. Pestisitlerin, tarım işçilerini zehirleme riski olabildiği gibi, zararlılar üzerindeki etkileri etmen yoğunluğunun artmasına ve hızla gelişmesine neden olabilir. Zararlılarla mücadele programları, izleme faaliyetleri içerisinde hastalık vektörlerini de eklemeli ve herhangi bir hastalığın ortaya çıkması durumunda sağlık birimlerini erken uyarımalıdır (Dougherty ve Hall 1995).

Sulu tarımın sağlık üzerindeki olumsuz etkileri yapılacak ÇED çalışmasında çok dikkatli bir biçimde ele alınmalıdır. Projenin erken aşamalarında Sağlık Bakanlığının ilgili birimlerine danışılmalıdır. Sulamada atıksular ve drenaj sularının kullanılması durumunda, ortaya çıkabilecek sağlık sorunları ayrıca değerlendirilmelidir.

#### **2.4. Sulama Projelerinde Çevresel Değerlendirmenin Gerekliliği**

Yeryüzündeki suyun kıtlığı, yere ve zamana bağlı olarak düzensiz dağılımı nedeniyle, dünyanın birçok bölgesinde açlık hastalık ve yoksulluk yaşanmaktadır. Bu nedenle, kabul edilebilir kalitedeki suyun, yeter miktarda, uygun yer ve zamanda, uygun fiyatta, sürekli ve çevreye zarar vermeyecek biçimde varlığının temin edilmesi, ayrıca arazilerdeki fazla suların uzaklaştırılmasının sağlanması ve su taşkınlarının kontrol altına alınmasını amaçlayan su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi projeleri büyük önem taşımaktadır. Belirtilen bu amaçlara, sulama ve drenaj projelerinin planlanıp gerçekleştirilmesiyle ulaşılabilmektedir. Ancak, bu projelerin çevresel değerlerle



bütünleşmemesi, alternatiflerin iyi değerlendirilmemesi, bilinmeyen ya da tahmin edilmeyen olayların göz ardı edilmesi gibi bir çok nedenle, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, şiddeti ve boyutları giderek artan oranda, doğal kaynaklarla tüketilme riskini de kapsayan ciddi çevre sorunları ortaya çıkmaktadır (Balcı ve Akar 1997).

Topraklarda sürekli verimliliğin temini; su, toprak ve bitki ilişkilerinin iyi bir biçimde dengelenmesine bağlıdır. Aksi takdirde erozyon, tabansuyu yükselmesi, yüzeysel drenaj yetersizliği, çoraklaşma ve çölleşme kaçınılmazdır. Sulama, ekonomik değerinden önce mutlaka ekonomik yönüyle de düşünülmelidir. Çünkü sürdürülebilir ekonomik gelişmede temel ilke; yaşanan ortam, varolan canlı ve üretim kaynaklarının korunmasıdır. Bu nedenle sulama projeleri için ÇED son derece önemlidir. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde de sulama projelerine yönelik ayrı bir ÇED çalışması yapılmakta, bilinçsiz su ve arazi kullanımının sonuçları vurgulanmaktadır (Kabukçu 1993).

Suyun depolanması, başka bir yöne saptırılması, iletimi, dağıtımı, kullanımı ve drene edilmesi gibi faaliyetler, mutlak surette su, arazi kaynakları ile bitki, hayvan ve insan toplulukları üzerinde çeşitli değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişimlerin kimisi olumlu, kimisi ise olumsuzdur. Değişimlerin ve etkilerinin belirlenmesi, olumsuz olanların en aza indirilmesi, olumlu olanların iyileştirilmesi çok önemlidir (Trout 1999)

Sulama, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomi, sağlık ve refah için en önemli bileşen konumundadır. Dünya gıda güvenliğinin sağlanması ve açlığın önlenmesi, sulama ile mümkün olacaktır. Bununla birlikte sulama; dünya tatlı su rezervlerinin en önemli tüketicisi olup, arazi kullanım deseninde önemli değişikliklere neden olmakta ve böylece çevre üzerinde bazı etkileri olmaktadır. Yapılan her yeni sulama ve drenaj projesi, memba ve mansapta olumlu ve olumsuz etkiler yaratmaktadır. Etkiler; doğal, fiziksel çevre ile insan çevresi üzerinde, ya da her ikisinde de görülmektedir. Büyük ölçekli sulama projeleri için kredi veren kuruluşlar, sulama ve drenaj projelerini, çevresel olarak duyarlı projeler kapsamında görmektedirler (Dougherty ve Hall 1995).

Sulama projelerinin çevre üzerindeki olumsuz etkileri, sonuç olarak projelerin sürdürülebilirliğini de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, beklenen olumsuz etkileri belirlemek ve bu etkileri önlemek için gerekli önlemleri almak amacıyla, sulama projelerinin ilk planlama aşamalarının bütünleyici bir elemanı olarak, ÇED yapılması gerekli olmuştur. Bir ÇED çalışması, sulama projelerinin yürütülmesi ile ilgili daha iyi

kararlar alınabilmesi için gerekli bir aşama olarak, projedeki farklı planlama ve projelendirme alternatiflerinin olası olumsuz ve olumlu etkilerini ortaya koyan bir mekanizmadır (Abu-Zeid ve ark. 1999).

ÇED, projeler için bir engel olarak görülmemeli, aksine projenin her aşamasında potansiyel olumlu ve olumsuz etkileri tanımlamak için çok yararlı bir araç olarak göz önüne alınmalıdır. Olumsuz etkilerin giderilmesi için alınan önlemlerin kısa dönemli maliyeti, sonuçta olumsuz etkilerin uzun dönemli maliyetlerini azaltmakta, olumlu etkilerin uzun dönemli faydalarını arttırmaktadır (Dinar 2000).

Yeni bir sulama sistemi planlandığında, ya da mevcut sistemler işletildiğinde; sulamanın toprak, su, hava, flora ve fauna, sosyoekonomik durum üzerindeki etkilerinin ayrıntılı bir analizini yapabilmek için bazı bilgilere gereksinim duyulmaktadır. Bu bilgiler; sulama sistemlerinin planlanmasını ve işletimini yapan planlamacılara ve karar verici kişilere, bu tür olumsuz etkileri aza indirmek için alınması gereken önlemler ve faaliyetler için önemli bir dayanak noktası oluşturmaktadır (Hartlik 1993).

Trout (2000); sulamanın çevreye bir çok olumsuz etkisi olabileceğini belirtmekle beraber, sulama dışındaki alternatiflerin çevreye etkilerinin daha da olumsuz olabileceğini bildirmektedir.

OECD (1985); sulama ile ilgili olarak çevre bileşenlerini ve bu bileşenlere ait parametreleri Çizelge 2.7'de görüldüğü gibi sınıflandırmıştır (Peterman 1993).

Sulama projeleri, çok para, emek ve izleme isteyen projelerdir. Sadece sulama suyu temini ve uygulaması çok önemli olmamakta, tarım topraklarının verimliliğinin korunması ve sürdürülmesi için, tuzluluk, drenaj ve erozyon kontrolü gibi önlemlerin alınması gerekmektedir. Sulama alanı ve yakın çevresinin ekonomik, toplumsal, kültürel, tarihsel, tarımsal, endüstriyel, pedolojik, jeolojik, jeomorfolojik, ekolojik, hidrolojik ve biyolojik durumunu kapsamlı bir biçimde saptayan ÇED raporu hazırlanmalıdır (Kabukçu 1993).

Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID) için yapılan bir çalışmada, Mock ve Bolton (1993), çevresel etkileşimin doğası ve düzeyi hakkında bilgi sahibi olunması için planlamacılara yönelik bir kontrol listesi hazırlamışlardır. Bu kontrol listesinde, 53 etki kategorisi belirlenmiş olup, bu etkilerin çoğu karşılıklı etkileşim içinde olmaktadır. Kullanıcı, bu 53 kategoriden olması en fazla olası etkiden başlayarak, olması

en zayıf olasılık olan etki şeklinde ayrılmış 6 değerlendirme biçimi ile bu etkileri değerlendirmektedir (Abernethy ve Kijne 1993). ICID kontrol listesinde yer alan 53 etki kategorisi ve bu kategoriler birbirleriyle olan etkileşimleri Çizelge 2.8.'de verilmiştir (Mock ve Bolton 1993).

Çizelge 2.7. Sulama ile İlgili Çevre Bileşenleri ve Parametreleri (Petermann, 1993)

Çevre Bileşeni	Çevresel Parametreler
1. Su Kalitesi	Tuzluluk, pH, sıcaklık, organik ve inorganik maddeler, azot, fosfor, BOD, toplam katı madde, organik karbon, bakteriler, virüsler, parazitler, SAR
2. Su Miktarı	Akış miktarı, toplam hacimler, günlük ve yıllık dalgalanmalar, taşkın riski, akış düzeyi
3. Toprak Kalitesi	Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri: EC, SAR, pH, N, P, K, Değişebilir sodyum yüzdesi, infiltrasyon, su tutma, geçirgenlik, erozyon riski, drenaj, toprak nem durumu, yüzey akış, kıyı erozyonu, sedimentasyon, yıkanma, toksik madde varlığı, patojen
4. Hava Kalitesi	Uçucu toksik maddeler, partiküller, uçucu azot gazı, sera gazları, patojenik aerosoller(atıksulardan)
5. Mikroklima	Sıcaklıktaki değişimler, hava nemi, rüzgar hızı
6. Gürültü	Trafik, mekanizasyon, hidroelektrik tesisleri, tarımsal inşaat
7. Rekreasyon	Temiz su, bulanıklık, renk/koku, yüzeyde görünür yağ ve bakteri filmi, yabancı otlar
8. Sucul Ekosistemler	Balık yumurtlama ve göçü, risk altındaki türler dahil doğal ve genetik kaynakların korunması, sucul bitki yaşam ortamları
9. Karasal Ekosistemler	Fauna türlerin yumurtlama ve göçü, risk altındaki türler ve bitki örtüsü dahil doğal ve genetik kaynaklarının korunması
10. Estetik	Ender rastlanan ve değerli alanların ve görünümünün kaybı
11. Sosyokültürel	Ender görülen, değerli kültürel ve tarihi yerlerin kaybı, geleneksel yerleşim yerlerinin kaybı

KUVVETLİ ETKİ  
 ORTA DERECEDİLİ ETKİ  
 ZAYİF ETKİ

KATEGORİ	Etki Açıklaması	HİROLOJİ		ATMOSFERİK		TOPOGRAFIK		KÜLTÜR		SOSYO EKONOMİK		SAĞLIK		EKONOMİK	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HİROLOJİ	1.1 Nehir Regim														
	1.2 Su Regim														
	1.3 Buzlular														
	1.4 Tuzlanma														
	1.5 Yıllık Su Ortalama														
	1.6 Su Kalitesi														
	1.7 Su Kaybı														
	1.8 Su Kaybı														
	1.9 Su Kaybı														
	1.10 Su Kaybı														
ATMOSFERİK	2.1 Sıcaklık														
	2.2 Nem														
	2.3 Bulutluluk														
	2.4 Bulut Türü														
	2.5 Bulut Yüksekliği														
	2.6 Bulut Yoğunluğu														
	2.7 Bulut Türü														
	2.8 Bulut Yüksekliği														
	2.9 Bulut Yoğunluğu														
	2.10 Bulut Türü														
TOPOGRAFIK	3.1 Yükseklik														
	3.2 Yükseklik														
	3.3 Yükseklik														
	3.4 Yükseklik														
	3.5 Yükseklik														
	3.6 Yükseklik														
	3.7 Yükseklik														
	3.8 Yükseklik														
	3.9 Yükseklik														
	3.10 Yükseklik														
KÜLTÜR	4.1 Yıllık Ortalama														
	4.2 Yıllık Ortalama														
	4.3 Yıllık Ortalama														
	4.4 Yıllık Ortalama														
	4.5 Yıllık Ortalama														
	4.6 Yıllık Ortalama														
	4.7 Yıllık Ortalama														
	4.8 Yıllık Ortalama														
	4.9 Yıllık Ortalama														
	4.10 Yıllık Ortalama														
SOSYO EKONOMİK	5.1 Yıllık Ortalama														
	5.2 Yıllık Ortalama														
	5.3 Yıllık Ortalama														
	5.4 Yıllık Ortalama														
	5.5 Yıllık Ortalama														
	5.6 Yıllık Ortalama														
	5.7 Yıllık Ortalama														
	5.8 Yıllık Ortalama														
	5.9 Yıllık Ortalama														
	5.10 Yıllık Ortalama														
SAĞLIK	6.1 Yıllık Ortalama														
	6.2 Yıllık Ortalama														
	6.3 Yıllık Ortalama														
	6.4 Yıllık Ortalama														
	6.5 Yıllık Ortalama														
	6.6 Yıllık Ortalama														
	6.7 Yıllık Ortalama														
	6.8 Yıllık Ortalama														
	6.9 Yıllık Ortalama														
	6.10 Yıllık Ortalama														
EKONOMİK	7.1 Yıllık Ortalama														
	7.2 Yıllık Ortalama														
	7.3 Yıllık Ortalama														
	7.4 Yıllık Ortalama														
	7.5 Yıllık Ortalama														
	7.6 Yıllık Ortalama														
	7.7 Yıllık Ortalama														
	7.8 Yıllık Ortalama														
	7.9 Yıllık Ortalama														
	7.10 Yıllık Ortalama														

Çizelge 2.8. ICID Kontrol Listesindeki Etki Kategorileri ve Çevresel Etkilerin Birbirleriyle Olan Etkileşimleri (Mock ve Bolton, 1993)

Türkiye'de ÇED kavramı ilk olarak 9 Ağustos 1983 tarih ve 2872 sayılı, Çevre Yasasının 10.maddesi ile gündeme gelmiştir. Bu maddede "Gerçekleştirmeyi planladıkları faaliyetleri sonucu çevre sorunlarına yol açabilecek kurum, kuruluş ve işletmeler bir "Çevresel Etki Değerlendirme Raporu" hazırlar. Bu raporda çevreye yapılacak tüm etkiler göz önünde bulundurularak, çevre kirlenmesine neden olabilecek atık ve artıkların ne şekilde zararsız hale getirilebileceği ve bu hususta alınacak önlemler belirtilir. ÇED raporunun, hangi tip projelerde isteneceği, ihtiva edeceği hususlar ve hangi makamlarca onaylanacağına dair esaslar yönetmelikle belirlenir" hükmü yer almaktadır. Anılan yönetmeliğin ilki, çevre kanunundan 10 yıl sonra, 7 Şubat 1993 tarih ve 21479 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak "ÇED Yönetmeliği" ismiyle yürürlüğe girmiştir. Daha sonra bazı değişikliklerle 23 Haziran 1997 tarih ve 23028 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan ikinci ÇED Yönetmeliği ile yürürlükten kaldırılmıştır. Bu yönetmelikte ÇED uygulanacak faaliyetler listesi ile ÇED ön araştırma uygulanacak faaliyetler listesi verilmektedir. Buna göre; göl hacmi 100 milyon m<sup>3</sup> ve üzeri ya da göl alanı 15 km<sup>2</sup> ve üzeri su depolama tesisleri, ÇED uygulanacak faaliyetler listesinde, göl hacmi 10 milyon m<sup>3</sup> dahil, 100 milyon m<sup>3</sup> e kadar ya da göl alanı 1-15 km<sup>2</sup> arasında olan su depolama tesisleri ÇED ön araştırması uygulanacak faaliyetler listesinde yer almaktadır. Ancak her iki listede de sulama ve drenaj projeleri için herhangi bir ÇED yükümlülüğü bulunmamaktadır (Topçu 1998).

## **2.5. Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED)**

### **2.5.1. Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED)'nin Tanımı**

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), yapılması düşünülen herhangi bir faaliyet sonucunda oluşabilecek olumlu ve olumsuz çevre etkilerinin önceden belirlenmesini ve olumsuz etkiler ortaya çıkmadan gerekli önlemlerin alınmasını amaçlayan sistematik bir yaklaşımdır (Topçu 1998). ÇED'in temel hedefi sürdürülebilir kalkınmaya hizmet etmektir (Dougherty ve Hall, 1995).

Çeşitli kaynaklara göre ÇED, çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır :



- Çevre kalitesinde meydana gelebilecek değişimleri tahminleme ve bu değişimleri değerlendirme (Barrow 1997).

- Öngörülen bir faaliyetin olumlu ve olumsuz yönlerinin (zarar ve yararlarının) belirlenmesi, önceden tespiti ve tanımlanması işlemleri; ÇED' in yararlı olabilmesi için kamuoyu ve karar verici mercilerle anlaşılabilir bir dilde yazılması ve ülkede çevre konusunda geçerli olan kriterlere dayandırılması gereklidir (Clark 1992).

- İnsanların kalkınma faaliyetlerinin çevresel sonuçlarının tahmin edilmesi ve olumsuz etkilerin giderilmesi veya azaltılması ile olumlu etkilerin geliştirilmesini amaçlayan resmi bir işlemdir (Dougherty ve Hall 1995).

1970'lerde, herhangi bir kalkınma projesinin çevresel etkilerinin tahmin edilmesi ve olumsuz etkilerin giderilip, olumlu etkilerin daha da geliştirilmesi amacıyla, Çevre Etki Değerlendirme (ÇED) prosedürü geliştirilmiştir.

ÇED' in temel işlevleri; (1) sorunları belirleme, (2) sorunlara çözüm yolları bulma, (3) olumlu etkileri geliştirme biçiminde belirlenmektedir. ÇED, kalkınmanın bir bileşeni olarak, çevrenin geliştirilmesine hizmet etmektedir. Ayrıca ÇED, proje ile projeden doğan çevresel etkiler arasındaki etkileşimi, çelişkileri açık bir biçimde ortaya koymakta, meydana gelen olumsuz etkileri azaltma/giderme yolları ve gelecekte meydana gelebilecek etkilerin değerlendirilmesi için izleme programları önermekte, çevresel riskleri ortadan kaldırmak için uygun kararların alınması için veri sağlamaktadır, ÇED, planlama ve karar verme mekanizmaları için bir yönetim aracı olmakla birlikte, tüm mühendislik çalışmalarının tamamlayıcısı konumundadır. Kalkınma planları ve yönetimin önemli bir bileşeni olarak kabul edilmekte, proje değerlendirilmesinde en az ekonomik analiz kadar önemli olmaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

5 Haziran 1972'de Stockholm' da toplanan "İnsan ve Çevre" konferansının sonuç bildirisinde, dünyanın birçok yöresinde giderek önemli boyutlara ulaşma eğilimi gösteren çevre sorunlarının tüm insanlığı tehdit eden bir sorun haline geldiğini ve insanlığın bu ortak sorununa ancak koordineli bir çalışma ile ortak çözümler getirebileceği vurgulanmıştır. Bu bildiriye göre, çevresel sorunlar bir sistem yaklaşımı içinde incelenmeli, başlatılan her planlama ve uygulama girişimi, hem diğer girişimler ve çevre ile olan ilişkileri çerçevesinde ele alınmalıdır (Uslu 1993).



Başlangıçta, Stockholm konferansının sonuçları, gelişmekte olan ülkeler tarafından şüpheyle karşılanmış ve ÇED' in kalkınmaya engel olduğu ileri sürülmüştür. Ancak günümüzde kalkınma ve çevre birbirine bağımlı ve birbirini tamamlayıcı olmakta, ÇED ise kalkınma ve çevrenin karşılıklı olarak birbirlerini güçlendirmelerine hizmet etmektedir (Dougherty ve Hall 1995).

İlk olarak Kasım 1978 tarihinde Ulusal Çevre Politikası Yasası (NEPA) ile ABD'de başlatılan ÇED uygulamaları, daha sonra Kanada ve Avrupa ülkelerinde yaygınlaşmıştır. Türkiye'de ise ÇED kavramı ilk olarak 9 Ağustos 1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 10.maddesi ile gündeme gelmiş, 7 Şubat 1993 tarih ve 21479 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanan "ÇED Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir. Daha sonra bazı değişikliklerle 23 Haziran 1997 tarih ve 23028 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan ikinci ÇED yönetmeliği ile ilki yürürlükten kalkmıştır (Topçu 1998).

Uslu (1993); ÇED kavramının temel özelliklerini özetlemiştir. Buna göre ÇED; (1) planlanan faaliyetin çevre üzerinde yapacağı etkilerin önlenmesi için kullanılan bir yöntemler silsilesidir, (2) bir gelişme programı ya da projesi için ortaya konabilecek çeşitli seçenekler arasında, karşılaştırma ve seçim yapmak için uygulanan bir yaklaşımdır, (3) gelecek için yapılan öngörülere dayanır, (4) proje ve faaliyetlerin irdelenmesinde, ekonomik fayda ve masraflarla çevresel olguların ortak bir çerçeve içinde değerlendirilmesini sağlar.

### 2.5.2. Çevresel Etki Değerlendirmesinin Aşamaları

Planlanan bir faaliyetin çevresel etkilerinin değerlendirilebilmesi için yapılacak olan çalışmaların sistematik, objektif ve disiplinlerarası özellikler taşıması gereklidir. Çalışmaların sistematik olması koşulu, çevrenin fiziksel, biyolojik, kültürel ve sosyoekonomik bileşenlerine muhtemel etkilerin eksiksiz düzenli ve bilimsel titizlikle belirlenmesini sağlar. Çalışmalar objektif olmalı, çalışmayı gerçekleştiren grubun subjektif eğilimlerini yansıtmamalıdır. Çalışmanın disiplinlerarası bir grupta gerçekleştirilmesi gereği ise konunun çok yönlü ve çok boyutlu oluşu nedeniyledir (Uslu 1993).

Uygulayıcılara bağlı olarak ÇED' de izlenen aşamalar farklılık gösterebilmektedir. ÇED beş aşamadan oluşmaktadır:

Uslu (1996)'ya göre ise; ÇED dokuz aşamada gerçekleştirilmektedir:

- Hazırlık çalışmaları ve sorunun tanımlanması;
- Eleme
- Kapsam ve etkilerin belirlenmesi;
- Çevrenin mevcut durumunun belirlenmesi;
- Çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve alınacak önlemlerin belirlenmesi
- Proje alternatiflerinin değerlendirilmesi ve önerilerin hazırlanması
- ÇED raporunun hazırlanması
- Karar verme süreci
- Proje sonrası izleme (monitoring) ve denetim (auditing)

ÇED aşamaları ile ilgili olarak; Clark (1992), Yağan (1993), Dougherty ve Hall (1995) incelenebilir.

#### **2.5.2.1. Hazırlık Çalışmaları ve Sorunun Tanımlanması**

Hazırlık aşamasında; ÇED projesindeki tarafların belirlenmesi, planlanan faaliyetin ve alternatiflerin tanımlanması ve konuyla ilgili yasal ve teknik düzenlemelerin saptanması, karar merciielerinin belirlenmesi gerekmektedir.

#### **2.5.2.2. Eleme**

Eleme aşamasında, ÇED' in gerekli olup olmadığına karar verilmektedir. ÇED gerektiren projelerin belirlenmesi, ülkelerin yürürlükteki yasa ve yönetmeliklerine bağlı olarak değişmektedir (Dougherty ve Hall 1995). ÇED yapılmasının öngörülmediği faaliyetlerde ÇED ön araştırma (ÖNÇED) çalışmasının yapılmasının uygun olacağı belirtilmektedir (Uslu 1993).

#### **2.5.2.3. Çevrenin Mevcut Durumunun Belirlenmesi**

İleride oluşabilecek değişimlerin ve etkilerin ayrıntılı bir biçimde incelenebilmesi için, proje alanında yapılacak ölçüm ve veri toplama faaliyetleri planlanmakta, böylece

planlanan faaliyetlerden etkilenmesi olası olan çevresel ortamın mevcut durumu belirlenmekte, yani bir envanter çalışması yapılmaktadır (Uslu 1993).

#### **2.5.2.4. Kapsam ve Etkilerin belirlenmesi**

Bir ÇED' in en önemli aşaması olan kapsam ve etkilerin belirlenmesi aşamasında; tüm temel çevresel konular belirlenmektedir. Çeşitli gruplar, özellikle yerel halk, üniversite çevreleri ve karar vericiler, göz önüne alınması gereken konular üzerinde görüş belirtmekte, tüm grupların görüşleri dikkate alınmaktadır (Wathern 1988).

Bu aşamada, olası çevresel etkiler belirlendikten sonra, en önemli ve kritik etkiler belirlenmekte ve bu etkilere ait ayrıntılı çalışmalar yapılmaktadır. Bu aşamanın temel işlevi, kamu ve özel tüm ilgi gruplarının belirlenmesi ve bu gruplar arasında iyi bir iletişim kurulmasıdır. Projeden etkilenen kişilerin görüşleri alınarak, ÇED' in hangi noktaya odaklanması gerektiği konusunda fikir sahibi olunmaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

#### **2.5.2.5. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ve Alınacak Önlemlerin Belirlenmesi**

Bu aşamada, gelecekte olması muhtemel çevresel etkilerin mümkün olduğunca somut bir biçimde ortaya konması gerekmektedir.

Karmaşık çevresel sistemlerin henüz mevcut olmayan etkiler altında, gelecekteki davranışlarının belirlenmesi ÇED' in en güç aşamasını oluşturur. Yapılacak değerlendirmeler, objektif ve niceliksel olmalıdır. Etkiler değerlendirildikten sonra, etkilerin giderilmesi için alınacak önlemler önerilmektedir. Bu önlemler, ÇED raporunda da yer almaktadır. Belirlenen olumsuz etkileri minimize edecek ve olumlu etkileri arttıracak önlemlerin ortaya konması amaçlanmaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

Çevresel etkilerin niceliksel olarak değerlendirilmesinde, matematiksel modeller önemli yer tutmaktadır. Ancak mevcut verilere uygun modellerin seçilmesine dikkat edilmelidir. Sistemlerin karmaşıklığı ve mevcut bilgi düzeyi nedeniyle, fiziksel sistemler ekolojik sistemlerden, ekolojik sistemlerde sosyal sistemlerden daha başarılı bir biçimde

modellenebilmektedir. En çok bilinen ÇED teknikleri; kontrol listeleri (checklists), matrisler, ağ diyagramları, örtmeler yöntemidir.

#### **2.5.2.6. Proje Alternatiflerinin Değerlendirilmesi ve Önerilerin Hazırlanması**

Bu aşamada, çevresel açıdan tek tek değerlendirilmiş olan proje alternatifleri karşılaştırılmakta ve ortak bir bazda değerlendirilmektedir. Her proje alternatifinin çevresel kayıpları ve kazançları ekonomik fayda ve masrafları ile birlikte ele alınmakta, en iyi çözümlerin bulunması amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda, çalışma grubu, karar merciine sunulmak üzere önerilerini hazırlamaktadır (Uslu 1993).

#### **2.5.2.7. ÇED Raporunun Hazırlanması**

Projenin çevresel etkilerini belirlenmesi ve değişik alternatiflerin karşılaştırılmasından sonra elde edilen sonuçların kolay anlaşılır biçimde ve belirli bir pozisyon içinde yazılması gerekir. Bir ÇED raporunun son şekli verilmeden önce, tartışmaya açılmasında ve bu tartışmadan elde edilen bilgi ve öneriler ışığında, son olarak gözden geçirilip kesinleştirilmesinde yarar vardır (Canter 1977).

#### **2.5.2.8. Karar Verme Süreci**

ÇED raporunu hazırlayan grup, raporunu karar merciine sunar ve görevi sona erer. Karar mercii, bazı durumlarda, yapılan ÇED çalışmasını yetersiz görebilir ve ek çalışmalar yapılması için raporu iade edilebilir (Uslu 1993).

#### **2.5.2.9. Proje Sonrası İzleme (Monitoring) ve Denetim (Auditing)**

ÇED' in son ve sürekli aşaması olan faaliyetlerin izlenmesi ve denetim aşamasında; (a) ÇED çalışmasında öngörülen etkilerin gerçekten tahmin edilen kapsamda, şiddette, zamanda ve tahmin edilen istatistiksel yapıda gerçekleşip gerçekleşmediği, (b) ÇED

çalışmasında dikkate alınmamış veya gözden kaçmış olan etkilerin var olup olmadığı, (c) alınmış olan önlemlerin yeterli olup olmadığı gibi hususlar açığa kavuşturulur (Uslu 1993).

İzleme faaliyetinin temel işlevi; gelecekteki ÇED çalışmalarına ışık tutmak ve ÇED konusunda yeni yöntemlerin geliştirilmesine yardımcı olmaktır. İzleme faaliyetleriyle; tahmin edilen etkilerle gerçekleşen etkiler karşılaştırılmaktadır.

Denetim (Auditing) ise; projenin yürütülmesinden sonra, tüm faaliyetler ile ilgili bilgi edinme amacına yönelik yapılmaktadır. Denetim ile yapılan ÇED çalışmasının yeterliliği, öngörülerin doğruluğu ve iyileştirme önlemlerinin uygunluğu değerlendirilmektedir. Bu çalışma, ÇED çalışmasını yapan gruptan farklı bir grup tarafından yapılmaktadır (Esser 1999).

### **2.5.3. Çevresel Etki Değerlendirme Yöntemleri**

Çevresel Etkilerin değerlendirilmesinde, basit matrislerden çok karmaşık bilgisayar modelleri gibi çok farklı yöntemler kullanılmaktadır (Westman 1985, ERL 1985).

Kullanılacak yöntem; genellikle önerilen faaliyetin özelliğine ve karar merciinin gereksinimlerine bağlı olarak, ÇED yapan grup tarafından belirlenmektedir. Sulama projeleri içinde aşağıda kısaca açıklanan yöntemlerden birini kullanmak olasıdır. Örneğin; Mock ve Bolton (1993) sulama projeleri için kontrol listesi önermişlerdir.

#### **2.5.3.1. Örtmeler Yöntemi (Map Overlay)**

Bu yöntemde, incelenen bölgenin topoğrafya, hidroloji, ekoloji, yerleşimler, tarımsal kullanım, endüstriyel kullanım gibi çeşitli özelliklerini içeren haritalar üstüste çalıştırılarak değerlendirilirler. Görünüşte basit bir yöntem olmasına rağmen, fiziksel olarak incelenecek parametre sayısı üst üste değerlendirilebilecek harita sayısı ile sınırlı olmaktadır. Ancak günümüzde güçlü bilgisayar olanaklarıyla, pratik olarak sonsuz sayıda çevresel parametre ortaklaşa değerlendirilebilmektedir. Bilgisayarlar, sayısallaştırılabilen her türlü veriyi çok hızlı ve sağlıklı biçimde değerlendirebilmekte, ancak niteliksel

anlatımlar (sosyoekonomik, sosyokültürel ve estetik faktörler) karşısında yetersiz kalmaktadırlar (Uslu, 1993). Son yıllarda uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) yaklaşımlarının yaygınlaşmasıyla, alternatiflerin karşılaştırılması, duyarlı bölgelerin belirlenmesi ve arazi yönetiminde farklı alanların ya da yöntemlerin önerilmesinde örtmeler yöntemi son derece elverişli bir yöntem haline gelmiştir (Dougherty ve Hall 1995).

### **2.5.3.2 . Kontrol Listeleri (Checklists)**

Kontrol listelerinde, herhangi bir faaliyetin sonucu olarak ortaya çıkabilecek etkileri sistematik bir biçimde değerlendirmeyi sağlayacak çevresel faktörler sıralanmakta, ele alınan çevresel faktör sayısı projeden projeye değişmektedir (Yağan 1993). En çok bilinen kontrol listeleri Worldbank(1991) ve ICID (1993) kontrol listeleridir. Bunlardan ilki, sulama projelerindeki olumsuz çevre etkilerinin ve bu etkileri giderme önlemlerinin ayrıntılı bir envanteri niteliğinde, ikincisi ise sulama projelerinde çevresel etki değerlendirme çalışması için gerekli veri tabanını belirleyen daha ayrıntılı bir çalışmadır (Abu-Zeid ve ark 1999).

### **2.5.3.3. Etkileşim Matrisleri**

Bu yöntemde; proje veya faaliyetin bileşenlerinin, çeşitli çevresel parametrelerle olan ilişkileri iki boyutlu olarak incelenmektedir. Yatay ekseninde proje faaliyetleri, dikey ekseninde ise çevresel faktörler listelenmektedir. Bu yolla, projenin bireysel bileşenlerin etkileri ve temel alternatiflerin etkileri karşılaştırılabilmektedir.

Etkileşim matrisleri, çevresel etkileri sınıflandıran, karşılaştıran ve karar vermeye yardımcı olan objektif bir prosedür sunmaktadır. Bunların içerisinde en önemli olan Leopold matrisinde 8800 hücre yer almaktadır (Leopold ve ark, 1971). Matris kontrol listelerine göre çok daha karmaşık ve daha fazla zaman alıcı bir yöntemdir. Ayrıca, etki sayılarının değerlendirme tekniği ve herhangi bir etki önleme stratejisi ile ilgili tanımlama yapmamaktadır (Hyman ve Stiffel, 1988). Sonuçta, matrisler uygulanan değer ve sayılar gerçek etkileri yansıtmayabilir (Westman, 1985).



#### 2.5.3.4. Ağ Diyagramları

İkincil ve dolaylı etkilerin en iyi şekilde değerlendirilebildiği yöntemdir. Etkilerin niceliksel kestirimdeki güçlükler, bu yönteminde kısıttır. Yöntemin başarısı, çevresel etkilerin ve bunlar arasındaki ilişkilerin çok iyi bilinmesine bağlıdır. Ağ diyagram teknikleri; temel etkileri, onları izleyen dolaylı etkilerle bağlayan yaklaşımlardır. Farklı alternatifleri onların formatında birleştirme, proje aşamasında etkileri önleme tekniklerini belirleme gibi avantajları bulunmaktadır (Petry, 1998). Ağ diyagramları çok zaman alıcı çalışmalardır (Smith, 1993). Sosyoekonomik etkilerin değerlendirmesinde yetersiz kalmaktadırlar.

#### 2.5.3.5. Adaptif (Uyarlamalı) Çevresel Değerlendirme

Bu yöntemde, yoğun bir biçimde matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu yöntemin uygulanmasında çevre uzmanları ile bilgisayar ve matematiksel modelleme uzmanları birlikte çalışırlar (Uslu, 1993). Çalışmalarda, faaliyet ve faaliyet ile ilgili çevresel özellikler değerlendirilerek ÇED için gerekli veri hacmi belirlenir. Sonra uygun matematiksel model yaklaşımları ve bu modellerin uygulanacağı çevresel ortam ve parametreler seçilir. Çalışmalarda kullanılan modellerin karmaşıklığı, model hazırlamanın zorluğu ve masraflı olması nedeniyle, başlangıçta basit modellerle, en olumsuz çevresel ortam sınır koşulları ile birlikte planlanan projenin getireceği en olumsuz etkiler değerlendirilir. Sonuçta etkiler önemsiz çıkarsa, karmaşık modeller kullanılmaz. Gelecekte oluşması olası etkiler için düzenlenen senaryolar çerçevesinde benzeşim çalışmaları yapılır. Bu çalışmalar sırasında incelenen çevre ve bu çevrenin gelecekteki olası davranışını ayrıntılı bir biçimde tanımak mümkündür. Değerlendirme süreci içinde ortaya çıkan ana sonuçlar ışığında, senaryoları değiştirmek ve daha önce kararlaştırılmamış yeni etkileri araştırmak mümkündür. Bu nedenle yöntem adaptif (uyarlamalı) özellikler taşımakta ve ÇED' e çok esnek bir yaklaşım getirmektedir (Uslu, 1993).

Simülasyon sonuçları, verilerin yetersiz olduğu ve dinamik ilişkilerde belirsizlik yaşandığı durumlardaki, sosyal, çevresel ve ekonomik etkileri ele alan ÇED çalışmalarına yol gösterici özellikte olmaktadır (Abu-Zeid ve ark. 1999)

## 2.6. Çevresel Değerlendirmelerde Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Yeri ve Önemi

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); coğrafi bilgileri depolamak ve amaca uygun olarak kullanmak için geliştirilmiş bilgisayar destekli sistemlerdir. Bu sistemler, 1970'li yıllardan başlayarak hızla gelişmiş ve coğrafi bilgilerin kullanılmasında en etkin teknoloji haline gelmiştir (Aronoff 1989). Hızlı gelişimi sonucunda kullanıcıya getirdiği kolaylıklar, bu sistemlerin çok geniş uygulama alanları bulmasına neden olmuştur. Ülkemizde ise CBS, 1990'lı yıllardan itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Yomralıoğlu ve Çelik, 1994).

Çevreye ilişkin sorunlar, coğrafi boyutludur ve bu coğrafi boyut dikkate alınmaksızın bu sorunlar çözülmesi olası değildir. Bu nedenle coğrafi bilgi, çevre planlaması ve çevre yönetiminde önemli rol oynamaktadır. CBS, çevresel risk analizi, çevre yönetimi ve çevresel etki değerlendirme gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Çevreye ait bilgilerin elde edilmesi, analiz edilmesi ve modellenmesine ilişkin teknolojiler hızla değişmektedir. Özellikle çevreye ilişkin bilgilerin elde edilmesine yönelik uzaktan algılama platformlarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. CBS'de kaydedilen paralel gelişmeler, bu çevresel bilgi kaynaklarının kolaylıkla bütünleştirilmesini sağlamakta, böylece çevre sorunlarına uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin uygulanması yaygınlaşmaktadır.

Coğrafi konularda CBS kullanılmasının en önemli nedenleri; veri elde etme kolaylığı, olgular arasında etkileşiminin test edilmesine dayalı olarak edinilmiş bilgilerin çıkartılmasında ve gösteriminde etkinliği, coğrafi sorgulamalarda çok fazla sayıda veriyi sentezleme yeteneği, koordinat sistemlerine dönüştürebilme özelliği ve ampirik ve istatistiksel modeller uygulayarak nesnel arasındaki coğrafi ilişkileri gösterme özelliğine sahip olmasıdır (Walsh 1988).

### 2.6.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tanımı

Mevcut literatürde yer alan CBS tanımlarına bakıldığında, CBS ile ilgili ne kadar farklı disiplin varsa, en az o kadar farklı sayıda tanımın var olduğu görülmektedir. Bu CBS 'nin bütünleşik bir teknoloji olmasının doğal sonucudur (Batuk ve ark. 1996).

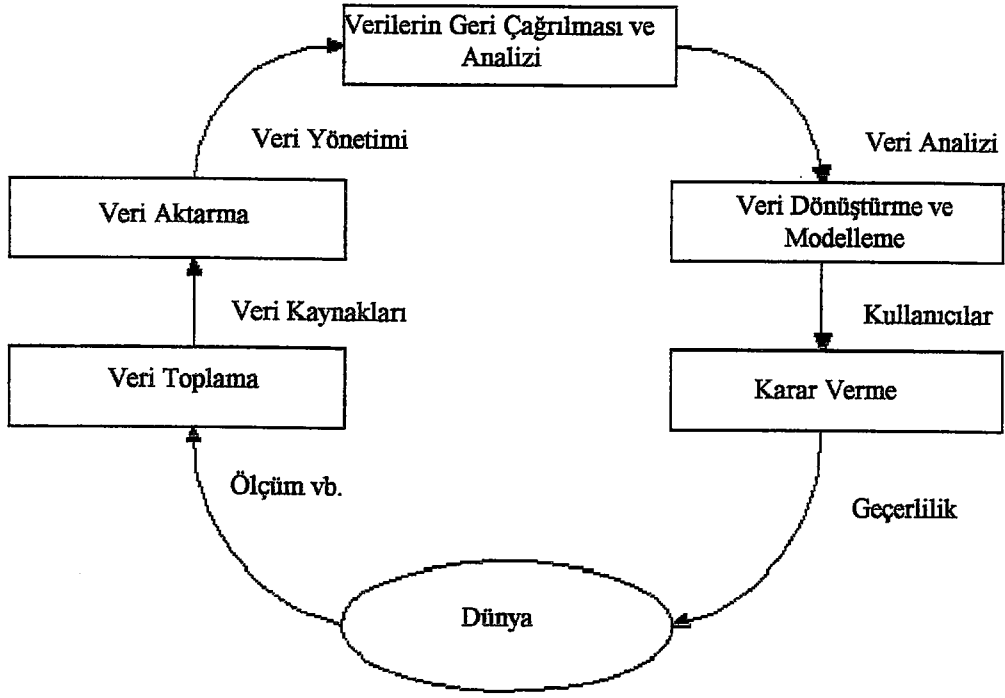
CBS, temelde bir bilgi sistemidir. Bilgi sistemi terimi bir uygulamayı, kullanılan veri dosyalarını ve bu sistemi çalıştırmak için kullanılan bilgi teknolojisini içermektedir. CBS ise "Coğrafi nesnelere ait coğrafi verilerin toplanması, doğrulanması, depolanması, bu verilerin veri tabanı işlemleri, sorgulamalar, dönüşümler ve coğrafi analizler ile coğrafi bilgiye dönüştürülmesi ve coğrafi veri ve bilgilerin gösterimi için kullanılan gelişmiş bilgi sistemleridir" (Batuk ve ark. 1996).

CBS kullanıcılarının farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavram değişik biçimlerde tanımlanmaktadır. Burrough (1986), CBS' yi "belirli bir amaç ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür" biçiminde tanımlamıştır. Devine ve Field (1986), Cowen (1987), Chorley (1988), Aronoff (1989), Star ve Estes (1990) ve Anonim (1991b) yaptıkları çalışmalarda CBS' yi birbirine yakın ancak farklı ifadelerle tanımlamışlardır.

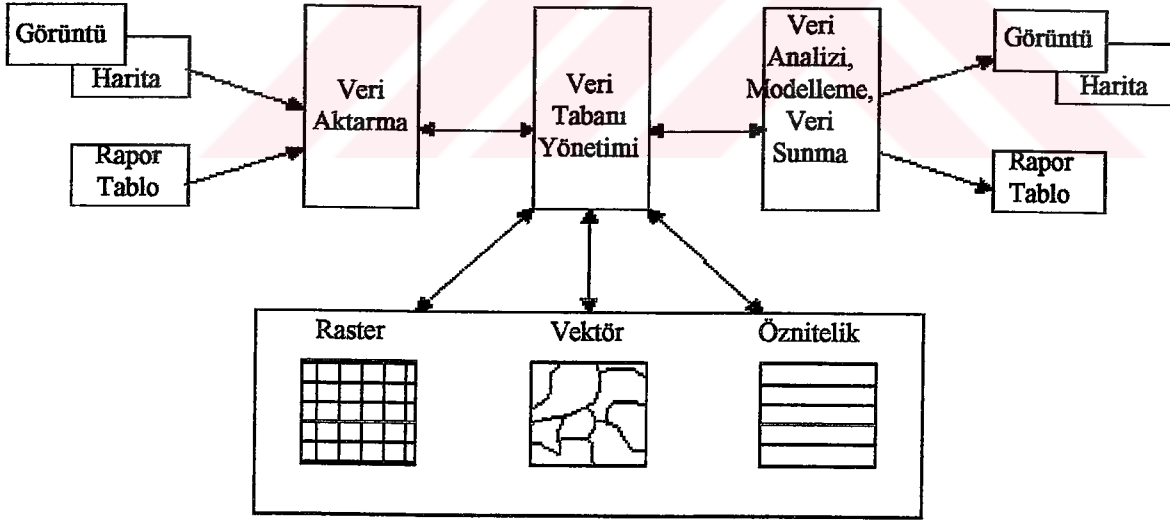
Özet olarak; CBS, konuma dayalı gözlem ve ölçmeler sonucunda elde edilen grafik ve grafik olmayan verileri bir bütün içerisinde işlemeye yarayan teknolojik bir araçtır (Yomralıoğlu ve Çelik, 1994) ve işleyişi Şekil 2.10'da verilmiştir (Valenzuela 1991a).

### 2.6.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri

Coğrafi bilgi sistemlerine fonksiyonel, teknolojik ve yönetim açılarından bakıldığında, farklı bileşenlerden oluştuğu görülmektedir (Burrough 1986). Şekil 2.11'de bir CBS'nin farklı bileşenleri şematik olarak gösterilmektedir (Valenzuela 1991a).



Şekil 2.10. CBS'de Planlama İşlemi (Valenzuela, 1991a)



Şekil 2.11. CBS Bileşenleri (Valenzuela 1991a)

### 2.6.2.1. Fonksiyonel Bileşenler

Fonksiyonel açıdan bakıldığında, bir Coğrafi Bilgi Sisteminde veri aktarma, veri yönetimi, veri işleme ve coğrafi analiz ve veri sunma bileşenlerinin olması gerekmektedir (Aronoff 1989).

**Veri Aktarma (Data Input):** Veri aktarma; veri toplama, doğrulama ve kalite kontrol gibi faaliyetleri içermektedir. CBS için gerekli veriler, farklı kaynaklardan ve farklı teknolojiler kullanılarak toplanabilir. Coğrafi veri toplama yöntemlerinin başlıcaları; arazi ölçmeleri, uzaktan algılama, harita sayısallaştırma, fotoğrametridir (Batuk ve ark. 1996). Bir veri tabanının oluşturulması CBS'nin en masraflı, en çok zaman alan ve en sorunlu kısmıdır. (Hassan, 1995). Bu nedenle en düşük maliyetli veri toplama işi, sadece gereksinim duyulan verilerin toplanması olmaktadır. Aktarılan verinin kalitesi, CBS' de kullanılan teknolojinin düzeyine bakılmaksızın, CBS'de elde edilen sonuçların ve çıktılarının kalitesini de etkileyecektir. Bu nedenle veri aktarma işlemine başlamadan önce, veri aktarma yöntemleri ve veri kalitesi standartları dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir (Antenucci ve ark. 1991).

**Veri Yönetimi (Data Management):** Veri yönetimi bileşeni, verilerin depolanması ve istenildiğinde geri çağırılması fonksiyonlarından oluşmaktadır.

Veri hacmi fazla büyük olmayan projeler için, coğrafi bilgilerin saklanması basit dosyalar yeterli olabilir. Ancak, veri hacmi büyük ve veri kullanıcı sayısı birden fazla ise, verilerin saklanması, organize edilmesi ve yönetimi için veri tabanı yönetim sistemi (Data Base Management System) kullanılması gerekmektedir. Bir veri tabanı yönetim sistemi, bir veri tabanında verileri saklayan ve organize eden programlar dizisidir. Veri tabanının bütünlüğünü ve uygun bir biçimde paylaşımını sağlamak için tasarlanmıştır (Aronoff 1989).

**Veri İşleme ve Coğrafi Analiz (Data Manipulation and Analysis):** Veri işleme ve analiz fonksiyonları, CBS' de üretilecek bilginin belirlenmesini sağlarlar. Veri işleme ve coğrafi analiz, hem coğrafi hem de coğrafi olmayan veriler üzerinde yapılabilmekte, bu da coğrafi bilgi sistemini diğer bilgi sistemlerinden ayıran bir özellik olmaktadır (Antenucci ve ark. 1991).

Bu aşamada yapılan bazı temel işlemler; verilerin sistemle uyumlu hale getirilmesi ve güncellenmesi, farklı tematik haritaların karşılaştırılması, alanların ve uzaklıkların hesaplanması, öz nitelik bilgileri hakkında istatistiksel bilgi elde edilmesi, haritaların ölçek, lejant ve projeksiyonlarını değiştirilmesi gibi işlemlerdir (Anonim 1997b).

**Veri Sunma (Data Output):** Veri sunma bileşeni, toplanan ve CBS içinde üretilen coğrafi verilerin raporlar, grafikler, haritalar, ekran görüntüleri, vb.pek çok biçimde kullanıcıları sunulmasını kapsar (Batuk ve ark. 1996).

#### 2.6.2.2. Teknolojik Bileşenler

Teknolojik bileşenler, fonksiyonel bileşenleri kolaylaştıran donanım ve yazılım araçlarından ibarettir.

**Coğrafi Bilgi Sistemi Donanımı (Hardware):** CBS teknolojisi hızla gelişmeye devam etmektedir. Bu teknolojiye olan talebin artması, donanım ve yazılım üreticileri için son derece rekabete dayalı bir çevre yaratmıştır (Aronoff 1989).

Bir coğrafi bilgi sisteminin donanımı; genel amaçlı bir bilgisayar ya da workstation, verileri ve programları depolamak için farklı disk sürücüsü birimleridir. Bunlara ek olarak, sayısallaştırıcı (digitizer), tarayıcı (scanner) ve çizici (plotter) gibi bazı özel donanım bileşenleride olması gerekir (Hassan 1995)

**Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı (Software) :** Temel CBS yazılımları; veri aktarma, veri tabanı yönetimi, veri işleme ve analizi, veri sunma ve kullanıcı ile interaksyon gibi fonksiyonları sağlamak için tasarlanmıştır.

Günümüzde ticari olarak elde edilebilen Arc/Info, Intergraph, Infomap, Deltamap, Sysscan gibi birçok CBS yazılımı mevcuttur (Valenzuela 1991a).

#### 2.6.2.3. Organizasyonel Bileşenler

Bir CBS' nin en önemli bileşeni organizasyon ve insan kaynaklarının yönetimidir. Bu yönetime ilişkin yaklaşımlar projeden projeye değişmekle birlikte, iyi eğitilmiş ve organize olmuş uzman kadro, herhangi bir CBS uygulamasının başarısında anahtar faktör konumundadır (Hassan 1995).



CBS' nin daha geniş alanlara yayılmasının önündeki en büyük engel, uzman personel bulmada yaşanan sorunlardır (Aronoff 1989).

CBS uygulamalarını yürütmek için doğru donanım ve yazılım fonksiyonlarına sahip olmanın yanında, CBS'in etkin kullanımı, veri kalitesinin sağlanması, CBS son ürünlerinin bütünlüğünün sağlanması için planlama, organizasyon, denetim ve tüm bunları yapacak elemanların eğitimi son derece önemlidir (Hassan ve Hutchinson 1992).

Başarılı bir CBS uygulamasında, CBS uzmanı ile özel bir konunun uzmanı birlikte çalışmalıdırlar. Böylece verilerin yorumlanması ve değerlendirilmesinde uzman kişinin bilgilerinden faydalanılır.

### **2.6.3. Çevresel Değerlendirme Çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanımı**

Çevre sorunlarının gitgide artmaya başlamasıyla, tüm projeler, çevreye olan etkileri ile birlikte analiz edilmeye başlanmıştır. Bu nedenle, proje planlama aşamasında, çevresel etkinliğin sağlanması amacıyla çevresel uygunluk çalışmaları yapılmaktadır. Ancak özellikle gelişmekte olan ülkelerde rastlanan veri eksikliği, önemli bir engel oluşturmaktadır. Ancak, çevresel değerlendirme çalışmalarındaki temel veri eksikliği, son yıllarda geliştirilen uzaktan algılama yöntemleri; renkli infrared hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri gibi olanaklarla giderilebilir (Anonim 1991c).

Çevresel değerlendirme çalışmalarında CBS kullanımı, son yıllara kadar sadece hidroelektrik üretimi, orman yönetimi ya da metropolitan kent kalkınması gibi büyük ölçekli ve coğrafi olarak büyük alan kaplayan projelerle sınırlı kalmıştır. Küçük ölçekli projeler ve bu projelere ait çevresel değerlendirme çalışmaları için, maliyeti yüksek veri toplama ve coğrafi bilgi sistemlerinin tesis edilmesi, ekonomik olmayacağı düşüncesiyle çok fazla benimsenmemiştir. Ancak, günümüzde özellikle uydular yardımıyla veri toplama sistemlerinde ve veri yönetimi tekniklerinde sağlanan önemli gelişmeler, CBS' ni son derece ekonomik bir araç haline getirmiştir (Hassan ve Kjørven 1993)

Bir ÇED, çok karmaşık ilişki yapısı sunan bir çok farklı değişken ve fenomeni göz önüne alan bir işlemdir. Bu çevre sorunlarının coğrafi boyutlarıyla birlikte analiz edilmesinde CBS çok ideal bir araçtır (Fonseca ve Gouveia 1994).

Günümüzde artan kaynak tüketimine bağlı olarak endüstriyel, enerji, inşaat, su kaynakları ve tarımsal projeler gibi insan faaliyetleri, kaçınılmaz bir biçimde çevreyi etkilemektedir. Çevresel etkilerin ani ve uzun dönemli sonuçlarının çoğu kez global düzeyde olması, çevresel etkilerin tahmin edilmesi ve analizi konusunda yapılan çalışmaları hızla arttırmıştır. Çevresel sorunların çoğunluğu, coğrafi boyuta sahiptir. CBS' nin coğrafi referanslı verilerin toplanması, işlenmesi ve analiz edilmesinde çok önemli bir araç olmasının doğal sonucu olarak, çevre değerlendirme çalışmalarında kullanılması kaçınılmaz olmuştur (Fedra 1994).

Çevresel değerlendirme çalışması yapan uzmanların karşılaştığı en önemli sorunlar; güvenilir veri eksikliği, farklı veri tabanları arasındaki uyumsuzluk, farklı tip verilerin toplanmasında sorumlu kurum ve birimler arasındaki iletişim eksikliği ve verilerin toplanması, arşivlenmesi, işlenmesi ve analiz edilmesindeki yetersizliklerdir. CBS, bu sorunlara mucize bir çözüm olmamakla birlikte, coğrafi referanslı verilerin toplanması, organize edilmesi ve analizinde karşılaşılan sorunlara çözüm getirebilen çok önemli bir araçtır. Çevresel değerlendirme çalışmalarında CBS kullanımı ile çevreye ait verilerin toplanmasında daha sistematik bir yaklaşım sağlanmakta, veri toplama maliyeti azalmakta, farklı veri tabanları arasındaki uyumsuzluklar giderilmekte, veriler çok sayıda kullanıcı için ulaşılabilir olmakta ve oldukça zor bir işlem olan çevresel etkilenme coğrafi analizi gerçekleştirilmektedir (Hassan ve Hutchinson 1992).

Tüm çevresel değerlendirme çalışmaları için tek bir ortak CBS' nin belirlenmesi mümkün olmamakla birlikte, bu CBS; doğal kaynakların ve proje alanının coğrafi koşullarını ve dağılımını tanımlamakta, bir ekosistem içerisindeki çevresel stres faktörlerinin doğası, kaynağı, büyüklüğü ve konumunu belirlemekte, ekosistemin bu faktörlere olan tepkisini tanımlamakta ve bu stres faktörlerinin yaratacağı riskin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Genel olarak, bir çevresel değerlendirme çalışmasında CBS, mevcut verilerin toplanması ve sistematize edilmesi, etkilerin tahmin edilmesi ve izleme çalışmaları sırasında veri yönetimi fonksiyonları ile önemli bir araçtır. Ayrıca, coğrafi konum, planlama ve teknoloji seçimleri açısından farklı proje alternatiflerinin analiz edilmesinde de faydalıdır (Anonim 1995).

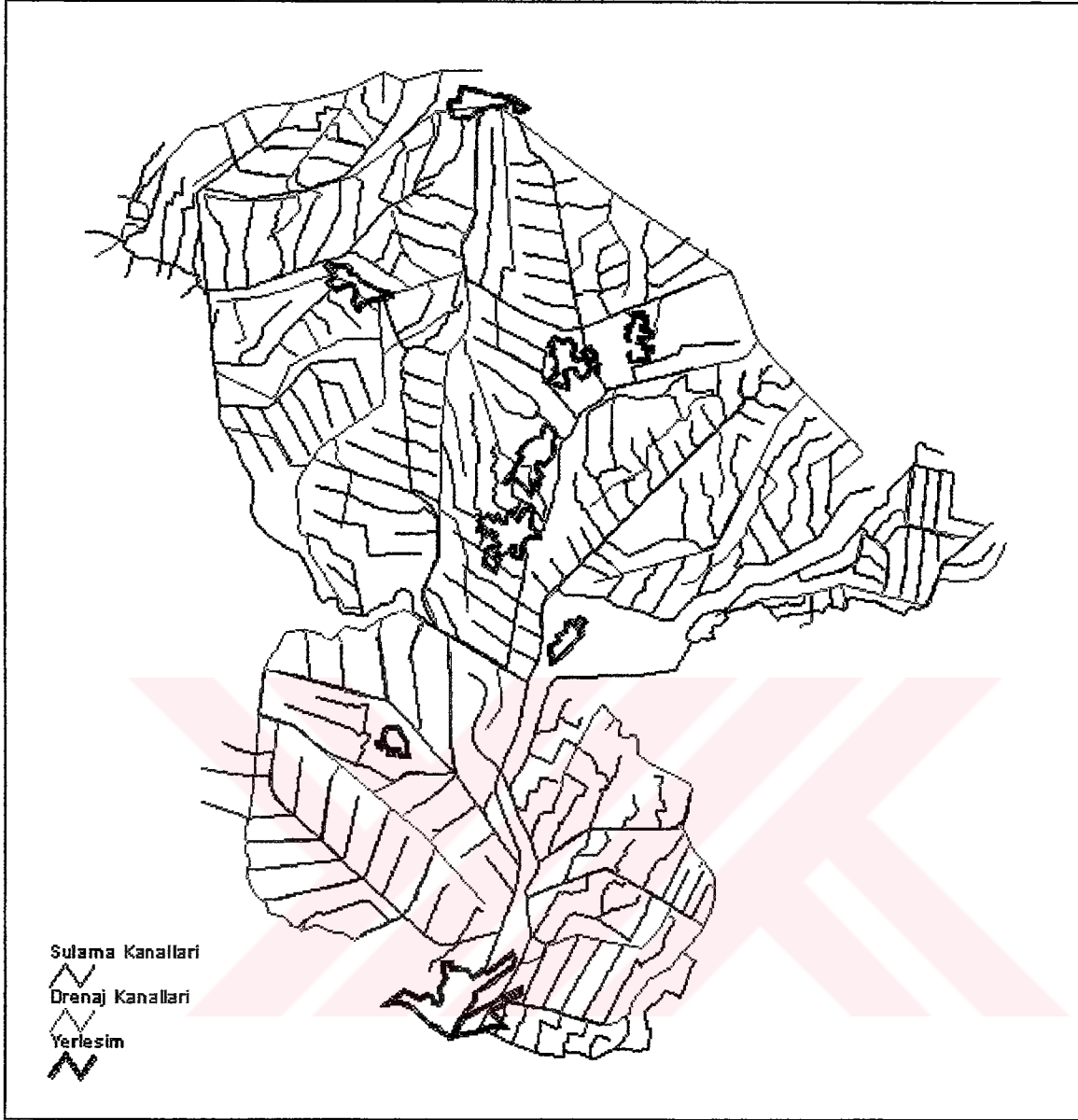
### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Bursa-Mustafakemalpaşa Sulama Projesi (MKPSP) alınmıştır. Devlet Su İşleri tarafından hayata geçirilen MKPSP, yapılan çeşitli değişiklikler ve eklentilerle 1967 yılından itibaren yöre halkına hizmet vermekte ve ulusal ekonomiye katkı sağlamaktadır. 15 500 hektar büyüklüğü ile yöredeki en büyük sulama projesi olması, MKPSP' nin materyal olarak seçilmesinde etkili olmuştur.

##### 3.1.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Araştırma alanı olarak seçilen Mustafakemalpaşa Sulama Projesi (MKPSP), Marmara Bölgesi Aşağı Susurluk Havzasının kuzeyinde, Bursa iline 70 km. uzaklıktadır. Aşağı Susurluk Havzasını oluşturan ovalardan biri olan Mustafakemalpaşa Ovası, güney batıdan Uludağ ve Karadağ etekleri, Melde Sırtları ile, güney ve batıdan Susurluk deresi sağ seddesi, doğu ve güneyden Uluabat göl seddesi ile Uluabat Canbolu deresi tarafından çevrilmiş kapalı bir havza görünümündedir. Mustafakemalpaşa çayının Mustafakemalpaşa ilçesini terkettiği yerden itibaren başlayan ova, kuzeye Apolyont gölü ile ovayı Marmara denizinden ayıran tepeler, batıda Mustafakemalpaşa-Karacabey yolu, doğuda Mustafakemalpaşa çayı ile sınırlanmaktadır. Ovanın kuzey-güney yönündeki uzunluğu 24 km, doğu-batı yönündeki uzunluğu ise 10-14 km dir. (Anonim 1972). Sulama şebekesi Mustafakemalpaşa-Karacabey ovalarında, ana ve sekonder kanalları trapez kesitli, tersiyer kanalları kanalet olmak üzere inşa edilmiş ve "Mustafakemalpaşa Sulaması" adıyla 1967 yılında işletmeye açılmıştır (Şekil 3.1.). Proje alanı; Mustafakemalpaşa ilçesi ile Karacabey ilçesi arasında Mustafakemalpaşa çayının çevresinde yer alan taban arazilerden oluşmaktadır. Proje sulama şebekesi altında kalan alanın eğimi düzdür. Genel eğim güneyden kuzeye doğru olup, % 0-1 arasındadır. Mustafakemalpaşa sulama projesi alanı, Marmara iklim bölgesinde yer almaktadır. Marmara iklimi, her mevsimi yağışlı Karadeniz iklimi ile yazları kurak geçen Akdeniz iklimi arasında geçit oluşturmaktadır. Sulama alanında kışlar genellikle sert, yazlar ise sıcak geçmektedir (Anonim 1971a).



Şekil 3.1. Mustafakemalpaşa Sulaması Genel Durum Planı

Mustafakemalpaşa Meteoroloji istasyonu rasatlarına göre uzun yıllık meteorolojik veriler Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

### 3.1.2. Toprak ve Su Kaynakları

Mustafakemalpaşa Ovası topraklarının oluşumunda Uluabat Gölü ve Mustafakemalpaşa Çayı rol oynamıştır. Periyodik olarak ovayı basan göl ve çay suları getirdikleri sedimanları bırakarak genç alüviyal toprakları meydana getirmişlerdir. Sulama alanında, genellikle ağır, orta hafif ve çok hafif topraklar bulunmaktadır. Sulama alanı toprakları detaylı bünye dağılımı Çizelge 3.1'de verilmiştir. (Anonim 1967).

Toprakların % 54,9'u ince, % 34,3'ü orta ve % 10,8'i de kaba bünyelidir. Sulama şebekelerinin % 23,4'ünde değişik oranlarda drenaj, % 30,5'inde değişik oranlarda tuzluluk ve % 8,0'inde değişik oranlarda alkalilik sorunu vardır. Toprakların pH değerleri 7.5 ile 8.5 arasında değişmektedir. (Güngör ve Kanburoğlu 1979).

30-40 cm'lik profilde, koyu ve açık kahverengi renklerde çeşitli yapıda toprak bulmak mümkündür. 150 cm'lik derinlik içeren bu topraklar, her türlü bitki ve ağaçların yetişmesi için uygundur. Eğim, % 0.5-1 arasında olup, kuzey-güney doğrultusundadır.

Toprakların geçirgenlik durumu normaldir. Drenaj kuyularında yapılan hidrolik geçirgenlik testlere göre 1,5-3 m/gün arasında orta hızlı ve hızlı olarak görülmektedir (Anonim 1981).

Çizelge 3.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bünye Dağılımı (Anonim 1967)

Toprak Bünyesi	Alan(ha)	%
CL	5 025	27.5
C	4 994	27.3
LS	2 235	12.2
L	1 995	10.9
SC	1 493	8.2
LV <sub>f</sub>	444	2.4
Diğerleri	2 070	11.5
Toplam	18256	100

Çizelge 3.2. Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonunda Ölçülen Ortalama İklim Verileri (Anonim 1996d)

Meteorolojik Elemanlar	Gözlem Süresi (Yıl)	Yıllık Ort	AYLAR											
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort.Sıcaklık(°C)	26	14.2	4.9	6.2	8.6	13.2	17.5	21.7	23.2	22.8	19.5	16.0	10.7	7.4
Ort.Nisbi Nem(%)	28	70	76	74	73	68	68	63	64	66	68	72	74	75
Ort.Yağış MİK.(mm)	62	666.4	99.0	73.4	70.4	50.8	47.3	31.2	15.2	13.0	38.0	86.1	79.4	106.6
Ort.Karla Örtülü Gfn Sayısı	52	7.8	2.9	3.0	0.6	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	1.1
Ort.Rüzgar Hızı(m/sn)	6	2.5	2.5	2.6	2.6	2.3	2.3	2.6	2.7	3.0	2.8	2.4	2.2	2.1
Ort.Top.Sıcaklığı(5 cm)	17	16.2	4.8	5.9	9.1	14.9	20.8	26.3	27.9	27.3	22.6	16.1	10.9	7.2
Ort.Top.Sıcaklığı(10 cm)	26	-3.6	-3.6	-3.4	-1.4	2.5	8.2	12.8	14.7	11.8	10.4	1.0	0.0	-0.6
Güneşlenme Süresi(saat/gün)	34	06.34	02.59	03.34	04.21	06.02	08.13	10.16	11.13	10.40	08.23	06.56	04.16	03.06
En Yüksek Sıcaklık(°C)	28	42.5	26.1	26.4	29.4	33.4	37.4	42.6	40.2	41.7	38.6	35.0	30.0	26.6
En Düşük Sıcaklık(°C)	28	-21.0	-21.0	-13.0	-12.5	-2.1	1.0	5.6	8.0	8.9	6.0	0.6	-4.1	-10.0



Brüt alanı 18256 ha olan Mustafakemalpaşa sulama alanının % 98'i sulanabilir 1., 2. ve 3.sınıf arazi niteliği taşımaktadır. Ova topraklarının arazi kullanım sınıflarının dağılımı Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Mustafakemalpaşa Ovası Sulu Tarım Arazi Sınıfları (Anonim 1976)

Sulama Alanları	Sulanabilir Arazi				6.Sınıf	Toplam	
		1.Sınıf	2..Sınıf	3.Sınıf			1+2+3.Sınıf
Sol Sahil	ha	2 175	7 041	5 589	14 805	248	15 053
	%	14.45	46.77	37.13	98.35	1.65	100
Sağ Sahil	ha	951	1 287	931	3 169	34	3 203
	%	29.69	40.18	29.07	98.94	1.06	100
Toplam	ha	3 126	8 328	6 520	17 974	282	18 256
	%	17.12	45.61	35.71	98.44	1.56	100

Mustafakemalpaşa sulama şebekesinin su kaynağı Mustafakemalpaşa çayıdır. Mustafakemalpaşa çayı, Emet ve Adranos çaylarının Mustafakemalpaşa yerleşim merkezinin güney doğusunda birleşmesinden meydana gelmektedir. Çay, Döllük-Mustafakemalpaşa arasındaki havzayı kuzey batıya doğru drene ederek Uluabat Gölüne dökülür. Mustafakemalpaşa çayının en düşük debisi 6 m<sup>3</sup>/s dir (Anonim 1971a)

Mustafakemalpaşa çayından alınmış su örnekleri üzerinde yaptırılan sulama suyu analizlerine göre, çay orta derecede tuzlu ve az derecede alkali olup, sulama suyu kalitesi sınıfı C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> dir. Ancak Tavşanlı yönünden gelen koluna memba kısmında Tunçbilek kömür işletmesinde karıştırılan linyit kömürü yıkama artıkları ile Etibank Termik Santralından dökülen uçucu küller, sulama suyu kirliliğine yol açmaktadır (Anonim 1981b). 1965 yılında yapılan Mustafakemalpaşa yeraltısuyu araştırma etütlerine göre, tüm Manyas ve Aşağı Susurluk Ovalarında yeraltısuyu rezervi 143 milyon m<sup>3</sup>/yıl olmakla beraber, bunun % 40'ı olan 57 milyon m<sup>3</sup>/yıl yeraltısuyu emniyetli olarak kullanılabilir. Ancak Mustafakemalpaşa sulama projesinde, yüzey su kaynaklarının geliştirilmesi daha ekonomik görüldüğünden, yeraltısuyu işletimi düşünülmemiştir (Anonim 1971b).

### 3.1.3. Sulama ve Drenaj Tesisleri

#### 3.1.3.1. Regülatör

Sulama suyu, ilçe merkezinde bulunan ve ilçe ile aynı adı taşıyan regülatör aracılığı ile sulama alanına saptırılmaktadır. Regülatör, 16 adet radyal kapaklı, beton ayaklı ve elektrik motorlu yapılarak 1984 yılında işletmeye açılmıştır. Sulama projesinin işletmeye açıldığı yıldan 1984 yılına kadar, regülatör, 93 adet iğne demir kapakla hizmet vermiştir. Ancak iğne kapakların kumanda işletmesinde yaşanan sorunlar nedeniyle, kapak hareket sistemleri elektrikle çalışacak biçimde yapılmıştır. Regülatörden sulama suyunu sağ ve sol sahil sulama alanına ileten iki dikdörtgen kesitli betonarme galeri bulunmaktadır. Sağ sahildeki galeri 1,80 x 2,20 m kesitli ve 1326 m, sol sahildeki ise 1,70 x 2,30 m kesitli ve 1383 m uzunluğundadır. Galerilerin toplam kapasitesi 12,876 m<sup>3</sup>/sn'dir (Anonim 1971a, Anonim 1971 b, Anonim 1972, Anonim 1981a).

#### 3.1.3.2. Sulama Kanalları

Regülatörden itibaren biri sağ ve diğeri sol sahilde olmak üzere iki ana kanal bulunmaktadır. Sol sahil ana kanalı 20960 m uzunluğunda tamamen beton kaplamalı, trapez kesitli, başlangıç kapasitesi 12,876 m<sup>3</sup>/s, kanal sonu kapasitesi 0.860 m<sup>3</sup>/s dir. Sol sahil sulama alanında 14 adet 83703 m uzunluğunda sekonder kanal bulunmaktadır. Sekonder kanalların 63376 m' si kaplamalı, 20327 m' si de kanalet olarak inşa edilmiştir. Sekonder kanallarının başlangıç debileri 3,016 m<sup>3</sup>/s den 0,410 m<sup>3</sup>/s' ye kadar değişmektedir. Sol sahilde toplam 252925 m uzunluğunda tersiyer kanal bulunmaktadır. Bu tersiyerlerin tamamı kanalet olarak inşa edilmiştir (Anonim 1971a).

Sağ galeri çıkışından itibaren trapez kesitli beton kaplamalı olarak 4583 m uzunluğunda sağ sahil ana kanalı bulunmaktadır. Sağ sahil ana kanalı 4583 m' den 8066 m' ye kadar kanalet biçiminde inşa edilmiştir. Ana kanal başlangıç debisi 3.2 m<sup>3</sup>/s ve kanal sonu debisi ise 1.040 m<sup>3</sup>/s dir. Sağ sahil sulama alanında 9 adet 34238 m uzunluğunda sekonder kanal ve 51417 m uzunluğunda tersiyer kanalı bulunmaktadır (Anonim 1971a).

### 3.1.3.3. Drenaj Kanalları

Sulama alanında drenaj kanalı olarak 70357 m uzunluğunda ana, 108870 m uzunluğunda sekonder ve 76413 m uzunluğunda tersiyer drenaj kanalı olmak üzere toplam 255840 m drenaj kanalı bulunmaktadır. Sulama alanı içerisinde Demirelli (10200 m) ve Karaoğlan (7032 m) kuşaklama kanalı bulunmaktadır. Uluabat ve Canbolu taşkın seddelerinin gerisinde açılan paralel drenaj kanallarının da toplanan drenaj suları pompajla Uluabat gölüne ve göl ayağına aktarılmaktadır. Drenaj kanalları 2.20-2.80 m derinlikte açılmıştır (Anonim 1971a).

Sulama alanında drenaj suları 5 pompa istasyonu aracılığı ile göle boşaltılmaktadır. Bu pompaların özellikleri Çizelge 3.4' de verilmiştir.

Eski ismiyle Topraksu Genel Müdürlüğü (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü) tarafından 1970-1983 yılları arasında 6861 hektarlık alanda 1.60 m derinlik ve 1.20 m aralığında tarla içi düzeyinde dren boruları döşenmiştir (Anonim 1993).

Sulama alanında, DSİ tarafından 238 adet kuyuda tabansuyu gözlemleri yapılmaktadır. Bu kuyulardan 201 adedi sol sahilde, 37 adedi ise sağ sahilde bulunmaktadır.

Çizelge 3.4. Mustafakemalpaşa Sulama Alanında Drenaj Pompa İstasyonları ve Karakteristikleri (Anonim 1996)

Pompa Tesisinin Adı	İşletmeye Açılışı	Ünite/Kuyu Adedi	Motor Gücü(kw)	Kapasitesi(L/s)	Drenaj alanı(ha)
Karaoğlan	1980	4	194.0	2 200	10 440
Demirelli	1979	5	216.0	3 550	
Paşacayırı	1966	9	419.8	4 200	
Atabay	1966	6	424.0	3 500	
Uluabat	1966	10	537.6	6 500	

### 3.1.3.4. Sanat Yapıları

Mustafakemalpaşa Sulama Projesinde bulunan sanat yapıları Çizelge 3.5'de verilmiştir. Su ölçüm yapıları olarak eşeller, Parshall savağı ve sabit yüklü orifisler kullanılmaktadır. Ana kanal sonunda ve sekonderlerin ikisinde Parshall savağı mevcuttur. Diğer sekonderlerde ve tüm tersiyer başlangıçlarında sabit yüklü orifisler bulunmaktadır. Bir adet otomatik sifon ana kanal ayırımında ve bir adet akedük ise ana kanal (7950 m) üzerindedir.

Çizelge 3.5. Mustafakemalpaşa Sulama Alanında Bulunan Sanat Yapıları (Anonim 1967)

Sanat Yapısının Adı	Adedi
Sifon	551
Otomatik Sifon	1
Priz	273
Üst Geçit	189
Alt Geçit	22
Kontrol Kapakları	160
Köprü	110
Akedük	1
Servis Yolu Uzunluğu	87+401 km (Banket)

### 3.1.4. Çalışmada Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılım ve Donanımları

Çevresel etkilerin değerlendirilmesi çalışmalarında önemli kullanım alanı bulması beklenen Coğrafi bilgi sistemlerinin çalıştırılabilmesi için bazı yazılım ve donanım platformlarına gereksinim duyulmaktadır. Çalışmanın yürütülmesi sırasında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde bulunan CBS donanım ve yazılım platformlarından yararlanılmıştır. Bölümde bulunan CBS donanımları, Windows NT işletim sisteminde çalışan çeşitli kapasitede bilgisayarlar ve

çeşitli özellikte yazıcılar, A0 ve A4 boyutlu tarayıcılar (scanner) ve A0 boyutlu çizici (plotter), CBS yazılımları ise ERDAS Imagine 8.3.1, Arc View 3.0 ve Arc/Info 7.1 dir.

#### **3.1.4.1. ERDAS Imagine 8.3.1**

Erdas Imagine sistemi, görüntü işleme (image processing) ve Coğrafi bilgi sistemleri fonksiyonlarını içeren bir sistemdir. Bu fonksiyonlar raster ve vektör veriler için istenilen veri yapısına ulaşma (importing), görüntüleme (viewing), değiştirme (altering) ve analiz (analysis) olanaklarını sunmaktadır. Erdas Inc. tarafından üretilmiş bir programdır. Tüm işletim sistemlerinde çalışabilen bu yazılım programı, en az 64 MB belleğe gereksinim duymaktadır. ERDAS Imagine; bir çok farklı kuruluşun çalışma konularına uygun olarak coğrafi görüntüleri yararlı bilgiler haline dönüştürebilen ve kullanımı oldukça kolay olan bir programdır. Bu çalışmada temel yazılım olarak ERDAS Imagine 8.3.1 programından yararlanılmıştır.

#### **3.1.4.2. Arc/Info**

Arc/Info, Çevre Sistemleri Araştırma Enstitüsü (ESRI) tarafından dünyada ilk olarak geliştirilmiş veri tabanı temelli güçlü ve esnek yapıya sahip coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır. Arc/Info'yu benzerlerinden ayıran en büyük özellik, sayısal harita sistemlerinin geleneksel kartoğrafik yapılarını ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri etrafında kurulmuş olan güçlü analiz sistemleri ile bütünleştirebilmesidir. Bu sistemlerle, coğrafi veri girişi, analizi, yönetimi ve görüntülenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir. Çalışmada Arc/Info yazılımından, tabansuyu sorunlu alanların belirlenmesi ve tabansuyu haritalarının çıkarılmasında yararlanılmıştır.

#### **3.1.4.3. ArcView 3.0**

Haritalama ve coğrafi analiz yapabilme kapasitesi oldukça yüksek olan bir yazılım programıdır. Bu program ile harita üretmek ve üretilen haritalara mevcut verileri eklemek son derece basittir. Çevre Sistemleri Araştırma Enstitüsü (ESRI) tarafından ve CBS analizlerinde kullanılmak üzere üretilmiştir. ArcInfo' dan farkı;

ArcView' in üretilmiş CBS verilerini kullanması, ArcInfo' un ise CBS verisi üretmesidir (Anonim 1999c).

Özellikle çevresel planlama ve çevre izleme çalışmalarında oldukça etkin bir programdır. Ayrıca ERDAS Imagine programı ile tam uyumlu olduğu için, her iki sistemdeki veriler kolaylıkla birbirine dönüştürülebilmektedir. Çalışmada, bazı çıktı gösterimlerinde bu program kullanılmıştır. Bu program için Anonim (1996a) ve Anonim (1996b)'den yararlanılabilir.

### 3.1.5. Çalışmada Kullanılan Veriler ve Veri Kaynakları

Çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi ve gerçekçi sonuçlar vermesi, mevcut veri tabanının yeterli ve güvenilir olmasına bağlıdır. Çünkü, Coğrafi Bilgi Sistemi ancak yeterli derecede veriye sahip bulunduğu durumda etkin olabilir.

Çalışmada kullanılan veriler, projenin uygulanmasından sorumlu kuruluş olan Devlet Su İşleri (DSİ) I. Bölge Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, T.C. Harita Genel Komutanlığı, TÜBİTAK Gebze Araştırma Enstitüsü, Mustafakemalpaşa Tarım İlçe Müdürlüğünden toplanmıştır. Bu veriler, genellikle projeye ait harita, hava fotoğrafları, uydu görüntüsü ve tanımlayıcı (öznitelik) verilerden oluşmaktadır. Proje alanına ait diğer veriler, projenin işletiminden sorumlu olan Mustafakemalpaşa Sulama Birliğinden elde edilmiştir. Ayrıca proje alanındaki bazı köylerde ve belediyeliklerde, konuya ışık tutabilecek düzeyde kişisel görüşmeler ve mülakatlarda bulunulmuştur.

Çalışmada kullanılan veriler genel olarak iki sınıfa ayrılmaktadır:

#### a. Coğrafi Veriler

**-Mevcut Haritalar:** Çalışmada kullanılan haritalar, çalışma alanına ait ve Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1/25000 ve 1/100000 ölçekli topoğrafik harita ile Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen 1/100000 ölçekli Bursa İli Arazi Varlığı ve Tarımsal Kullanıma Uygunluk Haritasıdır.

**-Uzaktan Algılama Verileri:** Çalışmada kullanılan referans uzaktan algılanmış veriler, TÜBİTAK Gebze Araştırma Enstitüsünden temin edilen bölgeye ait 1998 yılı Ağustos



ayı LANDSAT-5 TM 5 (30 x 30) 7 bant çözünürlüklü uydu görüntüsü ile yine aynı bölgeye ait Harita Genel Komutanlığından temin edilen 38 adet 1/35000'lik 1997 yılı ve 36 adet 1/35000'lik 1968 yılı hava fotoğraflarıdır. Uzaktan algılanmış veriler, aynı zamanda raster veri özelliğindedir.

#### **b. Coğrafi Olmayan Veriler**

**-Öznitelik (Tanımlayıcı) Verileri:** Bu veriler, coğrafi özellikleri tanımlayıcı nitelikteki verilerdir. Çalışmada bu tür verilerden taban suyu değişiminin incelenmesi amacıyla yararlanılmıştır. Bu amaca yönelik olarak, Devlet Su İşleri Bursa I. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şubesinden 1979-2000 yıllarını kapsayan Mustafakemalpaşa Projesi tabansuyu gözlem sonuçları temin edilmiştir.

Sulama suyu kalitesinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla, DSİ I. Bölge Müdürlüğüne bağlı Çevre Sorunları Biriminin Döllük gözlem istasyonlarında, 1980-1998 yılları arasında yapmış olduğu Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesi analizlerinin sonuçları temin edilmiştir. Drenaj suyu kalitesi analiz sonuçları ise DSİ Karacabey İşletme Şube Müdürlüğünden elde edilmiştir.

Sulama ile meydana gelen sedimantasyon miktarının belirlenebilmesi için, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) 'den Döllük akım gözlem istasyonunda yapılmış ölçüm sonuçları ve DSİ Karacabey İşletme Müdürlüğü'nden de Mustafakemalpaşa regülatöründe sulamaya alınan su miktarlarına ait ölçüm sonuçları toplanmıştır. Aynı verilerden yararlanılarak, sulamada kullanılan su miktarının, hidrolojik rejim üzerindeki etkileri incelenmiştir.

### 3.2. Yöntem

Bu çalışma, 1967 yılında işletmeye DSİ tarafından işletmeye açılmış olan Bursa-Mustafakemalpaşa Sulama Projesinin çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmış, uzun yıllardan beri faaliyette olan bir projenin çevresel etkilerinin boyutlarının irdelemesinin, planlama aşamasında yapılacak ÇED çalışmaları için örnek oluşturması hedeflenmiştir. Çalışmada değerlendirilmeye alınan çevresel etkilerin, bir sulama projesinin planlama aşamasında yapılması gereken ÇED çalışmasında yer alması ve değerlendirilmesi gereken çevresel etkiler olduğu düşünülmektedir. Çevresel etkilerin sağlıklı bir biçimde değerlendirilebilmesi mevcut veri tabanı ile çok yakından ilişkili olduğundan, mümkün olabildiği kadar çok veriye ulaşılmaya çalışılmış, ancak veri kaynaklarının kısıtlı ve yetersiz olduğu koşullarda, değerlendirme yapılamamıştır.

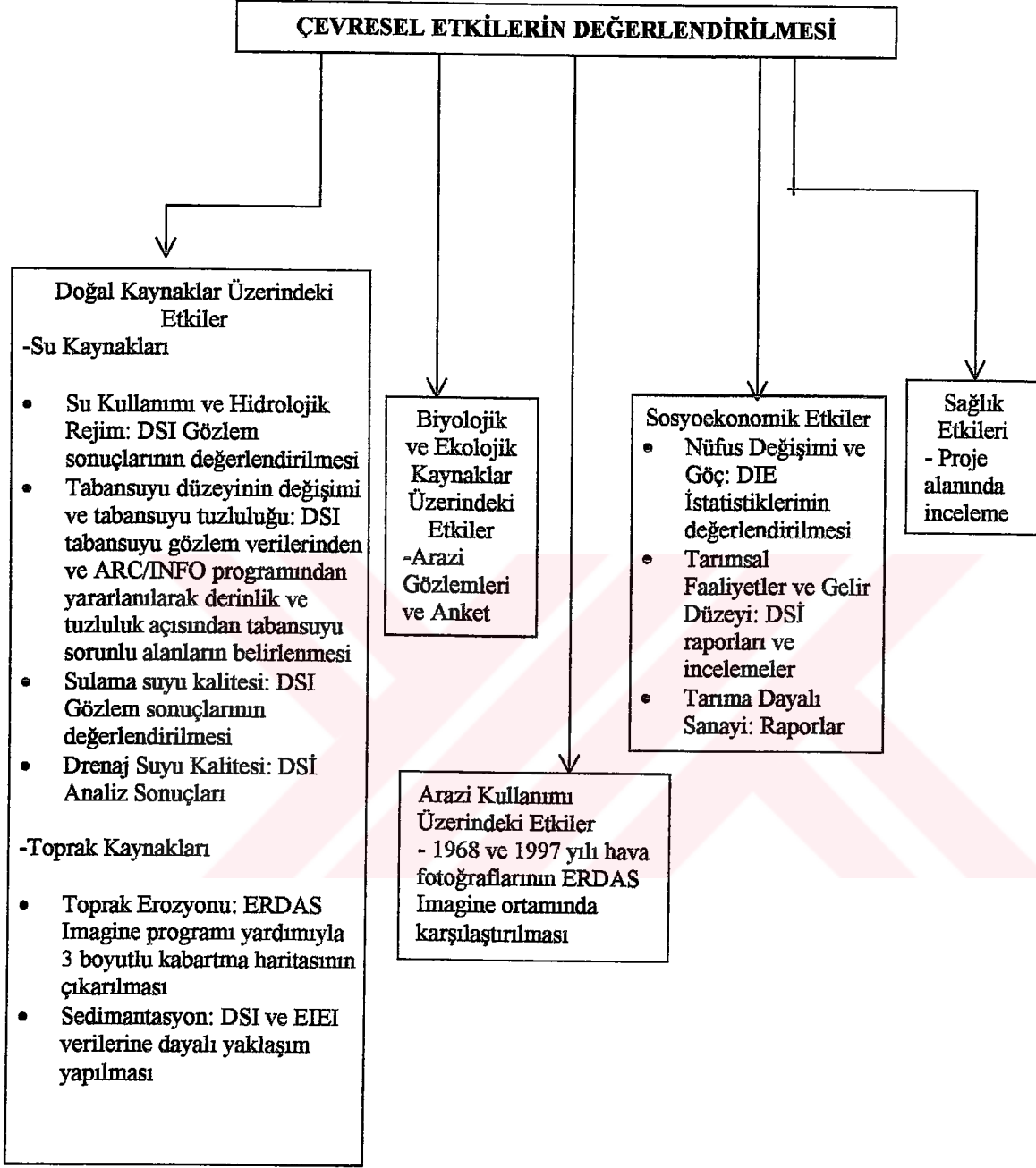
Sulama projelerinin çevresel etkileri, 5 ana grup altında incelenmiştir. Bunlar:

- Doğal kaynaklar üzerindeki etkiler
- Biyolojik ve ekolojik kaynaklar üzerindeki etkiler
- Arazi kullanımı üzerindeki etkiler
- Sosyoekonomik etkiler ve
- Sağlık etkileridir.

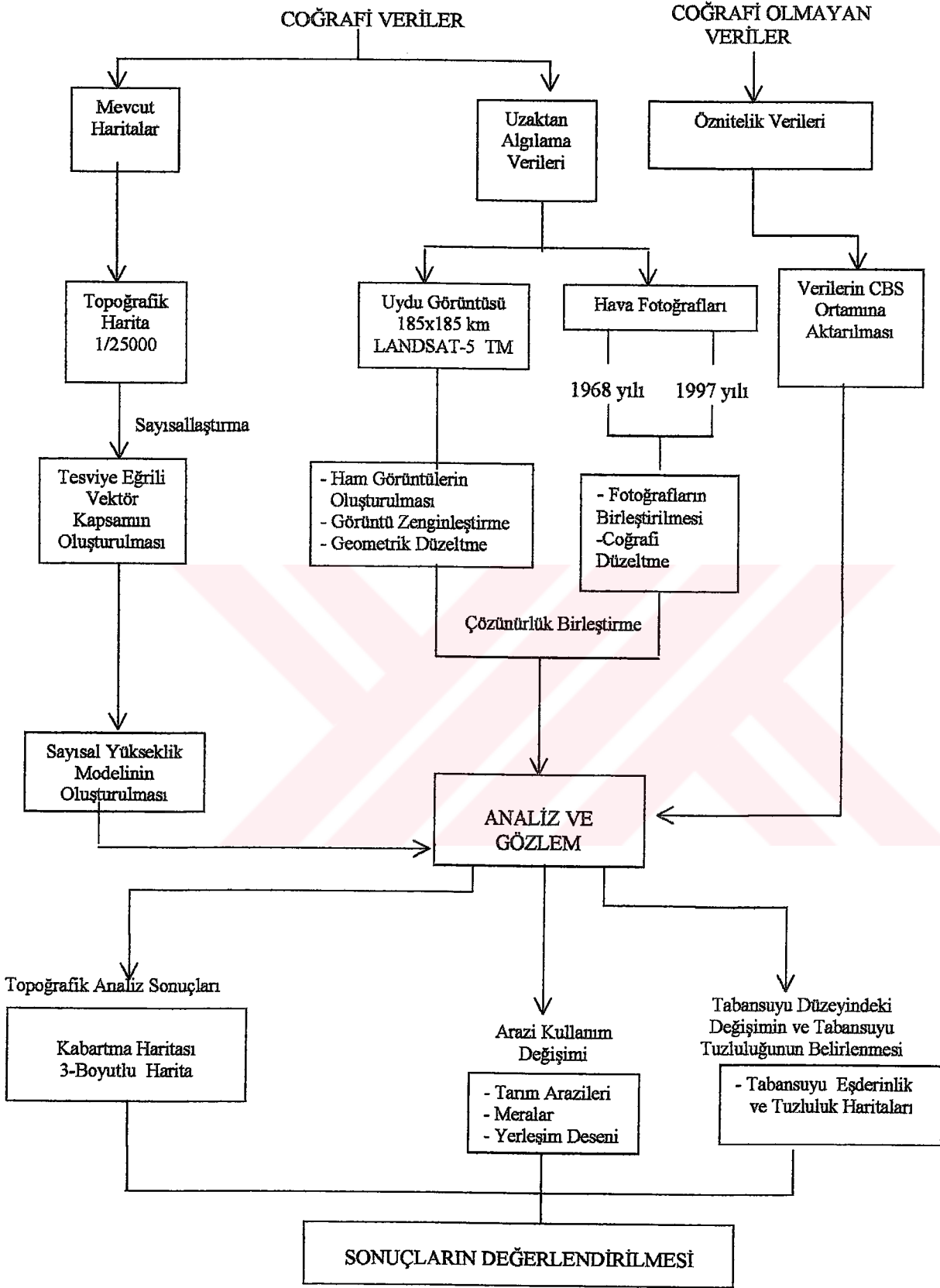
Bu etkilerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler ise Şekil 3.2'de verilmiştir. Çalışmanın yürütülmesinde, CBS teknikleri de kullanılmış ve CBS ile yapılan işlemler Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

#### 3.2.1. Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi

Doğal kaynaklar üzerindeki etkiler, su ve toprak kaynakları üzerindeki etkiler olmak üzere 2 grup altında incelenmiştir.



Şekil 3.2. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler



Şekil 3.3. Çalışmada Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemine İlişkin Akış Diyagramı

### 3.2.1.1 Su Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi

Su kaynakları üzerindeki etkiler; su kullanımı ve hidrolojik rejim üzerindeki etkiler, tabansuyu düzeyinin değişimi ve tabansuyu tuzluluğu, sulama suyu kalitesi, drenaj suyu kalitesi etkileri olmak üzere 4 grupta incelenmiştir.

**Su Kullanımı ve Hidrolojik Rejim:** Mustafakemalpaşa sulama projesinin hidrolojik rejim üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla, projede sulama suyu kaynağı olan Mustafakemalpaşa Çayının, ilçenin 15 km güneydoğusundaki Döllük köyü yakınında bulunan Döllük gözlem istasyonunda DSI tarafından yapılan debi ölçümleri ile Mustafakemalpaşa Regülatöründen sulama şebekesine alınan su miktarları karşılaştırılmış, çaya tahliye edilen su miktarları hesaplanmıştır. Regülatörden sulamaya alınan ve çaya bırakılan miktarların karşılaştırılarak, sulamanın hidrolojik rejim üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

**Tabansuyu Düzeyinin Değişimi ve Tabansuyu Tuzluluğu:** Tabansuyu düzeyindeki değişim ve bu değişimin olumsuz etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, DSI I. Bölge Müdürlüğüne bağlı Karacabey İşletme Müdürlüğü'nün yapmış olduğu gözlemlerden elde edilen, 1979-2000 yılları arasında 238 adet gözlem kuyusuna ait tabansuyu derinlik verileri temin edilmiş, alınan bu veriler öncelikle Microsoft Excel programında tanımlayıcı (öznitelik) veri haline dönüştürülmüş ve metin dosyası (txt) formatında saklanmıştır. Bu veriler daha sonra Coğrafi Bilgi Sistemi (ArcInfo 7.0) ortamına aktarılmıştır. ArcInfo 7.0 yazılım programı yardımıyla 1979-2000 yılları arasında özellikle tabansuyu kritik en yüksek olduğu ay ve sulamanın en yoğun olduğu aydaki tabansuyu derinliği haritaları çizilmiştir. Bu aşamanın sonucunda yıllar itibariyle tabansuyu düzeyindeki değişim ve bu değişimden etkilenen alanlar ortaya konmuş ve sulamanın tabansuyu üzerindeki etkisi irdelenmeye çalışılmıştır.

DSİ tarafından, tabansuyu derinlik gözlemlerine paralel olarak yapılan tabansuyu tuzluluk (EC) değerleri, bir önceki aşamada belirtilen yolla ArcInfo ortamına aktarılmış, bu program yardımıyla tabansuyunda görülen tuzluluk değerleri incelenerek, tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğunun birlikte sorun oluşturduğu alanlar belirlenmiştir.

**Sulama Suyu Kalitesi:** Sulama suyu kalitesinin çevresel etkilerinin değerlendirilebilmesi için, su, toprak ve bitkiler üzerindeki etkilerin her birinin ayrı ayrı

incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak, sulama suyunun toprak özellikleri ve bitkiler üzerindeki etkilerini değerlendirmeye yönelik herhangi bir çalışma ve veri bulunmadığından, Uluabat gölüne dökülen Mustafakemalpaşa Çayının su kalitesinin gölü olumsuz etkilediği düşünülerek, bu kapsamda değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Sulamada kullanılan tek su kaynağı Mustafakemalpaşa Çayıdır. Bu nedenle, çay sularının kalitesizliğinin bitki ve toprak özelliklerini olumsuz etkileyebileceği düşüncesi ile çayın su kalitesi de değerlendirmeye alınmıştır. Su kalitesinin ve etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, öncelikle DSİ I. Bölge Müdürlüğü Çevre Sorunları Birimi'nin Döllük gözlem istasyonlarında yapmış olduğu, 1980-1998 yıllarına ait sulama suyu kalitesi analiz sonuçları temin edilmiş, bu veriler Microsoft EXCEL programında tanımlayıcı (öznitelik) verisi haline dönüştürülmüş ve gözlenen bazı önemli sulama suyu kalite parametresinin yıl bazında değişimleri grafiksel olarak ortaya konmuştur. Mustafakemalpaşa Çayının kalite değerleri, Anonim (1992b), Ayyıldız(1981) ve Ayers ve Westcot(1985) tarafından verilen sulama suyu kalitesine ilişkin standartlar ile karşılaştırılmıştır.

**Drenaj Suyu Kalitesi:** Sulamadan dönen drenaj suları, sulamanın mutlak bir sonucudur. Drenaj kanallarında kirlilik yükü yaratan sanayi tesisleri ve bu tesislerin atıkları da, sulama projesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü, bölgedeki bu sanayi tesisleri, sulama projesi ile birlikte kendilerine faaliyet alanı bulmuşlardır. Ayrıca, sulama ile birlikte proje alanında gübre ve pestisit kullanımı artmış, drenaj kanallarındaki su kalitesini olumsuz etkilemiştir. Proje alanında, çiftçiler tarafından sulamaların zaman zaman drenaj kanallarından yapılması, konunun önemini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, MKPSP' ni benzerlerinden ayıran en önemli özelliği; Mustafakemalpaşa Çayı ile birlikte gelen evsel ve endüstriyel atıkların ve sulamadan dönen drenaj sularının tümünün Uluabat Gölüne verilmesidir. Bu nedenle Uluabat Gölü kirliliği uzun yıllardır kamuoyunun gündemini işgal etmektedir. Sulama suyuna göre kalitesi daha düşük olduğu bilinen ve yine göle tahliye edilen drenaj suları kalite düzeyinin belirlenebilmesi için, DSİ tarafından sulama mevsiminde yılda bir kez olmak üzere yapılan drenaj suyu kalite analiz sonuçlarından yararlanılmış, kalite kriterlerinin yıllar bazında değişimi incelenerek, sulama ile ilişkisi ortaya konmuştur. Ayrıca özellikle riskli drenaj kanallarından alınan bazı su örnekleri ile drenaj suyunun kalitesi hakkında bir değerlendirme yapılmıştır.



### 3.2.1.2. Toprak Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi

**Toprak Özellikleri:** MKPSP toprak özellikleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 1971 yılında tamamlanan toprak etütleri sonucunda 1982 yılında yayınlanan, 1995 yılında ise revize edilerek tekrar yayınlanmış toprak haritasından değerlendirilmekle birlikte, proje alanında sulama ile toprak özelliklerinde meydana gelebilecek değişimin belirlenebilmesi oldukça zordur. Bunun nedeni; bölgede bu tarihten sonra başka bir toprak etüt çalışması yürütülmemiş olmasıdır.

**Toprak Erozyonu:** Mustafakemalpaşa sulama projesinde sulamadan kaynaklanan toprak erozyonu etkisinin değerlendirilmesi amacıyla, coğrafi bilgi sistemi (CBS) yardımıyla topoğrafik analiz yapılmıştır. Bu amaçla, T.C. Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1/25000'lik topoğrafik haritadan elde edilen eş yükselti eğrileri, ERDAS Imagine programında ekrandan sayısallaştırılmış ve vektör formatında saklanmıştır. Vektör formatındaki dosya daha sonra raster formatına dönüştürülmüş ve böylece sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Bu modele dayalı olarak yapılan yeniden sınıflandırma (reclassification) işlemi sonrasında, sulama kaynaklı erozyon sorunu hakkında fikir veren, proje alanına ait üç boyutlu kabartma haritası üretilmiştir.

**Sedimentasyon:** Sulamadan kaynaklanan sedimentasyonun belirlenmesi amacıyla, Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin Döllük gözlem istasyonunda yapmış olduğu akım ve sediman gözlemlerine dayalı olarak geliştirmiş olduğu eşitlikten faydalanılmıştır. Bu amaçla, 1995 yılına kadar DSI Karacabey İşletme Şube Müdürlüğü'nün, bu tarihten sonra Mustafakemalpaşa Sulama Birliğinin her yıl günlük olarak gözlediği Mustafakemalpaşa regülatöründen sulamaya alınan su miktarlarına ait veriler toplanmış ve bahsedilen eşitlik uygulanarak proje alanına gelen sediman yükü hakkında tahmin ve yaklaşım yapılmıştır.

### 3.2.2. Biyolojik ve Ekolojik Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi

MKPSP' de biyolojik ve ekolojik kaynaklar üzerindeki etkilerin değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapmak için, elde mevcut herhangi bir veri bulunmamaktadır. Ancak sulama projesi ile birlikte biyolojik ve ekolojik kaynakların ne

yönde etkilediğini belirlemeye yönelik, geçmişte yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu etkilerin değerlendirilmesinde arazide gözlem ve anket çalışması yapılmış, bu yönde bilgi elde edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca MKPSP'nin Uluabat Gölü biyolojik ve ekolojik kaynakları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

### 3.2.3. Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi

Mustafakemalpaşa sulama projesinin en önemli etkilerden birisi, proje ile birlikte arazi kullanım deseninde meydana gelen değişimdir. Bu değişimin belirlenebilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla, uzaktan algılama verileri (hava fotoğrafları, uydu görüntüsü) kullanılmıştır.

CD-ROM ortamında temin edilmiş 1998 Ağustos ayına ait LANDSAT-5 TM 30 x 30 m uydu görüntüsü ise bilgisayar ortamına aktarılmış ve ERDAS Imagine programı içerisinde depolanmıştır. Tek bir fotoğraftan oluşan görüntünün daha sonra coğrafi düzeltmesi yapılmış ve birleştirilmesi yapılmış olan hava fotoğrafı ile karşılaştırılmıştır.

Sulama ile arazi kullanım deseninde meydana gelen değişimin değerlendirilmesi için, 1968 ve 1997 yıllarındaki arazi kullanım desenleri ayrı ayrı belirlenmiş ve daha sonra karşılaştırma yapılmıştır. Sulamanın henüz tam anlamıyla başlamadığı yıl olan 1968 yılına ait arazi kullanım deseninin belirlenmesi için, bu yıla ait hava fotoğrafları bilgisayar ortamında ADOBE Photoshop programıyla birleştirilmiş ve ERDAS Imagine programında coğrafi düzeltmesi yapılmıştır. Birleştirilmiş ve coğrafi düzeltmesi yapılmış görüntü üzerinde gözle yorum yapılarak arazi kullanım deseni belirlenmeye çalışılmış ve belirlenen sınıfların ekran üzerinde sayısallaştırılması yapılmıştır. Sayısallaştırma ve raster formatına dönüştürme işlemlerinden sonra, 1968 yılı arazi kullanım deseni haritası elde edilmiştir. Bu harita üzerinde arazi kullanım sınıflarının alanları ERDAS Imagine programı yardımıyla hesaplanmıştır. Sulamanın yoğun olarak devam ettiği 1997 yılına ait arazi kullanım deseninin belirlenmesi içinse, 1997 yılı hava fotoğrafları ile 1998 Ağustos ayına ait LANDSAT-5 TM 30x30 uydu görüntüsü birlikte kullanılmıştır. Uydu görüntüsü ve hava fotoğrafındaki özelliklerin daha iyi bir şekilde gözlemlenebilmesi ve yorumlanabilmesi amacıyla, bu iki görüntüye görüntü zenginleştirme tekniklerinden birisi olan çözünürlük birleştirme (Resolution Merge) uygulanmıştır. Elde edilen görüntü, A1 boyutunda ve 1/50 000 ölçeğinde olmak üzere

çizici (plotter) yardımıyla çizdirilerek, bu çıktı üzerinde arazi kullanım durumu belirlenmeye çalışılmıştır. Arazi kullanım sınıfları gözle belirlendikten sonra, yine aynı biçimde ekrandan sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan vektör görüntü, rasterize edildikten sonra 1997 yılı arazi kullanım deseni haritası çıkarılmış ve elde edilen her bir sınıfın kapladığı alan program yardımıyla ortaya konmuştur. Bu çalışmanın sonucunda 1968 ve 1997 yılları arasında meydana gelen arazi kullanım değişimi ortaya konmuş, her iki yıla ait elde edilen rakamsal sonuçlar karşılaştırılmıştır. Arazi kullanımlarında (tarla-bahçe tarımı, mera, yerleşimler, sanayi, tarımsal yapılar vb.) meydana gelen değişimlerde sulamanın rolü sorgulanmıştır.

#### **3.2.4. Sosyo-ekonomik Etkilerin Değerlendirilmesi**

Sosyoekonomik etkiler; bölgedeki nüfus değişimi ve göç, tarımsal faaliyetler ve gelir düzeyi, tarıma dayalı sanayi olmak üzere 3 grup altında incelenmiştir. Nüfus değişiminin belirlenmesinde DİE istatistik sonuçlarından, tarımsal faaliyetler ve gelir düzeyi ile tarıma dayalı sanayi ile ilgili olarak daha önceki DSİ raporlarından yararlanılmış, arazide incelemeler ve çiftçi nüfusla görüşmeler yapılmıştır.

MKPSP' nin bölgenin nüfus yapısında meydana gelen değişime olan etkisinin belirlenmesi için, proje alanındaki köylerin nüfus yapısı ortaya konmuş ve değişimin sulama ile ilişkisi irdelenmiştir. Proje alanı dışında kalan bazı köylerin de nüfus değişimi incelenmiş ve proje alanındaki köylerin nüfus yapısı ile karşılaştırılmıştır.

MKPSP' nin bölgedeki tarımsal faaliyetlere ne şekilde yansıdığı belirlenmesi için, geçmiş yıllara yönelik olarak bitki desenindeki ve tarımsal mekanizasyon düzeyindeki değişim yıllar itibarıyla incelenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır.

Sulama projesinin en önemli sonucundan biri olan tarıma dayalı sanayi gelişiminin bölge insanı ve ekonomisi için önemi ortaya konmuştur.

#### **3.2.5. Sağlık Etkilerinin Değerlendirilmesi**

Sulama projesinin insan sağlığına olan etkilerinin değerlendirilebilmesi için, Mustafakemalpaşa İlçe Sağlık Müdürlüğü yetkililerinden bu etkilere yönelik bilgi alınmış, bölgedeki sağlık hizmetleri incelenmiştir.

## **4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA**

### **4.1. Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar**

MKPSP' nin çevre üzerinde meydana getirdiği değişimlerin en önemlilerinden birisi doğal kaynaklar ile ilgili olarak ortaya çıkan değişimlerdir. Doğal kaynaklar üzerindeki etkilerin değerlendirilmesinde su ve toprak kaynakları üzerindeki etkiler ayrı ayrı incelenmiş ve bunlara ilişkin sonuçlar verilmiştir.

#### **4.1.1. Su Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu bölümde su kullanımı ve hidrolojik rejim, tabansuyu düzeyinin değişimi ve tabansuyu tuzluluğu, sulama suyu kalitesi ve drenaj suyu kalitesi ile ilgili değişimler ayrı ayrı incelenmiş ve bunlara ilişkin sonuçlar verilmiştir. Su kullanımı ve hidrolojik rejim üzerindeki etkilerin değerlendirilmesi, genellikle DSİ verilerine dayanmaktadır. Bu amaçla, yoğun olarak DSİ raporları ve verilerinden faydalanılmıştır.

##### **4.1.1.1. Su Kullanımı Ve Hidrolojik Rejim Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar**

Mustafakemalpaşa sulama projesinin temel su kaynağı Mustafakemalpaşa Çayıdır. Çay, Susurluk havzasında, Emet ve Orhaneli Çaylarının birleşmesinden meydana gelmekte ve Mustafakemalpaşa ilçesinden geçerek Uluabat Gölüne dökülmektedir.

Sulama projesinde sulama suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan çay sularının belirli bir miktarı her yıl sulama mevsiminde, Mustafakemalpaşa ilçe merkezindeki regülatör aracılığıyla proje alanının sağ ve sol sahiline alınmakta, buradan da kanallarla arazilere dağıtılmaktadır.

Bir nehrin ekolojisi, o nehirdeki akış rejimine bağlı olmakta ve rejimde meydana gelen değişimlere kolaylıkla uyum sağlayamamaktadır. Nehir rejiminin, yeraltı su rejimi ile

olan ilişkisinin de çok iyi anlaşılması gerekmektedir.

Mustafakemalpaşa Çayındaki akışın azalması, hidrolojik rejim üzerindeki etkilerinin yanısıra, önemli su kalitesi sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bunun nedeni, çaya evsel ve endüstriyel atıksuların deşarj edilmesidir. Bu atıksuların en azından çayda akan su ile seyreltilmesi ve seyreltme için çayda yeterli miktarda su bırakılması gerekmektedir. Bütün bu olumsuz etkilerden en önemli zararı ise çayın tahliye olduğu Uluabat Gölü görmektedir. Bu konu ile ilgili ayrıntılı açıklama “Sulama Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar” kısmında verilmiştir.

Akış rejiminde azalma meydana gelmesinin diğer önemli etkisi, bir çok sucul canlı türünün yaşam ortamlarının risk altında kalacak olmasıdır. Çünkü, akış rejiminde meydana gelen değişimler, canlı yaşama ortamlarının da tamamen değişimine neden olmaktadır. Mustafakemalpaşa Çayının akış rejiminde görülen azalmanın canlı yaşam ortamları üzerinde doğrudan etkisi ile ilgili herhangi bir saptama yapılmamış olmakla beraber, bu yönde etkilerin olabileceği düşünülmektedir.

Akış rejiminin düşük olması ve drenaj kanallarının atılan suların pompa istasyonlarından göle tahliye edilmesi, çayın Uluabat Gölüne döküldüğü noktadaki tuzluluk sorunlarını arttırmakta ve özellikle bu noktadaki ekolojik kaynaklar bundan olumsuz etkilenmektedir.

Mustafakemalpaşa Çayından regülatör aracılığı ile sulama amaçlı olarak yüksek oranda su alınmaktadır. Su alımlarının çayın debisinin az olduğu sulama mevsiminde yapılması, çaydaki akışı önemli ölçüde azaltmaktadır. Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde kış yağışlarını toplayarak yazın kullanılmasını sağlayacak bir rezervuarın inşası, bu olumsuz etkinin giderebilecek bir önlem olarak düşünülebilir.

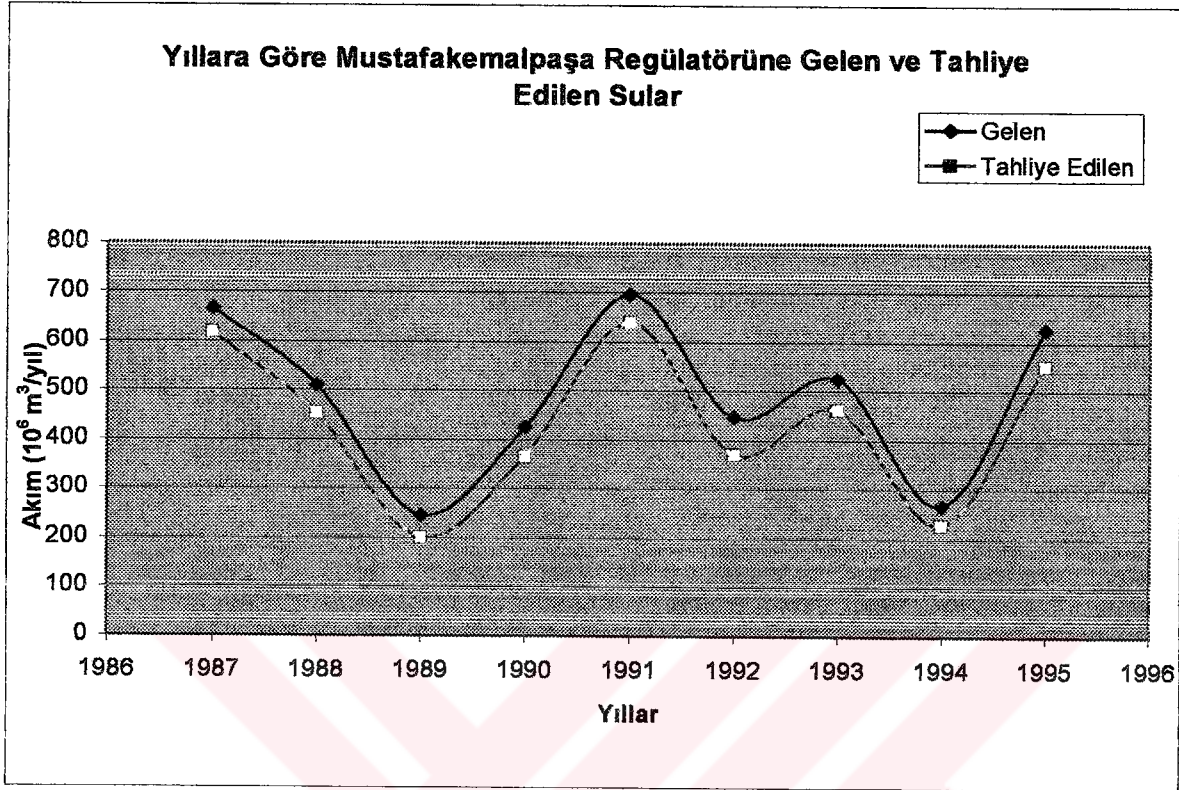
Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) tarafından Mustafakemalpaşa ilçe merkezinin 15 km güneydoğusundaki 302 Nolu Döllük akım gözlem istasyonunda 1938 yılından itibaren günlük debi ölçümleri yapılmaktadır. Mustafakemalpaşa regülatöründen şebekeye alınan günlük su miktarı ise 1995 yılından itibaren Mustafakemalpaşa Sulama Birliği tarafından ölçülmektedir. Şebekeye alınan su miktarları, 1995 yılına kadar ise DSİ Karacabey İşletme ve Bakım Şubesi tarafından ölçülmüştür. Çayın regülatöre geldiği noktada debi ölçümü yapılmamaktadır. Ancak,

Döllük istasyonunun bulunduğu noktadan regülatöre gelinceye kadar çaydan sulama ya da başka amaçlı olarak, önemli bir kayıp söz konusu değildir. Çizelge 4.1’de 1987-1995 yılları arasında Mustafakemalpaşa Devlet Meteoroloji İstasyonunda ölçülen toplam yıllık yağış miktarları, Mustafakemalpaşa Çayının yıllık su hacimleri, Mustafakemalpaşa regülatöründen şebekeye alınan su miktarları ve çaya bırakılan su miktarları verilmiştir. Şekil 4.1’de ise Mustafakemalpaşa regülatörüne gelen su ve regülatörden sulamaya alınmayıp çaya bırakılan su miktarı arasındaki ilişki ve sulamada kullanılan miktar görülmektedir.

Çizelge 4.1. Mustafakemalpaşa Sulama Şebekesine Alınan ve Çaya Bırakılan Su Miktarı (DSİ Raporları)

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Çayın Yıllık Su Hacmi (m <sup>3</sup> )	Regülatörden Alınan Su (m <sup>3</sup> )	Çaya Bırakılan Su (m <sup>3</sup> )
1987	374.2	667100000	49453204	617646796
1988	630.2	510400000	56336815	454063185
1989	484.0	244900000	45439248	199460752
1990	678.8	425300000	60066000	365234000
1991	542.9	695200000	55477000	639723000
1992	481.4	445800000	75102000	370698000
1993	460.9	523700000	61314379	462385621
1994	678.5	266500000	39852000	226648000
1995	670.1	625900000	74969857	550930143

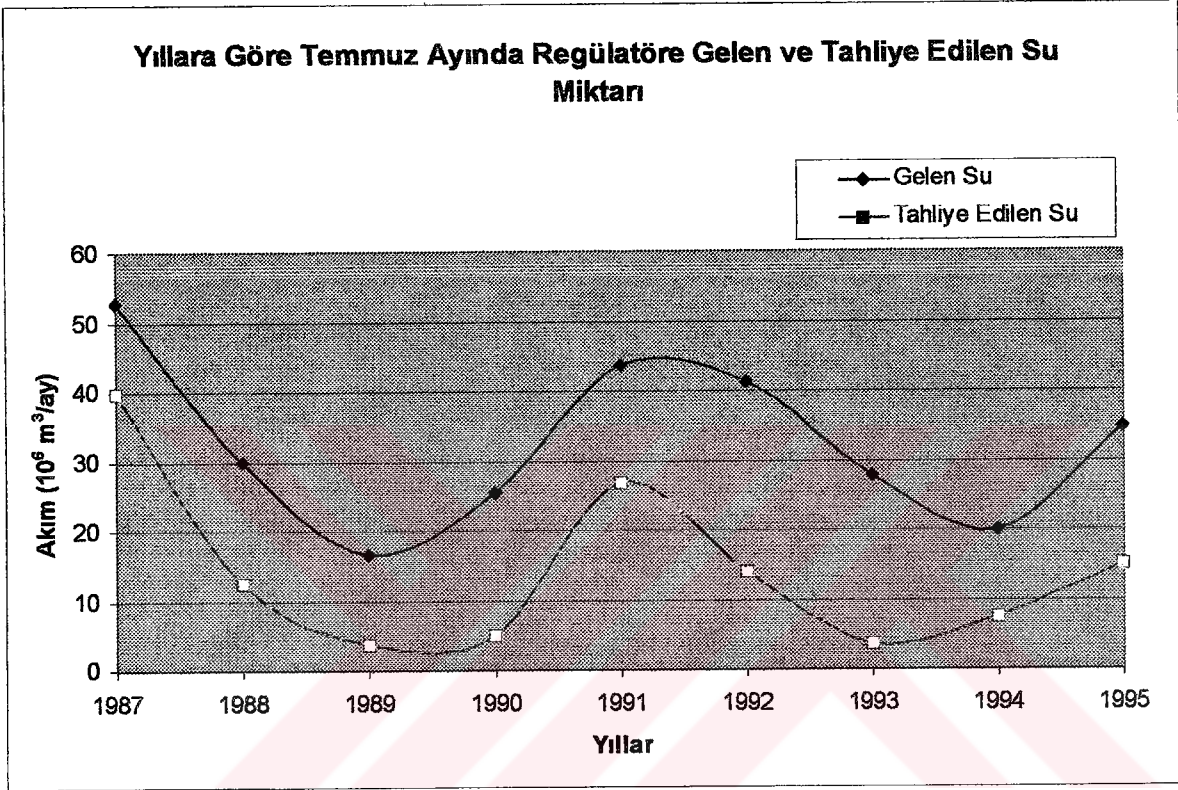




Şekil 4.1. Mustafakemalpaşa Regülatörüne Gelen ve Tahliye Edilen Sular

Şekil 4.1 incelendiğinde, Mustafakemalpaşa Çayının Döllük gözlem istasyonunda ölçülen su hacmi değerleri, değerlendirmeye alınan yıllar arasında en fazla 1991 yılında  $695 \times 10^6 \text{ m}^3$ , en az 1989 yılında  $244.9 \times 10^6 \text{ m}^3$  olarak gerçekleşmiştir. Diğer yıllarda gelen debiler, bu değerler arasında değişim göstermektedir. 1995 yılından sonra, EİEİ verilerine ulaşamadığı için değerlendirme yapılamamıştır. EİEİ Genel Müdürlüğünde toplanan ham veriler burada değerlendirilerek, gözlem yılından ancak 4 sene sonra akım yıllığı olarak yayınlanmakta olduğundan bu 1995-2000 yıllarına ait gözlem istasyonu verilerine ulaşamamıştır. Grafikte, gelen ve tahliye edilen su miktarları arasındaki farklar, o yıla ait regülatörden sulama şebekesine alınan su miktarlarını göstermektedir. Regülatörden, Sulama mevsiminde şebekeye Nisan-Ekim ayları arasında su alındığından, bu grafikte Mustafakemalpaşa Çayına ait debi değerleri ve çaya bırakılan su miktarları da Nisan-Ekim aylarına ilişkin olarak verilmiştir. Ancak, aynı yıllar arasında sulamanın en yoğun ve

yağışın en az olduğu Temmuz ve Ağustos aylarına ilişkin çayın debisi ve sulamaya alındıktan sonra çaya bırakılan miktar arasındaki ilişki Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de görülmektedir.

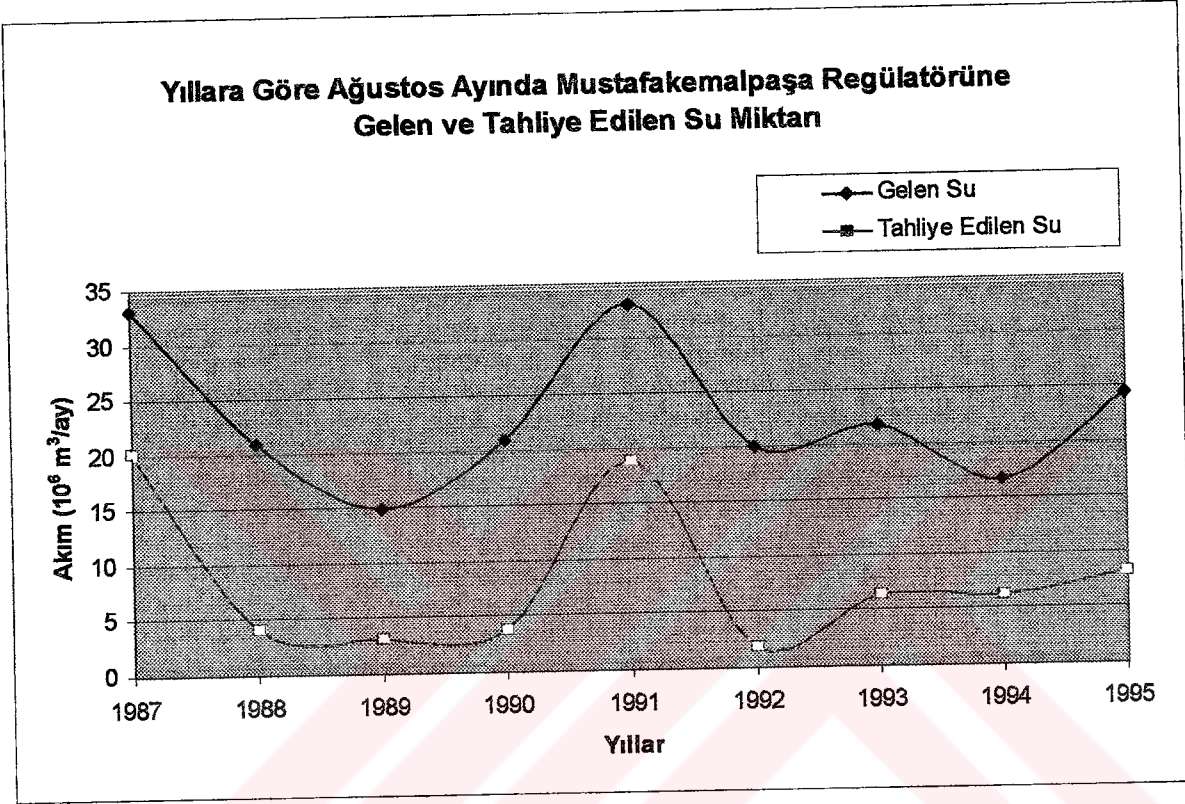


Şekil 4.2. 1987-1995 Yıllarında Temmuz Ayına İlişkin Regülatöre Gelen ve Çaya Tahliye Edilen Su Miktarı

Şekil 4.2. incelendiğinde; özellikle 1989 ve 1993 Temmuz aylarında çaya bırakılan su miktarı oldukça azalmıştır. 1989 yılında regülatöre gelen  $16.5 \times 10^6$  m<sup>3</sup> suyun  $3.5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'ü, 1993 yılında regülatöre gelen  $27.7 \times 10^6$  m<sup>3</sup> suyun yine  $3.5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'ü çaya bırakılmıştır. Başka bir deyişle, çaya bırakılan su miktarı her iki yılda da yaklaşık ortalama  $1.31$  m<sup>3</sup>/sn olarak gerçekleşmiştir. Bu yıllarda çaya bırakılan su miktarının azalmış olmasının nedenini iklim koşulları ve sulamaya bağlamak mümkündür. Nitekim 1989 ve 1993 yıllarında Mustafakemalpaşa DMI' de ölçülen yıllık toplam yağış miktarı sırasıyla 484.0 ve 460.9



mm olarak gerçekleşmiş olup, diğer yıllara bakıldığında nispeten kurak geçen yıllar olduğu görülmektedir. 1989 yılının Temmuz ayında 0.8 mm yağış düşerken, 1993 yılının Temmuz ayında hiç yağış düşmemiştir.



Şekil 4.3. 1987-1995 Yıllarında Ağustos Ayına İlişkin Regülatöre Gelen ve Çaya Tahliye Edilen Su Miktarı

Şekil 4.3. incelendiğinde, 1989 ve 1992 yılları en kritik yıllar olarak gözlenmektedir. 1989 yılında regülatöre gelen  $14.9 \times 10^6$  m<sup>3</sup> suyun  $3.63 \times 10^6$  m<sup>3</sup> ü, 1992 yılında ise regülatöre gelen  $19.9 \times 10^6$  m<sup>3</sup> suyun  $1.765 \times 10^6$  m<sup>3</sup> ü çaya bırakılmıştır. Ağustos ayında çaya bırakılan su miktarı 1989 yılında ortalama 1.36 m<sup>3</sup>/sn, 1992 yılında ise ortalama 0.66 m<sup>3</sup>/sn olarak gerçekleşmiştir 1989 ve 1992 yıllarında düşen yıllık ortalama yağış miktarları ise sırasıyla 484.0 ve 481.4 mm' dir. Yalnızca, Ağustos ayında düşen yağış miktarları ise 1989 yılında 0.8 mm ve 1992 yılında 16.9 mm olarak gerçekleşmiştir.

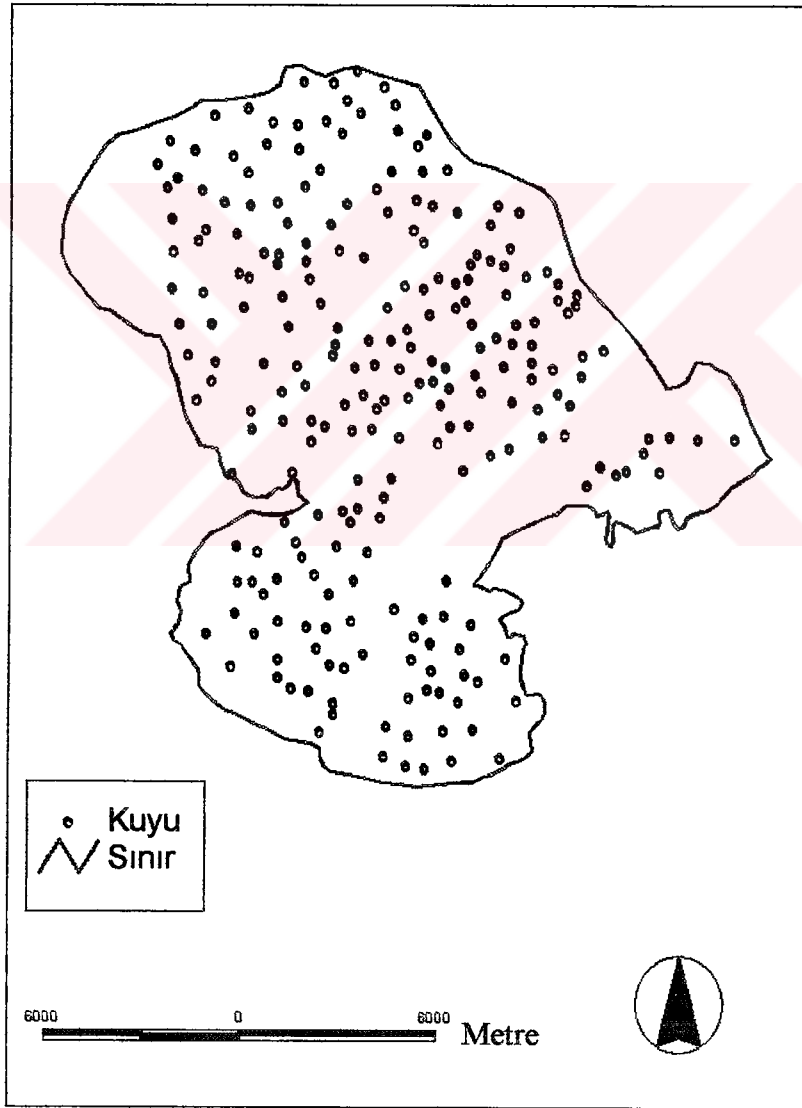
Özellikle kurak geçen yıllarda çayın debisinin az olması ve regülatörden sulama şebekesine gelen debinin tamamına yakınının alınması, nehir rejimini olumsuz etkilemesi kaçınılmaz olacaktır. Ancak özellikle kurak mevsimlerde çaydan gelen suyun tamamının sulamaya alındığı belirlenmiştir. Nitekim, DSİ yetkilileri ile yapılan görüşmelerde, 2001 yılı sulama mevsiminde, çayın sularının tamamının sulamada kullanıldığı ve çaya hiç su bırakılmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. incelendiğinde gerçekleşen 1987 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 374.2 mm olmasına karşın, çaydaki su hacminin  $6.67 \times 10^6$  m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmesinin ve bu yılın kurak bir yıl olarak değerlendirilmemesinin nedeni, bu yıla ait iklim verilerinin Mustafakemalpaşa DMİ' den alınmamasıdır. Halbuki, 1962-1986 yılları arasındaki Karacabey DSİ Meteoroloji İstasyonundan elde edilen uzun yıllık yağış verileri dikkate alındığında ortalama yağışın 564.6 mm olduğu görülmektedir. Ancak, bu istasyonun 1985 yılında faaliyetini durdurması ve Mustafakemalpaşa DMİ istasyonunun da eleman yokluğu nedeniyle 1987 yılında faaliyet gösterememesi bu yıla ait yağış değerlerinin Ergili gözlem istasyonundan alınmasını zorunlu kılmıştır. Bu değerler ile Mustafakemalpaşa ovasındaki değerler farklılık göstermektedir.

#### **4.1.1.2. Tabansuyu Düzeyinin Değişimi ve Tabansuyu Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar**

Mustafakemalpaşa sulama projesi alanında DSİ İşletme ve Bakım şube Müdürlüğü tarafından aylık tabansuyu gözlemleri yapılmaktadır. Sulama projelerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde, işletme süresince tabansuyu düzeyi ve tuzluluğu önemli bir gösterge olarak görülmektedir (Değirmenci, 1997). Ayrıca, proje alanında bulunan drenaj tesislerinin işlevlerini tam olarak yapıp yapmadığının ve mevcut drenaj tesislerine herhangi bir ek tesis yapılmasına gereksinim olup olmadığının belirlenebilmesi için, tabansuyu düzeyindeki değişimlerin sürekli ve düzenli olarak izlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla genellikle 100 ha alana 1 adet olmak üzere tabansuyu gözlem kuyuları açılmaktadır (De Ridder 1980).

Mustafakemalpaşa sulamasında tabansuyu izleme ve değerlendirme çalışmalarına 1967 yılında sol sahil sulamasının (13 200 ha) işletmeye açılması ile başlanmış, 1981’de sol sahil I. Kısım, 1987’de de sağ sahil II. Kısım sulamalarının da işletmeye açılması ile tabansuyu izleme alanı 15 500 ha’ a ulaşmıştır. Sulama alanında toplam 238 adet kuyuda gözlem yapılmaktadır(Şekil 4.4). Bu kuyulardan 201 adedi sol sahil, 37 adedi ise sağ sahilde bulunmaktadır. Tabansuyu derinliği gözlemleri yılın her ayında yapılmakta, tabansuyu tuzluluğu ise sulamanın en yoğun olduğu ayda (Temmuz) alınan tabansuyu örneklerinden saptanmaktadır.



Şekil 4.4. MKPSP Tabansuyu Gözlem Kuyuları

Tabansuyu verilerinin değerlendirilebilmesi için, tabansuyu haritalarının çizilmesi gerekmektedir. Araştırma alanında aylık ölçüm sonuçlarına göre yıllık tabansuyu kontrol raporları hazırlanmakta ve yayınlanmaktadır. Tabansuyu izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarında, kritik en yüksek eş derinlik haritası, kritik en düşük eş derinlik haritası ve sulamanın en yoğun olduğu ay eş derinlik haritasından oluşan tabansuyu düzeyi ve ayrıca tabansuyu tuzluluk haritalarından oluşan tuzluluk çalışmaları yapılmaktadır. Tabansuyu izleme çalışmalarının amacı; işletme ve bakım çalışmaları için gereken önlemleri alıp, tabansuyunu optimum düzeyde tutmaktır.

Tabansuyu düzeyindeki değişim ve sulamanın bu değişimdeki etkisinin belirlenmesi coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla kolaylıkla yapılabilmektedir. Bu çalışmada, Gündoğdu ve ark. (1998) tarafından ArcInfo 7.0'da oluşturulmuş programdan yararlanılmıştır. Bunun için yapılan çalışmada, DSİ İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğünden alınan aylık tabansuyu gözlem sonuçları, bilgisayar ortamında her yıla ait tablolar biçiminde düzenlenmiş ve ArcInfo programına aktarılmıştır. Proje alanının sınırlarının belirlenmesi ve kuyu yerlerinin girilmesi ile, tabansuyu eş derinlik haritaları çizilmiştir. Gözlem yapılan yıllar arasından sorunlu yıllar seçilerek, bu yıllara ait kritik en yüksek ve sulamanın en yoğun olduğu ay tabansuyu eş derinlik haritaları ve tabansuyu eş tuzluluk haritası oluşturulmuştur.

Tabansuyu düzeyinin yüksek olması, sulanan alanların tuzluluğu ile çok yakından ilişkili olduğundan, bu tür gözlemlerin aylık olarak yapılması son derece önemlidir. Böylelikle, olumsuz herhangi bir durumda gerekli önlemlerin alınması sağlanabilir.

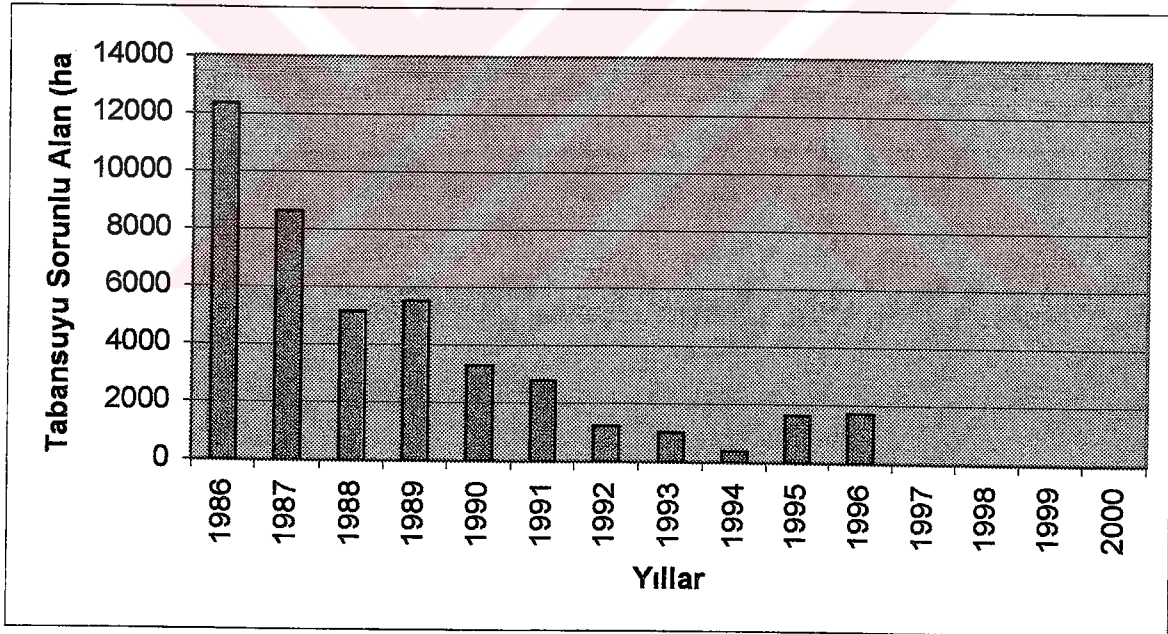
MKPSP' de tabansuyundaki tuz miktarının bulunması için; sulamanın en yoğun olduğu ay olan Temmuz ayında taban suyu örnekleri alınmakta, alınan örneklerin laboratuvarında elektriksel iletkenlikleri ölçülmektedir. Tabansuyundaki tuz miktarı ne kadar fazla ise, suyun kapilar yükselme sırasında toprakta bıraktığı tuz miktarı o oranda artmaktadır. Bu nedenle, tabansuyu derinliğinin 0-1 m arasında olduğu durumlarda, toprak tuzluluğu riski bulunmaktadır. Sulamanın en yoğun olduğu ayda, sulama ile birlikte tabansuyunun yükselmesi durumunda, tabansuyu tuz miktarının da yüksek olması, sulama alanındaki topraklar için olumsuz koşullar doğurabilmektedir. Anonim (1992c)'de belirtildiği gibi, elektriksel iletkenliği (EC) 2000 mikromhos/cm' den fazla olan sular bazı tedbirlerle kullanılabilir, EC 3000 mikromhos/cm 'den fazla olan sular ise zararlı olarak



kabul edilmektedir. Bu sınıflandırmaya uygun olarak DSI' de tuzluluk değeri 2500 mikromhos/cm' den fazla olan suları, tuzluluk sorunlu sular olarak değerlendirmektedir.

DSI' nin yapmış olduğu gözlemlere dayalı olarak elde edilen verilerin bilgisayar ortamına aktarılması sonucunda, 1986-2000 yılları arasında tabansuyunun sorunlu olduğu alanların gösterildiği grafikler elde edilmiştir. Şekil 4.5'de tabansuyunun kritik en yüksek olduğu koşulda tabansuyu sorunlu alanlar, Şekil 4.6'da sulamanın en yoğun olduğu ayda tabansuyunun sorunlu olduğu alanlar ve Şekil 4.7'de sulamanın en yoğun olduğu ayda tabansuyu tuzluluğunun sorunlu olduğu alanlar görülmektedir.

Tabansuyu kritik en yüksek 0-1 m arasında olduğu alanlar 1986-2000 yılları arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Şekil 4.5 incelendiğinde, tabansuyunun 0-1 m arasında olduğu en fazla alan 12 354 ha ile 1986 yılında, en az olduğu alan 370 ha ile 1994 yılında gerçekleşmiştir. 1997, 1998, 1999 ve 2000 yıllarında ise 0-1 m arasında hiç sorunlu alan bulunmamaktadır.



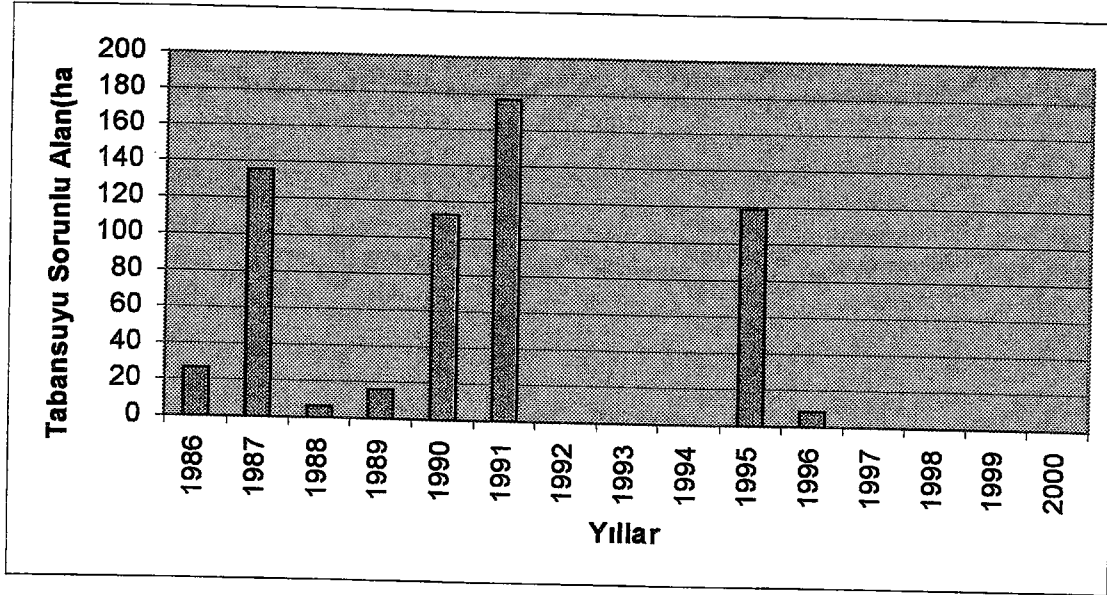
Şekil 4.5. Tabansuyunun 0-1 m Kritik En Yüksek Olduğu Alanlar

Diğer taraftan sulamanın en yoğun olduğu ayda (Temmuz), tabansuyunun 0-1 m arasında olduğu alan 1991 yılında 177 ha ile en fazla olmuş, 1992, 1993, 1994, 1997,

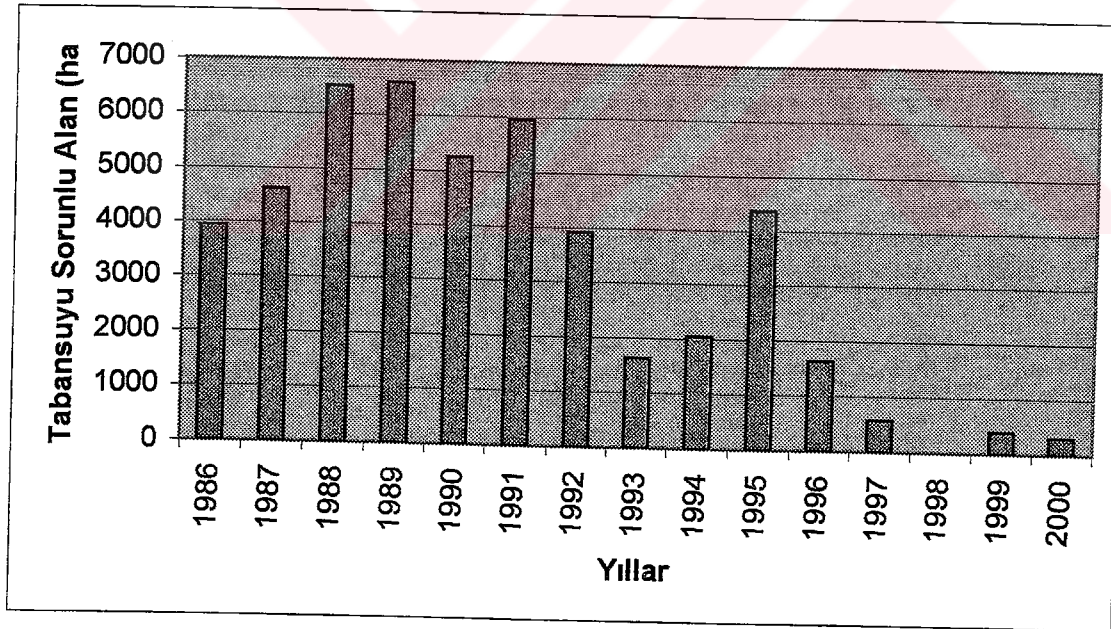
1998, 1999 ve 2000 yıllarında tabansuyu sorunlu alan olmamıştır (Şekil 4.6). Sulamanın en yoğun olduğu Temmuz ayında hemen hemen hiç yağış düşmemekle birlikte, sulamadan kaynaklanan tabansuyu düzeyi yüksekliğinin de mevcut drenaj sistemi aracılığıyla sorun oluşturmayacak düzeyde kalması sağlanmıştır. Tabansuyu düzeyinin yükselmesinde, özellikle ilkbahar yağışları etkili olmakla birlikte, sulamanın da etkisi görülmektedir. Bölgenin yağış verilerine göre; Nisan ayında 93.9 mm, Mayıs ayında 130.2 mm yağış kaydedilmiştir. Ayrıca, drenaj kanallarında zaman zaman tortu birikmesi, drenaj kanallarının randımanını düşürebilmektedir. Genel olarak tüm yıllara bakıldığında, drenaj şebekesinin randımanlı çalıştığı söylenebilir.

Sulamanın yoğun olduğu aylarda tabansuyu düzeyinin yükselmesinin en önemli nedeni; gereğinden fazla yapılan sulamalardır. Bu nedenle, su dağıtımının planlı bir biçimde yapılması gerekmektedir. Bitkilerin su istekleri ve fazla suyun bitkiye verdiği zararlar konusunda çiftçilerin bilinçlendirilmesi, sorunun çözüme kavuşturulmasında etkin olabilir. Tabansuyu düzeyinin yükselmesinde uygulanan sulama yönteminin de rolü bulunmaktadır. Proje alanında yaygın olarak uygulanan yöntem karık sulama yöntemi olup, yağmurlama ve damla sulama gibi modern sulama yöntemlerinin uygulanma oranı oldukça düşüktür. Bu olumsuzluğu gidermek için proje alanında karık sulama yöntemi yerine su uygulama randımanının çok daha yüksek olduğu yağmurlama ve damla sulama yöntemleri gibi yöntemlerin uygulanması teşvik edilmelidir.

Şekil 4.7'de ise Temmuz ayında yapılan tabansuyu tuzluluğu gözlemlerinin yıllara göre elde edilen sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre; 1989 yılında 6599 ha alanda tabansuyu tuzluluğu gözlenmiştir.



Şekil 4.6. Sulamanın En Yoğun Olduğu Ayda (Temmuz) Tabansuyunun 0-1 m Olduğu Alanlar



Şekil 4.7. Tabansuyu Tuzluluğu Sorunu Olan Alanlar

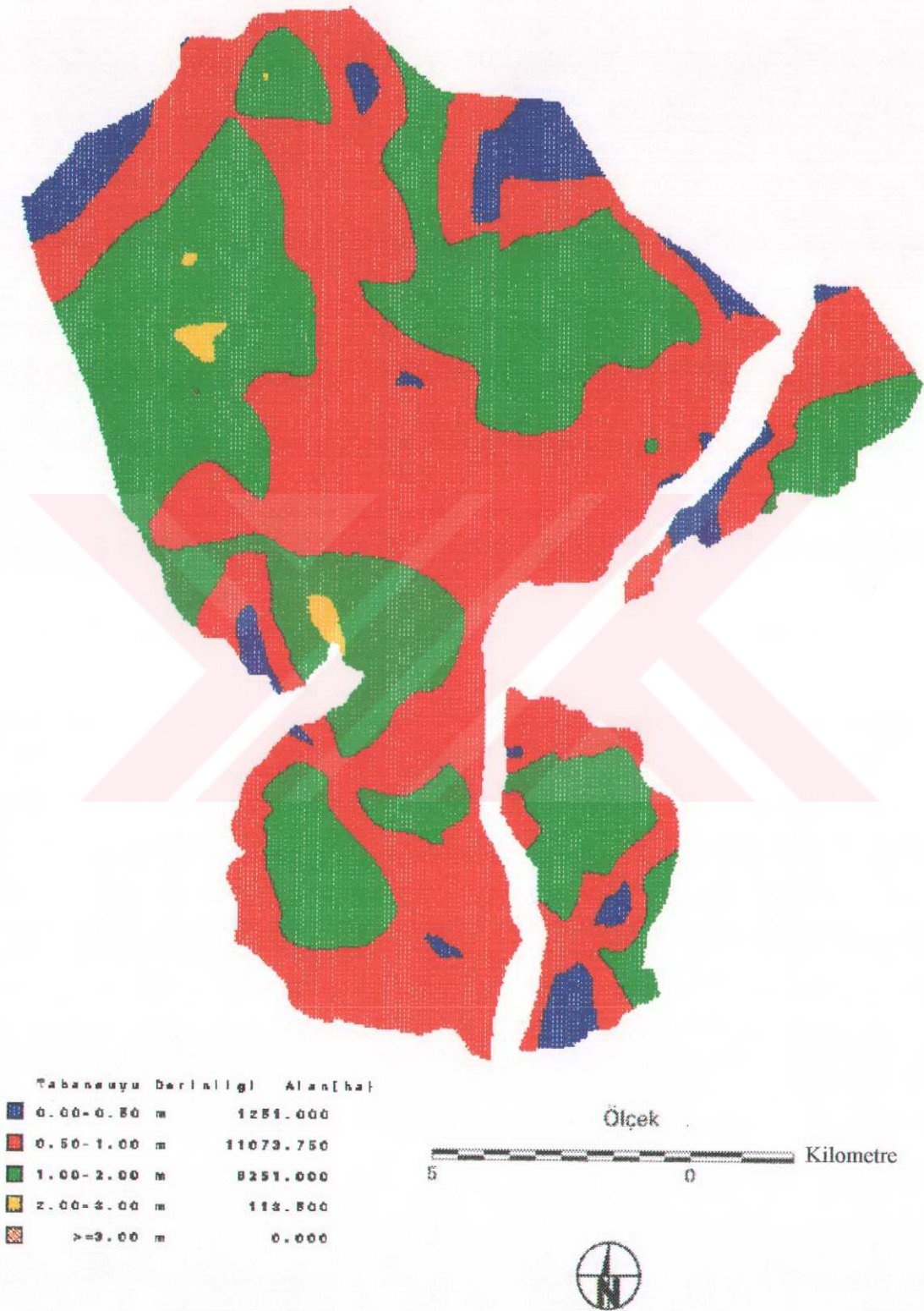


Tabansuyu tuzluluğunun sorun olduğu diğer yıllar ise 1988, 1990, 1991 olarak belirlenmiştir. Tabansuyu düzeyinin 0-1 m ve tabansuyu tuzluluğunun 2000 mikromhos/cm den büyük olduğu koşullar, bitkiler için en olumsuz koşulları doğurmaktadır.

Şekil 4.5., Şekil 4.6. ve Şekil 4.7’de elde edilen sonuçlara göre en sorunlu olarak görülen yıllar dikkate alınmış ve 1986 yılı için tabansuyu kritik en yüksek eş derinlik haritası, 1991 yılı için sulamanın en yoğun olduğu ay tabansuyu kritik en yüksek eş derinlik haritası ve 1989 yılı için tabansuyu eş tuzluluk haritası, Gündoğdu ve ark. (1998) tarafından hazırlanan Arc/Info programı yardımıyla çizilmiş ve bu haritalar sırasıyla Şekil 4.8., Şekil 4.9. ve Şekil 4.10’da gösterilmiştir. Şekil 4.5’te tabansuyunun 0-1 m kritik en yüksek olduğu alanların gösterildiği grafikte; 1986-2000 yılları arasında en sorunlu olan yıl 1986 yılı olarak belirlenmiş ve bu yıla ilişkin tabansuyu kritik en yüksek eş derinlik haritası elde edilmiştir (Şekil 4.8). Bu haritada mavi ve kırmızı renk ile temsil edilen alanlarda tabansuyu derinliği 0-1 m arasında olup, bu alanlar tabansuyu düzeyi yönünden sorunlu olan alanlardır. Bu yılda tabansuyu düzeyinin bu denli yüksek olmasında yıl içerisinde belli aylarda yağışların yüksek olmasının yanında arazinin topoğrafyasının düz ve düze yakın oluşu, drenaj sularının Uluabat Gölü’ne tahliyesinde kullanılan pompaların randımanlı bir biçimde çalıştırılmaması nedeniyle kapalı drenlerin uçlarının su içerisinde kalmış olması, aynı zamanda bu drenlerin bakımlarının da yeterince yapılmaması gibi nedenler de etkili olmuştur.

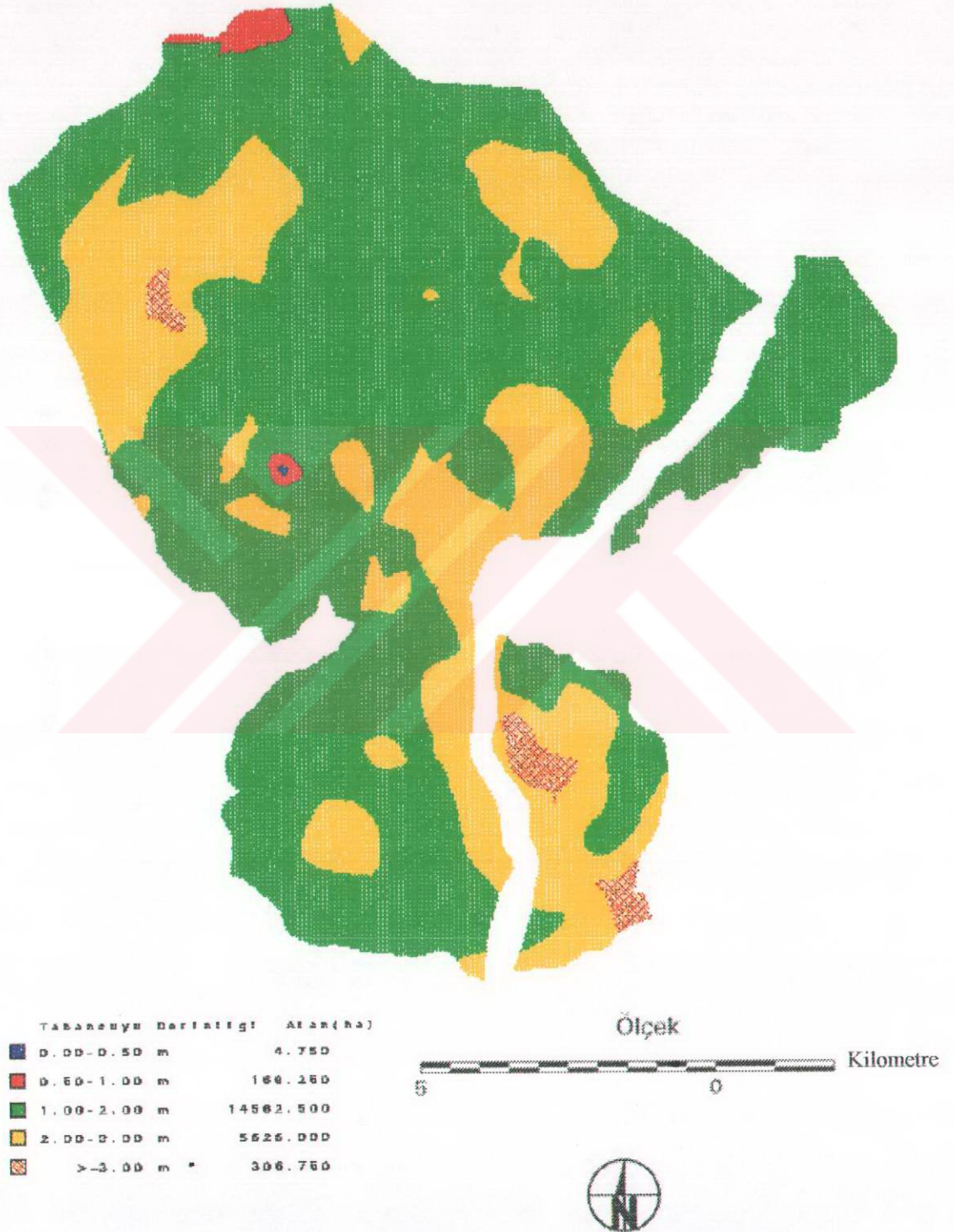
Şekil 4.6’da görüldüğü gibi 1986-2000 yılları arasında yapılan tabansuyu gözlemlerine göre sulamanın en yoğun olduğu ayda tabansuyunun en yüksek olarak gözlendiği yıl 1991 yılı olmuştur. Bu yıla ilişkin verilerden yararlanarak elde edilen haritada (Şekil 4.9) tabansuyu sorunlu alanların (kırmızı ve mavi renkle temsil edilen alanlar) sadece 177 ha ile sınırlı kalmış olması bu dönemde mevcut drenaj sisteminin herhangi bir tabansuyu yol açmayacak biçimde çalıştığını göstermektedir. Ayrıca, aynı yılın Temmuz ayı düşen yağış miktarının 1.1 mm olması nedeniyle yağıştan kaynaklanan herhangi bir yükselme söz konusu değildir.

Şekil 4.7’ de tabansuyu tuzluluğu sorunlu olan alanlar 6599 ha, Şekil 4.10’da ise 5440.5 ha olarak bulunmuştur. Bunun nedeni; Şekil 4.10’un elde edilmesinde kullanılan Arc/Info programına, tuzluluk değeri 2500 micromhos/cm’den büyük olan yerlerin sorunlu



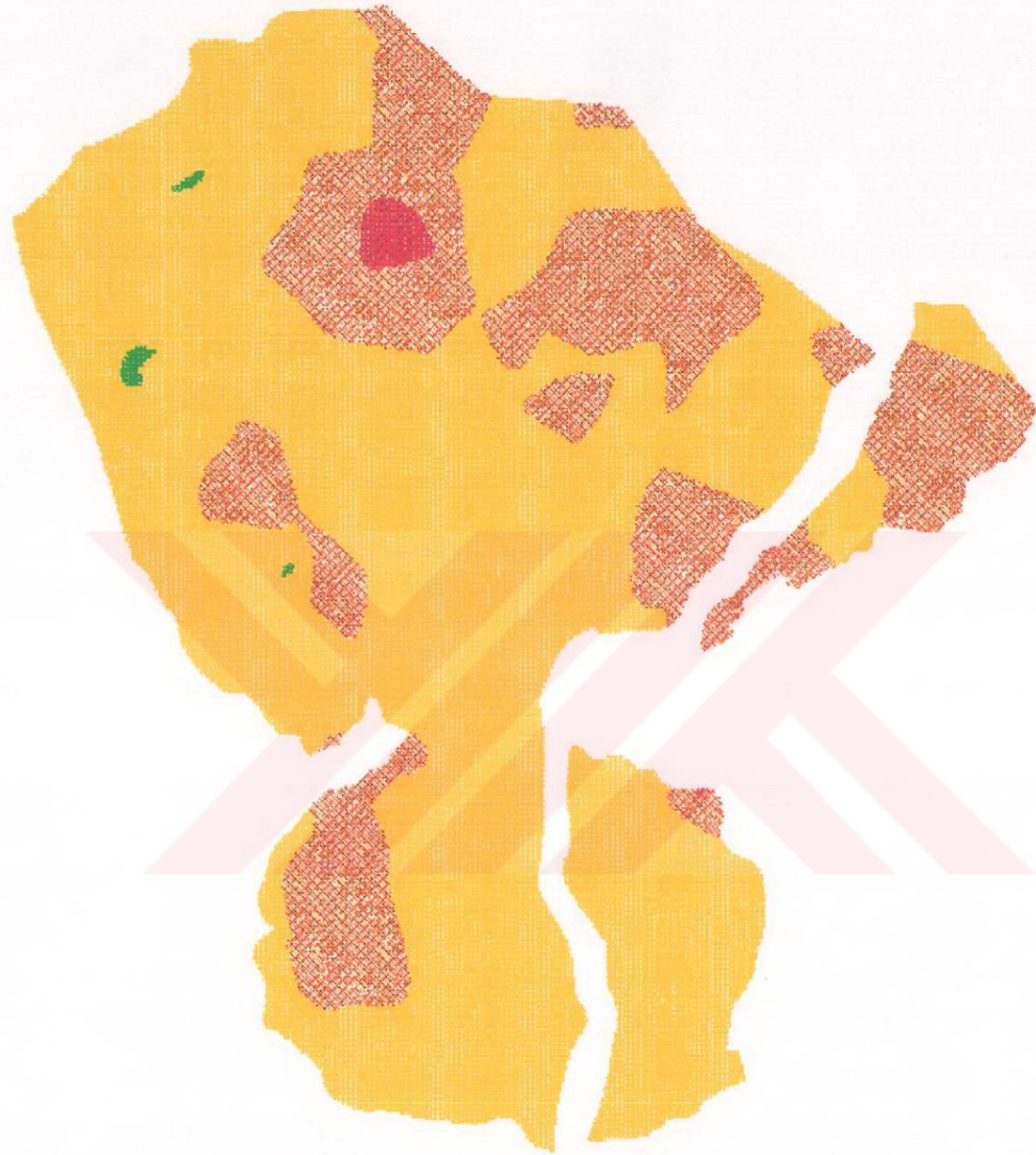
Şekil 4.8. Tabansuyu Kritik En Yüksek Eşderinlik Haritası (1986 Yılı)



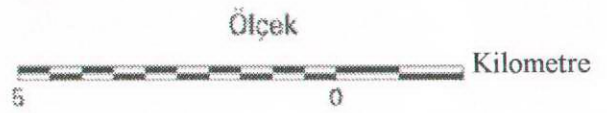


Şekil 4.9. Sulamanın En Yoğun Olduğu Ay Tabansuyu Kritik En Yüksek Eşderinlik Haritası  
(1991 Yılı)





Elektriksel İletkenlik		Alan [ha]
■	0-100 mikromhos/cm	0.000
■	100-250 mikromhos/cm	0.000
■	250-750 mikromhos/cm	49.500
■	750-2500 mikromhos/cm	15202.250
■	2500-5000 mikromhos/cm	5303.000
■	>5000 mikromhos/cm	137.500



Şekil 4.10. Tabansuyu Eştuzluluk Haritası (1989 Yılı)

alan olarak tanıtılmış olmasıdır. Buna karşın DSİ, EC değeri 2000 micromhos/cm'den büyük olan yerleri sorunlu alan olarak kabul etmiştir. Şekil 4.10'da toplam proje alanının yaklaşık 1/3'ünde (5440.5 ha) görülen tabansuyu tuzluluğu sulamadan kaynaklanmaktadır. Genellikle, tabansuyu tuzluluğu ile birlikte tabansuyu düzeyinin de yüksek olması tabansuyuyla ilgili en önemli sorunu oluşturmakta ve toprakta tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ancak, MKPSP' de hem tabansuyu düzeyinin, hem de tuzluluğunun birlikte sorun olduğu alanlara rastlanmamıştır.

#### **4.1.1.3. Sulama Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar**

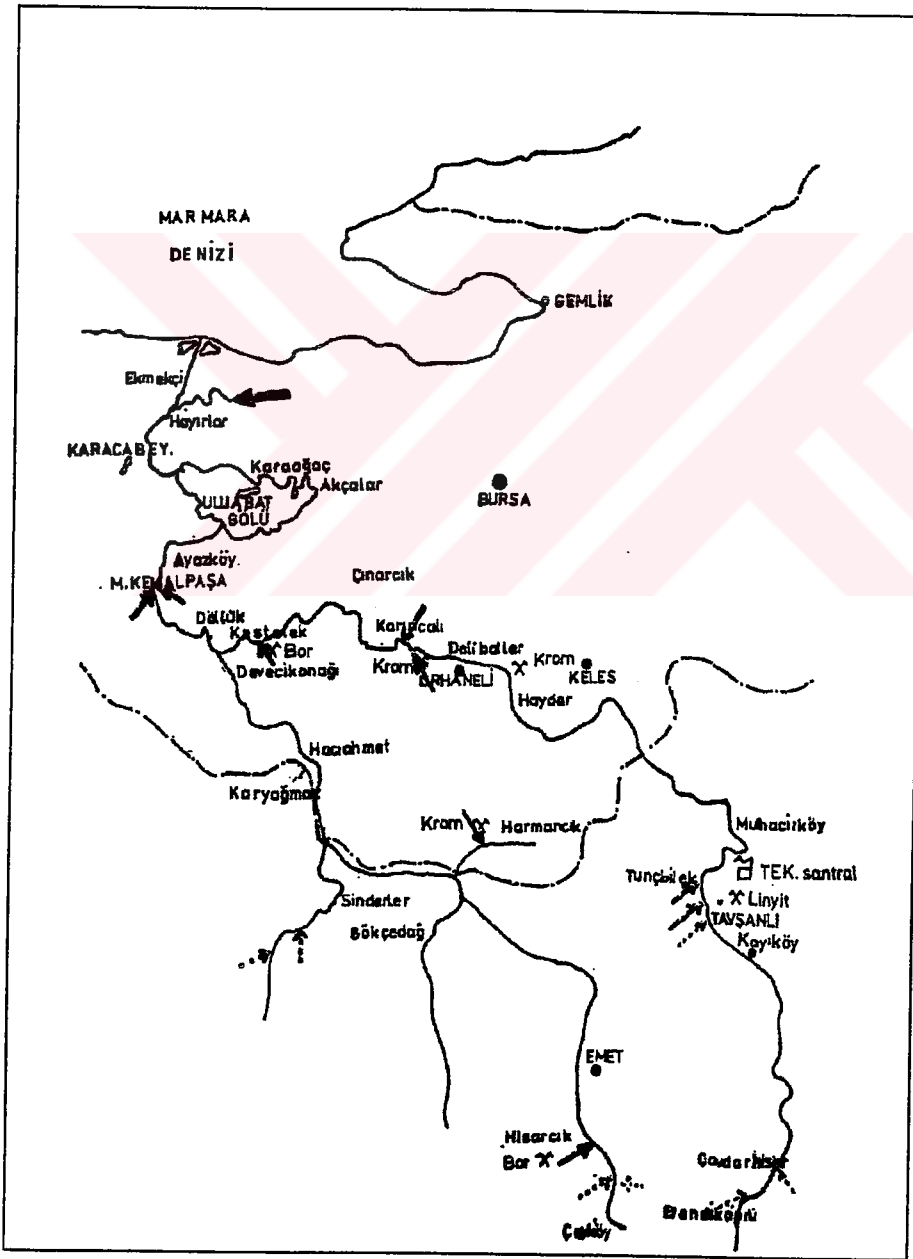
Mustafakemalpaşa sulama projesi kapsamında, DSİ I. Bölge Müdürlüğü Çevre Sorunları Birimi tarafından Döllük gözlem istasyonunda sulama suyu örnekleri, aylık olarak alınmakta ve analiz edilmektedir. Döllük gözlem istasyonu, Mustafakemalpaşa ilçe merkezinin 15 km güneydoğusunda memba kısmında bulunmaktadır (Şekil 4.11). Projede tek sulama suyu kaynağı Mustafakemalpaşa Çayı olduğundan, çay için yapılan analizler sulama suyu kalitesi hakkında fikir vermektedir.

Sulama suyu kalitesi, bitki gelişiminde en az bitkiye uygulanan su miktarı kadar önemli bir unsurdur. Bitkiye ve toprağa olan etkilerinin yanısıra, düşük kalitede sulama suyu, drenaj yoluyla yüzey ve yeraltı su kaynaklarını da olumsuz etkilemektedir (Hillel, 1987). Suyun sulama için uygunluğunun belirlenmesinde, genellikle tuzluluk, alkalilik ve özel iyon toksikliği incelenmektedir. Çizelge 4.2 'de Ayers ve Westcot (1985) tarafından önerilen, Çizelge 4.3'de ise T. C. Çevre Bakanlığı Su Kaynakları Kirliliği Kontrol Yönetmeliği(1992c)'nde verilen sulama suyu kalite standartları görülmektedir.

Proje alanında kullanılan sulama suyu, ister Mustafakemalpaşa Çayından doğrudan alınsın, ister Uluabat Gölünden alınsın, her iki şekilde de kullanılan su kaynağı Mustafakemalpaşa Çayı olmaktadır. Bu nedenle çayın taşıdığı suyun kalitesi, kullanıldığı her türlü arazi ve ürün için önemli olup, mutlaka kontrol altına alınmalıdır (Torunoğlu 1996).

Mustafakemalpaşa Çayı, Orhaneli ve Emet kollarının birleşmesinden oluşmaktadır. Orhaneli kolunda ilk önemli kirletici, Tavşanlı kanalizasyon deşarjı ve sırasıyla TEK

Tunçbilek Termik Santrali deşarjı, Tunçbilek kanalizasyon deşarjı ve TKİ Garp linyit işletmelerinin kömür yıkama tesisleri atıksu deşarjı yaklaşık 10 km lik bir akış boyunca çaya katılmaktadır. Bu atıksular, genellikle kömür tozu, kül, kil ve cüruf içermektedir. Bu maddeler, sudaki oksijeni azaltmakta, çözünmüş demir ve magnezyum miktarları ile kolloidal maddelerin arttırarak sudaki canlıları yok olmasına neden olmakta, sulama kanallarını doldurmakta ve tarım alanların üstünü hava geçirmez bir tabaka ile kaplayarak toprağın ve bitki köklerinin hava ile temasını engellemektedir (Anonim 1981).



Şekil 4.11. Susurluk Havzası Kirlilik Kaynakları

Çizelge 4.2. Sulama Suyu Kalitesi Standartları (Ayers ve Westcot 1985)

Potansiyel Sulama Sorunu	Birimi	Kullanımı Kısıtlama Derecesi		
		Yok	Çok hafif-orta	Şiddetli
TUZLULUK				
EC (Elektriksel İletkenlik)	DS/m veya mmhos/cm	<0.7	0.7-3.0	>3.0
TDS (Toplam Çözünebilir Katı Madde)	Mg/l	<450	450-2000	>2000
SODYUMLULUK	SAR	<3	3-9	>9
ÖZEL İYON TOKSİKLİĞİ				
Cl (Klor)	Me/l	<4	4-10	>10
Nitrat (NO)	Mg/l	<5	5-30	>30
Bikarbonat(HCO)	Me/l	>1.5	1.5-8.5	>8.5
Bor (B)	Mg/l	<0.7	0.7-3	>3

Orhaneli Çayı, Orhaneli kasabasını geçişinde iki ayrı krom madeni konsantre atıklarını da almaktadır. Orhaneli Çayından daha aşağıya inildiğinde Kestelek' de bulunan Etibank Bor İşletmesi son kirletici kaynak olmaktadır. Bu tesiste herhangi bir arıtma tesisi bulunmamaktadır. Mustafakemalpaşa Çayındaki bor konsantrasyonu genellikle bu işletmenin deşarjlarıyla yükselmektedir. Emet Çayı üzerinde ise görülen en önemli kirlenme, Etibank' ın işlettiği kolemanit konsantre tesislerinden kaynaklanmaktadır. Ancak kurulan kapalı devre tesisler ile, bu işletmenin kötü etkisi zayıflamıştır. İki çayın birleşiminden oluşan Mustafakemalpaşa Çayının en önemli kirleticisi ise Mustafakemalpaşa ilçe merkezinin evsel atıksuları olmaktadır (Meriç ve ark 1996).

Çizelge 4.3. Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Kriterleri (Anonim 1992c)

	I. Sınıf Su (çok iyi)	II. Sınıf Su (iyi)	III. Sınıf Su (kullanılabilir)	IV. Sınıf Su (tedbirle kullanılmalı)	V. Sınıf Su (zararlı)
Ec <sub>x</sub> 10 <sup>6</sup> (µmhos/cm)	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	>3000
% Sodyum	<20	20-40	40-60	60-80	>80
SAR	<10	10-18	18-26	>26	
RSC meq/l	<1.25	1.25-2.5	>2.5		
Mg/l	<66	66-133	>133		
Cl meq/l	0-4	4-7	7-12	12-20	>20
Mg/l	0-142	142-249	249-426	426-710	>710
SO <sub>4</sub> meq/L	0-4	4-7	7-12	12-20	>20
Mg/l	0-192	192-336	336-575	575-960	>960
Toplam Tuz (mg/l)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	>2100
Bor (mg/l)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	2.0	-
Sulama Suyu Sınıfı	C1S1	C1S2,C2S2,C 2S1	C1S3,C2S3, C3S3,C3S2, C3S1	C1S4,C2S4, C3S4,C4S3, C4S2,C4S1	-
NO <sub>3</sub> veya NH <sub>4</sub> (mg/l)	0-5	5-10	10-30	30-50	>50
Fekal Koliform (1/100 ml)	0-2	2-20	20-100	100-1000	>1000
BOİ (mg/l)	0-25	25-50	50-100	100-200	>200
Askıda Katı Madde (mg/l)	20	30	45	60	>100
PH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6-9	<6 ve >9
Sıcaklık	30	30	35	40	>40

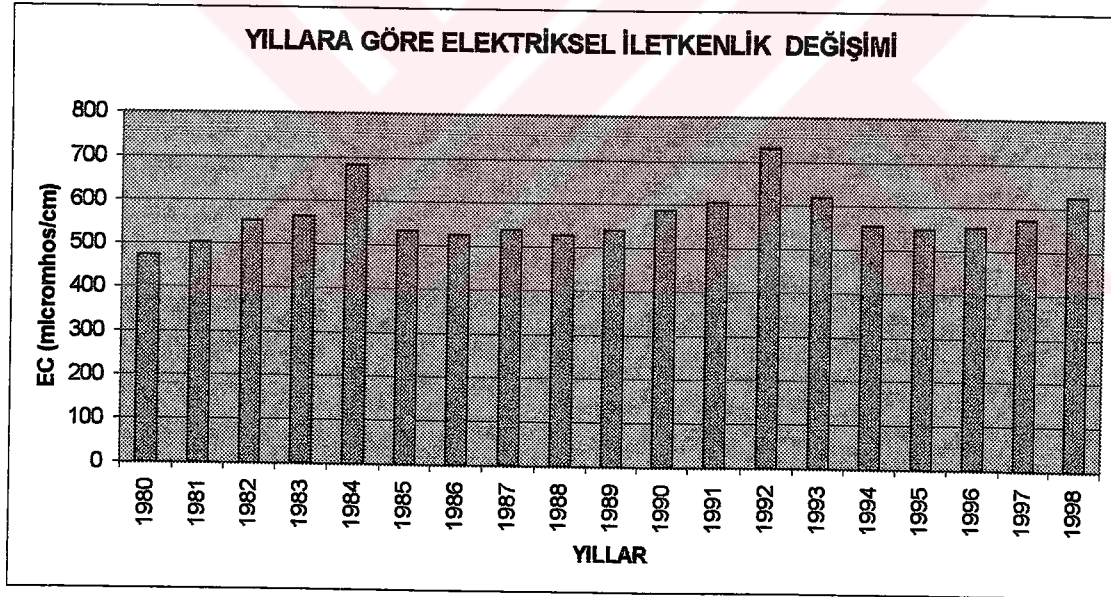
Mustafakemalpaşa Çayına evsel atıksuların yanı sıra ilçe civarındaki mandıraların, Mustafakemalpaşa mezbahasının ve bazı fabrikaların atıkları deşarj edilmektedir. İlçenin



hayvan kesim gereksinimini karşılayan mezbahadan yılda 15 000 ton atıksu ve 400 ton kan atığı üretilmekte, bu atıklar herhangi bir arıtma yapılmaksızın çaya verilmektedir. Toplam olarak yılda yaklaşık 6 000 ton civarında peynir üretimi yapan irili ufaklı 27 adet mandıradan ise, elde edilen yılda 21 ton peynir altı suyu arıtılmadan Mustafakemalpaşa çayına deşarj edilmektedir.

DSI I. Bölge Müdürlüğü Çevre Sorunları Birimi tarafından Döllük Gözlem istasyonlarından ortalama yılda 5-6 kez alınan su örneklerinden yapılan analizlere göre; kimi sulama suyu kalitesi kriterlerinin yıllara göre değişimi incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

**Elektriksel İletkenlik:** Sulama suyunda tuzluluğun ölçüsü olan EC'ye ilişkin olarak DSI'nin yapmış olduğu analiz sonuçları değerlendirildiğinde; sulama suyunda tuzluluk açısından herhangi bir soruna rastlanmamıştır (Şekil 4. 12).

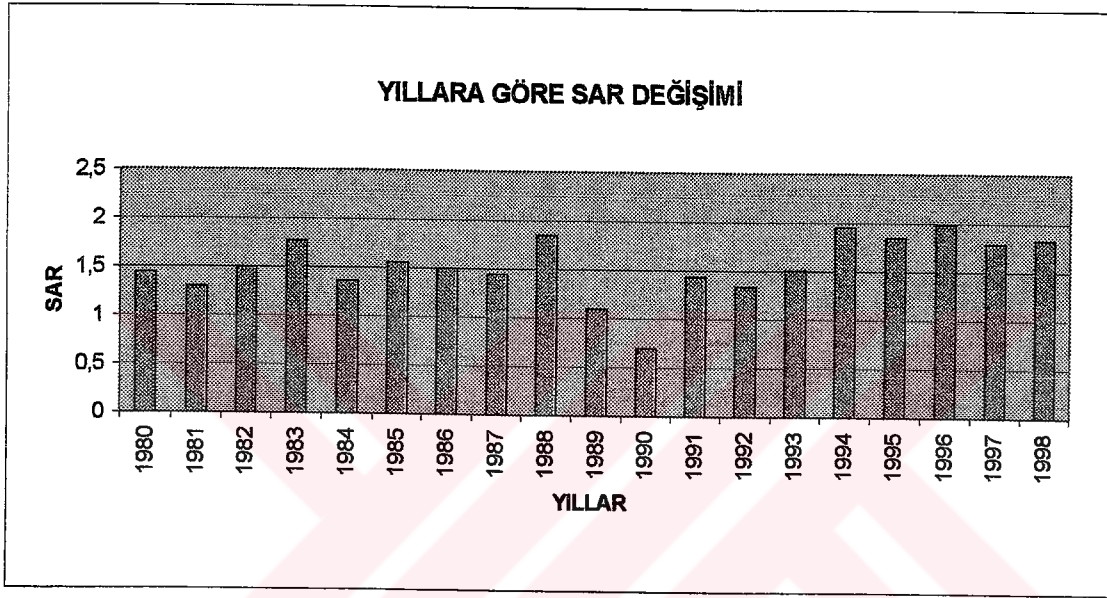


Şekil 4.12 Yıllara Göre Elektriksel İletkenlik Değişimi (Döllük Gözlem İstasyonu)

**Sodyum** : Bitkiler gelişimi için çok az sodyuma gereksinim duymakta, yüksek konsantrasyonlarda sodyum bitkinin yanısıra toprak koşullarına da olumsuz etki etmektedir. Sodyum absorpsiyon oranının (SAR) 9'un üzerinde olduğu durumlarda ciddi

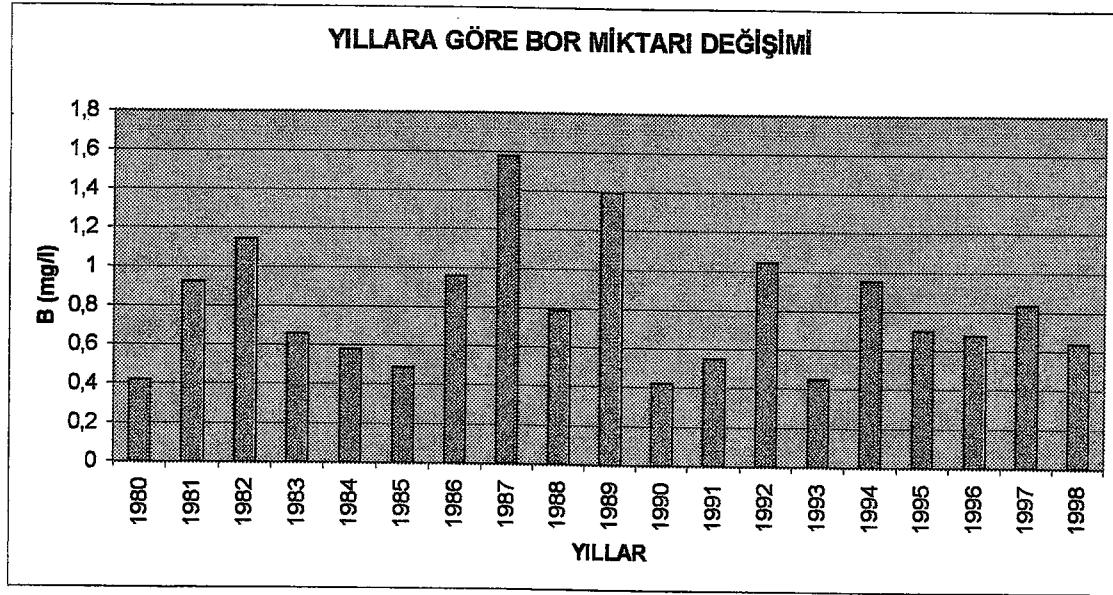


olumsuz etkiler baş göstermekte, özellikle yağmurlama sulama yöntemiyle su uygulandığında 3 mg/l 'in üzerindeki sodyum konsantrasyonu bitkileri olumsuz etkilemektedir. Sulama suyunda SAR yüksekliği topraklarda sodyumluluk meydana getirmektedir. Şekil 4.13. incelendiğinde, SAR açısından olumsuz bir durum gözlenmemektedir.



Şekil 4.13. Yıllara Göre SAR Miktarı Değişimi(Döllük Gözlem İstasyonu)

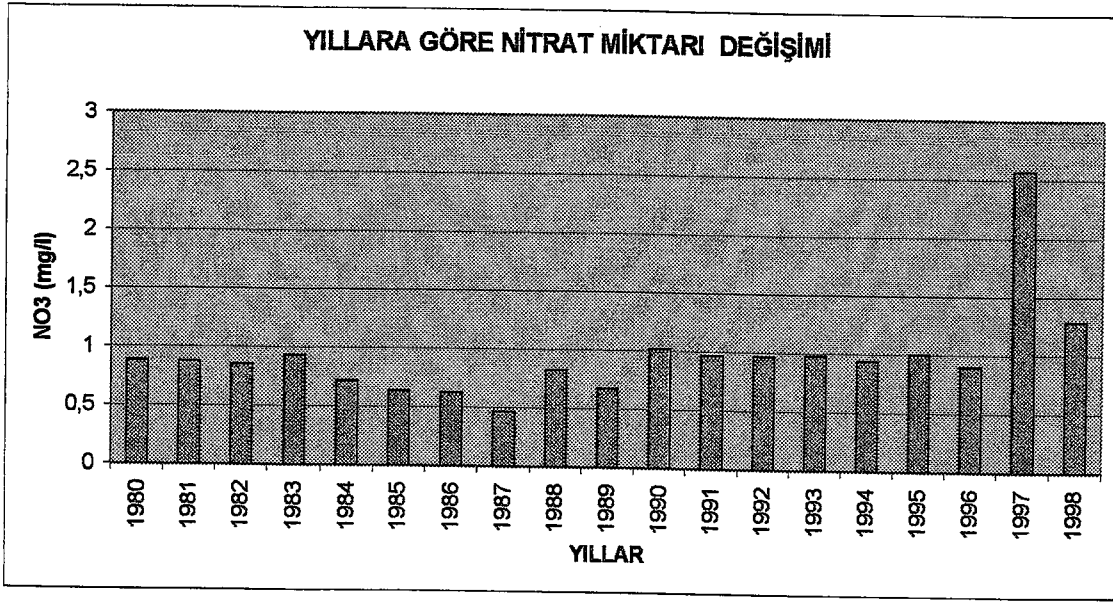
**Bor :** Sulama suyundaki bor konsantrasyonunun 0.7 mg/l yi aşması halinde toprakta bor birikimi başlamaktadır. Bor, toprakta 0.3 mg/l ye kadar bitkiler için faydalı, ancak bu değerden sonra kimi bitkiler için zararlı olmakta, bu oran 4 mg/l ye ulaştığında ise bundan tüm bitkiler zarar görmektedir. Mustafakemalpaşa Çayı Emet Kolemanit ve Kestelek Bor İşletmelerinin drenaj suyu ile kirlenmekte ve bor konsantrasyonunun sulama mevsiminde 3 mg/l ye çıktığı görülmüştür (Anonim 1997e). Şekil 4.14. incelendiğinde, bor miktarının toprak ve bitkiler için zararlı düzeylere ulaştığı görülmektedir. Torunoğlu (1986) çalışmasında, çaydaki bor konsantrasyonunun aylara göre 0.213-3.362 mg/l ortalama değerleri arasında değiştiğini ve bu değerlerin 7.340 mg/l ye kadar yükseldiğini belirlemiştir.



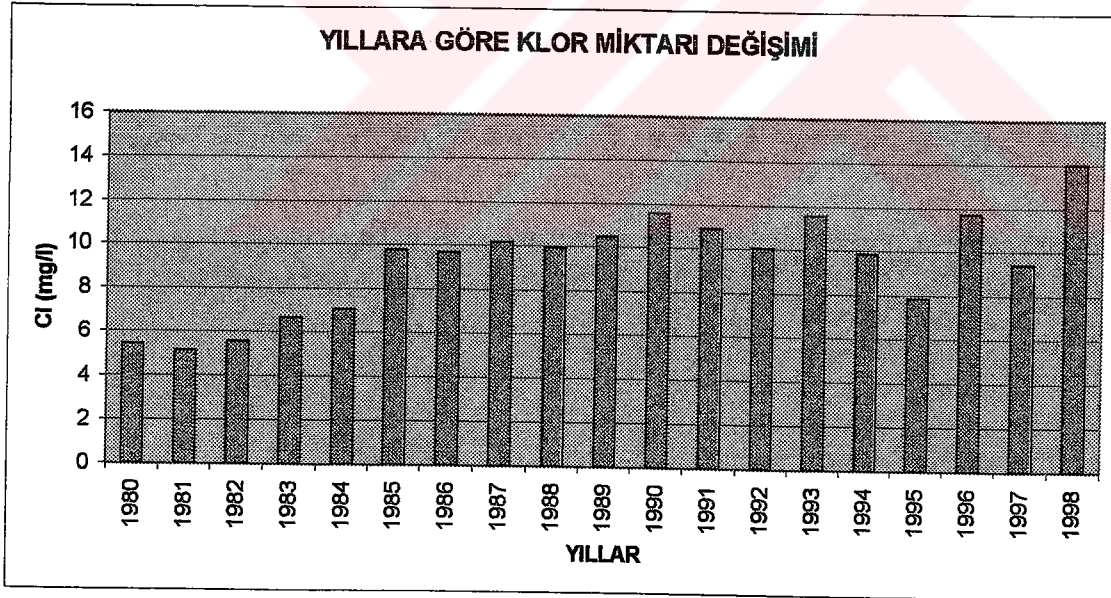
Şekil 4.14. Yıllara Göre Bor Miktarı Değişimi (Döllük Gözlem İstasyonu)

**Nitrat** : Sulama suyunda nitrat fazlalığı su kirliliğinin bir göstergesidir. Fazlalığı halinde toprak permeabilitesi azalır. Doğal yüzey sularında çok fazla bulunmamakla birlikte, kimyasal gübre atıkları nedeniyle drenaj suyunda daha fazla miktarda bulunabilir. Sulama sularında 30 mg/l 'in üzerindeki nitrat konsantrasyonu olumsuz etkilere sahiptir (Westcot ve Ayers, 1985). Şekil 4.15. incelendiğinde, sulama suyundaki nitrat miktarının henüz tehlikeli boyutlarda olmadığı görülmektedir.

**Klor** : Bütün doğal sularda bulunan klor anyonu sulama sularındaki en sorunlu anyon olarak kabul edilmektedir. Genellikle 10 mg/l'in üzerinde bitkiler için tehlikeli olmaktadır. Şekil 4.16'da görüldüğü gibi, her iki istasyondan yapılan gözlemlerde klor miktarının bazı yıllarda sınır değerleri aştığı gözlenmektedir.



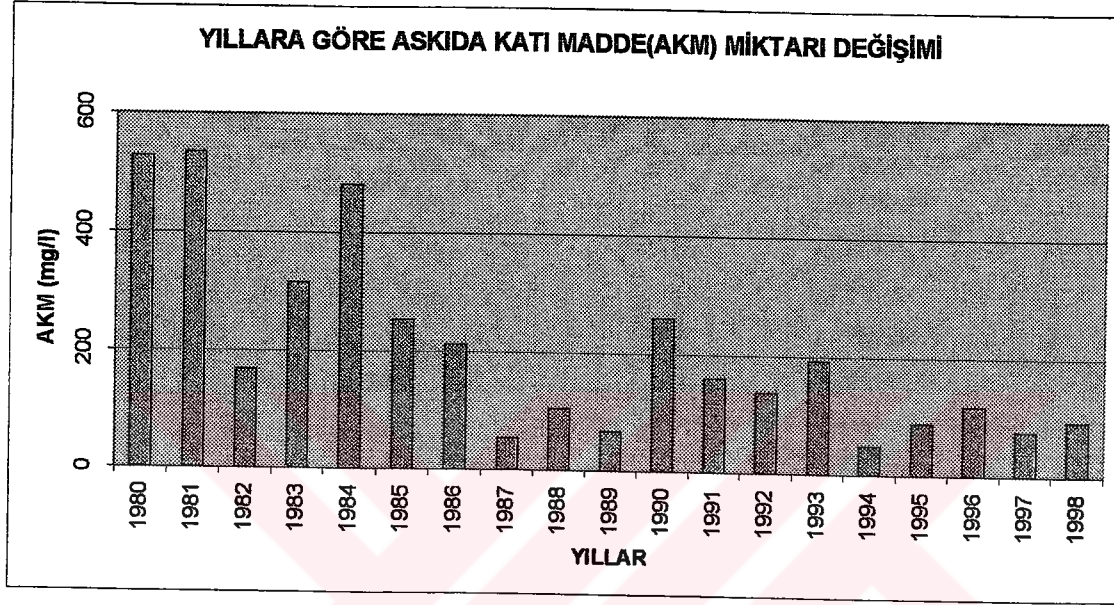
Şekil 4.15. Yıllara Göre Nitrata Miktarı Değişimi(Döllük Gözlem İstasyonu)



Şekil 4.16. Yıllara Göre Klor Miktarı Değişimi(Döllük Gözlem İstasyonu)



**Askıda Katı Madde :** Askıda katı madde miktarının yüksek olması sulama sistemlerinde tıkanmalara yol açabilir. Genellikle askıda katı madde miktarı 100 mg/l' nin üzerindeki sular, sulama için uygun olmayan sulardır. Şekil 4.17 incelendiğinde, mepadana mansaba doğru gidildikçe askıda katı madde miktarının arttığı ve sulama suyunun önemli ölçüde askıda katı madde taşıdığı görülmektedir.



Şekil 4.17. Yıllara Göre Askıda Katı Madde Miktarı Değişimi(Döllük Gözlem İstasyonu)

#### 4.1.1.4. Drenaj Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

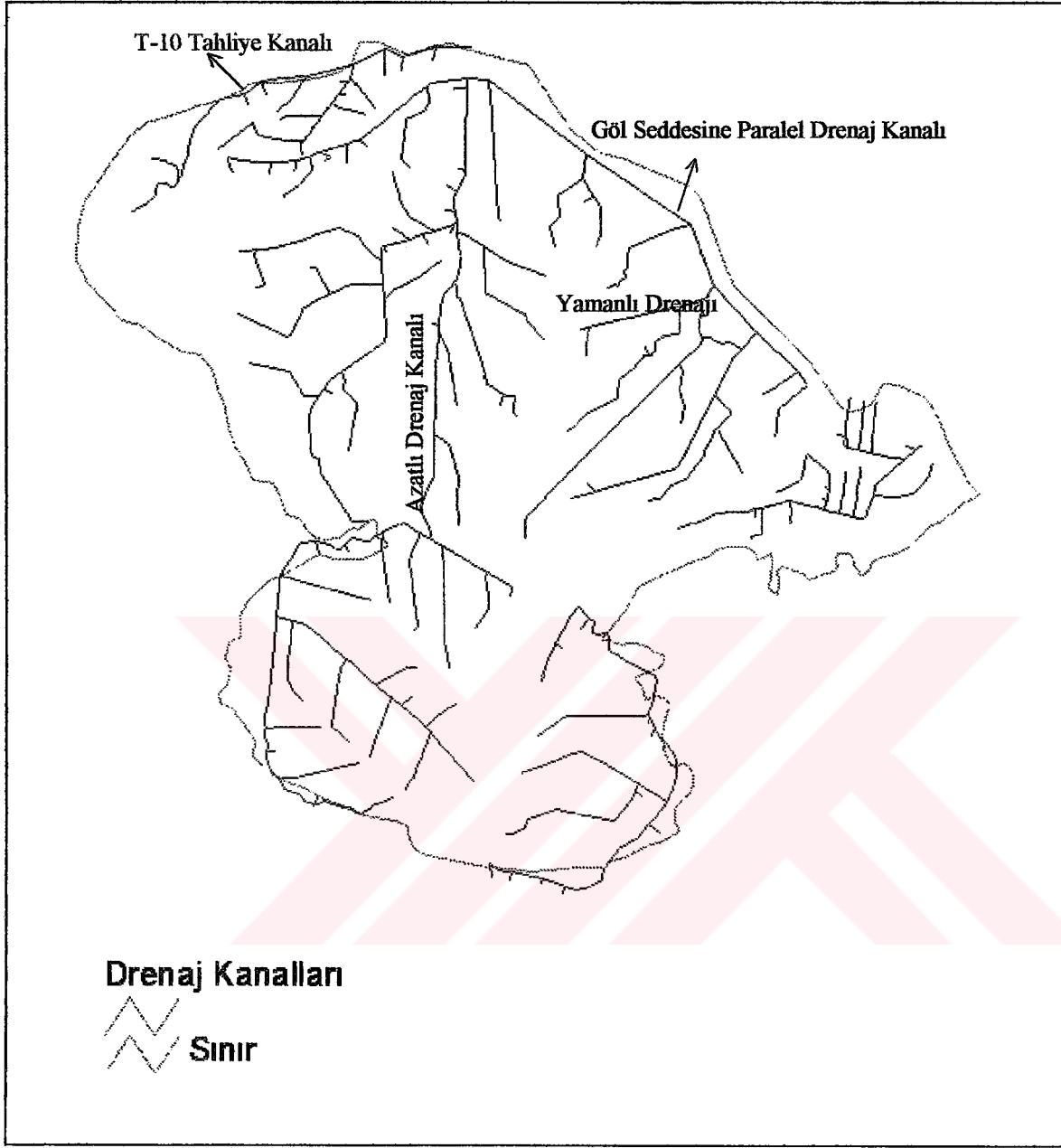
Mustafakemalpaşa sulama projesinde incelenmesi gerekli çevresel etkilerin başında drenaj suyu kalitesi gelmektedir. Bunun en önemli nedeni Mustafakemalpaşa sulama projesi içerisinde yer alan drenaj kanallarının sadece sulamadan dönen suların değil, aynı zamanda bazı evsel ve endüstriyel atıksuların da alıcı ortamı konumunda olmasıdır. Ayrıca Mustafakemalpaşa Çayı ile birlikte, projedeki drenaj kanallarının en son ulaştığı noktanın Uluabat Gölü olması, konuyu daha duyarlı hale getirmektedir. Çünkü, Uluabat Gölü gerek doğal yaşam, gerek su ürünleri üretimi ve gerekse kullanım açısından oldukça önemli bir sulak alandır.

Bursa kentine batıdan 25 km mesafedeki Uluabat Gölü, uzun yıllardan bu yana Bursa ilinin ek içme ve kullanma suyu kaynağı olarak düşünülmüş, ancak evsel ve endüstriyel atıksularının doğal alıcı ortamı konumunda olması, bu projelerin gerçekleşmesine olanak vermemiştir (İnan ve ark 1997). Bu gölün en önemli kirleticisi ise Mustafakemalpaşa Çayı ve drenaj kanallarıdır. Göle yapılan diğer deşarjlar, bu kaynakların yanında oldukça önemsiz kalmaktadır.

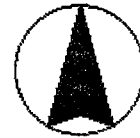
Mustafakemalpaşa sulama projesinde, drenaj kanallarındaki su kalitesine ilişkin olarak, DSİ ya da başka bir kuruluş tarafından sürekli ve düzenli bir analiz yapılmamaktadır. Proje alanında DSİ tarafından drenaj kanallarında su kalitesini belirlemek amacıyla, 1986-1995 yılları arasında yılda bir kez Ağustos ayında alınan su örneklerine ait analiz sonuçları elde edilmiştir. Yapılan analizlerde özellikle tuzluluk ve sodyumluluk incelenmiş, toksik maddeler ile ilgili herhangi bir analiz yapılmamıştır. Oysa, kalitesi sulama suyuna göre daha düşük olan, bünyesine önemli sayılabilecek düzeyde atıksu deşarjı alan ve Uluabat Gölünde kirlilik yaratan drenaj kanallarının su kalitesinin sürekli olarak izlenmesi, alınabilecek önlemler açısından son derece faydalı olacaktır. Zaman zaman bazı drenaj kanallarından ve Uluabat Gölünden alınan su örneklerinden yapılan analizler, münferit ve sağlıklı bir sonuca varacak yeterlilikte olmamaktadır. Şekil 4.18'de drenaj ağı ve örnek alınan drenaj kanalları görülmektedir.

Bünyesine aldığı atıksular bakımından en önemli drenaj kanalı; Mustafakemalpaşa ilçesinin hemen yakınındaki Azatlı beldesinden başlayıp Uluabat köyünde bulunan Uluabat pompa istasyonuna kadar devam eden Azatlı drenaj kanalıdır. Mustafakemalpaşa sulama alanı içerisinde bulunan 52 adet deri işletmesinin atıkları, Lezzo Gıda, Merko Gıda, Aysan Süt, Etibank lojmanlarının atıksularını bu drenaj kanalına deşarj etmektedir. Bu atıksular, Uluabat pompa istasyonuna gelmekte, burada pompalar vasıtasıyla Uluabat göl seddesi aşırılarak Uluabat Göl ayağına deşarj edilmektedir. Tarım ürünleri işleyen ve atıklarını drenaj kanallarına tahliye eden fabrikaların, sulamanın doğal bir sonucu olduğu unutulmamalıdır.

Proje alanında 1989 yılında kurulup, halen faaliyetleri devam etmekte olan deri işletmelerine (tabakhaneler) Çevre İl Müdürlüğü tarafından yapılan denetimler sonrasında, arıtma tesisi kurma zorunluluğu getirilmiş, bu işletmeler toplanarak 2500 m<sup>2</sup> lik alana



5000 0 5000 10000 Metre



Şekil 4.18. MKPSP Drenaj Ağı ve Su Örneği Alınan Drenaj Kanalları



çökeltme havuzları inşa etmişlerdir. Buraya gelen atıksular, her işletmenin içindeki çökeltme havuzunda dinlendirildikten sonra işletme önündeki 1x1 m<sup>2</sup> lik havuzlara girmekte, buradan da beton kanallarla sözü edilen çökeltme havuzlarına akıtılmaktadır. Burada çöken çamurlar, iş makinesi ile çıkartılıp Belediyeye teslim edilmektedir. Çökeltme havuzlarından geçen atıksular, DSİ'nin Tahliye-1 kanalına, oradan da Azatlı drenaj kanalına verilmekte ve buradan da Uluabat Gölüne kadar ulaşmaktadır (Demir ve ark 1998). Deri atıksuları ile gelen bakteriler, alıcı su ortamlarında enfeksiyon ve bulaşıcı hastalık riski taşımaktadır. Ayrıca, bu atıksular askıda katı madde (AKM), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) ve toksik madde açısından zararlı olabilecek niteliktedir (İnan ve ark 1997).

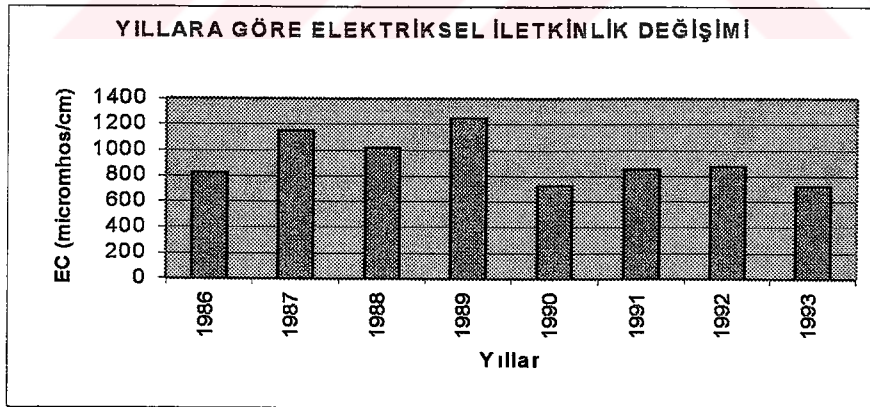
Yapılan arazi gözlemlerinde, deri işletmelerinin bulunduğu noktada, Azatlı drenaj kanalındaki suyun renginin siyah ve siyaha yakın olduğu, bu suların çiftçiler tarafından sulama amaçlı kullanıldığı gözlenmiştir. Sulama projesinden genel olarak, sulama için drenaj kanallarındaki suların kullanılması eğilimi göze çarpmaktadır. Bu kullanımın en önemli nedenleri arasında, drenaj kanallarında daima belirli bir miktar su bulunması, sulama kanaletlerinin kimi çiftçilerin arazilerine uzak kalması ve drenaj kanallarından sulamanın daha kolaylıkla yapılabilmesi gösterilebilir. Ancak, deri işletmelerinin atıksularını boşalttığı drenaj kanalından yapılan sulamaların genellikle çiğ yenen sebzeler üzerinde uygulandığı göz önüne alındığında, önemli sağlık riskleri oluşturabileceği düşünülmektedir.

Azatlı drenaj kanalındaki su kalitesi hakkında fikir vermesi amacıyla, bu kanaldan alınan su örneğinin laboratuarda yaptırılan analiz sonuçlarında; EC 9000 µmhos/cm, SAR 34, sodyum 83 meq/l, klor: 80 meq/l, bikarbonat 25 meq/l bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, deri işletmelerinin atıksularını Azatlı drenajına tahliye ettikleri noktada drenaj suyu kalitesi, son derece tuzlu ve sodyumlu bir sudur. Drenaj suyundan sulama yapılmasının topraklarda tuzluluk ve alkalilik sorunlarına yol açabileceği muhakkaktır. Oysa, aynı drenaj kanalının bünyesine atıksuları almadan önceki bir noktadan alınan su örneğinde; elektriksel iletkenlik 630 mikromhos/cm, sodyum 0.45 meq/l, klor 1.0 meq/l, SAR 0.24 ve bikarbonat 7.0 meq/l değerleri elde edilmiştir.

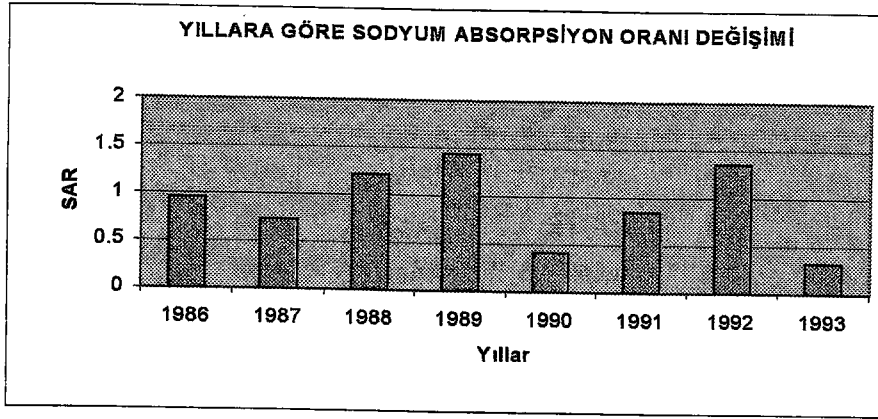
Deri işletmelerinin yanısıra, ova içerisinde Tepecik Beldesinde faaliyette bulunan Lezzo Konserve ve Salça Fabrikası'ndan günlük 8500 m<sup>3</sup> atıksu arıtılmaksızın, yine Tepecik beldesindeki Merko Gıda Fabrikası'ndan ise günlük 960 m<sup>3</sup> atıksu arıtma tesisinden geçtikten sonra Azatlı drenaj kanalına tahliye edilmektedir.

Proje alanında bünyesine atıksu alan diğer drenaj kanalları Tahliye-8 ve Tahliye-10 kanallarıdır. Bursa-Karacabey yoluna paralel olan ve Azatlı drenaj kanalına bağlanan Tahliye-8 tahliye kanalına, Vatan Konserve A.Ş.' in atıksuları deşarj edilmektedir. Kanala verilmeden önce atıksulara, fiziksel elekten geçirme işlemi uygulanmaktadır. Canbolu-Uluabat seddesine paralel olan Tahliye-10 kanalına, Sıla Yağ Fabrikası, Nestle Türk A.Ş., Karacabey Küçük Sanayi Sitesi, Besintaş, Kar Un, Dramalı Un Fabrikasının atıkları deşarj edilmektedir. Bu tahliye kanalı atıksuları DSİ'nin Paşaçayırı pompa istasyonuna getirmekte ve bu pompa istasyonundan Canbolu Deresine pompalanmaktadır. Her ne kadar Canbolu Deresi Marmara Denizi'ne Kocadere aracılığı ile ulaşmakta ise, Şubat-Mart-Nisan aylarında yükselen Canbolu Deresi tersine akarak, atıksuları Uluabat Gölüne taşımaktadır. Sıla Yağ Fabrikasından günde 300 m<sup>3</sup> atıksu deşarjı söz konusudur.

Aşağıdaki grafiklerde, bazı drenaj kanallarında yapılan su kalitesi gözlem ve analiz sonuçları verilmiştir:



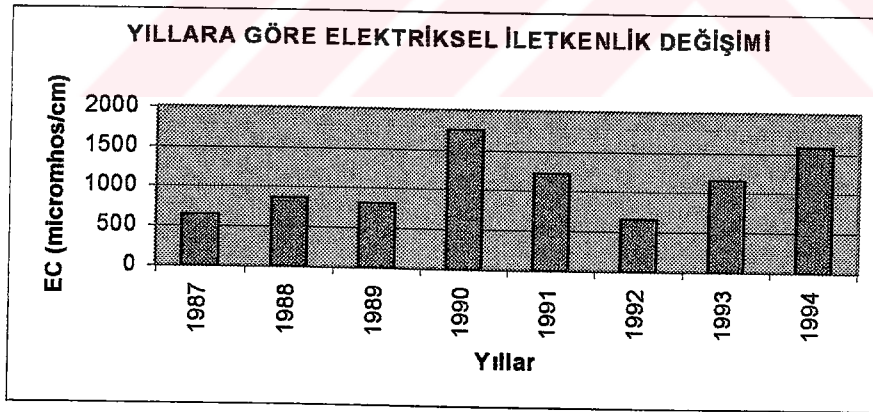
Şekil 4.19. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Göl Seddesine Paralel Drenaj Kanalı)



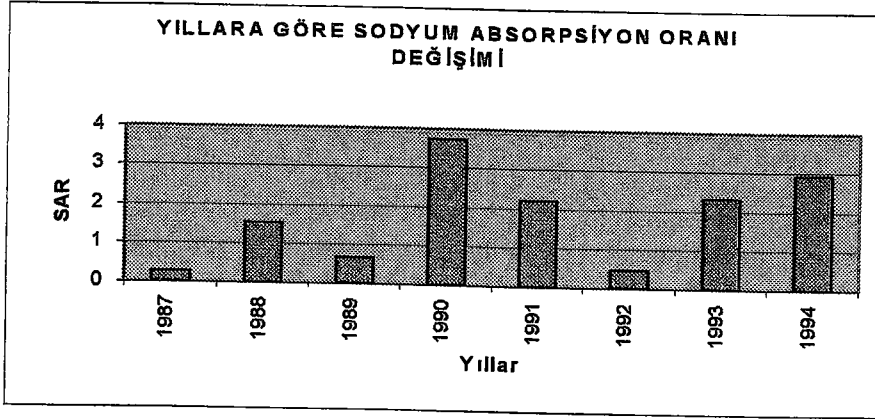
Şekil 4.20. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR değişimi (Göl Seddesine Paralel Drenaj Kanalı)

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20 incelendiğinde; Uluabat göl seddesine paralel drenaj kanalındaki su kalitesi, 1986-1993 yılları arasında sulama suyu kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında tuzluluk ve sodyumluluk açısından bir sorun teşkil etmemektedir.

Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de T-10 tahliye kanalından alınan drenaj suyu örneklerinin yıllar itibariyle EC ve SAR değişimi gösterilmiştir.



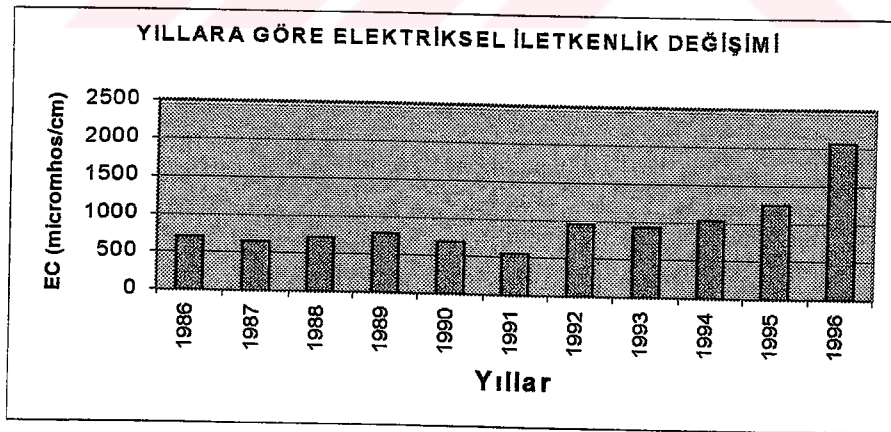
Şekil 4.21. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (T-10 Tahliye Kanalı)



Şekil 4.22. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (T-10 Tahliye Kanalı)

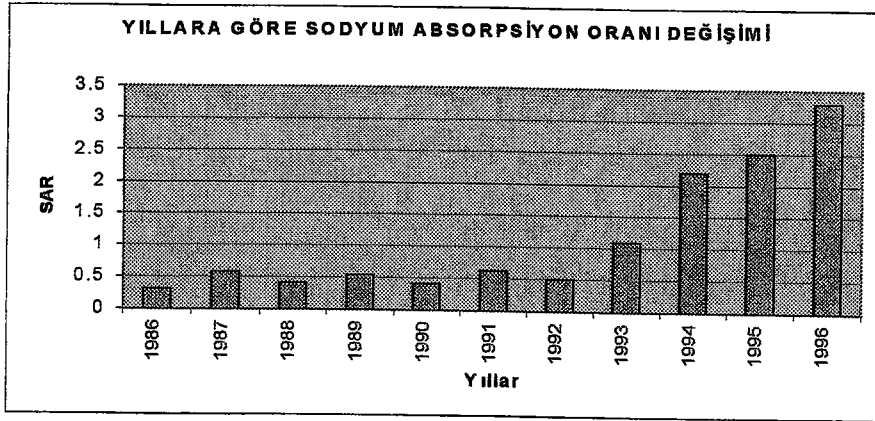
T-10 tahliyesinin mansabından alınan su örneklerinden yapılan analizlere göre, 1987-1994 yılları arasında tuzluluk ve sodyumluluk açısından sorun görülmemektedir.

Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de verilen grafikler incelendiğinde, Yamanlı drenaj kanalının mansabında çok önemli bir sorun görülmemekle beraber, yıllar itibarıyla tuzluluk ve sodyumluluk açısından artma eğilimi gözlenmektedir.



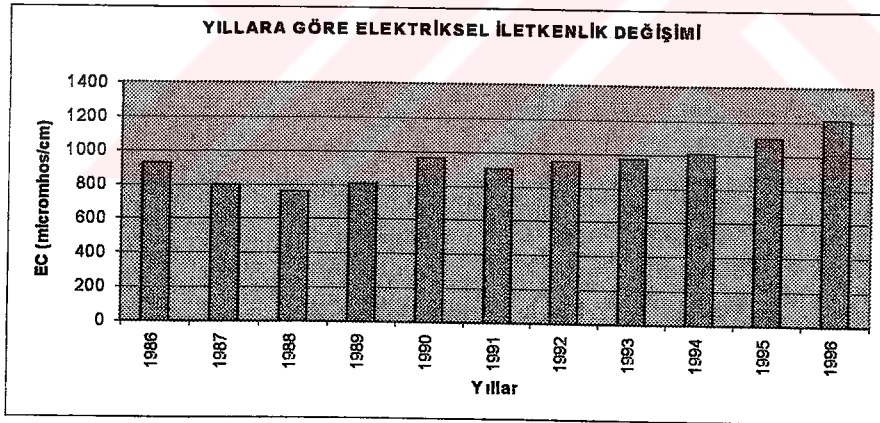
Şekil 4.23. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Yamanlı Drenaj Kanalı Mansabı)





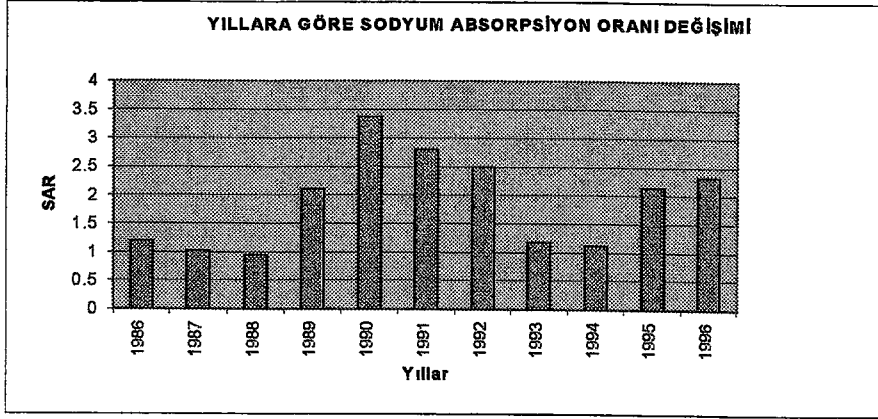
Şekil 4.24. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (Yamanlı Drenaj Kanalı Mansabı)

Evsel ve endüstriyel atıksu açısından oldukça zengin olan Azatlı drenaj kanalının DSI tarafından yapılan analizlerinde, memba tarafındaki su kalitesi biraz daha kötü olmakla birlikte, çok önemli tuzluluk ve sodyumluluk sorununa rastlanmamıştır.

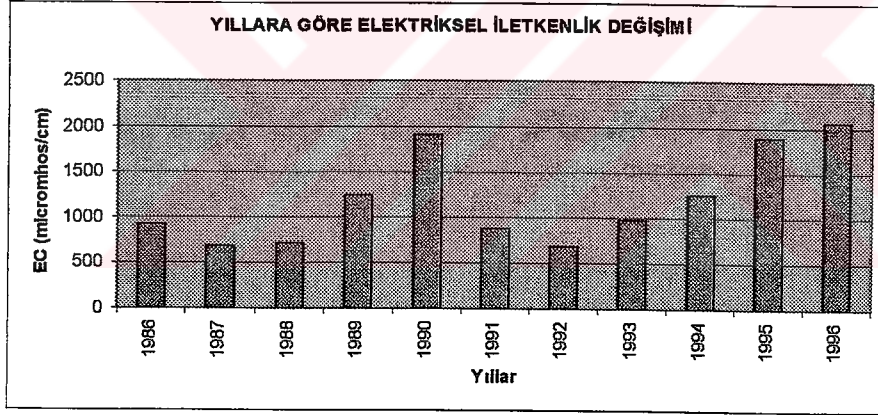


Şekil 4.25. Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Mansabı)

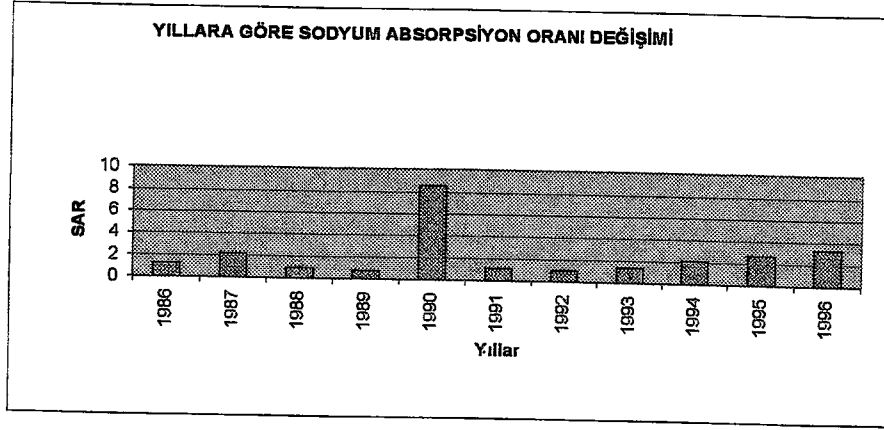




Şekil 4.26. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Mansabı)



Şekil 4.27 Drenaj Suyu Yıllara Göre EC Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Membası)



Şekil 4.28. Drenaj Suyu Yıllara Göre SAR Değişimi (Azatlı Drenaj Kanalı Membası)

#### 4.1.2. Toprak Kaynakları Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

Toprak kaynakları üzerindeki etkiler, toprak özellikleri, toprak erozyonu ve sedimentasyon olmak üzere 3 farklı grup altında değerlendirilmiştir.

##### 4.1.2.1. Toprak Özelliklerine Olan Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

DSI tarafından yapılan arazi çalışmalarında, sulama alanı topraklarında önemli sayılabilecek tuzluluk ve sodyumluluk sorunu olmadığı belirlenmiştir (Anonim 1976). Ancak, tuzluluk ve sodyumluluğun zaman içerisindeki değişimini incelemek için güncel toprak etüt çalışmalarına gereksinim duyulmaktadır. DSI tuzluluk sorununu, her yıl sulama mevsiminde olmak üzere tabansuyu tuzluluğu düzeyinde incelemektedir. Yaptırılan analizlerde, tabansuyu tuzluluğunun önemli boyutlarda ve sulama alanı topraklarında sorun yaratacak düzeyde olmadığı görülmektedir.

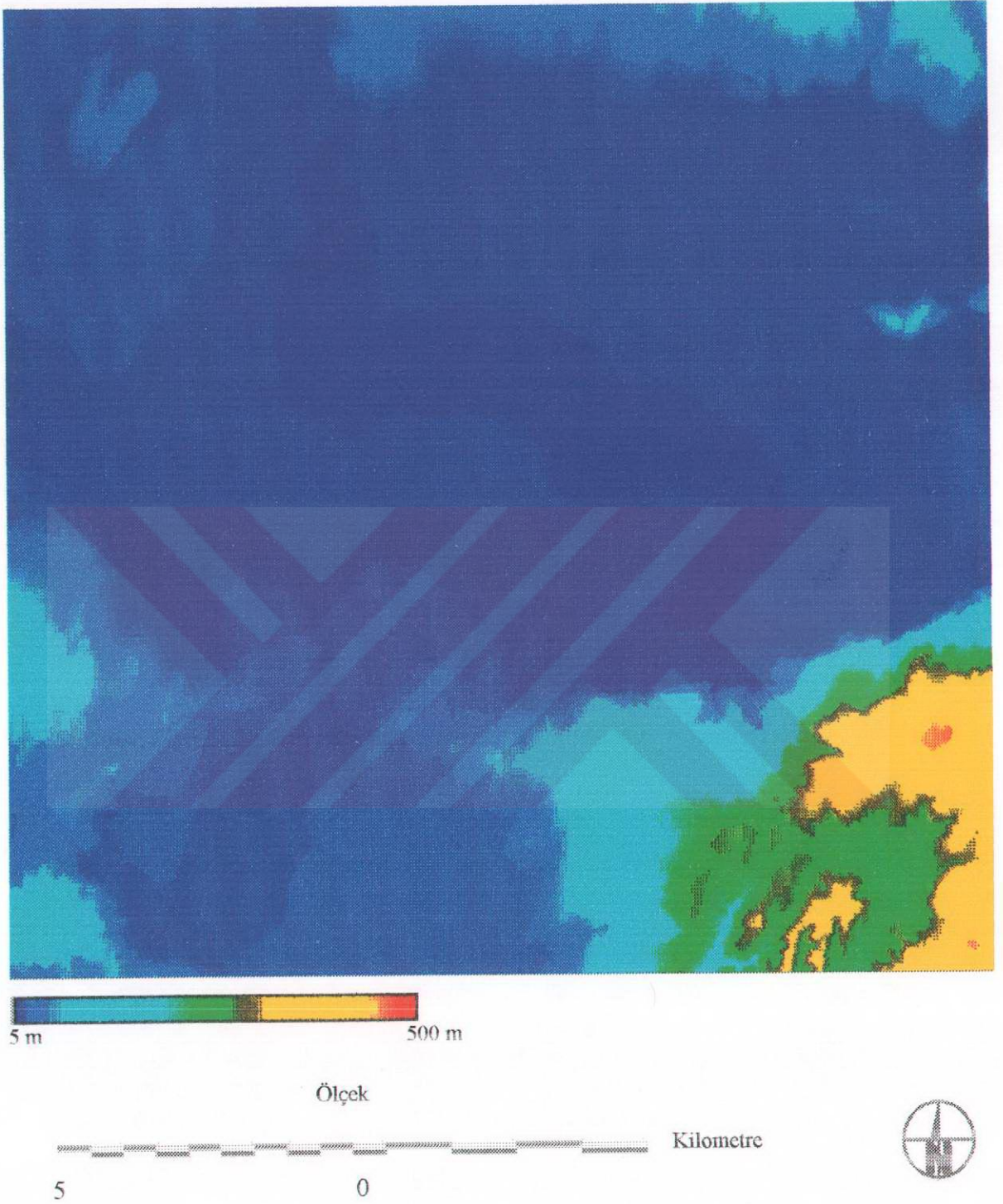
Sulamanın toprak özellikleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için, sulama öncesi ve sonrasına ait ayrıntılı bir veri tabanı bulunmamaktadır. Bu nedenle, ancak mevcut verilerin ışığında değerlendirme yapmak mümkündür. Köy Hizmetlerinin 1971 yılında yapmış olduğu toprak etüt çalışmalarına dayalı olarak hazırlanıp, 1982 yılında "Bursa İli Arazi Varlığı" adıyla yayınlanan çalışmanın kapsamında yer alan 1/100 000 ölçekli toprak haritası baz olarak alınmıştır. İncelenen bu haritada çoğunluğu alüvyal toprak grubunun oluşturduğu proje alanı topraklarının % 45.07'si ince bünyeli, % 45.87'si orta bünyeli, % 9.6'sı kaba bünyelidir. Toprakların % 64.26'sının drenajı iyi, % 24.95'inin orta, % 10.79'unun drenajı kötüdür. Ancak, proje alanında tabansuyu düzeyi değişimi ve tuzluluğu incelendiğinde tabansuyunun belirli bir düzeyde tutulması sağlandığından sulamadan kaynaklanan önemli bir tuzluluk sorununa rastlanmamaktadır.

#### **4.1.2.2. Toprak Erozyonu Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar**

Mustafakemalpaşa sulama alanı, topoğrafik yapısı ve ova karakteri nedeniyle, çok kuvvetli ve etkili yağışlar hariç erozyon olayı göstermemektedir. Sulama ile birlikte sulanan alanlardan erozyon nedeniyle herhangi bir toprak kaybı söz konusu değildir.

1/25 000'lik topoğrafik haritada da görülebileceği gibi sulama projesi alanından geçen tesviye eğrileri arasındaki mesafe oldukça fazladır. Alana ait topoğrafik analiz yapmak amacıyla, topoğrafik haritadaki proje alanı ve yakın çevresinden geçen tesviye eğrileri sayısallaştırılmış ve alanın Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) oluşturulmuştur (Şekil 4.29). Oluşturulan modelden, ERDAS Imagine programı yardımıyla kabartma ve üç boyutlu kabartma haritaları üretilmiştir (Şekil 4.30, Şekil 4.31). Mustafakemalpaşa sulama alanının düz ve düze yakın topografyasını, bu haritalardan da gözlemek mümkündür. Ancak, arazinin genellikle düz ve düze yakın topografyası özellikle sulama mevsiminde önemli sorunlar doğurabilir. Sulamayla araziye verilen suyun yüzey akışa geçmemesi ve drenaj kanalına ulaşmadan belirli noktalarda göllenmesi drenaj yönünden sakıncalı bir durumdur.





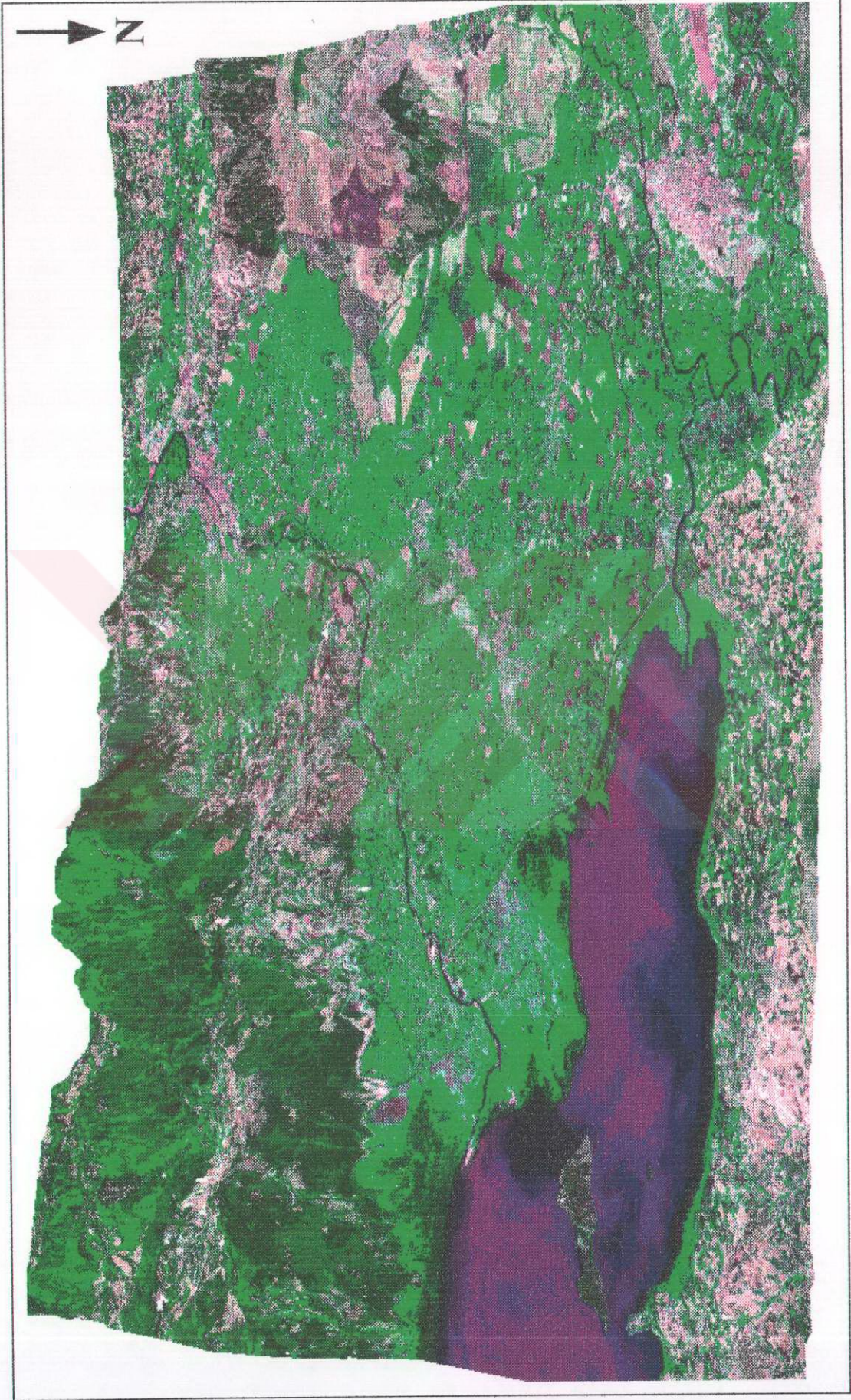
Şekil 4.29. Sayısal Yükseklik Modeli(DEM)





Şekil 4.30. Kabartma Haritası





Şekil 4.31. Sulama Alanının 3-Boyutlu Görünümü



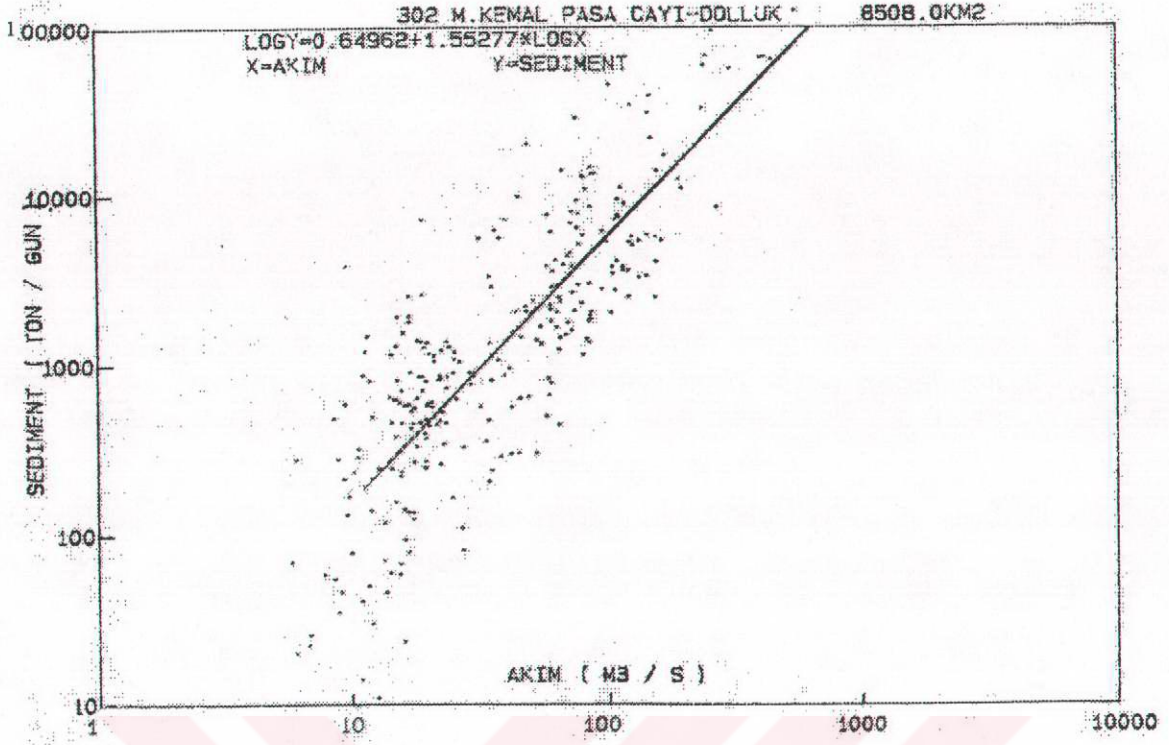
#### 4.1.2.3. Sedimentasyon Etkisinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

Mustafakemalpaşa ova toprakları, çayın getirdiği sedimanlarla oluşmuş alüvyal karakterde topraklardır. Sulama projesinin henüz tam anlamıyla uygulamaya geçmediği 1968 yılına ait hava fotoğraflarından, o yıllarda Mustafakemalpaşa Çayının, ova arazilerinde önemli taşkınlara neden olduğu gözlenmektedir. Gölden ovaya olan taşkın etkisini azaltmak için, daha önceki yıllarda Uluabat Gölü kıyı boyunca bir göl seddesi inşa edilmiştir. Sedde inşa edilmeden önce, gölden ovaya önemli taşkınlar olduğu bilinmektedir.

Mustafakemalpaşa Çayının Uluabat Gölüne getirdiği sedimanlarla, göl yüzey alanının önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Nitekim, Aksoy ve ark (1997) LANDSAT-5 TM uydusundan alınmış görüntülerden yararlanarak yapmış oldukları bir çalışmada, göl alanının 1984 yılı için 133.1 km<sup>2</sup> iken, 1993 yılında 120.0 km<sup>2</sup> düzeyine gerilediğini tespit etmişlerdir. Yine bu çalışmada, Mustafakemalpaşa deltasından gölün kuzey kıyısına olan uzaklık 1974 yılında 8.5 km iken, gelen sedimanlar nedeniyle 4 km kısalarak 4.5 km ye düşmüş olduğu belirtilmektedir.

Çayın taşkınlarının ova arazilerine zarar vermesini önlemek amacıyla da, Mustafakemalpaşa ilçe merkezinden çayın göle döküldüğü noktaya kadar sağ ve sol sahil seddeleri inşaatı tamamlanmıştır. Hava fotoğraflarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi sonucu, çay boyundaki seddelerin inşaatından önce taşkınların sonucunda dere yatağında genişlemeler belirlenmiştir. Ayrıca, taşkınların dere yatağını genişletmesi sonucu, eski dere yatağı yolu, yenisiyle yer değiştirmiştir. Seddelerin inşasından sonra, dere yatağında taşkın sorunu gözlenmemiştir. Bunun bir nedeni olarak ta, dere yatağındaki kumsallarda oluşturulan kum-çakıl ocaklarından önemli ölçüde kum-çakıl çekilmesi sonucu, dere yatağının önemli ölçüde derinleşmesi gösterilebilir.

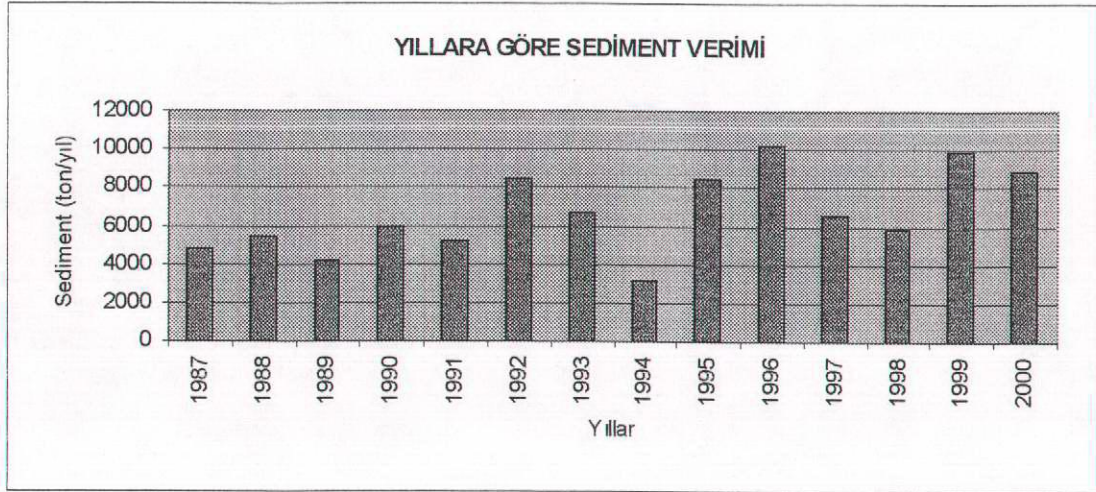
Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ), Mustafakemalpaşa ilçesinin 15 km güneydoğusundaki Döllük köyündeki 302 Nolu Döllük akım gözlem istasyonunda 1964 yılından itibaren debilerle birlikte, sediman konsantrasyonu (ppm) ve taşınan sediman miktarı (ton/gün) ölçümleri yapmaktadır. EİEİ, yapmış olduğu ölçümlere dayalı olarak istasyona gelen akımlar ile taşınan sediman miktarı arasında logaritmik bir ilişki ortaya koymuştur. Bu ilişki Şekil 4.32' de görülmektedir.



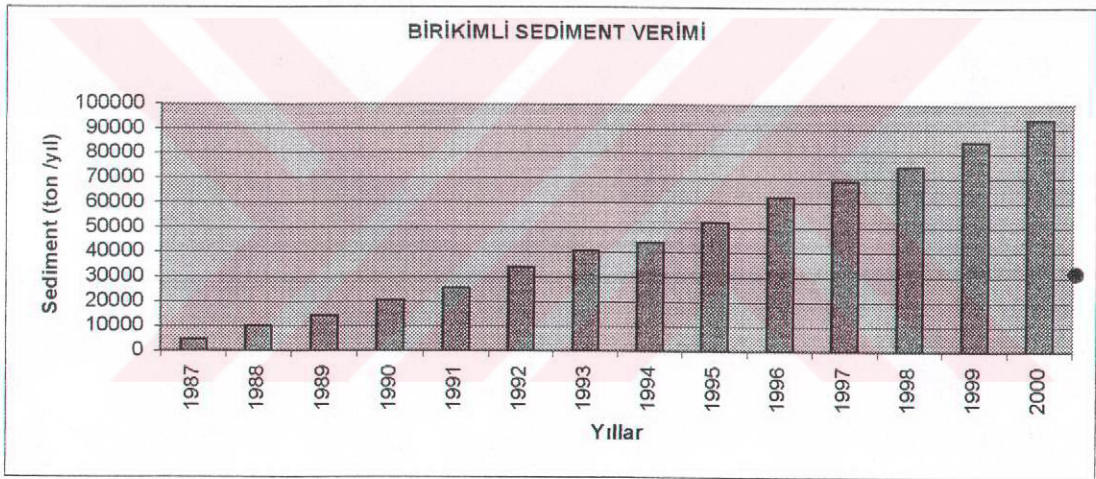
Şekil 4.32. Döllük Akım Gözlem İstasyonunda Akım-Sediman Verimi İlişkisi

Mustafakemalpaşa sulama projesinde, ova topraklarına sulama suyu ile taşınan sediman miktarının bulunması için bu ilişkiden yararlanılmıştır. Benzer şekilde, Mustafakemalpaşa regülatöründen alınan sulama suyunun, taşıyacağı sediman miktarının bulunmasında; Döllük gözlem istasyonu için geliştirilmiş ilişkinin kullanılabilceği yaklaşımı yapılmıştır. Sözü edilen akım-sediman verimi ilişkisinin kurulabilmesi için, ilişkide Mustafakemalpaşa regülatöründen şebekeye alınan su miktarları kullanılarak, sediman verimi tahminlemesi yapılmaya çalışılmıştır. Şekil 4.33' de , 1987-2000 yılları arasında Mustafakemalpaşa regülatöründen sulamaya alınan su miktarına bağlı olarak, taşınan sediman miktarı gösterilmiştir.





Şekil 4.33. 1987-2000 Yılları Arasında Taşınan Sediman Miktarı



Şekil 4.34. 1987-2000 Yılları Arasında Birikimli Sediman Miktarı

Şekil 4.34'de ise 1987-2000 yılları arasında taşınan sediman miktarı birikimli olarak verilmiştir. Elde edilen grafiğe göre, 1987 yılından 2000 yılının sonuna kadar, sulamayla birlikte proje alanına toplam 93 694 ton sediman taşındığı tespit edilmiştir.

#### 4.2. Biyolojik ve Ekolojik Kaynaklar Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

Proje alanında sulamanın biyolojik ve ekolojik kaynaklar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yönelik olarak düzenli ve uzun yıllara dayalı herhangi bir çalışma



yürütülmemiştir. Bu etkilerin değerlendirilmesi için elde sağlıklı bir veri tabanı bulunmamaktadır. Böyle bir değerlendirme, ancak uzun dönemli, ayrıntılı ve konunun uzmanlarının içinde yer alacağı titiz bir çalışma ile yapılabilir. Ülkemiz sulama şebekelerinde bu tür bir çalışma yapma yönünde bir eğilim bulunmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı, biyolojik ve ekolojik kaynaklar üzerindeki etkilere ait sonuçlar, arazi gözlemleri ve anketlerle sınırlı kalmaktadır.

Özellikle kurak yıllarda Mustafakemalpaşa Çayının debisinin azalması ve mevcut suyun tamamına yakınının sulamaya alınması, nehir ekosistemini olumsuz etkileyecektir. Nitekim oldukça kurak geçen son yıllarda çaya hiç su bırakılmaması, nehir ekosistemi açısından son derece kaygı verici bir durumdur.

Bu etkileri belirlemeye yönelik anket çalışmaları sonucunda, proje alanında sulama sonrası bazı canlı türlerin sayısında azalma olduğu belirlenmiştir. Özellikle proje alanında sulu tarıma geçilmesiyle birlikte, çalılık ve ormanlık arazilerin kısmen tarım arazisi biçimine dönüştürülmesi bazı kuş türleri (serçe, leylek, saksığan) ve yabani domuz popülasyonlarında azalmalara neden olmuştur. Buna karşılık, sulanan alanların artışı ile birlikte, proje alanında sivrisinek popülasyonunda artış gözlenmiştir. Ayrıca sulama alanındaki drenaj kanallarında 1980'li yılların ilk yarısına kadar balık türlerinin yaşadığı, ancak deri işletmeleri vb. tesislerden deşarj edilen atıksuların balık türlerini olumsuz etkilediği ve yaşam ortamlarını tamamen yok ettiği görülmektedir.

Proje alanında, kuru tarımdan sulu tarıma geçiş süreci canlı türlerinin yaşamını destekleyen bir ortam oluşturmuştur. Buna bağlı olarak, ekosistemde sulu tarıma özgü zararlı ve yabancı ot türleri yer almaktadır. Bölgede özellikle, orabanj ve nematod gibi bitki kök bölgesine kadar etkili yabancı ot gelişimi söz konusudur. Bitki gelişimini sınırlayan bu türlere karşı mücadele yapılmakla birlikte, zaman zaman yetersizlikler görülmektedir.

Sulanan araziler dışında, sulama şebekesi içerisinde yer alan kanaletlerde yosun ve yabancı ot gelişimi gözlenmektedir. Sulama Birliği, yosun ve yabancı otların temizliği için, sulama mevsiminin başında kanal bakımı yapılmaktadır.

Mustafakemalpaşa Sulama Projesi ile bağlantılı olarak, biyolojik ve ekolojik kaynaklar açısından dikkatli bir biçimde incelenmesi gereken en önemli sulak alan Uluabat Gölüdür. Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, Mustafakemalpaşa Çayı ile birlikte tüm evsel ve endüstriyel atıklarla, sulamadan dönen drenaj sularına mansap olan



bu göl, su kuşları için önemli bir üreme alanı olması nedeniyle 1998 yılında Ramsar (Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması) sözleşme listesine dahil edilmiş ve Ramsar alanı olarak ilan edilmiştir.

Uluabat Gölü gerek plankton ve dip canlıları, gerek sucul bitkileri ve gerekse balık ve kuş popülasyonları açısından ülkemizin en zengin göllerinden biridir. Gölde 21 değişik balık türünün varlığı bu zenginliğin en önemli göstergelerindedir. Göl, kuşların göç yolu üzerinde olması, önemli kuş alanlarından Kuş Gölüne çok yakın mesafede olması (35 km), besin maddelerince oldukça zengin oluşu ve uygun iklim koşullarının varlığı nedeniyle değişik türden kalabalık kuş gruplarına beslenme, kışlama ve üreme olanağı sağlamaktadır (Karacaoğlu 2000; Dalkıran 2000; Çelik 2000).

Uluabat Gölünün biyolojik ve ekolojik yapısı için en büyük tehlike, Mustafakemalpaşa Çayının taşıdığı sedimanların akarsu deltasını hızla genişletirken, göl alanında daralmaya yol açmasıdır. Ayrıca, çok yakın geçmişte ortalama derinliği 7.5 m olan gölün derinliğinin 3 m' ye kadar düşmüş olması, göl canlılarının yaşam ortamlarını son derece sınırlayıcı bir etmen olarak gözükmektedir. Taşkınların önlenmesi amacıyla göl kıyısına paralel yapılan Uluabat Göl seddesi ve yapılması düşünülen tüm su yapıları, göldeki biyolojik çeşitliliği oluşturan balık ve kuşların yaşam alanını daraltmaktadır. Tüm bu etmenlerin yanısıra, Mustafakemalpaşa Çayı ile göle ulaşan bor, arsenik ve krom gibi maddelerin göl su kalitesine ve dolayısıyla sulak alan ekosistemine olan etkileri de incelenmesi ve araştırılması gerekli bir konudur. Ayrıca, Uluabat Gölü etrafında irili ufaklı 17 köy yer almakta, bu köylerin doğrudan ve dolaylı olarak gölle sosyal ve ekonomik ilişkileri bulunmaktadır. Bu köylerden Gölyazı ve Eskikaraağaç Köyleri gelirlerinin büyük bir kısmını gölden balıkçılık yaparak sağlamaktadırlar (Çelik 2000). Bu nedenle, göldeki su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesinin sosyo-ekonomik açıdan özel bir önemi bulunmaktadır.

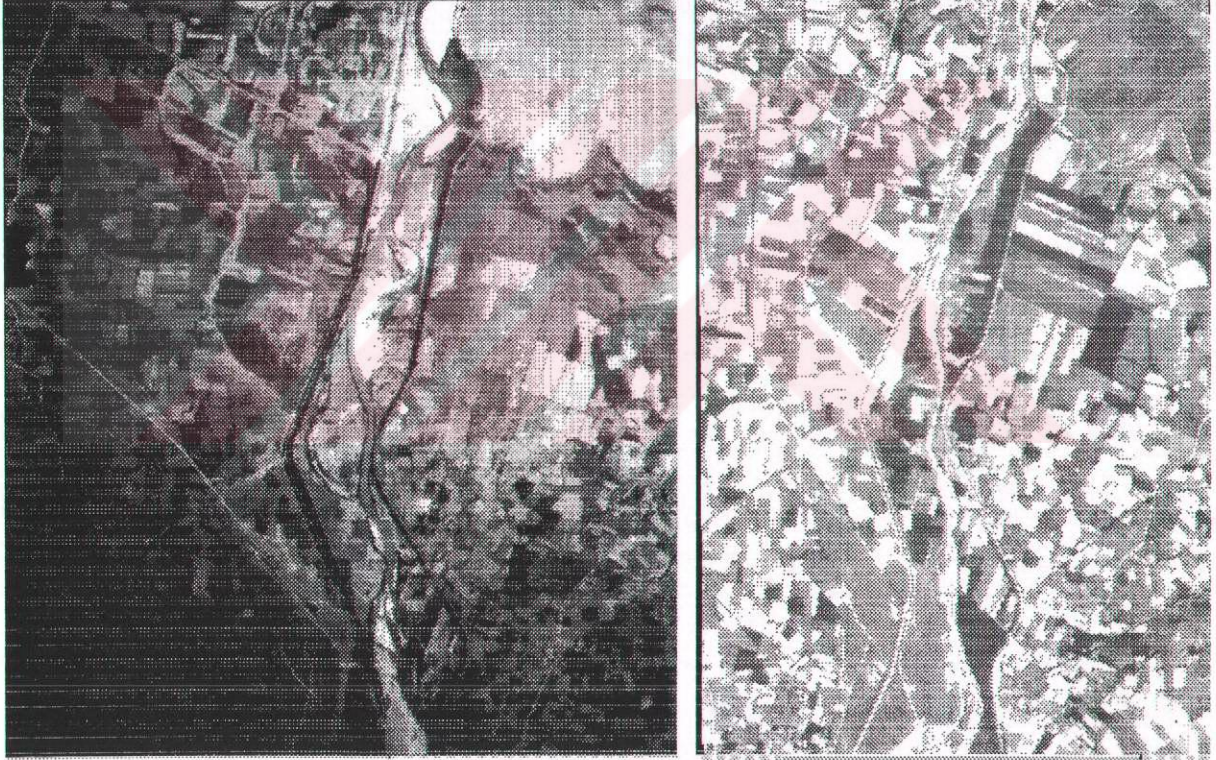
#### **4.3. Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar**

Sulama ile birlikte arazi kullanım deseninde meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde yoğun olarak uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanılmıştır. Sulama sonrası ya da güncel arazi kullanım desenini belirleme olanağı



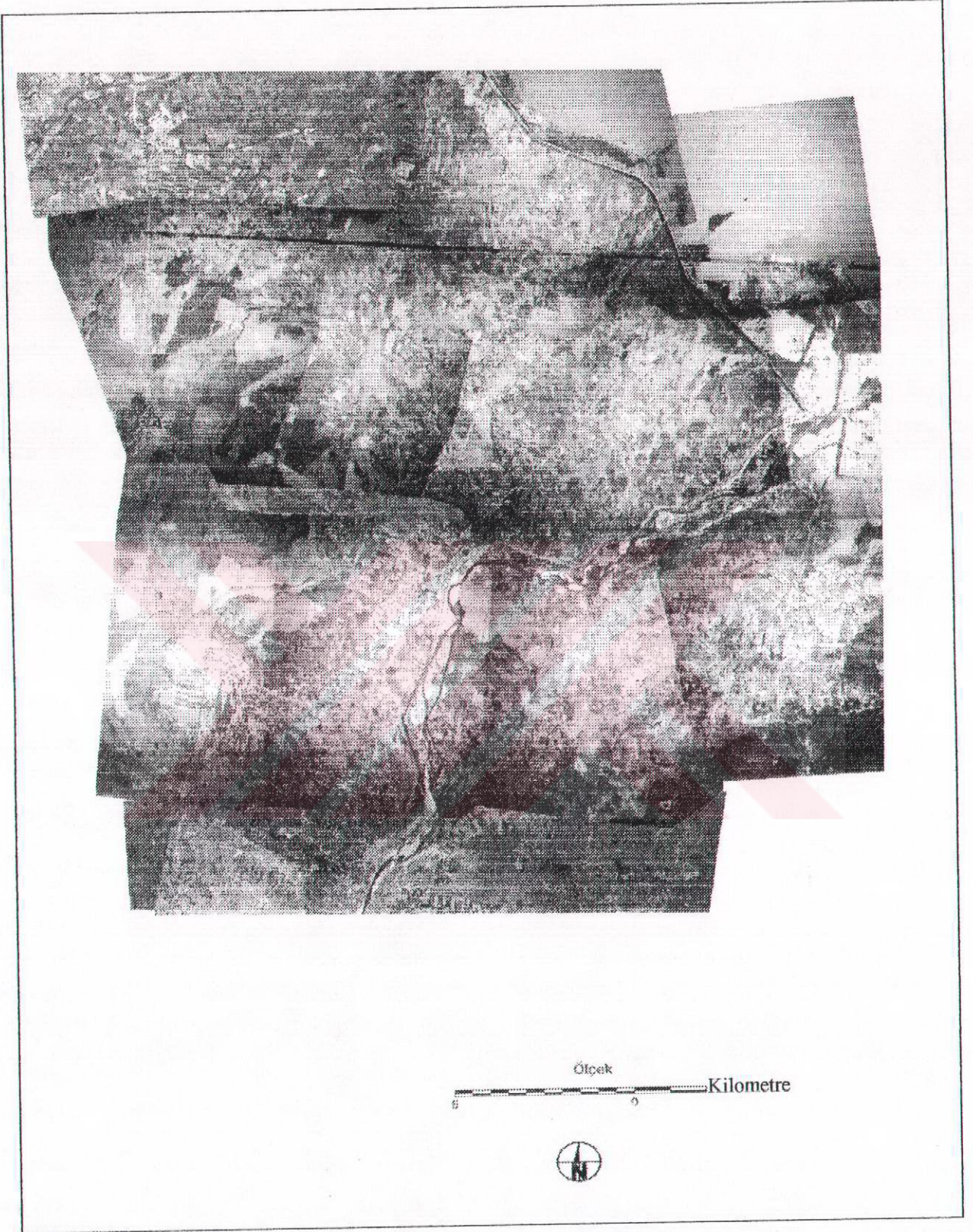
varsa da, sulama öncesi arazi kullanım deseninin belirlenmesi çok zordur. Bu değerlendirmede uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sisteminin kullanılması, çalışmayı son derece kolaylaştırmakta ve geçmişe yönelik güvenilir bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Ancak, coğrafi bilgi sistemlerinde veri olmaksızın çalışılmayacağı unutulmamalıdır.

Çalışmanın yürütülmesinde kullanılan uzaktan algılama verileri; Şekil 4.35'de görülen 1968 ve 1997 yılı hava fotoğraflarıdır. Bölgenin 1998 yılı Ağustos ayında Landsat-5 TM uydusu tarafından çekilen görüntüsü de bu çalışmayı destekler niteliktedir (Şekil 4.36). Hava fotoğraflarının coğrafi düzeltme işlemlerinden sonra birleştirilmiş görüntüleri Şekil 4.37. ve Şekil 4.38'de görülmektedir.



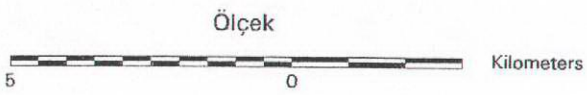
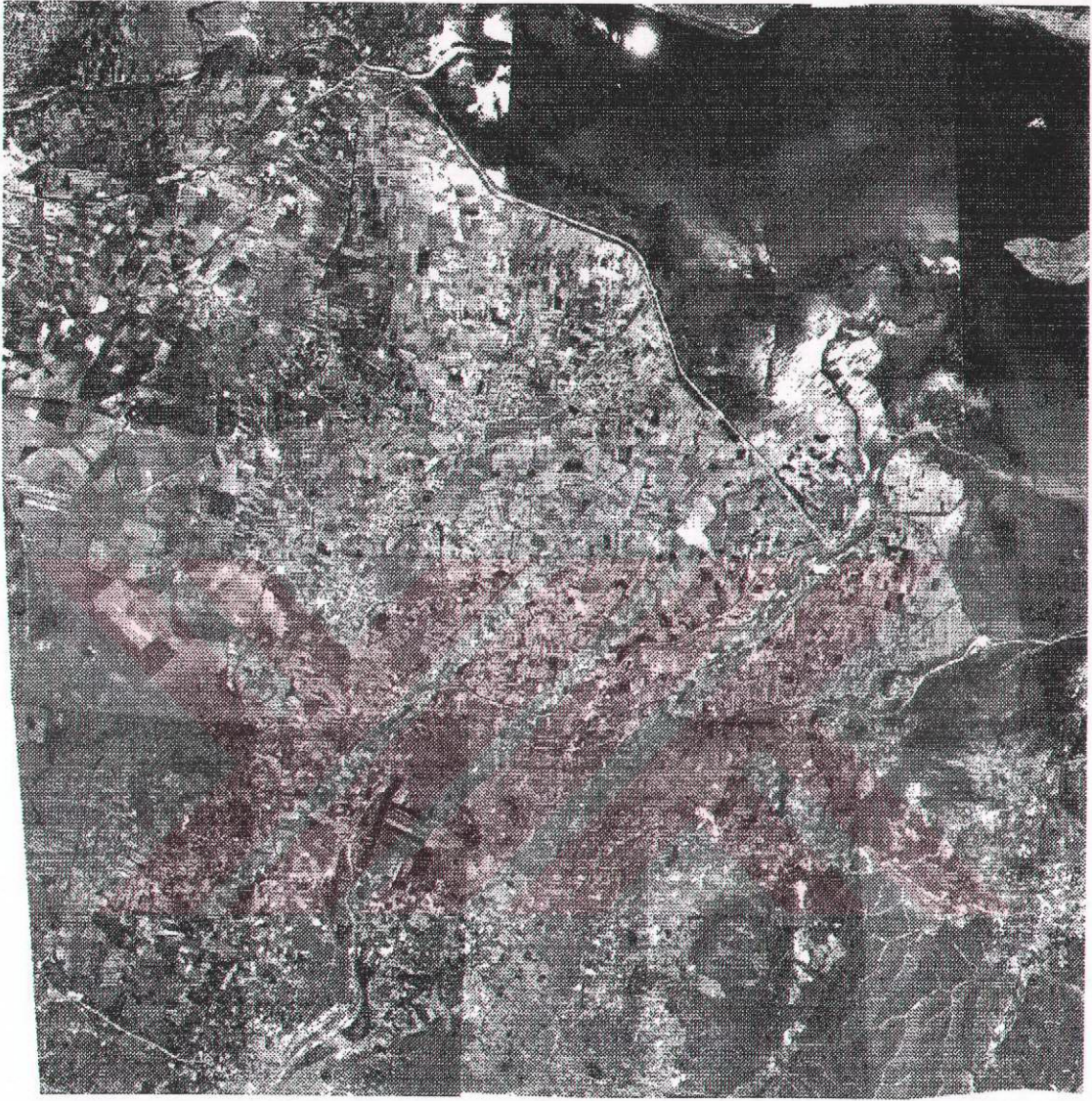
Şekil 4.35. 1968 Yılı (sol) ve 1997 Yılı (sağ) Hava Fotoğrafları





Şekil 4.36. Birleştirilmiş ve Coğrafi Düzeltmesi Yapılmış 1968 Yılı Hava Fotoğrafları





Şekil 4.37. Birleştirilmiş ve Coğrafi Düzeltmesi Yapılmış 1997 Yılı Hava Fotoğrafları



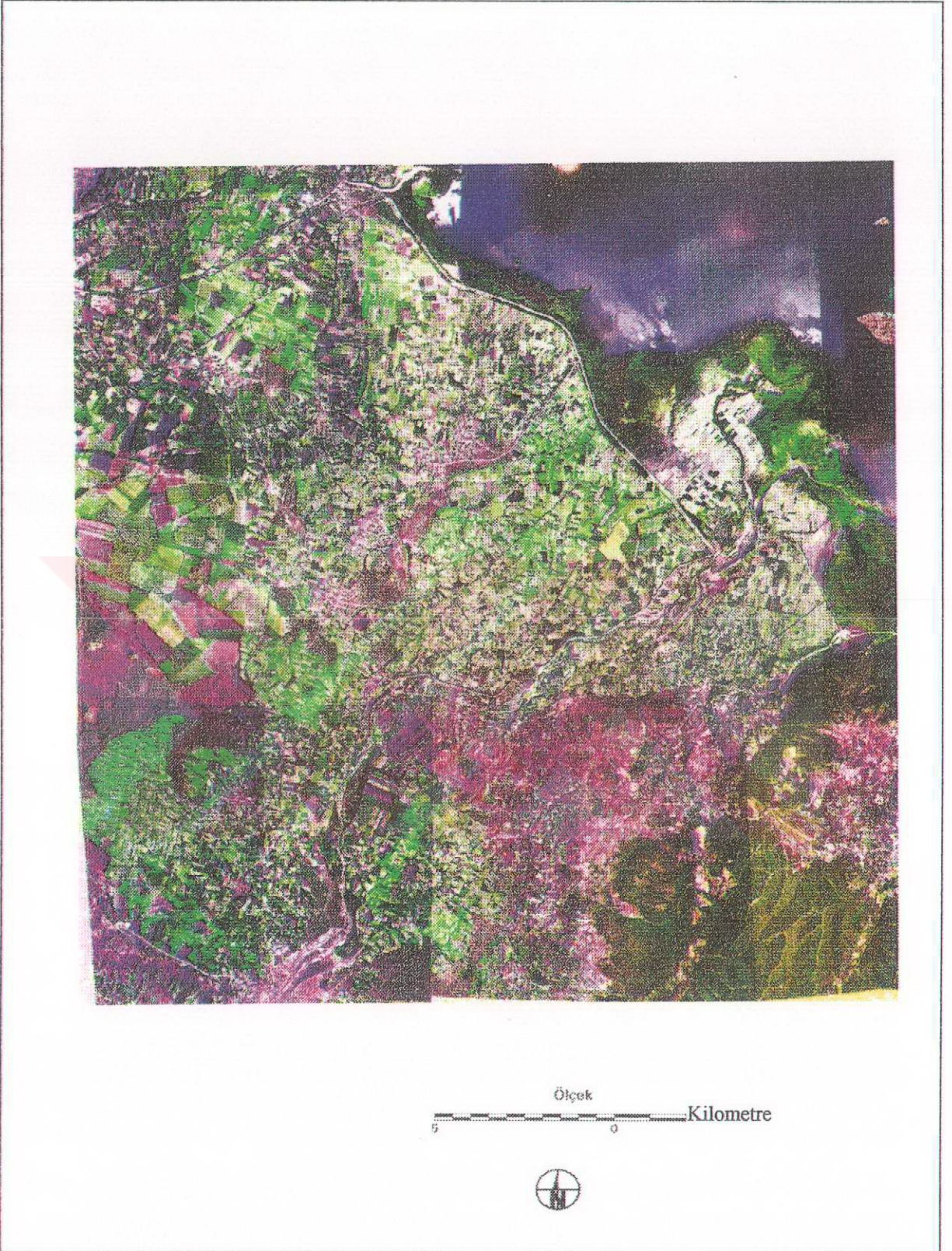


Ölçek  
5 0 Kilmetre



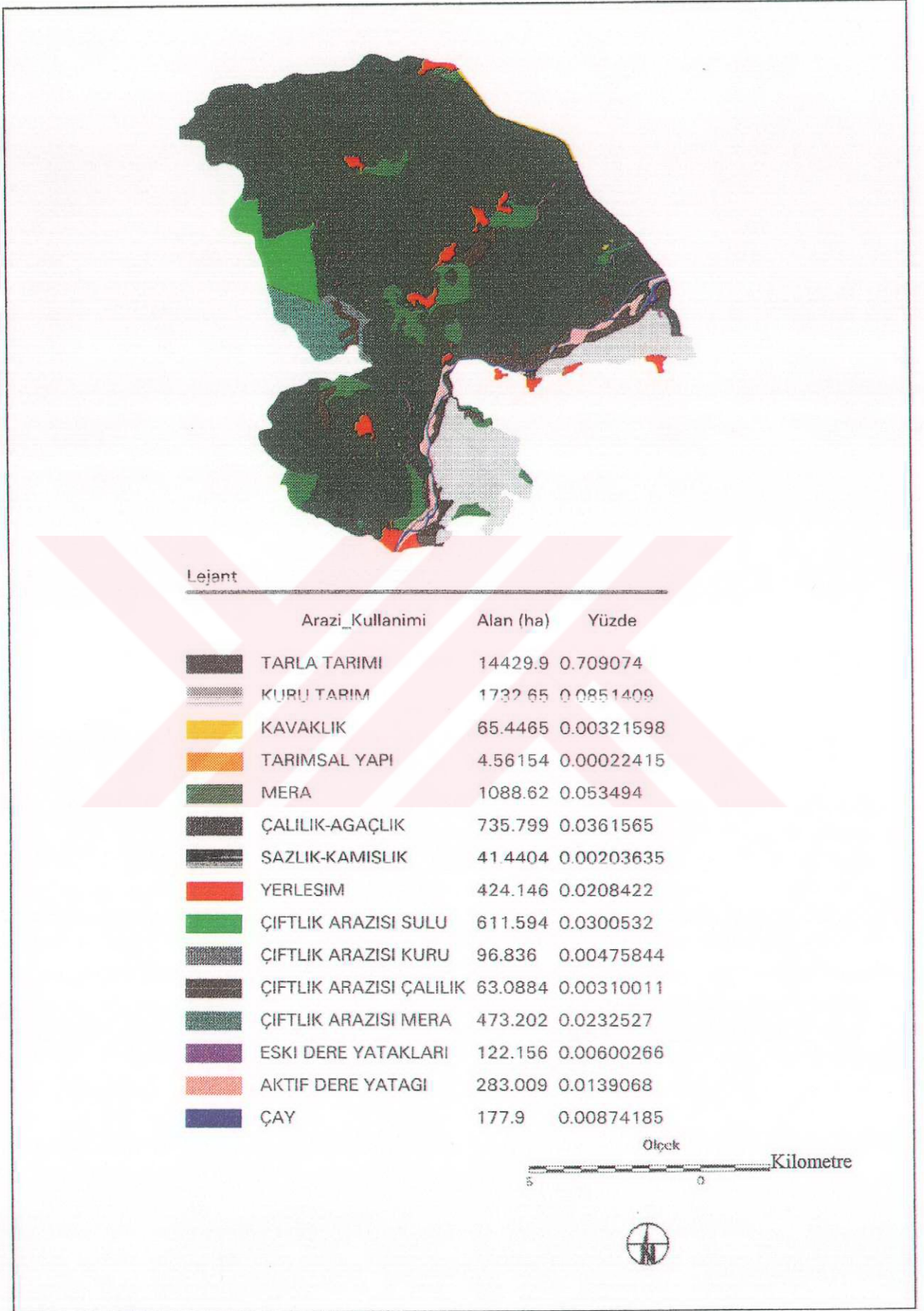
Şekil.4.38. Ağustos 1998'de Alınan LANDSAT-5 TM Uydu Görüntüsü(30x30 m)



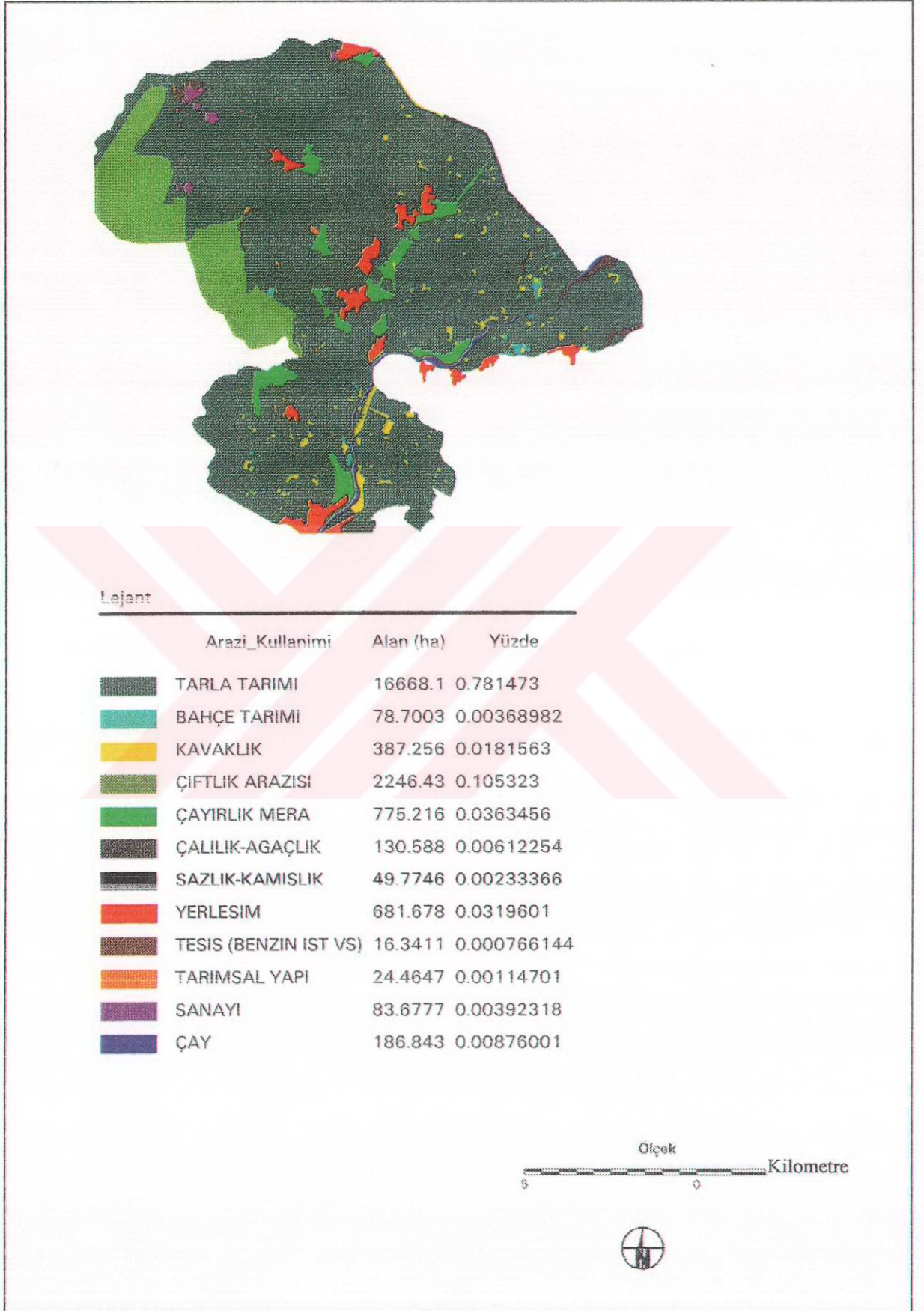


Şekil 4.39. Uydu Görüntüsü (1998) ve Hava Fotoğraflarının (1997) Çözünürlükleri Birleştirilmiş Görüntüsü





Şekil 4.40. 1968 Yılı Arazi Kullanım Deseni Haritası



Şekil 4.41. 1997 Yılı Arazi Kullanım Deseni Haritası



Sulamanın henüz tam anlamıyla uygulamaya geçmediği 1968 yılına ait arazi kullanım haritasının oluşturulmasında aynı yol izlenmiştir. Aradaki fark, o yıla ait herhangi bir uydu görüntüsü olmadığından, sadece hava fotoğrafları üzerinden yorumlama yapılmıştır. Coğrafi düzeltmesi yapılmış ve birleştirilmiş hava fotoğraflarının yorumlanması sonucunda, arazi kullanım sınıfları belirlenmiş ve 1968 yılı arazi kullanım haritası elde edilmiştir (Şekil 4.40).

1968 yılı arazi kullanım haritasından elde edilen sonuçlara göre; sulama alanının % 70.9' unu tarla tarımı yapılan araziler, % 8.5' ini kuru tarım yapılan araziler, % 0.32' sini kavaklık araziler, % 0.022' sini tarımsal yapılar, % 5.35' ini meralar, % 3.62' sini çalılık-ağaçlık alanlar, % 0.020' sini sazlık-kamışlık alanlar, % 2.08' ini yerleşim alanları, % 6' sını çiftlik arazileri, % 0.6' sını eski dere yatakları, % 1.4' ünü aktif dere yatağı, % 0.872 sini Mustafakemalpaşa Çayı kaplamaktadır.

1997 yılına ait arazi kullanım deseninin belirlenmesinde ise, o yıla ait birleştirilmiş hava fotoğrafı ile 1998 yılına ait uydu görüntüsüne uzaktan algılamada görüntü zenginleştirme tekniklerinden birisi olan çözünürlük birleştirme (resolution merge) işlemi uygulanması sonucu yorumlama gücü artmıştır. Böylece elde edilen çıktı görüntü, hava fotoğrafının ve uydu görüntüsünün avantajlı yanlarını kendinde toplayan bir görüntü haline gelmiştir (Şekil 4.39). Bu görüntü üzerinde gözle yapılan yorum sonrası, arazi kullanım sınıfları belirlenmiş ve raster ortamında 1997 yılı arazi kullanım haritası oluşturulmuştur. (Şekil 4.41).

Oluşturulan 1997 arazi kullanım haritasından şu sonuçlar elde edilmiştir: tarla tarımı (sulu tarım) yapılan alanlar tüm proje alanının %78.15'ini, bahçe tarımı yapılan araziler % 0.37'sini, çiftlik (hara) arazileri % 10.53'ünü, çayır-mera araziler % 3.63' ünü, yerleşim alanları % 3.20'sini, tarımsal yapılar % 0.11'ini, sanayi alanları % 0.39'unu, kavaklık alanlar % 1.82'sini, sazlık-kamışlık alanlar % 0.23'ünü, çalılık-ağaçlık alanlar % 0.61' ini , çeşitli tesisler % 0.08'ini kaplamaktadır.

Çizelge 4.4'de her iki yıla ait arazi kullanım deseni karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı üzere; kuru tarım yapılan arazilerde, sulama geliştirme hizmetlerinin faaliyete geçmesiyle tamamen sulu tarıma geçilmiştir. Bahçe tarımı ve kavaklık alanlarında artış gözlenmektedir. Buna karşılık, mera ve çalılık-ağaçlık alanlarda azalmalar belirlenmiştir. Bu alanların tarım alanı haline dönüştürüldüğünü söylemek mümkündür. Bölgede sulama öncesi herhangi bir sanayi



faaliyeti bulunmazken, tarım ürünlerini işleyen fabrikaların kurulması ile sanayi tesislerinde artış olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra proje alanında eski dere yatakları (azmaklar) kurumuş olduğu, dere yatağının sol ve sağ sahil seddeleri içerisinde kaldığı gözlenmektedir. Ayrıca sulama alanında, şahıslara ait tarımsal yapılar ve çiftliklerin kurulduğu ve işletildiği belirlenmiştir. Artan konut sayısı ile birlikte, yerleşim alanlarında da belirli oranda genişleme söz konusudur.

Çizelge 4.4. 1968 ve 1997 Yılları Arazi Kullanım Desenleri

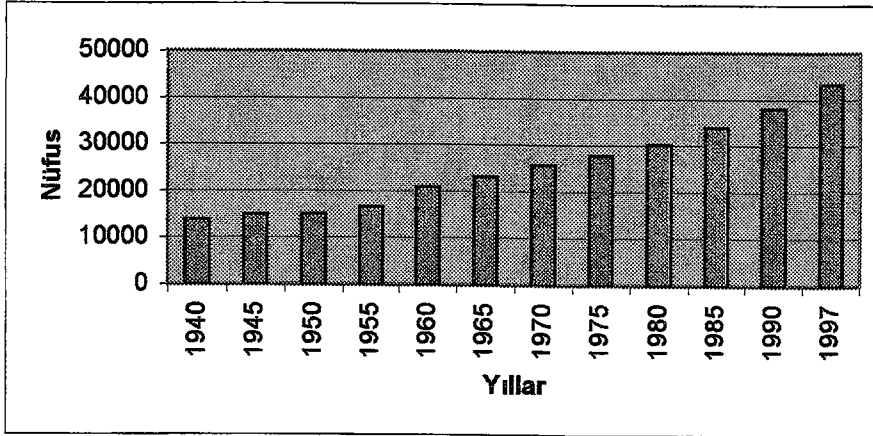
Arazi Kullanımı	1968 Yılı (%)	1997 Yılı (%)
Tarla Tarımı (Sulu)	70.9	78.15
Bahçe Tarımı (Sulu)	-	0.17
Kuru Tarım	8.50	-
Mera	5.35	3.63
Çalılık-Ağaçlık	3.62	0.61
Sazlık-Kamışlık	0.02	0.23
Çiftlik Arazisi (Sulu)	3.00	10.53
Çiftlik Arazisi (Kuru)	0.47	-
Kavaklık	0.32	1.82
Tarımsal Yapılar	0.022	0.11
Sanayi	-	0.39
Yerleşim	2.08	3.20
Eski Dere Yatakları	0.60	-
Aktif Dere Yatağı	1.4	-
Çeşitli Tesisler	-	0.08

#### 4.4. Sosyoekonomik Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

##### 4.4.1. Nüfus Değişimi ve Göç

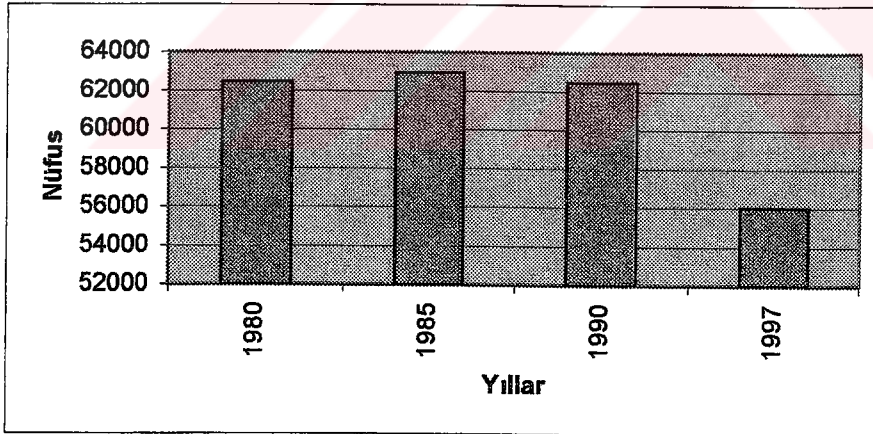
Mustafakemalpaşa ilçe merkezinde nüfus artışı, Türkiye'nin nüfus artış hızına paralel olarak gerçekleşmiştir. Şekil 4.42'de Mustafakemalpaşa ilçe merkezindeki nüfus

değişimi ile ilgili olarak, 1940-1997 yılları arasında yapılan genel nüfus sayımlarından elde edilen sonuçlar görülmektedir (Anonim 1980, Anonim 1990, Anonim 1997f).



Şekil 4.42. Mustafakemalpaşa İlçe Merkezinde Yıllara Göre Nüfus Değişimi

Buna karşılık, Mustafakemalpaşa ilçesindeki köylerin toplam nüfusu ve yıllara göre değişimi Şekil 4.43’de verilmiştir (Anonim 1980, Anonim 1990, Anonim 1997f)



Şekil 4.43. Mustafakemalpaşa Köylerinde Yıllara Göre Nüfus Değişimi

Şekil 4.43’den izleneceği gibi, Mustafakemalpaşa ilçesindeki köylerin toplam nüfusunda 1985 yılındaki nüfus sayımından itibaren bir azalma görülmektedir. Bu azalma % 1.45 oranında gerçekleşmiştir (Bahtiyar 1997).

Mustafakemalpaşa sulama alanında, projeden kaynaklanan önemli nüfus artışı ya da göç olayına rastlanmamaktadır. Ancak sulama projesinin uygulamaya geçmesinden sonra, her yıl hasat döneminde proje alanına geçici göç söz konusu olmaktadır. Hasat için gerekli işgücünün % 80 gibi büyük bir kısmı, bölge dışından sağlanmaktadır. Geçici göç kapsamında sulama alanına gelen işgücünü, genellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden gelen işçiler oluşturmaktadır. Gelen işçilerin barınma sorunları, köylerde mera arazilerinde kurulan geçici çadırlarla karşılanmaktadır.

Proje alanındaki bazı köylerde yapılan incelemelerde, genellikle köylerde genç nüfusun nispeten az olduğu gözlenmektedir. Genç nüfusun azlığının en önemli nedeni, proje alanındaki tarımsal işletme büyüklüklerinin tüm ailenin geçimini sağlamak için yeterli olmaması ve genç nüfusun tarım dışındaki iş kollarında geçimlerini sağlama eğiliminde olmalarıdır. Ayrıca, lise eğitimi almış gençlerin % 5-10'u civarındaki bir kesimi ise, üniversite eğitimi almak üzere kentlere gitmektedirler.

#### 4.4.2. Tarımsal Faaliyetler ve Gelir Düzeyi

Mustafakemalpaşa sulama projesinde sulama tesislerinin inşaatı ve projenin uygulamaya geçirilmesinden önce, ovada görülen bitki deseni; % 48.5 hububat, % 8 pancar, % 8.5 ayçiçeği, % 6 pamuk ve % 26 diğer ürünler biçimindedir (Anonim 1981). Sulama projesinin uygulamaya geçmesi ile birlikte, ovada bitki deseninin tümüyle değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.5' de son yıllara ait bitki deseni ve ekiliş miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.5' den izleneceği gibi, geleneksel çeşitlerin yerini, su gereksinimi fazla ve ekonomik anlamda getirisi daha yüksek ürünler almıştır. Proje alanında, özellikle domates başta olmak üzere sebze ekim alanlarının son derece genişlemiş olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, bölgede tarım ürünlerini değerlendiren işletmelerin (salça ve konserve fabrikaları) sayısında gözlenen artıştır. Pazarlama kolaylığı açısından, çiftçiler sebze tarımına yönelmektedirler.

Bölgede yaygın olarak sözleşmeli tarım modeli uygulanmaktadır. Bölgede bulunan salça ve konserve fabrikalarının çiftçilerin üretmiş olduğu ürünü almayı garanti ettiği bu sistemde çiftçi tercihini doğal olarak sebze (domates, biber, bezelye vb.) yönünde yapmaktadır. Sözleşme yapan üreticilerin % 65'i domates üretimi ile ilgili

iken, brokkoli, biber, bezelye vb. farklı ürünlerde de sözleşmeli tarım uygulaması bulunmaktadır (Rehber 1995). Ayrıca son yıllarda, proje alanında bazı tohumculuk firmalarının (May Tohumculuk ve Cargill) faaliyetleri sonucu, mısır ekim alanlarında da artış gözlenmektedir.

Sulama alanında sulu tarım gereği olan tarımsal girdilerin miktarında önemli artışlar olduğu görülmektedir. Çiftçilerin tarımsal teknolojilerden yararlanma oranı oldukça yüksektir. Çetin (1992), bölgede 63 işletmede örnekleme yolu ile traktörleşme oranını belirleme çalışması sonucunda, bu oranın % 91 düzeyinde olduğunu belirlemiştir. Tarım İl Müdürlüğü verilerine göre proje alanındaki tarım alet-makine varlığı ise Çizelge 4.6' da verilmiştir. Bu çizelgede verilmiş olan rakamlar, 1996 yılına ilişkin verilerdir. Sulama projesi öncesinde bölgede kuru tarım yapıldığından, sulu tarıma geçişle birlikte tarımsal alet ve makine varlığında önemli değişimler olması doğaldır. Ancak, Tarım İl Müdürlüğü kayıtlarında, sadece son 10 senelik verilere ulaşılabildiğinden, sulama öncesi yıllara ait rakam vermek mümkün olmamıştır.

Sözleşmeli tarım uygulaması ile ekonomik değeri yüksek sebze tarımına yönelen çiftçilerin gelirlerinde artma görülmüş olmakla birlikte, tohum, ilaç, gübre, alet-makine ve işçilik masraflarının artması çiftçi gelirlerinde gerilemelere neden olmaktadır. Özellikle küçük işletmelerde, tüm hane halkının tarımsal üretim faaliyetleri ile geçimlerini sağlaması oldukça zor olmakta, bu nedenle aile fertlerinin bir kısmı farklı iş kollarında çalışmaktadır. Ayrıca, sözleşmeli tarım uygulamasında ürünleri alan fabrikalar, çiftçilere ödemeleri gereken tutarı sulama mevsiminden sonraki yıl içerisinde ödemektedirler.

Sulama ile birlikte kullanılan tarımsal girdiler (tohum, gübre, ilaç) ile ilgili olarak Sulama Birliği tarafından herhangi bir çalışma yapılmamakta, bu girdilere ait kayıtlar Tarım İl ve İlçe Müdürlüklerinde tutulmaktadır. Ancak, sulu tarıma geçiş ile birlikte, gerek sulama yönetimi açısından gerekse çevresel etkiler açısından herhangi bir değerlendirme çalışması yapılmamıştır. Bölgede genellikle ucuz gübre ve ilaç kullanımının yaygın olduğu gözlenmektedir.

Proje alanında yapılan incelemelerde, özellikle domates gibi bazı sebzelerin ekim alanlarında artışlar olmasına rağmen, verim düzeylerinde düşmeler görülmüştür. Domateste 5-8 ton/da olan ortalama verim, son yıllarda 3-4 ton/da civarına inmiştir.



Bunun en önemli nedeni, domates üretiminin aynı parsellerde ve münavebesiz olarak peş peşe yapılmasıdır (Katkat 1997).

Proje alanında görülen arazi parçalılığı optimum tarımsal üretim deseninin gerçekleştirilmesinin önündeki en önemli engellerden birisidir. Genellikle işletme büyüklüklerinin küçük ve arazilerin dağınık olduğu gözlenmiştir. Proje alanında ortalama büyüklükleri 250-2500 da olan az sayıda çiftlik arazisi dışında kalan arazilerin ortalama büyüklükleri 5-25 da arasında değişmektedir. DSİ kayıtlarına göre, 1988 yılında toplam 20190 parsel bulunmaktadır. Sulama öncesine ait 1968 yılı hava fotoğrafları incelendiğinde parsel sayısının çok daha az olduğu görülmekle beraber, fotoğrafların kalitesine bağlı olarak kesin parsel sayısının belirlenmesi mümkün olmamıştır. Ancak, arazi parsellerinin dağınık ve parçalılığı genellikle miras ve verasetten kaynaklanmaktadır. Bunun yanısıra, halihazırda parçalı ve dağınık bir yapı gösteren araziler sulamayla birlikte daha parçalı hale gelmiştir. Arazi parçalılığının artması özellikle su kullanımı ve tarımsal işletmecilik sorunlarını beraberinde getirmekte, tarımsal faaliyetlerde işgücü ve maliyet artışına neden olmaktadır. Bu nedenle, proje alanında arazi toplulaştırma çalışması yapılması gerekmektedir. Proje alanında, bu yönde bir girişim yapılmış, ancak çalışmalara başlamak için gerekli çiftçi oy çoğunluğu sağlanamadığından, çalışmalara başlanamamıştır. Genellikle geleneksel yaşlı nüfusun bu çalışmaya destek vermediği gözlenmiştir. Bu koşullara rağmen, toplulaştırmanın bölge çiftçisi için önemi iyi anlatılmalı ve mutlaka toplulaştırma lehinde karar vermeleri sağlanmalıdır.

Sulu tarıma geçilmesi ve mera arazilerinin azalması nedeniyle yoğunluğu nispeten azalmakla birlikte, bölgede önemli yer tutan tarımsal faaliyetlerden birisi de hayvancılıktır. Sulama alanında yapılan incelemelerde, özellikle süt ve besi inekçiliğine yönelik hayvancılık faaliyetleri bulunmaktadır. Özellikle 80'li yıllardan sonra Damızlık Üreticileri Birliklerinin kurulmasıyla, bölgede hayvancılıkla ilgili canlılık yaşanmışsa da, 90'lı yıllarda ülke düzeyinde tarım ve hayvancılık sektörlerinde yaşanan olumsuz gelişmeler, bu bölgedeki hayvancılığı da olumsuz etkilemiştir. Ancak son 5 yıllık dönemde, bölgede hayvancılık ve buna bağlı olarak silaj üretiminde tekrar artış olması, Çizelge 4.5'den de izleneceği gibi mısır ekim alanlarındaki artıştan da gözlenmektedir. Bölgede ayrıca 53 adet tavukçuluk işletmesi faaliyet göstermektedir.

Yıllar	EKİLİŞ YÜZDESİ (%)														
	Çeltik	Ş. Pancarı	Sebze	Baklagil	Yem Bitkisi	Bostan	Mısır	Ayçiçeği	Soğan	Patates	Meyve ve Kavak	Pamuk	Susam	Hububat	Mevsim Dışı Sulama
1979	26.73	11.11	23.06	17.36	9.47	3.30	2.76	2.87	1.60	0.16	0.53	0.07	0.08	0.00	0.71
1980	17.92	16.68	28.53	8.33	11.25	7.95	1.94	4.77	1.32	0.30	0.44	0.01	0.03	0.00	0.53
1981	12.31	18.62	32.92	8.50	15.15	4.14	2.27	2.87	2.03	0.12	0.52	0.00	0.00	0.24	0.30
1982	15.53	13.66	39.86	12.48	11.10	1.54	3.09	1.05	1.28	0.15	0.19	0.06	0.00	0.00	0.00
1983	11.57	21.30	30.37	15.76	11.58	2.66	1.41	0.96	1.94	0.21	0.36	0.09	0.03	0.23	1.53
1984	9.44	15.35	46.71	7.01	13.90	1.62	2.58	1.31	1.48	0.05	0.37	0.04	0.00	0.00	0.15
1985	3.00	11.53	45.26	7.73	17.42	5.03	3.14	2.11	3.79	0.18	0.28	0.00	0.00	0.25	0.27
1986	1.85	21.18	34.15	6.15	17.39	4.40	6.06	2.51	2.99	2.76	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	1.20	21.09	39.33	8.80	17.00	5.02	3.60	0.52	2.59	0.08	0.42	0.00	0.00	0.09	0.25
1988	0.78	12.70	46.56	10.37	17.44	6.16	2.68	0.13	2.02	0.22	0.71	0.02	0.00	0.02	0.20
1989	0.29	8.63	56.94	4.69	14.89	4.41	2.96	1.70	1.25	0.03	0.85	0.01	0.00	2.92	0.42
1990	0.13	14.47	49.50	6.32	14.33	5.65	5.06	2.47	0.93	0.04	1.00	0.00	0.01	0.04	0.07
1991	0.77	20.49	44.46	10.68	9.49	4.09	7.48	0.14	0.66	0.09	1.36	0.00	0.00	0.00	0.08
1992	1.71	18.88	46.26	4.98	9.05	4.68	10.80	0.39	1.16	0.03	1.82	0.00	0.00	0.12	0.11
1994	0.99	24.24	35.08	7.38	10.90	3.54	13.35	0.00	2.02	0.06	2.31	0.00	0.00	0.05	0.09
1995	0.00	11.33	54.18	3.06	7.36	3.30	14.80	1.22	1.58	0.08	3.01	0.00	0.00	0.08	0.00
1996	0.00	10.07	53.92	4.80	6.08	2.22	19.08	0.57	0.56	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
1998	0.36	15.56	45.59	4.73	5.13	3.17	20.82	0.87	1.35	0.00	2.42	0.00	0.00	0.00	0.00
1999	1.35	9.77	50.02	3.99	4.55	3.76	22.45	0.48	1.63	0.11	1.63	0.00	0.00	0.25	0.00
2000	0.79	13.24	42.86	5.65	5.17	4.90	24.15	0.35	1.17	0.02	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.5. Yıllar İtibariyle Bitki Deseni ve Ekiliş Oranları

Çizelge 4.6. Tarım Alet-Makine Varlığı (Anonim 1996c)

Alet-Makine Çeşidi	Sayı (Adet)
Traktör	5404
Pulluk	6150
Kültivatör	222
Merdane	180
Tırmık	1800
Üniversel Mibzer	280
Tahıl Mibzeri	96
Kimyevi Gübre Dağıtıcısı	132
Bıçerdöver	42
Motopomp	2070
Yağmurlama Tesisi	237
Su Tankeri	47
Römork	5960
Pülverizatör	212

#### 4.4.3. Tarıma Dayalı Sanayi

Mustafakemalpaşa sulama projesinin uygulamaya geçmesiyle birlikte özellikle bölgede yetiştirilen tarım ürünlerinin işlenmesine yönelik sanayide gelişme göstermiştir. Bu sanayi kollarından en önemlileri salça ve konserve fabrikalarıdır. Sanayi faaliyetlerinin ayrıca bölgede istihdam yaratması olumlu bir gelişmedir. Bu fabrikalar, işgücünün önemli bir kısmını çevre köylerden karşılamaktadır.

Bölgede faaliyet gösteren belli başlı sanayi tesisleri şunlardır:

**Tat Konserve Fabrikası:** Mustafakemalpaşa ilçesinin Tatkavaklı Beldesinde bulunan ve yıllık 42 800 ton salça ve konserve üretimi yapılan fabrikada 917 işçi çalışmaktadır.

**Lezzo Konserve ve Salça Fabrikası:** Tepecik Beldesinde bulunan fabrikada, salça üretimi ve hazır konsantre meyve suyundan sulandırılmış meyve suyu üretimi

yapılmaktadır. Fabrikada üç vardiya halinde toplam 180 işçi çalışmaktadır. Günlük 200 ton üretim kapasitesine sahiptir.

Merko Gıda: Tepecik Beldesinde bulunan ve yılda 10 000 ton salça üretimi yapılan fabrikada yılda 75 gün süre ile 95 işçi çalışmaktadır.

Sütaş A. Ş: Karacabey-Mustafakemalpaşa karayolu üzerinde bulunan fabrikada, yılda yaklaşık 28 000 ton çiğ süt işlenmekte ve 436 işçi iki vardiya halinde çalışmaktadır.

Vatan Konserve Fabrikası: Yıllık 12 000 ton salça üretiminin yapıldığı fabrika sezonluk olup, bu süre genellikle 3-4 ay olmakta ve 120 işçi çalışmaktadır.

Sıla Yağ Fabrikası: Üç vardiya halinde çalışan fabrikada günlük 100 ton ham yağ ve 75 ton rafine yağ üretilmektedir.

Bölgede sanayi tesislerinin varlığı, sözleşmeli tarım uygulamasının yaygınlaşmasına neden olmuştur. Bu sistemde çiftçiler, fabrikaların talep ettiği ürünlerde üretim yapmakta ve ürününü bu fabrikalara pazarlamaktadır. Sanayi tesislerinin gelişimi, bölgede istihdam yaratması ve üretilen ürünlere pazarlama olanakları yaratma açısından önemlidir. Özellikle salça ve konserve fabrikalarının faaliyetleri tamamen sulu tarıma dayalı olmakta, bu tesisler varlıklarını bir anlamda sulu tarıma borçlu olmaktadır.

#### **4.5. Sağlık Etkilerinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar**

Mustafakemalpaşa İlçe Sağlık Müdürlüğündeki yetkililerden alınan bilgiler ve yapılan incelemelere göre, Mustafakemalpaşa sulama projesi alanında sulama kaynaklı herhangi bir hastalık sorunu olmadığı belirlenmiştir. Bölgede, özellikle Asya ve Afrika ülkelerindeki sulama projelerinde sıkça görülen Sıtma, Schistosomiasis, Fil Hastalığı ve Nehir Körlüğü gibi hastalık vakasına rastlanmamıştır. Proje alanında ayrıca, içme suyu yetersizliği veya kalitesizliği nedeniyle doğabilecek sağlık sorunları araştırılmış ve bu yönde ortaya çıkabilecek herhangi bir hastalık türü ile de karşılaşılmamıştır. Yapılan incelemelerde, içme suyunun proje alanındaki köy ve beldelere aynı zamanda Mustafakemalpaşa ilçe merkezinin de içme suyu gereksinimini karşılayan Suuçtu doğal su kaynağından getirildiği anlaşılmaktadır. Merkezden mansaba doğru gidildikçe içme suyunda kısmen yetersizlikler yaşanmakla birlikte, bu eksiklik artezyen kuyularından giderilmektedir.



Sulama alanı, sağlık hizmetleri açısından iyi durumdadır. Mustafakemalpaşa ilçe merkezindeki hastane dışında, proje kapsamına giren tüm köy ve beldelerde sağlık ocağı bulunmaktadır. Sağlık ocaklarında zaman zaman sağlık personeli eksikliği yaşanmaktadır. Ayrıca, bazı köylerde eczanelerde faaliyet göstermektedir.

Yapılan gözlemler sonucunda, proje alanında sulu tarıma geçişle birlikte önemli ölçüde sivrisinek artışı gözlenmektedir. Beldelerde, belediyeler aracılığıyla sivrisineklere karşı mücadele yapılmakla beraber, bazı köylerde bu mücadelede yetersiz kalındığı görülmüştür. Özellikle hastalık vektörlerinin yayılmasında etkili olduğu bilinen sivrisineklere karşı mutlaka etkin mücadele yapılmalıdır.

#### 4.6. Öneriler

Sulama projelerinin çevre üzerinde birtakım olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, sulama projelerinin kendilerinden beklenen performansın altında kaldıkları bilinmektedir. Bunun birçok nedeni bulunmakla birlikte, en önemli nedenlerinden birisi de sulama projelerinin olumsuz çevre etkilerinin yeterli düzeyde değerlendirilmemesidir. Bu nedenle, sulama projelerinin başarısını önemli ölçüde etkileyen çevresel etkilerin boyutlarının, proje tasarım aşamasında hazırlanacak bir çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) çalışmasıyla belirlenmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle, sulamanın yoğun önem kazandığı gelişmekte olan ülkelerde, sulama projeleri için ÇED zorunluluğu getirilmeli, yapılacak ÇED çalışmasında izlenecek aşamalar ve yöntem uygun bir biçimde belirlenmelidir.

Özellikle, Türkiye ve benzeri ülkeler için sulama, yaşamsal önem taşıyan ve üzerinde hassaslıkla durulması gereken bir faaliyettir. Ancak sulamanın çevresel etkileri ile ilgili temel bilgi düzeyi düşüktür. Bunun sonucu olarak ta toplumda ve politik düzeyde yeterli bilinç sağlanamamıştır. Gelecekte yapılacak sulama yatırımları ile ilgili olarak politik kararlar alınacağı zaman, mevcut sulama projelerinin ciddi biçimde değerlendirmelerinin yapılmış olması gerekmektedir.

Sulama projelerinin başarısı, salt çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması ile sınırlı görmemek gerekmektedir. Büyük emek ve yatırımlarla gerçekleştirilmekte olan sulama projelerinde istenilen hedefe ulaşılmasında her türlü girdi ve hizmetlerin zamanında sağlanması, suyun etkin kullanımı ve çiftçi eğitimi de

çok önemli unsurlardır. Başarıyı etkileyen tüm bu unsurların, sulamanın çevresel etkileri ile yakından ilişkili olduğu unutulmamalıdır.

Ülkemizde uygulamaya geçirilen sulama projelerinde sulama oranlarının oldukça düşük olduğu gözlenmektedir. Bu düşüklüğün en önemli nedeni sulama projelerinin işletim ve yönetimiyle ilgili sorunlardır. Özellikle sulama projelerinde tarla içi geliştirme hizmetleri parçalı ve dağınık arazi mülkiyeti nedeniyle gereğince yürütülememektedir. Sulamaya açılan alanlarda sudan yararlanma olanaklarının artırılması için geniş boyutlarda arazi toplulaştırma çalışmaları yapma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Optimum bir su yönetimi gerçekleştirilemediğinden, özellikle kurak geçen yıllarda mabadan mansaba doğru gidildikçe sulama suyu yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Özellikle Mustafakemalpaşa Sulama Projesi'nde sulama suyu yetersizliğiyle karşı karşıya kalan çiftçilerin sulama suyunu drenaj kanallarından temin ettikleri bilinmektedir. Drenaj sularının sulamada kullanımı hem proje alanı toprakları hem de bitkiler için olumsuz sonuçlar doğmasına neden olmaktadır. Ayrıca çiftçiler genellikle kontrolsüz sulama yapmakta olup, gereğinden fazla su kullanma eğilimindedirler. Toprağa gereğinden fazla su uygulandığı salma ve karık sulama gibi geleneksel yöntemler aşırı su kaybı ve drenaj sorunlarına yol açmakta ve böylece olumsuz çevresel etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, geleneksel sulama yöntemlerinin yerine suyun kontrollü olarak verildiği ve su kayıplarının önemli ölçüde önlendiği yağmurlama ve damla sulama gibi modern sulama yöntemlerine geçilmesi yerinde olacaktır. Böylece bir yandan sulama randımanı artırılabilecek, diğer yandan da olası olumsuz çevresel etkilerden de kaçınılmış olacaktır. Bu yöntemlerin kullanılması ayrıca, buharlaşma ve sızma kayıplarını önemli ölçüde azaltacaktır. Özellikle Mustafakemalpaşa Sulama Projesi'nde su dağıtımının kanaletlerle yapılması sızma ve buharlaşma kayıplarını önemli ölçüde artırmaktadır. Yukarıda bahsedilen sorunlar ülkemizdeki birçok sulama projesinde görülen ortak sorunlar olup, Mustafakemalpaşa Sulama Projesi için de geçerlidir. Bu nedenle, Mustafakemalpaşa Sulama Projesi alanında ivedilikle arazi toplulaştırma çalışmalarına başlanılmalı, tarla içi geliştirme hizmetleri iyileştirilmeli ve modern sulama yöntemlerinin uygulanması teşvik edilmelidir.

Mustafakemalpaşa Sulama Projesinin drenaj sularına mansap olduğundan, bu sulama projesine ait Çevresel Etki Değerlendirmesi yapıldığında Uluabat Gölü ve bu

göle olan tüm etkiler mutlaka ele alınmalıdır. Uluabat Gölü bünyesinde barındırdığı flora ve fauna varlığı ile Türkiye'nin sayılı sulak alanlarından birisi olup, Ramsar (Sulak Alanların Korunması) Sözleşmesi içerisinde yer almaktadır. Bilindiği gibi göl, özellikle son yıllarda önemli çevre sorunları ile karşı karşıya bulunmakta ve bu nedenle kamuoyunda önemli bir gündem maddesi oluşturmaktadır. Gölde evsel, endüstriyel ve drenaj sularının oluşturduğu kirlilik ve gölün çaydan gelen sedimantasyonla dolması gibi olumsuz çevre koşulları, Uluabat Gölünün Mustafakemalpaşa Çayı ve sulama projesinden ayrı olarak ele alınmaması gerektiğini göstermektedir. Başka bir deyişle, MKPSP için yapılacak herhangi bir ÇED çalışması, mutlaka Uluabat Gölü ve onun çevresel sorunlarını da içermelidir. Son yıllarda, Uluabat Gölü'nün çevre sorunlarına çözüm getirmeye yönelik çalışmalara hız verildiyse de, bu konuda somut ve ivedilikle alınması gerekli önlemlerin bir an önce hayata geçirilmesi gerekmektedir. Çünkü, Uluabat Gölü gerek doğal çevre, canlı varlığı, gerekse sosyo-ekonomik çevre üzerinde çok önemli etkilere sahip bulunmaktadır. Gelecekte, Bursa ilinin içme suyu gereksinimini karşılaması düşünülen bu gölün, üzerinde yaşayan canlı türlerinin risk altında bulunması gerçekten hazin bir durumdur. Uluabat Gölünün su kalitesini olumsuz etkileyen etmenlerin başında, üç noktadan göle pompalanan Mustafakemalpaşa Sulama Projesinin drenaj suları gelmektedir. Bu drenaj suları, drenaj kanallarına boşaltılan endüstriyel atıksuları da bünyesine katmakta ve göle tahliye edilmektedir. Drenaj sularını pompa istasyonlarından göle tahliye etmek yerine kapalı tahliye sistemi ile göl çıkışına götürmek düşünülebilirse de, bu konuda öngörülebilecek tüm seçenekler ayrıntılı bir biçimde değerlendirilmelidir. Zira, göl çıkışına tahliye edilebilecek drenaj suları, bu noktadan itibaren mevcut ekosistem üzerinde de olumsuz etkiler doğurabilir. Ancak bu sorunlara çözüm bulabilmek için düşünülebilecek en akılcı yol, göle tahliye edilen drenaj sularının kalitesini iyileştirmek olacaktır. Bu suların kalitesinin iyileştirilmesi ise, bölgede faaliyet gösteren endüstriyel işletmelerinde atıksu arıtımı konusunda getirilen yaptırımların uygulamaya sokulması ve bu faaliyetlerin sürekli izlenmesi ile birlikte sulama projesi kapsamında optimum bir sulama yönetimi ve işletiminin sağlanması ile mümkün olacaktır. Sulama yönetimi ile ilgili alınabilecek önlemlerin başında da, uygulana sulama yöntemlerinin yerine modern sulama yöntemlerinin uygulamasına geçilmesi gelmektedir.

Yukarıda bahsedilen olumsuz koşulların giderilmesi ve sulama projelerinde yürütülen faaliyetlerin optimum bir biçimde gerçekleştirilmesi, etkin bir izleme ve değerlendirme sisteminin oluşturulması ile mümkündür. Bu bağlamda, sulama projelerinin izleme ve değerlendirilmesine yönelik bilgisayar ortamında bilgi sisteminin oluşturulması ve bu bilgi sisteminin uygulamaya geçirilebilmesi için sulama yönetiminin transfer edildiği sulama birliklerince kullanımı sağlanmalıdır. Bilgi sistemlerinin kullanılmasıyla, sulama projesine ait her türlü veri ve bilgi sisteme kolaylıkla aktarılabilir, sulama yönetimi ve işletiminde meydana gelebilecek sorunlar kolaylıkla aşılabilecektir. Nitekim, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü tarafından, ülkemizdeki sulama projelerinin izleme ve değerlendirilmesine yönelik bilgi sisteminin oluşturulması çalışmaları yapılmaktadır. Çevresel etkilerin izlenmesi ve değerlendirilmesi, bu bilgi sisteminin çok önemli bir parçasıdır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar, sadece mevcut etkilerin belirlenmesi ile sınırlı kalmamalı, bu etkiler zaman boyutunda sürekli olarak izlenmelidir. Çünkü, çevresel etkiler dinamik bir yapıya sahiptir. Zaman içerisinde ortaya çıkabileceği gibi, ani ve şiddetli olarak da ortaya çıkabilmektedir.

Özetle, sulama projelerinin tasarım aşamasında, mutlaka ÇED çalışması yapılmalı, projenin işletmeye açılmasından sonra ise çevresel parametreler sürekli olarak izlenmeli, herhangi bir olumsuz etki belirlendiğinde ise gerekli önlemler alınmalıdır. Çevresel etkiler, projenin etüt ya da fizibilite çalışmaları gibi ilk aşamalarında belirlenebilirse, proje son şeklini almadan değişik alternatifler üzerinde durulabilir. Ülkemizde T.C. Çevre Bakanlığı bünyesinde, ÇED faaliyetlerinin yürütülmesi ve koordinasyonundan sorumlu bir ÇED birimi görev yapmaktadır. Ancak Çevre Bakanlığı'nın nispeten yeni bir bakanlık olduğu göz önüne alındığında, bağlı birimlerin işleyişinde de sorunları olabileceği muhakkaktır. Tarımsal faaliyetlerin çevresel etkilerinin belirlenmesi ve etkileri azaltıcı önlemlerin alınması amacıyla, bir çok ülkede bu faaliyetlerden bazıları ÇED kapsamına alınmıştır. Ülkemizde, geniş ölçekli ve uzun vadeli sonuçları olan sulama ve enerji üretimi sağlayan ve taşkın kontrolünde yararlanan barajlar, ÇED Yönetmeliğinin Büyük Altyapı Faaliyetleri başlıklı 27. Maddesinin f fıkrasında yer alan "Su Depolama Tesisleri" (göl hacmi 100 milyon m<sup>3</sup> ve üzeri ya da göl alanı 15 km<sup>2</sup> ve üzeri), ÇED Raporu hazırlanması gereken faaliyetler arasındadır. Ancak bu maddede sulama projeleri bir bütün olarak ele



alınmamıştır. Ayrıca, su depolama tesisleri için verilen sınır değerler oldukça geniş tutulmuştur. İlk ÇED Yönetmeliğinde (7 Şubat 1993) sulama, drenaj, arazi ıslahı ve taşkın kontrolü projeleri için Ön ÇED yapılması zorunlu kılınmış iken, mevcut ÇED Yönetmeliği ile bu zorunluluk ortadan kalkmıştır. Avrupa Birliğinin ÇED ile ilgili temel aldığı çerçeve esasları ve buna bağlı olarak Birlik üyesi ülkelerin yasa ve düzenlemeleri, ülkemizde çıkarılan ÇED yasa ve yönetmeliği ile karşılaştığımızda, sulama başta olmak üzere tarla içi geliştirme hizmetlerine ilişkin ÇED' in dar kapsamda ele alındığı görülmektedir (Arıcı ve Demir 1996). Özetle, sulama projeleri ÇED yapılması zorunlu faaliyetler kapsamında bulunmamaktadır. Su ve toprak kaynaklarını önemli ölçüde kullanan, doğal hidrolojik rejimi tamamen değiştiren, önemli sosyoekonomik etkilere sahip sulama projelerinin, mutlaka ÇED kapsamına alınması gerekmektedir. Bu nedenle karar vericilere, sulama projelerinin çevresel etkilerinin ne denli önemli olduğu ve mutlaka ÇED kapsamında olması gerekliliği iyi bir biçimde anlatılmalıdır. Sulama projelerinin ÇED kapsamına alınmasının yanısıra, bu faaliyetin yürütülmesinden kimin ne şekilde sorumlu olacağını belirlemek de büyük önem taşımaktadır. Sulama projelerine yönelik ÇED çalışmasının yürütülmesinde en büyük sorumluluk, kuşkusuz bu projelerin planlanması ve projelenmesinden sorumlu kuruluşlarda görev yapan mühendislerin olacaktır. Ancak, ÇED çalışması çok farklı uzmanlık dallarının bir araya gelmesini gerektiren bir faaliyet olduğu için, bu tür bir çalışmanın yürütülmesinde farklı meslek gruplarından uzman kişilerin her birinin kendi uzmanlık alanına giren konularla ilgili çalışmaları yapması ve sonuçta yapılan çalışmaları bir bütün içerisinde toplamaları gerekmektedir. Yapılan çalışmayı bir sistem yaklaşımı içerisinde değerlendirmek en akılcı yol olacaktır.

Gerek yeni bir yatırım planlanmasına başlangıç oluştursun, gerekse de devam eden işletme ve bakım gereksinimlerinin planlanması için bir temel oluştursun, mevcut projeler içinde zaman zaman çevresel değerlendirme çalışmaları yapılması gerekli olabilmektedir. Bu tür proje sonrası değerlendirmeler yapılmasında genellikle bir isteksizlik göze çarpmaktadır. Bu değerlendirme, genellikle zaman alan, özenli bir veri toplama işlemi gerektiren, sonuç bilgilerinin birkaç yıl sonra alınabileceği bir değerlendirmedir.

Sulama projeleri için yapılacak ÇED çalışmasının formatı ve içermesi gereken unsurların belirlenmesi de, bir diğer önemli husustur. Bunun için düzenlenmiş standart

bir format bulunmama ile birlikte, ülke koşullarına uygun ve doğrudan ÇED' de uzman olmayan meslek grupları tarafından da uygulanabilecek bir ÇED formatının geliştirilmesi özel önem kazanmaktadır. Ancak, yapılacak çalışmanın gereken aşamalarında uzman desteğinin alınması gerekebilir. Bu tür durumlarda, ÇED çalışmasını yapan kişinin, uzman kimselerle iletişim içerisinde bulunması gerekmektedir. Çevresel etkilerin değerlendirilmesinde, planlama ve projelendirme aşamalarında bizzat görev almış kişilerin yer alması, daha gerçekçi sonuçlar verecektir. Ancak, planlama ve projelendirmeden sorumlu sulama ve drenaj mühendislerinin çevre konuları ile ilgili özel eğitimleri olmayabilmektedir. Bununla birlikte, projenin yapıldığı bölgeyi ve projenin özelliklerini iyi bilen uzman kişilerin, uzman desteği almak koşuluyla projenin çevresel etkileri ile ilgili daha somut ve gerçekçi yaklaşımlar yapma olasılıkları daha yüksek olmaktadır.

Çevresel değerlendirme sadece planlama aşamasında değil, bazı durumlarda mevcut projeler içinde yapılabilmektedir. Özellikle, uluslararası kredi kuruluşlarının desteği ve finansmanı ile yürütölen projeler için, bu kuruluşlar projelerin bitiminden 5-10 yıl sonra çevresel değerlendirme yapılmasını talep etmektedirler. Bu tür değerlendirmelerde, projenin fiziksel ve ekonomik performansının yanı sıra, mutlaka çevresel etkilerinin de değerlendirme kapsamına alınması gerekmektedir. Bu değerlendirmelerin yapılması, gelecekte yapılacak yatırımların çevresel maliyetinin ortaya konması açısından yararlı olacaktır. Mevcut projelerin etkilerinin değerlendirilmesinde, mutlaka o bölgede yaşayan halkın ve yöredeki kamu kuruluşlarının görüşlerine başvurulmalıdır. Bu insanların fikirleri ve gözlemleri hangi etkilerin öncelikli olarak ele alınmasının belirlenmesi bakımından yararlı olabilir.

Bir ÇED çalışmasının en zor ve masraflı kısmı, veri toplama işidir. ÇED çalışması, elde mevcut veri tabanının ya da toplanacak verilerin yeterli ve güvenilir olduğu ölçüde gerçekçi sonuçlar üretmektedir. Veri toplama ve bunları uygun formatlarda depolama, ÇED çalışmasında en çok özen gösterilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Ayrıca, veri toplama işinden sorumlu kuruluşların bütçelerinde, bu iş için yeterli ödenek ayrılmış olmalıdır. Herhangi bir değerlendirme için veri eksikliği önceden belirlenmeli, bu yönde veri toplama yoluna gidilmelidir. Çevresel etkilerin çoğu, birbiri ile doğrudan ya da dolaylı olarak bağlantılı olduğundan, toplanan veriler birden fazla etkinin değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Çevresel etkilerin değerlendirilmesi için, Çizelge 4.7 'de sulama projelerinde çevresel etkilerin değerlendirilmesi tablosu hazırlanmıştır.

Çizelge 4.7. Sulama Projelerinin ÇED'i İçin Önerilen Kontrol Listesi

	Olumlu Etki	Olumsuz Etki	Etki Yok	Yorum Yapılamaz
	A	B	C	D
<b>1. DOĞAL KAYNAKLAR</b>				
1.1. Su Kaynakları				
1.1.1..Su Kullanım ve Hidrolojik Rejim				
1.1.1.1. Yüzeysel Suların Kullanımı				
1.1.1.2. Yeraltı Suların Kullanımı				
1.1.1.3. Tabansuyu Alınması				
1.1.1.4. Tabansuyu Yükselmesi				
1.1.2. Su Kalitesi				
1.1.2.1. Sulama Suyu Kalitesi				
1.1.2.2. Drenaj Suyu Kalitesi				
1.1.2.3. Göl Su Kalitesinin İyileştirilmesi				
1.1.2.4.Tabansuyu Tuzluluğu				
1.1.2.5.Azot Kirliliği				
1.1.2.6. Fosfor Kirliliği				
1.1.2.7. Pestisit Kirliliği				
1.2. Toprak Kaynakları				
1.2.1. Toprak Tuzluluğu ve Suyu Doygunluk				
1.2.2. Toprak Erozyonu				
1.2.3. Sedimentasyon				
1.3. Hava				
1.3.1. Hava Kirliliği				
1.3.2. İklim Değişimi				
<b>2. BİYOLOJİK VE EKOLOJİK KAYNAKLAR</b>				
2.1. Biyolojik Çeşitlilik ve Sıcak Yaşam				
2.2. Ekolojik Denge				
2.2.1. Zararlılar ve Bitki Hastalıkları				
2.2.2. Yabancı Otlar				
2.3. Sulak Alanlar				
<b>3. ARAZI KULLANIM ETKİLERİ</b>				
<b>4. SOSYOEKONOMİK ETKİLER</b>				
4.1. Nüfus Değişimi ve Göç				
4.2. Tarımsal Faaliyetler				
4.3. Arazi Topulaştırması				
4.4. Gelir Düzeyi ve İşgücü				
4.5. Yeniden Yerleşim				
4.6. Kültürel ve Tarihi Yerlerin Kaybı				
<b>5. SAĞLIK ETKİLERİ</b>				

Bu tablo, Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID)'in yayınlamış olduğu "Sulama, Drenaj ve Taşkın Kontrolü Projelerinde Çevresel Etkilerin Tanımlanması için Kontrol Listesi" inde yer alan etki belirleme tablosundan modifiye edilerek hazırlanmış ve ülkemiz koşullarına uygun biçimde düzenlenmiştir.

Çizelge 4.7'de A, B, C ve D sütunları doldurulduktan sonra, olumsuz etkilerin olumlu etkilere göre daha fazla olduğu düşünülüyorsa, projenin planlama aşamasında mutlaka "Çevresel Etki Değerlendirme" çalışması yapılmalıdır.

Çevresel etki değerlendirme çalışmalarında coğrafi bilgi sistemleri; güvenilir veri eksikliğini ve farklı veri tabanları arasındaki uyumsuzluğu giderecek, veri tabanı yönetim sistemi oluşturacak çok fonksiyonlu bir araçtır. Böylece verilerin çok hızlı bir biçimde işlenerek, analiz edilmesi sağlanacaktır. Çevresel verilerin toplanması ve değerlendirilmesinin zorluğu göz önüne alındığında, bu değerlendirmeler için coğrafi bilgi sistemlerinin ne denli uygun olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmalardan sorumlu tüm kamu kuruluşlarında ve özel sektörde coğrafi bilgi sistemleri kullanımının yaygınlaşması zorunlu görülmektedir.



**KAYNAKLAR**

ABERNETHY, C. L. ve J.W. KIJNE. 1993. Managing the Interactions of Irrigation Systems with Their Environment. DVWK Bulletin 19, Ecologically Sound Resources Management in Irrigation, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin 1993, p. 75-104.

ABU-ZEID, K.M., M. N. BAYOUMI ve A.WAGDY. 1999. Assessment of Environmental Impacts for Irrigation Projects: A Decision Support System. Regional Consultation of the World Commission on Dams, 8-9 December 1999, Summary Report, 72 s.

AKSOY, E., M. A. ÇULLU ve H. ERGÜN. 1997. Bursa İlinde Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değişimlerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri. TUFUAB 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, 16-18 Mayıs 1997 Uludağ, Bursa, V.22-V.30

ANONİM. 1967. Mustafakemalpaşa Sulama Projesi Tesis Tanıtma Föyü. DSİ Karacabey İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü, Bursa, 78 s.

ANONİM. 1971a. Mustafakemalpaşa Sol Sahil Ovası Sulama ve Drenaj Projesi Planlama Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 50 s.

ANONİM. 1971b. Mustafakemalpaşa Sağ Sahil Ovası Sulama ve Drenaj Projesi Planlama Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 90 s.

ANONİM. 1972. Mustafakemalpaşa Sulama Verimlilik Kontrolü Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 42 s.

ANONİM. 1980. Genel Nüfus Sayımı. T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 156 s.

ANONİM. 1981a. Mustafakemalpaşa Sulama Projesi ve Tarımsal Yönü. DSİ Genel Müdürlüğü, I. Bölge Müdürlüğü, 11. Teknik Şube Müdürlüğü, Karacabey İşletme Bakım Başmühendisliği, 22 s.

ANONİM. 1981b. Marmara Bölgesinde Bazı Toprak ve Su Kaynaklarının Bor, Arsenik ve Kömürden Kirlenmesi ile Alınması Gerekli Önlemler. DSİ I. Bölge Müdürlüğü, Bursa, 38 s.

ANONİM. 1983. Mustafakemalpaşa Sulaması Drenaj Şebekesi ve Sorunları. DSİ Genel Müdürlüğü, I. Bölge Müdürlüğü, 18 s.

ANONİM. 1985. Türkiye İstatistik Yıllığı. T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 465 s.

ANONİM. 1988. Effective Use of Water in Irrigated Agriculture. Council for Agricultural Science and Technology, Report No: 113, 36 s.

ANONİM. 1990. Genel Nüfus Sayımı. T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 158 s.

ANONİM. 1991a. Asian Development Outlook. Asian Development Bank, Manila, Philippines, 255 s.

ANONİM. 1991b. GIS Dictionary, Ver 1.1, Association for Geographical Information (AGI), Standards Committee Publication, UK, 58 s.

ANONİM. 1991c. Fernerkundung: Instrument für die Entwicklungszusammenarbeit. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn 1991, 62 s.

ANONİM. 1992a. Development Issues for the 21<sup>st</sup> Century. International Conference on Water and the Environment, The Dublin Statement and Report of the Conference, Geneva, Switzerland, World Meteorological Associations, 137 s.

ANONİM. 1992b. A Guide to Global Environment. World Resources Institute, Oxford University Press, 385 s.

ANONİM. 1992c. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği. Türk Çevre Mevzuatı, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Cilt 2, s. 1196-1215.

ANONİM. 1995. Water Development for Food Security. FAO Advance Unedited Version, WFS/96/TECH/2, FAO, Rome, 39 s.

ANONİM. 1996a. ArcView GIS: The Geographic Information System for Everyone. Environmental Systems Research Institute Inc., Redlands, California, USA, 343 s.

ANONİM. 1996b. ArcView Spatial Analyst: Advanced Spatial Analyst Using Raster and Vector Data. Environmental Systems Research Institute Inc., Redlands, California, USA, 145 s.

ANONİM. 1996c. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bursa İl Müdürlüğü Brifing Raporu, Bursa. 83 s.

ANONİM. 1996d. Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonu Uzun Yıllık Ortalama Verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

ANONİM. 1997a. Irrigation Potential in Africa: A Basin Approach. Chapter 7: Environmental Considerations in Irrigation Development, FAO Land and Water Bulletin No.4, 9 s.

ANONİM. 1997b. Understanding GIS: The Arc/Info Method. Environmental Systems Research Institute (ESRI), John Wiley & Sons, Inc., New York, 475 s.

ANONİM. 1997c. ERDAS Field Guide. 4 Edition, ERDAS Inc., Atlanta, Georgia, USA, 639 s.

- ANONİM. 1997d. ERDAS Tour Guide. ERDAS Inc., Atlanta, Georgia, USA, 439s.
- ANONİM. 1997e. Bursa Bölgesinde Mevcut Su Kirliliği ve Kaynakları. Bursa'da Sanayileşme ve Çağdaş Kentleşme Sempozyumu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, s. 173-178.
- ANONİM. 1997f. Genel Nüfus Tespiti ve İdari Bölünüş. T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 500 s.
- ANONİM. 1998. Sustainability Criteria for Water Resource Systems. ASCE Task Committee on Sustainability Criteria, ASCE, Reston, Virginia, USA, 253 s.
- ANONİM. 1999a. Irrigation Guidelines. In: Environmental Guidelines, African Development Bank Group, Environment and Sustainable Development Unit, 5 s.
- ANONİM. 1999b. Environmental Handbook: Agriculture. Documentation on Monitoring and Evaluating of Environmental Impacts, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit(GTZ) and Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), 11 s.
- ANONİM. 1999c. Introduction to ArcView. University of South Carolina, ArcView Short Course Series, 38 s.
- ANTENUCCI, J.C., K. BROWN, L. P. CROSWELL, J. M. KEVANY ve H. ARCHER. 1991. Geographic Information Systems: A Guide to the Technology. Von Nostrand Reinhold, New York, 301 s.
- ARICI, İ. ve A. O. DEMİR. 1996. Tarla İçi Geliştirme Hizmetlerinin Kırsal Çevreye Etkisi, Tarım ve Çevre İlişkileri Sempozyumu, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 13-15 Mayıs 1996, Mersin, s. 497-507.
- ARONOFF, S. 1989. An Introduction to Geographic Information Systems. WDL Publications, Ottawa, 294 s.
- AYERS, R.S. ve D.W. WESTCOT. 1985. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No.29, FAO, Rome, 174 s.
- AYYILDIZ, M. 1982. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 879, Ders Kitabı No. 244, Ankara, 278 s.
- BAHTİYAR, G. 1997. Bursa'nın Nüfus Yapısı ve Yerleşimi. Bursa'da Sanayileşme ve Çağdaş Kentleşme Sempozyumu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın No. 197, s. 27-41.
- BALCI, A. ve D.AKAR. 1997. Su ve Toprak Kaynaklarının Korunması ve Geliştirilmesinin Çevreye Olumsuz Etkileri. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Kültürteknik Derneği, 5-8 Haziran 1997, Kirazlıyayla, Bursa, s. 555-563.

BARROW, C.J. 1997. Environmental and Social Impact Assessment: An Introduction. Edward Arnold, London, paperback /hardback (co-published in the USA by Wiley, New York), 312 s.

BAŞTUĞ, R. 1996. "Sulu Tarımda Sürdürülebilirlik Sorunları". Topraksu Dergisi, Kültürteknik Derneği, 96/2, Ankara, s. 23-28.

BATUK, G., S.KÜLÜR, H. SARBANOĞLU, ve G.TOZ. 1996. Veriden Bilgiye: Coğrafi Bilgi Sistemleri. Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 26-28 Eylül 1996, İstanbul, s. 35-47.

BAUMANN, W. 1984. Ökologische Auswirkungen von Staudammvorhaben. Forschungsberichte des Bundesministeriums für Wirtschaftliche Zusammenarbeit, No. 60, Weltforum Verlag, Munchen, Germany, 58 s.

BENDER, M. J., G. V. JOHNSON ve S. P. SIMONOVIC. 1994. Sustainable Management of Renewable Resources: A Comparison of Alternative Decision Approaches. International Journal of Sustainable Development and World Ecology 1, No.2:77-88.

BERKMAN, A. 1996. Sürdürülebilir Tarımsal Kalkınmada Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Yeri ve Güneydoğu Anadolu Projesi. Tarım ve Çevre İlişkileri Sempozyumu, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 13-15 Mayıs 1996, Mersin, s. 19-34.

BISWAS, A. ve Q. GEPING. 1987. Environmental Impact Assessment for Developing Countries. In: Biswas, M. Ve A. Biswas(ed.), Natural Resources and Environment Series, London: Tycooly International, 231 s.

BISWAS, A. 1991. "Water for Sustainable Development in the 21<sup>st</sup> Century: A Global Perspective". Water Resources Development, Vol.7, p. 219-223.

BISWAS, A. 1994. Water in International Agenda. International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region, Istituto Agronomico Mediterraneo, Bari, Volume 3, p. 665-675.

BOLTON, P. 1992. Environmental and Health Aspects of Irrigation. Paper Presented at the ODA Natural Resources and Engineering Advisor's Conference, Priorities for Water Resources Allocation and Management, July 1992, Southampton, HR Wallingford, 15 s.

BUCKS, D. A., T.W. SAMMIS ve G.L. DICKEY. 1990. Irrigation for Arid Areas. In: Hoffman, G.J. ve ark (ed.), Management of Farm Irrigation Systems, ASAE Monograph, St.Joseph, Michigan, p. 499-548.

BUNN, D. W. 1984. Applied Decision Analysis. Mc Graw-Hill Book Co, New York, USA, 177 s.



- BURBRIDGE, P. R. 1988. Environmental Guidelines for Resettlement Projects in the Humid Tropics. FAO Environmental Guidelines Paper No.9, FAO, Rome, 129 s.
- BURROUGH, P.A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Clarendon Press, 193 s.
- BURROUGH, P. A. ve R. A. Mc DONNELL. 1998. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 346 s.
- CANTER, L. 1977. Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill Book Company, NewYork, 331 s.
- CANTER, L. 1986. Environmental Impacts of Agricultural Activities. Lewis, USA, 258 s.
- CARRUTHERS, I. 1993. Water Management and the Environment. DVWK Bulletin19, Ecologically Sound Resources Management in Irrigation, Verlag Paul Parey, Hambur/Berlin 1993, p. 7-18.
- CHATURWEDI, M. C. 2000. Water for Food and Rural Development(Developing Countries). International Water Resources Association, Water International, Volume 25, No.1, March 2000, p. 40-53.
- CHEN, R. S. 1990. Global Agriculture, Environment and Hunger: Past, Present and Future Links. Environmental Impact Assessment Review 10(4):335-358.
- CHORLEY, R. 1988. Some Reflections on Handling of Geographical Information. International Journal of Geographical Information Systems 2 (1988): 3-9.
- CLARK, B. D. 1992. "Sustainable Development:From Rhetoric to Solutions". 13<sup>th</sup> International Seminar on Environmental Assessment and Management, University of Aberdeen, Scotland, 27 June-10 July 1993, p. 1-6.
- CORWIN, D. L ve R. J. WAGENET. 1996. "Applications of GIS to the Modeling of Non-Point Source Pollutants in the Vadose Zone:A Conference Overview. Journal of Environmental Quality, Volume 25, No.3, May-June 1996, p. 403-411.
- CORWIN, D. L., P. J. VAUGHAN, ve K. LOAGUE. 1997. Modeling Nonpoint Source Pollutants in the Vadose Zone with GIS. Environmental Science&Technology, Vol. 31(8):2157-2175.
- COWEN, D. J. 1987. GIS vs. CAD vs. DBMS: What are the Differences?. In: Proceedings of the GIS'87 Symposium, American Congress on Surveying and Mapping and American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Falls Church, Virginia, Vol.1:46-56.

ÇELİK, G. 2000. Çevre Yönetiminde Ekolojik Risk Değerlendirmesi ve Uluabat Ramsar Alanı İçin Problem Formülasyonu. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Bursa, 134 s.

ÇETİN, B. 1992. Bursa İli Mustafakemalpaşa İlçesi Sulu Tarım İşletmelerinde Traktör ve Mibzer Kapasiteleri İçin Optimal İşletme Planlarının Saptanması. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 9, Bursa, 47-55.

DAHAB, M. F., ve S. SIRIGINA. 1994. Nitrate Removal from Water Supplies Using Bionitrification and GAC-Sand Filter Systems. Water Science Technology 30(9):133-139.

DALKIRAN, N. 2000. Uluabat (Bursa) Gölü'nün Epipelik, Epifitik ve Epilitik Alglerinin Mevsimsel Değişimi. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Bursa, 177 s.

DEĞİRMENCİ, H. 1997. Sulama Yönetiminde İzleme ve Değerlendirmenin Etkinliği Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi (yayınlanmamış), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 127 s.

DEMİR, A. O., E. AKSOY ve T. TORUNOĞLU. 1998. Uluabat Gölü'nün Çevresel Sorunları ve Çözüm Önerileri. T. C. Bursa Büyükşehir Belediyesi, Yerel Gündem 21 Genel Sekreterliği Uluabat Çalışma Grubu, Bursa, 26 s.

DEMİR, A. O., S. YAZGAN ve H. BÜYÜKCANGAZ. 1996. Tarımsal Drenajın Çevresel Etkileri. U. Ü. Müh. Mimarlık Fakültesi Çevre Müh. Bölümü, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, 24-26 Haziran 1996, Bursa, 789-798.

DE RIDDER, N. A. 1980. Groundwater Survey. In: Drainage Principles and Applications, III. Surveys and Investigations, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Publication 16, Vol. 3, p. 153-194.

DEWINE, H. ve R. FIELD. 1986. The Gist of GIS, Journal of Forest, August 1986, p. 17-22.

DINAR, A. 2000. Policy Reforms for Sustainable Water Resources: Information Needs and Information Obstacles. A World Bank Policy Paper, World Bank, Washington D.C., 17 s.

DOUGHERTY, T. C. ve A. W. HALL. 1995. Environmental Impact Assessment of Irrigation and Drainage Projects. FAO Irrigation and Drainage Paper No.53, 70 s.

DRIJVERS, C. A. 1999. The Environmental Impacts: Disaster or Development. A Report for EEC-ACP Cooperation, 4 s.

DUGAN, P. J. 1990. Wetland Conservation: A Review of Current Issues and Required Action. The World Conservation Union, Cambridge, UK, 152 s.

- DUPRIEZ, H., ve P. DE LEENER. 1988. Ways of Water. Land and Life Series, 380 s.
- EDWARDS, C. A. 1987. The Environmental Impact of Pesticides. In: Integrated Pest Management, Protection Integree, Quo Vadis?, Parasitis Verlag; 86: 309-329.
- EL BASSAM, N. 1999. Sustainable Development in Agriculture. Natural Resources and Development, Institute for Science and Cooperation, Volume 51:39-58.
- ESSER, K. 1999. Environmental Impacts of Irrigation Projects. Noragric Brief, No.3/99, Agricultural University of Norway(NHL), Centre for International Environment and Development Studies, Norway, 2 s.
- FABBRI, A.G. 1991. Spatial Data Analysis in Raster-Based GIS: An Introduction to Geometric Characterization. In: A. S. Belward ve C. R. Valenzuela (eds.): Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries, 1991 ECSC, EEC, EAEC, Brussels and Luxembourg, p. 357-388.
- FALKENMARK, M. 1988. Sustainable Development as seen from a Water Perspective. In: Perspectives of Sustainable Development. Stockholm Studies in Natural Resources Management, No.1:71-84.
- FEDRA, K. 1994. GIS and Environmental Modeling. In: M. F. Goodchild, B. O. Parks and L. T. Steyaert(eds.) Environmental Modeling with GIS, Oxford University Press, Presented at the First International Conference on Integrating GIS and Environmental Modelling, Boulder, USA, 15-19 September 1994, p. 35-50
- FIPPS, G. 1996. Irrigation Water Quality Standards and Salinity Management Strategies. Texas Agricultural Extension Service, The Texas A&M University System, 19 s.
- FONSECA, A. ve C. GOUVEIA. 1994. Environmental Impact Assessment Using Multimedia GIS. EGIS'94 Conference Proceedings, 11s.
- FRAMJI, K. K., B. C. GARG ve S. D. LUTHRA. 1981. Irrigation and Drainage in the World. International Commission on Irrigation and Drainage, New Delhi, India, 76 s.
- FUKUDA, H. 1976. Irrigation in the World (Comparative Development). University of Tokyo Press, 329 s.
- GILLEY, J. R., D. G. WATTS, F. W. ROETH ve M. TWERSKY. 1982. Water Quality of Irrigation Return Flows in the Great Plains. In: M. L. Quinn (ed.): Strategies for Reducing Pollutants from Irrigated Lands in the Great Plains, U. S. Environmental Protection Agency and Nebraska Water Resources Center, p. 33-55.
- GRATTAN, S. R. ve J. D. RHOADES. 1990. Irrigation with Saline Ground Water and Drainage Water. p. 432-449.

GÜNDOĞDU, K. S., A. O. DEMİR, H. DEĞİRMENÇİ, H. BÜYÜKCANGAZ ve T. AKKAYA. 1998. Preparation and Interpretation of Groundwater Maps Using Geographical Information System (Arc/Info). International Conference on Agricultural Engineering, Part 2, 24-27 August 1998, Oslo, Norway, Summary: 922-924, Full Paper:CD-ROM, pdf98-c-048.pdf, 7 s.

GÜNGÖR, H. ve S. KANBUROĞLU. 1979. Mustafakemalpaşa Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. Eskişehir Topraksu Bölge Araştırma Enstitüsü Yayın No. 151, Rapor Yayın No. 110, 64 s.

HAMDY, A. ve C. LACIRIGNOLA. 1997. Environment and Water Resources Major Challenges. International Conference on Water Management, Salinity and Pollution Control Towards Sustainable Irrigation in the Mediterranean Region, Special Volume I, Keynote Papers, Istituto Agronomico Mediterraneo, Bari, Italy, p. 33-85.

HAMILTON, P. A. ve D. R. HELSEL. 1995. Effects of Agriculture on Groundwater Quality in Five Regions of The United States. *Ground Water* 33(2):217-226.

HALLBERG, G. R. 1986. Overview of Agricultural Chemicals in Groundwater-A Conference, Omaha, Nebraska, 11-13 August 1986, p. 1-63.

HARTLIK, J. 1993. EIA of Irrigation Systems. DVWK Bulletin 19, Ecologically Sound Resources Management in Irrigation, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin 1993, p. 75-104.

HASSAN, H. ve C. HUTCHINSON. 1992. Natural Resource and Environmental Information for Decisionmaking. The World Bank, Washington D.C., p. 58-63.

HASSAN, H. ve O. KJORVEN. 1993. Geographic Information Systems for Environmental Assessment and Review. Environmental Assessment Sourcebook Update, The World Bank, Environment Department, Washington D. C., April 1993, No.3, 4 s.

HASSAN, H. 1995. Implementing Geographic Information Systems in Environmental Assessment, Environmental Assessment Sourcebook Update, The World Bank, Environment Department, Washington D. C., January 1995, No.9, 8 s.

HESPANHOL, I. 1994. Health Impacts of Agricultural Development. Proc.,NATO Advanced Research Workshop on "Sustainability of Irrigated Agriculture", Vimeiro, 21-26 March 1994, 6 s.

HILL, T. ve L. C. TOLLEFSON. 1994. Institutional Questions and Social Challenges. Proc. NATO Advanced Research Workshop on "Sustainability of Irrigated Agriculture", Vimeiro, 21-26 March 1994, 12 s.

HILLEL, D. 1987. The Efficient Use of Water in Irrigation. World Bank Technical Paper, No.64, The World Bank, Washington D.C, 99 s.



HILLEL, D. 1997. Small Scale Irrigation for Arid Zones. "Principles and Options", Chapter 2: Environmental Aspects of Irrigation Development, FAO Development Series No.2, 18 s.

HYMAN, E. L. ve B. STIFFEL. 1988. Combining Facts and Values in Environmental Impact Assessment. Westview Press, Colorado, USA, 457 s.

İNAN, M., R. BEKTAŞ ve B. ERGÜN. 1997. Uluabat Gölü Çevre Durum Raporu. T. C. Çevre Bakanlığı Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa, 26 s.

JENSEN, M. E., W. R. RANGELEY ve P. J. DIELMAN. 1990. Irrigation Trend in World Agriculture. In: Stewart, B. A. ve D. R. Nielsen (ed.):Irrigation of Agricultural Crops, ASA-CASA-SSSA Monograph, Madison, Wisconsin, USA, p. 31-67.

JENSEN, M. E. 1994. Irrigated Agriculture at the Crossroads. Proc. NATO Advanced Research Workshop on "Sustainability of Irrigated Agriculture", Vimeiro, 21-26 March 1994, 15 s.

JORDAAN, J., E. J. PLATE, E. PRINS ve J. PELTROP. 1993. Water in Our Common Future. Committee on Water Research (COWAR), International Hydrological Programme, A Research Agenda for Sustainable Development of Water Resources, IHP, UNESCO, Paris 1993, 89 s.

KABUKÇU, F. 1993. Çevresel Etkileşim ve Sulama. Topraksu Dergisi, Kültürteknik Derneği, 1993/1, s. 9-11

KARACAOĞLU, D. 2000. Uluabat Gölü'nün (Bursa) Fitoplanktonun Mevsimsel Değişimi, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Bursa, 169 s.

KATKAT, V. 1997. Bursa'da Tarım Yapısı. Bursa'da Sanayileşme ve Çağdaş Kentleşme Sempozyumu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No. 197,Bursa, s. 83-87.

KEATING, M. 1993. The Earth Summit's Agenda for Change. A Plain Language Version of Agenda 21 and the other Rio Agreements, Published by the Centre for Our Common Future, Geneva, Switzerland, 69 s.

KHAN, L. R. 1988. Environmental Aspects of Groundwater Development in Bangladesh: An Overview. ODI-IIMI Network, Paper 88/2c, London, 36 s.

KIMBALL, B. 1990. Impact of Carbon Dioxide, Trace Gases, and Climate Change on Global Agriculture. ASA Special Publications, No. 53, Madison, USA, 58 s.

KOLUVEK, P.K., K.K. TANJI ve T. J. TROUT. 1993. Overview of Water Erosion from Irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 119(6):929-946.

KORUKÇU, A. ve O. YILDIRIM. 1981. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 220 s.

KRUSE, G., L. WILLARDSON, ve J. AYARS. 1990. On Farm Irrigation and Drainage Practices. In: Hoffman, G. J ve ark (ed.): Management of Farm Irrigation Systems, ASAE Monograph, St. Joseph, Michigan, 232 s.

LEOPOLD, C. B., F. E. CLARKE, B. R. HANSHAW, ve J. R. BALSLEY. 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impacts. Geological Survey Circular No.645, U. S. Geological Survey, Washington D. C., 125 s.

LOUCKS, D. P. 2000. Sustainable Water Resources Management. International Water Resources Association(IWRA), Water International, March 2000, Volume 25, No.1:3-10.

MARTIN, J. 1977. Computer Database Organization, Prentice Hall, New Jersey, USA, 453 s.

MENZIES, J. D. 1967. Plant Diseases Related to irrigation. In: Hagan, R., H. R. Haise, T. W. Edminster (eds.): Irrigation of Agricultural Lands, Number 11 in the Series Agronomy, American Society of Agronomy, Publisher Madison, Wisconsin, USA, p. 1058-1065.

MERİÇ, M. A., U. ÖZER ve A. ÖNEL. 1996. Uluabat Gölü ve Havzasında Su Kalite Tespiti ve İyileştirme Önerileri. BUSKİ Raporu, Bursa, 5 s.

MOCK, J. F. ve P. BOLTON. 1993. The ICID Environmental Checklist to Identify Environmental Effects of Irrigation, Drainage and Flood Control Projects. International Commission on Irrigation and Drainage, Published by HR Wallingford, 144 s.

MOHTADULLAH, K., G. V. SKOGERBOE ve C. M. WIJAYARATNA. 1994. Sustainability Concerns in Asian Irrigation. Proc. NATO Advanced Research Workshop on "Sustainability of Irrigated Agriculture", Vimeiro, 21-26 March, 14 s.

ONGLEY, E. D. 1996. Control of Water Pollution from Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper, No.55, 111 s.

OOSTERBAAN, R. J. 1988. Effectiveness and Environmental Impacts of Irrigation Projects: A Review, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Annual Report 1988, p. 18-34.

PEARL, H. W. 1993. Emerging Role of Atmospheric Nitrogen Deposition in Coastal Eutrophication: Biochemical and Trophic Perspectives. Can. Jour. Fish. Aquat. Sci. Vol. 50:2254-2269.

PETERMANN, T. 1993. Irrigation and the Environment: A Review of Environmental Issues. Part I, Influence of Irrigation on the Environment and Vice-versa, Internal

Working Document, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany, 125 s.

PETRY, B. 1998. Environmental Impact Assessment for Water Related Projects. Short Course in IHE, The Netherlands.

PEUQUET, D. 1984. A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models. *Cartographica* 21(4):66-113.

PEZZEY, J. 1992. Sustainable Development Concepts: An Economic Analysis. World Bank Environment Paper No.2, World Bank, Washington D. C., USA, 71 s.

POSTEL, S. 1993. Last Oasis. The Worldwatch Environment Alert Series, New York and London: W. W. Norton and Company, 239 s.

RAY, B. T. 1995. Environmental Engineering, PWS Publishing Company, USA, 489 s.

REHBER, E. 1993. Tarımsal İşletmecilik ve Planlama. U. Ü. Güçlendirme Vakfı Yayın No:84, 179 s.

RICHARDSON, C. J. 1994. Ecological Functions and Human Values in Wetlands: A Framework for Assessing Forestry Impacts, *Wetlands* 14:1-9.

RYDZEWSKI, J. R. 1987. Irrigation Development Planning. Southampton, UK, 423 s.

SAGARDOY, J. A. 1994. Sustainability Concerns in the Operation and Maintenance of Irrigation Systems. Proc. NATO Advanced Research Workshop on Sustainability of Irrigated Agriculture", Vimeiro, 21-26 March 1994, 14 s.

SCHANTZ, F. 1990. Cooperation and Education : Keys to Successful Irrigation. *Agribusiness Worldwide*, March, p. 18-19.

SCOTT, S. 1993. Water and Sustainable Agricultural Development. DVWK Bulletin 19, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin 1993, p. 19-50.

SHAH, T. 1990. Sustainable Development of Groundwater Resources: Lessons from Amrapur and Husseinabad Villages, India. ODI-IIMI Network, Paper 90/ed., London, 45 s.

SHIKLOMANOV, I. A. 1990. Global Water Resources. *Nature and Resources* 26, No.3:34-43.

SHIKLOMANOV, I. A. 1993. World Fresh Water Resources. In: P. H. Gleick (ed.): *Water in Crisis*, Oxford University Press, p. 13-25.

SHIKLOMANOV, I. A. 1997. Assessment of Water Resources and Water Availability in the World. SEI and WMO, Geneva, Switzerland, 1997, 88 s.

SHIKLOMANOV, I. A. 2000. Appraisal and Assessment of World Water Resources. International Water Resources Association (IWRA), Water International, Volume 25, March 2000, No.1:11-32.

SIMONOVIC, S. P. 1996. Decision Support Systems for Sustainable Management of Water Resources. Water International 21, No.4:223-244.

SMEDEMA, L. K. 1994. Sustainability Concerns in Irrigated Agriculture. Proc. NATO Advanced Research Workshop on "Sustainability of Irrigated Agriculture", Vimeiro, 21-26 March 1994, 6 s.

SMITH, L. G. 1993. Impact Assessment and Sustainable Resource Management. In: Mitchell, M. (ed.): Themes in Resource Management, Essex, UK; Longman&NewYork:Wiley, 210 s.

SÖNMEZ, N. 1992. Sürdürülebilir Kalkınma. Tarım ve Köy Dergisi, Sayı.76, Haziran 1992:6-9.

STAR, J. ve J. ESTES. 1990. Geographical Information Systems:An Introduction, Prentice Hall, New Jersey. 303 s.

SVEDIN, U. 1988. The Concepts of Sustainability. In: Perspectives of Sustainable Development. Stockholm Studies in Natural Resources Management, No.1:1-18.

TANILLI, S. 2000. İnsanlığı Nasıl Bir Gelecek Bekliyor. Adam Yayınları, ISBN-975-418-639-1, Beyoğlu, İstanbul, 467 s.

TOPÇU, S. 1998. Tarım Mühendisliğinde Çevre Sorunları. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:207, Ders Kitapları Yayın No:A-65, Birinci Baskı, 269 s.

TORUNOĞLU, T. 1986. Bursa İlindeki Su Kaynaklarında Kirlenme Kontrolü, Çevre 86 Sempozyumu, D. E. Ü. Müh. Mimarlık Fak. Çevre Müh. Bölümü Yayını, İzmir, 12 s.

TROUT, T. J. 1999. Environmental Effects of Irrigated Agriculture. In:Proceedings of the 3<sup>th</sup> International Symposium in Irrigation of Horticultural Crops, Estoril, Portugal, 28 June-2 July 1999, Published in Acta Horticulture 537, October 2000, p. 605-610.

TROUT, T. J. 2000. The Environmental Impacts of Irrigation. Irrigation Journal, Sept/Oct 2000, p. 8-12.

TÜMAY, İ. 1997. Evrenin Metalaşması yada Hormonlu Domates Gibi Çocuklar İstermisiniz? Ve Kirlendi Dünya, Özgür Üniversite Kitaplığı:3, Öteki Matbaa, Ankara, s. 237-264.

USLU, O. 1993. Çevresel Etki Değerlendirmesi. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, İzmir, 191 s.



VALENZUELA, C.R. 1991a. Basic Principles of Geographic Information Systems. In: A. S. Belward ve C. R. Valenzuela (eds.): Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries, 1991 ECSC, EEC, EAEC, Brussels and Luxembourg, p. 279-295.

WALSH, S. J. 1988. Geographic Information Systems: An Instructional Tool for Earth Science Educators, *Journal of Geogr.* 87(1):17-25.

WATHERN, P. 1988. Environmental Impact Assessment: Theory and Practice. Unwin Hyman, Boston, 332 s.

WESTMAN, W. E. 1985. Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning. John Wiley & Sons, NewYork, 532 s.

WOLFF, P. 1997. The Problem of Sustainability of Irrigation Systems. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, Vol. 38(2), March 1997, p. 54-57.

WOLFF, P. 1999. On the Sustainability of Water Use. Natural Resources and Development: A Biannual Collection of Recent German Contributions Concerning the Exploration and Exploitation of Natural Resources, Focus: Water-the Lifeline of Our Future, Volume 49/50, Institute for Scientific Cooperation, Tübingen, Germany, p. 9-28.

WOLFF, P. ve T. M. STEIN. 1999. Efficient and Economic Use of Water in Agriculture. Natural Resources and Development: A Biannual Collection of Recent German Contributions Concerning the Exploration and Exploitation of Natural Resources, Focus: Water-the Lifeline of Our Future, Volume 49/50, Institute for Scientific Cooperation, Tübingen, Germany, p. 151-160.

WOLFF, P. ve R. HUBENER. 1999. Irrigation in the World-The Future will not be like the Past, Natural Resources and Development, Institute for Scientific Coopertaion, Tübingen, Germany, p. 84-97.

YAĞAN, O., 1993. Çevresel Etki Değerlendirmesinin Genel Esasları ve Çevre Ekonomisi. DSİ Genel Müdürlüğü XIX. Bölge Müdürlüğü, Sivas, 69 s.

YOMRALIOĞLU, T. ve K. ÇELİK. 1994. GIS?. I. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, s.21-32.

## ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Eskişehir’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Eskişehir’de tamamladıktan sonra, 1984 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 1988 Haziran döneminde, Ziraat Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 1990-1992 yılları arasında, Diyarbakır Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü bünyesinde Ziraat Mühendisi olarak görev yaptı. 1992 Şubat ayında, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Almanya Karlsruhe Teknik Üniversitesi, Kültürteknik ve Su Yapıları Enstitüsünde katıldığı “Resources Engineering” adlı master programını, 1993-1995 yılları arasında tamamlayarak Ziraat Yüksek Mühendisi ünvanını aldı. 1996 yılı Şubat ayında U. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Doktora çalışmasına başladı. Halen U. Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. İngilizce ve Almanca bilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Öncelikle çalışmam sırasında bana verdikleri büyük manevi destek ve gösterdikleri sabır için aileme teşekkür ederim. Çalışmamın başlangıcında bana desteğini hiç esirgemeyen, ancak çalışmamın devam ettiği süre içerisinde hayata gözlerini yuman değerli babamı şükranla anıyorum.

Doktora tezimin yönlendirilmesinde büyük emek ve katkıları olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abdurrahim Korukçu' ya, çalışmamın yürütülmesi için gerekli altyapıyı bölümümüze kazandıran ve bana sürekli destek veren bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. İsmet Arıcı' ya, ayrıca çalışmamın çeşitli aşamalarında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım bölümümüz öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Ali Osman Demir ve Doç. Dr. Senih Yazgan ile Toprak Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Ertuğrul Aksoy' a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamın yürütülmesi için gerekli veri tabanının elde edilmesinde yardımcı olan DSİ I. Bölge Müdürlüğü ve DSİ Karacabey İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü'nün değerli elemanlarına, tezimin yazılması sırasında yardımlarını gördüğüm başta Çiğdem Demirtaş, Ş. Tülin Akkaya Aslan, Erkan Yashoğlu, E. Selim Köksal olmak üzere, tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve bölüm sekreteri Mürvet Dağlıoğlu' na teşekkür ederim.

Bursa, 2001

Hakan Büyükcangaz