

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HARRAN OVASI İMAMBAKIR SULAMA BİRLİĞİ ALANINDA DRENAJ
ALT YAPISI SONRASI MEYDANA GELEN TUZLULUK
DEĞİŞİMLERİNİN HARİTALANMASI**

Turgut SEZER

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2021**

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU danışmanlığında, Turgut SEZER'in hazırladığı “Harran Ovası İmambakır Sulama Birliği Alanında Drenaj Alt Yapısı Sonrası Meydana Gelen Tuzluluk Değişimlerinin Haritalanması” konulu bu çalışma 11/01/2021 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Üye: Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Üye: Doç. Dr. Mahmut DİNGİL

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
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

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1 . GİRİŞ	1
2 . ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3 . MATERYAL ve YÖNTEM	9
3.1 . Materyal	9
3.1.1 . Toprak materyali	9
3.1.2 . Çalışma alanının iklimi	10
3.1.3 . Çalışma alanının jeolojisi	10
3.1.4 . Çalışma alanının toprak özellikleri ve tarımsal faaliyetler	11
3.2 . Yöntem	11
3.2.1 . Toprak Örnekleme ve Haritalama	11
3.2.2 . Güncel tuzluluk haritasının oluşturulması	12
3.2.3 . Araştırma sahası topraklarında yapılan analizler	13
3.2.3.1 . Toprak pH'sı ve EC'si	13
3.2.3.2 . Organik madde içeriği	13
3.2.3.3 . Kireç içeriği	13
3.2.3.4 . Değişebilir katyonlar	13
3.2.3.5 . Katyon değişim kapasitesi	13
3.2.3.6 . Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP)	14
3.2.3.7 . Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR)	14
3.3 . İstatistiksel Analizler	14
4 . ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	15
4.1 . Araştırma Sahası Topraklarının Tanımlayıcı Özellikleri	16
4.2 . Araştırma Alanı Topraklarının Drenaj Altyapısı Sonrası Tuzluluk Değişimi Haritalaması	21
5 . SONUÇLAR ve ÖNERİLER	26
5.1 . Sonuçlar	26
5.2 . Öneriler	27
KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ	31

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASI İMAMBAKIR SULAMA BİRLİĞİ ALANINDA DRENAJ ALT YAPISI SONRASI MEYDANA GELEN TUZLULUK DEĞİŞİMLERİNİN HARİTALANMASI

Turgut SEZER

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

YIL: 2020, Sayfa: 31

Harran Ovası'nda sulama sonrası oluşan yüksek taban suyu nedeniyle yıllar itibariyle artış gösteren tuzlulaşma problemi hem alansal hem de şiddet olarak artmış, bitkisel üretimi tehdit eder duruma gelmiştir. Tarım Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından Harran Ovası'nda 2011 yılında başlatılan drenaj alt yapı çalışmalarından sonra tuzdan etkilenen alanlarda önemli bir azalma meydana gelmiş, ancak yeni haritalama yapılmadığından net alan bilinmemektedir.

Bu çalışmanın amacı, Harran Ovası'nda bulunan İmambakır Sulama Birliği alanında drenaj sonrası meydana gelen tuzluluk değişimini haritalamaktır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve uzaktan algılama tekniklerinin kullanıldığı bu çalışmada drenaj öncesi (2009 yılı) ve drenaj alt yapısından sonra tamamlanan (2019 yılı) haritalar karşılaştırarak yapılan CBS analizi ile tuzluluk alansal değişimleri haritalanmış ve tuzluluktaki değişim/ iyileşme durumu yorumlanmıştır.

Bu çalışma ile 2009 yılındaki haritalamaya göre önemli oranda tuzluluktan etkilenmiş İmambakır sulama birliği alanında 2019 yılında yapılan yeni bir tuzluluk haritalaması ile 10 yıl içerisinde meydana gelen tuzluluk değişimleri belirlenmiştir. Yapılan haritalamalar sonucunda Tuzlu alanların toplam miktarı 2.643 ha'dan, 730 ha'a düşmüş, yüzde olarak tuzlu alanların % 35'ten % 9.8'e düştüğü belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Harran Ovası, tuzlu toprak, drenaj, CBS

ABSTRACT

MSc Thesis

MAPPING SALINITY CHANGES OF THE IMAMBAKIR WATER USER ASSOCIATION AFTER DRAINAGE INFRASTRUCTURE IMPLEMENTED

Turgut SEZER

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

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Year: 2020, Page: 31

The salinization problem, which has increased over the years due to the high ground water formed after irrigation in the Harran Plain, has increased both in areal and intensity, and has become threatening vegetative production. After the drainage infrastructure works initiated in the Harran Plain in 2011 by the Agricultural Reform General Directorate of the Ministry of Agriculture and Forestry, there has been a significant decrease in the areas affected by salt, but the net area is unknown since no new mapping has been made.

The aim of this study is to map the salinity change occurring after drainage in the area of Imambakır Irrigation Union located in the Harran Plain. In this study, in which Geographical Information System (GIS) and remote sensing techniques were used, the salinity spatial changes were mapped and the change / improvement in salinity was interpreted with the GIS analysis performed by comparing the pre-drainage (2009) and the completed (2019) maps after the drainage infrastructure.

With this study, salinity changes that occurred in 10 years were determined with a new salinity mapping made in 2019 in the area of Imambakır irrigation association, which was significantly affected by salinity according to the 2010 mapping. As a result of the mapping, it was determined that the total amount of salty areas decreased from 2643 ha to 730 ha, and as a percentage, salty areas fell from 35% to 9.8%.

KEY WORDS: Harran Plain, salty soil, drainage , GIS

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU' ya teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Araştırma sahasının konumu.....	9
Şekil 4.1 Tuzluluk Şiddetine Göre Toprak Örneği Alınan Yerler.....	15
Şekil 4.2. 2009 ve 2019 Yılları tuzluluğun alansal miktarı	22
Şekil 4.3. Araştırma sahasının 2009 yılına ait tuzluluk haritası	22
Şekil 4.4. Tuzluluk alansal değişim.....	24
Şekil 4.5. Araştırma sahasının 2019 yılına ait tuzluluk haritası	25



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı noktaların koordinatları	12
Çizelge 4.1. Araştırma sahası topraklarının pH, EC, kireç ve OM içerikleri	16
Çizelge 4.2. Toprakların pH, EC, OM ve kireç içerikleri	17
Çizelge 4.3. Araştırma sahası topraklarının değişebilir katyon içerikleri.....	18
Çizelge 4.4. Toprakların değişebilir katyon içerikleri ve ESP değerleri	19
Çizelge 4.5. Araştırma sahası topraklarının değişebilir Na, KDK, ESP ve SAR değerleri	20
Çizelge 4.6. Topraklarının gözlem parametreleri arasındaki Pearson Korelasyonları (N=46).....	21



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
<i>P</i>	İstatistiksel Önem Seviyesi
EC	Elektriksel İletkenlik
pH	Toprak Reaksiyonu
ESP	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
SAR	Sodyum Adsorbsiyon Oranı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi



1. GİRİŞ

Harran Ovası toprakları 1990'lı yıllara kadar kuru tarım kültürü altında kullanılmış ve 1995 yılında Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında kademeli olarak sulanmaya başlamıştır. Sulu tarım sistemiyle birlikte kısa zaman içerisinde aşırı sulama ve çiftçilerin sulama bilgilerinin eksik olmasından kaynaklanan taban suyu yükselmesi ve buna bağlı olarak tuzlulaşma etkisini göstermeye başlamıştır.

Dünya genelindeki tarım arazileri göz önünde bulundurulduğunda tarım alanlarının % 23'ü, sulanabilir tarım arazilerinin ise % 20'si toprak tuzluluğundan etkilenmektedir. Buna ek olarak var olan tuzlu alanların miktarı her yıl % 10 oranında artmaktadır (Ponnamieruma, 1984). Ülkemizde bulunan tuzlu arazilerin toplam yüzölçümü Türkiye yüzölçümünün % 2'sine, işlemeli tarım arazilerinin %5.48'ine, sulu tarım yapılan 8.5 milyon hektar arazinin ise % 17'sine eşittir (Kanber ve Ünlü, 2008). Aşırı sulamalardan dolayı meydana gelen drenaj sorunu beraberinde tuzluluk-sodyumluluk gibi çevresel sorunları da getirmektedir. Ülkemizde yaklaşık 1.5 milyon ha arazide tuzluluk sodikleşme problemi bulunmaktadır.

Tuzluluk, Dünya genelinde en önemli sorunların başında gelmektedir. Birçok alanda tuzluluk nedeniyle tarımsal üretim azalmakta ve daha da önemlisi tarımsal faaliyetlere son verilmektedir. Sulama yapılan ülkelerde toplam sulama alanının yaklaşık üçte biri tuzluluktan büyük oranda etkilenmiş veya yakın gelecekte etkilenmesi beklenmektedir. Bu oranlar Pakistan'da % 14, Çin'de % 15, Hindistan'da % 27, Mısır'da % 30 ve Irak'ta ise % 50'lere ulaşmaktadır (Özkaldı ve ark., 2004).

Sulama suyu kalitesinin değişmesi ile birlikte uygulanabilecek tarım tekniklerinin çeşitliliği ve uygulanabilirliği de azalmaktadır. Sulama ile bitki kök bölgesine iletilen ve burada biriken tuzlar, belli bir süre sonunda alandan uzaklaştırılmalıdır. Bir başka deyişle tuzlu suların kullanıldığı yerlerde sorunsuz bir tarım isteniyor ise sulama mevsimi boyunca biriken tuzların kış yağışları ile alandan

uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu yapılamadığı sürece zaman içerisinde biriken tuzlar toprak verimliliğini azaltacaktır (Kara ve Apan, 2000).

Drenaj suyunun kimyasal bileşimi, drenaj sistemi, tarımsal faaliyetler, toprağın yapısı, toprağın infiltrasyon hızı, başlangıçtaki toprak tuzluluğu ve sulama yöntemleri iklim gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak değişmektedir (Erözel ve Çakmak, 1993).

Sulama suyunun yüksek tuz konsantrasyonu, toprak eriyi yoğunluğunu yani ozmotik basıncı artırarak bitki köklerinin su alımını önler. Çünkü bitki köklerindeki kök öz suyunun yoğunluğu genellikle toprak çözeltisi yoğunluğundan fazla olduğu için su akışı bitki köklerine doğrudur. Toprak içerisinde oluşan yüksek ozmotik basınç nedeniyle bitkilerin topraktaki suyu alamaması olayı fizyolojik kuraklık olarak tanımlanır. Fizyolojik kuraklıkta, toprakta su bulunmasına rağmen bitkiler bu sudan yararlanamamaktadırlar.

Sulama suları içerisinde bulunan bor, sodyum, klor, bikarbonat gibi iyonların ozmotik basıncı artırarak fizyolojik kuraklık oluşturmalarının yanında bitkiye toksik etki de yapmaktadırlar. En önemli toksiklik sorunlarının aşırı düzeyde sodyum, klor ve bor alımıyla ilişki olduğu bulunmuştur (Bernstein ve ark., 1974).

Eğer toprakta gereğinden fazla miktarda su bulunuyorsa bu durum bir yandan verimde azalmaya neden olurken diğer yandan da toprakta tuzluluk ve sodyumluluk gibi çeşitli toprak ve arazi sorunlarının ortaya çıkmasına neden olur (Kadayıfçı ve Erözel 1994). Toprakta etkili kök bölgesindeki fazla suyu bitkiye zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırmanın etkin yollarından biri; araziye çıkış ağzı bulunan bir drenaj ağının yerleştirilmesidir. Özellikle geleneksel sulama yapılan tarım arazilerinde sulama sistemleri ile birlikte drenaj sistemlerinin de tarımsal alana uygulanması gerekmektedir.

Harran Ovasında 1995 yılında başlatılan GAP sulamalarından sonra yapılan aşırı sulamalar sonucunda artan taban suyunun neden olduğu tuz konsantrasyonu artışı nedeniyle bitkisel verim ve ekonomik kayıpları meydana gelmiştir. Harran Ovası'nın

güneyinde başlayan tuzlulaşma kuzeye doğru yayılarak artmış ve ovanın yaklaşık 50.000 hektarında yüksek taban suyunun 1-2 m arasında olması gelecekte tuzluluktan etkilenecek alanların artacağını göstermektedir. Taban suyu seviyesi ve taban suyunun tuz içeriğine bağlı olarak özellikle ovanın güneyinden başlayan tuzluluk verilerinin CBS ortamında analiz edilmesi sonucunda, 2000 yılında toplam 11.430 ha olan tuzlu alanlar, 10 yıl içinde yaklaşık %55 artarak 2009 yılında 17.767 hektara ulaştığı belirlenmiştir (Çullu ve ark., 2010). Bu nedenle Tarım ve Orman Bakanlığı 2010 yılından itibaren Harran Ovasında yüksek taban suyu ve tuzluluktan etkilenen alanlarda drenaj alt yapısı kurarak tuzluluk ıslahını hedeflemiştir. Drenaj alt yapısından sonra toprağın farklı sınıflarındaki tuzluluğun iyileştiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada; İmambakır Sulama Birliği alanında CBS ve uzaktan algılama tekniklerinin kullanılarak drenaj öncesi (2009 yılı) ve drenaj alt yapısından sonra tamamlanan (2019 yılı) haritalar karşılaştırarak yapılan CBS analizi ile tuzluluk alansal değişimleri haritalanmış ve tuzluluktaki değişim/ iyileşme durumu yorumlanmıştır.

Yapılan bu yorumlama sonrasında, 2009 yılında yapılan haritalamaya göre önemli oranda tuzluluk etkisi olan İmambakır Sulama Birliği alanında 2019 yılında yapılan yeni bir tuzluluk haritalaması ile drenaj sonrası meydana gelen süredeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Toprakta meydana gelen tuzluluk konsantrasyonu belli bir eşik değerin üstüne çıktığında bitkilerin verimini düşürmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerin etkili olduğu alanlarda taban suyunun varlığında tuz, toprak yüzeyinde birikerek toprağın yapısını fiziksel ve kimyasal olarak bozarak bitki verimliliğini olumsuz etkilemektedir.

Richards (1954), yağışların az olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda toprakta bulunan çözünebilir tuzların toprak profili boyunca yıkanması söz konusu olmadığından dolayı sıcak ve yağışsız dönemlerde tuz konsantrasyonu yüksek olan taban suları kapılar yükselme ile yüzeye taşınmakta ve toprak yüzeyindeki tuzluluğu artırmaktadır.

Bernstein ve ark. (1974), aşırı sulama ve kuraklıktan dolayı meydana gelen toprak tuzluluğunun artması sonucunda toprak ozmotik basıncının artmasına bağlı olarak bitkilerin transpirasyon oranı ve su alımının azaldığı neticesinde çiçek sayısının ve verimin düştüğünü belirtmişlerdir.

Yüzgeç (1985), Çukurova’da taban suyundan kaynaklı tuzluluğun bulunduğu alanlara kurulan drenaj sistemi toprak tuzluluğunu 1956-1984 yılları arasındaki nasıl etkilediğini araştırdığı çalışmasında, toprağın üst katmanlarında bulunan çözünebilir tuzların yıkanarak uzaklaştığı ve ortalama toprak tuzluluğunun % 16.8’den % 2.1’e düştüğünü belirtmiştir.

Soil SurveyStaff (1993), toprakta çözünebilir toplam tuz içeriğinin % 0.15 ve üzerinde olduğu topraklara ve değişebilir sodyum miktarının % 15 ve üzeri olduğu topraklara tuzlu topraklar denilirken, aynı özellikteki toprakların pH değerinin ise 8.5 üzerine çıkması sonrasında sodyumlu topraklar oluşmaktadır.

Gemalmaz (1993), sulu tarım yapılan alanlarda toprak çözeltisinde bulunan tuzların yıkanmasını sağlayacak kadar yeterli sulamanın yapılmaması sonucunda topraklarda tuzluluk miktarının artabileceğini, tuz oranı yüksek olan sulama sularının kış yağışlarının az olduğu alanlarda uygulanması sonucunda toprak tuzluluk oranının yükseldiğini belirtmiştir.

Çiftçi ve ark. (1995), sulama suyunun kalitesinin düşük olması ve taban suyu seviyesinin yüksek olduğu topraklarda tuzluluk sorununun meydana geldiğini, taban suyu seviyesi yüksek olan alanlarda sulama suyunun sınıfına bakılmaksızın drenaj sisteminin gerekli olduğunu ve kurak – yarı kurak alanlarda drenaj sisteminin daha önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Middleton ve ark. (1996), yağışların az olduğu kurak ve yarı-kurak alanlarda drenaj sistemi kurulmadan arazilerin sulamaya açılması sonrasında taban suyu seviyesinin hızlı bir şekilde yükseldiğini ve tuzluluk problemlerinin ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Anapalı ve ark. (1998), taban suyu yüksek olan alanlarda tuzluluk ve alkalileşme sorunun varlığının tespiti için toprak EC değerinin, değişebilir sodyum miktarının ve toprak pH değerinin belirlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Kayael (1999), toprakların tuzluluk bakımından değerlendirilmesinde iki kıyaslama kriterinin bulunduğunu EC değerinin 4 dS/m üzerinde ve değişebilir sodyum yüzdesinin % 15'ten yüksek ve pH değerinin 8.5 altında olduğu topraklara tuzlu alkali topraklar, EC değerinin 4 dS/m üzerinde ve değişebilir sodyum yüzdesinin % 15'ten yüksek ve pH değerinin 8.5 üzerinde olduğu topraklara tuzlu alkali topraklar denildiğini belirtmiştir.

Horneck ve ark. (2007), topraklarda eriyebilir tuzların genellikle Na^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} katyonlarının ile Cl ve SO_4 anyonlarından oluştuğunu belirtirken, toprak tuzluluğuna neden olan K^+ ile HCO_3 , CO_3 ve NO_3 'ın ise çok az miktarda bulunduğunu vurgulamışlardır.

Jalali (2008), toprak çözeltisinde çözünmüş sodyum miktarının artmasıyla birlikte sodyumun bitkiler üzerinde toksik etkisinin meydana geldiğini ayrıca toprakta artan sodyumun toprak kolloidlerinin dispers olmasına neden olduğu ve sonrasında toprakların geçirgenliğini azaltarak su hareketini sınırlandırdığını belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı toprak pH değerinin 9.0 üzerine çıkması sonrasında toprak yapısının bozulduğunu, havalanmanın azalmasına bağlı olarak toprak işlenmesinin zorlaştığı ve su iletiminin sınırlandırıldığını belirtmiştir.

Sönmez ve Beyazgül (2008), Türkiye’de tuzlu ve alkali toprakların miktarının ilk olarak 1943 yılında belirlendiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ilk gözlemlerde tuzlu ve tuzlu alkali toprakların, doğal drenajın zayıf olduğu toprakların, hidromorfik toprakların ve bataklıkların miktarlarını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda ilk gözlemlerde, ülkemiz genelindeki tuzlu ve taban suyu bulunan arazilerin toplam miktarının 3.171.499 ha olduğunu belirtmişlerdir.

Çullu ve ark. (2010), Harran Ovası’nda sulama sonrası oluşan yüksek taban suyu nedeniyle yıllar itibariyle artış gösteren tuzlulaşma problemi hem alansal hem de şiddet olarak artmış, bitkisel üretimi tehdit eder duruma gelmiştir. Ovanın güneyinde başlayan tuzlulaşma kuzeye doğru yayılarak artmaktadır. Ovanın yaklaşık 50.000 hektarında yüksek taban suyunun 1-2 m arasında olması, gelecekte tuzluluktan etkilenecek alanların artacağını göstermektedir. Taban suyu seviyesi ve taban suyunun tuz içeriğine bağlı olarak özellikle ovanın güneyinden başlayan Tuzluluk verilerinin CBS ortamında analiz edilmesi sonucunda, 2000 yılında toplam 11.430 ha olan tuzlu alanlar, 10 yıl içinde yaklaşık %55 artarak 2009 yılında 17.767 hektara ulaştığı belirlenmiştir.

Tunçay (2010), Aşağı Seyhan Ovası’nda 1980 yılında kurulmuş olan drenaj sisteminin çalışma performansını belirlemek amacıyla yaptığı araştırmasında drenaj sorunlarının bazı alanlarda devam ettiğini EC değerlerinin 179 – 3493 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiğini, değişebilir sodyum yüzdesinin 0.61 ile 44.3 meq/100g arasında değiştiğini belirtmiştir.

Çullu (2011), Türkiye’de bulunan yaklaşık 1.5 milyon hektar tuzlu arazi, mevcut sulanan arazilerin % 30’unu, toplam sulanabilir arazilerin % 11’ini ve ekonomik sulanabilir arazilerin % 17’sini oluşturduğunu belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca, ekonomik olarak sulanabilir topraklarımızın yaklaşık % 60’ı sulandığını ve sulanabilir alanların artması ile birlikte tuzlulaşan arazilerin miktarında da artış söz konusu olacağını vurgularken bu yüzden tuzlu alanların artmasını önlemek ve hali hazırdaki tuzlu alanların ıslahı için de iyileştirme projeleri yapılması gerektiğini bildirmiştir.

Bahçeci ve ark. (2013), daha önce sulama yapılmayan alanların sulamaya açılması ile birlikte drenaj sistemlerinin kurulmaması sonrasında toprak taban suyu seviyesinin hızlıca yükselerek yüzeye kadar çıktığını, yüzeydeki suların buharlaşarak toprak yüzeyinde tuz miktarının artışına bağlı olarak tuzlu ve tuzlu alkali toprakların oluştuğunu belirtmiştir.

Çatalkaya (2013), Harran Ovası’nda, 1995 yılında sulu tarıma geçilmesiyle sulu tarım deneyimi az veya hiç olmayan çiftçilerin yaptığı aşırı-bilinçsiz sulamaların, ovanın topoğrafik yapısı, toprak özellikleri, iklim koşulları ve yetersiz drenaj koşullarından dolayı Harran Ovası’nın orta ve güney kesimlerinde sulama öncesinde de mevcut olan tuzluluk ve drenaj (yüksek taban suyu) sorunlarında önemli bir artışa sebep olduğunu belirtmiştir.

Çullu ve ark. (2015), Türkiye’de tuzdan etkilenen alanların bir bölümü sulama sonrası etkisini gösterdiğini ve tuzlulaşan alanların bir bölümü de doğal topoğrafik ve iklimsel özelliklerin katkılarıyla oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, topoğrafik yapı nedeniyle taban suyu uzaklaşamayan, düşük yağışlı ve yüksek buharlaşmaya sahip arazilerde toprakta tuzlulaşma hızlı bir şekilde meydana gelebildiğini, buna örnek olarak Konya Kapalı Havzası’nda bulunan arazilerin verilebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, Türkiye’de sulanan alanlardaki artışın bir etkisi nedeniyle bazı arazilerde tuzlulaşma meydana gelirken, diğer yandan da sulama ile drenaj sistemlerinin aynı anda uygulandığı arazilerde tuzlulaşmada iyileşme görüldüğünü belirtmişlerdir.

Yu ve ark. (2018), deniz kenarındaki taban suyu ve tuzluluk sorunu olan tarım arazilerinin drenajı ve ıslahı üzerine yaptıkları çalışmada yüzey altı drenaj sisteme döşenmiş sürekli su altında bırakılan toprakların su geçirgenliğinin başlangıçta azaldığını ve geçirgenliği daha düşük bir toprak katmanının oluşmasına rağmen , yüzey altı katmanlarda geçirgenliğin daha yüksek olduğunu belirtmiş ve bu yöntem ile tuzlu alanlarda yıkama içi gerekli olan tuz miktarının % 52 – 82 oranında azaltılabileceğini belirtmişlerdir.

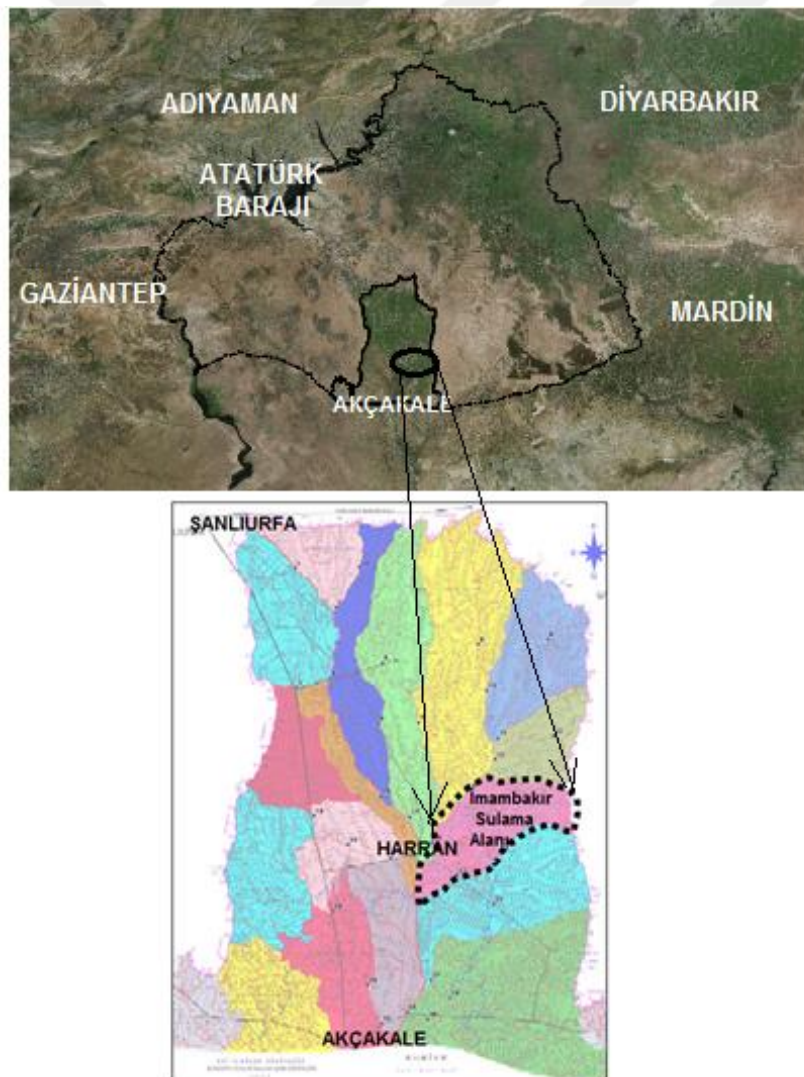
Bahçeci (2019), Harran Ovası'nda drenaj sistemi ile tahliye kanallarına verilen suların tekrar sulamada kullanılması toprak özellikleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, tahliye kanallarında bulunan drenaj sularının tuz konsantrasyonunun yüzey altı drenaj sistemlerinin tahliye sularının tuz konsantrasyonundan daha düşük olduğunu ve sulamanın azaldığı sonbahar aylarında tuz içeriklerinin azaldığını belirtmiştir. Ek olarak araştırmacı, drenaj sisteminin aktif olarak bulunduğu bölgedeki taban suyu seviyesinin 140 – 160 cm arasında değiştiğini belirtmiş ve SaltMod bilgisayar programı ile yapılan modele göre toprak tuzluluk değerinin 3 yıl içerisinde 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'e düşeceğini ve önümüzdeki 10 yıl içerisinde ise 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerine ulaşacağını belirtmiştir. Ayrıca EC değeri 2.5 – 3.0 dSm^{-1} ve daha fazla olan suların ise toprak tuzluluğunda artışa neden olacağını belirtmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Toprak materyali

Çalışma Harran Ovası'nın merkezine yakın alanda bulunan ve toplam olarak 7.469 hektar alana sahip İmambakır Sulama Birliği sınırları içerisinde yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma sahasının konumu

3.1.2. Çalışma alanının iklimi

Harran Ovası'nda karasal iklim hüküm sürmekte, yazları kurak ve sıcak geçmekte, kışları ise çok az yağış almaktadır. Ova genelinde yıllık 400 mm civarında yağış düşmekte ve kurak-yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Uzun yıllar iklim verilerine göre aylık ortalama sıcaklık en düşük 6.4 °C ile Şubat ayında, en yüksek 33.0 °C ile Temmuz ayında, en yüksek 43.7 °C ile Temmuz ayında, minimum sıcaklık en düşük -2.2 °C ile Şubat ayında ölçülmüştür. Ortalama en düşük nispi nem % 32.8 ile Temmuz ayında, en yüksek nispi nem % 69.5 ile Aralık ayında ölçülmüştür. Toplam yağış ise 2.3 kg.m-2 ile 69.5 kg.m-2 arasında ölçülürken; en az yağış Temmuz ve Eylül aylarında, en yüksek yağış Şubat ayında ölçülmüştür (DMİ, 2005).

3.1.3. Çalışma alanının jeolojisi

Harran Ovası topoğrafik bakımından oldukça homojen bir durum gösterir. Yalnız kuzeyde Urfa–Germuş ve Suriye dağları batıda Fatik dağları, doğuda Tektek dağları özellikle kuzey kısımlarda yer yer ova içine sokularak oluşturdukları girinti ve çıkıntılarla arazinin parçalanmasına neden olmuştur. Ayrıca ova içerisinde münferit olarak aşınarak kısmen düzelen ve Oligo-Miyosen yaşlı tepe ve sırtlar bulunmaktadır (Dinç ve ark., 1988).

Çakmaklı (2008), Harran Ovası topraklarında yaklaşık %25 civarında kireç bulunduğunu profillerin genel kireç içeriği, dört farklı transektlerdeki profillerin birbiri ile olan kireç ilişkileri, ovanın güneyine doğru toprakta kireç düzeyinin düştüğünü ve bu kesimde homojen bir dağılım gösterdiğini belirtmiştir. Ovanın güney bölgesine taşınan malzemenin daha ince olduğunu ve transektlerin kireç içeriğini veren grafiklerde görülen zikzaklara dayanarak yeni malzeme taşınmalarının olduğu vurgulamıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda Harran Ovası'ndan çok daha düşük yağış alan bölgelerde kalsik ve petrokalsik horizonlara raslanması, buna karşılık bu horizonların ovada yok denecek kadar az olması toprakların oldukça genç olduğunu kanıtlamıştır.

Ayrıca, ova topraklarında baskın kil mineralinin smektit, i paligorskit ve klorit, illit ve kaolinit olduğu belirtilmiştir (Çakmaklı, 2008).

Çakmaklı (2008), tarafından Harran Ovası'nın jeolojisi ve jeomorfolojisi göz önüne alındığında toprak ana materyalinin tümünün eksojenik olduğu, ovada taşınmış malzemelerin 450 m ye kadar bulunduğu, dağların eteklerine doğru bu derinliklerin azaldığı belirtilmiştir.

3.1.4. Çalışma alanının toprak özellikleri ve tarımsal faaliyetler

Harran Ovası toprakları alüvyal ana materyal üzerinde ve yerinde oluşmuş topraklardır. Ova genelde derin toprak profiline sahip olup kahverengi ve kırmızı – kahverengi topraklardan oluşmaktadır (Dinç ve ark. 1988). Topraklar kireç ve potasyumca zengin, azot ve organik madde bakımından fakirdir. Yüzey topraklarının kireç içeriği ortalama % 24 iken, yüzey altı topraklarının ise % 26 civarındadır. Toprakların yayayışlı fosfor miktarı oldukça düşük iken ortalama toplam fosfor 766 mg kg⁻¹'dir. Ova topraklarının pH değeri ise 7.5 – 8 arasında değişmektedir. Topraklar şişme büzülme özelliği yüksek olan 2:1 tipi killeri içermekte olup genelde % 50 civarında kil içermektedirler (Yenmez, 2005).

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örnekleme ve Haritalama

Çalışmanın ilk aşamasında sulama birliği alanında 2009 yılında tamamlanan (Çullu ve ark., 2010) tuzluluk haritası temin edilerek veri tabanı oluşturulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında ise 2009 yılındaki tuzluluk haritasında bulunan farklı tuzluluk sınıfları dikkate alınarak 0 – 30 cm derinliğinde 46 farklı noktadan rastgele toprak örneği alınarak laboratuvara getirilmiştir (Çizelge 3.1). Toprak örneklerinin alındığı noktaların GPS koordinatları kayıt edilmiştir. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri kurutulduktan sonra 2 mm elekten geçirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı noktaların koordinatları

Nokta	X	Y	Nokta	X	Y
E-1	503829	4078814	M-2	504049	4078606
E-2	503721	4078686	M-3	504949	4078350
E-3	503615	4078562	M-5	506521	4076866
E-4	503646	4078481	M-6	506291	4077830
E-5	503449	4078367	M-7	507749	4077849
E-6	503364	4078268	M-8	500555	4079280
E-7	503217	4078094	M-9	504666	4079660
E-10	504492	4095627	M-10	505615	4080040
E-11	504453	4095580	M-11	506255	4080043
E-12	507493	4079355	M-12	506976	4079977
E-13	507693	4079378	M-13	507435	4079257
E-14	507722	4079378	M-14	507600	4079386
E-15	507722	4079378	M-15	507603	4079657
E-16	504829	4080836	M-16	504247	4080660
E-17	505212	4081664	M-17	504837	4080948
E-18	506190	4082469	M-18	505367	4081676
E-20	507140	4082707	M-19	506220	4082341
E-21	510304	4083756	M-21	509325	4083117
E-22	510304	4083756	M-22	510382	4083776
E-23	510304	4083756	M-23	510777	4084570
E-24	510304	4083756	M-24	511524	4084732
E-26	510181	4086426	M-26	511366	4085539
M-1	503845	4078834	M-27	510110	4086453

3.2.2. Güncel tuzluluk haritasının oluşturulması

Haritalama işlemi için uydu görüntüsü, İmambakır Sulama Birliği'nin 2009 yılında yapılmış olan tuzluluk haritası ve hazırlanan güncel tuzluluk haritası kullanılmıştır.

Yapılan toprak analizleri ArcGIS yazılımındaki veri tabanında öznitelik tablosuna yüklenerek sorgulama için hazırlanmıştır. Güncel tuzluluk haritasının hazırlanması için uydu görüntüsü yorumu, 2009 yılında yapılan harita sınırları ve arazi kontrolleri ile tamamlanarak sınırlar çizilmiş ve CBS ortamındaki analiz değerleri ile ilişkilendirilerek oluşturulmuştur.

Sonuç olarak İmambakır Sulama Birliği alanında 2009 yılında yapılan tuzluluk haritası ile 2019 yılında yapılmış tuzluluk haritası sınıfları CBS analizi ile karşılaştırılıp sınıf değişimleri belirlenmiştir.

3.2.3. Araştırma sahası topraklarında yapılan analizler

3.2.3.1. Toprak pH'sı ve EC'si

Toprakların pH'sı Thomas (1996) tarafından, EC'si ise Rhoades (1996) tarafından belirtildiği şekilde hazırlanan saturasyon çamurunda pH ve EC metre ile ölçülmüştür.

3.2.3.2. Organik madde içeriği

Toprakların organik madde miktarları modifiye edilmiş Walkley – Black yöntemine göre belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1996).

3.2.3.3. Kireç içeriği

Toprakların kireç miktarları Scheibler Kalsimetresi ile asitle reaksiyona giren kireçten çıkan gazın ölçümüyle belirlenmiştir (Loeppert ve Suarez, 1996).

3.2.3.4. Değişebilir katyonlar

Topraklardaki değişebilir Ca, Mg, Na, K ve çözünebilir Ca, Mg, Na, K miktarları; pH'ı 7 olan 1 N amonyum asetatekstraksiyonu sonucunda elde edilen çözeltide AAS cihazında belirlenmiştir (Helmke ve Sparks, 1996).

3.2.3.5. Katyon değişim kapasitesi

Toprakların katyon değişim kapasiteleri; pH'ı 8.2 olan 1 N sodyum asetat ile kolloid yüzeyleri doyurulduktan sonra kolloid yüzeylerindeki sodyumun, pH'ı 7 olan

1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilmesi sonrasında AAS cihazında ölçülmesiyle belirlenmiştir (Kacar, 2009).

3.2.3.6. Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP)

Gözlem noktalarının ESP değerleri elde edilen değişebilir katyon verileri ve KDK verilerinden aşağıdaki formül sayesinde hesaplanmıştır (Kacar, 2009).

$$ESP = \frac{Na^+}{KDK} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.3.7. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR)

Gözlem noktalarının SAR değerleri elde edilen değişebilir katyon verilerinden aşağıdaki formül sayesinde hesaplanmıştır (Kacar, 2009).

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad (3.2)$$

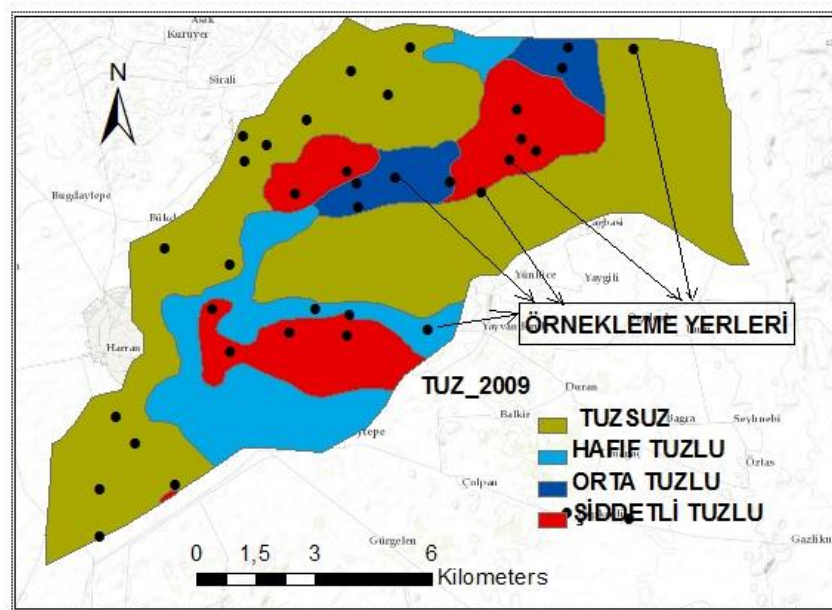
3.3. İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak tanımlayıcı istatistik verileri elde edilmiş ve gözlem parametreleri arasında % 5 önem seviyesinde Pearson Korelasyonu yapılmıştır (Efe ve ark., 2000).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Harran Ovası merkezine yakın bir konumda bulunan İmambakır Sulama Birliği, bulunduğu topoğrafik konumu artan taban suyu etkisi ile toprak tuzlulaşmasından etkilenmiş durumdadır. 7.469 ha toplam alana sahip sulama birliği arazilerinin 1995 yılında sulamaya açılmasıyla birlikte tuzluluktan etkilenen alanlarda ve tuzluluk şiddetinde artışlar meydana gelmiştir. Harran Ovası ve sulama birliği alanındaki tuzluluk sorununu ortaya koymak için yapılan çalışmada İmambakır Sulama Birliği alanında Tuzlu-alkali ve alkali sınıftaki toprakların etkili olduğu haritalanmıştır. Çullu ve ark. (2010) tarafından yapılan tuzluluk haritasındaki farklı tuzluluk sınıflar ArcGIS yazılımıyla sayısallaştırılarak veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanı bilgileri ve farklı şiddetteki tuzluluk sınıfları dikkate alınarak Kasım 2019 yılında yeni örnekleme yapılmıştır.

Çullu ve ark. (2010), yılında yapılan toprak haritasındaki tuzluluk şiddeti dikkate alınarak farklı alanı temsil edecek şekilde örnek alınacak yerler harita üzerine işaretlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Tuzluluk Şiddetine Göre Toprak Örneği Alınan Yerler

4.1. Araştırma Sahası Topraklarının Tanımlayıcı Özellikleri

Tuzluluk şiddeti ve alansal değişimi görmek için 2010 yılında yayınlanan çalışma alanının tuzluluk haritasındaki tuzluluk şiddeti dikkate alınarak örnekleme yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinin analizleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Araştırma alanındaki toprakların pH değerleri 7.79 – 8.66 arasında değişmekte olup ortalama değerinin ise 8.04 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Araştırma alanındaki minimum toprak pH değeri göz önünde bulundurulduğunda toprak pH değerinin kireçli topraklar için sınıflandırma değerinde olduğu belirlenirken, maksimum pH değeri göz önünde bulundurulduğunda alkali ve tuzlu alkali toprakları için sınıflandırma aralığında olduğu belirlenmiştir (Sağlam, 2008). Araştırma topraklarının toprak pH değeri ve değişebilir Na içerikleri arasındaki önemli pozitif korelasyona bakıldığında ($r = 0.741^{**}$, $P < 0.01$) toprakların değişebilir yüzeylerinde ve toprak çözeltisinde bulunan sodyum miktarının artması toprakların pH değerinin yükselmesine sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.1. Araştırma sahası topraklarının pH, EC, kireç ve OM içerikleri

İstatistik	pH	EC (dS/m)	Kireç (%)	OM (%)
Min	7.76	0.319	16.0	0.430
Max	8.66	2.369	31.2	1.480
Ort	8.04	1.029	26.3	0.790
Std. Sapma	0.160	0.488	2.873	0.219

Araştırma alanındaki toprakların EC değerleri 0.319 – 2.369 dS/m arasında değişmekte olup, ortalama değerinin ise 1.029 dS/m olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Araştırma alanındaki minimum toprak EC değeri göz önünde bulundurulduğunda toprak EC değerinin kireçli Harran Ovası toprakları ile benzerlik gösterdiği belirlenirken (Dinç ve ark, 1988), maksimum EC değeri göz önünde bulundurulduğunda alkali ve tuzlu alkali toprakları için sınıflandırma aralığında olduğu belirlenmiştir (Sağlam, 2008).

Çizelge 4.2. Toprakların pH, EC, OM ve kireç içerikleri

Nokta	pH	EC (µs/cm)	Kireç (%)	Organik M. (%)	Tekstür Sınıfı	Nokta	pH	EC (µs/cm)	Kireç (%)	Organik M. (%)	Tekstür Sınıfı
E-1	8.02	864	28.5	0.71	Killi-Tınlı	M-2	7.98	1055	27.0	0.75	Killi-Tınlı
E-2	7.89	912	27.7	0.73	Killi-Tınlı	M-3	8.05	809	28.1	0.43	Killi-Tınlı
E-3	7.97	1183	24.7	0.80	Killi-Tınlı	M-5	8.66	1554	23.9	1.48	Killi
E-4	7.91	1287	24.3	0.74	Killi-Tınlı	M-6	8.11	815	22.8	0.79	Killi
E-5	8.08	850	23.9	0.88	Killi	M-7	8.13	858	24.3	1.03	Killi-Tınlı
E-6	8.07	761	28.5	0.72	Killi-Tınlı	M-8	7.86	592	28.5	0.94	Killi-Tınlı
E-7	7.77	504	29.3	0.64	Killi-Tınlı	M-9	8.08	855	27.7	0.64	Killi-Tınlı
E-10	8.13	705	27.4	0.65	Killi-Tınlı	M-10	8.01	830	27.4	0.55	Killi
E-11	8.00	1385	20.5	0.67	Killi-Tınlı	M-11	7.76	1748	28.1	0.68	Killi
E-12	8.06	319	28.9	0.62	Killi-Tınlı	M-12	7.91	1500	25.1	0.76	Killi
E-13	8.38	620	28.1	0.88	Killi	M-13	8.03	1908	30.4	0.92	Killi
E-14	7.97	1120	28.9	1.01	Killi-Tınlı	M-14	8.52	512	26.6	0.68	Killi-Tınlı
E-15	7.83	1977	29.3	0.58	Killi	M-15	7.96	1315	16.0	0.75	Killi-Tınlı
E-16	8.12	749	29.3	0.58	Killi	M-16	8.02	2250	30.0	0.60	Killi-Tınlı
E-17	7.9	946	26.6	0.63	Killi-Tınlı	M-17	7.95	1166	27.4	0.89	Killi-Tınlı
E-18	8.07	926	24.7	0.89	Killi	M-18	8.05	768	31.2	0.77	Killi
E-20	7.96	707	26.6	0.81	Killi	M-19	8.01	1139	26.6	0.59	Killi
E-21	7.93	2179	23.6	0.83	Killi	M-21	8.02	810	27.0	1.34	Killi-Tınlı
E-22	8.00	750	22.8	0.75	Killi-Tınlı	M-22	7.94	2369	23.9	0.67	Killi
E-23	8.05	669	27.0	0.82	Killi	M-23	8.04	716	23.9	0.43	Killi-Tınlı
E-24	8.08	785	26.6	0.82	Killi-Tınlı	M-24	8.12	648	26.6	0.97	Killi-Tınlı
E-26	8.03	988	22.0	1.20	Killi-Tınlı	M-26	8.12	344	27.7	1.36	Killi
M-1	8.22	575	27.4	0.75	Killi-Tınlı	M-27	8.02	1033	21.7	0.61	Killi-Tınlı

Araştırma alanındaki toprakların kireç değerleri % 16.0 – 32.2 arasında değişmekte olup, ortalama değerinin ise % 26.3 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Araştırma alanındaki minimum, maksimum ve ortalama toprak kireç değeri göz önünde bulundurulduğunda toprak kireç değerlerinin kireçli Harran Ovası toprakları ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Dinç ve ark, 1988).

Araştırma alanındaki toprakların OM değerleri % 0.43 – 1.48 arasında değişmekte olup, ortalama değerinin ise % 0.79 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Araştırma alanındaki minimum, maksimum ve ortalama toprak OM değeri göz önünde bulundurulduğunda toprak OM değerlerinin kireçli Harran Ovası toprakları ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Dinç ve ark, 1988).

Araştırma alanındaki topraklar değişebilir ve çözünebilir Ca, Mg ve K birlikte değerlendirildiğinde (Çizelge 4.3) minimum, maksimum ve ortalama toprak Ca, Mg ve K değerlerinin kireçli Harran Ovası toprakları ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Dinç ve ark, 1988). Horneck ve ark. (2007) topraklarda eriyebilir tuzların genellikle Na^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} katyonlarının ile Cl ve SO_4 anyonlarından oluştuğunu belirtirken, toprak tuzluluğuna neden olan K^+ ile HCO_3 , CO_3 ve NO_3 'ın ise çok az miktarda bulunduğunu vurgulamışlardır.

Çizelge 4.3. Araştırma sahası topraklarının değişebilir katyon içerikleri

İstatistik	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)
Min	46.8	264.2	46.7
Max	1627.0	5484.0	337.3
Ort	161.1	1204.6	172.6
Std. Sapma	223.5	806.3	80.8

Araştırma alanındaki toprakların Na değerleri 24.7 – 3.117 mg/L arasında değişmekte olup, ortalama değerinin ise 192.8 mg/L olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Araştırma alanındaki maksimum Na değeri göz önünde bulundurulduğunda ise alkali ve tuzlu alkali toprakları için sınıflandırma aralığında olduğu belirlenmiştir (Sağlam, 2008).

Çizelge 4.4. Toprakların değişebilir katyon içerikleri ve ESP değerleri

Nokta	K	Na	Ca	Mg	ESP	Nokta	K	Na	Ca	Mg	ESP
	-----meq/100g-----				(%)		-----meq/100g-----				(%)
E-1	4.70	2.20	60.5	17.8	2.58	M-2	2.79	2.38	38.3	12.0	4.28
E-2	2.56	1.91	72.7	23.2	1.90	M-3	2.47	1.75	46.7	13.3	2.73
E-3	3.24	1.85	75.2	23.8	1.78	M-5	5.15	135.5	85.2	16.1	56.0
E-4	2.89	2.77	64.9	24.2	2.92	M-6	2.77	1.94	61.8	22.6	2.18
E-5	4.47	1.89	62.6	19.0	2.15	M-7	5.68	2.26	81.9	25.8	1.95
E-6	2.20	1.62	41.7	11.0	2.87	M-8	3.30	1.40	35.3	5.33	3.09
E-7	3.03	10.3	30.1	8.32	19.9	M-9	4.47	2.13	50.4	13.4	3.02
E-10	5.84	2.62	42.6	8.33	4.41	M-10	2.46	2.77	52.6	13.6	3.88
E-11	3.26	1.83	274.2	6.50	0.64	M-11	3.21	1.21	121.3	7.82	0.91
E-12	1.20	10.3	13.2	6.22	33.2	M-12	4.88	2.84	125.8	12.2	1.95
E-13	2.58	35.2	73.0	23.9	26.2	M-13	1.58	4.83	76.4	15.6	4.91
E-14	5.42	2.89	59.2	14.1	3.55	M-14	3.25	46.7	16.8	6.18	64.1
E-15	1.99	9.40	22.2	3.90	25.1	M-15	2.39	1.68	36.6	9.01	3.37
E-16	2.11	17.8	43.3	13.0	23.3	M-16	3.30	5.90	43.5	15.1	8.71
E-17	2.54	1.90	33.0	7.86	4.20	M-17	4.48	1.72	20.1	4.80	5.55
E-18	4.48	2.05	67.7	22.5	2.12	M-18	1.85	1.75	60.2	18.2	2.14
E-20	2.49	1.19	61.3	16.2	1.47	M-19	5.50	1.55	56.2	15.4	1.97
E-21	4.23	6.73	35.8	8.34	12.2	M-21	3.20	1.68	46.1	12.0	2.66
E-22	3.24	1.81	60.4	18.3	2.16	M-22	2.80	3.79	105.2	28.1	2.71
E-23	1.71	1.07	51.6	12.6	1.60	M-23	3.35	1.82	76.3	25.3	1.70
E-24	2.72	2.07	33.2	8.29	4.47	M-24	2.14	1.48	62.0	19.9	1.73
E-26	41.7	18.8	44.0	11.5	16.2	M-26	4.36	16.7	29.3	5.48	29.9
M-1	1.30	1.82	90.8	27.2	1.51	M-27	4.70	1.73	30.4	8.64	3.80

Araştırma topraklarının toprak SAR değeri ve değişebilir Na içerikleri arasındaki önemli pozitif korelasyona bakıldığında ($r = 0.770^{**}$, $P < 0.01$) toprakların değişebilir yüzeylerinde ve toprak çözeltisinde bulunan sodyum miktarının artması toprakların SAR değerinin yükselmesine sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Jalali (2008), toprak çözeltisindeki miktarı artan Na^+ hem bitkilere toksik etki yaptığını hem de toprak kolloidlerinin dispers olmasına yol açarak toprakta suyun hareketini yavaşlattığını belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı toprak pH'nın 9.0 veya daha yüksek olması durumlarında, toprak yapısının bozulduğunu, verim düştüğünü, toprak işleminin zorlaştığını ve yetersiz drenaj koşullarının oluştuğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.5. Araştırma sahası topraklarının değişebilir Na, KDK, ESP ve SAR değerleri

İstatistik	Na(mg/L)	ESP (%)	SAR (%)	KDK (meq/100 g)
Min	24.7	0.641	2.05	30.9
Max	3117.0	64.10	7.86	285.8
Ort	192.8	8.906	3.29	87.1
Std. Sapma	480.2	13.70	1.00	47.5

Araştırma alanındaki toprakların ESP değerleri % 0.641 – 64.10 arasında değişmekte olup, ortalama değerinin ise % 8.906 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Araştırma alanındaki maksimum ESP değeri göz önünde bulundurulduğunda ise alkali ve tuzlu alkali toprakları için sınıflandırma aralığında olduğu belirlenmiştir (Sağlam, 2008). Araştırma topraklarının toprak ESP değeri ve değişebilir Na içerikleri arasındaki önemli pozitif korelasyona bakıldığında ($r = 0.791^{**}$, $P < 0.01$) toprakların değişebilir yüzeylerinde ve toprak çözeltisinde bulunan sodyum miktarının artması toprakların ESP değerinin yükselmesine sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Araştırma alanındaki toprakların SAR değerleri % 2.05 – 7.86 arasında değişmekte olup, ortalama değerinin ise % 3.29 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Araştırma alanındaki maksimum SAR değeri göz önünde bulundurulduğunda ise alkali ve tuzlu alkali toprakları için sınıflandırma aralığında olduğu belirlenmiştir (Sağlam, 2008). Araştırma topraklarının toprak SAR değeri ve değişebilir Na içerikleri arasındaki önemli pozitif korelasyona bakıldığında ($r = 0.770^{**}$, $P < 0.01$) toprakların değişebilir yüzeylerinde ve toprak çözeltisinde bulunan sodyum miktarının artması toprakların SAR değerinin yükselmesine sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Topraklarının gözlem parametreleri arasındaki Pearson Korelasyonları (N=46)

	Ca	Mg	K	KDK	ESP	SAR	pH	EC	Kirec	OM
Na	-0.004	-0.032	0.108	0.444**	0.791**	0.770**	0.741**	0.066	-0.057	0.464**
Ca	1	0.250	-0.044	0.876**	-0.259	0.521**	-0.028	0.279	-0.300*	-0.016
Mg		1	-0.069	0.332*	-0.296*	0.257	0.189	0.016	-0.118	0.008
K			1	0.121	0.078	0.308*	0.017	0.008	-0.260	0.329*
KDK				1	0.095	0.854**	0.330*	0.269	-0.327*	0.231
ESP					1	0.510**	0.640**	-0.092	0.111	0.261
SAR						1	0.629**	0.161	-0.261	0.394**
pH							1	-0.258	-0.051	0.356*
EC								1	-0.147	-0.060
Kirec									1	-0.105

** : Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

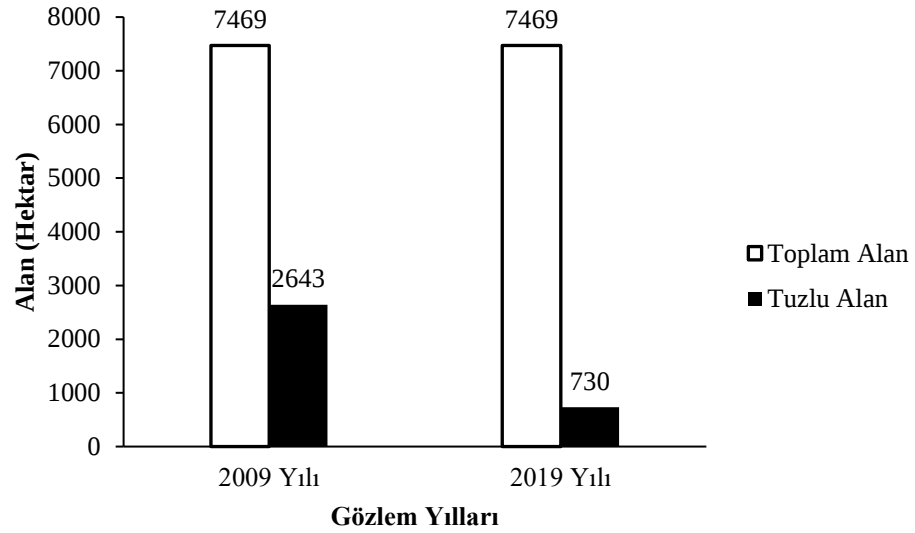
* : Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Araştırma alanındaki toprakların KDK değerleri 30.9 – 285.8meq/100g arasında değişmekte olup ortalama değerinin ise 87.1 meq/100g olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Araştırma alanındaki maksimum KDK değeri göz önünde bulundurulduğunda ise alkali ve tuzlu alkali toprakları için sınıflandırma aralığında olduğu belirlenmiştir (Sağlam, 2008). Araştırma topraklarının toprak KDK değeri ve değişebilir Na içerikleri arasındaki önemli pozitif korelasyona bakıldığında ($r = 0.444^{**}$, $P < 0.01$) toprakların değişebilir yüzeylerinde ve toprak çözeltisinde bulunan sodyum miktarının topraktaki organik ve inorganik kolloid yüzeylerinin önemli bir kısmını işgal ettiğini ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4.6).

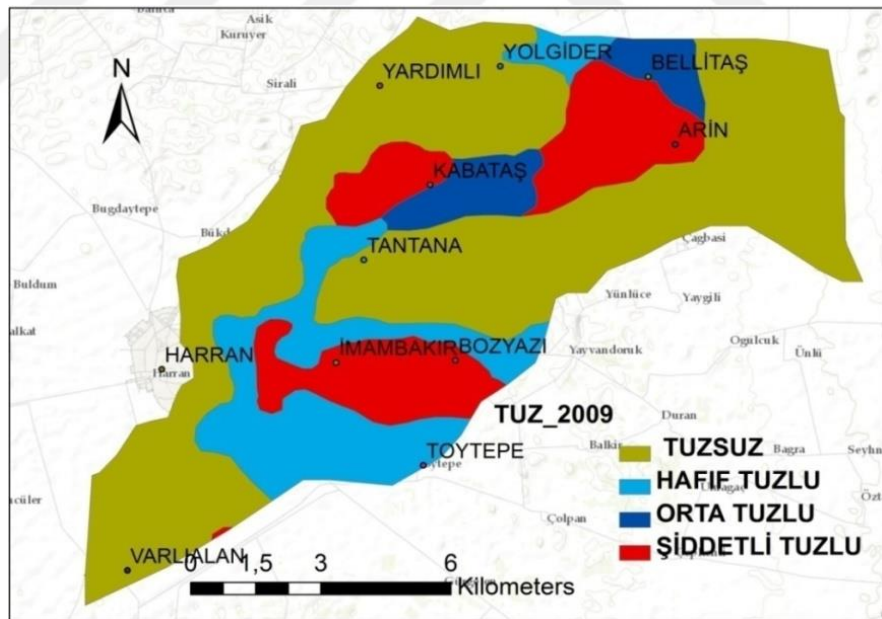
4.2. Araştırma Alanı Topraklarının Drenaj Altyapısı Sonrası Tuzluluk Değişimi Haritalaması

İmambakır Sulama Birliği 7.469 ha sulanabilen tarım arazisine sahip olan Harran Ovası genelinde önemli bir sulama birliğidir. Birliğin tarım arazilerinin Harran Ovası'nın düzleşen orta kesimlerinde yer almasından dolayı aşırı sulamadan kaynaklı sulama suyu birikiminin aktif görüldüğü alanlardan biridir. Bu alanda görülen bu tuzluluk 2010 yılında yapımı başlanan drenaj iyileştirme projelerinin uygulanmasına kadar toprak çoraklaşmasını artırdığı gibi tarımsal verim ve bitki gelişimini yavaşlatmıştır. İmambakır Sulama Birliği'ne ait tarım arazileri üzerinde iyileştirme drenaj projesinin uygulanmasından önce (2009 yılı) birliğin tarım arazilerinin 2.643 ha tuzlu toprak olarak belirlenmiş ve bu alan toplam alanın % 35.0'ı olarak

belirlenmiştir (Şekil 4.2). Birliğin tarım alanları üzerinde kurulan drenaj sistemlerin aktif hale gelmesi sonrasında 2019 yılında yapılan saha çalışması sonrasında tuzluluk sorunu olan arazilerinin toplam miktarının 730 ha olduğu ve sorunlu alanının miktarının % 35.0'dan % 9.8'e düştüğü belirlenmiştir (Şekil 4.2ve Şekil 4.3).



Şekil 4.2. 2009 ve 2019 Yılları tuzluluğun alansal miktarı



Şekil 4.3. Araştırma sahasının 2009 yılına ait tuzluluk haritası

Çakırlar ve Topçuoğlu (1985)' na göre topraktaki yüksek tuz oranı, bitkilerde transpirasyon ve solunuma ilave olarak, bitkinin su almasını ve köklerinin gelişmesini engellemektedir. Bu ilişki sonucunda bitkide hormonal denge yıkımı oluşurken,

fotosentezde ve nitrat alımında azalma, proteinin sentezinde düşme ve sonuç olarak bitki boyunda kısılma meydana gelmektedir. Bu etkileşme, bitkinin çiçek sayısını azaltarak yaş ve kuru ağırlıkta gerilemeye sebep olmakta ve verimi azaltmaktadır.

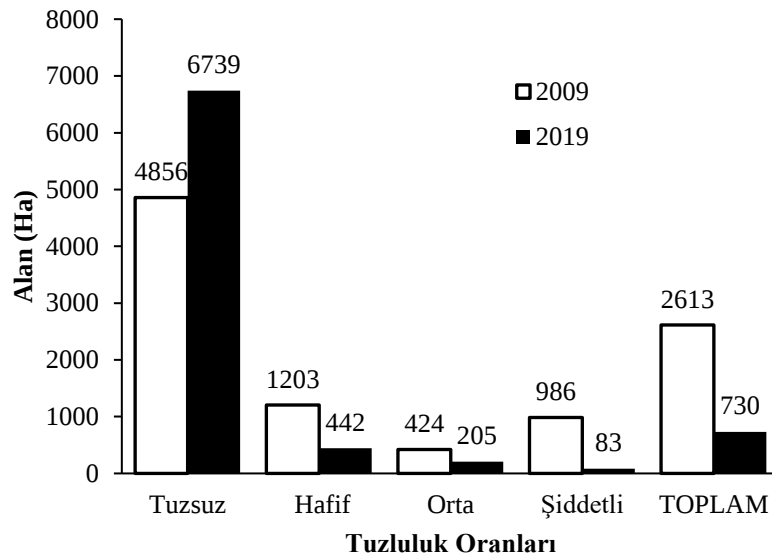
Kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılan sulamalarda; verimliliği sınırlayan baş faktör tuzluluktur. İşletmeler stratejilerini belirleme ve verimliliği artırma çalışmalarında tuzlu alanları düzenli aralıklarla izlemelidir. Çünkü taban suyu seviyesi alkalilik ve tuzluluk toprak verimliliğini etkileyen en önemli faktörler olarak bilinir. Tuz içeriği yüksek suyun toprak içinde yüzeye doğru hareketi ve yüksek evapo transpirasyon tuzun toprağın farklı katmanlarında birikmesine yol açar (Çullu ve ark., 2000).

Çatalkaya (2013), drenaj sistemi kurulmadan önceki ve sonraki taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri ile drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri ölçümleri karşılaştırıldığı çalışmada, drenaj sisteminin kurulmasından sonra taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerlerinin düştüğü belirtmiştir.

Bilgiç (2014), Harran Ovası üzerinde bulunan drenaj sistemlerinin toplayıcı kanalların drenaj suyu tuzluluk oranlarını belirlediği çalışmada nisan ayı başında drenaj sularının tuz oranlarının devam eden aylardaki tuzluluk oranlarına göre yüksek olduğu, haziran – temmuz – ağustos aylarında sulamanın artmasıyla birlikte drenaj suyu tuz miktarının azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacı her ne kadar drenaj suyu tuz miktarının azalsa da artan sulama suyu miktarının tarım alanlarından yıkanan tuzun konsantrasyonunu düşük gösterdiğini ve bir sezonluk sulama sürecinde drenaj sistemi ile topraktan önemli miktarda tuzun uzaklaştığını belirtmiştir.

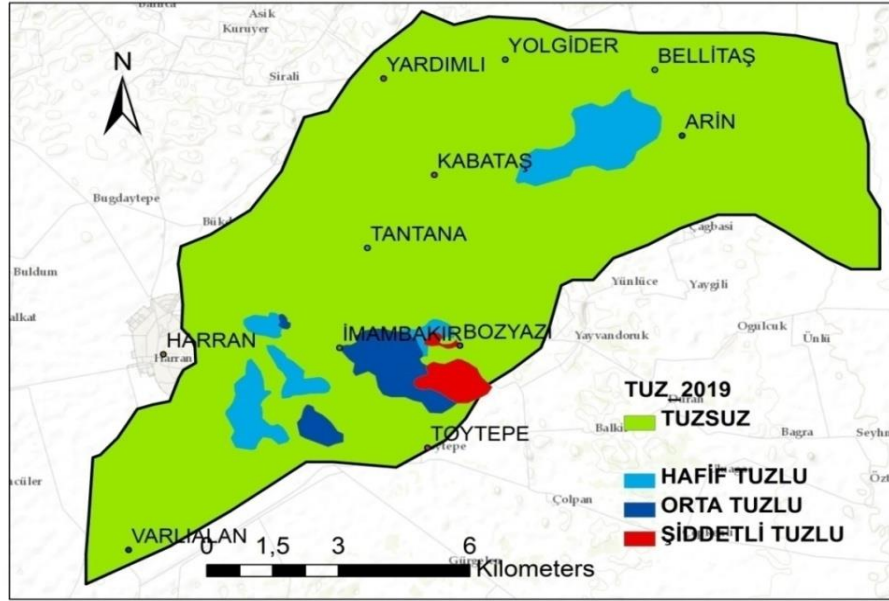
Bahçeci ve ark. (2013), sulamada kullanılan su ve toprak özellikleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda Harran Ovası'nda uygun bir tuz dengesi için % 5 – 7'lik bir yıkama ihtiyacının yeterli olduğu belirlenirken, DSİ tarafından yapılan ölçümlerde, ovoidan deşarj edilen drenaj suyunun oranının %20'nin üzerinde olduğu belirtilmiştir.

İmambakır Sulama Birliği'ne ait tarım arazilerindeki drenaj sistemi kurulmadan önceki tuzsuz alan miktarının 4.856 ha, hafif tuzlu alan miktarının 1.203 ha, orta tuzlu alan miktarının 424 ha, şiddetli tuzlu alan miktarının ise 986 ha ve toplamda tuzlu alan miktarının 2.643 ha olduğu belirtilmiştir. Birlik tarım arazileri üzerine drenaj sisteminin kurulmasından sonra tuzsuz alan miktarının 6.739 ha'a yükseldiği, hafif tuzlu alan miktarının 442 ha'a düştüğü, orta tuzlu alan miktarının 205 ha'a düştüğü, şiddetli tuzlu alan miktarının ise 83 ha'a düştüğü ve toplam tuzlu alan miktarının 730 ha'a düştüğü belirlenmiştir (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Tuzluluk alansal değişim

Eğilmez (2018), Konya Çumra bölgesinde 1993 yılında drenaj sistemi kurulan arazinin 1993 - 2016 yılları arasında toprak özelliklerinin nasıl değiştiğini gözlemlediği araştırmasında pH değerleri drenajdan önce ve sonra önemli bir değişim göstermediğini, bunun toprağın kireç içeriğinden kaynaklandığını belirtmiştir. Ancak toprak yüzeyinden aşağıya doğru inildikçe pH değerlerinin arttığını bu durumun profilde aşağı doğru gittikçe kireç oranlarındaki artıştan kaynakladığını vurgulamıştır. Ayrıca araştırmacı, 2016 yılı EC ölçüm değerleri 0.403-4.39 mmhos/cm arasında değiştiğini belirtirken, 1993 yılı EC ölçüm değerlerinin ise 2.43-50.0 arasında olduğunu belirtmiş ve drenajın EC değerlerini önemli ölçüde düşürdüğünü belirtmiştir. Türkmençamili' de drenaj sisteminin yeterli düzeyde çalıştığını göstermiştir.



Şekil 4.5. Araştırma sahasının 2019 yılına ait tuzluluk haritası

Bahçeci (2019), Harran Ovası'nda drenaj sistemleri kurulu alanlarda sulama mevsiminde, su tablası düzeyi genellikle 140-160 cm arasında bulunduğunu belirtirken, SaltMod bilgisayar modeli ile kök bölgesi tuzluluğunun, 3 yıl içinde 7.0 dSm^{-1} 'den 3.0 dSm^{-1} 'ye, 10 yıl içinde ise 1.5 dSm^{-1} 'ye düşeceğini ve EC değeri 1.5 dSm^{-1} 'ye kadar olan sularla yapılan sulamaların toprak tuzluluğunda azalışa, EC değeri $2.5 - 3.0 \text{ dSm}^{-1}$ ve daha fazla olan suların ise toprak tuzluluğunda artışa neden olacağını belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Araştırma alanındaki toprakların pH değerleri 7.79 – 8.66 arasında değiştiği, EC değerlerinin 319 – 2369 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği, kireç değerlerinin % 16.0 – 32.2 arasında değiştiği, OM değerlerinin % 0.43 – 1.48 arasında değiştiği, Na değerlerinin 24.7 – 3.117 mg/L arasında değiştiği, ESP değerlerinin % 0.641 – 64.10 arasında değiştiği, SAR değerlerinin % 2.05 – 7.86 arasında değiştiği, KDK değerlerinin 30.9 – 285.8 meq/100g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Yapılan haritalamalar sonucunda tuzlu alanların toplam miktarı % 35.0'ten % 9.8'e düştüğü belirlenmiştir. Hafif tuzlu alanların miktarında % 36.7, orta tuzlu alanların miktarında % 48.3, şiddetli tuzlu alanların miktarında % 8.4 azalma meydana gelirken, tuzsuz alanların miktarında ise % 38.8 artış meydana gelmiştir.

Drenajı bozuk sahalarda toprakların su altında kalma ile birlikte artan tuz miktarı toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli bir şekilde etkilerken, tuzluluğun toprak özelliklerini kötü yönde etkileyen en önemli faktör sodyum varlığıdır. Yapılan toprak analizi parametreleri ve toprak sodyum içerikleri arasındaki Pearson korelasyonlarına bakıldığında, değişebilir Na miktarı ile KDK, ESP, SAR, pH ve OM arasında önemli pozitif ($p<0.01$) korelasyonların bulunduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar gözlem sahasında toprak kolloidlerinin yüzeyinin sodyum tarafından işgal edildiğini ve kil mineralleri ile organik kolloidlerin yüzeyinin önemli bir kısmının hala Na tarafından işgal edildiğini ortaya koymaktadır. Yani 2009 yılı ile 2019 yılları arasında toprakların tuz içeriklerinde ölçülebilir miktarda bir azalma meydana gelmiş olsa da topraktaki değişebilir sodyum oranındaki azalma henüz istenilen oranda meydana gelmemiştir. Ayrıca değişebilir Na ile toprak pH değeri arasındaki pozitif korelasyon ($p<0.01$) bakıldığında sodyum varlığından dolayı toprak pH değerinin henüz düşmediği ve araştırma alanı topraklarında hala sodyum tuzu varlığının önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

Araştırma tuzlu alanlara döşenen drenaj sistemlerinin toprak özellikleri ve tuzluluğun nasıl değiştiğini meydana koymak amacıyla yapılmış ve araştırma sonucundan beklenen sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarının daha iyi yorumlanabilmesi ve yeni projelerin geliştirilebilmesi için yeni drenaj malzemeleri ile kurulan drenaj sahalarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması daha sonraki yapılabilecek araştırmalar arasında yer almaktadır.

Araştırma sahası topraklarının analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda toprakların EC değerlerinde meydana gelen azalma drenaj sisteminin görevini yerine getirdiğini gösterse de toprakların kimyasal yapısının 10 yıl gibi bir sürede iyileşmediğini ortaya koymaktadır. Bu yüzden drenaj sistemi kurulan alanlardaki sodyumlu toprakların ıslah sürecinin 20 – 30 yıl gibi periyotlarda incelenerek takip edilmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

Son olarak tuzluluk sorunu bulunan alanda drenaj sistemleri başta kurulmadığı için meydana gelen verim azalmaları ve toprak özelliklerindeki bozulmaların drenaj sisteminin kurulmasından sonra 20 – 30 yıl gibi sürelerde bile ne derecede düzelebileceğini net olarak bilinmemesi sulamaya açılan alanlarda drenaj alt yapısının entegre olarak uygulanması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum ve elde ettiğimiz sonuçlar ekonomik ve sürdürülebilir toprak yönetimi için güncel olarak uygulanan sulamaya açılacak alanların projelendirilmesinde dikkatli bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ANAPALI, Ö., ÖZTAŞ, T., ŞAHİN, Ü. ve HANAY, A., 1998, Erzurum Karasu Ana Tahliye Kanalının Topraktaki Tuzluluk ve Sodyumluluk Değişimi Üzerine Etkisi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Erzurum, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi , 1467-1477.
- BAHÇECİ, B., 2019. Harran ovasında sulama, drenaj ve toprak tuzluluğu etkileşimi, Derim, 36(2):183-191.
- BAHÇECİ, İ., ALMACA, A. ve ÖZTÜRKMEN, A.R., 2013. Harran Ovasında Kontrollü ve Kontrolsüz Drenaj Uygulamalarının Su ve Tuz Dengesi ve Bitki Besin Element Kayıpları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Tubitak Sonuç Raporu. Proje No: 110 O 835.
- BERNSTEİN, L., L. E. FRANCOİS ve CLARK., R. A., 1974, Interactive Effects of Salinity and Fertility on Yields of Grains and Vegetables1. Agron. J. 66:412-421. doi:10.2134/agronj1974.00021962006600030023x.
- BİLGİÇ, C., 2014. Harran Ovası Serbest Akışlı Drenaj Sistemlerinde Bazı Bitki Besin Element Kayıplarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 56s.
- ÇAKIRLAR, H. ve TOPÇUOĞLU, S. F., 1985, Stres terminolojisi. Çölleşen Dünya ve Türkiye örneği. Sempozyum-7, 13-17 Mayıs, Erzurum, s. 108-129.
- ÇAKMAKLI, M., 2008. Harran Ovası Topraklarının Kökeni ve Oluşum Mekanizmaları (Jeoloji ve Toprak İlişkileri). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 155s.
- ÇATALKAYA, V., 2013. Şanlıurfa Harran Ovası V1. Kısım Kapalı Drenaj Sistemi Etkinliğinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 44s.
- ÇİFTÇİ, N., KARA, M., YILMAZ, M. ve UĞURLU, N., 1995, Konya ovasında drenaj suları ile sulanan arazilerde tuzluluk ve sodyumluluk sorunları, 5. Ulusal Kültür Teknik Kongresi Bildirileri, 471-481.
- ÇULLU, M. A. 2011. Toprak Tuzlulaşması. Çiftçi Bilgilendirme Kitabı. T.C. Kalkınma Bakanlığı GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Şanlıurfa.
- ÇULLU, M. A, S. AYDEMİR, A. ALMACA, A. R. ÖZTÜRKMEN, O. SÖNMEZ, T. BİNİCİ, A. V. BİLGİLİ, G. YILMAZ, M. DİKİLİTAŞ, S. KARAKAŞ DİKİLİTAŞ, E. SAKİN, Y. ŞAHİN, M. AYDOĞDU, A. AYDEMİR, M. ÇELİKER. 2010. Harran Ovası Tuzluluk Haritasının Oluşturulması ve Tuzlulaşmanın Bitkisel Verim Kayıplarına Etkisinin Tahmini. T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Proje Raporu. Şanlıurfa.S:140-145
- ÇULLU, M. A., A. R. ÖZTÜRKMEN, A. V. BİLGİLİ, E. AKÇA, A. ALMACA, A. AYDEMİR, S. KARAKAŞ DİKİLİTAŞ, M. AYDOĞDU. 2015. 4. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. 1-4 Eylül Kahramanmaraş.S:26-27
- ÇULLU, M. A., ÇELİK, İ. ve A., A., 2000, Degradation of the Harran Plain Soils Due To Irrigation. Proceedings of International Symposium on Desertification. Konya Turkey. S. 193–197.

- DENGİZ, O., İ. BAYRAMİN, 2003. Ankara Gölbaşı Topraklarının Farklı Toprak Sınıflandırma Sistemlerine Göre Sınıflandırılması. Harran Üniversitesi Ziraat Fak. Der. 7 (3-4), 61-68.
- DİNÇ U., KAPUR, S., ve DİĞERLERİ, 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAP) I. Harran Ovası, Şanlıurfa. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Güzümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje No: TOAG-534.
- EFE, E., BEK, Y. VE ŞAHİN, M. 2000. SPSS’te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No:10, Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi (Baum), Yayın No: 10, Kahramanmaraş.
- ERÖZEL Z., ve ÇAKMAK. B., 1993. Drenaj Suyunun Sulamada Kullanılması, Toprak Su Dergisi, Sayı II, 1-6.
- GEMALMAZ, E., 1993, Drenaj Mühendisliği. Cilt I., Atatürk Üniversitesi Yayın No:746, Ziraat Fak. Yayın No:317, 20-23, Erzurum.
- HELMKE, P.A., SPARKS, D.L., 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Cesium. In Sparks D.L. (Ed), Methods of Soil Analysis-Part 3 (551–575). Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. 1390p. Madison-WI.
- HORNECK, D. A., J.W., E., B.G., H., D.M., S. ve R.G., S., 2007, Managing Salt-Affected Soils for Crop Production. A Pacific Northwest Extension. Oregon State University.
- JALALI, M., 2008. Effect of Sodium and Magnesium on Kinetics of Potassium Release in Some Calcareous Soils of Western Iran. Geoderma 145 207-215.
- KACAR, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım. Genişletilmiş 2. Baskı. Ostim – Ankara.
- KADAYIFÇI, A. ve ERÖZEL, A. Z. 1994. Aşağı Seyhan Ovasında Drenaj Katsayısının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1349, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 745, Ankara
- KARA T., ve APAN M., 2000. Tuzlu Taban Suyunun Sulamada Tekrar Kullanımı için Bir Hesaplama Yöntemi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 200, 15(3):62-67.
- KAYAEL, N., 1999, Tuzlu-Sodik ve Sodik Toprakların Oluşumu, Özellikleri ve Analizleri, DSİ Genel Müd., 31-52, Ankara.
- LOEPPERT, R.H., SUAREZ, D.L., 1996. Carbonate and Gypsum. In Sparks D.L. (Ed), Methods of Soil Analyses Part 3 (437-474). Soil Science society of America. 1390p, Madison, WI, USA.
- MIDDLETON, R. E., PHEASANT, D. J. VE MİLLER, C., 1996, Homodimeric architecture of a ClC-type chloride ion channel. Nature 383, 337–340.
- NELSON, D.W., SOMMERS, L.E., 1996. Total Carbon, Organic carbon, and organic matter. In Sparks D.L. (Ed), Method of Soil Analysis Part 3 (961–1011). Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. 1390p, Madison-WI.
- ÖZKALDI A., BOZ B., YAZICI V., 2004. GAP’ta Drenaj Sorunları ve Çözüm Önerileri, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- RHOADES, J.D. 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Gasses. In Sparks D.L. (Ed), Method of Soil Analysis Part 3 (417–437). Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. 1390p, Madison-WI.

- RICHARDS, L. A., 1954, Diagnosis And Improvement of Salin And Alkali Soils. US Dept. Agric., Agric Handb. No. 60.
- SAĞLAM, T.M., 2008. Toprak Kimyası. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 1. Ders Kitabı No: 1 s. 105-117, Tekirdağ.
- SOIL SURVEY STAFF, 1993, Soil Survey Manuel. U.S. Dept. Agriculture Handbook No. 18., 503p.
- SÖNMEZ, B. ve BEYAZGÜL, M., 2008. Türkiye’de Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı ve Yönetimi. Sulama ve Tuzlanma Konferansı 12-13 Haziran, Şanlıurfa.
- THOMAS, G.W., 1996. Soil pH and Acidity. In Sparks D.L. (Ed) Method of Soil Analysis Part 3 (475–491). Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. 1390p, Madison-WI.
- TUNÇAY, T., 2010, Kapalı Drenaj Sisteminin Etkinliğinde Rol Oynayan Toprak özelliklerinin Konumsal Değişiminin Belirlenmesi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- YENMEZ, N., 2005. Ova topraklarının tuzlanmasına yeni bir örnek: Harran ovası. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 8(14): 199-235.
- YU, X., HAN-CHENG DAN, H.C. And XIN, P. 2018. Method for Improving Leaching Efficiency of Coastal Subsurface Drainage Systems. J. Irrig. Drain Eng., 2018, 144(8): 04018019
- YÜZGEÇ, A., 1985, Çukurova Bölgesinde Tuzlu ve Alkali Toprakların Oluşumu, Dağılımı, Özellikleri. Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü. (Master Tezi). Adana.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Turgut SEZER
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.12.1994/Şanlıurfa
Telefon : 05536496994
e-posta : t.sezer_7@hotmail.com

Eğitim

Derece

Lise : Şanlıurfa Akabe TOKİ Lisesi
Lisans : Şanlıurfa Harran Üniversitesi
Yüksek Lisans. : Şanlıurfa Harran Üniversitesi

Mezuniyet tarihi

13.06.2010
20.06.2017

Yabancı Dil

İngilizce