

T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ DESTEKLİ
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ:
HAYRABOLU SULAMA PROJESİ ÖRNEĞİ

Gökhan Önder ERGÜVEN

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

DANIŞMAN: YRD. DOÇ. DR. MEHMET ŞENER

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENER danışmanlığında, Gökhan Önder Ergüven tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Selçuk ALBUT

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENER

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nureddin ÖNER

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı
kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih Konukçu
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Çevresel Etki Değerlendirmesi:
Hayrabolu Sulama Projesi Örneği

Gökhan Önder ERGÜVEN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama
Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENER

Bu çalışma, Karaidemir Barajı Sulama Kooperatifi tarafından işletilen Hayrabolu Sulama Şebekesi'nin Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)'nden yararlanılarak, Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED)'sini yapmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Yapılan anket çalışmasında, özellikle çeltik gibi su ile çokça temasta bulunan çiftçilerin sulama suyu kalitesi nedeniyle ciltlerinde problem olduğu belirtilmiştir. Su kaynağı ve ana tahliye kanalından alınan örneklerde su kalitesi C_3S_1 olarak saptanmıştır. Şebekeye ait 2000-2009 yıllarına ilişkin taban suyu seviyeleri ve tuzluluk değerleri incelenmiş ve en kritik taban suyu seviyesi 2006 yılı Haziran ayında % 28.8 olarak saptanmıştır. Tuzluluk açısından ise en kritik değer 2008 yılında 6850 $\mu\text{hos/cm}$ olarak bulunmuştur. Çalışma sırasında sulama şebekelerinin gerek bu çalışmalarda gibi ÇED' sinde gerekse şebekenin farklı amaçla değerlendirilmelerinde kullanılması amacıyla CBS ortamında UA destekli Şebeke Bilgi Sistemi (ŞBS) hazırlanmıştır.

Sulama şebekelerinde yapılan ÇED çalışmaları, şebekenin sağlıklı bir şekilde çalıştırılması, bölge toprağı ve insanına zarar vermeden öngörülen hizmetlerin yerine getirilmesi açısından son derece önemli olması nedeniyle bu tür çalışmalara sulama kooperatifi ve devlet tarafından destek verilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Sulama şebekesi, Çevresel Etki Değerlendirmesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama

2010, 74 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

Environment Impact Assessment Supported with Remote Sensing and Geographical Information Sysytems. A
Case Study of: Hayrabolu Irrigation Project

Gokhan Onder ERGUVEN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor : Asist. Prof. Dr. Mehmet SENER

This study was carried out to determinate Environmental Impact Assessment (EIA) with using Remote Sensing (UA) and Geographical Information Systems (GIS) of Hayrabolu Irrigation Scheme that is operated by Karaidemir Dem Irrigation Cooperation.

In the study, rice farmers who are highly exposed to water seem to have some dermatological problems because of the quality of water. From the samples that was taken from both water source and drainage channel, the quality of water has been identified as C₃S₁. Ground water levels and salinity values of the years 2000-2009 have been examined and the crucial ground water level has been found determined as % 28.8 in June, 2006. For salinity, the crucial value has been found as 6859 μ hos/cm in 2008. During the study, in order to use either in EIA application or other researches, Scheme Information System based on GIS which is supported by RS has been prepared.

Since EIA studies on irrigation schemes are very important for scheme service provided without damaging to people and soil of that region, these studies must be supported by government and irrigation cooperatives.

Keywords : Irrigation scheme, Envirinment Impact Assessment, Geographical Information Systems, Remote Sensing

2010 , 74 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimim sırasında yardımlarını bir an olsun esirgemeyen değerli büyüğüm ve hocam Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ahmet Nedim YÜKSEL'e teşekkürlerimi bir borç bilirim. Beni yönlendiren ve destekleyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENER'e teşekkür ederim.

Çalışmalarımın tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen DSİ XI. Bölge çalışanlarından Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Lokman TURAN'a ve Jeoloji Mühendisi Sayın Levent Işıksal'a teşekkür ederim.

Beni maddi ve manevi olarak bu güne kadar destekleyen anneannem Habibe KENAR'a, rahmetli dedem İrfan KENAR'a ve aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR | iii |
| İÇİNDEKİLER..... | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | v |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | vi |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 3 |
| Sürdürülebilir Kalkınma | 3 |
| Sürdürülebilir Tarım..... | 4 |
| Çevresel Etki Değerlendirmesi..... | 5 |
| Coğrafi Bilgi Sistemleri ve ÇED..... | 7 |
| Sulama ve Çevre..... | 8 |
| Sulama Projelerinin Çevresel Etki Değerlendirmesi | 9 |
| Su Kalitesi | 9 |
| Taban Suyu Düzeyinin Değişimi..... | 11 |
| Taban Suyunun Tuzluluğu | 14 |
| Uzaktan algılama ile Bitki Deseni Belirlenmesi..... | 16 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM..... | 19 |
| 3.1 Materyal | 19 |
| 3.1.1. Araştırma alanının yeri | 19 |
| 3.1.2. Jeolojik durum..... | 20 |
| 3.1.3. İklim özellikleri | 20 |
| 3.1.4. Toprak ve topografya özellikleri | 21 |
| 3.1.5. Su kaynakları | 22 |
| 3.1.6. Drenaj | 22 |
| 3.1.7. Araştırma alanının fiziksel altyapısı | 22 |
| 3.2 Yöntem | 24 |
| 3.2.1. Çevresel etkinliğin değerlendirilmesi | 24 |
| 3.2.1.1. Anket çalışmaları..... | 24 |
| 3.2.1.2. Sulama suyu kalitesinin belirlenmesi | 24 |
| 3.2.1.3. Taban suyu gözlem kuyuları katmanı | 25 |
| 3.2.1.4. Taban suyu seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesi | 25 |
| 3.2.1.5. Taban suyu tuzluluk seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesi | 27 |
| 3.2.2. Şebeke bilgi sisteminin oluşturulması | 28 |
| 3.2.2.1. Parsel bilgi sisteminin hazırlanması | 30 |
| 3.2.2.1.1. Bitki deseninin belirlenmesi | 30 |
| 3.2.2.2. Sulama kanalları katmanı | 31 |
| 3.2.2.3. Drenaj kanalları katmanı | 32 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA | 33 |
| 4.1. Çevresel Etkinliğin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar | 33 |
| 4.1.1. Anket sonuçları..... | 33 |
| 4.1.2. Sulama suyu kalitesine ilişkin sonuçlar | 34 |
| 4.1.3. Taban suyu gözlem kuyuları katmanına ait sonuçlar..... | 37 |
| 4.1.4. Taban suyu seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesine ait sonuçlar | 37 |
| 4.1.5. Taban suyu tuzluluk seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesine ait sonuçlar | 56 |
| 4.2. Şebeke Bilgi Sisteminin Oluşturulmasına İlişkin sonuçlar..... | 57 |
| 4.2.1. Parsel bilgi sisteminin hazırlanmasına ilişkin sonuçlar | 57 |
| 4.2.1.1. Bitki deseninin belirlenmesine ilişkin sonuçlar | 59 |
| 4.2.2. Sulama kanalları katmanına ilişkin sonuçlar | 59 |
| 4.2.3. Drenaj kanalları katmanına ilişkin sonuçlar | 64 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER | 65 |
| 6. KAYNAKLAR..... | 67 |
| ÖZGEÇMİŞ | 74 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

| | |
|--|----|
| Şekil 3.1 Araştırma alanının konumu | 19 |
| Şekil 3.2. Hayrabolu sulama projesi haritası | 29 |
| Şekil 3.3. Görüntü sınıflandırma işlemi..... | 32 |
| Şekil 4.1. Taban suyu gözlem kuyuları katmanı..... | 38 |
| Şekil 4.2. Temmuz-Şubat ayları 2000-2001 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları..... | 40 |
| Şekil 4.3. Mayıs-Aralık ayları 2001-2002 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları..... | 42 |
| Şekil 4.4. Mayıs-Mart ayları 2002-2003 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları | 43 |
| Şekil 4.5. Temmuz-Ocak ayları 2003-2004 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları | 45 |
| Şekil 4.6. Mayıs-Şubat ayları 2004-2005 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları..... | 47 |
| Şekil 4.7. Haziran-Şubat ayları 2005-2006 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları | 49 |
| Şekil 4.8. Haziran-Mart ayları 2006-2007 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları | 51 |
| Şekil 4.9. Temmuz-Kasım 2007-2008 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları | 53 |
| Şekil 4.10. Temmuz-Mart ayları 2008-2009 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları | 55 |
| Şekil 4.11. Taban suyu eş tuzluluk haritası(2007-2008) | 57 |
| Şekil 4.12. Parsel bilgi katmanı | 58 |
| Şekil 4.13. Problemlı parseller katmanı..... | 60 |
| Şekil 4.14. Parsel bilgi sistemine ait rapor alma örneği..... | 61 |
| Şekil 4.15. Hayrabolu sulamasına ait bitki deseni (2009 yılı) | 62 |
| Şekil 4.16. Sulama kanalları katmanı | 63 |
| Şekil 4.17. Drenaj kanalları katmanı..... | 64 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.1. Araştırma alanına ait meteorolojik veriler | 20 |
| Çizelge 3.2. Hayrabolu sulama sahasına ait arazi sınıfları | 21 |
| Çizelge 3.3. Hayrabolu sulama sahasında bulunan ailelerin arazi dağılımı..... | 23 |
| Çizelge 3.4. Araştırma alanında yetiştirilen ürünlerin ekiliş oranları..... | 23 |
| Çizelge 3.5. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kalite kriterleri | 26 |
| Çizelge 3.6. Farklı bitkiler için optimum taban suyu derinlikleri..... | 27 |
| Çizelge 3.7. Aster uydu görüntüsünün teknik özellikleri | 31 |
| Çizelge 4.1. Karaidemir barajı' ndan alınan sulama suyu analiz sonuçları..... | 35 |
| Çizelge 4.2 Drenaj kanalından alınan sulama suyu analiz sonuçları..... | 36 |
| Çizelge 4.3. Taban suyu tuzluluğunun alansal dağılımı | 56 |

1. GİRİŞ

Su, hayatın temel kaynağı, canlı yaşamının vazgeçilmez ihtiyacıdır. İlk bakışta, yerkürenin, üçte ikisi su olduğu düşünülerek üzerindeki tüm canlıların yetecek miktarda suya sahip olduğu düşünülebilir. Ancak, dünya nüfusunun hızlı artışı ve sanayileşme neticesinde dünyadaki su kaynakları aşırı tüketilmenin yanında aynı zamanda kirletilmesi nedeniyle, bu kaynaklar üzerindeki baskı hızla artmaktadır.

Özellikle, son yıllarda daha çok hissedilen yağış değişkenliği, dünyadaki su kaynaklarının daha etkin ve daha verimli kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu gün dünyanın birçok bölgesinde su kıtlığı bu yüzyılın en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Bu sebeple su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ülkeler için olduğu kadar dünya düzeni için de son derece önemlidir.

Günümüzde, hızlı nüfus artışına ve gelişen teknolojiye bağlı olarak, çevre bozulmalarının artması sonucunda, çevresel problemleri tanımak ve çalışmak amacıyla bir takım araştırmalar yoğunlaşmıştır. Ancak, yapılan bu çalışmaların bir çoğunda, yeterli bir veri tabanı oluşturulmamıştır ve bu sebeple, oldukça dinamik bir yapıya sahip olan çevreyi yönetmek, ileriye dönük planlar yapmak ve mevcut durum hakkında güncel bilgilere ulaşmak zor ve karmaşık bir işlemdir.

ÇED, genel anlamıyla, gerçekleştirilmesi düşünülen bir proje veya faaliyetin çevreye verebileceği olumlu ve olumsuz etkilerinin değerlendirilmesini amaçlayan bir yaklaşımdır. İlk olarak 1970 li yıllarda ABD de başlayan, daha sonra Kanada ve Avrupa Ülkelerinde yayılan ÇED uygulamaları, çevre yönetiminde oldukça etkindir.

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, ÇED çalışmalarında kullanılan yöntemlerde de değişiklikler olmuştur. Özellikle bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler, daha kısa sürede ve detaylı bir ÇED çalışması yapılabilmesi için yeni ortamlar hazırlamıştır. Bilgisayar donanımı ve yazılımı gerektiren UA ve CBS tekniklerinin 1980 li yıllardan başlayan ve günümüze kadar süregelen çalışmalar sonucunda çevresel etki değerlendirme çalışmalarında çok faydalı araçlar olduğu konusunda pek çok bilim adamı hemfikir olmuştur.

Bu çalışmada, Hayrabolu Sulama Şebekesinde UA ve CBS destekli ÇED çalışması yapılmıştır. Bu amaçla, öncelikle bölgedeki problemlerin ortaya konması için 16 köyden tesadüfi seçilen köylülerle bir anket çalışması yapılmıştır. Proje sahasına ilişkin 1/5000 lik vaziyet haritası oluşturulmuştur. Harita yardımı ile parsel bilgi katmanı oluşturulmuştur. Proje sahasına ilişkin su kaynağı ve drenaj kanalından su örnekleri alınarak analiz edilmiştir.

Sulama sahasında 2009 yılına ait bitki deseni, 1B nitelikteki Aster uydu görüntüleri yardımıyla belirlenmiştir. Sulama sahasına ait taban suyu tuzluluğu ve seviyesi ile toprak tuzluluğuna ilişkin problemler CBS yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sürdürülebilir Kalkınma

Birleşmiş Milletler tarafından 1987 yılında yayınlanan “Ortak Geleceğimiz” ya da “Bruttland Raporu” ndan sonra, sürdürülebilir kalkınma, bütün dünyada tartışılan ortak bir nokta olmuştur (Loucks 2000).

Berkman (1996)'da yapmış olduğu çalışmalar sonucunda; 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.

Budak (1999)'da yaptığı çalışmada ise, doğal kaynakların, yaşadığımız doğal çevreyi meydana getiren en önemli unsurlar olduğunu, ekonomik aktivitelerin ve toplumsal refahın da temelini oluşturduğunu belirtmiştir. Dolayısı ile bu kaynakların yönetiminde temel yaklaşımın, bir yandan artan ve değişen hayat tarzlarından kaynaklandığını ve sürekli artan talepleri karşılamaya çalışırken diğer yandan da tükenen veya kalite kaybına uğrayan doğal kaynakların sınırlarını ve çevresel etkilerini dikkate alarak bu kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması olması gerektiğini ortaya koymuştur.

Mohtadullah ve ark. (1994) yılında sürdürülebilirlik kavramını tek bir kaynak (Örneğin yer altı 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.

Gündoğdu (2004)'te yaptığı çalışmada, ekolojik anlamda sürdürülebilirlik kavramını, gelecek kuşakların da göz önünde alınması kaidesiyle, insanın yaşamını belirli bir refah düzeyinde devam ettirmesi için gereken ekolojik koşulların varlığı biçiminde tanımlamaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramının tanımı, Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (1992) tarafından daha gerçekçi bir boyuta taşınmıştır. Bu tanımlama, günümüzdeki ve gelecek kuşaklar için gıda, su, barınma, giyinme ve ısınma gibi temel insan gereksinimlerinin karşılanması için teknolojik değişmelerin 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).

Sürdürülebilirlik kavramına bir başka yaklaşım ise Wolf (1997) tarafından yapılmıştır. Wolf, sürdürülebilirlik kavramını, modern insana yeni bir davranış biçimi, yeni bir görüş ve 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.

Birleşmiş Milletler teknik danışma Komitesi ise sürdürülebilir kalkınmayı, “Değişen insan gereksinimlerini karşılamak için çevresel kalite sürdürülebilir veya artırılırken ve doğal kaynaklar korunurken, tarımda kaynakların başarılı bit biçimde işletilmesi” olarak tanımlamıştır (Jensen 1994).

Baştuğ ise (1996)’da yapmış olduğu çalışmada, eğer bir üretim uygulamasının kendini yenileme yeteneğinin ötesinde bir kaynak kullanılması durumu varsa, bu kaynağın kullanımının sürdürülebilir olmayacağını ifade etmiştir.

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 1987 yılında, “ Ortak geleceğimiz” ya da Bruttland Raporu” adıyla yayımlanan raporun getirdiği ana ilke; çevre sorunlarını oluşmadan önleyebilmek için, sürdürülebilir kalkınmanın benimsenmesi ve uygulamaya geçirilmesi zorunluluğudur. Bu rapora göre, kalkınma sürdürülebilir olması öngörülürken, doğa kaynakların korunması gerektiği ortaya konmuş, kalkınma ile çevre korumanın proje ve uygulama sırasında birlikte ele alınmasının zorunlu olduğu saptanmıştır (Sönmez 1992).

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 kurulması 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 karşılamaktır. Yaşadığımız çağ, global düzeyde bir bilinçlenme, bilim ve teknolojide rekabet çağıdır. Dünya, biyolojik çeşitliliğin azalması, ozon tabakasının

delinmesi, küresel iklim değişimi, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi çok sayıda karmaşık çevre sorunu ile karşı karşıya bulunmaktadır (Gündoğdu 2004).

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 sistemidir (Gündoğdu 2004)

Ongley (1996)'da yaptığı bir çalışmada, tarımın sürdürülebilirliğinin yanı sıra; tarımın çevresel, sosyoekonomik ve insan sağlığı üzerine etkilerinin iyi bir biçimde belirlenmesi ve ulusal kalkınma planları içerisine entegre edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Sürdürülebilir tarım, doğal biyolojik döngü ile biyolojik kontrol faaliyetlerinin bütünlüğün 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 en aza indiren tarımsal üretim sistemidir (Gündoğdu 2004).

Sürdürülebilir tarım konusunda bir başka yaklaşım ise Keating tarafından (1993)'te dünyanın hemen hemen tüm tarım arazileri kullanılmakta olup, fazladan tarıma açılacak arazi kalmadığı yönündedir. Keating, sürdürülebilir tarım ve kırsal kalkınma hedeflerine ulaşılması için, tüm ülkelerde ve hatta uluslar arası düzeyde tarım, çevre ve ekonomi politikalarında bazı temel düzenlemeler yapılması gerektiğini, bunun da ancak kırsal kesimde yaşayan insanlar, ulusal hükümetler, özel sektör ve uluslar arası kuruluşlar arasındaki işbirliği ile mümkün olabileceğini ortaya koymuştur.

Çevresel Etki Değerlendirmesi

Çevresel Etki değerlendirmesi (ÇED), belirli bir proje veya gelişmenin, çevre üzerindeki etkilerinin belirlendiği bir süreçtir. Bu süreç, kendi başına bir karar verme süreci değildir; karar verme süreci ile birlikte, gelişen ve onu destekleyen bir süreçtir. Yeni proje ve gelişmelerin çevreye olabilecek sürekli veya geçici potansiyel etkilerinin sosyal sonuçlarını ve alternatif çözümlerini de içine alacak şekilde analizi ve değerlendirilmesidir. ÇED' in amacı, ekonomik ve sosyal gelişmeye engel olmaksızın, çevre değerlerini ekonomik politikalar karşısında korumak, planlanan bir faaliyetin yol açabileceği bütün olumsuz çevresel etkilerin önceden tespit edilip gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktır (Anonim 2003).

ÇED, projelerle ilgili bütün tarafların bir araya geldiği görüş, kaygı ve önerilerini ortaya koyabildikleri demokratik ve şeffaf bir süreçtir. İlgili taraflar, bu süreç içinde ortaya koydukları teknik bilgi ve görüşlerle projenin en önemli optimal şekilde gelişimlerine katkı sağlarlar (Anonim 2003).

ÇED, kalkınma projelerinin çevresel etkilerini tanımlamak için yürütülen bir süreçtir. Ülkemizde ÇED süreci 7 Şubat 1993 tarihinde yürürlüğe giren ÇED Yönetmeliği ile yasal bir süreç olarak tanımlanmıştır. ÇED Yönetmeliği 23 Haziran 1997 ve 6 Haziran 2002 tarihlerinde revize edilmiş ve Avrupa Birliği (A.B), ÇED direktifi ile uyumlaştırmanın sağlanması için geliştirilen son revizyonu 16 Aralık 2003 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Anonim 2003).

Ayrıca ÇED; Toplam çevrenin fiziksel, kimyasal, biyolojik, sosyo ekonomik ve kültürel bileşenlerine göre planlanan projeler, planlar, programlar ya da yasa çıkaran eylemlerin potansiyel etkilerinin değerlendirilmesi ve şematik tanımlanması olarak da ifade edilir (Anonim 2003).

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

Dougherty ve Hall (1995)'teki tanımına göre ise ÇED, İnsanların kalkınma faaliyetlerinin çevresel sonuçlarının tahmin edilmesi ve olumsuz etkilerin giderilmesi veya azaltılması ile olumlu etkilerin geliştirilmesini amaçlayan resmi bir işlemdir.

İdeal bir ÇED sistemi Barret ve Therivel (1991)'e göre; a) önemli çevresel etkilere sahip olması beklenen ve önemli olarak beklenen bütün etkileri gösteren tüm projelere uygulanabilmelidir, b) Önerilen projenin (alanın geliştirilmesi ihtimali olmaksızın) karşılaştırmalı alternatifleri, yönetim teknikleri ve azaltma tedbirlerini içermelidir, c) bu alanda uzmanlar kadar iyi uzman olmayanlara da, planlanan faaliyetin spesifik karakterleri ve muhtemel etkilerinin önemini gösterebilen şeffaf bir çevresel etki durumu ile sonuçlanmalıdır, d) Geniş bir halk katılımı ve sıkı yönetsel gözlem prosedürlerini içermelidir, e) Karar verme mekanizmasına gerekli bilgiyi sağlamak için zamanlanmış olmalıdır, f) Uygulanabilir olmalıdır, g) İzleme ve geri besleme prosedürlerini içermelidir.

Ortolana ve Hill (1972)'de yapmış oldukları çalışmalarda, farklı faaliyetlerin çevreye etkilerinin farklı olması nedeniyle her faaliyet için hazırlanacak olası etki listesinin de farklı olacağını, örneğin A.B.D' nde barajlar üzerine hazırlanmış ÇED çalışmalarının genelinde; arazi ve üretim kaybının tespiti, yer altı suyuna etkileri, baraj ve su seviyesi değişiminin

etkileri, doğal akarsu mecrasının yok olmasının getirdiği sonuçlar üzerinde durulması gerektiğini belirtmişlerdir.

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 Birliği üyesi ülkelerin yasa ve düzenlemeleri, ülkemizde çıkarılan ÇED yasa ve yönetmeliği ile karşılaştırıldığında, sulama başta olmak üzere tarla içi geliştirme hizmetlerine ilişkin ÇED'in dar kapsamda ele alındığı görülmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çevresel Etki Değerlendirmesi

Ülkemizde daha çok yerinde tespit veya istatistiksel metotlar çerçevesinde yürütülen alan belirleme çalışmalarında son yıllarda CBS ve UA yöntemlerinden yararlanılmaktadır. CBS; coğrafi bilgiyi derleyen, saklayan, analiz eden ve sergileyen bir donanım ve yazılım kurulumudur. CBS'nin en büyük avantajı coğrafik verilerin tablosal ve mekansal olarak bilgisayar ortamında depolanabilmesinden kaynaklanmaktadır (Gündoğdu 2004).

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 2000).

1980'li yıllarda başlayan ve günümüze kadar devam eden çalışmalar sonucunda, birçok araştırmacı, CBS'nin ÇED çalışmalarında yararlı bir araç olduğu konusunda hem fikir olmuş ve kullanımının hızla yaygınlaşacağını tahmin etmişlerdir. (Joao 1996). Yapılan araştırmalar, CBS' nin eleme, kapsama, projenin tanımı, etkilerin saptanması ve değerlendirilmesi, alternatiflerin karşılaştırılması, önlemlerin geliştirilmesi, raporun sunulması ve ÇED sonrası izleme ve denetlemeler aşamalarında kullanılabilecek bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

Sulama Şebekelerinin çevreye etkilerinin CBS desteği ile yorumlanması gerektiği konusunda bir başka çalışma da Olionunine tarafından (1997)'de özellikle, su kaynaklarının yönetim ve planlama çalışmalarında da giderek artan bir biçimde CBS uygulamalarına yer verilmesi gerektiği yönündedir. Olionunine, ayrıca günümüzde su kaynakları ile ilgili

sorunların bölgesel, hatta havza bazında yapılacak çalışmalarla ele alınmasının zorunlu hale geldiğini de ifade etmiştir.

Karadeniz (1998) yılında yaptığı bir çalışmada ise, Sultan Sazlığı örneğinde sulak alanların sürdürülebilir kullanımlarını ortaya konulması amacıyla, doğal ve kültürel kaynak değerlerinin, CBS ortamına aktararak ve mevcut potansiyel kullanımları ortaya koyarak, bu kaynakların etkilerini araştırmıştır.

Sulama ve Çevre

Sulamının, 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 (Wolf 1999).

Afrika Kalkınma Bankası (1999)'da 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, toprak tuzluluğu ve alkaliliği) sulama ve drenaj suyundaki besin maddeleri ve tarımda kullanılan kimyasal maddeler, sulama suyu kalitesi, tabansuyu (tabansuyunun aşırı kullanımı, sığ tabansuyu, tabansuyu tuzluluğu), yüzey suları, sulama sistemleri, nehirlere kontrolsüz deşarjlar ve sulak alanlar, sosyal etkiler ise toplum sağlığı, su kullanım hakları, projeden etkilenen gruplar ve yerel sivil toplum örgütleri, suyla geçen hastalıklar, yeniden yerleşim ve kültürel kaynaklar şeklinde sınıflandırılmaktadır (Anonim 1999).

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)'de yaptığı çalışmada, 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 zararlı 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 edilmeyişi, ekonomide yaşanan sorunlar ve yoksulluk nedeniyle çevre kalitesinin bozulması ve insan hastalıklarında artış görülmesi gibi faktörlere bağlamaktadır.

Sulama Projelerinin Çevresel Etki Değerlendirmesi

Sulama Projelerinin çevre üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Gelişmekte olan ülkelerde, sulama projelerini kendilerinden beklenen performansın altında kaldıkları bilinmektedir. Bu nedenle, sulama projelerinin başarısını önemli ölçüde etkileyen çevresel etkilerin boyutlarının, ÇED çalışmasıyla belirlenmesi gerekir (Gündoğdu 2004).

Buna örnek olarak, Arıcı ve ark. (1996)'da Sulama projelerinin tasarım aşamasında, mutlaka ÇED çalışmasının yapılması gerektiğini, projenin işletmeye açılmasından sonra ise çevresel parametreler sürekli olarak izlenip, herhangi bir olumsuz etki belirlendiğinde ise gerekli önlemler alınması gerektiğini savunmuştur.

Su Kalitesi

Su kirliliğinin, çevre kirliliğinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Buna ilave olarak Birleşmiş Milletler Gıda ve Ziraat Organizasyonunun da su kirliliğini: “Canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmalarını engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması” şeklinde tanımlamaktadır (Arslan ve ark. 1993, Gidirlişlioğlu ve ark. 1998).

Suyun içinde bulunduğu doğal döngü ve temizleme işlemleri suyu yenilenme hızından daha hızlı kirlettiğimiz, onu yavaş parçalanmayan yada parçalanmayan atıklarla yüklediğimiz ve yeraltında çok yavaş yenilenen rezervleri, yenilenme hızlarından daha hızlı tükettiğimiz sürece bozulmaktadır (Miller 2000).

Bir suyun tuzluluğunun yüksek olması, toprak çözeltisi ozmotik basıncının yükselmesine dolayısıyla köklerin topraktan su alımlarının azalmasına neden olacağından bitki verimi ve kalitesi açısından önemlidir. Yapraklar sararır ve solar, bitki turgoru azalır ve görünüm zayıflar. Uzun süre bu etki altında kalan bitkilerde kalıcı ve verimi etkileyen sonuçlar ortaya çıkar. Toplam tuzluluğun düşük olduğu koşullarda, bireysel bazı toksik iyonlar yüksek konsantrasyonlarda bitki verim ve kalitesine etki ederler. Bu gibi iyonların

yüksek konsantrasyonları yapraklarda ve vejetatif organlarda yanma ve zararlanmalara ya da meyvede kalite üzerine olumsuz etki yapabilmektedir (Ayyıldız 1990, Yurtseven 1997).

Sularla topraga iletilen tuzlar, bitki gelişmesi üzerine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türde etki yaparlar. Dolaylı etkide tuzlar, toprakta birikerek toprak çözeltisi ozmotik basıncının artmasına neden olurlar. Bu ise bitki köklerinin su alımını zorlaştırarak fizyolojik kuraklık etkisine neden olur. Doğrudan etkisi ise Cl^- , Na^+ , HCO_3^- , gibi bazı iyonların bitki bünyesinde yüksek konsantrasyonlarda birikerek bitki gelişmesini azaltan yada durduran şeklinde görülür (Kamber ve ark. 1992).

Apan ve ark. (1995)'te Bafra Ovasında yapmış oldukları çalışma sonucunda ovada sulama suyu yönünden en önemli sorunun yeterli suyun bulunmaması ve bulunan suyun iyi nitelikli olmaması, drenaj yönünden ise 2 m kotu altındaki tüm arazilerin drenaj sorunu ile karşı karşıya olması şeklinde ifade etmektedirler.

Yıldırım ve ark. (1992) yılında yaptıkları çalışmaya göre, orta ve düşük kalitedeki sular sulama suyu olarak dünyanın birçok yerinde kullanılmaktadır.

Su kirliliği, çevre kirliliğinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Ziraat Organizasyonu su kirliliğini: “canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmalarını engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması” şeklinde tanımlamaktadır (Yılmaz 1993).

Suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kirlenmesi nedeniyle suyun kalitesinde ve özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir (Gidirişlioğlu ve ark. 1998).

Sulaman dönen suyun kalitesi, sulama öncesi su kalitesinden daima düşük olmaktadır. Petermann (1993)'te yaptığı çalışmada, su kalitesi düşüklüğünü; a) toplam nehir akış miktarı, b) alınan su miktarı, (toplam akışın % si), c) dönen su miktarı (toplam akışın % si), d) nehir memba çıkışındaki kirletici miktarı, e) dönen akıştaki kirletici miktarı gibi faktörlere bağlamaktadır. Su, nehirden saptırıldığında mansap yönünde su kalitesi düşme eğiliminde olmaktadır.

Azot, gereksinim duyulan bir bitki besin elementi olması nedeniyle tarımda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmalar, uygulanan azotun bitkiler tarafından yaklaşık % 20'sinin kullanıldığını göstermektedir. Sulanan alanlarda azot, denitrifikasyon sonucu buharlaşma ile atmosfere karışma ve yıkanma biçiminde kaybolmaktadır Özellikle nitrat formundaki azotun (NO_3^-), bitkiler tarafından alınmayan ya da buharlaşma ile kaybedilen kısmı, yüksek çözünürlüğü ve anyon formunda olması nedeniyle, yer altı sularına ulaşmakta ve yer altı suları ile birlikte uzun mesafelerde taşınabilmektedir (Petermann 1993).

Bitkisel üretimde verimliliğin artırılabilmesindeki en etkin araçlardan birisi kimyasal gübrelerdir. Tarımsal ürün maliyetleri içindeki payı % 10-15 olan gübrelerin verim artışıdaki payı koşullara göre değişse de, genel olarak % 50 dolayındadır. Yapılan araştırmalar gübreleme için yapılan masrafın aynı yıl sonunda 10.5 kat olarak geri döndüğünü ortaya koymaktadır (Dougherty ve Hall 1995).

Ayers ve Wescot (1985)'te yaptıkları çalışmalarda, bitkilerin, gelişim için çok az sodyum a gereksinim duyduğunu, sulama sularında yüksek konsantrasyonlarda sodyumun bitkilerin yanı sıra, toprak koşullarına da olumsuz etkiler yaptığını ve sodyum adsorbsiyon oranının (SAR), 9 un üzerinde olduğu durumlarda ciddi şekilde olumsuz etkiler görüldüğünü, sulama sularındaki SAR yüksekliğinin topraklarda sodyumluluk meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

İnan ve ark. (1997)'deki çalışmalarında, sulama sularındaki askıda katı madde (AKM), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) ve toksik madde parametrelerinin, bitkiler için zararlı olabilecek nitelikte olduğunu göstermiştir.

Tabansuyu Düzeyinin Değişimi

Kurak ve yarı kurak alanlara sulamanın gerçekleştirilmesinden çok kısa bir zaman sonra su tablasında bir yükselme ve bunu izleyen tuzluluk problemi görülmektedir (Middleton ve ark. 1996).

Kahlow ve ark. (2005)'te yaptıkları çalışmalarda, yüzeysel taban suyunun bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla 18 lizimetre ile (3.05 x 3.05 x 6.1 m ebatlarında) sabit derinliklerde taban suyu koşullarında buğday, şeker kamışı, mısır, ayçiçeği bitkileri ile araştırmalar yürütmüşlerdir. Çalışılan bitkiler dikkate alındığında optimum su tablası derinliğinin 1.5 – 2.0 m olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, taban suyunun mevcut olması durumunda sulama programlarının taban suyuna göre ayarlanmasını özellikle belirtmişlerdir.

Ercan (1990) Sivas Sarkışla -Gazibey Ovasında yapmış olduğu çalışmada taban suyu seviyesinin genellikle yağışa bağlı olarak değiştiği, diğer bir anlatımla yağış miktarının diğer aylara oranla daha fazla olduğu Ekim-Mayıs döneminde taban suyu seviyesinin toprak yüzeyine yaklaştığı, yağış miktarının daha az olduğu Haziran-Eylül döneminde ise taban suyu seviyesinin düştüğü, burada taban suyunun asıl kaynağının yağışlar olduğunu saptamıştır.

Taban suyu yükselmesine neden olan aşırı suyun kaynağını, nemli bölgelerde yağışlar oluşturduğu halde, yarı kurak ve kurak alanlarda yanlış sulamalar oluşturmaktadır. Sulanan

alanlarda meydana gelen su iletim kayıpları, düşük randımanlı tarla içi uygulamaları ve yıkama gereksinimi bu kaynakların en önemlileridir (Demir ve Antepli 2003).

Yüksek taban suyu sorununa değişik toprak ve topografya koşullarında rastlanmaktadır. Dağlar arasında kalan taban kısımlarında veya geniş yamaç arazilerde toprağın tabakalaşma durumuna bağlı olarak ilk geçirimsiz tabakanın üzerinde bulunan tabakalar serbest yer altı suyu tarafından doyurulur. Bu gibi durumlarda su tablası ova tabanına hafifçe eğimli olup, taban arazilere doğru çok yavaş biçimde hareket eder. Bu taban suyu kitlesi kaynaklar, dereler veya ovanın çevresindeki yer altı perkülasyonu ile beslenir. Ayrıca ovaya düşen yağışlar, sulama uygulamalarındaki kayıplar bu taban suyunu beslemektedir. Ovada uygun bir boşaltım ağzı bulunmadığı durumlarda alçak konumlu kısımlarda taban suyu yüzeye kadar çıkabilir (Gemalmaz 1993).

Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarım alanlarında, topraktaki fazla su çoğunlukla çoraklık sorunu yaratmaktadır. Belirli mevsimlerde buharlaşma yoluyla bitki kök bölgesinden uzaklaşan su, erimis tuzları toprakta bırakmakta ve bunun sonucu olarak kültür bitkileri için uygun olmayan bir ortam oluşmaktadır (Apan 1992).

Bozuk drenaj şartları toprakların tuzlulaşmasında önemli bir etken olmakla beraber, taban suyu seviyesinin yüksekliği veya su geçirgenliğinin düşük olması gibi haller de toprakların tuzlulaşmasına yol açar. Yüksek taban suyu seviyesi çoğunlukla topografya ile ilgilidir. Tuz açısından zengin olan ve havzanın üst kısımlarından gelen drenaj suları, havzanın tabanındaki arazilerde taban suyunun toprak yüzeyine yükselmesine sebep olurlar. Bu suretle havzanın tabanındaki topraklar belirli bir süre su altında kalabildikleri gibi, devamlı olarak ta su altında kalarak tuzlu gölleri oluşturabilirler. Bu şartlar altında tuzlu yer altı sularının toprak yüzeyine doğru yükselmesi veya yüzeydeki suların buharlaşması toprakta tuz birikmesine sebep olur (Saglam 1997).

Luthin (1978)'de yaptığı araştırmalarda, taban suyunun yüzeye yakın olduğu bölgelerde ortaya çıkan bir problemin de gerek drenaj, gerekse taban suyunun sürekli olarak sulamalarda kullanılması sonucunda taban suyu seviyesinin yükselmesi ve bitki kök bölgesinde tuz konsantrasyonunun artışı kaynaklandığını belirtmiştir. Ayrıca taban suyunun yükselerek kök bölgesine doğru hareket etmesinin de bitki gelişimine etkili olan toprak ve su dengesini bozacağını, toprak içerisinde havanın yerine suyun geçmesine böylelikle de ürün verimine doğrudan etki yapacağını savunmuştur. Bunun sebebinin de bitki köklerinin belirli bir süre su altında kalması sonucu olarak köklerin çürümesi ve bitkinin ölümüne neden olacağını belirtmiştir.

Öztürk (1997)'de taban suyu derinliğinin ve sulama suyu tuzluluğunun havuç üzerine olan etkilerini incelemek üzere yapmış olduğu çalışma sonucunda, yüzeye yaklaşılan taban suyu seviyesi bitkinin köklerinin aşağıya doğru ilerlemesine engel olduğu için yüksek taban suyu bulunan alanlarda havuç boylarının kısaldığını ve çaplarının da küçüldüğünü tespit etmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun ise havuç çaplarının küçülmesine neden olduğu ve havuç çaplarının tuzluluğun artışı ile azalma gösterdiğini bildirmiştir.

Esser (1999)'da yaptığı çalışmada, suya doygunluk (Waterlogging), yani taban suyunun kök bölgesine kadar yükselmesi olayını, sulama projelerinin en önemli olumsuz etkilerinde biri olduğunu, bazı bölgelerde bu problemin yavaş seyrettiğinden, projenin yıllar sonra bu sorunu ortaya çıkarabildiğini belirtmektedir.

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, b) drenaj sistemlerinin yetersiz planlanması, işletme ve bakım hizmetlerinin yetersiz olması, komşu havzalarda sulanan alanlardan sızma meydana gelmesi gibi nedenlere bağlamaktadır.

Taban suyunun bitki kök bölgesinde yükselmesi, bir yandan verimin azalmasına, diğer yandan tuzluluk ve sodyumluluk sorunları yaratarak, bu alanların giderek tarım yapılamaz duruma gelmesine neden olmaktadır. Sulama amacıyla yapılan yatırımlardan beklenen yararın sağlanabilmesi için, tabansuyunun sürekli izlenmesi ve projelerde öngörülen düzeylerde tutulması gerekmektedir (Gündoğdu 2004).

Cambell ve ark. (1960)'da yaptıkları çalışmalarda yonca bitkisi ile Amerika'nın yarı-kurak bölgelerinde denemeler düzenlemiştir. Taban suyu seviyelerinin 150 ve 270 cm derinlikte muhafaza edilmesi durumunda sulamalı ve sulamasız şartlarda aynı verimi elde etmişlerdir. Sulamasız konularda toprak profilinin 90-210 cm' leri arasında önemli derecede tuz biriktiği gözlenmiştir.

Cavazza ve Pisa (1998) yüzeysel taban suyunun buğday bitkisinin gelişimi ve verimine olan etkilerini belirlemek amacıyla tarla denemeleri düzenlemiştir. Araştırma sonucunda taban suyu derinliğinin verimi önemli derecede etkilediğini bulmuşlardır. En yüksek verimi ortalama taban suyu derinliğinin 1.25 m olduğu durumda elde etmişlerdir.

Taban Suyunun Tuzluluğu

Tuzluluk, dünya genelinde en önemli sorunların başında gelmektedir. Birçok alanda, tuzluluk nedeniyle tarımsal üretim azalmakta ve daha da önemlisi tarımsal faaliyetlere son verilmektedir. Büyük oranda sulama yapılan ülkelerde sulama yapılan alanların yaklaşık üçte biri tuzluluktan büyük oranda etkilenmiş ve yakın gelecekte etkilenmesi beklenmektedir. Bu oran Pakistan'da %14, Çin'de %15, Hindistan'da %27, Mısır'da %30 ve Irak'ta ise %50'lere ulaşmaktadır (Özkaldı ve ark 2003).

Öztürk (1997)'deki çalışmasında Taban suyu toplam tuz içeriğinin yıl boyunca değişimini incelemesinde yağışların nisbeten daha fazla ve taban suyu seviyesinin daha yüksek olduğu aylarda taban suyunun toplam tuz kapsamının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Sulanan alanlarda yüzeysel ve tuzlu taban suyunun sulama yönetimi ve bitkisel üretim amacıyla değerlendirme olanakları üzerine çalışmalar özellikle 1980'li yıllardan sonra başlamıştır (Khandker 1994).

Günümüzde 270 milyon hektar olarak belirlenen dünya sulu tarım alanının 80 milyon hektarı tuzluluk ve taban suyu problemlerinden etkilenmiş iken, 20 milyon hektarı sulamadan kaynaklanan çok ciddi tuzluluk problemi ile karşı karşıyadır (Kandiah 1990).

Çiftçi ve ark. (1995) yılında Konya Ovası'nda yapmış oldukları bir çalışmada drenaj kanalları güzergâhınca kanallardaki toplam tuz değerinin artış gösterdiğini belirlemişler ve bunun nedeninin ise kanala ulaşan su miktarı ile beraber çözünmüş tuz bileşiklerinin de artış göstermesi olarak açıklamışlardır.

Smedema (1994)'de yaptığı çalışmalarda, sürdürülebilir sulama için tuz dengesinin hem tarla, hem de havza düzeyinde sağlanması gerektiğini, sulanan alanların çoğunda tuz dengesini sürdürmenin en pratik ve ekonomik yolunun uygulanan sulama suyundan daha tuzlu olan drenaj suyunun tarlalarını ve havzanın dışına boşalmasının sağlanması ile mümkün olabileceğini savunmuştur.

Harran ovasında DSI' nin yapmış olduğu çalışmalar sonucunda meydana gelen drenaj ve tuzluluk sorunlarının temel nedeninin sulama olduğu tespit edilmiştir. Proje alanında topografyanın düz olması, mansap sorununun varlığı, toprakların ağır olması ve tesviye noksanlığı gibi doğal nedenlerin bu sorunu arttırdığı belirtilmektedir (Özer ve Demirel 2003).

Çiftçi ve ark. (1995) yılında yaptıkları araştırmalarda, taban suyu toplam tuz içeriğinin yıl boyunca değişimini incelemesinde yağışların nisbeten daha fazla ve taban suyu seviyesinin

daha yüksek olduğu aylarda taban suyunun toplam tuz kapsamının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bunun nedeninin ise çevre arazilerden oluşan tuz yıkanması olduğu sonucuna varılmıştır. Toprak numuneleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda toprakların toplam tuz değişiminin profil boyunca yukarıdan aşağıya doğru inildikçe genelde azaldığını saptamış ve 120 cm derinlikten sonra ise tuz değişiminin sabit olduğunu belirlemiştir. Bunun sebebi ise numunelerin yaz aylarında alınması ve ovada bir sulama sisteminin olmayışına bağlanmıştır.

Bir suyun tuzluluğunun yüksek olması, toprak çözeltisi ozmotik basıncının yükselmesine dolayısıyla köklerin topraktan su alımlarının azalmasına neden olacağından bitki verimi ve kalitesi açısından önemlidir. Yapraklar sararır ve solar, bitki turgoru azalır ve görünüm zayıflar. Uzun süre bu etki altında kalan bitkilerde kalıcı ve verimi etkileyen sonuçlar ortaya çıkar (Ayyıldız 1990, Yurtseven 1997).

Sularla toprağa iletilen tuzlar, bitki gelişmesi üzerine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türde etki yaparlar. Dolaylı etkide tuzlar, toprakta birikerek toprak çözeltisi ozmotik basıncının artmasına neden olurlar. Bu ise bitki köklerinin su alımını zorlaştırarak fizyolojik kuraklık etkisine neden olur. Doğrudan etkisi ise Cl^- , Na^+ , HCO_3^- gibi bazı iyonların bitki bünyesinde yüksek konsantrasyonlarda birikerek bitki gelişmesini azaltan yada durduran şeklinde görülür (Kamber ve ark. 1992).

Konukçu ve ark. (1992)'de yapmış oldukları çalışmada farklı tuz konsantrasyonları ile sulanan toprak örneklerindeki tuzluluğun, sulama suyunun konsantrasyona bağlı olarak artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Oğuzer ve ark (1992)'de taban suyunun soya bitkisinin verimi üzerine etkilerini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada tuzlu taban suyunun verimi düşürdüğü, taban suyunun yüksek tutulduğu durumlarda verimin arttığını bildirmiştir. Ayrıca, taban suyunun hiçbir zaman 90 cm'nin altına düşmemesi gerektiğini ve taban suyunun tuzlu olduğu durumlarda ise ekilecek bitkinin dikkatle seçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Kahlown ve ark. (1998)'de yaptıkları araştırmada, taban suyu katkısı ile su tablası derinliği arasında sıkı bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Tuzlu bir taban suyu için 1.0 m'den daha yüzeysel olmaması gerektiğini, 2-3 m'den sonra da taban suyu katkısının ihmal edilebileceğini bildirmiştir.

Çamoğlu ve ark (2006)'da yaptıkları çalışmada, 2002-2003 yılında taban suyu derinliğinin inceleme alanının yaklaşık yarısında 1 m'nin de altına düşecek şekilde yükselmesinde, bu dönemde verilen sulama suyunun en yoğun olduğu temmuz ayında etkili olduğunu belirtmiştir. Yine aynı çalışmada; tuzluluk sorunu yüksek olan bölgelerin taban suyu açısından da en sorunlu bölgeler olduğu belirlenmiştir.

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).

Sulanan alanlarda tuzluluğun birincil kaynağı sulama suyunun kendisi olduğundan, sulama suyunun tuzluluğunun artması ile profilde biriken tuzların düzeyi artmakta ve sonuçta bu tuzların yıkanarak buradan uzaklaştırılması daha zor hale gelmektedir (Yurtseven 1995).

Yüzey ve yer altı sularında bulunan tuzlar, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, sülfat, klor, karbonat, bikarbonat ve diğer elementlerin çeşitli bileşimlerinden ileri gelmektedir. Su, toprak ve kaya materyallerinden geçtikçe, bir kısım tuzları bünyesine almaktadır. Bazı durumlarda, bu materyaller yüzey sularında yüksek konsantrasyonlarda tuz biriktirmektedirler (Gilley ve ark. 1982).

Uzaktan Algılama ile Bitki Deseni Belirlenmesi

Yeryüzünde meydana gelen değişimlerin sıklığı ve kaynaklarının farklılığı sürekli artan bilgi üretimini zorunlu hale getirmiştir. Geçmişte yeryüzüne ilişkin veriler arazi gözlemleri ile elde edilir, sonuçlar harita ve yazı olarak sunulurdu. Fakat günümüzde bilgisayar ve UA teknolojisinin gelişmesi ile verilerin elde edilmesi, işlenmesi ve değerlendirilmesi de değişmiş ve gelişmiştir (Aksoy ve ark. 2001).

Eryılmaz (2000) yılında Çanakkale kentinde 1992 ve 1998 yılları arasında arazi örtüsünün değişimini belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, su yüzeylerinin %3, ağaçlık alanların %1, orman alanlarının %7 oranında azaldığı saptanmıştır.

Küçükylmaz (2003)'te yapmış olduğu çalışmada 36 yıllık veriler ışığında Torbalı ilçesinin tarım arazilerinin kullanım şekli değişimini incelemiş, kaybedilen kullanım şekillerinin yaklaşık %58'inin sulu tarım, %25'inin kuru tarım ve geriye kalan %17'lik bölümün ise zeytinlik alan kullanım şekli olduğunu saptamıştır. Koordinatı bilinen tesisler CBS'ne bir katman (layer) olarak girilmiş, bu fabrikaların toprak özellikleri ile arazi kullanımları birlikte "spatial intersection" yöntemi kullanılarak, durumuna göre analizleri yapılmış ve fabrikaların yaklaşık %92'sinin sulu tarım,% 8inin kuru tarım ve zeytinlik arazi kullanım şekli olan topraklar üzerinde kurulduğunu saptamıştır.

Evsahibioğlu (1995)'te yaptığı araştırmada UA tekniği ile Ankara Koşullarında bitki deseni ve bu desen içerisinde dağılım gösteren buğday ekili alanlarını belirlemiş ve sonuçta

agroekolojik yaklaşımlarla buğday üretiminin sağlıklı olarak tahmin edilebileceğini göstermiştir.

Bolca ve ark. (2003) yılında UA tekniği kullanarak Batı Anadolu Bölgesi 2002 yılı pamuk ekili alanların ve ürün rekoltesinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, yüksek doğruluk, ayrıntı zenginliği, çabukluk, kolaylık, güncellik ve ekonomik olması nedeniyle uydu verileri kullanılarak pamuk ekili alanların ve pamuk ürün rekoltesinin saptanmasının daha sağlıklı olacağı belirlenirken, yeni ve gelişmiş tekniklerin kullanılmasının bölgesel ve ülkesel bazda önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Thomlinson ve ark. (2000) yılına ait çalışmalarında Porto Riko'da yer alan Luquillo şehrinin gelişimini, şehrin değişen coğrafi dokusunu ve arazi örtüsü tiplerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar şehrin %31 oranında büyüdüğünü, %5 oranında vejetatif örtü ve %80 oranında yoğun orman alanı kaybı olduğunu saptamışlardır.

Güre (2009)'da yaptığı çalışmada 2008 yılına ait Aster uydu görüntüleri kullanarak Çanakkale İli' nin arazi örtü türlerini belirlemişlerdir. Yapılan araştırma sonucunda, işlenebilir arazi oranını % 36.4, çayır-mera arazi oranını % 2.4, orman ve fundalık arazi oranını % 55.2, yerleşim alanı, tarıma elverişsiz arazi ve diğer arazi oranlarını % 6 olarak bulmuşlardır. İşlenebilir arazi içerisinde tarlaların oranını % 76.1, sebze arazileri oranını % 6.9, meyve arazisi oranını % 7.9, zeytin arazisi oranını da % 9.2 oranında bulmuşlardır.

Beydemir (2008) yılında yaptığı çalışmada Kahramanmaraş il merkezinin güneyindeki çalışma ve arazi alanlarının 2005 tarihli aster uydu görüntülerini kullanarak arazi kullanımını belirlemiştir. Yapılan çalışma sonucunda, tarım arazileri oranını % 44, mera arazileri oranını % 43, orman arazileri oranını % 12, nehir yatakları oranını ise % 1 olarak bulmuştur.

Alparslan ve ark. (2007) de yaptıkları bir çalışmada, Yalova ilinin güncel arazi örtüsünün haritasını elde etmek için, bölgenin Aster uydu verilerini kullanmıştır ve kullandığı bu görüntüler ile arazi sınıflandırması yapmıştır. Yapılan arazi sınıflandırması sonucunda alanın % 64.6'sının tarım veya özel kültür bitkileri yetiştirilmeye uygun arazi olmayacağını, yerleşim yeri I ve yerleşim yeri II sınıflarının % 60-70 lik oranlarının da tarıma elverişsiz, geriye kalan % 30-40 lik alanların tarıma elverişli olabileceğini saptamıştır.

Çölkesen (2009) yılında yaptıkları çalışmada, 2002 tarihli Aster uydu görüntüleri kullanarak Gebze ve çevresindeki arazilerin kullanım tespitini yapmışlardır. Yapılan tespit sonucunda, su kaynaklarının oranı % 10.21, geniş yapraklı ağaçların oranı % 4.95, iğne yapraklı ağaçların oranı % 14.51, bozkır arazilerin oranı % 50.60, toprak-taş arazilerin oranı % 4.04, yerleşim arazileri oranı da % 15.94 olarak bulunmuştur.

Duran ve Gülek (2007) de yaptıkları çalışmada, Hazar Gölü Havzası arazi kullanımındaki değişiklikleri belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, plaj alanları oranını % 0.17, tarım-yerleşim alanları oranını % 0.84, yerleşim alanları oranını % 0.87, ağaçlandırılmış orman alanları oranını % 3.06, orman alanları oranını % 3.56, ağaçlandırma sahaları oranını % 3.97, tarım alanları oranını % 19.01, su yüzeyi alanları oranı % 28.68 ve mera (otlak) arazi alanları oranını da % 38.84 olarak saptamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Tekirdağ-Hayrabolu Sulama Projesi alınmıştır. Devlet Su İşleri tarafından 1983 yılında tamamlanan proje, yapılan çeşitli değişiklikler ve eklentilerle 1987 yılından itibaren hizmet etmekte ve ulusal ekonomiye fayda sağlamaktadır (Anonim 1969). Yaklaşık 7720 hektar büyüklüğü ile yöredeki en büyük sulama projesidir.

3.1.1. Araştırma alanının yeri

Araştırma alanı olarak seçilen sulama sahası, Trakya Bölgesinde Ergene havzası içerisinde, $40^{\circ} 56' - 41^{\circ} 20'$ Doğu Boyamları ile $27^{\circ} 00' - 27^{\circ} 12'$ Kuzey Enlemleri arasında yer almaktadır. Sulama sahasının deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 105 m.'dir. Sulama sahasının asıl su kaynağı, sulama projesine ismini veren Hayrabolu deresidir. Kuzey-Güney yönünde 61 km Doğu-Batı yönünde ise 8,75 km uzunluğunda olan sulama sahası 16 köyü içerisine alırken, kuzey bölgesinde Hayrabolu ilçesi ile sınırlanmaktadır. Araştırma alanının konumu Şekil 3.1'de gösterilmiştir (Anonim 1969).



Şekil 3.1 Araştırma alanının konumu

3.1.2. Jeolojik durum

Proje sahası, miosen formasyonlarının az eğimli (% 3-12) kumtaşı-kiltaşı tabakaları ile bazalt-volkanik tuf-aglomera ve breşleri ile pliosen formasyonlarından meydana gelmiştir. Trakya'nın güneyinde yer alan volkanikler, Doğu-Batı istikametinde bulunan bir dislokasyon üzerinde gelişimini tamamlamış olmakla birlikte, kumtaşı, silttaşı ve kiltası denizel ve kömürlü miosene ait seriler göl sahasında temel kayayı oluşturmaktadır. Göl alanının sol sahilinde kalın bir pliosen tabakası yer alır. Pliosenin altında miosenin kiltası-kumtaşı serileri bulunur (Anonim 1969).

3.1.3. İklim özellikleri

Proje sahası, kış aylarında, okyanuslara göre daha çok soğuyan doğu Avrupa üzerinde sıcaklık derecesi çok düşük olan ağır bir hava kütesinin etkisindedir. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları ise sıcak ve çok az yağışlı geçen proje sahasında görülen iklim tipi, karasal iklimdir (Anonim 1969). Bölgeye ait çok yıllık meteorolojik verileri çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelgeden de izleneceği üzere yıllık yağış, daha çok yağmur şeklinde görülmekte olup, ortalama yağış miktarı 47.5 mm'dir. Bu yağışın yıl içerisindeki dağılımı düzenli değildir ve büyük bir kısmı Kasım ile Aralık aylarında gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 8.2 gün, ortalama güneşlenme süresi ise yaklaşık olarak 6 saattir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ait meteorolojik veriler (Anonim 2010)

| TEKIRDAG | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
|-----------------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Ortalama Sıcaklık(°C) | 5.0 | 5.0 | 7.3 | 11.8 | 16,6 | 21.2 | 23.6 | 23.3 | 19.8 | 15.2 | 10.4 | 6.9 |
| Ortalama En Yüksek Sıcaklık(°C) | 8.4 | 8.7 | 11.0 | 15.6 | 20.2 | 25.1 | 27.7 | 27.7 | 24.3 | 19.5 | 14.2 | 10.1 |
| Ortalama En Düşük Sıcaklık(°C) | 2.2 | 2.0 | 4.0 | 8.0 | 12.3 | 16.3 | 18.7 | 18.9 | 15.7 | 11.8 | 7.3 | 4.0 |
| Ortalama Güneşlenme Süresi (saat) | 2.8 | 3.6 | 4.3 | 5.9 | 7.7 | 9.2 | 9.8 | 9.0 | 7.6 | 5.2 | 3.3 | 2.5 |
| Ortalama Yağışlı Gün Sayısı | 11.1 | 10.0 | 9.4 | 10.3 | 8.4 | 7.4 | 4.1 | 3.8 | 4.3 | 7.0 | 9.6 | 11.8 |
| Ortalama Yağış Miktarı (mm) | 62.1 | 49.6 | 54.0 | 43.5 | 39.5 | 36.9 | 24.4 | 16.2 | 33.3 | 56.5 | 77.3 | 76.5 |
| Nispi nem (%) | 81 | 79 | 77 | 74 | 74 | 70 | 66 | 66 | 71 | 76 | 81 | 82 |
| Ortalama Rüzgar Hızı (m/s) | 3.80 | 3.50 | 3.31 | 2.60 | 2.30 | 2.51 | 2.91 | 3.10 | 3.10 | 3.19 | 3.10 | 3.59 |

3.1.4. Toprak ve topografya özellikleri

Sulama sahası vadi boyunca alüvyon, yamaçlar alanlarında ise miosen ve pliosen tabakalardan meydana gelmiştir. Çok ağırdan çok hafif toprak bünyesine kadar değişen tipte toprak bünyesini barındırır. Üst topraklar, kireç bakımından yıkanmış topraklardır. Alt horizonlarda ise kireç miktarı önemli ölçüdedir. Proje sahasında tuzluluk yönünden herhangi bir sıkıntı görülmemektedir. Topraklar genel olarak nötr durumdadır. Çizelge 3.2.'de Hayrabolu Sulama Proje alanındaki arazi sınıfları verilmiştir (Anonim 1969).

Proje alanı, taban ve yamaç arazilerden oluşmuştur. Eğim, genel olarak taban arazilerde dere istikametinde % 0- % 1, yamaç arazilerde ise akarsu vadilerine doğru ve % 2- %10 arasında değişmektedir (Anonim 1969).

Proje alanının etrafı dağlarla çevrilidir. Kuzeyde yükseklikleri 250-300 m civarında oldukça düzensiz olan dağlar, güneyde ise yükseklikleri 100-150 m yüksekliğinde sarp olmayan çıplak görünüşlü sırtlar bulunur (Anonim 1969).

Proje sahasının en önemli ovası, Hayrabolu Deresi ve kollarını barındıran taban arazilerdir. Ovanın genişliği yaklaşık 28000 ha olup, Karaidemir baraj aksından, Güneyde Dedecik baraj aksından ve Güneydoğuda İncelik baraj aksından başlar ve düzgün bir eğimle kuzeye Ergene nehrine doğru uzanır (Anonim 1969).

Çizelgeden 3.2'de görüldüğü üzere, 29969 ha'lık arazinin yaklaşık yüzde 45'lik bir oranı 13505 ha ile 2. sınıf arazidir. Bu arazilerin yaklaşık % 64 ü taban arazidir. En az alana sahip olan arazi sınıfı ise 1. sınıfa ait 459 ha'lık bir alandır ve bu alan toplam alanın yüzde 1.5'ini oluşturur.

Çizelge 3.2 Hayrabolu sulama sahasına ait arazi sınıfları (Anonim 1969)

| Arazi Sınıfı | Taban arazi (ha) | Yamaç arazi (ha) | Toplam (ha) |
|--------------|------------------|------------------|-------------|
| 1. sınıf | 192 | 267 | 459 |
| 2. sınıf | 8638 | 4867 | 13505 |
| 3. sınıf | 3141 | 2747 | 5888 |
| 5 sınıf | 2269 | 180 | 2449 |
| 6.sınıf | 6 | 7662 | 7668 |
| Toplam | 14246 | 15723 | 29969 |

3.1.5. Su kaynakları

Proje alanının ana su kaynağı Karaidemir deresi ve ona bağı olan kollardır. 403 km² alanı drene eden Karaidemir deresinin baraj yerinden itibaren ortalama uzunluğu 33,320 km.'dir (Anonim 1969).

Karaidemir Deresi'nin belli başlı kolları; 8,7 km olan Taşlıdere Dolukoy çatağından çıkan uzunluğu 13,2 km olan Pirinççeşme köyü deresi, uzunluğu 8,3 km olan Kuzguncuk Ayazmasında doğan Çengel Köprü deresi, Kürtüllü köy yakınından doğan ve uzunluğu 11,8 km uzunluğundaki Kürtüllü deresidir (Anonim 1969).

Proje alanına suyu temin eden Karaidemir barajının toplam depolama hacmi 111,6 x10⁶ m³ olup, sulama için aktif hacim 107,76x10⁶m³'tür (Anonim 1969).

Mevcut sondaj çalışmalarından alınan bilgilere göre, proje alanının yer altı suyu rezervinin zengin olduğu anlaşılmaktadır. Ancak Hayrabolu deresi ve kollarına ait olan sulama suyunun kalitesi sulama suyu yönünden bazı problemler yaratmaktadır (Anonim 1969).

3.1.6. Drenaj

Proje alanında drenaj çalışmaları yapılmamıştır. Arazi tasnifi sırasında elde edinilen bilgilere göre, yamaç arazilerin yüzey drenajı iyi durumdadır. Yamaç arazilerinin tamamına yakın bir kısmında drenaj problemi görülmemiştir. Sadece 304 ha arazide 90-110 cm arasında taban suyu seviyesi tespit edilmiştir (Anonim 1969).

Taban arazilerde ise mevcut derelerin yatağı, yağış sularını tahliye etmeye yetersiz olup, sahanın yüzey drenajını sağlamakta yetersiz kalmaktadır. Toprakaltı drenajı bakımından, taban arazilerin büyük bir bölümü iyi durumdadır. Sadece 793 ha arazide 120-150 cm, 562 ha arazide de 90-110 cm arasında drenaj yönünden problemlili arazi tespit edilmiştir (Anonim 1969).

Proje sahasında bunlardan başka bir herhangi bir drenaj problemi tespit edilmemiştir (Anonim 1969).

3.1.7. Araştırma alanının fiziksel alt yapısı

Proje alanındaki ailelerin mülk arazi genişliklerine göre dağılımı Çizelge 3.3.'te gösterilmiştir. Proje alanındaki ailelerin yaklaşık % 50'si 20 da' dan daha küçük bir alana

sahipken, sadece % 2,3'lük bir kısım 200 da' dan daha büyük bir arazi varlığına sahiptir. Bununla birlikte tarımla uğraşan aileler genellikle ortakçılık sistemi ile arazileri kiralarak tarım yapmaktadırlar (Anonim 1969).

DSİ tarafından projelendirilmeden önce ve projelendirme sonrasında araştırma sahasında yetiştirilmesi beklenen bitkilerin ekim alanları ve ekiliş yüzdeleri ise çizelge 3.4'te verilmiştir (Anonim 1969). Çizelgeden 3.4'te görüldüğü gibi, DSİ tarafından yapılan projelendirme sonrasında su tüketimi yüksek bitkilerden olan çeltik ve şeker pancarı bitkilerinin ekim alanlarının 421 ha'dan sırasıyla, 1.544 ve 1.930 ha'a çıkarılması düşünülmüştür. Ancak, 2529 ha alana sahip ayçiçeğinin 1158 ha'a, 2529 ha ekim alanına sahip olan bostanın ise 154 ha alana ekilmesi planlanmıştır. Buna karşılık ekimi yapılmayan mısır, sebze, patates, yem bitkisi ve kavak tarımının yapılması planlanmaktadır.

Çizelge 3.3. Hayrabolu sulama sahasında bulunan ailelerin arazi dağılımı (Anonim 1969)

| Arazi Genişliği(da) | Bu Genişlikte Araziye Sahip Arazi Dağılımı (%) |
|---------------------|--|
| 1-20 | 47,3 |
| 21-50 | 32,8 |
| 51-100 | 11,8 |
| 101-150 | 3,7 |
| 151-200 | 2,2 |
| 201-500 | 1,7 |
| 501-1000 | 0,5 |
| TOPLAM | 100 |

Çizelge 3.4. Araştırma alanında yetiştirilen ürünlerin ekiliş oranları

| Ürün Cinsi | Projesiz koşulda | | Projeli koşulda | |
|---------------|------------------|-------|-----------------|-------|
| | (%) | (ha) | (%) | (ha) |
| Hububat | 20 | 1.686 | 18 | 1.390 |
| Bostan | 30 | 2.529 | 2 | 154 |
| Şeker Pancarı | 5 | 421 | 25 | 1.930 |
| Ayçiçeği | 30 | 2.529 | 15 | 1.158 |
| Mısır | | | 4 | 309 |
| Çeltik | 5 | 421 | 20 | 1.544 |
| Sebze | | | 4 | 309 |
| Patates | | | 5 | 386 |
| Yem bitkisi | | | 5 | 386 |
| Kavak | | | 2 | 154 |
| Nadas | 10 | 843 | | |
| Toplam | 100 | 8.429 | 100 | 7.720 |

3.2. Yöntem

3.2.1. Çevresel etkinliğin değerlendirilmesi

Sulama şebekelerinin çevreye vermiş olduğu olumlu ve olumsuz etkilerin belirlenmesi amacıyla, sulama alanında, öncelikle bir anket çalışması yapılmıştır. Taban suyu seviyesi ve tuzluluk değerleri, sulama suyu mevsimine ait sulama suyu kalitesi Ayyıldız (1990)'a göre incelenmiştir.

3.2.1.1 Anket çalışmaları

Araştırma alanında, 2009 yılında sulama sahasından faydalanan 16 köy içerisinde tesadüfi olarak seçilen 10 ar çiftçi ile sulama projesinin çevreye vermiş olduğu olumlu ve olumsuz etkilerin belirlenmesi amacıyla Şahinler ve ark (2002)'de belirtilen yöntemle göre bir anket çalışması yapılmıştır. Anket sırasında, çiftçilerin 2009 yılında hangi çeşit bitki ettikleri, ekim alanları, çiftçi-sulama kooperatifi ilişkileri, çiftçinin sulama bilgisi ve uygulanan sulama yöntemleri, sulama suyu kalitesi, sulama suyunun yeterliliği, sulanan alanlardan doğan sağlık problemleri, sulama suyunu temin ettikleri kanalın tarlalarına olan mesafeleri, sulama projesinin faaliyete geçmesi ile birlikte ailelerindeki işgücü dağılımındaki herhangi bir değişiklik olup olmadığı, taban suyu seviyesinin getirdiği problemler ile tuzluluk ve çoraklığın getirdiği problemler sorulmuş ve çiftçilerin sulama şebekesi ile ilgili talep ve şikâyetleri görüşülmüştür.

3.2.1.2. Sulama suyu kalitesinin belirlenmesi

Araştırma alanında, sulama suyu kalitesini belirlemek amacıyla özellikle sulama mevsiminde, iki ayrı noktadan alınan sulama suyu numunelerine, pH, EC, Potasyum, Klorür, Sülfat, Toplam Anyon, Sodyum Yüzdesi, Sodyum Adsorbsiyon Oranı, Kalıcı Sodyum Karbonat, Sertlik sınıfı, Amonyak, Nitrat, testleri uygulanmıştır. Sulama suyu numuneleri, ana su kaynağı olan karaidemir barajından ve drenaj kanalından alınmış ve DSİ XI. Bölge müdürlüğü laboratuvarında, analizleri yaptırılmıştır.

Sulama suyu kalite sınıfının belirlenmesi amacıyla yapılan analizler, Ayyıldız (1990)'da belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

Analiz sonuçları, su kirliliği kontrolü yönetmeliğince esas alınan ve çizelge 3.5'te verilen sulama suyu kalite kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

3.2.1.3. Taban suyu gözlem kuyuları katmanı

Sulama sahasında, taban suyunun gözlenmesi amacıyla 83 adet gözlem kuyusu açılmıştır. Bu kuyulara ait koordinat verileri D.S.İ XI. Bölge Müdürlüğü tarafından sağlanarak, sulama sahasına ilişkin oluşturulan harita üzerinde nokta olarak işlenmiştir. Bu katmanlarda, her bir kuyunun 2000-2009 yıllarına ait aylık taban suyu seviyeleri ve elektriksel iletkenlik değerleri taban suyu değerlendirme raporlarından alınarak girilmiştir. (Gündoğdu 1998).

3.2.1.4. Taban suyu seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesi

Sağlıklı bir bitki gelişiminin sağlanması için bitki kök bölgelerinde optimum şartların sağlanması gerekmektedir. Kök bölgesinde oluşabilecek tuzluluk ve yüksek taban suyu problemleri bitki verimine olumsuz etkiler yaratabilmekte ve yerel ve ulusal ekonomiye zarar verebilmektedir (Qayyum ve Malik 1988). Bu nedenle, taban suyu işlem ve değerlendirme çalışmaları mevcut toprakların sürdürülebilir tarım ve çevresel etki değerlendirme çalışmaları için büyük öneme sahiptir (Kara ve Arslan 2004).

Taban suyu seviyesinin kritik olduğu alanların belirlenmesinde DSİ tarafından hazırlanan taban suyu aylık formlarından yararlanılmıştır. Taban suyu ölçümleri her ayın son haftasında olmak üzere tüm yıl boyunca yapılmaktadır. Çalışmalar sırasında, kritik taban suyu derinliği olarak 1.0 m' nin altındaki bölgeler alınmıştır (Anonim 1987b).

Taban suyu gözlem kuyuları ortalama olarak 100 ha alana bir adet olmak üzere açılır. (Anonim 1987b). 7720 ha olan çalışma alanında, toplam 83 adet gözlem kuyusu, 93 ha alana bir adet kuyu olacak şekildedir. Çalışmada 2000-2009 yılları arasında olmak üzere toplam 9 döneme ait taban suyu kuyuları ölçüm sonuçları kullanılmıştır.

Bu tarihler arasında ölçümü yapılmış taban suyu derinlikleri Excel programında dbf formatında girilmiştir. Arcview programının katmanları, Excel dosyalarının katmanları ile ilişkilendirilme özelliğine sahiptir. Bu özellikten yararlanılarak gözlem kuyularına ait dbf formatındaki veriler, daha önce hazırlanan kuyu katmanları ile ilişkilendirilerek, kuyuların uzun yıllara ait taban suyu seviyesi verileri girilmiştir.

Çizelge 3.5. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kalite kriterleri (Anonim 1992)

| Kalite Kriterleri | Sulama suyu sınıfı | | | | |
|---|-------------------------------|---|---|---|-----------------------------------|
| | I. Sınıf su (çok iyi) | II. Sınıf su (iyi) | III. Sınıf su (kullanılabilir) | IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı) | V. sınıf su (zararlı) uygun değil |
| EC ₂₅ x 10 ⁶ | 0-250 | 250-750 | 750-2000 | 2000-3000 | > 3000 |
| Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na) | < 20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | > 80 |
| Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR) | < 10 | 10-18 | 18-26 | > 26 | |
| Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) me/l | > 1.25 | 1.25-2.5 | > 2.5 | | |
| Klorür (Cl ⁻), me/l | 0-4 | 4-7 | 7-12 | 12-20 | > 20 |
| Sülfat (SO ₄ ⁻) meq/l | 0-4 | 4-7 | 7-12 | 12-20 | > 20 |
| Sulama suyu sınıfı | C ₁ S ₁ | C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁ | C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₃ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₁ | C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁ | |
| NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/l | 0-5 | 5-10 | 10-30 | 30-50 | > 50 |
| pH | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6-9 | <6 ve >9 |
| Sertlik, (Ca ⁺² + Mg ⁺²), me/l | | | | | |

Yapılan ölçümler sonucunda, her bir döneme ait taban suyu seviyesi ölçüm sonuçları, Gündoğdu ve ark (1998)' de belirtilen yöntemle göre Arcgis programında işlenmiştir.

Kuyu katmanına girilen aylık veriler Arcgis programının spatial analiz modülü yardımı ile analiz edilmiştir. Noktasal değere sahip gözlem kuyularına ait veriler spatial analiz modülündeki üç farklı (Inverse Distance Weighted, Spline, Kriging) entarpolasyon yöntemlerinden Inverse Distance Weighted (IDW) yöntemi ile taban suyu haritaları oluşturulmuştur. Böylece her bir aya ilişkin 2000-2009 yıllarına ait aylık veri katmanları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri katmanları Arcgis programında yer alan sorgulama, sınıflandırma ve hesaplama araçları yardımı ile problemler alanların analizi yapılmıştır.

Ülkemizde tarım alanlarında yetiştirilen kültür bitkileri için optimum taban suyu derinlikleri, taban suyu ile oransal verim ilişkilerini göz önüne alan tablo, çizelge 3.6'da verilmiştir (Güngör ve Erözel, 1994).

Çizelgeden izleneceği gibi, taban suyu derinliğine en hassas olan bitki, buğday bitkisidir. Buğday için optimum taban suyu derinliği, 140 cm olarak verilmiştir.

Çizelge 3.6. Farklı bitkiler için optimum taban suyu derinlikleri

| Tarla Bitkileri | | Sebzeler | |
|-----------------|---------------------------|--------------|---------------------------|
| Bitki çeşidi | Taban suyu derinliği (cm) | Bitki çeşidi | Taban suyu derinliği (cm) |
| Buğday | 140 | Bezelye | 90 |
| Arpa | 100 | Biber | 75 |
| Mısır | 90 | Soğan | 80 |
| Pamuk | 90 | Kabak | 80 |
| Şeker Pancarı | 80 | Havuç | 80 |
| Patates | 100 | | |
| Fasulye | 120 | | |
| Soya | 80 | | |
| Yonca | 100 | | |

Taban suyu açısından en toleranslı bitkiler ise biber, şeker pancarı, soya, soğan, kabak ve havuç bitkileridir.

Taban suyu derinliğinin bitki verimini aşırı derecede etkilediği 0-50 cm arasında kaldığı alanlar bir grup yapılmış ve kırmızı renkle belirtilmiştir. Bitki gelişiminin olumsuz yönde etkilendiği 50-100 cm arasında kalan kısımlar ikinci bir grup olarak değerlendirilmiş ve bu alanları ifade etmek için turuncu renk kullanılmıştır. Diğer bir gruplandırma da ise kısmen drenaj sorunu olan, taban suyu derinliğinin 100-150 cm arasında olduğu alanlar alınmıştır. Bu aralıkta kalan kısımlar ise haritalarda yeşil renk ile gösterilmiştir. Taban suyu probleminin oluşmadığı 150-200 cm aralığında kalan kısımlarda farklı bir grup yapılmış ve bu aralıkta olan alanlar ise açık mavi renkle ifade edilmiştir. Taban suyunun 200 cm den daha derinlerde olduğu alanlarda farklı bir grup olarak ifade edilmiş ve bu alanlarda koyu mavi ile belirtilmiştir (Anonim 1993).

3.2.1.5. Taban suyu tuzluluk seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesi

Araştırma alanında, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü tarafından taban suyu ölçümlerinin yapıldığı 2000-2009 yıllarında kuyulardan alınan su numunelerine elektriksel iletkenlik (EC) testleri de yapılmıştır. Araştırma alanında daha önceden point olarak işaretlenen kuyuların EC değerleri de her yıla işlenmiş ve arcgis programı yardımıyla Gündoğdu ve ark (1998)' de belirtilen yönteme göre Inverse Distance Weight entarpolasyon yöntemiyle interpolasyonu yapılarak taban suyu tuzluluk haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan veri katmanı, Arcgis programındaki sorgulama ve sınıflandırma işlemleri yardımı ile kritik alanlar belirlenmiştir. Bu kritik alanların belirlenmesinde yapılan tuzluluk sınıflandırması, Van Hoorn and Alpen (1990)'a göre yapılmıştır. Bu sınıflandırma yöntemine göre taban suyu elektriksel iletkenlik değerinin, 0-2000 $\mu\text{hos/cm}$ arasında olduğu durumlar tuzsuz ve bitki verimine etkisinin

olmadığı aralık, 2000-4000 $\mu\text{hos/cm}$ arasında olduğu durumlar hafif tuzlu ve sadece duyarlı bitkilerin etkileneceği aralık olarak sınıflandırılmıştır. Elektriksel iletkenlik değerinin 4000-8000 $\mu\text{hos/cm}$ arasında olduğu durum tuzlu ve bir çok bitkinin etkileneceği aralık olarak belirtilmiştir.

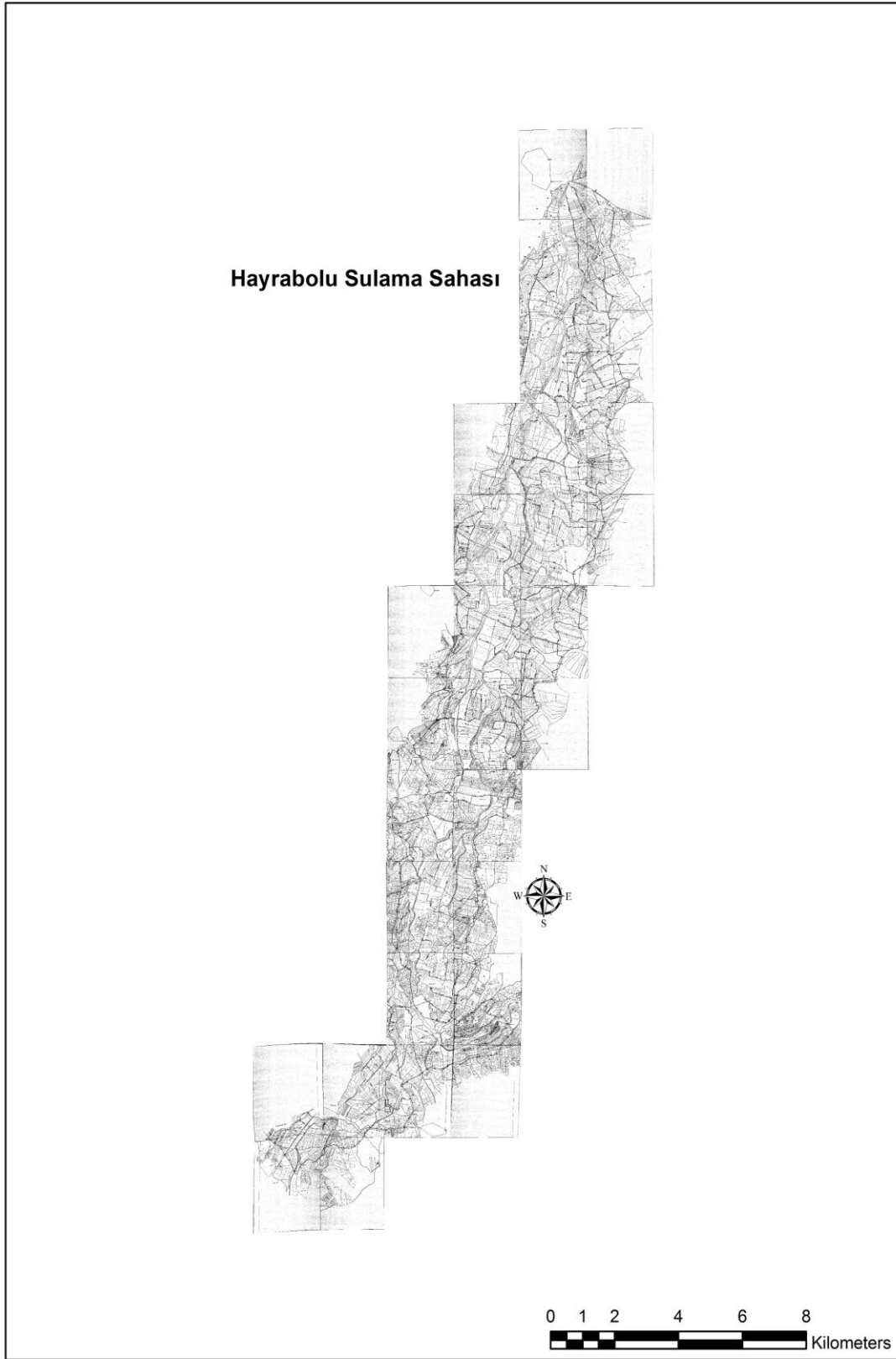
Bu sınıf aralıkları Anonim (1987b)'ye göre renklendirilmiştir. Buna göre EC değeri 0-2000 $\mu\text{hos/cm}$ arasında olan tuzsuz alanlar yeşil, 2000-4000 $\mu\text{hos/cm}$ arasındaki hafif tuzlu alanlar sarı, 4000-8000 $\mu\text{hos/cm}$ arasında bulunan tuzlu alanlar ise kırmızı olarak renklendirilmiştir.

3.2.2. Şebeke bilgi sisteminin oluşturulması

Çalışma alanına ait 30 adet 1/5000'lik pafta, Karaidemir Barajı Sulama Kooperatifinden temin edilmiş olup, bu analog veriler (sulama sahası, sulama kanalları, drenaj kanalları, yerleşim yerleri, gözlem kuyuları) bir tarayıcı vasıtası ile taranarak tiff formatında depolanmıştır. Taranan bu haritalara ait referans noktaları Tekirdağ Kadastro Şefliğinden temin edilerek tüm paftalar Universal Transversal Mercator World Geodesic Systems 84 (UTM WGS84) koordinat sistemine göre referanslandırılmış ve gerekli dönüşümler gerçekleştirilmiştir (Anonim 2002). Böylece tüm sulama şebekesini içeren rektifiye edilmiş bir harita oluşturulmuştur. Sulama şebekesine ait harita, şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Sulama yöneticilerinin ve araştırmacılarının şebeke su yönetiminde ve problemler alanların değerlendirilmesinde yardımcı birer araç olması amacıyla parsel, sulama kanalı ve drenaj kanalları katmanları oluşturulmuştur.

Oluşturulan şebeke bilgi sisteminde, Arcgis programının sorgulama özelliği sayesinde oluşturulan taban suyu haritaları ve şebeke bilgi sistemi işleme konularında taban suyunun problemler olduğu parseller saptanmıştır. Sorgulama sırasında kullanıcı isteğine bağlı olarak problemler olan ya da tamamen bu alan içerisinde yer alan parsellerin sorgulanması gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca, saptanmış olan bu parsellere ait bilgiler Arcgis programının rapor alma özelliği sayesinde farklı formatlarda çıktı olarak alınabilmektedir. (Anonim 2005).



Şekil 3.2. Hayrabolu sulama projesi haritası

3.2.2.1. Parsel bilgi sisteminin hazırlanması

Sulama sahasının gerek ÇED, gerekse diğer yönetsel işlemlerinde kullanılmak üzere parsel bilgi katmanı adı altında bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Bu amaçla, sulama sahasına ait tüm parseller Arcgis 9.3. Desktop programı vasıtasıyla feature class dosyalar oluşturulmuştur (Anonim 2002). Oluşturulan dosyaların öznelik tablolarına parsellere ait yerleşim yeri, parsel no, parsel sahibi, ekili bitki, problemler taban alanının varlığı, yüksek taban suyu seviyesi, taban suyu tuzluluğu, toprak tuzluluğu, yararlandığı sulama kanalı bilgileri girilmiştir. Bu amaçla, sulama şebekesinden faydalanan yerleşim yerlerine ait parsel numaraları ve parsel sahipleri Hayrabolu Sulama Kooperatifi'nce hazırlanan tapu kayıt formlarından, parsellere ilişkin ekili bitki verileri, uydu görüntüleri ile yapılan bitki sınıflandırmasından yararlanılarak belirlenmiştir. Ayrıca taban suyu seviyelerine ve sulama kanallarına ait bilgiler D.S.İ XI. Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır ve her köye ait bir parsel bilgi sistemi hazırlanmıştır.

3.2.2.1.1. Bitki deseninin belirlenmesi

Bitki deseninin belirlenmesi amacıyla, 1B seviyesinde 2009 yılının Haziran ve Temmuz aylarına ilişkin, yeterli bulutluluk değerine sahip iki adet Aster uydu görüntüsü sağlanmıştır. Aster, 1999 yılında NASA'ya ait TERRA uydusuna monte edilmiştir. Yüksek alansal ve radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Aster görüntüleri, 15 m/piksel den ve 90 m/ pikselden ve 14 Banttan (VNIR, SWIR, TIR) olmak üzere 14 banda sahiptir. Çalışmada kullanılmak üzere görünür yakın infrared bölgesini içeren VNIR bantları kullanılmıştır.

Rowan ve Mars (2003)'te 15 m mekansal çözünürlüğe sahip Aster VNIR görüntülerinin bitki çeşitlerinin ortaya konmasında faydalanılabilecek uygun görüntüler olduğunu ifade etmişlerdir. Aster uydu görüntülerinin özellikleri çizelge 3.7'te verilmiştir.

Erdas 9.1 programında yer katmanı noktalarından (GPS) yararlanılarak en yakın komşu (nearest neighbour) algoritma uygulanarak görüntü rektifikasyonu yapılmıştır. Bu yöntem, görüntünün orijinal radyometrisini korumak amacıyla seçilmiştir (Eckert S. ve ark 2004). Aster görüntülerinin düzeltilmesi, 1/25000' lik topografik haritalardan elde edilen yer kontrol noktalarından kullanılarak yapılmıştır. 25 noktanın kullanıldığı işlemlerde RMS hata değeri 0.5 piksel den daha düşük bulunmuştur. Görüntüler Universal Transverse Mercator (UTM) koordinat sisteminde WGS84 'te Kuzey 35. bölge olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 3.7. Aster uydu görüntüsünün teknik özellikleri

| Band | Spektral Aralık (μm) | Alansal Çözünürlük (m) |
|------|-----------------------------------|------------------------|
| 1 | 0.52-0.60 | 15 |
| 2 | 0.63-0.69 | |
| 3 | 0.78-0.86 | |
| 3N | 0.78-0.86 | |
| 4 | 1.60-1.70 | 30 |
| 5 | 2.145-2.185 | |
| 6 | 2.185-2.225 | |
| 7 | 2.235-2.385 | |
| 8 | 2.295-2.365 | |
| 9 | 2.360-2.30 | |
| 10 | 8.125-8.475 | 90 |
| 11 | 8.475-8.825 | |
| 12 | 8.925-9.275 | |
| 13 | 10.25-10.95 | |
| 14 | 10.95-11.65 | |

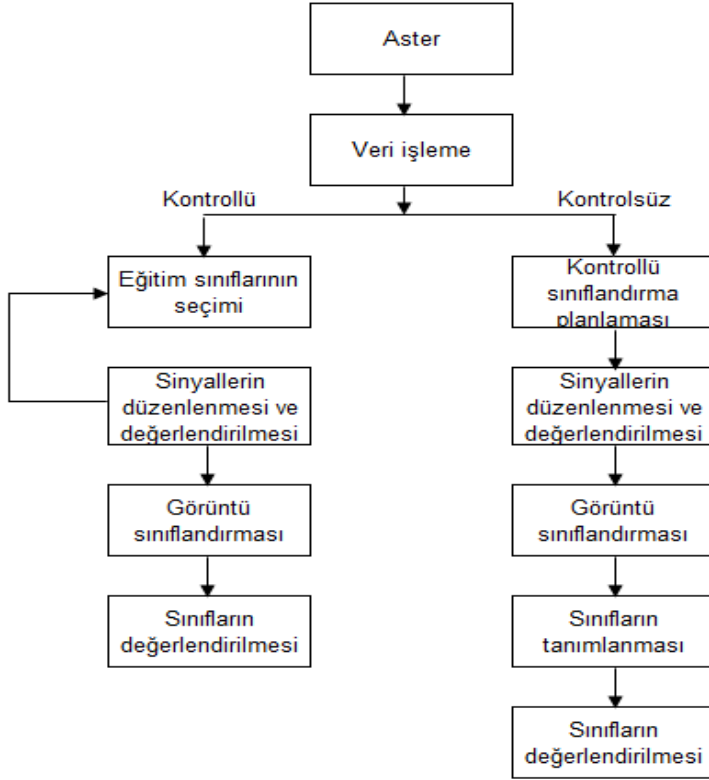
Sınıf, aynı türe ait görüntü elemanları ya da belli biyofiziksel özelliklerle tanımlanan arazi ya da alan türü olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2002). Görüntü sınıflandırma ise bir görüntü veri setinden anlamlı sayısal haritaların üretim işlemidir.

Sınıflandırma işlemleri Jensen (2001)'de verilen yönteme göre piksel esaslı görüntü analizi ile yapılmıştır. Bu yöntemde, önce kontrolsüz sınıflandırma ile spektral kümeler (clusters) belirlenmiştir ki bu kümeler çalışma sahasına ilişkin ön bilgiler sunmaktadır. Bu bilgilerden yararlanılarak maksimum benzerlik yöntemi (Maximum Likelihood Classifier - MLC)' ye göre kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Maksimum benzerlik yöntemine göre yapılan kontrollü sınıflandırmada her bir piksel, özel bir sınıfa dahil olma olasılığına sahiptir.

Analizler sırasında her bir sınıf için 10'ar örnek seçilmiş ve bu örneklerle göre sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Görüntülerin sınıflandırma işlemi, şekil 3.3'te verilmiştir. Görüntü sınıflandırmasından sonra, sınıflar arazide yapılan ölçümlerle kontrol edilerek sınıflandırma işlemi sonuçlandırılmıştır.

3.2.2.2. Sulama kanalları katmanı

Sulama sahasına hizmet eden A1 ve A2 ana kanalları ve bunlara bağlı olan yedek ve yedek kanallara bağlı olan tersiyer kanallar, oluşturulan harita üzerinde Bozkurt (2005)'te belirtilen yönteme göre line olarak hazırlanmıştır. Her bir kanal için kanal adı, kanal tipi, kanal debisi, kanal eğimi ve suladığı alan nitelik verileri oluşturulmuştur. Sulama kanallarının adları, şebekeye ait 1/5000'lik haritalardan alınmıştır.



Şekil 3.3. Görüntü sınıflandırma işlemi

Bu kanallara ait diğer bilgiler ise D.S.İ XI. Bölge müdürlüğü tarafından hazırlanan sulama şebekesi tanıtım föyünden alınmıştır (Anonim 1987a).

3.2.2.3. Drenaj kanalları katmanı

Sulama şebekesinde yer alan drenaj kanalları, polygon olarak, drenaj kanalları katmanına Bozkurt (2005)'te belirtilen yönteme göre işlenmiştir. Bu katmanda, şebeke drenaj kanallarına ait kanalların isimleri girilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Çevresel Etkinliğin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

Düzenli projelenmeyen veya yanlış işletilen sulama şebekelerinde sıkça düşük sulama suyu kalitesinin çevreye olumsuz etkisi ve taban suyunda meydana gelen aşırı yükselme ve tuzlanma nedeniyle, sulama alanlarının tarım dışı kalma problemi görülmektedir. (Kloezen ve ark. 1998, Gündoğdu 2004). Bu düşünceyle, çalışma sahasında kullanılan sulama suyun kalite özellikleri, taban suyu seviyelerinde ve tuzluluk seviyesindeki durumun belirlenmesi amacıyla saptanan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Anket sonuçları

Sulama şebekesine ait problemlerin ortaya konması amacıyla bölgede bulunan 16 köyden 160 kişiyle örnekleme yoluyla bir anket çalışması yapılmıştır. Bu anket çalışmasında çiftçilere 2009 yılında ekilen bitki çeşidi, ekim alanı, sulama yöntemi, su temin durumu, çevresel ve sağlık bakımından problemler alanların belirlenmesine yönelik sorular sorulmuştur. Bu ankete ilişkin sonuçlar, aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1 - Çiftçiler, daha önceki yıllarda kazandıkları deneyimlere göre belirli aralıklarda sulama yapmaktadırlar. Örneğin şeker pancarı bitkisi, 25-30 gün ara ile 3 defa sulanırken, karpuz bitkisi 15-20 gün aralıklarla sulanmaktadır. Genelde, karpuz bitkisinin sulama ihtiyacının daha yüksek olduğu ve şeker pancarının susuzluğa daha dayanıklı olduğu düşünülmektedirler.

2 - Yörede yetiştiriciliği en fazla yapılan bitki buğday bitkisi olup, buğday bitkisi hiç sulanmamaktadır. Bunun nedeni olarak da ilkbahardaki yağışların, buğday bitkisi için yeterli olduğu ve bitki su ihtiyacının toprak nemi tarafından karşılandığı yönündedir.

3 - Yörede yetiştiriciliği yapılan bitkiler arasında ikinci sırada yer alan ayçiçeğinde ise, sulama, mevsim boyunca genelde ya bir defa, ya da hiç yapılmamaktadır.

4 - Yörede yetiştiriciliği yapılan önemli ürünlerden bir diğeri olan çeltikte ise, sulama için, dekarına yaklaşık 1 m³ su verilmektedir.

5 - Sulama sahasında kooperatif tarafından istek yöntemine göre sulama suyu verilmesi istenmesine rağmen, bu istek, bürokratik işlemlerden öteye gidememekte, gerekli personel

eksikliği, yetersiz idari yaptırımlar nedeniyle sulama suyu devamlı akış yöntemiyle verilmektedir.

6 - Çiftçiler sulama suyuna ihtiyaç duydukları yer ve zamanda, yeterli seviyede su alamadıkları zamanlarda, sekonder ve tersiyer kanallardaki su akışına müdahale etmektedirler.

7 - Sulama Projesinin yer aldığı bölgede yıllar itibariyle genç bireylerin, şehir dışına, İstanbul, Tekirdağ, illerinin farklı ilçelerine fabrikalarda çalışmak üzere göç ettikleri belirlenmiştir

8 - Bütün kanalların bir boşaltım ağzına sahip olması gerekirken, araştırma alanında bazı tersiyerlerin tarla parsellerinin içerisinde sonuçlandıkları görülmüştür. Bu tip projeleme hataları nedeniyle, bu parseller sulama sezonu boyunca su baskını tehlikesi ile karşılaşmaktadır.

9 - Sulamalar sırasında, tarla parsellerine su alımı tersiyer kanallar üzerinden yapılması gerekirken, çiftçiler sulamalarını sıkça ana kanal üzerinden yapmaktadırlar. Bu durum, şebeke içerisinde su dağılımının yeknesak bir biçimde gerçekleştirilmesini engellemektedir.

10 - Yörede su alımında yaşanan problemlerden dolayı gece sulaması yapılmaktadır. Gece sulaması daha çok A₂ ana kanalının sonlarında yer alan parsellerde yapılmaktadır.

11 - Sulama Projelerinden faydalanan çiftçilere, sulama suyu kalitesi ile ilgili ve bu kalite bakımından sağlık yönünden herhangi bir sıkıntı olup olmadığı da sorulmuş ve neticede, Karaidemir, Evrenbey, Yörük ve Kırıkali köylerinde yaşayan, çeltik üretimi yapan çiftçilerin sulama mevsimi boyunca ellerinde ayaklarında çatlama, kızarıklıklar, sivilceleşme ve kaşıntı olduğu bildirilmiştir.

12 - Sulama sahasında, sulama projesinin çevreye verdiği olumsuz etkileri içerisinde, taban suyu seviyesinin yükselmesine bağlı olarak bitki kök bölgesindeki hastalıklar ve buna bağlı olarak verim düşüklülüğü ile ilgili olarak sıkıntıların ne yönde olduğu sorulmuş ve taban suyu yükselmesinden doğan herhangi bir sıkıntı olmadığı öğrenilmiştir.

4.1.2. Sulama suyu kalitesine ilişkin sonuçlar

Proje alanında, ana su kaynağı olan Karaidemir Barajı'ndan ve ana drenaj kanalından alınan iki farklı sulama suyu numunesine, kimyasal ve fiziksel testler uygulanmıştır. Uygulanan bu testler, DSI XI. Bölge müdürlüğü laboratuvarında yaptırılmıştır.

Suyun, sulama için uygunluğunun belirlenmesinde, Çevre ve Orman Bakanlığı Su Kaynakları Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (1992)'de verilen sulama suyu kalite standartlarından yararlanılmıştır.

2010 yılında, araştırma alanının farklı noktalarından alınan her iki örneğe ilişkin analiz sonuçları, çizelge 4.1’de ve çizelge 4.2’de verilmiştir.

Sulama suyu analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

pH : Ayyıldız (1990)’da, pH değeri 9.0’ın üzerindeki suların sulamada kullanılamayacağını bildirmiştir. Yapılan analizler sonucunda, sulama sularının pH değerleri, sırasıyla 8.28 ve 8.17 olarak bulunmuştur ve bu değerler, sulama suyunun sulama için uygun olabileceğini göstermektedir.

Elektriksel İletkenlik (EC): Sulama suyunda tuzluluk ölçüsü olan EC ye ilişkin sonuçlara bakıldığında, sulama suyunun EC değerleri sırasıyla 988 ve 981 $\mu\text{hos/cm}$ olarak ölçülmüş olup, bu suların Anonim (1992)’ ye göre III. sınıf, C_3S_1 kullanılabilir ve çok hafif tuzlu su sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Kalsiyum (Ca^{+2}) ve Magnezyum (Mg^{+2}): Her iki noktada yapılan analizler neticesinde bulunan Kalsiyum ve Magnezyum iyonlarının, toplamda 8,9 ve 8.7 me/l’lik değerler, Anonim (1992)’ye göre, bu suların orta sertlikte olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Karaidemir barajından alınan sulama suyu analiz sonuçları

| Parametreler | Birimi | Analiz Sonuçları | Analiz Metotları |
|----------------------------------|--------------------|------------------------|------------------|
| pH (25C^0) | | 8,28 | TS3263 ISO 10523 |
| EC(25C_0) | $\mu\text{hos/cm}$ | 998 | TS 9748 EN 27888 |
| Ölçüm Sıcaklığı (T^0) | C^0 | 20 | |
| Kalsiyum (Ca^{+2}) | me/l | 5,8 | TS 8196 |
| Magnezyum (Mg^{+2}) | me/l | 3,8 | TS 4474 ISO 6059 |
| Potasyum (K^+) | me/l | 0,07 | TS 4530 |
| Klorür (Cl^-) | me/l | 1,64 | TS 4164 ISO 9297 |
| Sülfat (SO_4^{-2}) | me/l | 1,73 | TS 5095 |
| Sodyum Yüzdesi (%Na) | | 18,23 | Hesaplama |
| Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) | | 0,95 | Hesaplama |
| Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) | | -1,3 | Hesaplama |
| Suyun Sınıfı | | C_3S_1 | Hesaplama |
| Sertlik (FSO) | | 44,5 | TS4474 ISO 6059 |
| Amonyak (NH_3^+) | mg/l | 0,24 | STDM 2005 |
| Nitrat (NO_3^-) | mg/l | 17,8 | TS 3308 |

Çizelge 4.2 Ana Drenaj kanalından alınan sulama suyu analiz sonuçları

| Parametreler | Birimi | Analiz Sonuçları | Analiz Metotları |
|---|----------------|-------------------------------|---------------------|
| pH (25C) | | 8,17 | TS3263 ISO10523 |
| EC(25C) | µhos/cm | 981 | TS 9748 EN 27888 |
| Ölçüm Sıcaklığı (T ⁰) | C ⁰ | 20 | |
| Kalsiyum (Ca ⁺²) | me/l | 5,5 | TS 8196 |
| Magnezyum (Mg ⁺²) | me/l | 3,2 | TS 4474 ISO 6059 |
| Potasyum (K ⁺) | me/l | 0,06 | TS 4530 |
| Klorür (Cl ⁻) | me/l | 1,44 | TS 4164 ISO 9297 |
| Sülfat (SO ₄ ⁻²) | me/l | 1,70 | TS 5095 |
| Sodyum Yüzdesi (%Na) | | 18,59 | Hesaplama |
| Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) | | 0,96 | Hesaplama |
| Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) | | -1,8 | Hesaplama |
| Suyun Sınıfı | | C ₃ S ₁ | Hesaplama |
| Sertlik (FSO) | | 43,5 | TS 4474 ISO 6059 |
| Amonyak (NH ₃ ⁺) | mg/l | 0,24 | STDM 2005 |
| Nitrat (NO ₃ ⁻) | mg/l | 19,90 | TS 3308 |

Değişebilir sodyum yüzdesi : Gerek Karaidemir barajından gerekse ana drenaj kanalından alınan örneklere yapılan testler neticesinde Sodyum Yüzdelerinin 18,23 ve 18,59 değerlerinde çıkması, bu suların I. sınıf su (çok iyi) olduğunu yorumlamamıza sebep olmuştur.

Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR): Karaidemir barajından ve ana drenaj kanalından alınan örneklerde sodyum adsorbsiyon oranlarının 0.95 ve 0,96 olarak çıkması, bu suların I. Sınıf (çok iyi) olduğunu göstermektedir.

Potasyum (K): Sulama sularında potasyum ve sodyum, benzer miktarlarda bulunursa, sulama sularına olumsuz etki yaratmazlar (Ayyıldız 1990). Proje alanından alınan örneklerin potasyum değerlerinin 0.07me/l ve 0.06 me/l çıkması, potasyum bakımından sulama suyunda herhangi bir sorun teşkil etmediğini göstermiştir.

Klorür (Cl⁻): Su örneklerine yapılan klorür testleri neticesinde elde edilen 1.64 ve 1.44 me/ l lik değerler, bu sulama sularının Anonim (1992)' ye göre I.sınıf (Çok iyi) sulama suyu olduğunu göstermiştir.

Sülfat (SO₄⁻³): Her iki noktadan alınan su örneklerine yapılan sülfat testleri neticesinde bulunan 1.73 ve 1.70 me/ l lik sonuçlar, bu suların Ayyıldız (1990)'ye göre I.sınıf (çok iyi) sulama suyu olduğunu göstermiştir.

Sodyum Yüzdesi (%Na): Karaidemir barajından alınan örnekte bulunan % 18.23'lük ve Ana drenaj kanalından alınan örnekte bulunan% 18.59'luk Sdyum yüzdeleri, bu suların Anonim (1992)'ye göre çok iyi, I.Sınıf sulama suyu olduğunu göstermektedir.

Kalıcı Sodyum Karbonat: Her iki örnekten de alınan değerlerde bulunan – 1,3 ve -1,8lik değerler, Anonim (1992)'ye göre, bu sulama sularının I. Sınıf(çok iyi) olduğunu göstermektedir.

Sertlik: İki bölgeden alınan sularda sertliğe neden olan maddeler olan (+) yüklü iyonların sertlikleri, sulama sularının C_3S_1 (III.sınıf) kullanılabilir sulama suyu olduğunu göstermektedir.

Amonyak (NH_4^+): Her iki numunede de görülen 0,24mg/l'lik değerler, su suların sulama bakımının herhangi bir sorun teşkil etmediğini, aksine kalite bakımından I. Sınıf(çok iyi) olduğunu göstermektedir.

Nitrat (NO_3^-): Karaidemir barajından ve ana drenaj kanalından alınan su örneklerine yapılan nitrat testleri neticesinde elde edilen 17.8 ve 19.90 mg/l'lik değerler, bu sulama sularının Ayyıldız (1990)'a göre III.sınıf (kullanılabilir) sulama suyu olduğunu göstermiştir.

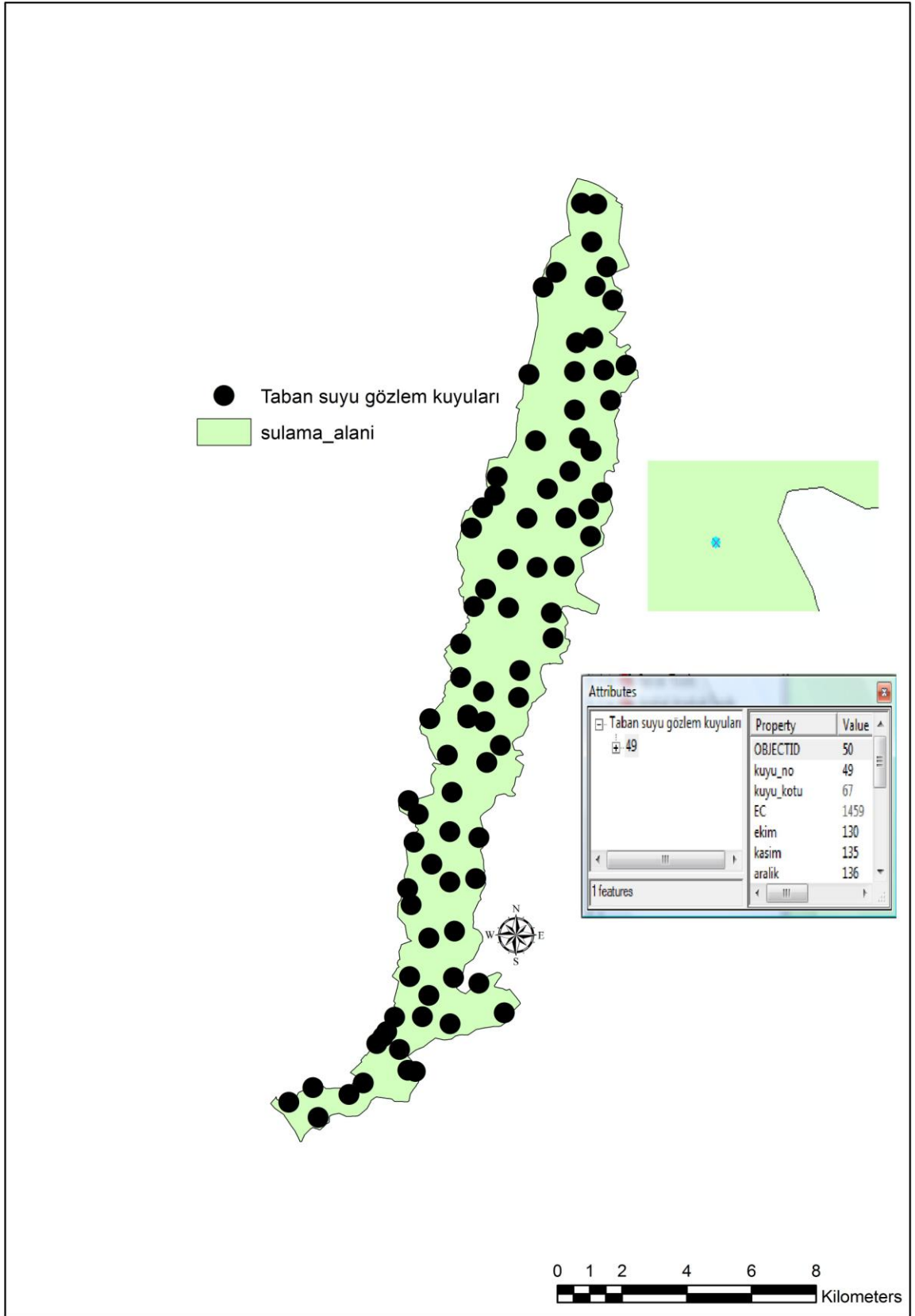
Nitrit (NO_2^-): Sulama sularında nitrit, çok az ölçüde vardır ve pek bir önemi yoktur. (Ayyıldız 1990). Nitekim, yapılan analizlerde Nitrit değerleri, 0.35 ve 0.20 mg/l olarak bulunmuştur.

4.1.3. Taban suyu gözlem kuyuları katmanına ilişkin sonuçlar

Sulama sahasına ait taban suyu gözlem kuyularını gösteren harita, şekil 4.1'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, sulama sahasında, toplam 83 adet taban suyu gözlem kuyusu mevcuttur. Her bir kuyuya ait kuyu no, kuyu kotu, EC değeri, ve aylık taban suyu değerleri yıllık bazda girilerek bu katman oluşturulmuştur.

4.1.4. Taban suyu seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesine ait sonuçlar

Taban suyu seviyeleri 10 yıllık gözlemlerin ışığında, değerlendirilmeye çalışılmıştır. Değerlendirmede, sulama sahasında yer alan 83 adet taban suyu gözlem kuyularından elde edilen su seviyesinin yıl içinde değişimi incelenmiş ve sulama mevsimi boyunca kritik olan 0-1 m yükseklik değerine ulaşan bölgeler saptanmıştır.

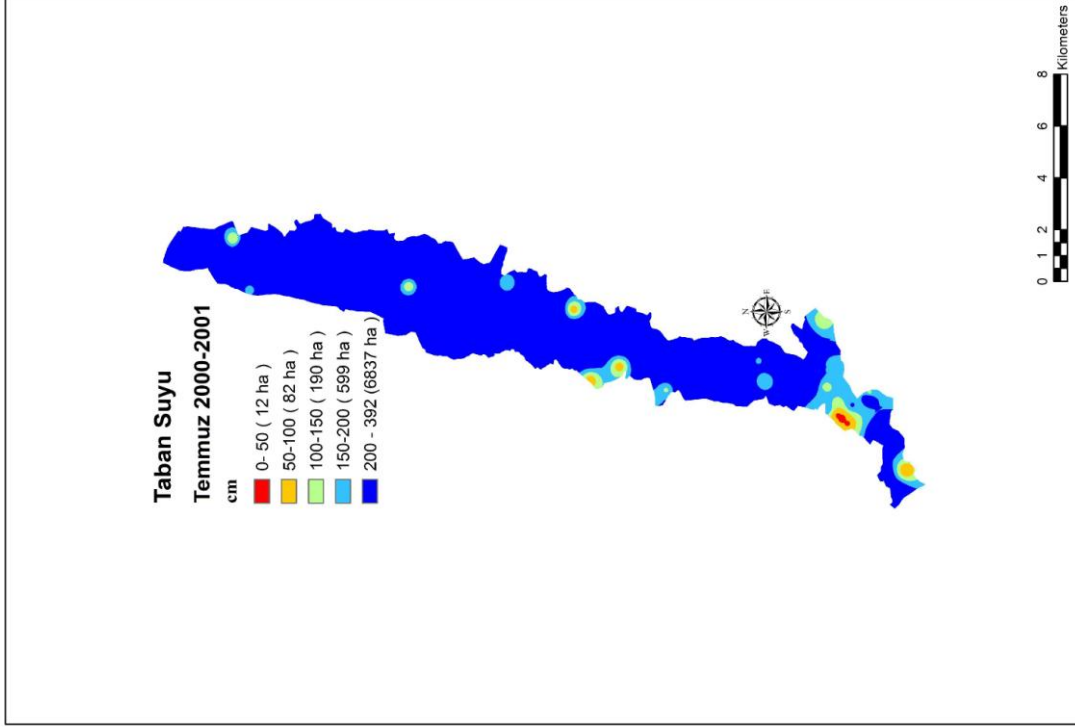


Şekil 4.1. Taban suyu gözlem kuyuları katmanı

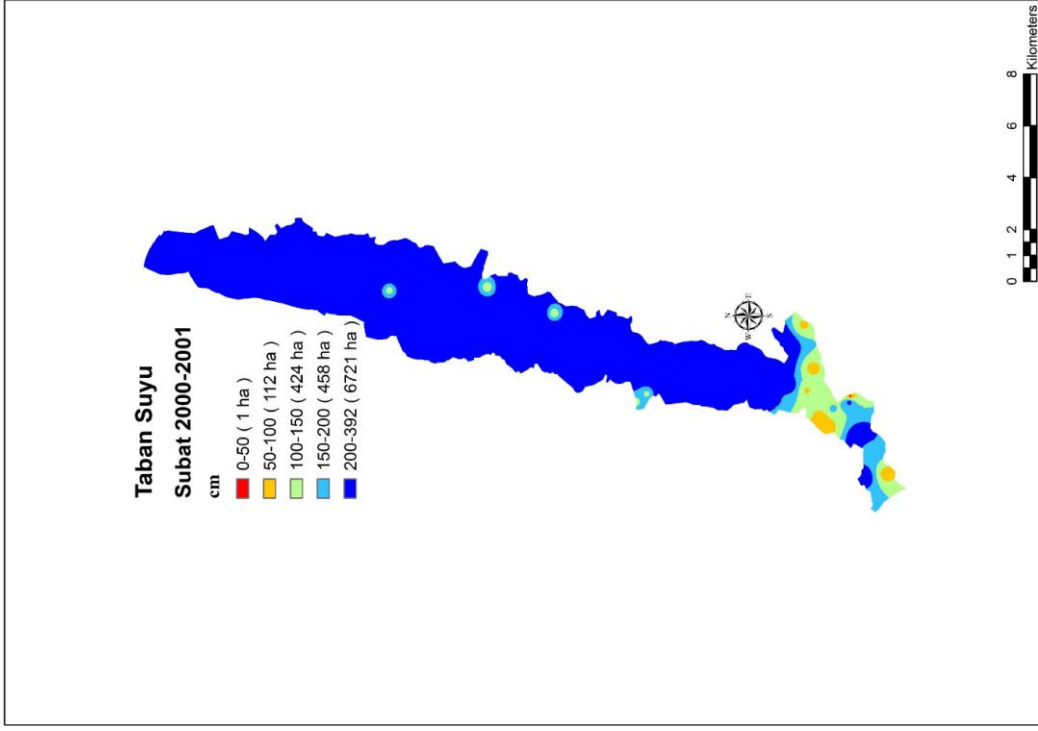
2000-2001 döneminde, sulama mevsimi içerisinde, taban suyu seviyesi açısından en kritik taban suyu seviyesi, Temmuz ayında gözlenmiştir. Temmuz ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.2(a)'da verilmiştir. 2000-2001 dönemine ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-392 cm arasında değiştiği görülmektedir. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 0.15'lik oranı olan 12 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 1'lik bir oranına, yani 82 ha'lık bir alanına denk düşmektedir. Buna göre 0-100 cm arasında 94 ha'lık bir alanda taban suyunun kritik seviyeye yükseldiği görülmektedir. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 2.5'luk bir oranı ile 190 ha'lık bir alanına isabet etmektedir. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 7.5'lik bir oranı ile 599 ha, 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 88.85 lik bir oran ile 6837 ha lık alanına denk düşmektedir. Bu dönem kritik taban suyu seviyesindeki alan miktarı su ihtiyacı nispeten az olan bitkiler ekilmesi nedeniyle düşük seviyede kalmıştır.

2000-2001 döneminin sulama mevsimi dışında en fazla taban suyu yükselmesi Şubat ayında gerçekleşmiştir. Bu dönemin Şubat ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.2(b)'de verilmiştir. Şubat ayında şebekeye düşen yağış miktarı 87.5 mm'dir. Şubat ayında, 0-50 cm arasında 1 ha'lık alanın, 50-100 cm arasında ise 112 ha'lık alanında taban suyunun yüksek olduğu görülmektedir. Toplamda 0-100 cm arası taban suyunun etkili olduğu alan, % 1.46 lik bir oran ile 113 ha'dır. Sulama sahasında tabansuyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 5.5'lik bir oranı ile 424 ha'lık bir alanına isabet etmektedir. Tabansuyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 6 lik bir oranı ile 458 ha, 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 87 lik bir oran ile 6721 ha lık alanına denk düşmektedir.

Mayıs ayı 2001-2002 döneminin sulama mevsimi içerisinde taban suyu seviyesi açısından en kritik ay olarak belirlenmiştir. 2001-2002 döneminin Mayıs ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.3(a)'da verilmiştir. 2001-2002 döneminin sulama mevsimi içerisinde yer alan Mayıs ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-390 cm arasında değiştiği görülür. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, 83 ha ile sulama sahasının % 1.08'lik bir oranını kaplamaktadır. Taban suyu seviyesi 50-100 cm arasında, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 1.9'luk oranı olan 148 ha'lık alanında görülmektedir.



(a)



(b)

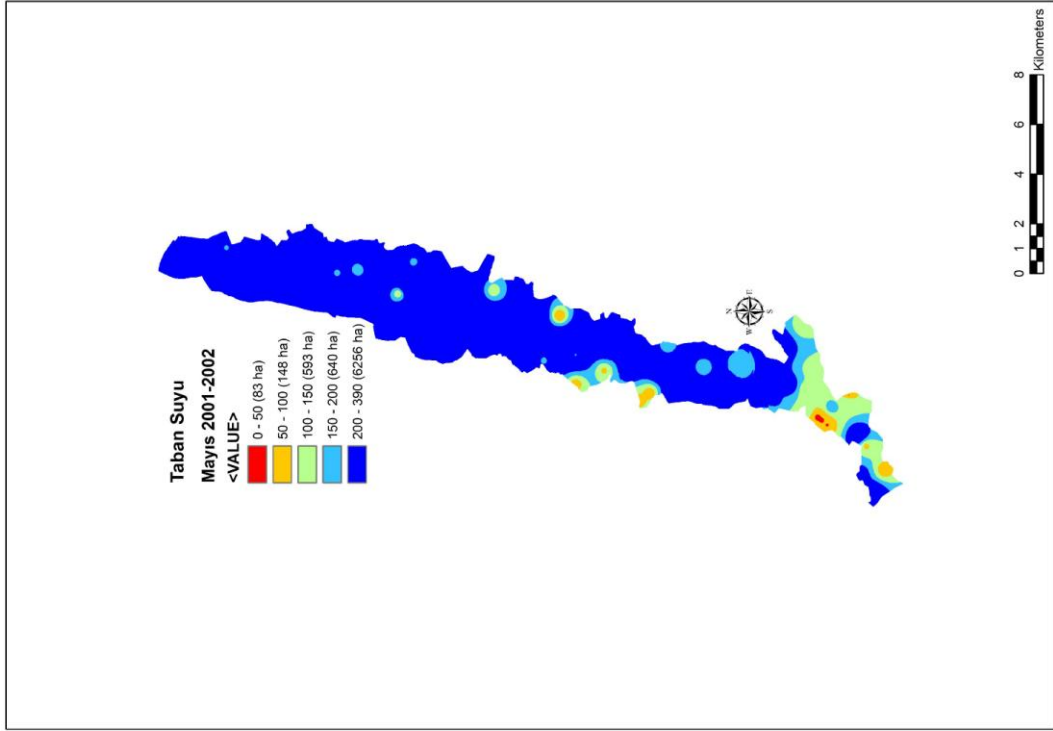
Şekil4.2 (a)Temmuz – (b) Şubat ayları 2000-2001dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

Dolayısıyla sahanın 231 ha'lık alanında taban suyu seviyesi 0-100 cm arasındadır. Sulama sahasının 593 ha'lık alanında, taban suyu seviyesi 100-150 cm dir ki bu alan, sulama sahasının alanının % 7.7'sini kaplar. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 8.3'lük bir oranı ile 640 ha, 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 81.'lik bir oran ile 6256 ha lık alanına denk düşmektedir.

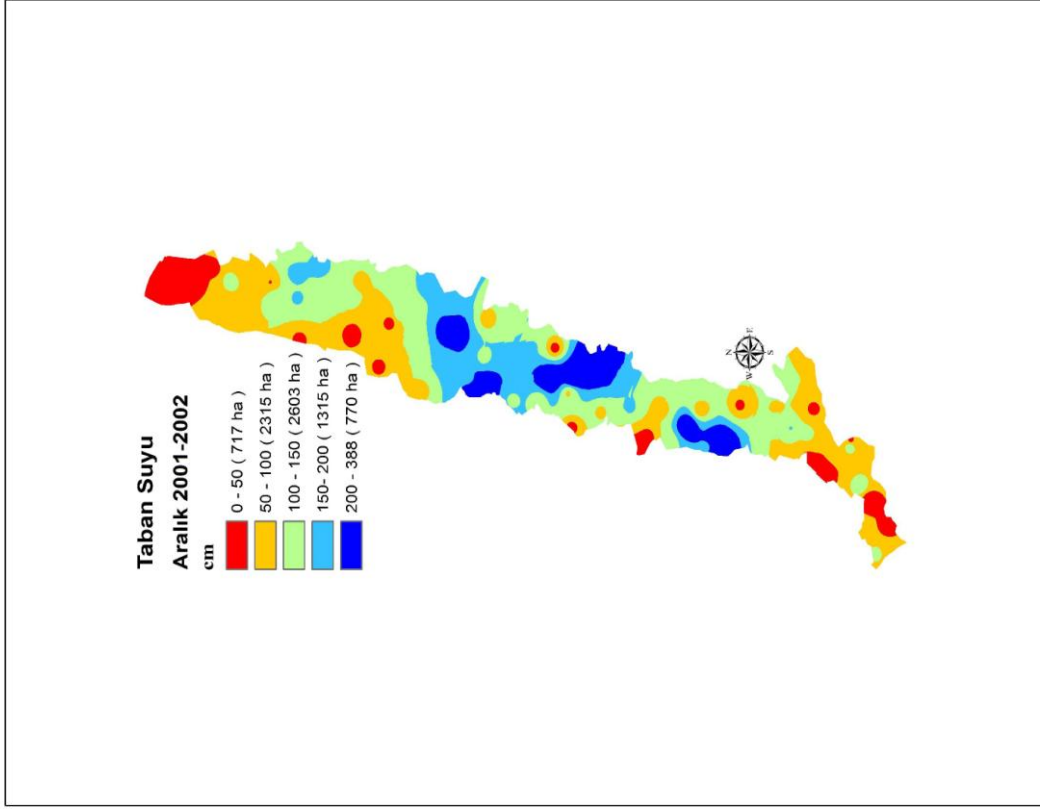
2001-2002 döneminin sulama mevsimi dışında taban suyunun en fazla yükseldiği ay Aralık ayıdır. 2001-2002 döneminin Aralık ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.3(b)'de verilmiştir. Aralık ayında sulama sahasına düşen 302.3 mm yağış miktarının da etkisiyle taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının % 9.28'lik bir oran ile toplam alanının 717 ha'ına karşılık gelir. Taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının % 30' luk bir oran ile 2315 ha'dır Toplamda 0-100 cm arası taban suyunun etkili olduğu alan 3032 ha'dır. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 33.7'lik bir oranı ile 2603 ha' lık bir karşılık gelmektedir. Sulama sahasının 1315 ha'lık alanında görülen taban suyu seviyesi, 150-200 cm dir ki bu alan, sulama sahasının % 17'lik bir bölümünü kaplar. Geriye kalan 770 ha'lık % 10'luk bir alanda taban suyu seviyesi 200 cm'nin üzerindedir.

2002-2003 döneminde, 2001-2002 dönemine benzer şekilde sulama mevsimi içerisinde ait kritik taban suyunun en yüksek olduğu ay Mayıs ayıdır. 2002-2003 döneminin mayıs ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.4(a)'da verilmiştir. 2002-2003 döneminin sulama mevsimi içerisinde yer alan Mayıs ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-392 cm arasında değiştiği görülmektedir. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 0.142 lik oranı olan 11 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 3.5'lik bir oranına, 270 ha'lık bir alanına denk düşmektedir. Toplamda 281 ha'lık bir alanda, taban suyu seviyesinin 0-100 cm arasında kritik değerde olduğu görülmektedir. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 11.2'lik bir oranı ile 864 ha'lık bir alanına isabet etmektedir. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 14.2'lik bir oranı ile 1100 ha'ında görülürken, 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 70.96'lık bir oran ile 5475 ha lık alanında görülmektedir.

2002-2003 döneminin sulama mevsimi dışı kritik en yüksek taban suyu seviyesi Mart ayında görülmüştür. Mart ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.4(b)'de verilmiştir.

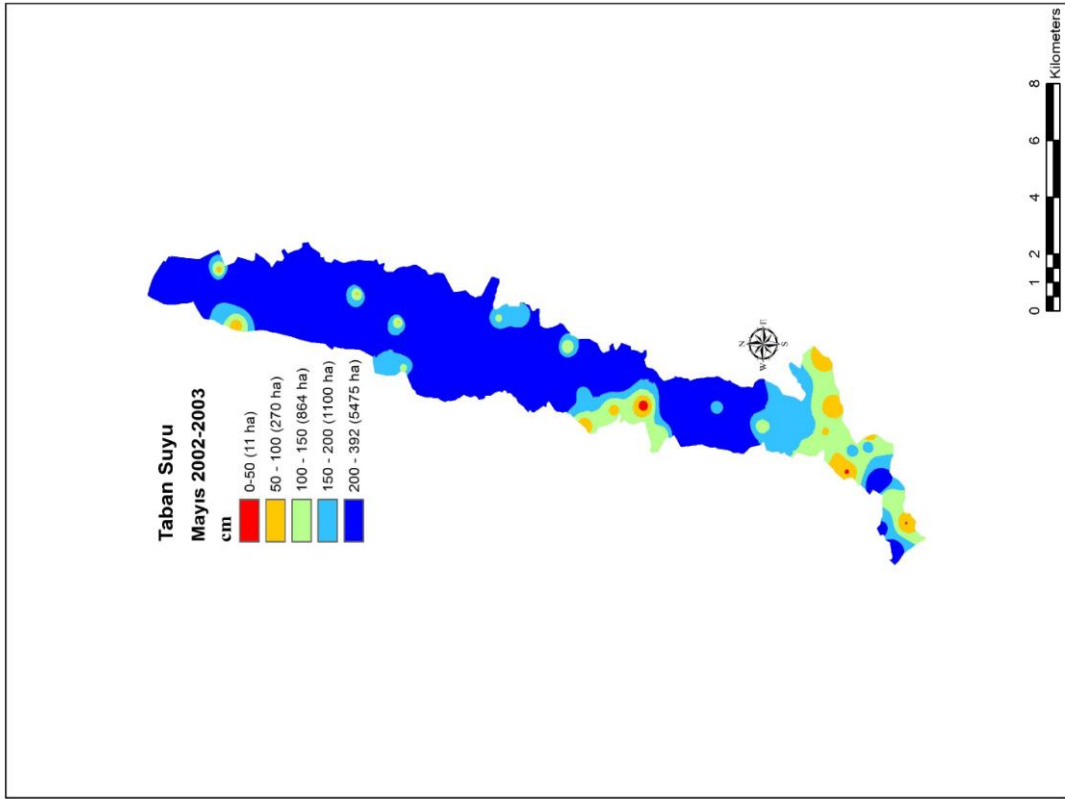


(a)

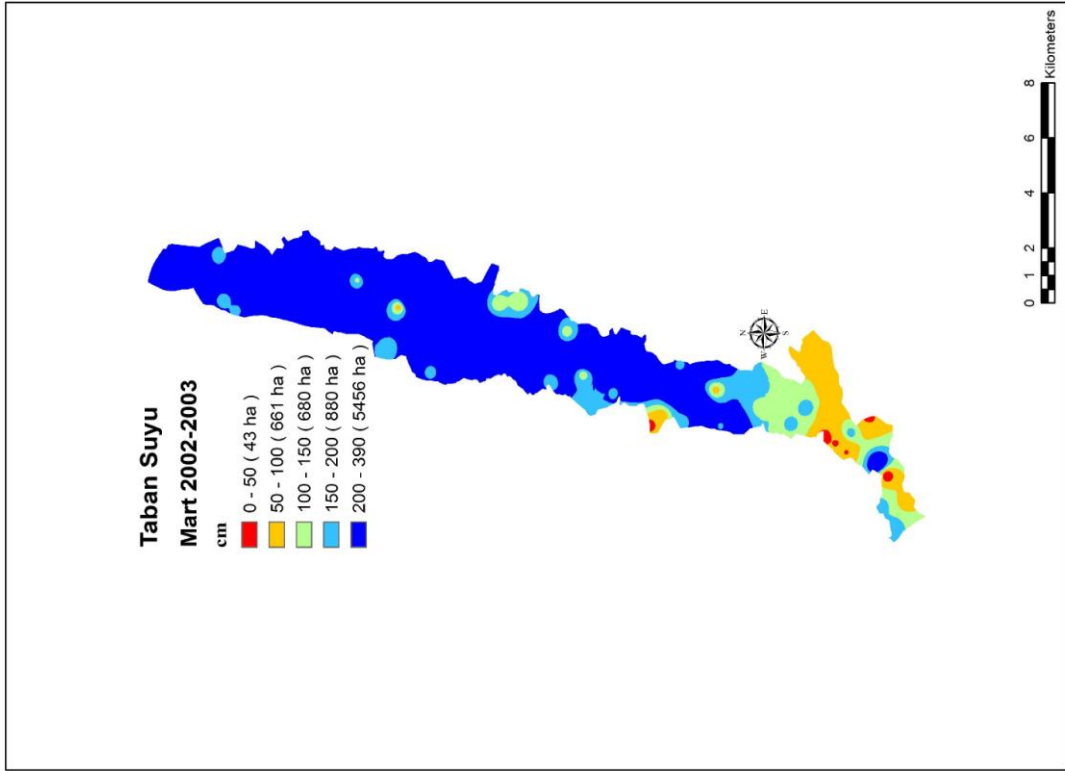


(b)

Şekil 4.3. (a) Mayıs – (b) Aralık ayları 2001-2002 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları



(a)



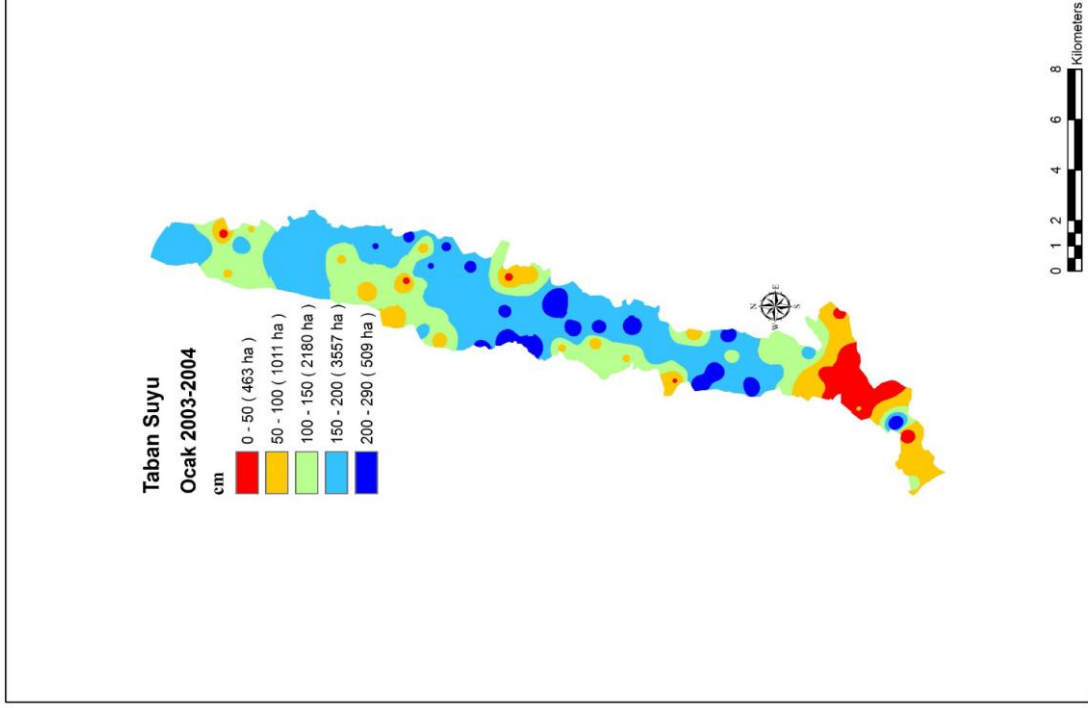
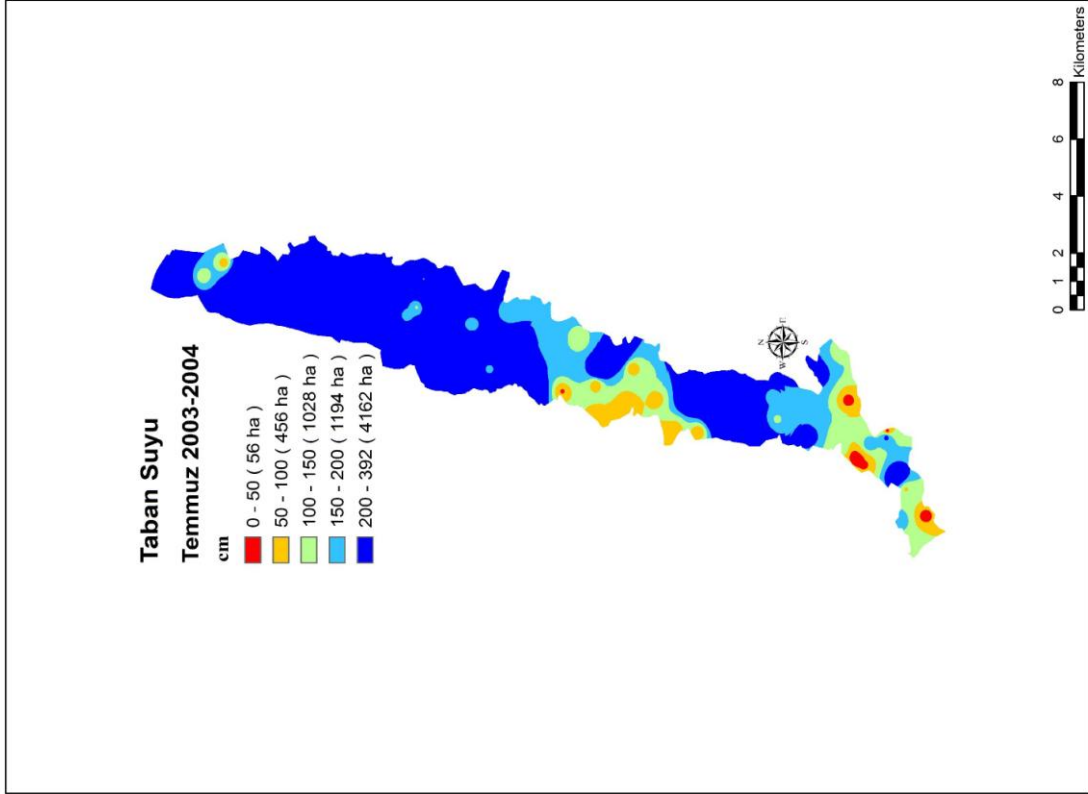
(b)

Şekil 4.4. (a) Mayıs – (b) Mart ayları 2002-2003 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

Şekilden de görüldüğü gibi taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının % 0.56'lık bir oran ile toplam alanının 43 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 8.5'lik bir oran ile 661 ha'lık alanını kaplamaktadır. Dolayısıyla, sulama sahasının 704 ha'lık bir alanında, taban suyu seviyesi 100 cm altındadır. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlara bakıldığında, bu alanın, toplam alanın yaklaşık % 8.8' lik bir oranı ile 680 ha'lık bir alanına isabet ettiği görülür. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 11.4 lik bir oranı ile 880 ha, 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 70.74' luk bir oran ile 5456 ha'lık alanına denk düşmektedir.

2003-2004 döneminde sulama mevsimi içerisinde kritik en yüksek taban suyu Temmuz ayı içerisinde gözlemlenmiştir. Temmuz ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.5(a)'da verilmiştir. Bu dönemin sulama mevsimi içerisinde yer alan Temmuz ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-392 cm arasında değiştiği görülmektedir. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 0.7'lik oranı olan 56 ha'lık alanında görülürken, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 5.9'luk bir oran ile 456 ha'lık bir alanında görülür. Bu dönem sulama sahasına en fazla sulama suyu 7450000 m³ olarak Temmuz ayı içerisinde uygulanmıştır. Bu nedenle Temmuz ayında en fazla taban suyu yükselmesi gerçekleştiği düşünülmüştür. Toplamda 512ha'lık alanda taban suyu seviyesi 0-100 cm arasında iken, taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlarda, 0-100 cm olan alanların oranına göre artış gözükmemektedir. Taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar, % 24'lük bir oranı ile 1852 ha'dır. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 15.4'lük bir oran ile 1194 ha'lık bir alanı kaplamaktadır. Taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının geriye kalan % 54'lük bir oranı ile 4162 ha'dır.

Ocak ayı 2003-2004 döneminde sulama mevsimi dışında taban suyu seviyesi açısından en yüksek ay olarak belirlenmiştir. 2003-2004 döneminin Ocak ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.5(b)'de verilmiştir. 2003-2004 döneminin sulama mevsimi dışında olan Ocak ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-290 cm arasında değişmiştir. Ocak ayında sulama sahasına 199.8 mm yağış düşmüştür. Sulama sahasının % 6.5'lik bir alanına denk düşen 463 ha'lık bir alanında taban suyu seviyesi 0-50 cm arasında değişir iken, 50-100 cm arasında değişen taban suyu seviyesinin kapladığı alan, % 13'lük bir oran ile 1011 ha'dır.

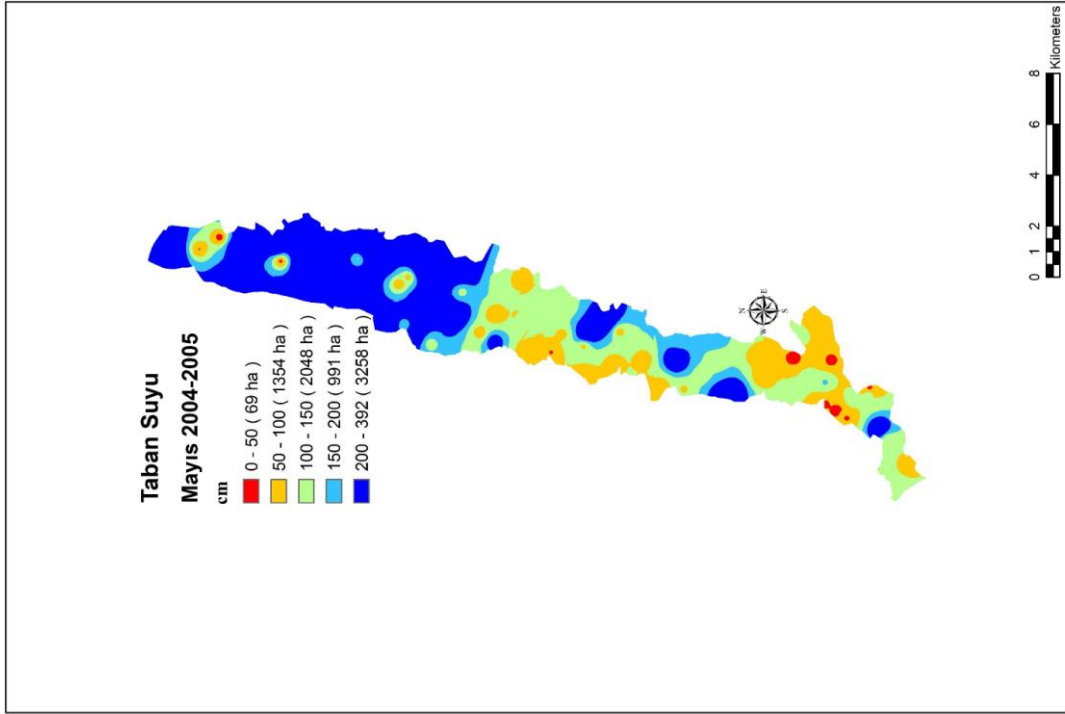


(a) Temmuz - b) Ocak ayları 2003-2004 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

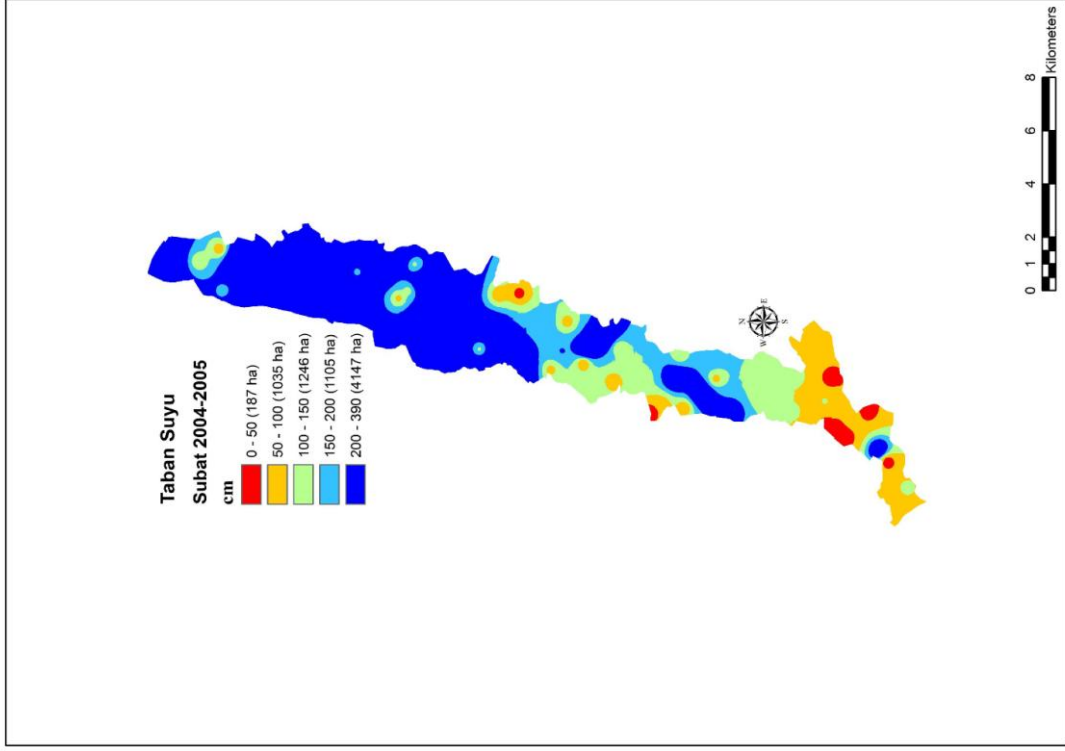
Dolayısıyla, sulama sahasının 1474 ha'lık alanında taban suyu seviyesi 0-100 cm arasında kritik bölgeye ulaşmıştır. Taban suyunun bu ayda gerçekleşen aşırı yağıştan dolayı yükseldiği düşünülmüştür. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 28.2'lik bir oranı ile 2180 ha'lık bir alanına isabet etmektedir. Sulama sahasının % 46'lık kısmında, 3557 ha'lık kısmında taban suyu, 150-200 cm arasındadır. Taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 6.3'lük bir oran ile 509 ha'dır.

2004-2005 döneminde sulama mevsimi içerisinde Mayıs ayı taban suyu seviyesi açısından en kritik ay olarak saptanmıştır. 2004-2005 döneminin Mayıs ayına ait kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.6(a)'da verilmiştir. 2004-2005 döneminin sulama mevsimi içerisinde yer alan Mayıs ayına ait taban suyu seviyesi, 0-392 cm arasında değişmektedir. Sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 0.9'lük oranı olan 69 ha'lık alanında taban suyu seviyesi 0-50 cm arasında iken, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının % 17.5'lik bir oran ile 1354 ha'lık bir alanını kaplamaktadır. Toplamda, 1423 ha'lık bir alanda, taban suyu seviyesi 0-100 cm arasındadır. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 26.5'lük bir oranı ile 2048 ha'lık bir alanını kaplar. Sulama sahasının % 12.8'lik bir oran ile 991 ha'lık alanında taban suyu seviyesi 150-200 cm arasındadır. Taban suyu seviyesinin 200 cm'den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 42.3'lük bir oranı ile 3258 ha'lık alanına denk düşmektedir.

2004-2005 döneminin sulama mevsimi dışında olan Şubat ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.6(b)'de gösterilmiştir. 2004-2005 döneminin Şubat ayına ait taban suyu değişim haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-390 cm arasında değiştiği görülmektedir. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 2.4'lük oranı olan 187 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 13.4'lük bir oran ile 1035 ha'lık bir alanına denk düşmektedir. Dolayısıyla sulama sahasının 1222 ha'ında taban suyu seviyesi 0-100 cm arasında değişmektedir. Şubat ayında sulama sahasına 149.9 mm yağış düşmüştür. Taban suyu seviyesinin yükselmesinin bu dönem meydana gelen yüksek miktardaki yağıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının yaklaşık % 16.13' lük bir oranı ile 1246 ha'lık bir alanını kaplar. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 14.3'lük bir oranı ile 1105 ha'dır. Sulama sahasının % 53.6'lık bir oranı ile 4147 ha'lık alanında taban suyu seviyesi 200cm'nin üzerindedir.



(a)

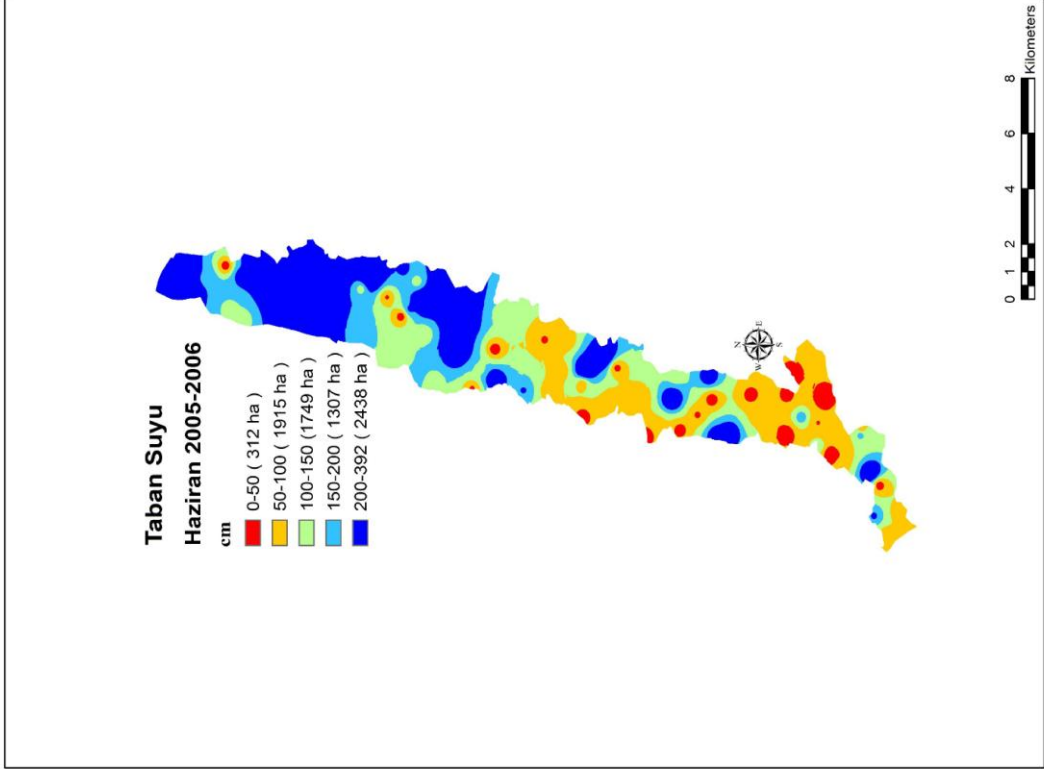
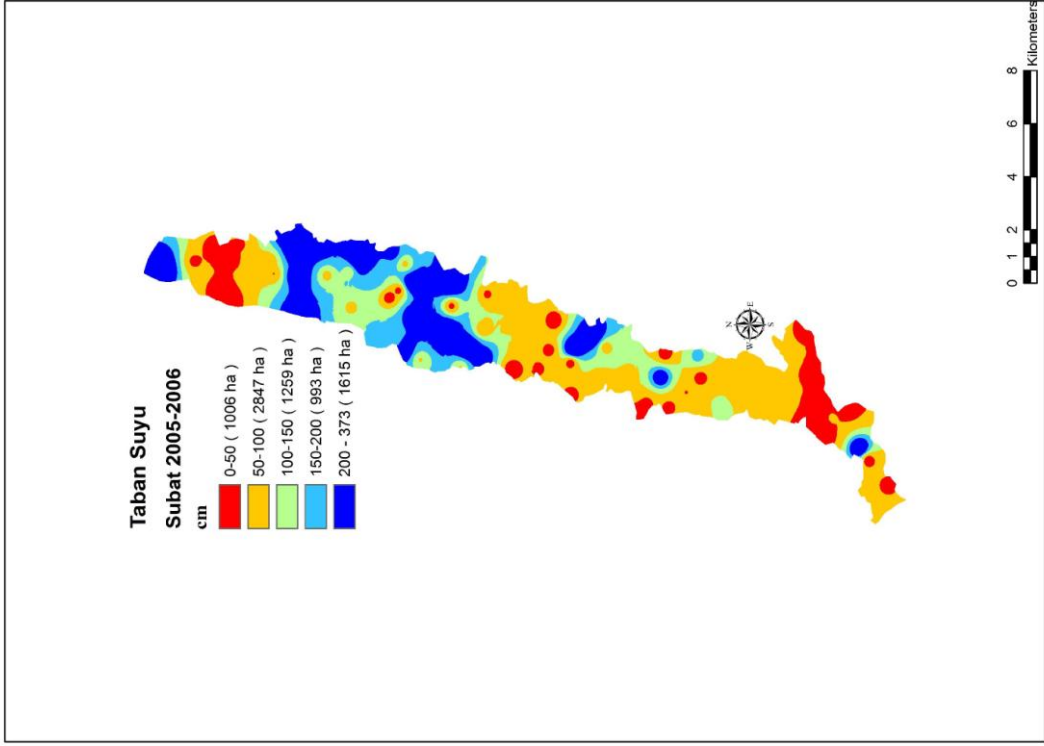


(b)

Şekil 4.6. (a) Mayıs – (b) Şubat ayları 2004-2005 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

Sulama mevsimi dikkate alındığında 2005-2006 döneminde en kritik taban suyu seviyesi Haziran ayında gerçekleşmiştir. 2005-2006 döneminin Haziran ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.7(a)'da verilmiştir. Haziran ayında Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 4' lük oranı olan 312 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 24.8'lik bir oran ile 1915 ha'lık bir alanına denk düşmektedir. 0-100 cm arasında değişen taban suyu seviyesine sahip olan toplam alan, sulama sahasının 2227 ha'ına karşılık gelmektedir. Sulama döneminde taban suyu seviyesinin yükselmesinin nedeni olarak uygulanan sulama suyu miktarındaki artış görülmektedir. Bu dönem çeltik ekim alanı 2000-2009 yılları dikkate alındığında en fazla ekim alanına ulaşmıştır. Bu dönem uygulanan sulama suyu miktarı 2000-2009 dönemleri ortalamasının yaklaşık 1.5 katı kadardır. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 22.6'lık bir oranı ile 1748 ha'lık bir alanına isabet etmektedir. 1307 ha'lık bir arazide taban suyu seviyesi 150-200 cm arasındadır ve bu alan, sulama sahasının % 16.9'unu oluşturur. Taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının % 31.7'lik bir oranı ile 2438 ha'lık alanına denk düşmektedir.

Taban suyu seviyesinin sulama mevsimi dışında, 2005-2006 döneminde Şubat ayında kritik en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. 2005-2006 döneminin Şubat ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.7(b)'de verilmiştir. Bu döneminin sulama mevsimi dışında kalan Şubat ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-373 cm arasında değiştiği göze çarpmaktadır. Bu ay içerisinde bölgeye düşen yağış, 84.7 mm'dir. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 13'lük oranı olan 1006 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 36.8'lik bir oran ile 2847 ha'lık bir alanına denk düşmektedir. Bu ay içerisinde sulama sahasında, taban suyu seviyesinin 0-100 cm arasında değiştiği alan, 3853ha'dır. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar ise, toplam alanın yaklaşık % 16.9'luk bir oranı ile 1258 ha'lık bir alanına isabet etmektedir. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 12.8' lik bir oran ile 993 ha'dır. Sulama sahasının % 20.5'lik bir oranı olan 1615 ha'lık alanında ise taban suyu seviyesi 200 cm'nin üzerindedir.



(a)

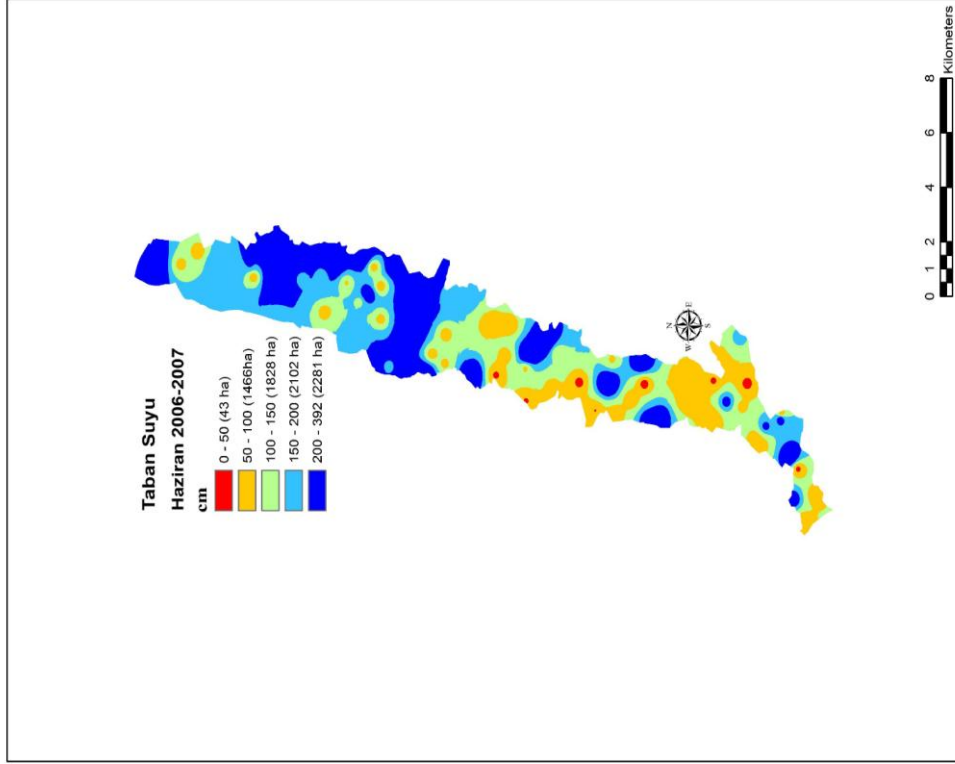
(b)

Şekil 4.7. (a) Haziran – (b) Şubat ayları 2005-2006 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

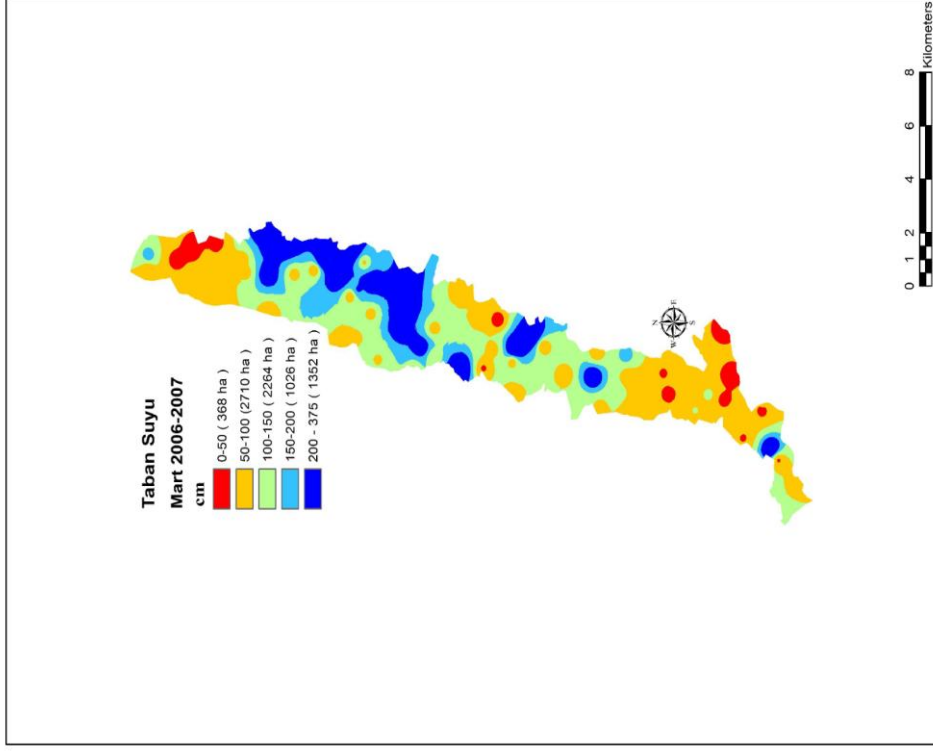
2006-2007 döneminde mevsim içi taban suyu seviyeleri dikkate alındığında, Haziran ayında taban suyu seviyesinin kritik seviyeye ulaştığı görülmektedir. Haziran ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.8(a)'da verilmiştir. Bu dönemin Haziran ayı'na ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-392 cm arasında değiştiği görülmektedir. Bu aya ait taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 0.56'lık oranı olan 43 ha'lık alanını oluştururken, sulama sahasının alanının % 19'lük bölümünü oluşturan 1466 ha'lık alanında, taban suyu seviyesi 50-100 cm arasında değişmektedir. Sonuç olarak, taban suyu seviyesinin Haziran ayında, 0-100 cm arasında olan kritik alanlarının toplamı, sulama sahasının 1509 ha'dır. Sulama sahasının % 23.6'sına isabet eden 1828 ha'lık alanında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değişmektedir. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 27.2'lik bir oran ile 2102 ha iken, taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu alanlar ise sulama sahasının geriye kalan % 29.64'lük bir oranı ile 2281 ha'dır.

2006-2007 döneminin sulama mevsimi dışında olan Mart ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.8(b)'de verilmiştir. Bu dönemin Mart ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-376 cm arasında değiştiği göze çarpmaktadır. Mart ayında sulama sahasına düşen 181.6 mm yağışın da etkisiyle taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 4.6'lık oranı olan 358 ha'lık alanına, 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 35.1'lik bir oran ile 2710 ha'lık bir alanına denk düşmektedir. Buradan da çıkarılabileceği üzere 2006-2007 döneminde Mart ayında 2995 ha'lık bir alanda taban suyu seviyesi 0-100 cm arasında değişmektedir. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alan ise, toplam alanın yaklaşık % 29.3'lük bir oranı ile 2264 ha'lık bir alanını kaplamaktadır. Sulama sahasının 1025 ha'lık alanına karşılık gelen % 13.27'lik alanında, taban suyu seviyesi 150-200 cm arasındadır. Taban suyu seviyesi, sulama sahasının % 17.73'lük bir oranı ile 1352 ha'lık alanında 0-200 cm arasındadır.

2007-2008 döneminin sulama mevsimi içinde yer alan Temmuz ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.9(a)'da verilmiştir. 2007-2008 Temmuz ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde arazide taban suyu derinliğinin 0-392 cm arasında değiştiği görülmektedir. Taban suyu seviyesi, 0-50 cm arasında sulama sahasının yaklaşık % 1.12'lik alanında, 100 ha arazide görülürken, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının %11.6'lık bir oran ile 896 ha'lık bir alanında görülmektedir.



(a)



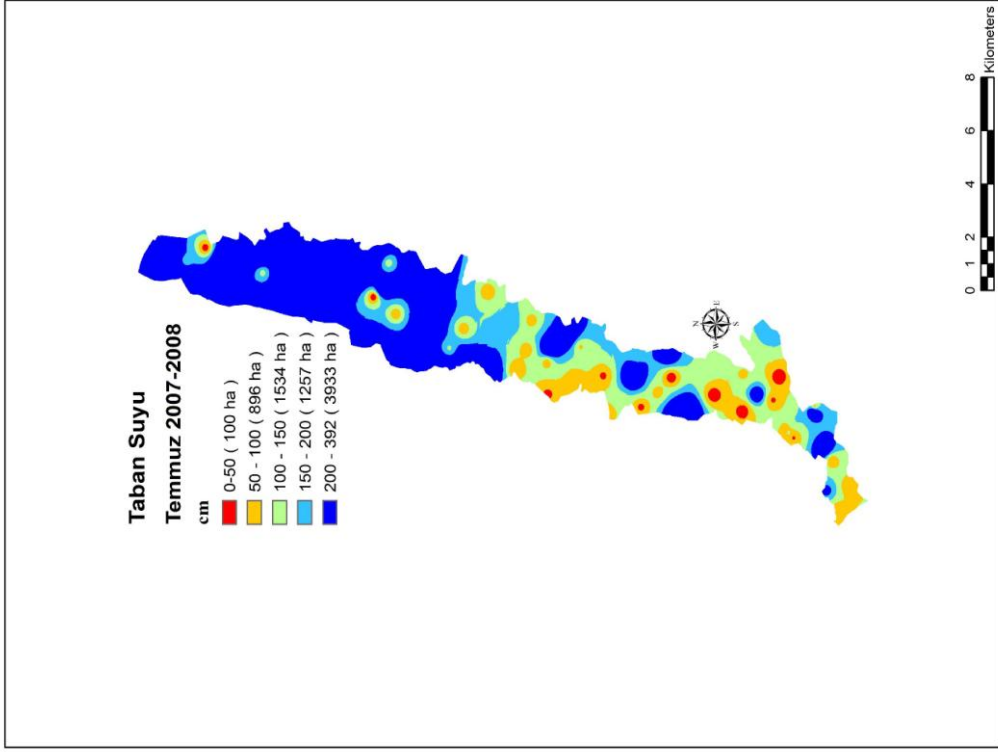
(b)

Şekil 4.8. (a) Haziran – (b) Mart ayları 2006-2007 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

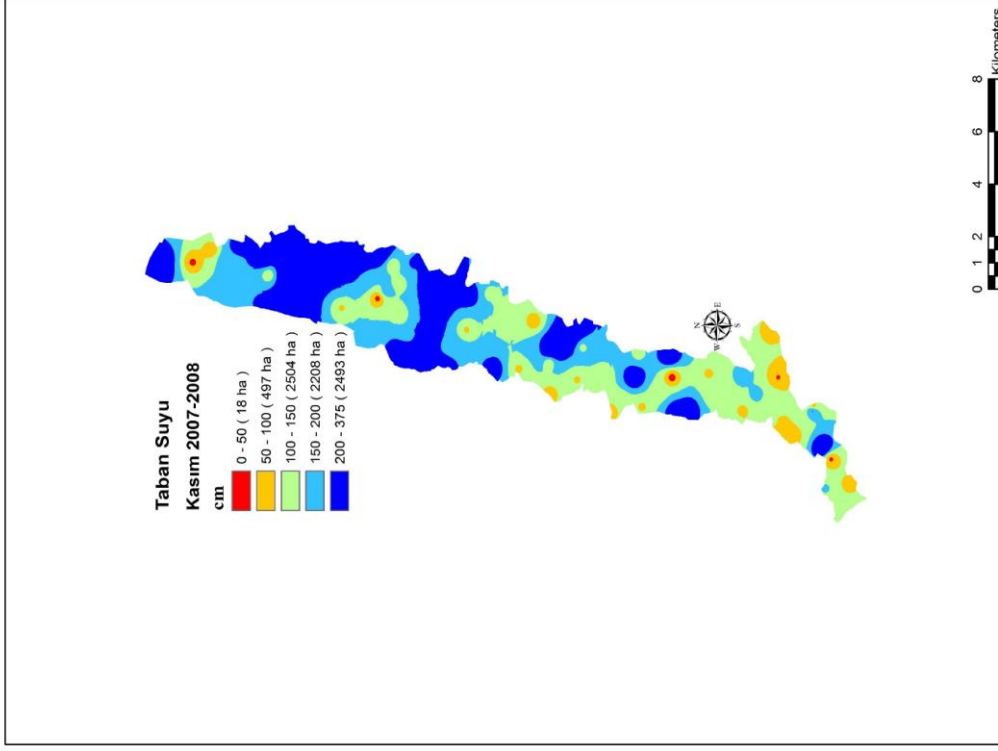
0-100 cm arasında kalan kritik bölgeler, toplamda 996 ha araziden ibarettir. Sulama sahasının % 19.8'lik oranına tekabül eden 1534 ha'lık alanında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği görülürken, bu seviyenin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 16.2'lik bir oran ile 1257 ha'ını kaplamaktadır. Taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu alanlarda ise büyük bir artış görülmektedir. Sulama sahasının % 51.28'lik bir oranında, 3933 ha arazide taban suyu seviyesi 200 cm'nin üzerindedir.

Taban suyu seviyesinin, sulama mevsimi dışında, 2007-2008 döneminde Kasım ayında kritik en yüksek seviyeye ulaştığı harita, şekil 4.9(b)'de verilmiştir. 0-375 cm arasında bir taban suyu seviyesi değişimi gösteren Kasım ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde, Kasım ayında sulama sahasına düşen 406.4 mm yağışın da etkisiyle taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 0.23'lük oranı olan 18 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 6.4' lük bir oran ile 497 ha' lık bir alanına denk düşmektedir. Toplamda taban suyu seviyesinin 0-100 cm olduğu kritik alan, 515 ha'dır. Sulama sahasında taban suyu seviyesi 100-150 cm arasında 2504 ha'lık arazide görülmektedir ve bu alan, sulama sahasının % 32.4'ünden ibarettir. Sulama sahasının % 28.6'lık oranına denk düşen 2208 ha'lık alanında taban suyu seviyesi 150-200 cm arasında değişmektedir. Taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu alanlar ise, sulama sahasının geriye kalan % 32.37'lik bir oranı ile 2493 ha'lık alanını kaplamaktadır.

Taban suyu seviyesi, sulama mevsimleri dikkate alındığında 2008-2009 döneminde Temmuz ayında en yüksek kritik seviyeye ulaşmıştır. 2008-2009 döneminin sulama mevsimi içinde olan Temmuz ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.10(a)'da verilmiştir. Bu dönemde 0-392 cm arasında değişen bir taban suyu seviyesi görülmektedir. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, sulama sahasının toplam alanının yaklaşık % 0.6'lık oranı olan 46 ha'lık alanına, taban suyu seviyesinin 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının 947 ha' lık alanı olan % 12.3'lük bir oranına denk düşmektedir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, sulama sahasının 993 ha'lık arazisinde taban suyu değeri 0-100 cm ile kritik seviyededir. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar toplam alanın yaklaşık % 12.4'lük bir oranı ile 957 ha'lık bir alanına isabet etmektedir. Sahasın % 13.6'lık oranına isabet eden 1053 ha'lık arazisinde taban suyu seviyesi 150-200 cm arasında değişmektedir. Taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu alanların ise, sulama sahasının % 61.1'lik kısmında, 4717 ha'lık alanına karşılık geldiği görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 4.9. (a)Temmuz – (b)Kasım ayları 2007-2008 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

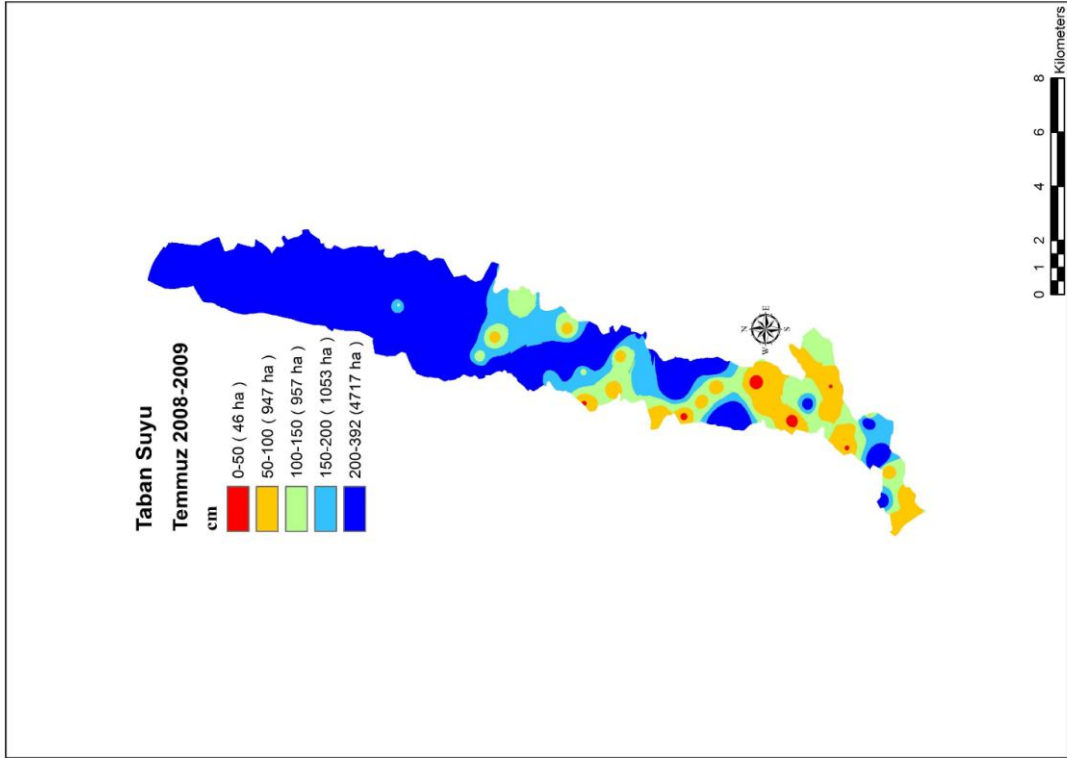
Taban suyu seviyesi, 2008-2009 döneminde en kritik değerine sulama mevsimi dışında kalan Mart ayında ulaşmıştır. 2008-2009 döneminin Mart ayına ait taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritası, şekil 4.10(b)'de verilmiştir. Bu dönemde taban suyu derinliğinin 0-388 cm arasında değiştiği görülmektedir. Bu yıllar arasında Mart ayında sulama sahasına 88.4 mm yağış düşmüştür. Taban suyu seviyesinin 0-50 cm arasında değiştiği alanlar, toplam alanın % 0.83'lük bir oranı ile 64 ha'lık bir alanında, 50-100 cm arasında değiştiği alanlar ise, sulama sahasının % 10.3'lük bir oran ile 797 ha'lık bir alanına denk düşmektedir. 0-100 cm derinlik aralığına sahip toplam alan, sulama sahasının 861 ha'lık alanına isabet eder. Sulama sahasında taban suyu seviyesinin 100-150 cm arasında değiştiği alanlar toplam alanın yaklaşık % 17.5'lik bir oranı ile 1352 ha'lık bir alanında ibarettir. Taban suyu seviyesinin 150-200 cm arasında olduğu alanlar, sulama sahasının % 28.6'lık bir oranı ile 2210 ha'dır. Sulama sahasının geriye kalan 3297 ha'ına karşılık gelen % 42.77'lik bölümünde, taban suyu seviyesinin 200 cm den fazla olduğu görülür.

Taban suyu seviyesine yağışın etkili olup olmadığını incelemek amacıyla ölçümlerin yapıldığı ayda sulama sahasında oluşan yağışların ve verilen su miktarının da incelemesi gerekir. (Arslan 2005).

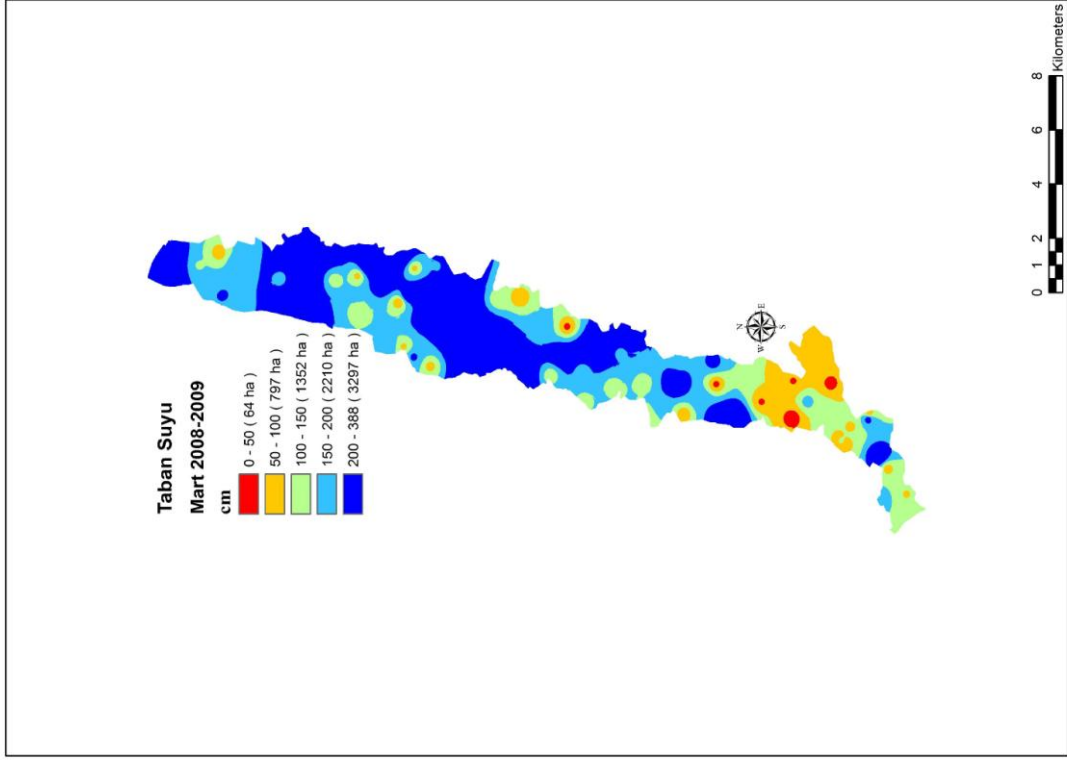
Tüm yıllar dikkate alındığında, sulama mevsimi içerisinde en büyük taban suyu problemi 2005-2006 sulama döneminde gerçekleşmiştir. Bu dönemde Haziran ayında 2227 ha'lık bir alanda taban suyu problemi yaşanmıştır. Sulama mevsimi içerisinde taban suyunun yükselmesinin nedeni uygulanan yüksek miktarda sulama suyu olduğu düşünülmektedir. Bu dönemde şebekeye 8077000m^3 su verilmiştir. 2000-2009 yıllarında, aynı dönemlerde uygulanan su miktarları ise, 2940000m^3 , 4116259m^3 , 3704994m^3 , 4168451m^3 , 4554825m^3 , 11626416m^3 , 8478138m^3 ve 10412316m^3 'tür. (Anonim 2010). Buna göre, Haziran 2006'da sulama sahasına 2000-2009 yıllarındaki uygulanan sulama suyu miktarının ortalamasına göre yaklaşık 1.5 katı kadar su uygulanmıştır. Ayrıca bu dönem yine 2001-2009 dönemi dikkate alındığı aylık yağış sıralamasında 66.6 mm ile 2005 yılından sonra 2. sırada gelmektedir.

2000-2001'den 2008-2009 sulama mevsimine kadar geçen sürede mevsim içi dönemde, gözlenen kritik taban suyuna sahip bölgeler 9 yıl için sırasıyla 94, 231, 281, 512, 1423, 2227, 1509, 1534 ve 993 ha olarak saptanmıştır.

Görüldüğü üzere özellikle 2004-2005 (1425 ha) sulamasından başlayarak 2007-2008 (1534 ha) alanda taban suyu değeri diğer yıllara oranla artış göstermiştir. Bu durum Anonim (2000-2009)'da belirtildiği gibi sulama şebekesindeki bitki deseninde meydana gelen



(a)



(b)

Şekil 4.10. (a)Temmuz – (b)Mart ayları 2008-2009 dönemi taban suyu kritik en yüksek eşderinlik haritaları

değişimlere bağlı olarak gerçekleşmiştir. Bu dönemlerde bitki deseninde çeltik üretiminin artması yüksek taban suyu seviyesine sahip alanların da artışı beraberinde getirmiştir.

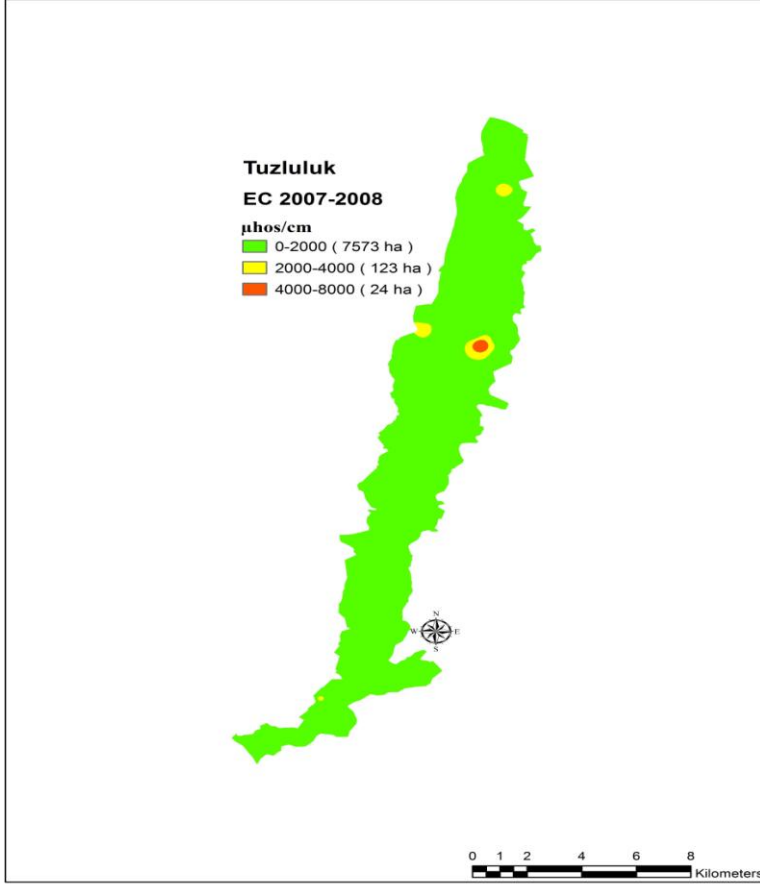
4.1.5. Taban suyu tuzluluk seviyesinin kritik olduğu bölgelerin belirlenmesine ait sonuçlar

Taban suyu tuzluluğuna ilişkin yapılan incelemede, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 yıllarına ait tuzluluk değerleri ve etkili oldukları alan büyüklüğü sırasıyla aşağıdaki çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelgeden de izlenildiği üzere, taban suyunun tuzluluğunun 4000-8000µhos/cm arasında olduğu en fazla alana sahip olan dönem, 2007-2008 dönemidir.

DSİ XI. Bölge müdürlüğünden alınan taban suyu ölçüm formlarından yararlanılarak elde edilen EC değerlerinin mekansal dağılımı, Gündoğdu ve ark (1998)'de belirtilen yöntemle göre Arcgis 9.3 Programı yardımıyla oluşturulmuştur. 2007-2008 sezonuna ait taban suyu eş tuzluluk haritası şekil 4.11'de gösterilmiştir. Şekilden de izlenilebileceği üzere, orta seviyede tuzlu olarak nitelendirilen en fazla alan, 2007-2008 sezonunda sadece 24 ha'lık bir alanı kaplamakta ve bu alan, çalışma alanının % 0.31'lik bir alanına isabet etmektedir.

Çizelge 4.3. Taban suyu tuzluluğunun alansal dağılımı

| | Taban suyu tuzluluk değerleri (µhos/cm) | | |
|-----------|---|-----------|-----------|
| | 0-2000 | 2000-4000 | 4000-8000 |
| Yıllar | Taban suyu tuzluluğunun alansal dağılımı (ha) | | |
| 2000-2001 | 7715 | 5 | |
| 2001-2002 | 7620 | 84 | 16 |
| 2002-2003 | 7712 | 8 | |
| 2003-2004 | 7716 | 4 | |
| 2004-2005 | 7713 | 7 | |
| 2005-2006 | 7720 | | |
| 2006-2007 | 7718 | 2 | |
| 2007-2008 | 7523 | 123 | 24 |
| 2008-2009 | 7644 | 59 | 17 |



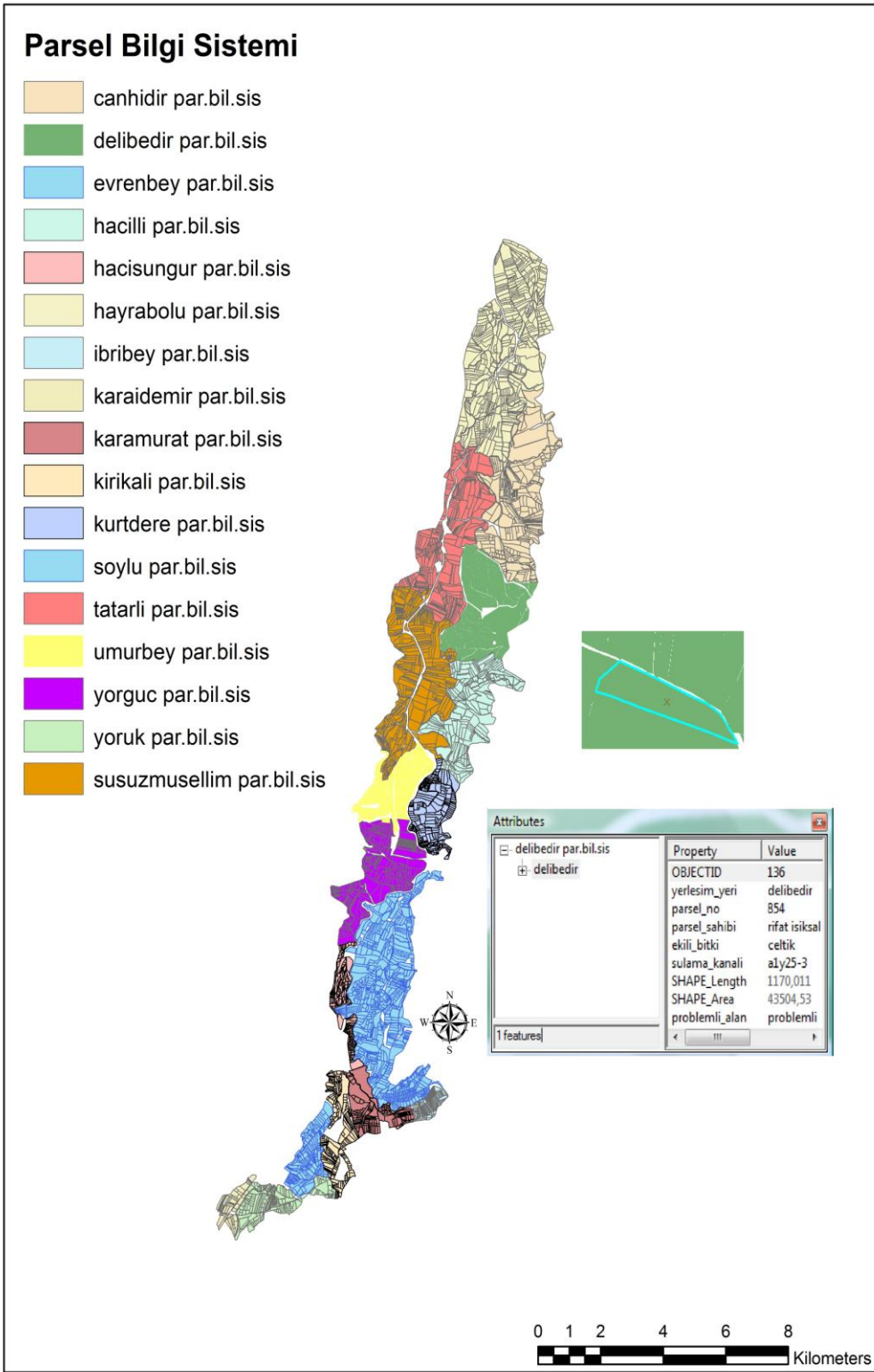
Şekil 4.11. Taban suyu eş tuzluluk haritası (2007-2008)

4.2. Şebeke Bilgi Sisteminin Oluşturulmasına İlişkin Sonuçlar

Sulama şebekesinin gerek fiziksel, gerekse çevresel durumunun belirlenmesinde ve gelecekte yapılacak çalışmalarda da yardımcı olması amacıyla GIS ortamında bir şebeke bilgi sistemi oluşturulmuştur. Şebeke bilgi sistemi, parsel, sulama kanalı ve drenaj kanalı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Oluşturulan şebeke bilgi sistemi taban suyu açısından problemlili alanlarda yer alan parsel, sulama kanalı ve drenaj kanallarının belirlenmesi amacıyla kullanılabilir.

4.2.1. Parsel bilgi sisteminin hazırlanmasına ilişkin sonuçlar

Şebeke bilgi sistemindeki ilk katman, parsel bilgi katmanıdır. Oluşturulan parsel bilgi katmanlarının ilişkin harite ve öz nitelik tablosu şekil 4.12’de verilmiştir



Şekil 4.12. Parsel bilgi katmanı

Canhıdır, Delibedir, Evrenbey, Hacılı, Hacısungur, İbribey, Karaidemir, Karamurat, Kırıkali, Kurtdere, Soylu, Susuz müsellim, Tatarlı, Umurbey, Yörgüç, Yörük olmak üzere toplam 16 köy ve Hayrabolu ilçesini kapsayan sulama sahasının toplam alanı, 7720 ha'dır. En fazla parselle sahip olan köy, 805 parsel ve 1009 ha arazi ile Soylu, en az parselle sahip olan köy ise 61 parsel ve 80 ha lık arazisi ile Karaidemir köyü' dür. Diğer köylere ait parsel sayıları Canhıdır, Delibedir, Evrenbey, Hacılı, Hacısungur, İbribey, Karamurat, Kırıkali, Kurtdere, Susuzmusellim, Tatarlı, Umurbey, Yörgüç, Yörük Köyleri'nde sırasıyla 311, 237, 189, 117, 213, 143, 154, 185, 247, 397, 273, 193, 231 ve 179'dur. Hayrabolu İlçesi' ne ait parsel sayısı ise 473' tür. Çalışma sırasında, taban suyunun problemlili olduğu parseller, Arcgis programının sorgulama özelliği ile parsel bilgi sistemi ve taban suyu haritaları kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4.13). Sorgulama sırasında, görsel olarak saptanan parsellere ait bilgiler, raporlar halinde kayıt edilmiştir. (Şekil 4.14).

4.2.1.1. Bitki deseninin belirlenmesine ilişkin sonuçlar

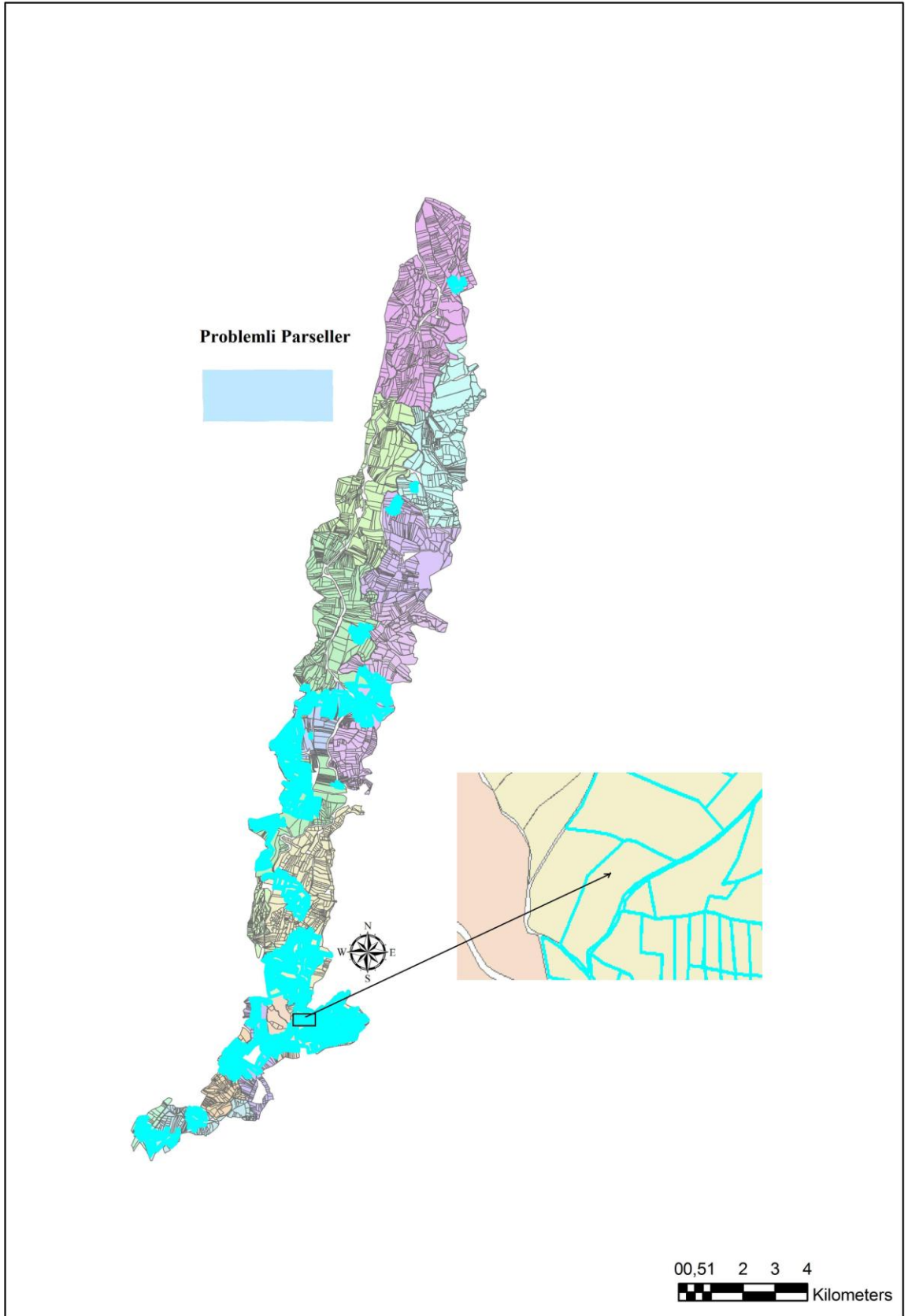
2009 yılı verileri kullanılarak, sulama sahasına ilişkin yapılan bitki sınıflandırmasına ilişkin sonuçlar, şekil 4.15'te verilmiştir.

Şekil 4.4'ten görüldüğü gibi sulama şebekesine bostan, çeltik, ay çiçeği, mısır, şeker pancarı ve buğday bitkileri ekilmiştir. Bu bitkilere ait ekiliş alanları ise, bostan, çeltik, ay çiçeği, mısır, şeker pancarı ve buğday için sırasıyla 470.85, 1602.31, 1464.03, 426.15, 505.875, 1977.65 ha olarak saptanmıştır.

4.2.2. Sulama kanalları katmanına ilişkin sonuçlar.

Sulama kanalları katmanlarına ilişkin oluşturulan harita ve öznetelik tablosu şekil 4.16'da verilmiştir.

Şekil 4.16'dan de izlenebileceği üzere, sulama sahasına A1 ve A2 olmak üzere iki ana kanal hizmet etmektedir. A1 ve A2 kanallarına bağlı 117 adet sekonder ve tersiyer kanallar bulunmaktadır. A1 Kanalının uzunluğu 52434 m, A2 kanalının uzunluğu 29597 m olarak saptanmıştır. A1'e bağlı 35 adet yedek kanal ve buna bağlı 58 tersiyer kanal, A2'ye bağlı 19 adet yedek kanal ve bunlara bağlı 5 tersiyer kanal mevcuttur. Toplam kanal sayısı 119'dur.

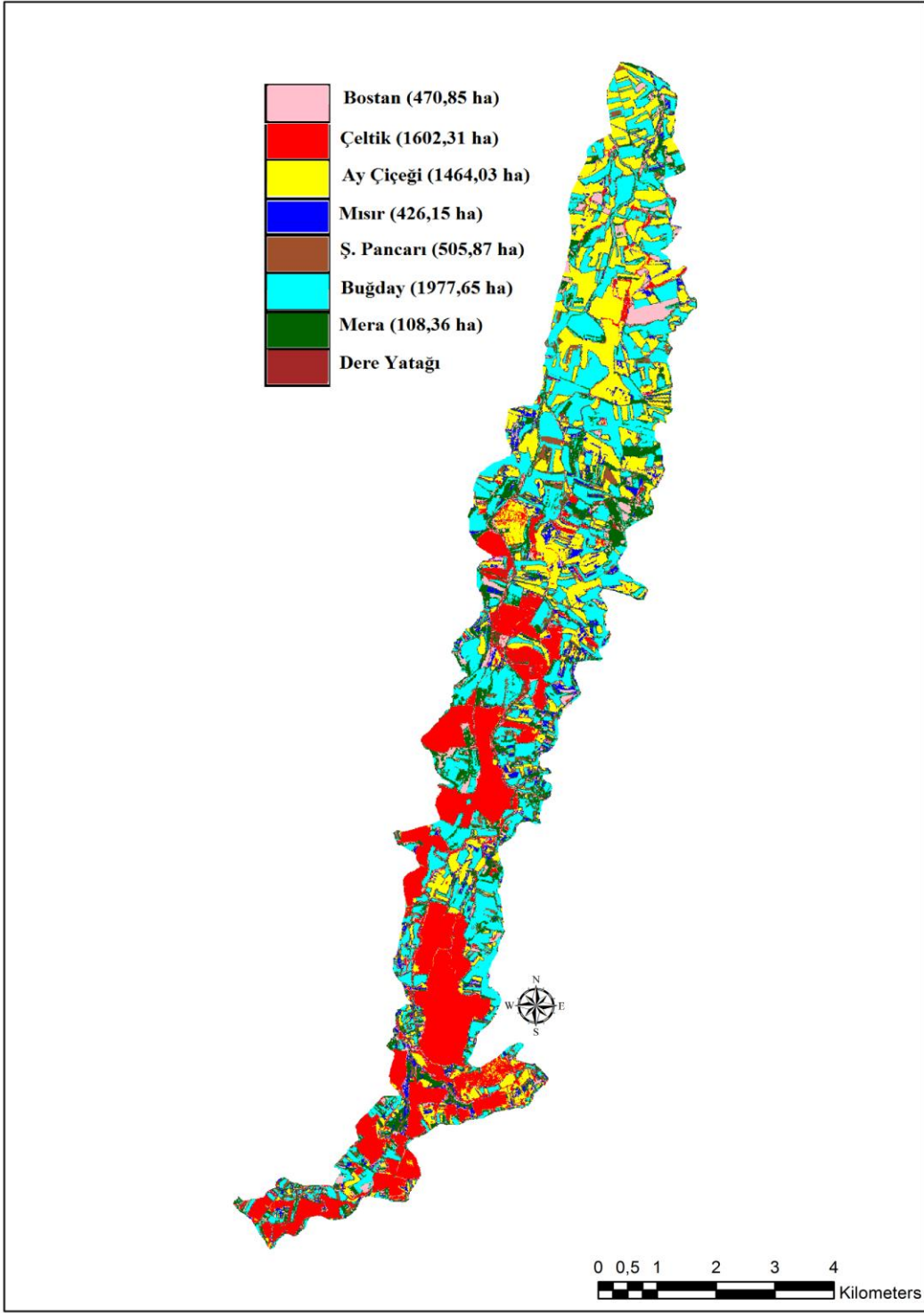


Şekil 4.13. Problemlı parseller katmanı

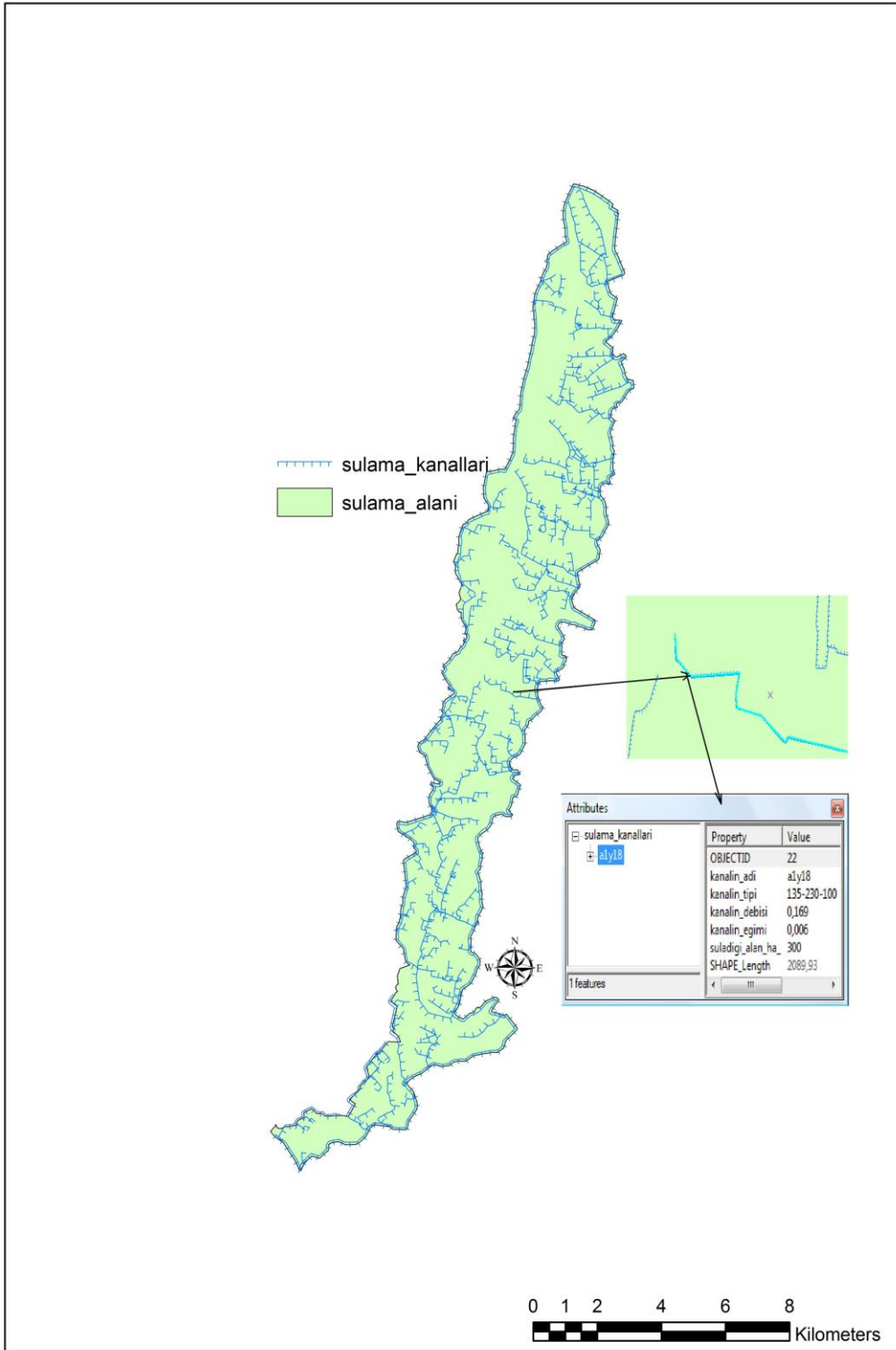
| OBJECTID * | yerlesim yeri | parsel no | parsel sahibi | sulama kanali | SHAPE Area |
|------------|---------------|-----------|-----------------------|---------------|-------------|
| 7 | soylu | 7 | ahmet sakar ve ort. | a1y13-2-1 | 12943,4533 |
| 9 | soylu | 8 | huseyin akbulut | a1y13-2-1 | 6357,58540 |
| 10 | soylu | 9 | zehra mehmet kizi | a1y13-2-1 | 5221,77079 |
| 11 | soylu | 10 | sidika ozkan | a1y13-2-1 | 6279,36107 |
| 12 | soylu | 11 | ali seyrel | a1y13-2-1 | 7100,40684 |
| 13 | soylu | 12 | mehmet seyrel | a1y13-2-1 | 5846,42790 |
| 14 | soylu | 13 | a.salih seyrel | a1y13-2-1 | 6223,79968 |
| 15 | soylu | 14 | nazim mumcuoglu | a1y13-2-1 | 14348,73334 |
| 33 | soylu | 30 | hasan keskinoglu | a1y13-1-2 | 8071,65247 |
| 234 | soylu | 447 | tahsin kurtaran | a1y13 | 7542,85539 |
| 240 | soylu | 363 | m.emin mumcuoglu | a1y12 | 68547,49449 |
| 241 | soylu | 364 | halil cetin | a1y12 | 10762,15847 |
| 242 | soylu | 365 | osman ozturk | a1y12 | 4576,52757 |
| 243 | soylu | 366 | sahittin dalgic | a1y12 | 3999,55570 |
| 244 | soylu | 367 | sahittin dalgic | a1y12 | 3736,08393 |
| 245 | soylu | 368 | sahittin dalgic | a1y12 | 3414,56068 |
| 246 | soylu | 369 | osman ozturk | a1y12 | 6416,7829 |
| 281 | soylu | 474 | bulent can | a1y13 | 39089,59165 |
| 282 | soylu | 475 | h.maksut mumcuoglu | a1y13 | 107851,3786 |
| 267 | soylu | 461 | bedriye yuksel ve ort | t-29 | 20943,76798 |
| 268 | soylu | 462 | irfan ozturk | t-29 | 5470,55269 |
| 269 | soylu | 463 | ali rasim gergin | t-29 | 5881,55766 |

Record: 1 Show: All Selected Records (424 out of 805 Selected) Options

Şekil 4.14. Parsel bilgi sistemine ait rapor alma örneği



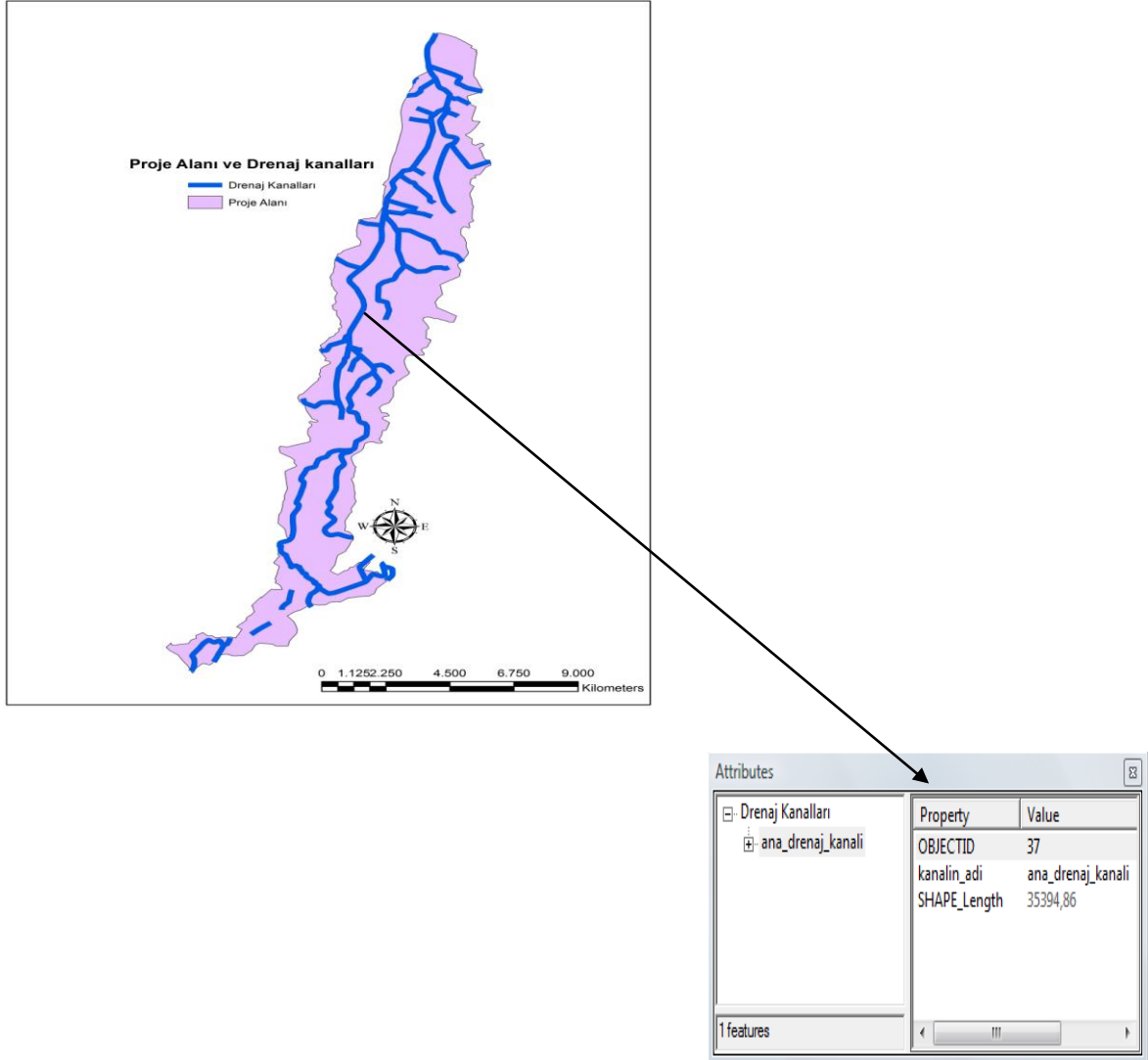
Şekil 4.15. Hayrabolu sulama sahasına ait bitki deseni (2009 yılı)



Şekil 4.16. Sulama kanalları katmanı

4.2.3. Drenaj kanalları katmanına ilişkin sonuçlar

Sulama sahasına ait drenaj kanallarını gösteren harita, şekil 4.17’de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Drenaj kanalları katmanı

Şekil 4.17’den görüldüğü üzere, sulama sahasına, 1 ana drenaj kanalı, 33 adet diğer drenaj kanalları hizmet etmektedir. En uzun drenaj kanalı, 35395 m uzunluk ile, ana drenaj kanalı olan, T-11 kanalı, en kısa kanal ise, T-21 kanalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, yöre halkıyla mevcut durumun saptanması amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır. Sulama suyu kalitesi yapılan analizler ile belirlenirken, taban suyu seviyesi ve tuzluluk durumu GIS ortamında incelenmiştir. Ayrıca, şebekenin analizi ve yorumlanmasında yardımcı bir araç olması amacıyla şebeke bilgi sistemi oluşturulmuştur. Buna göre, çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler, aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1- Araştırma alanında, 2009 yılında, sulama şebekesinden faydalanan köylerden tesadüfi olarak seçilen 10 ar kişi ile yapılan anket neticesinde, çiftçilerin sulama suyu temininde birtakım şikayetler belirtilmiştir. Kantite açısından herhangi bir sıkıntılarının olmadığı saptanmıştır. Ancak kalite yönünden özellikle Karaidemir köyündeki, çeltik tarımı yapan çiftçilerin sulama mevsimlerinde el ve ayaklarında, bacaklarında kızarıklıklar ve kaşıntıya bağlı şikayetleri olduğu dile getirilmiştir. Bu durumun, bölgede yer alan Malkara ilçesinin kanalizasyonlarının Karaidemir barajına boşaltılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Malkara ilçesine ait kanalizasyon sularının yapılacak bir arıtma tesisi ile kanalizasyon suyu temizlendikten sonra su kaynağına bırakılması gerekmektedir. Böylece, kurulacak arıtma sisteminin, özellikle su ile çokça temas eden çeltik çiftçileri tarafından bahsedilen, cilt problemlerinin önlenmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir

2 - Araştırma alanında yapılan sulama suyu analizinde, sulama suyunun kalitesi, gerek Karaidemir barajından alınan örnekte, gerek ana drenaj kanalından alınan örnekte tuzluluk bakımından C_3S_1 (hafif tuzlu), SAR ve RSC bakımından ise I. Sınıf su (çok iyi), olarak bulunmuştur. Az tuzlu olan bu suların aşırı kullanılmamak kaydıyla tuzluluk sorunu yaratmayacağı belirlenmiştir.

3 – Ana drenaj kanalı olarak kullanılan dere yatağındaki su, sulama amaçlı kullanılabilir niteliktedir. Ancak, öncelikle sulama suyunun tekrar kullanımı arttırmak için ana tahliye kanalının, sulama kooperatifi ve DSİ tarafından rehabilite edilmesi gerekmektedir.

4 - 2000 - 2009 dönemlerine ait taban suyu değerleri dikkate alınarak taban suyu seviyelerinin değişimi belirlenmiştir. Araştırmada, bu yıllar arasında taban suyunda en fazla yükselmenin olduğu yıl 2006 yılı olarak belirlenmiştir. Taban suyunun bu bölgede Haziran ayında yükselmesinin nedeni, sulama sahasına verilen fazla miktarda sulama olduğu düşünülmektedir. Bölgede taban suyu seviyesi nedeniyle sulama mevsimi içerisinde tehlike arz edecek boyutta bir problem söz konusu değildir.

5 - Taban suyu tuzluluk haritaları, taban suyu seviyesi haritalarına benzer şekilde hazırlanmış ve en fazla tuzluluğun 2007 – 2008 yılları arasında olduğu görülmektedir. Taban suyu tuzluluk değerleri, sulama sahasında çok küçük bir alan dışında bitki yetiştirme için açılarından olumsuz bir durum yansıtmamaktadır.

6 - Sulama şebekesinin gerek fiziksel, gerekse çevresel durumunun belirlenmesinde de yardımcı olması amacıyla CBS ortamında şebeke bilgi sistemi oluşturulmuştur. Bu bilgi sisteminde, tüm parseller, sulama kanalları ve drenaj kanallarına ait kadastral bilgiler yer almaktadır. Böylece araştırmalar sırasında problemliler, sulama kanalları, drenaj şebeke elemanlarının belirlenmesi ve uzun yıllar değerlendirilmeleri daha kolay gerçekleştirilebilecektir.

7 – Sulama şebekesinde yer alan bitki deseninin belirlenmesi için bölgeye ait iki adet Aster uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bitki sınıfı bostan, çeltik, ay çiçeği, mısır, şeker pancarı, buğday ekili tarlalarda, sırasıyla 470.85, 1602.31, 1464.03, 426.15, 505.875, 1977.65 ha olarak belirlenmiştir. Parsel bilgi sistemi ile bire bir değerlendirilebilecek bir sınıflandırma yapılabilmesi için, yüksek çözünürlükteki uydu görüntülerinin kullanılması gerekmektedir. UA ve CBS son yıllarda dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu iki araç sayesinde, klasik yöntemlere göre daha güvenilir verilere ulaşılırken, problem analizi ve değerlendirmeler çok daha basit ve hızlı bir biçimde gerçekleştirilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aksoy E, Özsoy G, Dirim M ve Tümsavaş Z (2001).** GAP II. Tarım Kongresi “Arazi Örtü/Arazi Kullanım Haritalamada Uzaktan Algılama ve CBS Tekniklerindeki Son Gelişmeler: U.Ü. Kampus Alanı Örneği” , 24-26 Ekim 2001. Şanlıurfa. II. Cilt s: 1045-1052.
- Alparslan E ve Erkan B (2007).** Yalova İli Güncel Arazi örtüsünün CBS ortamında AKKS ve Sayısal yükseklik verileri ile birlikte analizi. “TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı” 2-6 Nisan 2007 Ankara.
- Anonim (1969).** Hayrabolu Projesi Planlama Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü XI. Bölge Müdürlüğü, Meriç-Ergene Planlama Amirliği, Edirne, s: 109.
- Anonim (1987a).** DSİ XI. Bölge Müdürlüğü Sulama Tesisleri Tanıtım Föyü, 58s Edirne.
- Anonim (1987b).** Sulama Tesislerinde Taban Suyu İzleme Rehberi, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 1987, Ankara.
- Anonim (1992).** Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği. Türk Çevre Mevzuatı, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Cilt 2, s: 1196-1215.
- Anonim (1997).** Understanding GIS: The Arc/Info Method. Environmental Systems Research Institute (ESRI), John Wiley & Sons, Inc., New York, 475s.
- Anonim (1999).** Irrigation Guidelines, In. Environmental Guidelines. African Development Bank Group. Environmental and sustainable Development unit, Africa, s:6.
- Anonim (2002).** ArcGIS , Getting Started with ArcGIS, ISBN: 1-58948- 061-9, ESRI, Redlands, USA.
- Anonim (2003).** www.cevreorman.gov.tr. Çevresel Etki Değerlendirme yönetmeliği. (erişim tarihi, 7.9.2010).
- Anonim (2005).** Arcgis 9 Uygulama Dökümanı. Environmental Systems Research Institute (ESRI), John Wiley & Sons, Inc, ESRI, Ankara s: 122-129
- Anonim (2000-2009).** Taban suyu gözlem kuyuları ölçüm formları. DSİ Taban Suyu İzleme ve Değerlendirme Rehberi, Edirne, s:68.
- Anonim (2010).** www.meteoroloji.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=tekirdag (erişim tarihi, 20.6.2010).

- Apan M (1992).** IV.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi “Bafra ve Çarsamba Ovalarının Sulama ve Drenaj Yönünden Genel Sorunları ve İyileştirilmesiyle ilgili Çalışmalar” Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum
- Apan M, Demir Y ve Kara T (1995).** Bafra Ovasının Kültürteknik Yönünden Sorunları ve Sosyo- Ekonomik Yapısının Belirlenmesi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı:1, Samsun, s: 127-142
- Arıcı İ ve Demir AO (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 Geografic Information System. WDL Publications, Ottawa, s:249.
- Ayyıldız A (1990).** Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Ankara,s:344.
- Ayers RS ve Westcot DW (1985).** Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage. FAO, Rome, p:29
- Barrett C ve Therivel R (1991).** Environmental Policy and Impact Assessment in Japan. London, Routledge, p:427.
- Baştuğ R (1996).** “ Sulu Tarımda Sürdürülebilirlik Sorunları”. Toprak Su Dergisi, Kültürteknik Derneği, 96/2, Ankara, s:23-28
- Bayrak G (2006).** Hayrabolu Sulama Alanında Sulama Suyu Gereksiniminin Cropwat ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Uydu Görüntüleri Üzerinde Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Berkman A (1996).** Sürdürülebilir Tarımsal Kalkınmada Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Yeri ve Güneydoğu Anadolu Projesi Tarım ve Çevre İlişkileri Sempozyumu. Bildiri kitabı, Mersin, s:19-35.
- Beydemir M (2008).** Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Sistemleri Yardımıyla Toprak Haritalarının Güncelleştirilmesi. Y. Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Bolca M, Esetli T, Kurucu Y, Altınbaş Ü, Özden N ve Özen F (2004).** Uzaktan Algılama Tekniği Kullanılarak İzmir-Torbalı İlçesi 2001 yılı Tarımsal Ürün Deseninin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, Proje No: 2001-BİL-018, Bornova, İzmir.
- 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, Southampton, HR Wallingford, s:15.

- Bozkurt Z (2005).** Coğrafi Bilgi Sstemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çevresel Etki Değerlendirmesi Uygulamalarında Kullanımı. Y.Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Budak F (1999).** Çevre Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları. 3. Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, 1999. Adana.
- Cambell RE, Larson W.E, Ausheim T.S ve Brown P.L (1960).** Alfalfa response to irrigation water requirements and crop yields. Agricultural Water Management v: 76, England p: 24-35.
- Cavazza L ve Pisa PR (1988).** Effect of Watertable Depth and Waterlogging on Crop Yield. Agricultural Water Management, Rome, p: 29-34.
- Clark BD (1992).** “Sustainable Development: From Rhetoric to Solutions”. 13th International Seminar on Environmental Assessment and Management, University of Aberdeen, Scotland, 27 June-10 July 1993, p. 1-6.
- Çamoğlu G, Ölgen MK, Karataş BS ve Aşık Ş (2006).** 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri “Menemen Sulama Sisteminde Taban Suyunun Zamana ve Mekâna Göre Değişiminin Jeostatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Maltepe Ana Kanal Örneği” 13–16 Eylül 2006, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Çiftçi N, Kara M ve Yılmaz M (1995).** V.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi. “Konya Ovası Drenaj Sebekelerinde Su Kalitesinin Yıllık Değişimi ve Sulamada Kullanılabilirliği” Antalya.
- Çölkesen İ (2009).** Uaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi. Y.Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Gebze.
- Demir N ve Antepli S (2003).** II.Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri “DSİ Projelerinde Sulamanın Tabansuyuna Etkisi” Aydın, s: 404-408.
- Dougherty TC ve Hall A.W (1995).** Environmental Impact Assessment of Irrigation and Drainage Projects. FAO Irrigation and Drainage Paper No.53, s:70.
- Duran C ve Günek H (2007).** Hazar Gölü Havzası Arazi Kullanımındaki Değişikliklerin Belirlenmesi. Fırat Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi. c:17, s:2, Elazığ, s: 31-52
- Eckert S ve Kellenberger T (2004).** Quality analysis of automatic generated DEMs from ASTER-Data. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung, Germany, p:337-345.
- Ercan H (1990).** Sivas-Sarkışla Gazibey Ovasında Taban Suyu Seviyesi ve Tuzluluğunun Aylık Değişimi ve Drenaj Sorununa İlişkin Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Eryılmaz Y (2000).** Uzaktan Algılama Metoduyla Arazi Kullanımının Sınıflaması ve Arazi Kullanımında Değişikliklerin Tespiti: Çanakkale Örneği. Y. Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknolojileri Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü , Gebze.
- Eser K (1999).** Noragric Brief, Agricultural University of Norway (NHL) “Environmental Impacts of Irrigation Projects Centre for International Environment and Development Studies” No. 3/99, Norway, s:2.
- Evsahibioglu N (1995).** Uzaktan Algılama Tekniklerinin Toprak Nem Düzeyi Tahminlerinde Kullanılma Olanakları. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kemer-Antalya, s: 271-280.
- Gemalmaz E (1993).** Drenaj Mühendisliği. Cilt I., Atatürk yayın No. 746, Erzurum, s: 326.
- Gidirişlioğlu A, Çakır R, Tok H, Ekinci H ve Yüksel O (1998).** Ergene Nehri ve Kollarının Evsel ve Endüstriyel Atıklarla Kirlenmesi ve Toprak Üzerine Etkileri. Köy Hizmetleri Kırklareli Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli, s: 308-321.
- Gilley JR, Watts DG, Roeth FW ve Twersky M (1982).** Water Quality for 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.
- Gündoğdu KS, Demir AO, Değirmenci H, Büyükcangaz H ve Akaya T (1998).** International Conference on Agricultural Engineering “Preparation and Interpretation of groundwater Maps Using Geographical Information Systems (Arc/Info)”, Part 2, 24-27 August 1998, s 922-924, Full Paper: CD-ROM, pdf/98-c-048. pdf, Oslo, Norway, s:7.
- Gündoğdu (2004).** Mustafa Kemal Paşa Sulama Projesinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi. Y.L Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.
- Güngör Y ve Erözel AZ (1994).** Drenaj ve Arazi Islahı, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No, 134, Ders Kitabı, Ankara, s: 43-45.
- Güre M (2009).** Corine Arazi Kullanım Sınıflandırma Sistemine Göre Çanakkale ili HR.Ü.Z.F.Dergisi, 2009, 13(3), Diyarbakır, s: 33-38.
- Jensen ME (1994).** Irrigated Agriculture at the Crossroads. Proc. Nato and Advanced Research Workshop on “Sustainability of Irrigated Agriculture “ 21-26 March 1994, Vimeiro, s: 15.
- Jensen FV (2001).** Bayesian Networks and Decision Graphs. Springer-Verlag, New York, 2001, s: 316.
- Joao E ve Fonseca A (1996).** The role of GIS in Improving Environmental Assessment Effectiveness: Theory vs. Practice. Impact Ases; 14, p: 371-387.

- Kara T ve Arslan H (2004).** “Bafra Ovası Sulama Alanında Taban suyu ve Tuzluluk Arastırması”. Sulanan alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel müd., 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, s: 89-96.
- Kahlown MA, Iqbal M, Skogerboe GV ve Rehman SU (1998).** Water Logging, Salinity and Crop Yield Relationships. Mona Reclamation Experimental Project, WAPDA, Report No. 233.
- Kahlown MA, Ashraf M ve Zia-ul H (2005).** Effect of Shallow Groundwater Table on Crop Water Requirements and Crop Yields. Agricultural Water Management s: 24-35.
- Kamber R, Kırdı C ve Tekinel O (1992).** Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Sorunları, Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın No:21, Adana.
- Kandiah A (1990).** Water Soil and Crop Management. Relating to the Use of Saline Water. FAO Expert Consultation, AGI2MISC/16/90, p:129.
- Karadeniz N (1998).** Sultan Sazlığı Örneğinde Islak Alanların Çevre Koruma Açısından Önemi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Keating M (1993).** The Earth Summit’s Agenda for Change. A Platin Language Version of Agenda 21 and the other Rio Agreements, Published by the Centre for Our Common Future, Geneva, Switzerland, s: 69.
- Khandker M (1994).** The contribution by the saline watertable to crop water use. Ph. D. Thesis. University of Newcastle upon Tyne, UK, Newcastle, p:236.
- Kloezen, W ve Restrepo C (1998).** Assesing Irrigation Performance with Comparative Indicators: The Case of the Alto Rio Lerma Irrigation District, Mexico. IWMI Resarch Report 21, Sri Lanka.
- Konukçu F ve Yüksel AN (1992).** IV.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi “Tuzlu Suların Sulama Suyu Olarak Kullanılabilme Olanakları” , Atatürk Üniversitesi ,Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Küçükylmaz N (2003).** İzmir–Torbalı Yöresi Sanayi Ve Kent Gelişiminin Tarım Arazileri Üzerine Baskısının Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) Kullanılarak Araştırılması. Y.Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, İzmir.
- Loucks DP (2000).** International Water Resources Association (IWRA) “ Sustainable Water Resources Management” March 2000, Vol.25 (1),No.1 p: 3- 10.
- Luthin JN (1978).** Environmental Engineering, PWS Publishing Company, Washington, p:489.

- Middleton BA (1999).** Wetland Restoration, Flood Pulsing and Disturbance Dynamics. John Wiley & Sons, New York, p:346.
- Miller GT (2000).** Çevre Bilimi, Erdem Ü.(Çeviri Ed.) E.Ü. Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları No:1, Bornova, İzmir. s: 190-316.
- Mohtadullah K, Skogerboe GV ve Wijayaratna M (1994).** Sustainability Concerns In Asian Irrigation. Proc. Nato Advanced Research Workshop on “Austainability of Irrigated Agriculture”, 21-26 March, Vimeiro, s:14.
- Oğuzer V ve Karpuzlu A (1992).** IV. Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi “Soya Bitkisinin Gelisim Devrelerinde Taban Suyu Seviyesinin Alçalmasının Bitki Verimine Etkisi”, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Olionunine I (1997).** “Integrated Approach-a Key to Solving Global Problems”.In:N.B.
- Ongley ED (1996).** Control of Water Pollution From Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Roma, p:55.
- Ortolana L ve Hill W (1972).** An Analysis of Environmental Statements for Crops of Engineers Water Projects, Report No: 72-3, U.S. Army Engineers Institute for Water Resources, Alexandria.
- Özer N ve Demirel FA (2003).** II.Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri “Şanlıurfa ve Harran Ovalarında İşletme Aşamasında Taban suyu ve Tuzluluk Problemleri” Aydın ,s: 193- 199.
- Özkaldı A, Ataç A, Boz B ve Yazıcı V (2003).** II.Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri “GAP’ta Drenaj Sorunları ve Çözüm Önerileri” Aydın, s: 224-235.
- Öztürk A (1997).** Sulama Suyu Tuzluluğu ve Tabansuyu Derinliğinin Havuç Bitkisinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi, A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi Sayı:3, Ankara, s: 54-58.
- Qayyum MA ve Malik MD (1988).** "Farm Production Losses in Salt Affected Soils". Proceedings, First National Congress on Soil Science, Soil Science Society of Pakistan, Lahore, Pakistan, s: 356-363.
- Petermann T. (1993).** Irrigation and the Environment: A Review of Environmental Issues. Part I, Inffence of Irrigation on the Environment and Vice-versa, Internal Working Document, Dutsche Geselshaft für Techniste Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany, p:325.
- Rowan LC ve Mars JC (2003)** Mapping Hydrothermally Altered Rocks at Cuprite, Nevada, Using the Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), A New Satellite İmaging System: Economic Geology, August 2003, v. 98, no. 5, p: 1019-1027.

- Scott S (1993).** Water and Sustainable Agricultural Development. DVWK Bulletin, Verlag Paul Parey , Hamburg, Berlin, s: 19-50.
- Smedema LK (1994).** Sustainability Concerns in Irrigated Agriculture. Proc. NATO Advanced Research Workshop on “ Sustainability of Irrigated Agriculture”, Vimeiro, 21-26 March 1994, s:6.
- Şahinler ÇZ ve Gündoğdu KS (2002).** “ Bursa Ovası Yeraltısuyu Sulamasında Çiftçi Sulamalarının Değerlendirilmesi ”, Uludağ Üniv. Zir.Fak.Derg.,s:16, Bursa, s: 97-104.
- Wolf P (1997).** The Problem of Sustainability of Irrigatin systems. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, Vol. 38(2), March 1997, Germany, p: 54-57.
- Wolf P (1999).** On The Sustainability of Water Use. Natural Resources and Development: A Biannual Collection of Recent German Contrabitions Concerning the Exploration and Exploation of natural Resources, Focus: Water-The lifeline of our Future., Volume 49/50, Instutude for scientific Cooperation, Tübingen, Germany, p:9-28.
- Van Hoorn JW ve Van Alpen JG (1990).** “Salinity Control, Salt Balance and Leaching Requirement of Irrigated Soils” 29.th International Course and Land Drainage, Lecture Notes, Wageningen.
- Yıldırım K ve Akçay A (1992).** Ereğli – İvriz Sağ Sahil Sulama Alanında Yer altı Suyu Kalitesi Ve Sulamada Kullanılabilirliği Üzerinde Bir Araştırma, Y.Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi İnsaat Müh. Anabilim Dalı, Konya.
- Yılmaz G (1993).** Pestisit Kirliliğinin Azaltılmasında Bitkisel Bir Kaynak: Pire Otu (Pyretbrum sp.) Türleri. Ekoloji 6, s: 3-6.
- Yomralıoğlu T (2000).** 9.Ulusal Bölge Bilimi/Bölge Planlama Kongresi “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Doğu Karadeniz Bölgesinin Arazi Modellemesi” , KTÜ, Trabzon, s: 357-369.
- Yurtseven E (1995).** V.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi “Sulanan Alanlarda Tuzlulaşma ve Tuzluluk Yönetimi” , Antalya.
- Yurtseven E (1997).** VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi “Ülkemiz Nehir Su Kaynaklarının Kalite Degerlendirmesi” , Uludag Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

1982 Yılında Kırklareli'nde doğdum. İlkokulu Lüleburgaz Emrullah Efendi İlköğretim Okulu'nda, orta okul ve lise tahsilimi Lüleburgaz Anadolu Lisesi'nde yaptım. 2002 yılında Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü kazandım. 2007 yılında mezun olduktan sonra, gayrimenkul değerlendirme firmalarında değerlendirme uzmanlığı ve Çevresel Etki Değerlendirme raporu hazırlayan firmalarda proje koordinatörü olarak çalıştım. 2008 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'na açılan Yüksek Lisans sınavı'nı kazandım ve bu bölümde yüksek lisans tahsilimi bitirdim.

