

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI TUZ SEVİYELERİ VE ÇİFTÇİ UYGULAMALARININ PAMUK
VERİMİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ VE UYDU VERİLERİYLE
İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

Murat AYDOĞDU

TOPRAK ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2008**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI TUZ SEVİYELERİ VE ÇİFTÇİ UYGULAMALARININ PAMUK
VERİMİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ VE UYDU VERİLERİYLE
İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

Murat AYDOĞDU

TOPRAK ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2008**

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU danışmanlığında, Murat AYDOĞDU'nun hazırladığı "Farklı Tuz Seviyeleri ve iftçi Uygulamalarının Pamuk Verimine Etkisinin Belirlenmesi ve Uydu Verileriyle İlişkilendirilmesi" konulu bu çalışma 24/07/2008 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Üye : Doç. Dr Salih AYDEMİR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman ÇOPUR

Bu Tezin Toprak Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
SİMGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Tuzlulukta Etkili Olan Unsurlar	3
2.2. Tuzluluğun Meydana Gelişi	4
2.3. Tuzluluğun Sebep Olduğu Sorunlar	5
2.4. Tarımda Uzaktan Algılama Metodolojisi	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Çalışma alanının konumu	17
3.1.2. Çalışma alanının iklimi	18
3.1.3. Çalışma alanının jeolojik yapısı	19
3.1.4. Çalışma alanının toprak yapısı	19
3.1.5. Çalışma alanı su kaynakları	20
3.1.6. Ovada yaygın olarak kullanılan pamuk bitkisinin özellikleri	21
3.1.6.1. Pamuğun toprak istekleri	21
3.1.6.2. Pamuğun iklim istekleri	22
3.1.6.3. Pamuk yetiştirme tekniği	22
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Çalışma alanındaki örnekleme yerlerinin seçimi, toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri	23
3.2.2. Toprak analizleri	23
3.2.3. Topoğrafik ve parsel bilgilerinin bilgisayara girilmesi	24
3.2.4. Seçilen test alanlarında bitkisel verilerin sağlanması	25
3.2.4.1. Bitki boyu (cm)	25
3.2.4.2. Bitki başına ortalama meyve dalı sayısı (adet)	25
3.2.4.3. Bitki başına ortalama odun dalı sayısı (adet)	25
3.2.4.4. Koza ağırlığı (g)	26
3.2.4.5. Pamuk veriminin belirlenmesi	26
3.2.5. Araştırma yönteminden beklentiler	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	28
4.1. Toprak Profilindeki Tuzun Mevsimsel Değişimi	28
4.1.2. Çalışma alanının elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin tespiti	30
4.2. Çalışma Alanının Bitkisel Özellikleri	33
4.2.1. Bitki boyu (cm)	33
4.2.2. Bitki başına ortalama meyve dalı sayısı (adet)	34
4.2.3. Bitki başına ortalama odun dalı sayısı (adet)	34
4.2.4. Koza ağırlığı (g)	35
4.2.5. Pamuk veriminin (kg/da) belirlenmesi	35
4.2.6. Çalışma alanı anketleri	36
4.3. Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanılarak Arazi Bilgilerinin Sulama Birliği Alanı İçin Değerlendirilmesi	37
4.3.1. CBS teknikleri ile parsel bilgilerinin oluşturulması	38
4.3.2. NDVI kullanılarak verim tahminin yapılması	39
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	53

ÖZET	54
SUMMARY	55

ÖZ
Yüksek Lisans Tezi

**FARKLI TUZ SEVİYELERİ VE ÇİFTÇİ UYGULAMALARININ PAMUK VERİMİNE
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ VE UYDU VERİLERİYLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

Murat AYDOĞDU

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Yıl: 2008, Sayfa: 56

Harran Ovası'nda toplam 7 464 hektar alana sahip İmambakır Sulama Birliği alanı sahip olduğu yüksek taban suyu nedeniyle tuzlulaşma problemi ile karşılaşmaktadır. Sulama öncesi de taban suyu sorunu bulunan sulama birliğinin bazı alanlarında tuzluluk şiddeti artış göstermektedir. Bazı bölgelerde meydana gelen şiddetli seviyelerdeki tuzluluk değerleri bitki verimini azaltmaktadır. Yapılan bu çalışmayla farklı tuzluluk seviyelerinde, yetişen pamuk tarlalarından 3 derinlikten (kök bölgesi) ve pamuk gelişim dönemi olan Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında alınan örneklerle değerlendirilmiştir. Seçilen çalışma alanlarında pamuğun yetişme periyodundaki gelişimi, topraktaki tuz değişimi, çiftçi uygulamaları ve verimi takip edilmiştir. Uzaktan algılama teknolojileri ile seçilen örnek alanlarındaki bilgiler kullanılarak toplam sulama birliğindeki durum NDVI metodu ile tahmin edilebilmektedir. Yapılan çalışmada farklı tuzluluk değerlerine sahip toprak analiz ve pamuk verim değerleri uydu verileriyle ilişkilendirilerek İmambakır Sulama Alanı için pamuk verim tahmini yapılmıştır. Uydu teknolojisi verileri ile yer verilerinin ilişkilendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanılarak farklı yer, harita ve uydu verileri ilişkilendirilerek geniş alanlardaki uygulanabilirliği araştırılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Tuzluluk, Pamuk Verimi, GPS, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, NDVI, Sulama birliği.

ABSTRACT
Master Thesis

**THE DETERMINATION OF SALINITY LEVELS AND FARMER PRACTICES TO THE
FERTILITY OF COTTON AND THE RELATIONSHIP WITH THE SATELLITE DATA**

Murat AYDOĞDU

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science**

**Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Year: 2008, Page: 56**

Imambakır irrigation association which has an area of 7.464 hectares of land in Harran plain, has been facing with the high water table and the salinity problems. Especially the intensity of the salinity has become rather high in the areas where the water table was a problem before. The quality of crop decreases rapidly at the certain areas where there is intense salinity values. Within this study, the evaluation has been done through the samples collected from the different salinity levels of cotton fields of three depths (root part) in the growing period of cotton in July, August, September and October. The development of growing cotton, the salinity change in the soil, farmer practices and the fertility has been followed in the referred study fields. The case in the total irrigation association can be estimated with NDVI method by using the data referred by remote sensing. Within this study, the determination of different salinity levels of soil and farmer practices to the fertility of cotton by being related with the satellite data have been estimated for Imambakır irrigation association. The applicability of this study in the large fields has been searched by using the satellite data technology being related with the earth data , Geographical Information System (GIS) different places, map and satellite data.

KEYWORDS: Salinity, Cotton Fertility, GPS, Geographical Information Systems, Remote Sensing, NDVI, Irrigation Association.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, tez konusunun belirlenmesi, araőtırmanın planlanması ve yürütülmesi aşamalarında çok değerli katkı ve yardımlarını esirgemeyen tez danıőmanım Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU'ya, çalışma esnasında yardımlarına baővurduğum Toprak Bölümünün tüm öğretim üyelerine, araştırma görevlisi Sema DİKİLİTAŐ'a, çalışma esnasında teşviklerini esirgemeyen öğretim görevlisi Mustafa AYDOĞDU'ya, katkılarından faydalandığım öğretim görevlisi Dr. Vedat BEYYAVAŐ'a, çalıőmalarım sırasında destek ve yardımlarını esirgemeyen GAP Toprak Su Kaynakları ve Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Abdülkadir SÜRÜCÜ baőta olmak üzere katkılarından dolayı, Dr. Sadık YETİM'e, Zir.Yük.Müh. A.Suat NACAR'a, yazım aőamasında yardımlarından dolayı Zir.Yük.Müh. Ümran ATAY'a, ayrıca bu çalışmada emeği bulunan tüm arkadaőlarıma, çalıőmam süresince teşviklerini esirgemeyen sevgili Eőime ve çocuklarıma teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER DİZİNİ

AKBÖD	Arazi Kullanımı ve Bitki Örtüsü Değişimleri
ASCE	American Society Of Civil Engineers
Bİ	Bitki İndeksi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
dS m ⁻¹	Desisimens/metre
EC	Elektriksel İletkenlik
ESP	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GPS	Global Positioning System
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
NASA	Amerikan Uzay ve Havacılık Merkezi
NDVI	Normalised Difference Vegetation Index
NIR	Yakın Infraret (4.Band) Dalga Boyu
R	Kırmızı (3. Band) Dalga Boyu
STK	Standart Kadastral Paftalar
UA	Uzaktan Algılama
UTM	Universal Transfer Mercetor

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3. 1. Çalışma alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerler.....	17
Şekil 4. 1. Şanlıurfa İl sınırına ve çalışma alanına göre kesilen Landsat 5 TM uydu görüntüsü.....	39
Şekil 4.2. NDVI	41
Şekil 4.3. NDVI sınıflaması ile oluşturulan ve İmambakır Sulama Alanına ait pamuk verim haritası.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3. 1 Örnek alınma noktalarının GPS ile alınmış koordinatları.....	18
Çizelge 3. 2. Şanlıurfa ilinin 2005 Kasım ile 2006 Kasım ayları arasındaki önemli iklim değerleri.....	19
Çizelge 4. 1. Çalışma alanları topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analizler sonuçları	29
Çizelge 4. 2. Örnekleme zamanları ve toprakların EC İçerikleri	31
Çizelge 4. 3. Çalışma alanlarının pamuk verimleri.....	32
Çizelge 4. 4. Çalışma alanlarında 2006 yılı pamuk bitkisine ait bazı bitkisel özellikler.....	34
Çizelge 4. 5. Çalışma alanı anket verileri.....	36
Çizelge 4. 6. Pamuk verim haritasına göre çalışma alanlarının toplam alandaki yeri.....	42
Çizelge 5.1. Çalışma alanlarından alınan toprak örneklerinin yıllık tuzluluk değişimleri ve pamuk verimleri	44
Çizelge 5. 2. Tuzluluğa bağlı verim kayıpları.....	45
Çizelge 5. 3. Toplam alan verim kaybı tahminleri	46

1. GİRİŞ

Gıda üretim ortamı olan topraklar, bitkisel gelişim için vazgeçilmez ortamlardır. Verimli topraklara sahip bölgelerdeki bitkisel üretim de yüksek olmaktadır. Zayıf toprak karakteristiklerine sahip veya tarımsal problemi olan arazilerdeki bitkisel üretim seviyesinde azalmalar görülmektedir. Sulu tarımın yapıldığı kurak ve yarı kurak bölgelerdeki aşırı su kullanımını nedeniyle oluşan yüksek taban suyunun meydana getirdiği tuzlulaşma bitkisel gelişimi engelleyebilmektedir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzlar uzaklara taşınmamakta, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban suları kılcal (kapillar) yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir. Evaporasyonun yüksek oluşu nedeni ile sular, toprak yüzeyinden kaybolurken beraberinde taşıdıkları tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda bırakmaktadır. Diğer bir deyişle, bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz olması, sulamanın yapılması ve evaporasyonun yüksek olmasıdır (Richards, 1954).

Dünyanın bazı alanlarında meydana gelen tuzluluktan dolayı birçok tarım alanı elden çıkmaktadır. Yeniden oluşabilen ve uzun sürede problemlere neden olan tuzluluk, yıllar içerisinde tarım alanlarına yayılarak arazilerin bozulmasına neden olmaktadır. Tuzluluk probleminin bulunduğu alanlarda tuzluluğa çare bulmak için tuzluluk şiddeti ve ürünlerdeki azalmanın izlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Mikati, 1997).

Güneydoğu Anadolu Projesi, yada en yaygın bilinen adıyla GAP, ülkemizin en önemli bölgesel kalkınma projesi olup, su ve toprak kaynaklarına dayalı entegre bir projedir. Bu projedeki en temel beklenti mevcut toprak kaynaklarını su ile

buluşturarak kalkınma sürecini tarımsal üretime dayalı sanayileşme ile başarmaktır. Böyle bir durumda en temel öğelerden olan su ve toprak kaynaklarının korunması için verimliliğini etkileyebilecek unsurlara, özellikle de eğimin düşük olduğu bölgelerde tuzluluk problemine dikkatli yaklaşmak son derece önemli ve gereklidir.

Gelecekte artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmesi için, doğru tarımsal planlamalar yanında, oluşabilecek farklı durum tahminlerinin zamanında ve hızlı yapılması gerekmektedir. Günümüzde bitkisel ekiliş alanlarının üretim ve verimlerinin belirlenmesinde bilgisayar destekli Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Pamuk bitkisi tuzluluğa dayanıklı olmakla birlikte, belirli bir EC seviyesinden sonra bitki verimi düşmektedir. Bitki verimindeki düşüş, kök bölgesinde yıl içerisinde biriken tuzlardaki değişime göre olmaktadır. Aşırı tuzluluk, sonucunda stres altında kalan bitki, yaşaması için gerekli olan biyokimyasal dengesini ayarlayabilmek için ve topraktan suyu alması için harcaması gereken enerjiyi normalden daha fazla artırarak gelişmesini azaltmaktadır. Bitki, yaşaması için harcadığı bu enerjiyi, büyüme ve verim için kullanacağı enerjiden almakta başka bir deyimle çalmakta ve verimde azalma kaçınılmaz olmaktadır (Öztürk, 2006).

Bu çalışmada, pamuk gelişim dönemlerinin her safhasında bitki kök bölgesindeki tuzluluk değişimi belirlenerek ve pamuk verimleri hesaplanarak uydu verileri ile entegre edilerek verim kayıpları belirlenmiştir. Ayrıca yapılan çalışmayı destekleyeceği düşünülerek çiftçilere yönelik; konuyla ilgili bir anket çalışması düzenlenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir.

suları içerisinde bulunan tuzlar kılcal yükselme sonucu toprak yüzeyinde birikir ve toprak içinde tuz konsantrasyonu artarsa tuzlulaşma meydana gelir (Dehaan ve Taylor, 2002).

Yarı kurak iklim koşullarında sulama yapılan alanlarda önemli bir sorun olan tuzluluğun potansiyel etkisi, sadece ürün verimi üzerine değil, aynı zamanda arazilerin tuzlulaşması, toprağın ve suyun bozulması ve yer altı sularına tuzun karışarak kalitelerinin bozulmasına neden olmaktadır (Feng ve ark., 2003).

Tuzluluk ve kuraklık Türkiye tarımı için önemli konulardır. Çünkü tuzluluk ve kuraklık bitkiler için sınırlayıcı faktörler olup, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Çizelge 2.1'de topraktaki tuz değerlendirmesinde kullanılan sınır değerler (Tüzner,1990) ile bitkilerin tuzluluğa tepkisi (Bernstein,1970) görülmektedir. Bitkilerin olumsuz çevre koşullarına karşı gösterdikleri tepkiler karışık olup, canlı organizmalar için uygun olmayan her bir çevre faktörü stres olarak bilinmektedir. Genel anlamda stres, olumsuz çevre koşulları nedeniyle canlı organizmaların bazı fonksiyon ve sistemlerinde bir denge ve düzen bozukluğu sonucunda ortaya çıkan biyokimyasal, fizyolojik ve davranışsal bir tepkidir. Stresin şiddeti, süresi ve etkinliği organizmadan organizmaya değişmektedir (Ergene, 1982).

Çizelge 2.1. Topraktaki tuz değerlendirmesinde kullanılan sınır değerler (Tüzner,1990) ile bitkilerin tuzluluğa tepkisi (Bernstein,1970)

EC (dS m ⁻¹)	% Tuz	Tuzun Topraktaki Etkisi
0-4	0.0-0.15	Tuzluluk tehlikesi yok
4-8	0.15-0.35	Hafif tuzluluk tehlikesi
8-15	0.35-0.65	Orta tuzluluk tehlikesi
15	0.65	Kuvvetli tuzluluk
EC (dS m ⁻¹)		Tuzun Bitkideki Etkisi
0-2		Tuzun etkisi çoğunlukla ihmal edilebilir
2-4		Duyarlı bitkilerin ürün verimi düşer
4-8		Birçok bitkinin ürün verimi düşer
8-16		Sadece tuza dayanıklı bitkiler normal ürün verir
>16		Tuza çok dayanıklı sadece birkaç bitki normal ürün verir.

Elektriksel iletkenliği 4 dS/m'den fazla ve değişebilir Na yüzdesi (ESP) 15'den az olan topraklar tuzlu topraklar olarak tanımlanmaktadır (Richards, 1954). Ülkemiz topraklarında toplam olarak 2 749 057 hektarlık bir alan kaplayan ve drenaj sorunu olan alanların 1 513 645 hektarında tuzluluk ve alkalilik sorunu görülmektedir (Dinç ve ark., 1993).

Türkiye'de sulamaya uygun olan 12.5 milyon hektarlık arazinin, yaklaşık 1.5 milyon hektarında tuzlulaşma ve sodikleşme, 2.8 milyon hektarında ise drenaj sorunu bulunmaktadır. (Güngör ve Erözel, 1994). Bu durum, ülkemiz genelinde sulamaya uygun arazilerin yaklaşık % 32.5'ine karşılık gelmektedir. GAP kapsamı içinde Harran Ovasında görülen tuzlulaşma ve sodikleşme ise bu oranın yaklaşık %1.3'ünü oluşturmaktadır (Anonim, 2001).

Tuzlulaşma, genellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde, çevresine göre çukur olan topografyalarda ve taban suyunun varlığında yüksek buharlaşma nedeniyle meydana gelmektedir. Yarı kurak bir iklim etkisi altında bulunan Harran Ovası'nda tuzlulaşmanın meydana gelmesi için bu tanıma uygun iklim ve topoğrafik yapı bulunmaktadır (Çullu ve ark., 2000).

GAP kapsamında; Harran Ovası'nda 1995 yılında 30 000 hektarlık bir alanda kısmen başlatılan ve ilerleyen yıllarda genişleyen sulama alanları, özellikle ovanın topoğrafik olarak en çukur olan güney kesimlerinde taban sularının yükselmesine neden olmuştur. Ovada drenaj alt yapısının yetersiz olmasından dolayı taban suları uzun süre toprak içerisinde beklemekte ve yıllık ortalama 2 000 mm'ye ulaşan yüksek buharlaşmadan dolayı tuz konsantrasyonu artmaktadır. Çok yüksek konsantrasyonlarda tuz içeren bu taban suları, yapılan yeni sulamalarla toprak yüzeyine daha fazla yaklaşmakta, bu durum Harran Ovası'nın güney kesimlerinde gerek tuz yoğunluğunun gerekse tuzlu alanların artmasına neden olmaktadır. Yaklaşık 180 000 hektar civarında olan Harran Ovasının, bugüne kadar yaklaşık %80'lik bölümünde sulu tarım yapılmasına olanak sağlanmıştır. Sulamanın başlaması ile birlikte ürün deseninde alansal olarak önemli değişimler ve gelişmeler

meydana gelmiştir. Geleneksel ürün ve üretim modellerinden tarımsal sanayi ürünlerine doğru bir yönelim başlamıştır. Ovada iklimin, toprak özelliklerinin uygun olması ve aynı zamanda devlet tarafından verilen teşvik ve desteklemelerden dolayı sulu tarımda pamuk bitkisi tercih edilen en önemli bitki deseni haline gelmiştir. Pamuğun GAP Bölgesinde yaygın olarak kullanılmasının tercih edilme nedenlerinden biri de, Bölge halkının yıllarca Çukurova Bölgesinde mevsimlik işçi olarak çalışmaları sonucu, pamuk bitkisini tanıyor olmalarıdır. Ovada sulamanın başladığı 1995 yılında bitki deseninin %96'sı, 1996 yılında %90'ı, 1997 yılında %82'si, 1998 yılında %81'i, 1999 yılında %78'i ve 2000 yılında ise %77'sinin pamuk olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2001).

Toprakların tuzlulaşması doğal ve kültürel faktörlerin etkisiyle olmaktadır. Doğal faktörler içinde iklim, drenaj, jeolojik yapı ve denize yakınlık gibi etmenler sıralanabilir. Kültürel faktörlere ise sulama, drenaj tesislerinin yetersizliği tuzlu sulama sularının kullanımı söylenebilir (Richards, 1954).

Toprakların tuzlulaşması doğal yollardan olabildiği gibi insan müdahalesiyle yapay olarak çok geniş alanlarda meydana gelebiliyor.

- Doğal Tuzlulaşma: İnsan etkisi olmadan tuzlu kaya ve bitkilerin etkisiyle oluşur.
- Yapay Tuzlulaşma: İnsanlar tarafından yapılan sulamayla oluşur.

Tarımda verimi artıran önemli bir etken de sulamadır. Günümüzde özellikle bölgemizde kuru tarımdan sulu tarıma geçilmesiyle birlikte önemli verim artışı sağlanmıştır. Bunun yanı sıra bilinçsizce yapılan sulama sonucunda toprağın tuzlulaştığı görülmektedir (Çullu ve ark., 2000).

Tüm topraklar farklı miktarlarda suda eriyen tuzları içerirler. 100 gram toprakta 100–150 mg (%0.10–0.15) altında tuz içeriği bulunduğunda bu miktar tuz, bitkilere toksik etki yapmaz, ancak 150 mg'ın üstünde suda eriyebilir tuz bulunması bitkinin yetişmesini engellemektedir (Dinç, 1999).

Yağışlı bölgelerde önemli ölçüde çözünen tuzlar yağış suları ile akarsu veya yeraltı sularına taşınır. Bunlar aracılığı ile göl ve denizlere kadar ulaşır. Kurak ve yarı kurak bölgelerimizde minerallerin ayrışması sonucuna ortaya çıkan tuzların denizlere kadar ulaşması tamamlanamamaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların az, evaporasyonun yüksek olmasıdır (Richards, 1954).

Tuzdan etkilenen topraklar farklı şekillerde tanımlanarak sınıflandırılmıştır. Richards, 1954 tarafından yapılan sınıflama en yaygın olarak kabul görmektedir. Buna göre tuzdan etkilenen topraklar 3'e ayrılır.

- Tuzlu Topraklar
- Tuzlu-Alkali Topraklar
- Alkali Topraklar.

Tuzlu topraklar kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmelerini engelleyecek düzeyde tuz içeren topraklardır.

Bu topraklarda saturasyon ekstraktının 25 °C'deki elektriksel iletkenliği 4 dS/m'den büyük, değişebilir Na yüzdesi 15'den az ve genellikle pH'ları 8.5'den düşüktür. Bu topraklarda killer genellikle floküle halde olup su geçirgenlikleri iyidir. Yüzeyde beyaz tuz kabukları varlığıyla tanınırlar. Bu topraklarda en fazla bulunan değişebilir katyonlar Ca ve Mg'dur. Sodyum çözünebilir tuzların ender olarak yarıdan fazlasını oluşturması nedeniyle fazla adsorbe edilmemiştir.

Tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilerin gövde gelişimi kök gelişimine göre daha fazla gerilemektedir. Gövde gelişiminin tuzluluğa bağlı olarak gerilemesinin nedeni yapraklarının su durumunun değişmesine bağlanmaktadır. Kök bölgesinden tuzun uzaklaştırılması halinde yaprak büyümesi tekrar eski haline hızla dönmektedir. Tuzlu ortamlarda suyun yarayışlılığı azalmaktadır. Dolayısıyla su alımı ve kök basıncı vasıtasıyla suyun ve besin maddelerinin bitkiye taşınımı da azalmaktadır. Bu

durumda tuzlu koşullarda bitkilerin su stresi yanında mineral madde stresine girdiklerini söylemek mümkündür (Güneş ve ark., 2002).

Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde köklerden gövdeye Na ve Cl taşınımının engellenmesi mekanizması köklerde gerçekleştirilmektedir. Köklerin membran özellikleri ve anatomik özellikleri de burada etkindir. Na gövdeden tekrar köklere taşınımı tuza hassas olan ve olmayan tüm bitkilerde gövdenin Na içeriğinin düşmesine neden olmaktadır. Tuzu içeren bitkilerde Na ve Cl'un değişik organlar ve dokularda birikimi oldukça önemlidir. Tuza dayanıklı bitkilerde yaşlı yaprakların Na konsantrasyonu genç yapraklara göre daha düşük olurken K konsantrasyonlarında ise tersine bir durum söz konusudur. Topraklarda tuzluluğun aşırı bir şekilde artışına karşılık bitkiler su içeriklerini aniden düşürerek ozmotik düzenleme yapmaktadırlar. Daha öncede ifade edildiği gibi toprakların tuzluluktan dolayı ozmotik basıncının çok yükselmiş olması suyun topraktan bitkiye geçişinde bir engeldir. Ozmotik kurallara göre bitkilerin tuzlu topraklardan su alabilmeleri için iyon konsantrasyonlarının toprağın iyon konsantrasyonundan yüksek olması gerekir. Tuzu içeren bitkilerde ozmotik düzenleme tuzların bitkinin belirli kısımlarında akümüülasyonu ile sağlanır (Güneş ve ark., 2002).

1995 yılından sonra Atatürk baraj gölünden getirilen ve kalitesi iyi olan (C_2S_1) suyla sulamanın başlamasıyla, sulanan alan önceki alanın neredeyse 9-10 katına çıkarak, günümüzde 130 000 ha'dan fazla alanda sulamalı tarıma geçilmiştir. Sulama alanının artması beraberinde su kullanımını artırmış ve ovaya kuru tarım yapılan birim alana neredeyse yağışla gelen suyun 12 misli su verilmiştir (DSİ, 2001). Çullu ve ark.(2002)'nin yaptıkları çalışmada, ova topraklarının tuzlanma oranının %15 olduğunu ve 2000 yılı itibari ile yaklaşık 12 000 ha alanın tuzlandığını belirlemişlerdir. Bu artışta %10'luk artışın özellikle 1995 yılından sonra sulamanın başlamasıyla oluştuğu dikkati çekmektedir.

Pamuk ekimi ile birlikte ilk yıllarda yüksek verim alınmasıyla beraber, verimlilik seviyelerinin ovada homojenlik göstermediği gözlenmiştir. Pamuk verimini kültürel uygulamalar (sulama, gübreleme, zirai mücadele işlemleri,

tohumluk seçimi gibi) ve iklimsel faktörler yanında toprak özellikleri de önemli oranda etkilemektedir. Özellikle Ovanın güney bölümlerinde ilk yıllarda normal verim alınırken, yıllar içerisinde taban suyunun yükselmesi ve dolayısı ile tuzluluk probleminin başlaması ile verimde azalmalar gözlenmiştir. Fazla su kullanımı Şanlıurfa-Harran ovasının güney kesiminde taban suyunun yükselmesine ve geniş alanlara yayılmasına neden olmaktadır (Ağca, 1995; Özgür ve ark., 2001; Çullu ve ark., 2001). Yeterli önlemler alınmadığı sürece ovada tuzluluğun şiddeti ve alanında artışların devam etmesi kaçınılmazdır. Artan tuz şiddeti, bitki gelişimini bitkinin tolerans durumuna göre etkilemektedir (Çullu ve ark., 1998). Ova geneline bakıldığında yükselen taban suyu ve artan tuzluluktan dolayı bitki veriminde de önemli kayıplar meydana gelmektedir (Çullu, 2003).

Klasik yöntemler yanında, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması, ürün ve verim tahminlerinin hızlı bir şekilde yapılması ve farklı amaçlar için modellenmesine önemli imkân sunmaktadır. Bu teknolojiler, dünyada hem kamu hem de özel kuruluşlar tarafından günümüzde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye bulunduğu coğrafya ve sahip olduğu uygun ekolojik koşullar nedeniyle pamuk üreticisi ülkeler arasında önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de yaklaşık 750 bin hektar alanda pamuk tarımı yapılmakta ve yılda 850 bin ton lif (2.1 milyon ton kütlü) pamuk üretilmektedir (TARM, 2001). Ülke ekonomisindeki stratejik önemine bağlı olarak Türkiye’de pamuk üretimi çok eskilerden beri teşvik edilmektedir. Pamuk ekiliş alanlarının doğru ve zamanında tahmini özetlenen bu nedenlerden dolayı önemlidir.

Birçok tarımsal uygulama ve planlamalarda Coğrafi Bilgi Sistemi, verilerin değerlendirilmesinde, güncelleştirilmesinde, haritalanmasında ve takibinde kolaylık sağlamaktadır. Uzaktan algılama, doğruluk derecesine bağlı olarak arazi kullanımı, ürün çeşidi, bitki gelişimi, bitki verimi, bitki su ihtiyacı, evapotranspirasyon hesabı ve tuzluluk konusunda yararlı bilgiler sunmaktadır. Uzaktan algılama ile elde edilen veriler tarımsal durumlar hakkında düzenli bilgilerin elde edilmesini sağlar. Son yıllarda uzaktan algılama verileri kullanılarak ürünlerin gelişmesi izlenmektedir

(Bastiaanssen ve ark., 2000). Arazi ölçümlerinin yapılmasında uzaktan algılamanın birçok avantajları bulunmaktadır.

Bunlar; uzaktan algılama teknikleri kullanılarak elde edilen bilgiler düşünsel değil, bizzat yer yüzeyindeki ölçümlere dayalıdır. Uzaktan algılama bilgileri sistematik olarak elde edildiği gibi, zamansal değişimlerin karşılaştırılmasına izin verir. Geniş alanları bir anda algılama imkanı veren uydu verileri aynı zamanda CBS ortamına aktarılarak verilerin analizi, güncelleştirilmesi ve diğer verilerle birleştirilmesine olanak sağlar (Bastiaanssen ve ark., 2000).

CBS, Coğrafik ve mekansal koordinatlar tarafından belirlenen veri ile çalışmak üzere oluşturulan bir sistem olarak tanımlanabilir. Kısaca CBS; Coğrafi bilgi tutan, saklayan, analiz eden ve sergileyen bir donanım ve yazılım kurulumudur (ESRI., 1996). Günümüzde açık bir tanım olmamasına rağmen CBS, bir seri alt sistemlerden oluşmuş büyük bir sistem olarak düşünülebilir. DeMers (1997) bu alt sistemleri aşağıdaki gibi özetlemiştir;

- “Çeşitli kaynaklardan mekânsal veri toplayıp ön işleme tabi tutan veri girme alt sistemi. Bu sistem ayrıca değişik tipteki alansal datanın dönüşümünden de geniş çapta sorumludur.”
- “Mekânsal verilerin düzeltilmesi, güncelleştirilmesi ve düzenlenmesini organize eden, toplama ve geri getirme alt sistemi.”
- “Bütün veya bir kısım veriyi tablo, grafik veya harita formunda gösteren tebliğ alt sistemidir.”

Geniş alanların yönetimi, ürün fiyatlarının belirlenmesi ve ticaret politikalarının oluşturulmasında ürün tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Hutchinson, 1991).

Tuzlu toprakların yansımaları farklılık gösterir. Alkali toprakların yüzeyi organik maddenin dispersiyonu ve CaCl_2 tuzunun verdiği ıslaklıktan dolayı koyu renklidir. Bu nedenle alkali topraklar uydu görüntülerinde yansımaları diğer topraklara göre biraz daha düşüktür. Tuzlu topraklarda ise, tuz toprağın yüzeyine

yazın kapillarite ile çıkmasıyla, tuzun beyaz kristallerinden dolayı yansıma yüksektir. Sadece tuzlulukla doğrudan ilgili olan spektral yansımaların teşhisi ile tuzluluğun belirlenmesinin mümkün olduğu ifade edilmiştir (Csillag ve ark., 1993). Tuzlu toprakta yetişen bitkilerde ışığın absorpsiyonu daha yüksektir. Tuzlu topraklarda yetişen pamuk bitkisinde fazla klorofil absorpsiyonu sonucu bitkiden ışığın yansıması, normal pamuk bitkisine göre daha az olmaktadır (Victor ve ark., 1966; Reelevs ve ark., 1994).

Uzaktan algılamada uydular spektral radyasyonu ölçer, ürün verimi, tuzluluk ve diğer alanlarda doğrudan bilgi vermez (Bastiaanssen ve ark., 2000). Ürün tahminlerinde bazı modeller geliştirilmiştir. Bitki indeksi (Bİ) ürün verim tahmininde mümkün olabilen metotlardan birisidir. Ürün yönetim sistemlerinde elektromanyetik spektrumun görünür ve yakın kızıl ötesi bölgelerden oluşan verilerden çok bantlı veriler kullanılarak bitki indeksi oluşturulur (Richard ve ark., 2001). Bitki indeksi ile verim arasındaki ilişkiyi bilmek, araştırmacıya verim hakkında bir fikir verebilir. Uzaktan algılamada genel olarak yaygın bir şekilde kullanılan bitki indeksi modellerinden biri Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)' dir.

NDVI; elektromanyetik dalga boyları (Yakın Kızılötesi Bant – Kırmızı Bant) / (Yakın Kızılötesi Bant + Kırmızı bant) oranları ve uzaktan algılama verileri kullanılarak elde edilen en yaygın bitki indeksidir. İki dalga boyunun birbiriyle orantılanması ile hesaplanır (Turner ve ark., 1999).

Bitki indeksi, genel olarak bitki karakteristiği ile ilgili bilgi vermekte ve farklı NDVI değerleri kullanılarak bitkinin gelişimi ile ilgili veri üretilebilmektedir (Perry ve Lautenschlager, 1984).

Tarımsal alanlarda çok bantlı uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan NDVI verileri ile sulama durumu belirlenebilmektedir. Aynı zamanda ürün durumu, geniş alanlardaki ürün dinamiği izlenebilmektedir. (Wiegand ve ark. 1992; Tucker ve ark., 1985).

Tuzlu topraklarda yetişen pamuk bitkisinin NDVI değerleri kullanılarak, verim ve mevsimsel tuz birikimi arasındaki ilişki belirlenmiştir. Pamuk verimi ve NDVI arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Wiegand ve ark., 1991).

Plant ve ark. (2000), NDVI modelini kullanarak pamuk verimi üzerinde su ve azot noksanlığının etkisini araştırmışlardır. Denemede bitki büyüme süreci boyunca belli aralıklarla uydu verileri alınmış, su ve azot noksanlığının pamuk gelişimindeki etkisini NDVI kullanarak belirlemişlerdir. NDVI ile pamuk gelişimi arasında doğrusal ilişki olduğunu, su stresinin verimde önemli derecede azalmaya neden olmadığını, azot noksanlığının ise verimde azalmaya neden olduğunu çalışmalarında saptamışlardır. NDVI metodunun azot noksanlığını belirlemede kullanılan metotlardan daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Uzaktan algılama tekniklerini kullanarak çeltik verim tahmininde NDVI, RVI (4/3) ve RVI (5/3) kullanmışlardır. Yaptıkları araştırmada en iyi sonucu NDVI ile bulmuşlardır. NDVI modelinin verim tahmininde kullanılabilirliğini belirtmişlerdir (Patel ve ark., 1985).

Dünyada kişi başına düşen işlenebilir toprakların 2050 yılında 0.15 hektara düşeceği (Lal, 1991) ve global düzeyde üretim ihtiyacının ise 1,5 – 2 kat artacağı tahmin edilmektedir (Daily ve ark., 1998). Bu varsayımdan yola çıkarak, çiftçi düzeyinde tarımsal üretimi artırmak yalnızca birim alanda elde edilecek verimin artırılması ile mümkün olacaktır. Bunu sağlamak için tarımsal üretimi etkileyen faktörlerin ve yönetsel düzeyde problem yaratacak fiziksel etmenlerin belirlenmesi ancak hızlı ve ekonomik yöntemlerin devreye girmesiyle mümkün görülmektedir. Dünyada ve Türkiye’de bitkisel üretimi etkileyen (doğal) belli başlı faktörlerin belirlenmesi amacıyla geliştirilen yeni teknoloji ve yaklaşımların başlıcaları;

- Arazi sınırlarının belirlenmesi,
- Toprak sınıflaması,
- Gübreleme eksikliğinden kaynaklanan problemlerin belirlenmesi,
- Tarımsal alanların uygun şartlarda ekime hazırlanıp hazırlanmadığının belirlenmesi,

- Bitki hastalıklarından ve zararlılardan kaynaklanan fiziksel değişimlerin belirlenmesi,
- Hasat zamanının tahmini ve belirlenmesi,
- Bitkisel üretimin tahmin edilmesi,
- Arazi kullanım ve bitki örtüsü sınıflamasıdır.

Bu problemlerin çözümü kırsal alanda yaşayan halkın teknolojik imkânlardan faydalanma zorlukları teknik bilgi yetersizliği ve ekonomik nedenlerden dolayı tahmin edildiği kadar kolay olmamaktadır. Gelişmiş ülkelerde, UA ile birlikte CBS ve Global Positioning System (GPS) kullanarak çiftçi isteklerinin ve üretimle ilgili problemlerin daha ekonomik ve hızlı olarak belirlenmiş ve çözüm olanakları sağlanmıştır. Bu sayede üretim devamlı olarak izlenebilmekte ve tarımsal faaliyetler kontrol edilebilmektedir (Genç ve ark., 2005).

2.4. Tarımda Uzaktan Algılama Metodolojisi

Amerika Birleşik Devletleri 1930'ların başlarında Tarım Bakanlığının çabalarıyla siyah beyaz hava fotoğraflarını toprak ölçme çalışmalarında kullanmıştır (Maktav ve Sunar, 1991). Bu tarihten sonra renkli ve kızıl ötesi görüntüleriyle yapılan araştırmalara hız verilmiştir. UA'nın tarımda kullanımı ise 1960'lardaki uydu görüntülerinin soğuk savaş yıllarında Amerika'nın Sovyet Rusya'nın tahıl üretim miktarının gizlice tahmin edilmesinde kullanılması ile devam etmiştir. Son 35 yıldır uydular yardımı ile dünya çapında Arazi Kullanımı ve Bitki Örtüsü Değişimleri (AKBÖD) takip edilmektedir. Uydu görüntüleri günümüz şartlarında hemen her disipline hizmet etmekte ve bunun yanında maliyet açısından oldukça ucuz ve hızlı bir şekilde arazi değişimlerinin belirlenmesinde kullanılabilir. Amerikan Uzay ve Havacılık Merkezi (NASA) bu konuda AKBÖD programı düzenleyerek dünyanın her yerinden bilim adamlarının lokal düzeydeki insan aktivitelerinin küresel düzeydeki etkilerini araştırmış ve araştırmaya devam etmektedir (Rouse ve ark., 1973; Crist ve Cicone, 1984; Singh, 1989; Townshend ve ark., 1991; Jensen, 1996; Lambin, 1997; Genç ve ark., 2005).

Geniş kapsamda bakıldığında arazi kullanımındaki değişimlerin yalnızca çiftçi düzeyinde etkili olmayıp aynı zamanda ulusal hatta küresel düzeyde bir problem olduğu görülmektedir (Rindfuss ve Stern, 1998).

Günümüzde Spot, Landsat, IRS, NOAA, ve Ers-Atrs uydularından alınan sayısal veriler tarımsal amaçlı veriler tüm çalışmalarda kullanılabilir. Uydulardan alınan sayısal veriler bazı aşamalardan geçirilmeden bilgi üretiminde kullanılamazlar. Uydu verileri konuyla ilgili bilgisayar yazılımları yardımıyla çeşitli aşamalardan geçirilerek arazi kullanımı, bitki tipi, ürün tahmini, evapotranspirasyon, tuzluluk gibi bilgiler elde edilerek kullanıcıların hizmetine sunulur (Bastiaanssen, W.G.M., ve ark., 2000). Landsat TM sensörü, sulanan alanların, bitki deseninin potansiyel ve aktüel evapotranspirasyon, kök bölgesi neminin ve toprak tuzluluğunun belirlenmesinde avantaja sahip olduğu görülmektedir.

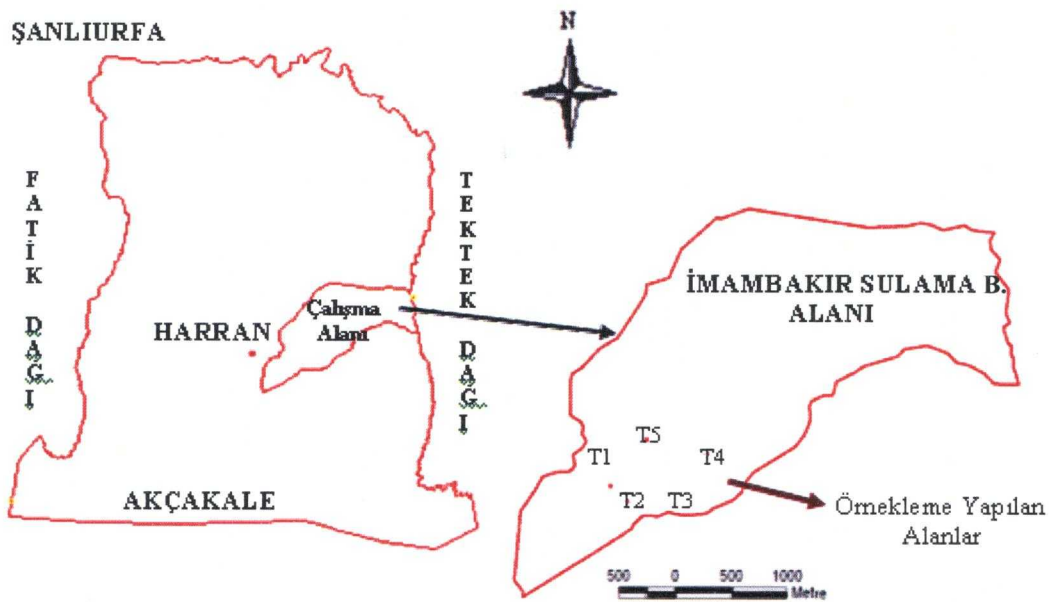
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanının konumu

Harran Ovası'nın çevresi kuzeyde Urfa dağları, batıda Fatik dağları ve doğuda ise Tektek dağlarıyla çevrilmiştir. Ovanın deniz seviyesinden yüksekliği 350–500 metre arasında değişmektedir. Eğim kuzeyden güneye doğru olup Şanlıurfa merkez yerleşim yerinin bulunduğu yerden yaklaşık 500 metreden başlamakta ve Akçakale bölgesinde 350 metreye kadar düşmektedir (Çullu ve ark., 2000).

Çalışma alanı Harran Ovası'nın farklı tuzluluk şiddetine sahip olan İmambakır Sulama Birliği alanı olarak seçilmiştir. Farklı tuzluluk şiddeti ve genel alanı temsil etmek şartıyla seçilen İmambakır Sulama Birliği alanında, pamuk ekili 5 tarladan toprak örnekleme yapılmıştır. GPS ile örnekleme yerlerinin koordinat değerleri alınmış (Çizelge 3.1.) ve örnekleme yapılan parsellere CBS'nde işlenmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3. 1. Çalışma alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerler

Çizelge 3. 1 Örnek alınma noktalarının GPS ile alınmış koordinatları

Örnekleme Yapılan Alanlar	Doğu (X Koordinatları)	Kuzey (Y Koordinatları)
T1	504428	4080559
T2	504882	4079958
T3	504892	4079937
T4	507168	4081295
T5	505451	4081695

3.1.2. Çalışma alanının iklimi

Şanlıurfa, Güneydoğu Anadolu iklim bölgesine dâhil olmakla beraber, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık olan bir iklim özelliği göstermektedir. Güneyden kuzeye ve batıdan doğuya gidildikçe yağış miktarları artmaktadır.

Çizelge 3.2'den, pamuğun gelişme süresince (Nisan-Ekim Ayları) ortalama sıcaklığın 2006 yılında, 17.3 ile 33.0 °C; uzun yıllar ortalaması 13.5 ile 31.2 °C arasında değiştiği; maksimum sıcaklık ortalamalarının 2006 yılında, 29.7 °C ile 43.5°C; uzun yıllar ortalaması ise, 30.6 °C ile 41.2 °C arasında olduğu; minimum sıcaklık ortalamalarının 2006 yılında, 12.2 °C ile 25.6 °C; uzun yıllar ortalaması ise, 0.6 °C ile 21.5 °C arasında değiştiği; toplam yağış miktarının 2006 yılında, 0 ile 31.3 mm, uzun yıllar ortalaması ise, 0 ile 67.1 mm arasında değiştiği aynı çizelgeden izlenebilmektedir. Ortalama nisbi nem, 2006 yılında, % 32.8 ile % 52.9; uzun yıllar ortalaması ise % 30.7 ile 65.2; 5 cm'deki toprak sıcaklığının ise 2006 yılında, 19.0 ile 38.8 °C, uzun yıllar ortalaması ise, 13.4 ile 36.1 °C arasında değiştiği aynı çizelgeden izlenebilmektedir. Bu durum, deneme yıllarında, ekim zamanındaki toprak sıcaklığının 15.6 °C'nin üzerinde olduğunu göstermektedir (Anonim, 2006).

Çizelge 3. 2. Şanlıurfa ilinin 2005 Kasım ile 2006 Kasım ayları arasındaki önemli iklim değerleri (Anonim, 2006)

Aylar	Ort.Mak.Sıc. (°C)	Ort. Min.Sıc. (°C)	Ort.Sıc. (°C)	Ort.Nisbi Nem (%)	Ort.Yağış (mm).	5 cm.Toprak Sıc.°C
Kasım 05	23.5	2.1	11.2	64.3	54.4	11.8
Uz. Yıl Ort.	23.3	-7.5	14.0	60.9	31.9	13.7
Aralık 05	23.1	-1.6	9.9	52.4	39.6	10.1
Uz. Yıl Ort.	19.4	3.5	10.0	85.1	129.4	10.7
Ocak 06	16.7	3.3	6.6	64.4	64.4	6.5
Uz. Yıl Ort.	16.7	16.7	7.0	67.4	17.1	7.5
Şubat 06	17.5	2.8	6.4	68.5	69.5	7.4
Uz. Yıl Ort.	18.6	-5.6	5.2	62.9	48.9	5.8
Mart 06	24.5	6.8	11.4	57.1	23.1	13.4
Uz. Yıl Ort.	20.2	-2.5	7.7	58.0	60.8	9.9
Nisan 06	29.7	12.2	17.3	50.9	25.2	19.0
Uz. Yıl Ort.	30.6	0.6	13.5	60.6	54.4	16.1
Mayıs 06	35.0	16.3	23.1	41.4	9.9	27.2
Uz. Yıl Ort.	36.3	10.9	24.0	41.4	5.7	27.8
Haziran 06	38.5	20.4	27.4	35.9	31.3	31.5
Uz. Yıl Ort.	35.1	21.5	28.3	34.5	0.5	34.1
Temmuz 06	43.7	25.6	33.0	32.8	0.0	38.8
Uz. Yıl Ort.	41.0	20.0	31.2	30.7	0.0	36.1
Ağustos 06	43.5	24.6	32.1	44.7	2.3	37.0
Uz. Yıl Ort.	41.2	17.3	29.5	45.6	0.0	34.6
Eylül 06	37.2	19.8	26.3	46.0	0.0	31.8
Uz. Yıl Ort.	37.4	13.4	24.8	40.7	5.4	29.8
Ekim 06	32.0	13.2	18.6	52.9	17.4	22.5
Uz. Yıl Ort.	34.0	9.8	20.0	59.6	67.1	22.1
Kasım 06	23.5	7.0	11.2	64.3	54.4	11.8
Uz. Yıl Ort.	24.5	7.0	13.4	65.2	86.3	13.4

3.1.3. Çalışma alanının jeolojik yapısı

Harran Ovası topoğrafik olarak çevresine göre çukur bir yapıya sahiptir. Genel anlamda Pleyistosen-Holosen alüvyallerinden oluşmuştur. Doğu-Batı ve Kuzeyde Miyosen-Eosen oluşukları tarafından çevrelenmiştir. Bu oluşuklar zaman zaman ovanın içerisine tepelikler halinde girmektedir. Harran Ovası ve Suriye boyunca alüviyal düzlükleri ve nehir konglomeralarındaki çamur, kum ve çakıl yığıntıları Pleyistosen-Holosen zamanında meydana gelmiş ve depresyonların dolması ile oluşmuş birikintileri içermektedir (Dinç ve ark., 1988).

3.1.4. Çalışma alanının toprak yapısı

Harran Ovası'nda sulanan alanların çok önemli bir kısmı düz topografyada yer alıp ve bitki gelişimi için yeterli derinliğe sahiptir. Genelde yüksek kireç ve kil

içeriğine sahip olan toprakların organik madde seviyeleri düşüktür. Toprakta organik maddenin azlığı ve yüksek kil miktarı, toprak işleme, tohum yatağı hazırlama ve sulama işlemlerinde verimi etkileyici bazı problemlere neden olmaktadır. Ovanın güney bölümünde kısmen de olsa taban suyu ve tuzluluk sorunları bulunmaktadır (Çullu, 2003).

3.1.5. Çalışma alanı su kaynakları

Ovanın bir bölümü yeraltı suyundan pompaj yardımıyla sulanmakta, büyük bir bölümü ise Şanlıurfa Tünelleri yardımı ile ovaya aktarılan Fırat nehri suyu ile sulanmaktadır. GAP'ın en büyük kilit yapılarından biri olan Şanlıurfa Tünelleri yaklaşık 358 000 hektarı yerçekimi ile ve 118 000 hektarı ise pompajla olmak üzere toplam 475 000 hektar araziye sulayacak kapasiteye sahiptir. Sistem, her biri 7.62 metre çapında ve 26.4 km. uzunluğunda iki adet dairesel kesitli beton kaplı tünelden oluşur. Tünellerin toplam uzunluğu, ulaşım ve bağlantı tünelleri dâhil 57.8 km'dir (Anonim, 2001).

Harran Ovasına iki ayrı ana kanal yardımıyla su iletilmektedir. Birincisi Şanlıurfa ana kanalı yaklaşık 50 000 hektarlık, ikincisi Harran ana kanalı ile yaklaşık 100 000 hektarlık arazi cazibe ile sulanmaktadır. Bu iki kanalın sulayacağı arazi, 'Yukarı Mezopotamya' olarak bilinen bölgenin en verimli kısmıdır. Şanlıurfa ve Harran ana kanalları sırasıyla 38 753 m³/s ve 80 336 m³/s debileriyle Atatürk barajından 412 hm³/yıl ve 871 hm³/yıl olmak üzere toplam 1 283 hm³/yıl su çevirmektedir (DSİ, 2001).

Yeni modüllerle bölgenin su ihtiyacı 1 697 hm³/yıl'dır. Aradaki 414 hm³/yıl hacim su açığı yeraltı suyu ve kontrol edilebilen dönen sulardan karşılanacağı varsayılmıştır. Söz konusu suyun (414 hm³/yıl), yaklaşık 124 hm³/yıl kısmı ovanın ortasındaki ana tahliye kanalındaki (167 404 hm³/yıl) geri dönüş kanalları yardımıyla bu sular tekrar sulamaya kazandırılacak ve geriye kalan yaklaşık 290 hm³/yıllık kısmı ovadaki mevcut yeraltı su kaynaklarından sağlanması düşünülmektedir (Anonim, 2001).

3.1.6. Ovada yaygın olarak kullanılan pamuk bitkisinin özellikleri

Bu çalışmada; Harran ovasında yaygın olarak yetiştirilen Stoneville-453 (*Gossypium hirsutum* L.) pamuk çeşidi seçilmiştir. Stoneville-453 çeşidinin özellikleri; A.B.D’de, Stoneville Pedigree Seed Co. tarafından geliştirilmiş ve 1988 yılında tescil edilmiştir. Orta derecede boylanabilen yaprakları orta genişlik ve orta sıklıkta olup tüylüdür. 2-3 odun dalı vardır. Açık piramit formunda olup, orta erkencidir. Kozalar orta irilikte, oval veya yuvarlakça ve hafif gagalıdır. Ekim ile ilk koza açma arasındaki gün sayısı ortalama 120 gündür. Çırcır randımanı % 41.9, lif uzunluğu 29.3 mm, lif inceliği 3.84 microne, lif mukavemeti 85.000 lib inch⁻², 100 tohum ağırlığı 9.4 gram ve koza ağırlığı 5.6 gram’dır. 1995 yılından beri yaygın olarak üretimi yapılmaktadır (Harem, 2003).

3.1.6.1. Pamuğun toprak istekleri

Pamuk, toprak isteği bakımından fazla seçici olmamasına karşılık, derin profilli, orta bünyeli organik maddece zengin ve su tutma kapasitesi yüksek toprakları tercih eder. Kumlu-tınlı, tınlı ve drenajı iyi killi-tınlı topraklar en çok tercih edilenlerdir (Şahin ve Ekşi, 1998). Ağır tekstür olgunluğun gecikmesine ve hastalıklara neden olmaktadır.

Pamuğun bitki kökleri 150 cm derinliğe kadar gidebilmektedir. Optimum gelişme için ideal toprak derinliği 100 cm’dir. Pamuk pH’sı 5-8 veya daha fazla reaksiyona sahip topraklarda yetişebilmektedir. Köklerin ozmotik potansiyelini -5 bara çıkaran tuzluluk pamukta verimi %50 azaltmaktadır (Martin ve ark., 1976).

Pamuk asit karakterli bölgelerde pH değeri 5- 7, kurak ve sulanan bölgelerde ise 8.5’e kadar değişik reaksiyonlu topraklarda ekilebilir. Pamuk yetiştiriciliğinde ortalama toprak reaksiyonu 6.5-7.5 değerleri arasında bulunmalıdır (İncekara, 1979).

3.1.6.2. Pamuğun iklim istekleri

Pamuk bitkisi yaz ayları ortalama sıcaklığı 25 °C veya daha fazla olan bölgelerde yetiştirilebilmektedir. Tohumların çimlenmesi için 15 °C minimum, 34 °C optimum sıcaklık gereklidir. 23-32 °C' de en hızlı büyüme ve çiçeklenme gösterir (Martin ve ark., 1976).

3.1.6.3. Pamuk yetiştirme tekniği

Tarlanın pamuk ekimine hazırlanması sürecinde öncelikle tarla temizliği ve toprak altı işleme yapılır. Pamuk tarımının sürekli yapıldığı tarlalarda taban taşı oluşumu dikkate alınarak, bitki köklerinin rahat gelişimi için bu sert tabakanın Subsoiler adı verilen aletlerle kırılması gerekmektedir. Özellikle iyi bir toprak işlemeden söz edebilmek için mutlaka arazi tesviyesi yapılmalıdır. Kaliteli ürün ve yüksek verim için mutlaka genetik saflığı yüksek tohum kullanımı çok önemlidir. Pamukta bakım denilince seyreltme, çapalama ve uç alma önem kazanmaktadır. Pamuk bitkisinin su ihtiyacı 400 ile 600 mm'dir. Türkiye'de Ege, Akdeniz, Çukurova ve GAP bölgelerinde geniş alanda üretimi yapılan pamuk bitkisi son yıllarda hasat maliyetlerinin ve diğer girdilerin yüksek olması nedeniyle pamuk üretiminin büyük kısmı GAP bölgesinde yoğunlaşmıştır (Gencer, 2003).

Pamuk tarımında yüksek verim ve lif kalitesini artırmak için şu hususlara dikkat etmek gerekmektedir. Toprak işleme, toprağın ekime hazırlanması, sertifikalı tohumluk kullanımı, optimum bitki sıklığı (sıra arası*sıra üzeri), münavebe, yabancı ot kontrolü, hastalık ve zararlılarla mücadele, sulama, gübreleme, toprak reaksiyonu (toprak pH değeri), toprağın tuzluluk durumu, toprağın organik madde miktarı (%), toprağın kireç miktarı (% CaCO₃), toprağın bünyesi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışma alanındaki örnekleme yerlerinin seçimi, toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri

Çalışma alanı, Harran Ovasında en düşük kotta yer alan ve tuzlulaşma sorununun en yoğun şekilde yaşandığı bölgelerden biri olan İmambakır Sulama Birliği sahasından seçilmiştir. Seçilen sulama birliği alanında, farklı şiddetteki tuzluluğa sahip pamuk ekili 5 test alanı seçilmiştir. Çalışmada farklı tuz şiddetlerinde yetişen pamuk bitkisi gelişimiyle, mevsimsel verim değişimlerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Tuzluluğun mevsimsel olarak yıl içerisindeki değişimini izlemek için Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında olmak üzere 4 kez ve 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Belirlenen 3 derinlikten ve her ay alınan bozulmuş toprak örnekleri ile tuzluluk analizleri yapılmıştır.

3.2.2. Toprak analizleri

Toprak örnekleri, laboratuarda hava kurusu durumuna getirilip 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra aşağıda belirtilen fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Analize hazırlanan toprak örneklerinde bünye hidrometre (Bouyoucus, 1951), kireç Scheibler Kalsimetresi (Allison ve Moode, 1965), organik madde Walckley Black yaş yakma yöntemi (Jackson,1962), pH, elektriksel iletkenlik (EC), katyon ve anyonlar saturasyon ekstraktında, katyon değişim kapasitesi (KDK) sodyum asetat ekstraksiyon yöntemi ile, değişebilir katyonlar (DK) ise amonyum asetat ekstraksiyon yöntemi (Richards, 1954) ile belirlenmiştir.

3.2.3. Topoğrafik ve parsel bilgilerinin bilgisayara girilmesi

Çalışmanın sulama birliği ve parsel seviyesinde yapılabilmesi için 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita bilgileri ve sulama birliklerine ait parsel ve çiftçi bilgileri sayısallaştırılmıştır. Çalışmanın koordineli yapılması ve zamansal sürekliliğin sağlanması amacıyla GPS cihazı ile çalışma alanları belirlenmiştir. Her parsel ve zamanda alınan toprak örneklerinin yerleri GPS kullanılarak koordinatlandırılmıştır. Projeksiyon olarak Universal Transfer Mercator (UTM), Datum olarak da ED50 kullanılmıştır. Sulama sınırları ve İmambakır Sulama Birliği sınırlarının vektörizasyonu için şu aşamalar gerçekleştirilmiştir. Standart kadastral paftalar (STK), Tapu Kadastro İl Müdürlüğünden temin edilmiştir. Sonra STK paftalar tarayıcılardan geçirilerek TIFF formatında dosyalar oluşturulmuştur. Bu TIFF formatlı veriler affine dönüşümü yapılarak sayısal vektörler için altlık haline getirilmiştir. Sonraki basamakta bu altlıklar CAD tabanlı yazılımlar (NETCAD-TNT), kullanılarak vektör veriler oluşturulmuştur. Uydu verisi olarak 30*30 metre çözünürlükte RGB formatında 10.09.2006 tarihine ait Landsat TM uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bu tarihli uydu görüntüsünde vegetatif olarak tam anlamıyla gelişmiş olan pamuk bitkileri incelenebilmektedir. Uydu görüntüsünün projeksiyon ve datum eşitlemeleri yapıldıktan sonra CAD tabanlı vektörler maske olarak kullanılarak kesilmiştir. Çalışma bölgesi ve bağlı olduğu İmambakır Sulama Birliği alanına ait olan bu uydu görüntülerinde kırmızı ve 2 de yakın kızıl ötesi bant kullanılarak (3, 4, 5. bantlar) görüntü zenginleştirilmesi yapılmıştır. Tabaka çalışma tekniği kullanılarak altta uydu görüntüleri açılıp daha sonra vektör veriler üstüne aktarılmıştır. En üst kısma çalışma istasyonlarının arazide alınan GPS koordinatları işaretlenerek sayısal çalışmalar tamamlanarak haritalar üretilmiştir.

Pamuk verimi ile tuzluluk arasındaki ilişkinin belirlenmesi için de uydu görüntüsünde NDVI analizi yapılmıştır. Bitki indeksi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Turner ve ark., 1999).

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

NIR : Yakın infraret (4. Band) dalga boyu

R : Kırmızı (3. Band) dalga boyu

Sonuç olarak toprak profilinde mevsimsel olarak meydana gelen tuzluluk değişimlerinin pamuk verimine etkisi ve tuzluluğun verim üzerine olan etkisinin uydu görüntüleriyle ilişkilendirilmesi için de NDVI analizi ile entegre edilerek İmambakır Sulama Birliği alanında tuzluluk değişiminden dolayı meydana gelen pamuk verim kayıpları belirlenerek pamuk verim haritası oluşturulmuştur.

3.2.4. Seçilen test alanlarında bitkisel verilerin sağlanması

3.2.4.1. Bitki boyu (cm)

Tuzluluğun pamuk verimine etkisini belirlemek için farklı tuz şiddeti etkisindeki pamuk parselleri seçilmiştir. Belirlenen parsellerde rasgele seçilen 20 bitkideki çim yapraklarından itibaren bitkinin uç kısmına kadar olan bitki boyları ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır (Şenel, 1980).

3.2.4.2. Bitki başına ortalama meyve dalı sayısı (adet)

Çalışma alanından rasgele seçilen 20 bitkide meyve dalları sayılarak ortalaması alınmıştır.

3.2.4.3. Bitki başına ortalama odun dalı sayısı (adet)

Çalışma alanından rasgele seçilen 20 bitkide odun dalları sayılarak ortalaması alınmıştır.

3.2.4.4. Koza ağırlığı (g)

Hasat edilmiş kozaların 20 adet brakte yaprakları temizlendikten sonra hassas terazide (0.001 grama duyarlı) tartımı ile bulunan değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.2.4.5. Pamuk veriminin belirlenmesi

En son (Ekim ayı) toprak örnekleme yapılan parsellerden araziyi temsilen toplanan pamuk örneklerinin ağırlığı ölçülmüş ve parsellerin verimi belirlenerek ölçülen tuzluluk verileri ve uydu verileri analiz sonuçlarıyla ilişkilendirilmiştir.

Pamuk veriminin belirlenmesi amacıyla deneme alanında, önceden hazırlanmış 20 metre uzunluğunda urgan kullanılarak 20 metredeki bitki sayısı tespit edilmiştir. Daha sonra bu 20 metrelik urganın ortasına 10 metrelik kısmı belli olacak şekilde düğüm atılmış ve bu 10 metrelik kısım kullanılarak 5 defa 10 metredeki sıra üzerinde bulunan bitki sayısı tespit edilmiştir. Daha sonra tespit edilen 20 metredeki sıra sayısı ile 50 metredeki toplam bitki sayısı çarpılarak dekardaki toplam bitki sayısı hesaplanmıştır. Bu değer 20 bitkideki ortalama koza sayısı ile açılan kozadaki kütlü pamuk ağırlığı ile çarpılarak dekara kütlü pamuk verimi elde edilmiştir (Yıldırım, 2006).

Ayrıca uygulama yapılan parsellerin sahipleri ile yapılan anket sonucunda sulama, gübreleme, hastalık ve zararlı mücadelesi, çapalama, toprağın drenaj durumu, gibi konularıyla ilgili bilgiler elde edilmiş ve verim ile ilişkilendirilmiştir.

3.2.5. Araştırma yönteminden beklentiler

Harran Ovası'nda meydana gelen tuzlulaşma hem farklı şiddette olmakta hem de toprak derinliği içerisinde farklı oranlarda birikmektedir. Yapılan sulamalar, yağış miktarı ve buharlaşmadaki değişimlere göre bu tuzlar yıl içerisinde toprakların farklı derinliklerine hareket edebilmektedir. Toprakların farklı derinliklerindeki bu

değişimler bitki kök gelişimini ve dolayısıyla verimi etkilemektedir. Harran Ovası'nda pamuk bitkisi yaygın olarak ekilmekte ve ekonomik değeri yüksek olan bir bitkidir. Bu bitki tuza orta dayanıklı olmakla birlikte toprak içerisindeki orta ve yüksek tuzluluk değişimlerinden etkilenmekte ve verim kayıplarına uğramaktadır.

Bu tez çalışmasında, toprağın farklı derinliklerinde biriken, bitki kök bölgesinde mevsimsel olarak aşağı ve yukarıya hareket ederek verimi etkileyen tuzlulukla ilgili özellikleri incelemek ve pamuk verimine etkisini belirleyerek uydu görüntüleri ile ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Sonuçta tuzluluk değişimlerinin pamuk verimine etkisi belirlenerek, uydu görüntülerine entegrasyonu ile geniş alanlarda uygulanması hedeflenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Profilineki Tuzun Mevsimsel Değişimi

Kurak ve yarı kurak iklimlerde taban suyu varlığında, yüksek buharlaşma sonucunda toprak profilinin farklı derinliklerinde tuz birikimi meydana gelebilmektedir. Toprak profilinin farklı derinliklerinde biriken bu tuzlulaşmanın derecesi yıl içerisinde buharlaşma, yağış, taban suyu derinliği ve taban suyu tuz içeriğine göre değişmektedir.

Tuzlu topraklarda, bitki gelişimi kök bölgesinde biriken tuzlar tarafından engellenmektedir. Eğer buharlaşma toprağın alt katlarına taşınan tuzdan daha fazla tuz toprağın üst katlarına taşınırsa, tuz bitkinin kök bölgesinde birikmektedir. Bu bölgede biriken tuz, bitkinin tolerans sınırını aşarsa, bitki gelişimini engellemektedir (American Society of Civil Engineers, 1990; Karim ve ark., 1990; Somani, 1991). Birçok bitki çeşidi, saturasyon ekstraktının EC'si 4 dS/m'yi geçtiğinde zarar görmektedir. Bu tuzluluk seviyesinden sonra, bitki kök bölgesinde su olsa bile bitki gelişimi kısıtlanmaktadır (American Society of Civil Engineers, 1990; Karim ve ark., 1990)

Pamuk bitkisi tuzluluğa dayanıklı olmakla birlikte, belirli bir EC seviyesinden sonra (7.7 dS/m) bitki verimi düşmektedir. Bitki verimindeki düşüş, kök bölgesinde yıl içerisinde biriken tuzlardaki değişime göre olmaktadır. Pamuk bitkisi tuza toleranslı olarak düşünülmeğe de (Mass ve Hoffman, 1977; Mass, 1986), tuzlu koşullarda pamuk tohumunun çimlenmesinde azalma göstermektedir (Khan, 1987). Pamuk bitkisi özellikle çimlenme ve taraklanma dönemlerinde tuza çok duyarlı ve daha sonraki aşamalarda dayanıklılığı artmaktadır (Bhatti ve Rasid, 1980).

Farklı gelişim aşamalarında tuza toleranslı olan pamuk bitkisinin kök bölgesindeki tuzun vejetasyon dönemindeki değişiminin bilinmesi verim kayıpları ve tuz yönetimi açısından önemlidir. Bu nedenle farklı tuzluluk seviyelerinde ve pamuk bitkisinin ekili olduğu arazilerden belirli zamanlarda alınan toprak örneklerindeki tuzluluk değişimi tuz yönetimi ve verim kayıplarının belirlenmesinde anlamlı veriler ortaya koyabilir.

Bu amaçla mevsimsel tuz değişiminin pamuk verimi üzerine etkilerini yorumlamak için kök bölgesindeki (0-30; 30-60; 60-90 cm) derinliklerden alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçları çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelge 4.1. verileri incelendiğinde, çalışma alanı topraklarının killi, bir başka deyimle ağır bir bünyeye sahip oldukları görülmektedir.

Çizelge 4. 1. Çalışma alanları topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Örnekleme yapılan parseller		Tekstür dağılımı ve sınıfı				Kimyasal özellikler			
DERİNLİK(cm)		%Kum	%Kil	%Silt	Bünye Sınıfı	pH	Kireç %	K.D.K. me/100 g	Org. Madde %
T1	0-30	22	54	24	Kil	7.30	23.5	26.12	2.09
	30-60	24	54	22	Kil	7.40	23.9	27.10	1.81
	60-90	22	54	24	Kil	7.42	24.3	27.32	1.74
T2	0-30	30	44	26	Kil	7.00	23.5	22.18	2.44
	30-60	26	52	22	Kil	7.18	23.1	25.40	1.88
	60-90	28	50	22	Kil	7.20	23.5	25.18	1.03
T3	0-30	28	48	24	Kil	7.20	23.5	26.40	2.17
	30-60	28	50	22	Kil	7.04	23.1	22.10	2.01
	60-90	28	52	20	Kil	7.14	23.9	23.16	1.71
T4	0-30	30	47	23	Kil	7.62	13.6	24.52	2.38
	30-60	32	48	20	Kil	7.66	7.6	24.60	1.78
	60-90	34	48	18	Kil	7.56	7.9	25.20	1.39
T5	0-30	30	45	25	Kil	7.54	23.5	28.12	2.26
	30-60	30	45	25	Kil	7.23	23.5	28.42	1.94
	60-90	30	48	22	Kil	7.24	24.3	29.02	1.71

Beş adet çalışma alanından alınan on beş adet toprak örneği üzerinde yapılan organik madde içeriklerinin tespitine yönelik çalışmalardan elde edilen verilere göre en düşük değer; T2 no'lu örnek alanındaki 60-90 derinliğinden % 1.03, en yüksek değer ise yine T2 no'lu örnek alanındaki 0-30 derinliğinden % 2.44 olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 1.). Çalışma alanının en düşük ve en yüksek kireç (%) değerlerinin tespitine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde Çizelge 4.1'deki verilere göre; bu değerlerin % 7.6 (T4 no'lu çalışma alanındaki 30-60 cm. derinliğinde) ile % 24.3 (T1 no'lu Eski Harran Civarı, çalışma alanındaki 30-60 cm. ve T5 no'lu İmambakır civarı 60-90 cm derinliğinde) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda; dört çalışma alanında (T1, T2, T3 ve T5) verilerin bir birlerine yakın değerler olduğu gözlemlenmiş olup, T4 deki değerlerin ise diğer dört çalışma alanından daha farklı olduğu tespit edilmiştir.

Çalışılan alanlardaki en düşük pH değeri 7.00 ile T2 (Meydan Kapı Civarı) nolu alanda 0-30 cm toprak derinliğinde elde edilirken, en yüksek pH değerine ise 7.66 ile T4 (Bozyazı) nolu alanda 30-60 cm toprak derinlikte elde edilmiştir. Elde edilen verilerin, Akalan (1968) tarafından oluşturulan topraktaki pH'nın değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerlerine göre, nötr-alkalin sınıfları arasında değiştiği tespit edilmiştir.

4.1.2. Çalışma alanının elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin tespiti

Çalışma alanlarından elektriksel iletkenlik değerlerinin tespiti için yapılan analizlere dayalı olarak elde edilen veriler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çalışma sahasından elde edilen değerlere bakıldığında en yüksek EC değerlerinin T3 no'lu (Meydan Kapı Civarı) alanda olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler; Temmuz ayı için 0-30 cm' den 13.7 dS/m, Ağustos ayında yine 0-30 cm' den 13.77 dS/m, Eylül ayında 0-30 cm' den 12.7 dS/m, Ekim ayında ise yine 0-30 cm derinlikten 12.23 dS/m olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 2. Örnekleme zamanları ve toprakların EC içerikleri

Örnekleme zamanları ve toprakların EC içerikleri					
Alan no	DERİNLİK (cm)	14.07.2006	14.08.2006	14.09.2006	14.10.2006
		EC (dS/m)	EC (dS/m)	EC (dS/m)	EC (dS/m)
T1	0-30	1.12	1.83	1.24	1.75
	30-60	1.84	2.27	1.18	2.1
	60-90	2.62	2.31	1.35	1.95
T2	0-30	5.63	4.81	5.02	6.54
	30-60	4.75	4.61	4.52	5.23
	60-90	3.27	3.65	3.35	4.91
T3	0-30	13.7	13.77	12.7	12.23
	30-60	11.2	10.11	11.2	10.34
	60-90	8.17	7.56	8.06	8.45
T4	0-30	4.46	2.85	2.93	2.65
	30-60	3.64	3.24	3.18	3.02
	60-90	3.25	3.96	4.16	4.13
T5	0-30	10.28	11.14	11.22	10.11
	30-60	8.01	8.36	8.49	8.32
	60-90	7.71	6.69	7.36	7.45

Çizelge 4.2'nin verileri incelendiğinde araştırma tarlalarından alınan örneklerde T1 topraklarının tuzsuz olduğu T2, T3, T4, T5 arazilerinden alınan toprakların pamuk gelişimi döneminde farklı tuzluluk değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Kök bölgesi derinliği (0-90) dikkate alındığında genelde topraktaki tuz içeriğinin yüzeyden aşağıya doğru azaldığı görülmektedir. Toprak tuzluluğunun yüzeyden alta doğru azalmasının en önemli nedeni, sulama ve yüzeyde birikmesinin nedeni ise yüksek buharlaşmanın yıkanan tuzları tekrar kapillar hareketle toprak yüzeyine taşımamasından dolayıdır (Çullu ve ark., 2000).

Analiz sonuçları incelendiğinde T3 ve T5 çalışma alanlarında, bitki kök bölgesinden alınan toprak örneklerinde tuz içerikleri pamuk bitkisinin tolerans sınırının (7.7 dS/m) üzerinde olduğu görülmektedir. Pamuk bitkisinin yetiştiği bölgedeki tuz içeriği tolerans sınırını aştığında, her bir birim EC için verim kaybı % 5.2 seviyesinde olmaktadır (Maas ve Hoffman, 1977).

T3 ve T5 tarlalarından alınan örneklerin kök bölgesindeki tuz içeriklerine göre verim kayıpları Maas ve Hoffman, 1977 aşağıdaki eşitliğe göre hesaplamıştır. Seçilen test alanlarında yapılan ölçümler sonucunda pamuk verimleri belirtilmiştir (Çizelge 4.3).

$$y/Y_m = 100 - B * (EC_e - A)$$

y/Y_m : Relatif ürün (%)

Y_m : Alınan optimum en yüksek ürün

EC_e : Saturasyon ekstraktından elde edilen EC değeri

A : Ürünün tuzluluğa karşı verim azalması eşik değeri

B : Her birim tuzluluğa karşı % ürün azalması

Çizelge 4. 3. Çalışma alanlarının pamuk verimleri

T1 (kg/da)	T2 (kg/da)	T3 (kg/da)	T4 (kg/da)	T5 (kg/da)
534	326	218	184	352

Çizelge 4.3 incelendiğinde çalışılan parsellerden elde edilen değerlere göre en yüksek pamuk verimi (534 kg/da) olarak T1'den alınmıştır. T2 çalışma alanından 326 kg/da, T3'den 218 kg/da, T4'den 184 kg/da ve T5'den ise 352 kg/da verim elde edilmiştir.

T1 çalışma alanındaki aylara ait değerlere bakıldığında, en düşük 1.12 dS/m ve en yüksek 2.62 dS/m olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen EC değeri pamuk bitkisinin tolerans sınırı altında kalmaktadır. T1 tarlasından 534 kg/da ile en yüksek verim elde edilmiştir.

T2 çalışma alanındaki aylara ait değerlere bakıldığında, en düşük 3.27 dS/m ve en yüksek 6.54 dS/m olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen EC değeri pamuk bitkisinin tolerans sınırı altında kalmaktadır. Ancak tuzluluk çimlenme ve taraklanma aşamalarında daha fazla zarar vererek verimi düşürebilmektedir (Bhatti ve Rasid, 1980; Khan, 1987). Çizelge 4.3 incelendiğinde T2 tarlası (326 kg/da), T1 tarlasına göre daha düşük bir kütlü pamuk verimi sonucu alınmıştır. Buradaki farklılık tuzluluktan ziyade, diğer uygulama farklılıklarından (kırmızı örümcek ve yeşil kurt zararlılarına karşı zirai mücadele yapılmamış) kaynaklanabilir.

T3 (Meydan Kapı Yolu Civarı) çalışma alanındaki aylara ait değerlere bakıldığında, en düşük 7.56 dS/m ve en yüksek 13.77 dS/m olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu alanda bitki ve toprak açısından orta ve şiddetli tuzluluk tehlikesi vardır. Bir başka ifadeyle bitki veriminde önemli kayıplar olabilmektedir. Bu çalışma alanından elde edilen pamuk verimi 218 kg/da olarak tespit edilmiştir.

T4 (Bozyazı civarı) çalışma alanındaki aylara ait değerlere bakıldığında, en düşük 2.65 dS/cm ve en yüksek 4.46 dS/cm olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma alanından elde edilen pamuk verimi 184 kg/da olarak tespit edilmiştir. T4 çalışma alanında EC değeri pamuk bitkisi açısından kabul edilebilir değerler arasında bulunmasına rağmen pamuk veriminin düşüklüğü gözlenmektedir (Çizelge 4.3). Bu verim düşüklüğünü gübre kullanımının eksikliği (optimum azot miktarı 16 kg/da olması gerekirken çalışma alanında 9.6 kg/da kullanılmıştır), ekim tarihinin geç olması (muhtemelen destekleme amaçlı bir ekim olabilir), kültürel ve bakım işlerinin eksik ve zamanında yapılmamasına bağlayabiliriz (Çizelge 4.5).

T5 (İmambakır Civarı) çalışma alanındaki aylara göre değerlere bakıldığında, en düşük 7.36 dS/m ve en yüksek 11.22 dS/m olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma alanında bitki ve toprak açısından hafif ve orta tuzluluk tehlikesi belirlenmiştir ve çalışma alanından elde edilen pamuk verimi 352 kg/da olarak tespit edilmiştir.

4.2. Çalışma Alanının Bitkisel Özellikleri

4.2.1. Bitki boyu (cm)

Çalışma alanından rasgele seçilen 20 bitkideki çim yapraklarından (cotyledone) itibaren bitkinin uç kısmına kadar olan bitki boyları ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır (Şenel,1980). Elde edilen sonuçlar çizelge 4.4'de görüldüğü gibi; T1 no'lu çalışma alanında 86.27 cm olarak bulunmuştur. T2 no'lu çalışma alanında 79.53 cm, T3 no'lu çalışma alanında 61.72 cm, T4 no'lu çalışma alanında 58.10 cm ve T5 no'lu çalışma alanında 74.64 cm olarak bulunmuştur. Çalışma alanında en fazla bitki boyu

T1 no'lu çalışma bölgesinde 86.27 cm olarak tespit edilmiş olup, bu durum dekara verim olarak da en yüksek olan çalışma alanıdır. Çalışma alanında en düşük bitki boyu T4 no'lu çalışma bölgesinde 58.10 cm olarak tespit edilmiş olup, bu durum dekara verim olarak da en düşük olan çalışma alanıdır.

Çizelge 4. 4. Çalışma alanlarında 2006 yılı pamuk bitkisine ait bazı bitkisel özellikler

Çalışma alanları	Pamuk verimi (kg/da)	Bitki boyu (cm)	Meyve dalı sayısı (adet)	Odun dalı sayısı (adet)	Koza ağırlığı (g)
T1	534	86.27	14.40	0.834	4.80
T2	326	79.53	13.73	0.567	4.27
T3	218	61.72	12.15	0.767	3.85
T4	184	58.10	11.80	0.513	3.60
T5	352	74.64	14.05	2.100	4.57

4.2.2. Bitki başına ortalama meyve dalı sayısı (adet)

Çalışma alanından rasgele seçilen 20 bitkide meyve dalları sayılarak ortalaması alınmıştır. Buna bağlı olarak elde edilen sonuçlar; T1 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 14.4 adet olarak bulunmuştur. T2 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 13.73 adet, T3 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 12.15 adet, T4 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 11.80 adet ve T5 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 14.05 adet olarak bulunmuştur. Çalışma alanında en fazla bitki başına ortalama meyve dalı sayısı T1 no'lu çalışma alanında 14.40 adet olarak tespit edilmiş olup, bu durum dekara verim olarak da en fazla olan tarladır.

4.2.3. Bitki başına ortalama odun dalı sayısı (adet)

Çalışma alanından rasgele seçilen 20 bitkide odun dalları sayılarak ortalaması alınmıştır. Buna bağlı olarak elde edilen sonuçlar; T1 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 0.834 adet olarak bulunmuştur. T2 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 0.567 adet, T3 no'lu çalışma alanında yapılan

ölçümlere dayalı olarak 0.767 adet, T4 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 0.513 adet ve T5 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 2.100 adet olarak bulunmuştur. Çalışma alanında en fazla bitki başına ortalama odun dalı sayısı T5 no'lu çalışma alanında 2.100 adet olarak tespit edilmiş olup, bu durum dekar başına verime en yüksek olarak yansımamıştır.

4.2.4. Koza ağırlığı (g)

Hasat edilmiş kozaların 20 adet brakte yaprakları temizlendikten sonra hassas terazide (0.001 grama duyarlı) tartımı ile bulunan değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Buna bağlı olarak elde edilen sonuçlar; T1 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 4.80 g olarak bulunmuştur. T2 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 4.27 g, T3 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 3.85 g, T4 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 3.60 g ve T5 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 4.57 g olarak bulunmuştur. Çalışma alanında en fazla bitki başına ortalama odun dalı sayısı T1 no'lu çalışma alanında 4.80 g olarak tespit edilmiş olup, bu durum dekar başına verime en yüksek çalışma alanı olarak da yansımıştır.

4.2.5. Pamuk veriminin (kg/da) belirlenmesi

Pamuk veriminin belirlenmesi amacıyla deneme alanında, önceden hazırlanmış 20 metre uzunluğunda urgan kullanılarak 20 metredeki bitki sayısı tespit edilmiştir. Daha sonra bu 20 metrelik urganın ortasına 10 metrelik kısmı belli olacak şekilde düğüm atılmış ve bu 10 metrelik kısım kullanılarak 5 defa 10 metredeki sıra üzerinde bulunan bitki sayısı tespit edilmiştir. Daha sonra tespit edilen 20 metredeki sıra sayısı ile 50 metredeki toplam bitki sayısı çarpılarak dekardaki toplam bitki sayısı hesaplanmıştır. Bu değer 20 bitkideki ortalama koza sayısı ile açılan kozadaki kütlü pamuk ağırlığı ile çarpılarak dekara kütlü pamuk verimi elde edilmiştir.

Buna bağlı olarak elde edilen sonuçlar; T1 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 534 kg/da. olarak bulunmuştur. T2 no'lu çalışma alanında

yapılan ölçümlere dayalı olarak 326 kg/da., T3 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 218 kg/da., T4 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 184 kg/da. ve T5 no'lu çalışma alanında yapılan ölçümlere dayalı olarak 352 kg/da olarak bulunmuştur. Çalışma alanında en fazla pamuk verimi T1 no'lu çalışma alanında 534 kg/da olarak tespit edilmiştir.

4.2.6. Çalışma alanı anketleri

Ayrıca uygulama yapılan parsellerin sahipleri tespit edilmiştir. Çiftçilerle sulama, gübreleme, hastalık ve zararlı mücadelesi, çapalama, toprağın drenaj durumu, konularıyla ilgili bilgiler yüz yüze yapılan görüşmelerde toplanmıştır. Ayrıca her bir çalışma alanında üretim yapan çiftçi ile yapılan anket sonuçları aşağıda yer almaktadır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4. 5. Çalışma alanı anket verileri

Çalışma alanları	T1	T2	T3	T4	T5
Sulama sayısı	7	5	5	5	7
Gübre (taban)	Kompoze (20-20-0) 41kg/da	Kompoze (20-20-0) 40kg/da	Kompoze (20-20-0) 40kg/da	Kompoze (20-20-0) 15kg/da	Kompoze (20-20-0) 40kg/da
Gübre (üst)	%33 N 35kg/da	%33 N 32kg/da	%33 N 32kg/da	%33 N 20kg/da	%33 N 20kg/da
Çapa sayısı	4	5	5	6	4
Kırmızı örümcek mücadelesi	VAR	YOK	VAR	VAR	VAR
Yeşil kurt mücadelesi	YOK	YOK	VAR	YOK	YOK
Ekim tarihi	19/4/2006	23/4/2006	23/4/2006	15/5/2006	01/5/2006
Hasat tarihi	14/9/2006	20/9/2006	20/9/2006	20/9/2006	15/9/2006

Çizelge 4.5'e göre çalışma alanlarından T1 (Eski Harran Civarı) taban ve üst gübre uygulamalarında azot (taban 8.2 kg/da ve üst 11.5 kg/da) 19.7 kg/da olarak verilmiştir. Azot ve büyüme düzenleyicileri uygulamalarının kütlü pamuk verimine etkisi önemli görülmüş ve doğal optimum nokta 17 kg/da, ekonomik gübre dozu 16 kg/da olarak tespit edilmiştir (Anlağan, 2001). Sulama sayısı pamuğun yetiştirme sezonu boyunca 7 adettir. Çapa sayısı 4 adet olup yeşil kurt zararlısına

rastlanılmamakla beraber, kırmızı örümcek zararlısına karşı mücadele yapılmıştır. Ekim tarihi 19 Nisan ve hasat tarihi 14 Eylül'dür.

Çizelge 4.5'e göre çalışma alanlarından T2 (Meydan Kapı Civarı) taban ve üst gübre uygulamalarında azot (taban 8 kg/da ve üst 10.56 kg/da) 18.56 kg/da olarak verilmiştir. Sulama sayısı pamuğun yetiştirme sezonu boyunca 5 adettir. Çapa sayısı 5 adet olup yeşil kurt ve kırmızı örümcek zararlısına karşı mücadele yapılmamıştır. Ekim tarihi 23 Nisan ve hasat tarihi 20 Eylül'dür.

Çalışma alanlarından T3 (Meydan Kapı Civarı)'na bakıldığında taban ve üst gübre uygulamalarında azot (taban 8 kg/da ve üst 10.56 kg/da) 18.56 kg/da olarak verilmiştir. Sulama sayısı pamuğun yetiştirme sezonu boyunca 5 adettir. Çapa sayısı 5 adet olup yeşil kurt ve kırmızı örümcek zararlısına karşı mücadele yapılmıştır. Ekim tarihi 23 Nisan ve hasat tarihi 20 Eylül'dür.

Çalışma alanlarından T4 (Bozyazı Civarı)'na bakıldığında bu parseldeki gübre uygulamasında azot (taban 3 kg/da ve üst 6.6 kg/da) 9.6 kg/da olarak verilmiştir. Sulama sayısı pamuğun yetiştirme sezonu boyunca 5 adettir. Çapa sayısı 6 adet olup kırmızı örümcek zararlısına karşı mücadele yapılmıştır. Ekim tarihi 15 Mayıs ve hasat tarihi 20 Eylül'dür.

Çizelge 4.5'e göre çalışma alanlarından T5 (İmam Bakır Civarı)'nda taban ve üst gübre uygulamalarında azot (taban 8 kg/da ve üst 6.6 kg/da) 14.6 kg/da olarak verilmiştir. Sulama sayısı pamuğun yetiştirme sezonu boyunca 7 adettir. Çapa sayısı 4 adet olup yeşil kurt zararlısına karşı mücadele yapılmamış, kırmızı örümcek zararlısına karşı mücadele yapılmıştır. Ekim tarihi 1 Mayıs ve hasat tarihi 15 Eylül'dür.

4.3. Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanılarak Arazi Bilgilerinin Sulama Birliği Alanı İçin Değerlendirilmesi

Toplam 7 464 hektar alana sahip İmambakır Sulama Birliği alanı bulundurduğu yüksek taban suyu nedeniyle tuzlulaşma problemi ile karşılaşmaktadır. Özellikle sulama öncesi de taban suyu sorunu bulunan alanlardaki tuzluluk şiddeti daha yüksek

olmaktadır. Bazı alanlarda şiddetli seviyelerdeki tuzluluk değerleri bitki verimini önemli oranda etkileyebilmektedir. Yapılan çalışmada farklı tuzluluk seviyelerinde yetişen pamuk tarlalarından 3 derinlikten (kök bölgesi) ve pamuk gelişim dönemi olan Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarından örnekler alınarak değerlendirilmiştir. Son yıllarda uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak seçilen örnek alanlarındaki bilgiler kullanılarak geniş alanlardaki durum tahmin edilebilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmada farklı tuzluluk değerlerine sahip arazi analiz ve verim değerleri uydu verileriyle ilişkilendirilerek İmam Bakır Sulama alanı için pamuk verim tahmini yapılmıştır. Uydu teknolojisi verileri ile yer verilerinin ilişkilendirilmesinde CBS teknikleri kullanılarak farklı yer, harita ve uydu verileri ilişkilendirilerek tahminler daha hızlı ve kolay yapılabilmektedir.

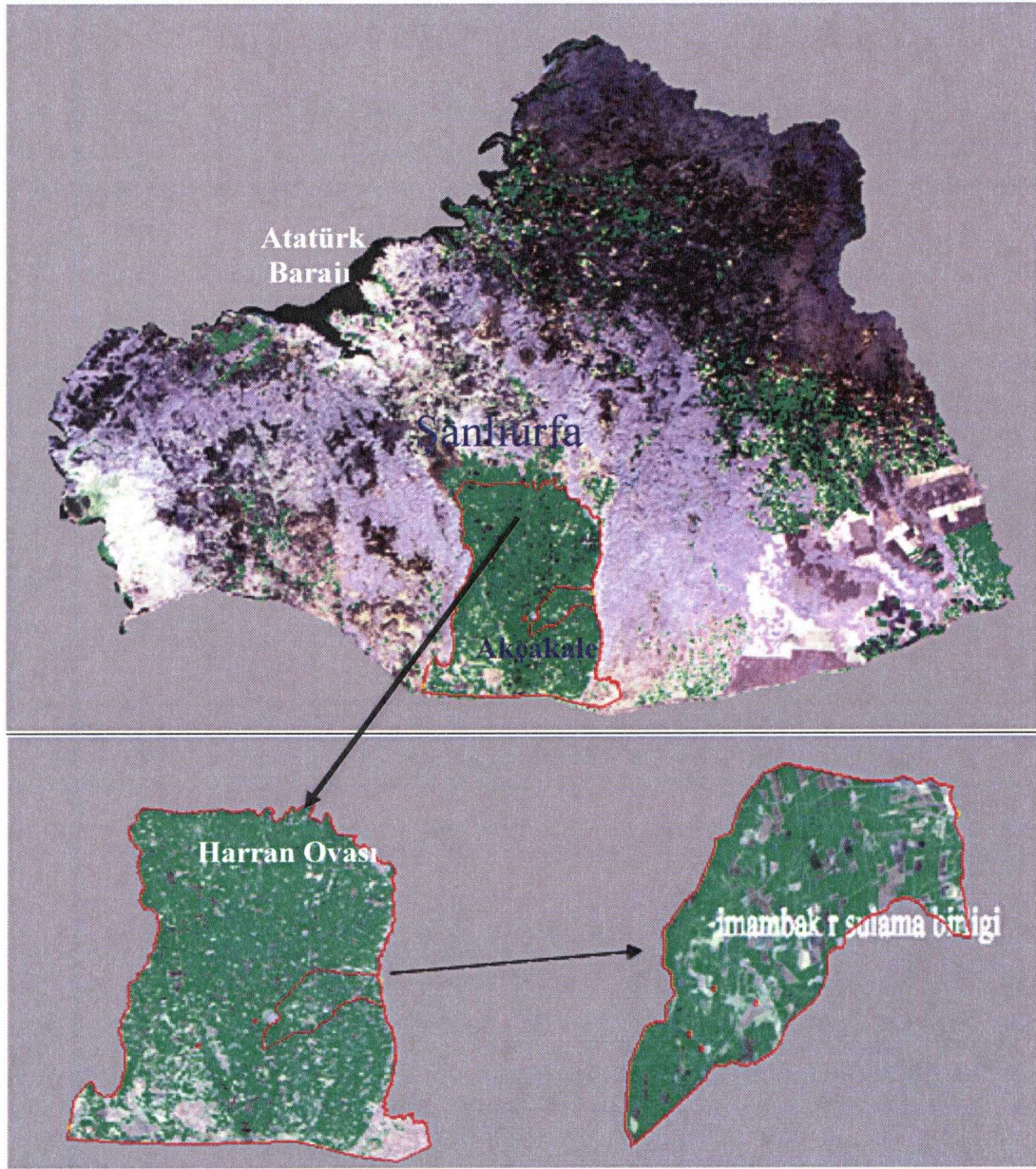
4.3.1. CBS teknikleri ile parsel bilgilerinin oluşturulması

Her parsel ve zamanda alınan toprak örneklerinin yerleri GPS kullanılarak koordinatlandırılmış ve projeksiyon olarak Universal Transfer Marcator (UTM), Datum olarak ta ED50 kullanılmıştır. İl sınırı, Harran Ovası Sulama sınırı ve İmambakır sulama birliği sınırının vektörizasyonu için şu aşamalar gerçekleştirilmiştir. Standart kadastral paftalar (STK), Tapu Kadastro İl müdürlüğünde temin edilmiş ve STK paftalar tarayıcılardan geçirilerek tiff formatında dosyalar oluşturulmuştur. Bu tiff formatlı veriler affine dönüşümü yapılarak sayısal vektörler için altlık haline getirilmiş ve sonraki basamakta bu altlıklar CAD tabanlı yazılımlar (NETCAD-TNT), kullanılarak vektör veriler oluşturulmuştur. Katman çalışma tekniği ile oluşturulan bu vektör veriler üst üste açılarak analizler yapılmıştır.

Çalışmada elde edilen yer kontrol bilgileri ile uydu görüntülerini ilişkilendirmek amacıyla NDVI metodu kullanılmıştır.

4.3.2. NDVI kullanılarak verim tahminin yapılması

Farklı şiddetteki tuzluluğun etkili olduğu ve örnekleme yapılan tarla verilerinin Sulama Birliği'nin diğer alanlarına uygulamak için Landsat TM uydusu ham verileri kesilerek ilk aşamada zenginleştirilerek göz yorumu yapılmıştır (Şekil 4.1). Yapılan göz yorumlamasından sonra NDVI sınıflaması yapmak için çalışma alanı kesilmiş ve analiz yapılacak bandlar (3 ve 4. band) seçilmiştir.



Şekil 4. 1. Şanlıurfa İl sınırına ve çalışma alanına göre kesilen Landsat 5 TM uydu görüntüsü

Bitki indeksi (NDVI) ve zenginleştirilmiş görüntü için 10.09.2006 tarihine ait Landsat TM uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntüsü için 30*30 metre çözünürlükte RGB formatında 10.09.2006 tarihine ait Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntüsünün projeksiyon ve datum eşitlemeleri yapıldıktan sonra CAD tabanlı vektörler maske olarak kullanılarak kesilmiştir.

Tabaka çalışma tekniği kullanılarak altta uydu görüntüleri açılıp daha sonra vektör veriler üstüne aktarılmış ve üstede çalışma istasyonlarının arazide alınan GPS koordinatları işaretlenerek sayısal çalışmalar tamamlanarak haritalar üretilmiştir.

Bitki indeksi, genel olarak bitki karakteristiği ile ilgili bilgi vermekte ve farklı NDVI değerleri kullanılarak bitkinin gelişimi ile ilgili veri üretilebilmektedir (Perry ve Lautenschlager, 1984).

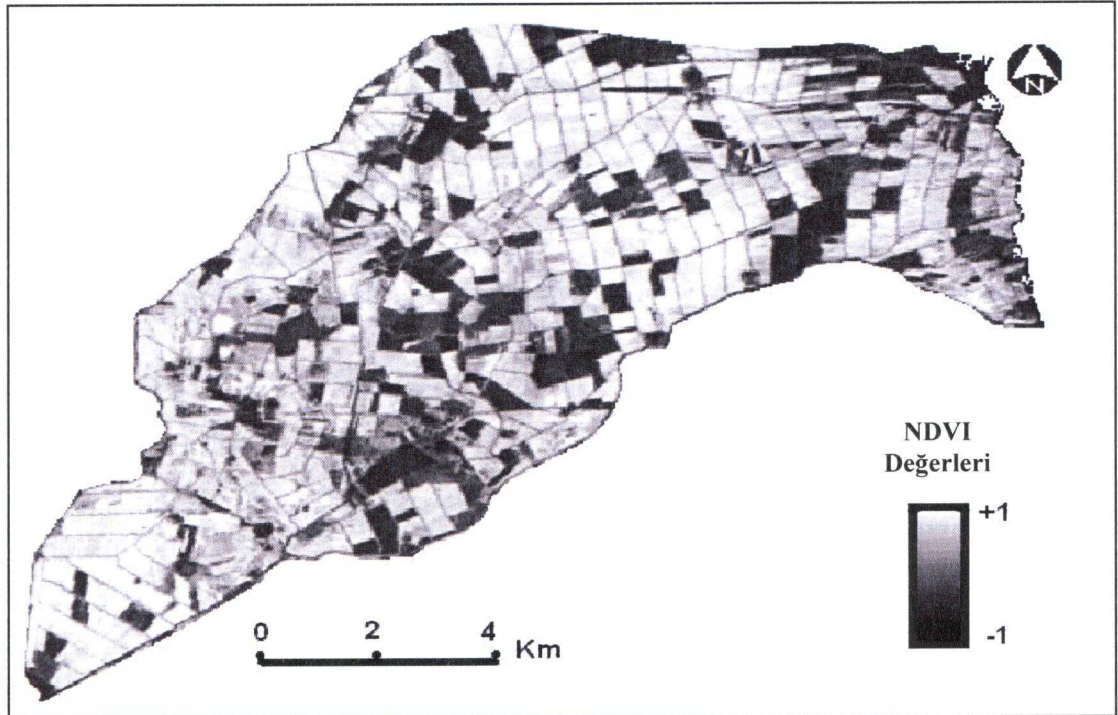
NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişir. Fotosentez kapasitesi arttıkça NDVI indeks değerleri artmakta bu da bitki örtüsündeki gelişmenin arttığına karşılık gelmektedir (Schultz ve Engman, 2000).

Pamuk verimi ile tuzluluk arasındaki ilişkinin belirlenmesi için de görüntüde aşağıda eşitliği verilen NDVI analizi (Turner ve ark., 1999) yapılmıştır (Şekil 4.2).

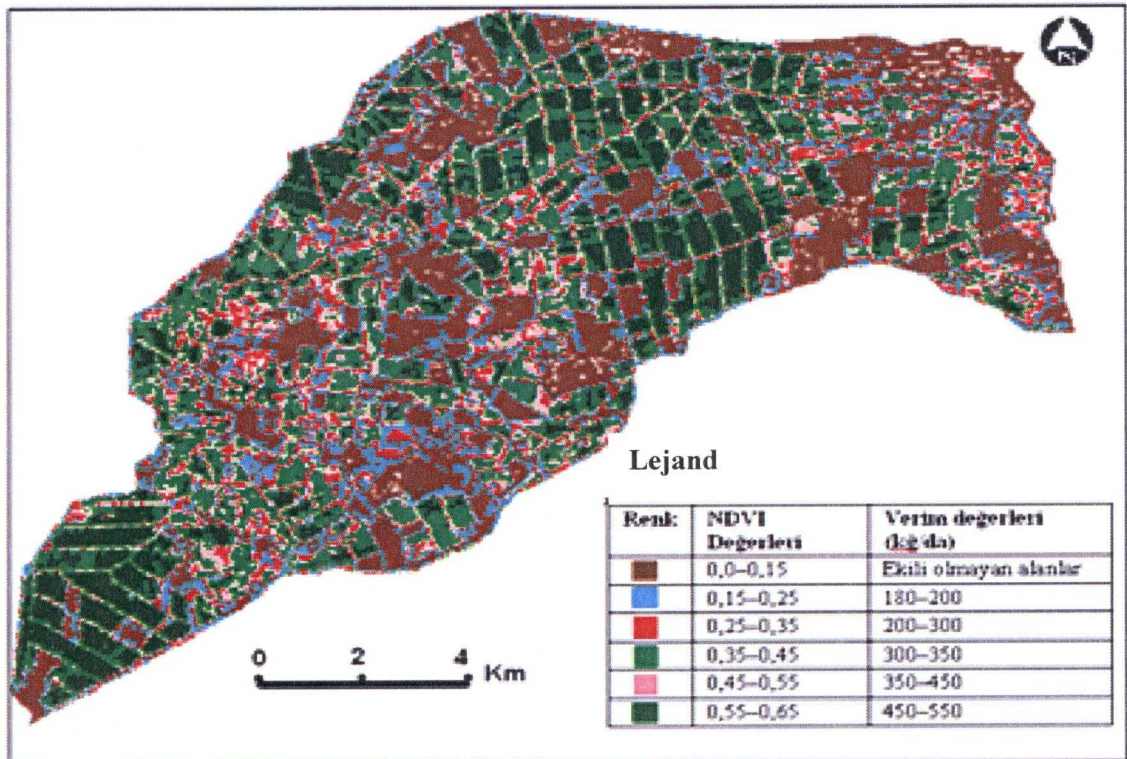
$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

NIR = Yakın infraret dalga boyu (Band 4)

R = Kırmızı dalga boyu (Band 3)



Şekil 4.2. NDVI



Şekil 4.3. NDVI sınıflaması ile oluşturulan ve İmambakır Sulama Alanına ait pamuk verim haritası

Sonuç olarak toprak profilinde mevsimsel olarak meydana gelen tuzluluk değişimlerinin pamuk verimine etkisi ve tuzluluğun verim üzerine olan etkisinin uydu görüntüleriyle ilişkilendirilebilmesi için de NDVI analizi ile entegre edilerek İmambakır Sulama Birliği alanında tuzluluk değişiminden dolayı meydana gelen pamuk verim kayıpları belirlenerek pamuk verim haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.3).

Çalışma alanı Harran Ovasında en düşük kotta yer alan ve tuzlulaşma sorununun en yoğun şekilde yaşandığı bölgelerden biri olan İmambakır Sulama Birliği sahasıdır. Seçilen sulama birliği alanında farklı şiddetteki tuzluluğa sahip pamuk ekili 5 test alanında çalışılmıştır. Çalışmada farklı tuz şiddetlerinde yetişen pamuk bitkisi gelişimi üzerine mevsimsel verim değişimleri incelenmiştir.

Toplam 7 464 hektar alana sahip İmambakır Sulama Birliği alanında uydu görüntüleri üzerinde yapılan görüntü zenginleştirilmesi, NDVI metodu kullanılarak oluşturulan pamuk verim haritasına göre, Çizelge 4.6 'de T0 olarak ifade edilen alan 1 790.64 hektar olup, 2006 yılı yaz periyodunda pamuk ekimi yapılmamıştır. Çalışma alanlarından T1 (Eski Harran civarı) olarak ifade ettiğimiz parselin İmambakır Sulama Birliği sahasındaki toplam alanı 1 624.59 hektardır (Çizelge 4.6). Çalışma alanlarından T2 (Meydan Kapı civarı) olarak ifade ettiğimiz parselin İmambakır Sulama Birliği sahasındaki toplam alanı 1 467.9 hektardır (Çizelge 4.6). Çalışma alanlarından T3 (Meydan Kapı civarı) olarak ifade ettiğimiz parselin İmambakır Sulama Birliği sahasındaki toplam alanı 814.41 hektardır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4. 6. Pamuk verim haritasına göre çalışma alanlarının toplam alandaki yeri

İmambakır Sulama Birliği Sahasındaki Çalışma Alanları	Verim haritasında temsil ettiği renk	İmambakır Sulama Birliği Sahasındaki Toplam Alanı (ha)
T0 (Pamuk ekili olmayan yerler)		1 790.64
T1 (Eski Harran civarı)		1 624.59
T2 (Meydan Kapı civarı)		1 467.90
T3 (Meydan Kapı civarı)		814.41
T4 (Bozyazı civarı)		755.19
T5 (İmambakır civarı)		1 012.23

Çalışma alanlarından T4 (Bozyazı civarı) olarak ifade ettiğimiz parselin İmambakır Sulama Birliği sahasındaki toplam alanı 755.19 hektardır (Çizelge 4.6).

Çalışma alanlarından T5 (İmambakır civarı) olarak ifade ettiğimiz parselin İmambakır Sulama Birliği sahasındaki toplam alanı 1 012.23 hektardır (Çizelge 4.6).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tarımsal üretimde toprak özelliklerindeki değişim bitkisel gelişimi önemli oranda etkilemektedir. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki farklı oranlarındaki değişimin yanında, iklimsel faktörler ve farklı çiftçi uygulamaları da bitki gelişimini etkilemektedir.

Yapılan bu araştırmada İmambakır Sulama Birliği alanında farklı tuzluluk şiddetinde bulunan tarlalardan alınan toprak örneklerinin yıllık tuzluluk değişimleri ve pamuk verimleri izlenmiştir (çizelge 5.1).

Çizelge 5. 1. Çalışma alanlarından alınan toprak örneklerinin yıllık tuzluluk değişimleri ve pamuk verimleri

Örnek alınan tarlalar	Derinlik (cm)	Yıllık EC değişimi				Yıllık ortalama EC (dS/m)	Kök derinliği ortalama EC (dS/m)	Pamuk verimi (kg/da)
		Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim			
T1	0-30	1.12	1.83	1.24	1.75	1.48	1.80	534
	30-60	1.84	2.27	1.18	2.1	1.85		
	60-90	2.62	2.31	1.35	1.95	2.06		
T2	0-30	5.63	4.81	5.02	6.54	5.50	4.69	326
	30-60	4.75	4.61	4.52	5.23	4.78		
	60-90	3.27	3.65	3.35	4.91	3.79		
T3	0-30	13.7	13.77	12.7	12.23	13.10	10.62	218
	30-60	11.2	10.11	11.2	10.34	10.71		
	60-90	8.17	7.56	8.06	8.45	8.06		
T4	0-30	4.46	2.85	2.93	2.65	3.22	3.45	184
	30-60	3.64	3.24	3.18	3.02	3.27		
	60-90	3.25	3.96	4.16	4.13	3.87		
T5	0-30	10.28	11.14	11.22	10.11	10.68	8.76	352
	30-60	8.01	8.36	8.49	8.32	8.29		
	60-90	7.71	6.69	7.36	7.45	7.30		

Çizelge 5.1 verileri incelendiğinde T1, T2 ve T4 tarlalarından alınan toprakların tuz içeriklerinin pamuk bitkisinin tolerans sınırları altında olduğu görülmektedir. Orta tuzluluk sınırları arasında bulunan 7.7 dS/m EC seviyesine kadar verim kaybı göstermeden gelişim gösteren pamuk artan tuzluluk seviyelerine göre

verim kayıplarına uğrayabilmektedir. Sulama Birliğinin farklı tuzluluk şiddeti gösteren pamuk tarlalarından yıl boyu alınan toprak örneklerinde yapılan EC analizleri sonucunda sadece T3 ve T5 test alanlarındaki tuzluluğun pamuk bitkisinin tolerans sınırını aştığı görülmektedir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5. 2. Tuzluluğa bağlı verim kayıpları

Çalışma alanları	Kök Bölgesi Ortalama EC (dS/m)	Verim Kaybı Tahmini (kg/da)	Verim Kaybı Tahmini (%)
T1	1.8	-	-
T2	4.7	-	-
T3	10.6	32.9	15.1
T4	3.5	-	-
T5	8.8	20.1	5.7

Mass ve Hoffman (1977) eşitliği kullanılarak hesaplanan ve Çizelge 5.2’de verilen verim değerleri incelendiğinde T3 tarlasında tuzluluktan dolayı 32.9 kg, T5 tarlasında ise 20.1 kg verim kaybı olduğu hesaplanmıştır. Farklı tuzluluk şiddetine karşılık pamuk verim değerleri arasında ilişki incelendiğinde T3 ve T5 tarlalarındaki verim değerlerinin tuzsuz test alanına (T1) göre düşük olduğu görülmektedir. Böyle olmakla birlikte hafif tuzlu olan T4 tarlasındaki verimin çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. T4 tarlasındaki hafif tuzluluk değeri pamuk bitkisinde verimi azaltacak eşik değerinin altındadır. Her ne kadar tuzluluk bitkisel verimi etkilemekteyse de, diğer kültürel işlemler verimin yüksek veya düşük olmasında önemli oranda etkili olmaktadır. T4 tarlasındaki verimler incelendiğinde (Çizelge 4.5) geç ekim olduğu, verilen gübrenin (taban ve üst) diğer tarlalara göre daha az verildiği ve yeşil kurt mücadelesi yapılmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenlerle ve uygulama eksikliklerine bakıldığında çiftçinin bu parselde destekleme primi almak için pamuk ekilişi yaptığı görülmektedir. Bu nedenle T4 tarlasında tuz içeriği ile bitki verimi arasında bir ilişki kurulamamaktadır.

Uydu verileri kullanılarak yapılan NDVI sınıflaması sonucunda (Şekil 4.4.) toplam alanda tuzluluk ve farklı çiftçi uygulamaları nedeniyle oluşan verim kaybı tahminleri hesaplanmıştır (Çizelge 5.3).

Çizelge 5. 3. Toplam alan verim kaybı tahminleri

Test alanı	EC (dS/m)	NDVI değerleri	Verim (kg/da)	Temsil ettiği alan (ha)	Verim kaybı tahmini (kg/da)	Toplam verim kaybı tahmini (kg)
T1	1.80	0.55 - 0.65	534	1624.59	-	-
T2	4.69	0.35 - 0.45	326	1467.90	-	-
T3	10.62	0.25 - 0.35	218	814.41	32.9	267 940.9
T4	3.45	0.15 - 0.25	184	755.19	-	-
T5	8.76	0.45 - 0.55	352	1012.23	20.1	203 458.2
T0	-	0.0 - 0.15	-	1790.64	-	-

Son yıllarda küresel ısınma ve kuraklığın artmasıyla birlikte su kullanımı daha fazla önem kazanmıştır. Yapılan aşırı sulama su kaybına neden olduğu gibi sebep olduğu yüksek taban suyu ve tuzlulaşmadan dolayı bitkisel verim kayıplarına da sebep olmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde aşırı sulama sonucu oluşan yüksek taban suyu sonucu kısa sürede tuzlulaşma meydana gelebilmektedir. GAP kapsamında sulanan Harran Ovası'nda yapılan aşırı sulama uygun iklim koşullarının varlığı nedeniyle bazı bölgelerde tuzlulaşmaya neden olmaktadır. Yapılan bu çalışmada tuzluluk sorunu bulunan İmambakır Sulama Birliği alanında yaygın bulunan pamuk bitkisi yetiştirme periyodundaki toprağın (kök bölgesi için) tuzluluk durumu izlenmiş ve diğer çiftçi uygulamaları da anket sonucu elde edilmiştir. Araziden alınan pamuk verim değerlerinin uydu verileriyle ilişkilendirilmesi sonucunda toplam sulama birliği alanının pamuk verim kayıpları hesaplanmıştır.

Bu çalışma sonucunda Harran Ovası gibi yaygın ve homojen iklim ve toprak özellikleri bulunan arazilerde yer verileri ile uydu verileri ilişkilendirilerek tuzluluğun ve çiftçi uygulamalarının verim üzerine etkilerinin tahmin edilebileceği ortaya konulmuştur. Bu uygulama sonucunda seçilecek örnek alandan alınan veriler ve uydu görüntüleri yardımıyla daha geniş alanlarla ilgili verim tahminlerinin yapılabileceği tartışılmıştır. Bu uygulama sonucunda zaman tasarrufu yapıldığı gibi, geniş alanlarla ilgili yapılacak tahminler bazı alınacak kararlar ve politika oluşturmada önemli veriler olabilir.

KAYNAKLAR

- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE), 1990. Agricultural Salinity Assessment and Management. ASCE manuals and reports on engineering practice, No 71, New York, NY 10017, USA.
- AĞCA, N.,ve ERGEZER, Ş., 1995. Harran Ovası Topraklarında Drenaj, Tuzluluk, ve Alkalilik Sorunları. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; 1 (3): 81-90.
- AĞCA, N. 1999. Topraklarda Çoraklaşma ve Sürdürülebilir Tarım. 26-28 Mayıs GAP I. Tarım Kongresi, Cilt: 2, s. 915-922. Harran Ü. Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- AKALAN, İ., 1968. Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 356, Ders Kitabı: 120, Ankara Üniversitesi Basımevi, 556s.
- ALLISON, L. E., MOODE and C. D. CARBONATE (C. A. Black Editor) 1965 Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy Series. No. 9. Am. Soc. of Agronomy. Wisconsin Series, , pp. 1379-1396.
- ANLAĞAN, M., 2001. GAP Bölgesi Harran Ovası Koşullarında Farklı Azot Gübre Dozlarının ve Büyüme Düzenleyicilerinin Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) Önemli Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerine Etkisi ve Bunlar Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 155s, Adana.
- ANONYMOUS, 1951. Soil Survey Staff, Soil Survey Manual, U.S. Department Agriculture Handbook No:18, U.S. Government Printing Office, Washington D. C.
- ANONİM, 2006. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İklim Veri Değerleri, Şanlıurfa.
- ANONİM, 2001. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 15. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa Ovası Sulama Şube Müdürlüğü. Şanlıurfa.
- ANONYMOUS, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Salinity Lab. Staff. U.S. Government Handbook, No:60, Printing Office, Washington D. C.
- AYDEMİR, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprakta Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 734. Erzurum.
- BHATTI, H. M. and M. RASHID, 1980 Role of Soil Factors in Cotton Production. A review. The Pak. Cotton. 24: 183-192.
- BASTIAANSEN, G. M., MOLDEN D. J., and MAKIN I. W., 2000. Remote Sensing for Irrigated Agriculture: Examples From Research and Possible Application. Agricultural Water Management, 46: 137-155.
- BERNSTEIN, L.,1970. Salt Tolerance of Plants. Agr. Infor. Bul.,U.S.D.,328: 1-23.
- BOUYOUCUS, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. Jour. 3: 434-438.

- CRIST, E.P. and CICONE, R.C. 1984. Application of the Tasseled Cap Concept to Simulated Thematic Mapper Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50(3): 343-352.
- CSILLAG, F. L., and BIEHL L., 1993. Spectral Band Selection for The Characterization of Salinity Statues of Soils. *Remote Sensing of Envoriment*. 14: 3-13.
- ÇULLU, M. A., ALMACA, A., ÖZTÜRKMEN, A. R., AĞCA, N., İNCE F., ve DERİCİ, M. R., 1998. Harran Ovası Topraklarında Tuzluluk Değişimleri. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. Menemen- İzmir, Turkey. s. 375-380.
- ÇULLU, M. A., ALMACA, A., ÖZTÜRKMEN, A.R., AĞCA, N., İNCE, F., DERİCİ, R., ve SEYREK, A., 2000. Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Yayılma Olasılığının Belirlenmesi. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Proje Kod. No: 41. Şanlıurfa.
- ÇULLU, M. A., ALMACA, A., AĞCA, N., ÖZTÜRKMEN, A. R., ÖZDEMİR, A., ÇELİK, S., ve ÇELİKER, M., 2001. Harran Ovasında Çoraklaşan Yaygın Toprak Serilerinin Tuz Dinamiği ve Bunu Etkileyen Faktörler. TARP 2510.
- ÇULLU, M. A., ALMACA, A., ŞAHİN, Y., and AYDEMİR, S., 2002. Application of GIS for Monitoring Salinization in the Harran Plain, Turkey. International Conference on Sustainable Land Use and Management, Çanakkale. pp. 326-331.
- ÇULLU, M. A. 2003. Estimation of the Effect of Soil Salinity on Crop Yield Using Remote Sensing and Geographic Information System. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 27: 23-28.
- DAILY, G.C., DASGUPTA, P., BOLIN, B., CROSSON, P., GUERNY, J., EHRLICH, P.R., FOLKE, C., JANSSON, A.M., JANSSON, B.O., KAUTSKY, N., KINZIG, A., LEVIN, S., MA'LER, K.G., PINSTRUP-ANDERSEN, P., P.,SINISCALCO, D. and WALKER, B. 1998. Food Productuon, Population Growth, and the Environment. *Science*, 281. 1291-1292.
- DEHAAN, R. L., and G. R. TAYLOR, 2002. Field-Derived Spectral of Salinized Soils and Vegetation as Indicators of Irrigation-Induced Soil Salinization. *Remote Sensing of Environment*, 80: 406-417.
- DEMERS, M. N., 1997, *Fundamentals of Geographical Information Sysyems*, John Wiley and Sons Pub., New York.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M.,KAPUR, S.,GÜZEL, N., DERİCİ, R.,YEŞİL SOY, Ş.,YEĞİNGİL, İ., SARI, N., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A.K., YILMAZ, K.,TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E.E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) 1.Harran Ovası. TUBİTAK

- DİNÇ, U., ŞENOL, S., KAPUR, S., ATALAY, İ., ve CANGİR, C., 1993. Türkiye Toprakları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Genel Yayın No 2: 51-233.
- DİNÇ, U., KUMOVA, Y., BAHTİYAR, M., ÇEVİK, B., ÇULLU, M, A., BAHÇECİ, İ., ÖZER, N., ve YANAR, M., 1999. Toprak Tuzlulaşması Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları. No:30. İstanbul.
- DSİ, 2001. Şanlıurfa Harran Ovası Sulaması Tuzluluk ve Drenaj Sorunları İnceleme Raporu. DSİ. XV. Bölge Müdürlüğü. Şanlıurfa.
- ERGENE, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Erzurum. S.235.
- ESRI, 1996. Environmental Systems Research Institute, Using ArcView GIS, United States of America.
- FENG, G. L., A. MEIRI and J. LETEY. 2003. Evaluation of a Model for Irrigation Management Under Saline Conditions. II. Salt Distribution and Rooting Pattern Effects. Soil science Society of America Journal 67: 77-80.
- GENCER, O., 2003. Genel Tarla Bitkileri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:42, Adana.
- GENÇ, L., KAVDIR, İ., TURHAN, H., GENÇ, H., ve KAVDIR, Y., 2005. Bitkisel Üretim ve Uzaktan Algılama, HR.Ü.Z.F. Dergisi, 9(4): 1-9.
- GÜNEŞ, A., ALPASLAN, M., ve İNAL, A., 2002, Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. No:479. Ankara.
- GÜNGÖR, Y. ve ERÖZEL, A.Z. ,1994. Drenaj ve Arazi Islahı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 1341, Ankara.
- HAREM, E., 2003. Türkiye’de Tescil Edilen Yerli ve Yabancı Pamuk çeşitleri ve Özellikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Nazilli Pamuk Araştırma Enstitü Müdürlüğü. Yayın No 63:125-126, Nazilli.
- HIZALAN, E., ve ÜNAL, H., 1966. Topraktaki Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 278, Yardımcı Ders Kitabı: 97, Ankara.s.189.
- HUTCHINSON, G. 1991, Efficiency Gains Through Privatization of UK Industries, Privatization and Economic Efficiency A Comparative Analysis of Developed and Developing Countries, Edward Edgar Publishing.
- JACKSON, M. L.,1962. Soil Chemical Analysis Printice-Hall Inc.183. pp. 286.
- JENSEN, J.R. 1996. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, 2nd ed. Prentice-Hall Press: Englewood Cliffs, NJ, 330. pp. 340.
- İNCEKARA, F., 1979. Endüstri Bitkileri ve Islahı. Lif Bitkileri ve Islahı. Ders Kitabı, 3. Baskı, Cilt 1. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir.
- KACAR, B., 1994. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3. Ankara, 703.

- KARIM, Z, HUSSAIN, S.G., AHMED, M., 1990. Salinity Problems and Crop Intensification in the Coastal Regions of Bangladesh. Soils publication No. 33, Soils and Irrigation Division, BARC, Farmgate, Dhaka 1215, Bangladesh, pp. 1-20.
- KHAN, A. N., 1987. Mechanisms of Salt Tolerance in Cotton. PhD. Thesis, Dept. soil Sci, Univ. Agric. Faisalabad, Pakistan.
- KHGM, 2003. 2002 Yılı Hidrometeorolojik Rasat Verileri Şanlıurfa-Harran Ovası Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Şanlıurfa.
- LAL, R. 1991. Soil Structure and Sustainability. Journal of Sustainable Agriculture, 4; 67-92.
- LAMBIN, E.F., 1997. Modeling and Monitoring Land Cover Change Processes in Tropical Regions. Progress in Physical Geography, 21, 375-393
- MASS, E.V. and G.J. HOFFMAN. 1977. Crop Salt Tolerance-Current Assessment. ASCE J. Irrigation Drainage Div. 103 (IR2). 115 p.
- MASS, E. V., 1986. Salt Tolerance of Plants. App. Agric. Res., 1: 12-26.
- MACDONALD, R. B., and HALL, F. G., 1991. Global Crop Forecasting. Science 208 (4445), 670-679.
- MAKTAV, D. ve SUNAR, F. 1991. Uzaktan Algılama: Kantitatif Yaklaşım Hürriyet Ofset Basımı: İstanbul.
- MIKATI, G., 1997. Temporal Analysis of Multispectral Video/Satellite Imagery For the Detection and Monitoring of Salinity on Agricultural Lands. USU. Logan. Utah. pp. 95-97.
- MARTIN, J.H., LEONARD, W.H., STAMP, D.L., 1976. Principles of Field Crop Production, Third Edition. MacMillan Publishing Co. Inc. New York. 118 p.
- ÖZGÜR, M., ERGEZER, Ş., ÖZYAVUZ, A., ALTINTOP, F., ÇELİKER, M., ALTINIĞNE, M., 2001. Şanlıurfa Harran Ovaları Sulaması Tuzluluk ve Drenaj Sorunları İnceleme Raporu.
- ÖZTÜRK, A., 2006. Sulamada Tuzlu Atık Suların Kullanımı ve Yönetimi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- PATEL V. P., CIECHANOVER A., PLATT O., and LODISH, H. F., 1985. Mammalian Reticulocytes Lose Adhesion to Fibronectin During Maturation to Erythrocytes. Proc Natl Acad Sci USA 82-440.
- PERRY, J. R., and L. F. LAUTENSCHLAGER., 1984. Functional Equivalence of Spectral Vegetation Indices. Remote Sensing Environmental 14: 169-182.
- PLANT, R. E., MUNK, D. S., VARGAS, R. L., RAINS, D. W., TRAVIS, R. L., and HUTMACHER, R. B., 2000. Relationships Between Remotely Sensed Reflectance Data and Cotton Growth And Yield. Society of Agricultural Engineers. Transactions of the ASAE, May/ June 2000. 43 (3), 535-546 American.

- REELEVES, R. G., ANSON, A., and LANDEN, D., 1994. Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry Vol. 11. Washington D. C.
- RICHARDS, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. Agric. Handbook, 60.
- RICHARD, E., PLANT, R. E., DANIEL S., MUNK, D. S., BRUCE, R., ROBERTS B. A., RONALD, N., VARGAS, R. N., TRAVIS R. L., WILLIAMS, G., and HUTMACHER R., 2001. Application of Remote sensing to Strategic Questions in Cotton Management and Research. The Journal of Cotton Science 5:30-41.
- RINDFUSS, R.R. ve STERN, P.C., 1998 Linking Remote Sensing and Social Science : The Need and the Challenges.
- ROUSE, J.W., HAAS, R.H., SCHELL, J.A. and DEERING, D.W.1973. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351 (1) 309-317.
- SCHULTZ, G. A., and ENGMAN, E.T., 2000, Remote Sensing in Hydrology and Water Management. Springer, New York.
- SENSEMAN, G. M., TWEDDALE, S.A., ANDERSON, A.B., and BAGLEY, C.F., 1996. Correlation of land Condition Trend Analysis (LCTA) Rangeland Cover Measures to Satellite-Imagery-Derived Vegetation Indices.
- ŞAHİN, A., ve EKŞİ, İ., 1998. Pamuk Tarım Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Yayınları Yayın No: 50 Nazilli- Aydın.
- ŞENEL, M., 1980. Pamuk Islahı Yetiştirilmesi ve Teknolojisi. Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No:36, Adana.
- SINGH, A., 1989.Digital change detection techniques using remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing, 10; 989-1003.
- SOMANI, L.L., 1991. Crop Production with saline water. Agro Botanical, Vyas Nagar, India. USSL STAFF, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook No. 60, 147 pp.
- TARM, 2001. Pamuk Ekiliş Alanlarının Uzaktan Algılama İle Tespiti. Tarla Bitkileri Araştırma Enstitüsü , Haziran Ankara.
- TERRY, R., 1997, Soil Salinity, Aghrt 282 Class Lectures.
- TOWNSHEND, J., JUSTICE, C., GURNERY, L.W. and MCMANUS, C. 1993. Global Land cover Classification by Remote Sensing: Present Capabilities and future possibilities Remote Sensing of Environment. 35, 243-255.
- TURNER, D.P., COHEN, W.B., KENNEDY, R.E., FASSNACHT, K.S., and BRIGGS, J.M., 1999, Relationships Between Leaf Area Index and Landsat TM Spectral Vegetation Indices Across Three Temperate Zone Sites: Remote Sensing Environment, 70: 52-68.
- TUCKER, C. J., TOWNSHEND, J.R.G., and GOFF, T.E., 1985. African Land-Cover Classification Using Satellite Data. Science, 227; 396-375.

- TÜZNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı T.C.Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 375s.
- VICTOR, M. D. CAPTER, I., and VILLIAM, H., 1966. Remote Sensing for Estimating Soil Salinity. Irr. Drainage ASCE 92.
- WIEGAND, C.L., RICHARDSON, A.J., ESCOBAR, D.E., AND GERBERMANN, A.H., 1991. Vegetation Index in Crop Assesment. Remote Sensing Environmental 35:105-119.
- WIEGAND, C.L., RICHARDSON, A.J., ESCOBAR, D.E., AND GERBERMAN, A. H., 1992. Vegetation Indices in Crop Assesment. USDA Agr. Res. Center. Texas, USA.
- WOODS, S., A., 1996. Salinity Tolerance of Ornametal Trees and Shrubs, Her Majesty the Queen in the Right of Alberta
- YILDIRIM, A., 2006. Harran Ovasında Farklı Tuz İçerikli Topraklarda Yetiştirilen Pamuk Bitkisinde Tuzluluğun Mikroelement Alımı Üzerine Etkisi, Doktora Tezi 149s, Şanlıurfa

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlkokul, orta eğitimini Şanlıurfa'da tamamladı. 1990 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne kaydını yaptırdı. 1994 yılında mezun oldu. 1997 yılında Şanlıurfa Milli Eğitim Müdürlüğü'ne Öğretmen olarak atandı. 2001 yılında Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Bünyesinde Mühendis olarak göreve başladı. 2004 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim dalında Yüksek Lisansına başladı. 2007 yılında Tarım İl Müdürlüğü bünyesinde Çiftçi Kayıt Sistemi İl Sistem Yöneticisi görevindeyken Şanlıurfa GAP Toprak-Su Kaynakları ve Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne Mühendis olarak geçiş yaptı. Halen aynı kurumda Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama ve Bilgi İşlem Bölüm Başkanı olarak görevini sürdürmektedir. Evli ve üç çocuk babasıdır.

ÖZET

Güneydoğu Anadolu Projesi, yada en yaygın bilinen adıyla GAP, Ülkemizin en önemli bölgesel kalkınma projesi olup, su ve toprak kaynaklarına dayalı entegre bir projedir. Bu projedeki en temel beklenti mevcut toprak kaynaklarını su ile buluşturarak kalkınma sürecini tarımsal üretime dayalı sanayileşme ile başarmaktır. Böyle bir durumda en temel öğelerden olan su ve toprak kaynaklarının korunması için, verimliliğini etkileyebilecek unsurlara, özellikle de eğimin düşük olduğu bölgelerde tuzluluk problemine dikkatli yaklaşmak son derece önemli ve gereklidir. Gelecekte artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmesi için, doğru tarımsal planlamalar yanında, oluşabilecek farklı durum tahminlerinin zamanında ve hızlı yapılması gerekmektedir. Günümüzde bitkisel ekiliş alanlarının üretim ve verimlerinin belirlenmesinde bilgisayar destekli CBS ve UA teknikleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Toplam 7 464 hektar alana sahip İmambakır Sulama Birliği alanı bulundurduğu yüksek taban suyu nedeniyle tuzlulaşma problemi ile karşılaşmaktadır. Özellikle sulama öncesi de taban suyu sorunu bulunan alanlardaki tuzluluk şiddeti daha yüksek olmaktadır. Bazı alanlarda şiddetli seviyelerdeki tuzluluk değerleri bitki verimini önemli oranda etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada Taban suyu yüksek ve tuzlulaşma problemi olan Harran İmambakır sulama birliğinde beş adet çalışma alanı seçilmiştir. Çalışma alanlarında; 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden sulamanın yoğun olarak yapıldığı temmuz, ağustos, eylül ve son olarak ta ekim aylarında toprak örnekleri alınarak analizler yapılmıştır. Böylece çalışma alanlarında pamuğun yetiştirme periyodunda gelişimi, topraktaki tuz değişimi ve verimi takip edilmiştir. CBS ve UA programları kullanılarak İmambakır Sulama Birliğinin; Kadastral verileri bilgisayar ortamına aktarılarak haritalanmıştır. Tabaka çalışma tekniği kullanılarak altta uydu görüntüleri açılıp daha sonra vektör veriler üstüne aktarılmış ve en üstede çalışma istasyonlarının arazide alınan GPS koordinatları işaretlenerek sayısal çalışmalar tamamlanarak haritalar üretilmiştir. Pamuk verimi ile tuzluluk arasındaki ilişkinin belirlenmesi için de görüntüde NDVI analizi yapılmıştır. Böylece pamuk verim haritası oluşturulmuş ve pamuk verim kayıpları tespit edilmiştir.

SUMMARY

The Southeastern Anatolia Project, or with the widely known its name as GAP, is the most important integrated regional development project of Turkey which is mainly based on soil and water resources. The main expectation from this project is to achieve development of industrialization based on agricultural products by bringing together of existing soil resources with the water. In such a case, it is very essential to protect soil and water resources; especially where the slope of land is less and the risk of salinity problem exist. This situation directly will affect the productivity. It is not only important to make right planning for agriculture, at the same time, it is also important to make fast and timely estimation for different situation in order to meet the food necessity of growing population at the future. Recently, computer supported Geographical Information Systems and Remote Sensing technologies are widely using for estimation of production areas of crops and theirs yields. Imambakır irrigation union is located at Harran Plain which has an area of 7 464 hectares of land. This area covers high base water level and to come across with salinity problems. Especially the intensity of salinity is rather high in the areas where the base water level problem is high before irrigation. The crop yield may highly affect negatively at the certain areas which have intense salinity.

At this study, five different areas are selected from Imambakır Irrigation Union where there is high base water level and salinity problem. At the working areas, soil samples are collected and analyzed from depth of 0-30, 30-60, and 60-90 cm. in the month of July, August, September and lastly October where the dense irrigation exist. Thus; development of cotton in progress time, changing of salt in soil and productivity are followed within the working areas. The mapping is done by using cadastral data through computer media by using geographical information systems and remote sensing programme for Imambakır irrigation union. Firstly, the satellite images are opened at the base, secondly vector data is transferred on it by using layer working techniques. The maps are produced by using numerically and signing GPS coordinates of working stations from field at the top. The NDVI analysis is used at

images in order to determine the relationship between cotton yields and salinity. As a result, map of cotton yield is formed and cotton yield losses are determined.