



**ERZİNCAN OVASI DRENAJ ALANINDA
TABANSUYU SEVİYELERİ İLE TABANSUYU
ANALİZLERİNİN SON YILLARDAKİ
MEVCUT DURUMU**

Elif TUGAÇ

**Yüksek Lisans Tezi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bilim Dalı
Prof. Dr. Abdurrahman HANAY**

2020

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ERZİNCAN OVASI DRENAJ ALANINDA TABANSUYU
SEVİYELERİ İLE TABANSUYU ANALİZLERİNİN SON
YILLARDAKİ MEVCUT DURUMU**

Elif TUGAÇ

**TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bilim Dalı**

**ERZURUM
2020**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

ERZİNCAN OVASI DRENAJ ALANINDA TABAN SUYU SEVİYELERİ İLE
TABAN SUYU ANALİZLERİNİN SON YILLARDAKİ MEVCUT DURUMU

Prof. Dr. Abdurrahman HANAY danışmanlığında, Elif TUGAÇ tarafından hazırlanan bu çalışma 21/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Tarımsal Yapılar ve Sulama Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Abdurrahman HANAY

İmza:

Üye : Prof. Dr. Ömer ANAPALI

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ünal ŞİRİN

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 23/01/2020 tarih ve 04/.../34 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERZİNCAN OVASI DRENAJ ALANINDA TABANSUYU SEVİYELERİ İLE TABANSUYU ANALİZLERİNİN SON YILLARDAKİ MEVCUT DURUMU

Elif TUGAÇ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Tarımsal Yapılar ve Sulama

Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman HANAY

Bu çalışmada, Erzincan ovası drenaj alanında 2016-2017 yılları arasında bir yıl boyunca tabansuyu düzeyi ölçümleri ve analizlerinden RSC, SAR, pH, EC ve çeşitli katyon ve anyonlara ilişkin analizler yapılmış ayrıca tabansuyu haritaları tesbit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre tabansuyu eş derinlik haritaları incelendiğinde tabansuyu seviyelerinin en yüksek olduğu Nisan ayında toplam 19861 ha alanda tabansuyu derinliği 0-0,5 m seviyeleri arasında 3922 ha, en düşük olduğu Kasım ayında tabansuyu derinliği 2-3m seviyeleri arasında 5310 ha, sulamanın en yoğun olduğu Ağustos ayında tabansuyu derinliği en düşük 0-0,5m seviyeleri arasında 1610 ha ve tabansuyu derinliği en yüksek 2-3m seviyeleri arasında ise 1263 ha olduğu ve drenaj tahliyesinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Tabansuyuna ilişkin RSC, SAR, EC ve pH, çeşitli katyon ve anyon analizleri değerlendirildiğinde Erzincan ovası sulama sahasında herhangi bir tabansuyu tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Tabansuyu problemi olan sahalarda, havzanın kapalı oluşundan bazı tahliye kanallarının mansap şartlarının iyi olmayışından, drenaj kanallarının ise programa uygun olarak temizlenip amacına uygun olarak çalışır duruma getirilemeyişinden, drenaj kanallarının uygun şekilde temizlenmesi, bunun içinde makine imkânlarının iyileştirilmesinin yanısıra, bölgedeki sulama birliklerinin ve bölge çiftçisinin eğitilmesi gerekmektedir.

Üreticilerin sulamada kullandığı drenaj sulama suyunun niteliğinin C₂ S₁ orta tuzlu sınıfında olduğu belirlenmiştir. Çiftçinin gerekmedikçe drenaj suyunu kullanmamasını, kullanıldığı taktirde tuzluluğa dayanaklı kültür bitkilerinin yetiştirilmesi önerilmektedir.

2020, 71 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sulama, drenaj, tabansuyu, tabansuyu haritası

ABSTRACT

Ms Thesis

CURRENT SITUATION OF WATER TABLE LEVELS AND WATER TABLE ANALYSIS IN ERZİNCAN PLAIN DRAINAGE AREA IN RECENT YEARS

Elif TUGAÇ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and İrrigation
Department of Agricultural Structures and İrrigation

Supervisor: Prof. Dr. Abdurrahman HANAY

In this study, analyzes of RSC, SAR, pH, EC and various cations and anions from the water level measurements and analyzes for one year between 2016-2017 in Erzincan plain drainage area were made and groundwater maps were determined.

According to the results obtained from the research, by examining the table water depth maps are, the water depths, for 3922 ha area, were between 0-0,5 m levels in the total area of 19861 ha in April when it is highest, and for 5310 ha area, between 2-3m levels in November when it was the lowest. In August, when it was the busiest, it was determined that the depth of water for 1610 ha area was between the lowest 0-0,5m levels and for 1263 ha area between the highest water depth of 2-3m, and the drainage discharge was insufficient.

By evaluating results of the analysis for RSC, SAR, EC, pH, various cations and anions; there is no water salinity problem in Erzincan plain irrigation area.

In areas with groundwater problems, because the basin is closed, the downstream conditions of some evacuation channels are not good, the drainage channels cannot be cleaned in accordance with the program and can not be operated in accordance with its purpose, and the irrigation unions and the regional farmer are trained in addition to improving the machine facilities. is required.

It was determined that the quality of the drainage irrigation water used by the producers was in the C₂ S₁ medium saline class. It is recommended that the farmer does not use drainage water unless necessary, and if used, cultivation plants based on salinity are cultivated.

2020, 71 pages

Keywords: Irrigation, drainage, water table, water table map

TEŞEKKÜR

Bu çalıőmamda sahada bana yardımcı olan, Erzincan DSİ teknik elemanlarından Eyüp SOYLU'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Bana bu konuda araştırma olanağı sağlayan hocam Sayın Prof. Dr. Abdurrahman HANAY'a, değerli eőim Kadir TUGA'a, sevgili oğlum Yalın Sirac TUGA'a, canım babam Cezmi GÜREL'e ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teőekkürlerimi sunarım.

Elif TUGA

Ocak, 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Araştırma alanının coğrafi konumu.....	21
3.1.2. Erzincan ovası iklim özellikleri.....	23
3.1.3. Araştırma alanı toprak özellikleri.....	24
3.1.4. Araştırma alanı su kaynakları.....	25
3.1.5. Erzincan ovası sulama ve drenaj tesisleri.....	25
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Arazide tabansuyu gözlem kuyuları, tabansuyu ölçümleri ve tabansuyu örneklerinin analizi	28
3.2.2. Su örneklerinin alınması.....	30
3.2.3. Laboratuvar çalışmaları.....	31
3.2.3.a. Araştırma alanında su ve toprak analizlerinin yapılması.....	31
3.3. Büro Çalışmaları.....	36
3.3.1. Tabansuyu haritalarının tespit edilmesi.....	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	38
4.1. Gözlem Yoluyla Arazilerin Değerlendirilmesi	38
4.2. Araştırma Alanı 2016-2017 Yılları Arasındaki Tabansuyu Seviyelerinin Değerlendirilmesi	45
4.2.1. Sulama ve drenaj şebekelerinden alınan su örneklerinin değerlendirilmesi	45
4.3. Tabansuyu Düzey Ölçümlerinin ve Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	47

4.3.1. Tabansuyu en yüksek eşderinlik eğrileri haritalarının değerlendirilmesi	48
4.3.2. Tabansuyu en düşük eşderinlik eğrileri haritalarının değerlendirilmesi	50
4.3.3. Sulamanın en yoğun olduğu ay eşderinlik eğrileri haritalarının değerlendirilmesi.....	52
4.3.4. Tabansuyu eştuzluluk eğrileri haritalarının değerlendirilmesi	54
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR	58
EKLER.....	61
EK 1.....	61
EK 2.....	66
ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	derece
µs	micromhos
cm	santimetre
Ha	hektar
L=l	litre
m	metre
m ²	metrekare
m ³	metreküp
ml	minilitre
mm	minimetre, yağış miktarı, buharlaşma miktarı
P	Fosfor
S	saniye

Kısaltmalar

C ₂ S ₁	Orta tuzlu su sınıfı
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektiriksel iletkenlik
EDTA	Etilendiamin tetraasetik asit
ESP	Değişebilir sodyum yüzdesi
P1	1. Pompaj
P2	2. Pompaj
P3	3. Pompaj
pH	Asitlik derecesi
RSC	Artık sodyum karbonat
SAR	Sodyum adsorpsiyon oranı
SSP	Eriyebilir sodyum yüzdesi
TC	Türkiye Cumhuriyeti

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma alanının Türkiye’deki ve bölgedeki yeri.....	23
Şekil 3.2. Araştırma alanı tabansuyu gözlem kuyularının dağılımı.....	29
Şekil 3.3. Tabansuyu su seviyesi rasat aleti	30
Şekil 3.4. Tabansuyu gözlem kuyusunda ölçüm parametreleri	30
Şekil 3.5. Su örneklerinin alınmasında kullanılan düzenek.....	31
Şekil 4.1. Sol sahil ana tahye kanalının fırat nehri ile birleştiği yer	38
Şekil 4.2. Sol sahil ana boşaltım kanalı üzerinde yapılan köprü	39
Şekil 4.3. Yabancı otlarla kaplı sol sahil sulaması (Türkmenoğlu köyü) tarım arazileri.....	39
Şekil 4.4. Altınbaşak ada sulamasının (Güllüce köyü) tarla içi drenaj sistemi.....	40
Şekil 4.5. Açık drenaj kanalı üzerine yapılmış büzlü geçit sol sahil sulaması (Yamaçlı köyü).....	41
Şekil 4.6. Yabancı otlarla kaplanmış sağ sahil (Karadiğin köyü).....	41
Şekil 4.7. Sol sahil saz tepe toprak yüzeyi uzun süre ıslak kalmaktadır.....	42
Şekil 4.8. Denizdamı köyü tabansuyu yüksekliği en fazla olan yer	43
Şekil 4.9. Yabancı otlarla kaplı temizlenmemiş Küçük Kadağan köyü	43
Şekil 4.10. Otlarla tıkanmış sulama kanalı (Molla köy)	44
Şekil 4.11. Temizlenmemiş sağ sahil Nörkah köyü mansabı	44
Şekil 4.12. Kanal temizliği yapılan Güllüce köyü	45
Şekil 4.13. Kritik en yüksek eşderinlik haritası	49
Şekil 4.14. Kritik en düşük eşderinlik haritası.....	51
Şekil 4.15. Sulamanın en yoğun olduğu Ağustos ayı haritası.....	53
Şekil 4.16. Tabansuyu eş tuzluluk haritası.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin bazı meteorolojik veriler	24
Çizelge 3.2. Farklı bitkiler için optimum tabansuyu düzeyleri.....	25
Çizelge 3.3. Su örnekleri için kullanılan standart metodlar.....	33
Çizelge 3.4. Sulama suyu örnekleri sınıflandırma tablosu	34
Çizelge 3.5. Sulama suyunun bor bakımından sınıflama limitleri.....	35
Çizelge 4.1. 2017 yılına ait sulama ile ilgili bilgiler.....	47
Çizelge 4.2. En yüksek derinlik ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler (m).....	48
Çizelge 4.3. En düşük derinlik ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler (m).....	50
Çizelge 4.4. Sulamanın en yoğun olduğu Ağustos ayı tabansuyu derinlik ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler.....	52
Çizelge 4.5. Tabansuyu tuzluluk ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler	55

1. GİRİŞ

Tarımda kültürel önlemlerde amaç; bitkinin içerisinde yetiştiği ortamın koşullarının bitki gelişimi için en uygun duruma getirilmesidir. Bitkinin içinde bulunduğu ortamın atmosfer kısmının koşullarını değiştirmek oldukça güç olmasına karşılık, bu ortamın toprak kısmının koşulları sulama ve drenaj önlemleri ile maksimum verim elde edilecek biçimde kontrol edilebilir. Sulama ve drenaj ilişkileri çözümlenmeyen alanlarda karşılaşılan yüksek tabansuyu, tuzluluk ve çoraklaşma ilerleyen yıllar içinde verimi hızla düşürmektedir. Bu nedenle sulamaya açılmış tarım alanlarında, sulamaya yönelik tesisler nedenli önemli ise, verimin azalmasına neden olan fazla suyun topraktan uzaklaştırarak bitki, toprak ve su arasındaki ilişkilerin düzenlenmesini sağlayan drenaj tesisleri de o derecede önem taşımaktadır (Demir ve Gözar 2007).

Tabansuyu izleme ve değerlendirme çalışmaları; mevcut topraklarımızın muhafazası ve tarımsal faaliyetlerimizin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Yüksek tabansuyu temel iki problemi ortaya çıkarmaktadır. Bunlardan birincisi; yüksek buharlaşma sonucunda kapillarite yoluyla yükselen suyun bileşiminde ki tuzların toprağın yüzeye yakın katmanında birikerek bitki yetişme imkânını daraltması, ikincisi; drenajı bozuk alanlarda tabansuyunun bitki kök bölgesi derinliğince yükselmesi sonucunda toprakta var olan hava-su dengesini hava yönünden bozmasıdır (Demir ve Gözar 2007).

Tabansuyunun yukarıda belirtilen olumsuz özelliklerini ortadan kaldırmak, proje alanında bulunan drenaj tesislerinin işlevlerini tam olarak yapıp yapmadığını ve mevcut drenaj tesislerine ek tesisler ile drenaj tesisi olmayan alanlara yeni tesislerin yapılmasına gereksinme olup olmadığını belirleyebilmek, bakım onarım programlarında önceliklerin saptanmasında yardımcı olmak amacıyla, tabansuyu düzeyi ve niteliğinde ki değişikliklerin sürekli ve düzenli olarak izlenmesi gerekmektedir (Demir ve Gözar 2007).

Tabansuyu izleme çalışmalarının yürütülmesinde yetki ve görevler, tabansuyu izleme çalışmalarının nasıl yapılacağı ile tabansuyu haritalarının çizimi ve tabansuyu raporunun hazırlanması konuları ile bu çalışmalarda gereksinim duyulabilecek ek bilgileri kapsamaktadır (Demir ve Gözar 2007).

Drenaj; bir alanda bulunan fazla suyun (sıvı) bulunduğu ortamdan uzaklaştırılması ve boşaltılmasıdır. Kurutma kelimesi de drenaj kelimesi yerine kullanılmaktadır. Tarımsal alanlar, kentsel alanlar vb. ortamlar söz konusu olduğu zaman su yerine kelime anlamı olarak sıvı, kurutmanın yerini kelime anlamı olarak drenaj almaktadır, çünkü drenajın anlamı suyun tamamen kurutulması işlemi değil, alanda bulunan fazla suyun alandan uzaklaştırılmasıdır (Terzi 2002).

Genel tanımı ile drenaj; tarımsal, spor ve eğlence, cadde, sokak ve yollar ve endüstriyel alanlarda ki fazla suyun alanlara zarar vermeden uzaklaştırılmasıdır. Bununla beraber drenaj; yağış ve sulama suyundan oluşan fazla suyun alandan uzaklaştırma işlemidir. Üretim yapmayan veya verimsiz üretim yapan toprakların tekrar eski haline getirilmesi için ihtiyacından fazla olarak verilen suyun topraklardan uzaklaştırılması işlemi olarak da tanımlanabilir (Değirmenci 1990).

Altunkasa (2002)'ya göre drenaj; bir alanda toprak su tutma kapasitesini aşan fazla suyun, toprak içerisinde yanlara ve aşağıya doğru sızması ya da geçirimsiz yüzeylerde çeşitli sebeplerle (kar, yağmur ve benzeri gibi) oluşan suların birikmesi veya daha düşük kotlu yerlere sızması olayıdır.

Genel olarak drenaj çalışmalarından beklenenler; taban suyunun yüksek olduğu alanlarda yer altı suyu akışı ve su düzeyini belirlemek, artezyenik basınçların etkisini onarmak, yüzey üzerinde oluşan suları uzaklaştırmak, sulanan tarım alanlarında veya fazla suların atıldığı alanlarda, bitkisel büyüme ve bitki kök gelişimi ile ekim dikim ve hasatta arazi üzerinde trafiği sağlamak ve su kalitesi seviyesini yükseltmek, su tabansuyu düzeyini denetleyerek, toprağı ve çevresine katkı sağlamak ve ıslak alanlara su akışını kesmek veya önlemek olarak belirlenmektedir.

Genel olarak drenaj problemi olan alanlar; kıyı ovaları, yağışların ve buharlaşmanın yoğun olduğu iç ovalar, doğal drenajın eksik olduğu ırmak vadileri, zayıf su yönetimi nedeniyle suya boğulma ve ikincil tuzlanmanın olduğu kurak alanlar olarak gösterilebilir (Bahçeci 2007).

Drenaj çalışmaları ilk olarak Mezopotamya'da 9.000 yıl önce başlamıştır. Fakat o dönemlerde boru icadı söz konusu değildir. Bu nedenle drenaj hendeklerine taş, çalı gibi geçirgen materyaller konularak drenaj yapılmıştır (Van Schilfgarde 1979). Arkeolojik çalışmalarda elde edilen; Fırat ve Dicle nehirlerinin suladığı ovalarda zamanla toprakların tuzlandığını ve drenaj kanallarının açıldığını belirlenmiştir. Aynı şekilde Nil deltasının drenaj kanallarında da bu sorun ile karşılaşmıştır. Tarihin en eski döneminde Hindistan ve Çin'de de drenaj sistemlerinin yapıldığına ilişkin çalışmalar olduğu belirtilmektedir (Bahçeci 2007).

Drenaj problemleri, 19. yüzyıla kadar bilimsel çalışmaların artmasına neden olarak gösterilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile beraber yükselen makine enerji gücü drenajda da kullanılmaya yön vermiştir. Drenaj çalışmalarının başladığı yıllarda açılan kanallarda kum çakıl, kil malzemeleri ve künk kullanılırken, 1960'lı yıllardan itibaren gelişen polietilen sanayi ile birlikte drenajda plastik delikli borular üretilerek kullanılmaya başlanmıştır.

Hollanda'da 1959 yılında ilk düz plastik borular, Almanya'da 1963'de ilk esnek borular, Amerika'da 1965'de ilk takviyeli borular ve 1969'da ilk dren pulluğunun kullanılması ayrıca 1974'de ilk standart polietilen drenaj borusunun kullanılmıştır. Drenaj sistemlerinin tarımsal açıdan 20. yüzyıldaki en önemli gelişmesi olarak gösterilmektedir (Stuyt *et al.* 2000).

Türkiye'de drenaj çalışmalarına Cumhuriyet döneminin ilk yıllarında başlanmıştır. Bu yıllarda genellikle bataklıklar kurutularak tarım alanları genişletilmiştir. Ancak geniş kapsamlı sulama ve drenaj sistemlerinin yapımı 1953 yılında Devlet Su İşleri'nin kurulmasıyla başlanmıştır. 1960 yılında Tarım Bakanlığı bünyesinde kurulan ve 1964

yılında Köy işleri ve Kooperatifler Bakanlığı'na dâhil edilen Toprak Su Genel Müdürlüğü'nce 1984 yılına kadar daha küçük boyuttaki sulama ve drenaj şebekelerinin yapımı gerçekleştirilmiştir. Günümüzde drenaj çalışmaları Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yürütülmektedir.

Türkiye'de drenaja neden olan esas sorun sulama yöntemleridir. Sulama suları, uygulamada su kullanım randımanının belirlenen düzeyde uygulanmasına yön verir. Bu, uygulanan su miktarının içerisinde derine infiltre ve yüzey akış gibi parametrelerin su kayıplarına neden olduğu anlamına gelir. Salama sulamada fazla verilen suyun ortamdaki uzaklaştırılması zorunludur. Sulanan alanın topografik yapısı suyu uzaklaştırmaya izin veriyorsa doğal yollarla; izin vermiyorsa yapay drenaj sistemleriyle suyun uzaklaştırılması gerekir (Güngör ve Erözel 1994). Drenaj sistemlerinin yetersiz olduğu veya eksik olduğu durumlarda, drenaj problemi yaşanmaktadır. Bu problem, doğal ortamda çukur alanlara çevre vadi veya yüksek kesimlerden sızma yoluyla gelen sular tarafından oluşmaktadır. Doğal drenajın yetersiz olduğu ıslak alanlarda ise drenaj sorunu, yağışlardan kaynaklanmaktadır.

Suyu optimum düzeylerde kullanımı maksimum veri için en ideal şartlarda doğru şekilde planlanmış ve ortam şartlarına uygun şekilde inşa edilmiş sulama ve drenaj yöntemlerinin geliştirilmesine yön vermektedir (Göçmen 2012). Türkiye su rezervuarının %74'ün büyük bir bölümünün tarım arazilerinin sulama suyu olarak kullanıldığı ve sulama sistemlerinin yaklaşık %80'inin salma sulama yöntemi ile sulandığı görülmektedir. Bu açıdan drenaj alanında su yönetiminin önemi açıkça belirtilmektedir (İstanbulluoğlu 2006). En uygun su yönetimi için, drenaj ve sulama sistemlerinin doğru planlanıp tasarlanması uzman bir şekilde inşaa edilmesi zorunludur. Bu aşamada, yapılan su yöntemlerinin etkin bir şekilde planlanması için gerekli verilerin elde edilmesine yönelik çalışmalar önem arz etmektedir.

Yüzey drenaj sistemleri, herhangi bir alandaki yüzey akışlarını cazibe ile belirli noktalara yönlendiren, toplayan ve boşaltan (tahliye eden) sistemlerdir.

Yüzey sularının alanlardan tahliye edilebilmesi için kurulacak sistemin nitelik ve niceliği o alanın gösterdiği yüzey akışı karakteriyle ilişkilidir. Genel bir ifade ile yüzey akışı; belirli bir alana düşen sağanak yağışın; emilmeden, buharlaşmadan ya da farklı nedenlerle kaybolmadan belli bir noktaya ulaşabilen bölümüdür (Altunkasa 2002).

En önemli drenaj sistemleri açık kanallı drenaj sistemleri olduğu bilinmektedir. Yüzey veya yüzeyaltı drenaj sistemlerinde ana drenaj kanalı, emici drenler ve toplayıcı drenaj kanalı, açık kanal şeklinde planlanıp inşaa edilir. Yüzeyaltı drenaj sistemlerinde toplayıcılar ise basınçlı boru hatları şeklinde de inşa edilirler ve bu borular açık drenaj kanallarına bağlanarak açık kanal drenaj sistem odaklı bileşenlerden oluşmaktadır (Achleitner 2007).

Kapalı drenaj sistemi, suları yüzeydeki belirli düzeyden toplayarak toprak altında kurulmuş boru hatları aracılığı ile kontrollü olarak boşaltma noktalarına taşıyan sistemdir. Diğer bir ifade ile kapalı drenaj sistemi; yüzey sularının giriş noktaları, yüzey sularını taşıma hatları ya da boru hatları ve yüzey suyu toplayıcıları (kollektörler) olmak üzere üç temel elemandan oluşmaktadır.

Boru hatları, değişik malzemelerden üretilebilen farklı boyutlu birbirine sistematik uyum sağlayan boruların eklenmesi ile inşaa edilmektedir. Uygulamada; demirli beton, beton, bitümlü ve metal (demir, çelik) malzemelerden yapılmış borular yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak daha kolay tesis edilebilmesi ve daha ekonomik olması nedeniyle özellikle yol drenajı çalışmalarında beton borular (büzler) büyük oranda tercih edilmektedir (Altunkasa 2002).

Türkiye’de Fırat havzası içerisinde yer alan Erzincan ovası drenaj alanının belli bir bölgesi araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı belirlenirken DSİ tarafından belirlenen drenaj sorunu olan yerlerde çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Erzincan ovası drenaj alanının sol sahil, ada sulaması ve sağ sahil yüzey altı drenaj şebekelerinde tabansuyu seviyeleri, taban suyundaki SAR, eriyebilir sodyum yüzdesi SSP, bor sınıflandırılması, artık sodyum karbonat RSC, elektriksel iletkenlik, pH, çeşitli

katyon ve anyonlara ilişkin analizler, tabansuyun'dan alınan su örneklerinin analizleri ve tabansuyu haritalarındaki değerlerin (2016-2017) yılındaki durumu, incelenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Erzincan Ovası'nda, açık drenaj sistemi sulama tesisleriyle birlikte inşa edilmiştir. Kapalı drenaj sistemi ise sulama sistemi işletmeye açıldıktan yaklaşık 15 yıl sonra inşa edilmiştir. Çalışma alanı üreticileri drenaj kanalı sularını sulama amaçlı kullanmaktadır. Bu çalışma; Erzincan Ovası'nın 6120 ha'lık drenaj alanında çiftçilerin sulamada kullandığı drenaj sularının sulamaya uygunluğunu belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Drenaj ve sulama kanallarından alınan su örneklerinin katyon ve anyonlar ile pH ve EC analizleri belirlenmiştir. Su örneklerinin ikisi sulama kanallarından, ikisi açık drenaj kanallarından ve ikisi kapalı drenaj çıkışlarından olmak üzere toplam 6 noktadan, 2 yıl sulama sezonu süresince alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre SAR ve RSC değerleri saptanmıştır. Ayrıca, düzeltilmiş sodyum adsorpsiyon oranı (Adj.SAR), düzeltilen düzeltilmiş sodyum adsorpsiyon oranı (Adj.RNA), potansiyel tuzluluk(PT), geçirgenlik göstergesi (GG) ve Langelier saturasyon indeksi(LSI) değerleri belirlenmiştir. Bulunan sonuçlara göre ovada zararlı tuz içeriği yüksek, düşük kaliteli drenaj sularının sulamada kullanılmaması, zorunlu olduğu durumlarda tuza dayanıklı bitkiler ile rotasyon uygulamasına gidilmesi önerilebilir (Fayrap 2010).

Drenajın birçok doğrudan ve dolaylı etkileri vardır. Sulanan alanlarda etkili bir drenaj sistemi sadece mevcut tarım alanlarını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda ekime yeni alanlar oluşturmaya olanak sağlar. Zayıf drenaj ile ilişkili tuzlanma, mahsul büyümesinde ve veriminde azalmaya neden olur. Tuzlanma ve batma aynı anda meydana gelirse, bu azalma çok daha yüksek olacaktır. Drenaj sulu alanlarda önemli olduğu kadar kuru bölgeler için de gereklidir ve tarım alanı başına daha iyi verim elde etmek için ana girdilerden biridir (Singh 2019a).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada Haryana'daki Panipat ilçesinden oluşan ve tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden etkilenen Yamuna havzasının bir kısmındaki yeraltı suyu kalitesi, içme suyu kalitesiyle ilişkili kanserojen olmayan insan sağlığı riskleri açısından değerlendirilmiştir. Yeraltı suyunda florid ve nitratın ortaya çıkması ile ilgili tehlike bölümü (HQ) yetişkinler ve çocuklar için hesaplanmıştır. Çalışma alanının yeraltı

suyunda, florit ve nitratın neden olduğu tehlike indeksi (HI), çocukların kanserojen olmayan insan sağlığı riskine yetişkinlerden daha yatkın olduğunu göstermiştir. Çalışma alanının; doğu yarısında, WQI değerinin 100'den büyük olduğu ve su içmek için önerilemediği, batı yarısında daha iyi bir WQI'ye sahipti olduğu görülmüştür. Yeraltı suyu kalitesi için korelasyon grafiği, alkalın koşullarının ve Na^+ ve HCO_3^- 'ün varlığının yüksek florür içeriğini desteklediğini ve yer altı sularındaki nitrat kaynağının doğada antropojenik olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yeraltı suyu örneklerinin sulama amaçları için uygunluğu, birkaç sulama endeksi karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Rishi *et al.* 2019).

İklim değişikliğinin hem yüzey hem de yeraltı suyu kaynaklarının mevcudiyeti ve kalitesi üzerindeki etkisi günümüzde iyi bilinmektedir. Özellikle, kıyı aküferlerinde tuzlu su sızma mekanizmalarının azaltılması, tekrarlayan bir çevre sorunudur. Nil deltası durumunda, deniz seviyesinin yükselmesi ve Grand Etiyopyalı Rönesans barajı'nın bir sonraki operasyonu gibi diğer insan kaynaklı stresörlerin perspektifi, Avrupa Birliği'ndeki esnek tarım uygulamalarını güvence altına almak için dikkate alınması gereken tehditlerdir. Gelecekteki olası senaryolar; yeraltı drenajı soruna pratik bir çözüm sunan yukarı artezyen suyu hareketi ve aşırı sulama suyunun aynı anda aşığı doğru akması, kök bölgesindeki tuzlanmayı hafifletmek için, yeraltı suyu boşaltma sistemleri, öngörülen deniz seviyesi yükselmesi, şarj ve çökme senaryoları nedeniyle artan akış hızını alabilmeleri için iklim değişikliğine ve artan antropik baskıya karşı kırılganlığın azaltılmasına katkıda bulunabilir. Drenaj gelecek yıllarda olası koşulları, yapay şarj ve beklenen ömrü ile uyumlu zaman ufuklarındaki çöküntü durumları nedeniyle drenaj borularındaki akışın artması dikkate alınarak kıyı aküferlerinde rasyonel bir yeraltı drenaj sistemi tasarımı sunulmaktadır. Bu çalışmada, farklı zaman ufuklarında olası çeşitli senaryoların bir fonksiyonu olarak drenajdan geçen artımlı akışın değerlendirilmesi ile karakterize edilir. Hesaplamalarımız, öngörülen yeni koşullar altında mevcut yüzey altı drenaj sistemine üzerindeki etkinin ihmal edilebilecek herhangi bir şey olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, gelecekteki iklimle ilgili senaryolar bu tür hidrolik yapıların tasarımını derinden etkilemektedir. Nil deltasındaki

ve benzeri kıyı koşullarındaki tarımsal faaliyetlerin korunması için bir sonraki su yönetimi stratejileri çerçevesinde dikkate alınmalıdır (Abd-Elaty *et al.* 2019).

Kurak tarımsal sulama bölgelerinde drenaj hendekleri, hem toprak tuzluluğuna hem de yapay drenaja maruz kalan önemli parametrelerdir. Çeşitli düzeylerde tuz stresi altındaki bitki topluluk yapılarını ve kurak açık hendek bankalarında uzun süredir toleranslı türlerini keşfetmek için, Sarı nehir sulama alanının 39 drenaj kanalında toprak bitki ilişkileri üzerine kapsamlı bir çalışma yapılmıştır. Kuzeybatı Çin'de, daha büyük drenaj olduğunu gösterilen hendekler daha yüksek tuz seviyeleri (ortalama $> 4,8$ dS / m) olarak tesbit edilmiştir. Bu araştırma, daha küçük boyutlu drenaj hendek habitatlarının, daha büyüklerinden daha fazla miktarda halofit kaynağı sağladığını ve yüksek çeşitlilik gösteren drenajı ortaya koyduğu hendekler çevreyle ilgili olarak kırılğan kurak bölgelerde daha pozitif korumayı hedeflemektedir. Bu çalışmanın sonuçları ekosistem yönetiminde bitki çeşitliliği koruma stratejilerinin optimizasyonuna yardımcı olabilir (Wu *et al.* 2019).

Su kalitesi endeksi (WQI), aynı zamanda su kaynakları yönetimine katkıda bulunan su kalitesinin sınıflandırılması için en umut verici yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada benimsenen sulama WQ endeksi (IWQI) ve bulanık mantık yaklaşımına dayalı benzer bir endeksi, yani bulanık mantık suyun yeniden endeksi (FWRI) Mısır'da El-Salam kanal projesinde su kalitesinin değerlendirilmesi için tarımsal drenaj suyunun (ADW) sulama da tekrar kullanılması beklenmektedir. Tek boyutlu bir hidrodinamik model kullanılarak yapılan benzetilmiş WQ verileri, WQ'nun kanal besleyiciden (örneğin, El-Serw ve Bahr Hadous drenajları) tahliye edilen kirli su nedeniyle kanalın aşağısına doğru bozulduğunu göstermiştir. FWRI ve IWQI endekslerinin karşılaştırılması, FWRI'nın WQ parametrelerindeki IWQI ile karşılaştırıldığında değişikliklere daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Buna karşılık, Z testi endekslerin farklı istatistiksel özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Dahası, ki-kare testi (X-2), FWRI ve IWQI değerlerinin mevcut durumu makul bir şekilde açıklayabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, FWRI resmi sınıflandırma ile

IWQI'dan daha alkalıydı. Genel olarak, FWRI'nin, El-Salam kanalındaki su kalitesinin değerlendirilmesinde yetenek ve doğruluğu ispatlanmıştır (Assar *et al.* 2019).

Ekinlere uygun ve yeterli su temini, sürdürülebilir gıda üretiminin artan toplam nüfus için bir zorunluluktur. Yeterli su temini bitki üretimi için önemlidir, ancak kök bölgedeki fazla su bitki gelişimi ve verimi için zararlıdır. Kötü drenaj ve ilgili tuzlanma, birkaç kuru alanda sulanan tarımın uzun vadeli sürdürülebilirliğine ciddi tehditler teşkil etmektedir. Toprağın su altında kalmasının azaltılması, tuzluluk kontrolü ve tarım için yeni toprakların erişilebilir hale getirilmesi, tarımsal drenajın üç ana hedefidir. Böylece etkili bir drenaj sistem sadece mevcut tarım alanlarını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda ekime yeni alanlar getirir. Bu çalışmada sulanan alanların drenaj ve tuzlanma problemlerinin yönetimi için kabul edilen farklı yapısal ve mühendislik önlemlerinin bir araştırmasını sunmaktadır. Drenaj ve tuzlanma problemlerine genel bakış ve bir drenaj sisteminin gerekliliği sunulmuştur. Uygulama ve yüzey sınırlamaları drenaj sisteminin içinde tarım alanları ve ilgili süreçler içinde yeraltı yoluyla artı suyun uzaklaştırılması drenaj sistemine verilmektedir. Çini uyarlanabilirliği ve sınırlamaları Drenaj, mol drenaj ve dikey drenaj içinde yönetilmesi drenaj ve tuzlanma sorunları tarımsal arazilerin de ayrıntılı ve politika konuları tartışılmış ve bazı sonuçlar verilmiştir (Singh 2019b).

Sulanan arazilerde, drenaj borusu performansı borunun içinde tıkanma, siltasyon ve kök büyümesi nedeniyle standartların altındadır. Bu mücadele için sorunları, yenilikçi bir boru-zarf kavramı 50 ha pilot alan üzerinde test edildi. Harran'da, üç'ün üstündeki delik sıraları ve bir oluklu iç boru oluşur iç borunun kapaklar yaklaşık 2/3 iç boru yalnızca deliksiz alt kısmını terk eden deliksiz boru dış bölgesindeki toprakla temasıdır. Yeni konseptin ana avantajları, çok çeşitli toprak dokuları için işe yaraması ve boru içindeki kök büyümesine karşı daha iyi koruma sağlaması hedeflenmektedir (Bahçeci *et al.* 2018).

Sulama proje alanlarında, sulama ile tabansuyu düzeyinde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi amacıyla gözlem kuyuları oluşturulmaktadır. Bu gözlem kuyularından aylık olarak tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluk değerleri

ölçülmektedir. Tabansuyu ölçüm değerleri kullanılarak tabansuyunda meydana gelen değişiklikler değerlendirilmekte ve gerekli önlemler alınabilmektedir. Bu çalışmada sulama proje alanlarındaki tabansuyu derinliği değerlerinin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Pilot alan olarak Mustafakemalpaşa sulama projesi alanı seçilmiştir. Ölçüm verisi olarak 2002 yılı içerisinde ölçülmüş temmuz ayına ait tabansuyu derinliği değerleri kullanılmıştır. Sonuçta, çalışma alanı için tabansuyu derinliğinin konumsal değişimi jeostatistiksel yöntemlerle farklı açılardan değerlendirilebilmiştir (Gündoğdu 2004).

Türkiye’de sulama, drenaj ve tuzluluk ile ilgili mevcut durum, araştırma düzeyi ve sorunları, genel hatlarıyla, tartışılmıştır. Ekonomik ve sosyal sorunların çözümü için toprak ve su kaynaklarının akılcı biçimde kullanımı zorunludur. Ancak, Türkiye’de toprak ve su kaynaklarının kullanımı ile ilgili çok sayıda sorun bulunmaktadır. Sulanabilir nitelikteki arazilerin ancak %17,57 kadarı sulanmakta; yüzey su kaynaklarının %66,85’i, yeraltı suyu potansiyelinin ise %26,83’ü henüz kullanılmamaktadır. Sulanan alanların genişlememesi koşuluyla, şu andaki su miktarı yeterli gözükmektedir. Ancak, yeni alanların sulamaya açılması durumunda, su kaynaklarının yetmeyeceği anlaşılmıştır. Yeni su kaynaklarının ve tuza dayanıklı yeni bitki çeşitlerinin bulunması gibi önlemlerin şimdiden alınması gerekmektedir. Türkiye’de sulama bilimi ile ilgili araştırmalar, ülke gereksiniminden kaynaklanmamaktadır. Kamu araştırma kuruluşlarındaki personel politikaları yanlış ve yetersizdir. Politik ortamdan önemli ölçüde etkilenmektedir. Üniversitelerde ekonomik ve sosyal nedenlerle nitelikli araştırma asistanı bulmak, her gün daha da güçleşmektedir. Sulama araştırmaları, yalnızca kamu kuruluşlarının desteği ile yürütülmektedir. Araştırma sonuçları, uygulamaya aktarılamamaktadır. Öyleki, araştırma sonuçları, araştırmayı destekleyen kamu kuruluşlarınca bile yeterince kullanılmamaktadır. Türkiye’de sulama proje alanlarında drenaj sorunu bulunmaktadır. Anılan sorun, yaklaşık 3 milyon hektara yakın alanda ortaya çıkmıştır. Konya, drenaj sorunun en fazla bulunduğu ildir. Drenaj sorununun asıl nedeni, sulama uygulamalarıdır. Bugün, Harran Ovası’nda 40 bin hektardan fazla alan, yüksek taban suyu sorunu ile karşı karşıyadır. Drenajla ilgili bilimsel çalışmalar, son yıllarda, yok denecek ölçüde azalmıştır. Daha önce, Köy

Hizmetleri Araştırma Enstitüleri'nde kimi proje alanlarında, drenaj ölçütlerinin belirlenmesi, mevcut sistemlerin çalışma performanslarının ölçülmesi gibi konularda çalışmalar yapılmıştır. Drenaj araştırmaları grubu'nun kapatılması ile birlikte, değinilen çalışmalar durmuştur. Üniversitelerde ise ödenek ve elaman eksikliği nedeniyle, yoğun emek isteyen, drenaj araştırmalarına girilememektedir. Drenaj sorunu, beraberinde, tuzluluk-alkalilik gibi çevresel sorunları da getirmektedir. Türkiye'de, yaklaşık 1,5 milyon hektarda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Bu, sulamaya uygun arazilerin yaklaşık %32,5'ine denktir. Toprakların tuzlulaşma ve alkalileşmesini sulama, drenaj, toprak özellikleri, fizyografya ve iklim gibi etmenler önemli ölçüde etkilemektedir. Bu etmenlerin uygun olduğu Harran, Amik, Konya ve aşağı Seyhan ovalarında tuzluk sorunu bulunmaktadır (Kanber vd 2005).

Araştırmanın yapıldığı Isparta yöresi topraklarında kültür bitkilerinin yetiştirilmesini ve tarımsal kullanımı kısıtlayan erozyon, sığlık, taşlılık, kayalık, drenaj bozukluğu, tuzluluk ve alkalilik gibi etkinlik dereceleri değişen sorunlar bulunmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olan sorun su erozyonudur. İlin %22,4'lük bir kesiminde taşlılık ve kayalılık problemi ile karşılaşmakta olup, drenaj problemi olan sahalar 26881 hektardır. İl genelinin 1781 hektarında da hafif tuzluluk mevcuttur. Yapılan çalışmalar sonucunda son yıllarda taşlılık, drenaj bozukluğu ve tuzluluk sorunu olan arazilerde bir azalma görülmesine rağmen, erozyona maruz sahalarda artışla karşılaşmaktadır. Hem araştırma sahamız, hem de ülkemiz genelinde karşılaşılan erozyon, sel, taşkın vb. çevre sorunlarının önlenmesi için, sorunların çözümüne mutlak surette havza bazında yaklaşılmalıdır. Özellikle dağlık kesimlerde çalışmalara yukarı havzalardan başlanmalı, buralar hayvan otlatmasına kapatılarak koruma altına alınmalı ve toprak şartlarının elverdiği ölçüde dağınmakta olsa teraslar inşa edilerek otlandırma, çalılındırma ve ağaçlandırmalar yapılmalıdır. Ancak en önemlisi, arazinin kabiliyeti dışında kullanımı kesinlikle önlenmelidir. Buna uyulduğu takdirde sorunların büyük çoğunluğu kendiliğinden çözümlenmiş olacaktır (Babalık 2002).

Sulama yönetimi, tarımda sulama amaçlarını gerçekleştirmek için suyun kullanımını sağlayan bir organizasyon olarak tanımlanabilir. Bu amaçla periyodik olarak suyun

kullanımı ve işletiminin değerlendirilmesi gereklidir. Sulama yönetiminde karşılaşılan sorunlar aşırı su kullanımı, sulama şebekelerinin eski olması, su kirliliği, su iletim ve dağıtımının açık sistemlerle yapılması, organizasyon ve yönetim sorunları olarak sıralanabilir. Bu amaçla; sulamada drenaj sularının yeniden kullanımı, sulamada atık suların kullanımı, yüzey su kaynaklarının suyun bol olduğu alanlardan kıt olduğu alanlara yönlendirilmesi, çiftçilerin su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemlerini uygulamalarının sağlanması gibi çalışmalarını kapsayan politikalara önem verilmelidir. Bu çalışmada, ülkemizde tarımda sulama yönetimi, sulama politikaları ve sulama yönetiminde karşılaşılan sorunlar tartışılmış ve öneriler verilmiştir (Çakmak vd 2008).

Taban suyunun bitki kök bölgesinde yükselmesi, verimin azalmasına, tuzluluk ve sodyumluluk gibi problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu durum tarımsal üretimi olumsuz yönde etkiler. Sulama amacıyla yapılan yatırımlardan beklenen yararın sağlanabilmesi için, taban suyunun sürekli izlenmesi ve projelerde öngörülen düzeylerde tutulması gerekmektedir. Bu çalışmada Hatay Kırıkhan sulama alanında Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) ile koordinatları belirlenen noktalardan 2013 yılında Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında taban suyu gözlemleri yapılmıştır. Taban suyu tuzluluk seviyesini belirlemek için de su örnekleri alınmıştır. Gözlemler bilgisayar ortamında bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı olan Netcad 5,1 kullanılarak işlenmiş ve her bir dönem için taban suyu eş yükseklik, taban suyu eş derinlik ve taban suyu tuzluluk haritaları elde edilerek gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma alanında sulamanın yoğun olduğu Temmuz ayında taban suyu derinliğinin net sulama alanının %1,92'sinde 0-0,5 m, %17,68'inde 0,5-1 m ve %24,75'inde 1-1,5 m derinlikte olduğu belirlenmiştir. Deneme alanının tamamında taban suyu tuzluluğunun 2 dSm-1 den düşük olduğu gözlemlenmiştir (Gençoğlu ve Uçan 2016).

Yapılan bu çalışmada Erzincan ovası topraklarının sulama yönünden elde edilen verilerin sulama metodları tespit edilmiştir. Özellikle drenaj sorununun mevcut olduğu bölgelerde ıslatılması gereken toprak derinliği tespit edilmeye araştırılmıştır. Sulamada kullanılan su kaynaklarının sulama suyu kalitesini belirlemesi yönünden sınıflandırmaları yapılmış ve sulama uygulamalarının emniyetle kullanılıp

kullanılmayacağı belirlenmiştir. Ovada uygulanan bitkisel materyaller göz önünde bulundurularak, her bitkinin aylık ve mevsimlik su tüketimi hesaplanmış, daha sonra randımanlar da dikkate alınarak ovanın toplam sulama suyu ihtiyacı belirlenmiştir (Apan 1972).

Erzincan Ovası, verimli alüvyal toprakları ve ulaşım imkanları sebebiyle tarih boyunca sürekli yerleşilmiş ve nüfuslanmış bir alandır. Doğu Anadolu bölgesi geneline göre doğal şartlar bakımından avantajlı şartlara sahiptir. Araştırma alanımızın %35'ini (570 km²) oluşturan ova tabanı, nüfus, yerleşme ve ekonomik aktiviteler bakımından oldukça canlıdır. Ancak ovayı kuzey ve güneyden çevreleyen dağlarda (özellikle kuzeydeki Esence dağlarında) yoğun bir erozyon yaşanmaktadır. Bu dağlık sahaların büyük bir kısmı mera olarak adlandırılmalarına rağmen, verimsiz çıplak yüzeylerdir. Erzincan ovası ve çevresindeki dağlık kuşağı da içine alacak şekilde belirlediğimiz ve yüzölçümü yaklaşık 162852 ha olan araştırma alanımızın, %54,7 gibi yüksek bir oranını 89 094 ha ile mera alanları (1276 ha'ı çayır) oluşturmaktadır. Bunu, %3,7 oranında (6028 ha) kayalık-kumluk, %38,7'lik oranla (62950 ha) tarım arazileri, %2 ile de (3326 ha) yerleşim alanları (şehir dahil) ve bataklık alanlar, %0,9 (1454 ha) ile orman alanları oluşturmaktadır (Hayli 2002).

Mısır'da, su kalitesi normal düzeylerde seyreder. Ancak, ısmarlama bir Mısır su kalitesi endeksinin hesaplanması normal değildir. Bu nedenle, bu araştırma sulama için tekrar kullanılabilir tarımsal drenaj suyu için bir endeks geliştirmeye çalışmaktadır. Ağustos 2000 - Temmuz 2015 arasında aylık olarak ölçülen parametreler ağırlıklarının atanması ve alt grupların toplanması olmak üzere dört ana adımda gerçekleştirildi. Geliştirilen endeks, sulama için tekrar kullanılabilir drenaj WQ durumunu belirlemek için başarıyla kullanılmıştır. Mısır'ın Nil Deltası'nda gelecekteki karşılaştırmalar kanıtlanmıştır ve bir elektronik tablo aracılığıyla kolayca yönetilebilir (El-Sayed and Shaban 2019).

Kanada da yapılmış olan bu çalışma, Ostrom ve Freeman tarafından önerilen ortak havuz kaynakları yönetimi teorilerinden elde edilen 13 değerlendirme göstergesini

kullanarak sulama yönetim sorunlarını incelemektedir. Değerlendirme, bağımsız su yönetimini sağlayan ince sulama tesislerine sahip olmasına rağmen, su kontrol yeteneğinin bir göstergesi olmadığını gösteriyor. Bunun nedeni, KIS'in Gana Sulama Geliştirme İdaresi KIS ofisinin faaliyet gösterdiği ve ana kanalı, ana drenajını ve ana yolunu sürdürdüğü ortak sistem yönetimi tarafından yönetilirken, şube kanalını ve altını işletir ve sürdürür. Ancak, KIS ofisi tam olarak işletilemez ve bakımını yapamaz durumda olduğu için su kontrol yeteneğine zarar vermesi mümkün hale gelmektedir (Kakuta 2019).

Arıtılmamış atık suların tarımda kullanılması, hızlı kentleşme ve artan küresel su kıtlığının bir sonucu olarak dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, bu tür alanlarda çiftçiler arasında su kaynaklı enfeksiyon görülme sıklığı, kirli atık suya maruz kalması nedeniyle artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, sulamada tarımsal drenaj atık suyu (ADW) kullanan çiftçilerdeki su kaynaklı enfeksiyonlarla ilgili risk ve sağlık etkilerini tahmin etmektir. Batı Nil deltası'nda. Bir su kirliliği araştırmasıyla bölgedeki en kirli dal tahliyesi olduğu bulunan Dishody kanalizasyonundan toplanan ADW örneklerinde, toplam dokuz virüs kantitatif PCR ve kantitatif gerçek zamanlı PCR ile tespit edildi. Kantitatif mikrobiyal risk değerlendirmesi ve sakatlık ayarlı yaşam yılı değerlendirmesi sonuçları, Dishody kanalının ADW'sinin sulama yeniden kullanımı için kabul edilebilir olmadığını göstermiştir. West Nil deltası'ndaki çiftçiler için mikrobiyal riskleri azaltmak için uygun atık su arıtma teknolojisini içeren bir su devirdaim sistemi ile hızla kurulmalıdır (Okubo *et al.* 2019).

Çeltik tarlalarında ve tarlaların çevresindeki doğal hendeklerden oluşan sulama - drenaj ünitesi (İDÜ) şeklinde mevcuttur. IDU'lardan fosfor (P) ihracatı, bitişik su kütlelerinde su kalitesini önemli ölçüde etkiler. Dört yıl boyunca pirinç mevsimi için P kütle dengesi 3,36-8,11 kg P ha (-1) yıl (-1) net tükenme göstermiştir. Genel olarak, IDU'lar, sulamadan elde edilen girdilerle karşılaştırıldığında, IDU'lardan elde edilen çıktılardaki P konsantrasyonlarını önemli ölçüde azaltmıştır ve yağış IDU'lar P yerleştirme süresini ve sistemdeki P'nin doğal bozulmasını uzatarak P tutma işlevini yerine getirdiler. IDU yönetimini gübreleme ve tahliye dönemlerinde su tahliyesini kontrol ederek optimize

etmek, maliyet tasarrufu ve çevresel faydaları için popüler hale getirilebilir (Hua *et al.* 2019).

Tarımsal faaliyetlerin drenaj üzerindeki etkilerini anlamak, kurak bölgelerde su kaynakları yönetiminin önemini arttırmaktadır. Bu çalışma, tarımsal faaliyetlerdeki son değişikliklerin Kuzeybatı Çin'deki Aksu nehri havzası'ndaki tarım alanlarındaki drenaj suyu miktarı ve kalitesi üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. 2003-2010 dönemine ait drenaj suyu analizine dayanarak, uygulama su tasarrufu önlemleri, sulama kotasının %48 oranında azaltılmasını sağlamıştır. Bu da 2010 yılında drenaj suyunda 2010 yılında %44'e varan düşüşe neden olmuştur. Çözünür tuzların çözünmesi ve katyon değişimiyle tahrik edilen su tipi analizi ayrıca, drenaj suyundaki TDS'nin (toplam çözünmüş katılar), 2005-2010 döneminde, 2003-2004 döneminde %28 daha düşük olduğunu, 4,7-10,8 g / L'ye (ortalama 7,6 g / L) yükseldiğini göstermiştir. Yinede yapılan analizler sonucunda drenaj suyundaki TDS'de ki artışını esas olarak tarım arazilerinin genişlemesi sonucu drenaj olduğunu göstermiştir. Su, yeraltı suyu kullanımından da etkilenmiştir. Bu nedenle, tarım alanlarının genişlemesinin sınırlandırılması ve su akışındaki yıkıcı düşüşlerin aşağı akım ekosistemlerine zarar vermemesi için su tasarrufu operasyonlarının yoğunlaştırılması önerilmiştir (Hu *et al.* 2019).

Geosentetik, toprak işleri ve barajlar, bentler, kanallar, hendekler ve ziraat mühendisliğinde yaygın olarak bulunan diğer yapılar gibi jeoteknik projelerdeki belirli işlevleri yerine getirmek için üretilmiş insan yapımı ürünlerdir. Uluslararası Geosentetik Derneği (IGS) ile Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID) arasındaki Mutabakat Muhtırası sayesinde, tarımda jeosentetik konusunda farkındalık yaratmak için ortak çalışmalar yürütülmektedir. Mexico City'de 8 Ekim 2017'de düzenlenen ICID'nin 23. Uluslararası Tarım kongresi'nde, IGS'den bir grup delege, geosentetiklerin çeşitli işlevlerini ve uygulamalarını tanıtan bir dizi sunuma katkıda bulunmuştur. Yazarlar, sulama, drenaj ve tarıma yönelik uygulamalara odaklanarak, amaçlanan işlevlerini yerine getirmelerini sağlamak için geosentetik ürünlerin nasıl tasarlandıkları ve test edildikleri hakkında genel bir bilgi verdiler. Jeosentetik

malzemelerin genel olarak ve özellikle de tarımdaki jeoteknik projelerde uygun performansı sağlamak için birkaç önemli husus tespit edilmiştir (Blond *et al.* 2019).

Su temini, tarımsal mahsullerin beslenmesi için alternatif su kaynaklarının kullanımı için tarımsal çevre gerekçesini gerektirmektedir, örneğin: endüstriyel atıklar, belediye drenajları, çiftlik hayvan atıkları, drenaj ve pirinç sulama sistemlerinin çıkış suyudur. Sulama suyunun kalitesini, katyonlar, anyonlar, suda çözünen tuzlar, hidrojenin gücü (pH), sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) vb açısından analiz ettik . Sera denemesi sırasında, değişen ürün suyuyla beslenen 10 yapraklık bitki mahsulü aşaması ile indikatör mahsul (mısır) (*Zea mays L.*) üzerindeki etkisini teşhis ettik. Geliştirilmiş drenajın ve pirinç sulamasından su kaçmasının uygulanabilirliğini kanıtladık. Sulanan tarımdaki sistemler, mısır otlarının azaldığı nedeniyle ortalama %5,82 oranında azalmıştır. Metalurjik üretim atıklarını içeren sulama suyunun kroketler üzerindeki olumsuz etkisini doğruladık - sulanan mısır bitkisinin ortalama %39,27 oranında azalmasına katkıda bulundu. Test verilerinin bir korelasyon analizi, mısır otu miktarı ile sulama suyunda katyonlar, anyonlar ve suda çözünür tuzların içeriği arasındaki yakın ilişkiyi göstermiştir (korelasyon katsayısı 0,88 ile 0,98 arasında değişmiştir). Sulamada suda çözünür tuzların içeriğine bağlı olarak mısır otu için işlenmiş doğrusal regresif model SAR indeksi ($Y=2342,71-1,82xx(1) + 366,78xx(2)$) ile birlikte su, korelasyon analizi ile keşfedilen modelin geçerliliğini doğrulanmıştır (Lykhoyd *et al.* 2019).

Rapor, yurtiçinde ve yurtdışında tarımsal elektrik drenajı ve sulama sisteminin araştırma durumunu belirtmektedir . Araştırma ayrıca, elektrik enerjisinin değiştirilmesi ve tarımsal elektrik sulama anlamını ve önemini ortaya koyuyor . Yağmurlama sulama ve mikro sulama olmak üzere iki ileri tarla sulama yöntemi sunmaktadır . Tarımsal elektrik drenajı ve sulama yükünün güçlü mevsimsel özellikleri ışığında, araştırma mevcut tarımsal elektrik sulama ve drenajında var olan problemleri teorik olarak analiz etmiş ve çözmüştür. Bu, tarımsal sulama projelerinde elektrik enerjisinin değiştirilmesinin daha iyi bir rol oynaması için çok önemli olacaktır (Huang *et al.* 2019).

Kuru drenaj sistemi (DDS) tuzlanmayı kontrol etmek için alternatif bir tekniktir. Toprak tuzluluk kontrolündeki rolünü ölçmek için, 2007-2011 yılları arasında Çin'in Hetao Sulama Bölgesi, Yonglian Deney İstasyonu'ndaki 2900 hektarlık bir deneysel alanda beş yıl süren bir saha gözlemi yapılmıştır. Sonuçlar, nadas bölgelerinde yer altı suyu tablası derinliğinin, sulama olayları sırasında çevre bitkilerden gelen yanal şarja hızla yanıt verdiğini göstermiştir. Nadas alanların yeraltı suyu elektrik iletkenliği (GEC) 5 micromhos/cm (-1)'den 15 micromhos/cm (-1)'a yükselirken, ekili alanların altındaki GEC küçük dalgalanmalar yarattı. Su ve tuz dengesinin analizi, nadasa geçen fazla suyun, yapay olarak taşınan kabaca dört kez olduğunu göstermiştir. Ayrıca drenaj sistemine karşılık gelen 7 nadas bölgesi, etraftaki sulanan mahsul alanlarından fazla su ve tuz almak için bir drenaj deposu görevi görür. Son iki yılda hızlanan bir eğilim ile sulu tarlalarda ve biriken tuzlarda hafif tuz birikimi meydana gelmiştir. Buharlaşma kabiliyeti, kısmen üst topraktaki tuz kabuğu ve suya neredeyse geçirimsiz olan toprak kolonundaki toprak geçirgenliğindeki azalma nedeniyle zayıflamıştır. Halofitlerin kullanılması, nadas alanlarında birikmiş, büyük ekonomik ve çevreyle ilgili değere sahip olan tuzları çıkarmak için etkili bir yöntem olabilir. Bir DDS, nadas bölgelerinin ekilen halofitlerden yukarı doğru bir kılcal akı sağlayabildiği durumlarda etkili ve sürdürülebilirlik olanağı sağlanabilir (Wang *et al.* 2019).

Son yıllarda, bazı kurak topraklar, yanlış sulama ve drenaj uygulamalarının neden olduğu toprak tuzluluk riskini artırma zorunluluğu ile karşı karşıya kalmıştır. Toprak tuzluluk, drenaj ve sulama arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi, bu topraklarda tuzlu toprakların kullanımının nasıl sürdürüleceğini anlamak için esastır. Bu çalışmada, yüzeysel drenaj performansı, toprak tuzlanma riski ve sığ yeraltı suyu dinamiği, birbirini takip eden iki kırpma yılında (2012-2013 ve 2013-2014) bir Tunus kurak topraklarında sulama uygulaması kapsamında değerlendirildi. Sonuçlar, çalışılan alanda ve benzer durumdaki diğer kurak tarım alanlarında uygun restorasyon için bir referans olabilir (Haj-Amor and Bouri 2019).

Taşkın ovalarında inşa edilen geniş ölçekli sulama sistemlerinde drenaj sistemlerinin durumu sadece sulamanın performansını değil aynı zamanda nüfusun yaşam kalitesini

de etkilemektedir . Bununla birlikte, drenaj altyapısının bakımı genellikle ihmal edilir. Bu çalışmada Mozambik'teki Chokwe sulama programında drenaj altyapısının sürdürülmesi ile ilgili ilk olarak çiftçileri ve uzmanların yerel drenajı çözmeye çağıran deneysel bir müdahaleyi sınamıştır. Diğeri, sulama seviyelerinde farklı çözümleri yükseltmenin önündeki engelleri tartışmak için katılımcı bir haritalama, modelleme ve simülasyon yaklaşımı kullanılmıştır (Ducrot *et al.* 2018).

Vietnam Mekong deltası'nın taşkın yatağında sulama ve drenaj sızıntı koruması altındaki sistemler, su yönetimi politikasının etkisiz bir şekilde uygulanmasını önleyerek hidrolojik rejim üzerindeki dışsal etkilere uyum için bir zorluk oluşturmaktadır. Geçtiğimiz yirmi yıl boyunca, çiftçiler artan oranda hazne kompartmanlarında yıllık üçlü pirinç ekinleri yetiştirerek sellerin tutulmasını gerektiren hükümet düzenlemelerini göz ardı ediyor. Bu çalışma, yerel hükümet tarafından önerilen üç aylık kırpma sezonunu uygulamama konusundaki motivasyonlarını belirlemek için çiftçilerle yapılan görüşmeleri analiz etmektedir. Yerel yetkililer, sırayla, çiftçilerin kuralı göz ardı etmesini kabul ettiler. Bu çalışmadan çıkarılan derslerin gelecekteki hidrolojik değişikliklere etkili bir şekilde uyum sağlayacak önlemleri araştırdığı düşünülmektedir (Tran and Weger 2018).

Sulanan tarımın gelişimi, artan dünya nüfusunu beslemek için bir gerekliliktir, ancak uygun drenaj hükümleri olmadan, bu gelişme, tarımsal alanlarda sulamaya bağlı salinizasyona neden olabilir. Bölgesel düzeyde tuzlanma ve drenaj problemlerinin yönetimi, kaliteli verilerin bulunmamasından dolayı önemli ölçüde engellenmektedir, çünkü bölgesel araştırmalar dağıtılmış veri gerektirir, normal hidrolojik ölçümler ise sadece nokta verileri sunar. Yeni coğrafi tekniklerin ve CBS ve uzaktan algılama gibi araçların ortaya çıkmasıyla, bölgesel tuzlanma ve drenaj çalışmaları son zamanlarda kolaylaştırmıştır. CBS ve uzaktan algılama teknikleri hayati öneme sahiptir ve zayıf drenajdan etkilenen tuzlu bölgelerin izlenmesinde ve değerlendirilmesinde geleneksel tekniklere daha iyi bir alternatif sunar. Bu jeo-uzamsal teknikler, esas olarak geniş bölgelerde drenaj kaynaklı arazi tuzlanmasının derecesini ve ciddiyetini belirlemek için uygun çözümler sunar. Bu çalışmada, sulanan alanlarda su kaynaklarının tuzlanma ve

drenaj problemlerinin yönetimi için kullanılan GIS ve uzaktan algılama tekniklerine genel bir bakış sunmaktadır. Tuzlanma ve drenaj belirtileri su kaynakları ile ilgili problemler çalışmanın önemi ile birlikte sunulmaktadır. Sulanan alanların çevresel sorunlarının gerekçesi ve arka planı verilmektedir. Çevre sorunlarını yönetmede coğrafi tekniklerin birleşik uygulamaları ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Son olarak, dünya genelinde çeşitli vaka çalışmalarında GIS ve uzaktan algılama tekniklerinin uygulamaları tartışılmış ve bazı sonuçlar özetlenmiştir (Singh 2018).

Tarımsal drenaj sistemlerinden gelen aşırı indirgenmiş su hacminin bertaraf edilmesi ciddi bir çevresel ve ekonomik sorundur, çünkü önemli miktarda tarımsal kimyasal ve tuz yükü akış aşağı su kütlelerini kirletmektedir. Entegre bir çiftlik içi drenaj yönetimi (IFDM) sistemi, bölgeleri drenaj suyu ile arka arkaya sulamak suretiyle etkili bir tedavi yöntemidir. Her bir bölge, tuzluluğa artan toleransı olan mahsullerle yetiştirilir, böylece drenaj suyu atıkları, son drenaj suyu hacminin bir buharlaşma havuzuna toplanacağı bir düzeye indirilir. Bölgesel bir sulama için önerilen drenaj şebekesi (batı Yunanistan'daki Agoulinitza sulama bölgesinde E1), kıyıdaki tarımsal kimyasalların elimine edilmesinin azaltılmasının bir yöntemi olarak IFDM sisteminin tasarım ilkelerine dayanarak, her sulama bölgesinin yüzey alanı ve sistemin kurulum ve işletme maliyetleri değerlendirilir. Artılması gereken drenaj suyunun hacmine ilişkin bir senaryo duyarlılık analizi olarak incelenmiştir. Sonuçlar, ekili alanın neredeyse %15'inin üretken olmayan kullanımlar için sınırlandırılması gerektiğini ve bunun da yatırımın net bugünkü değeri üzerinde önemli bir ekonomik etkiye neden olduğunu göstermektedir (Gotsis and Giakomakis 2017).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada kullanılan materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak 1964 yılından beri sulamaya açılan Erzincan Ovası Sulamasının drenaj şebekesi seçilmiştir. Araştırma alanı sol sahil, ada sulaması ve sağ sahil akbulut sulama sahilinde ki drenaj tesislerinden oluşmaktadır.

Araştırma alanında Erzincan ovası sulaması taban suyundaki değişimlerin gözlenmesi ve drenaj ihtiyacının tesbiti için taban suyu raporu çalışmaları 1976 yılından beri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Bu çalışmada da arazideki ön incelemeler yapılarak drenaj sorunlarının belirlenmesi amacıyla 2016 yılı Ekim ayından başlanarak Eylül 2017 ayına kadar taban suyu kontrol raporları Devlet Su İşleri 8. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmış olup kayıtlarından sağlanan bilgilere göre sorunları belirlenmiştir.

3.1.1. Araştırma alanının coğrafi konumu

Erzincan ovası Doğu Anadolu bölgesinin Kuzeybatı bölümünde yukarı Fırat havzasında 39°-40° enlem ve 38°-40° boylam arasında yer almaktadır. Yüzölçümü yaklaşık 12 bin km² olup, deniz seviyesi yüksekliği 1,186 metredir. Erzincan ovası, Sivas, Tunceli, Bingöl, Malatya, Elazığ, Bayburt, Gümüşhane ve Giresun illeri ile çevrilidir (Anonymous 2019). Araştırma alanın durum planı Şekil 3.1'de verilmiştir.

Erzincan ovasının en önemli ve en büyük akarsuyu Fırat ırmağıdır. Fırat(Karasu) 1320 m³/sn ile 43,20 m³/sn arasında değişen debisi ile sulama, su sporları ve enerji amaçlarıyla kullanılmaktadır. Tercan ovalarında Fırat, kuzeybatıda Keşiş dağlarından

çıkan, Çayırılık dere ile güneydoğuda tuzla suyu katılır. Tercan ovasında suların birleştiği yerden itibaren Fırat'ın en büyük kolu karasu adını almaktadır.

Araştırma alanına bağlı Erzincan ili sulama şebekesini oluşturan sulama alanlarının topoğrafik konumu Fırat (Karasu) ırmağı'nın doğudan Gökburun üzerinde, ırmağın sol sahilinden kanala alınan su, Erzincan şehrinin güneyinde, Fırat'a kadar gelen kanal ile Fırat arasındaki alanı içeren sol sahil sulaması Yamaçlı köyünün yanında ki Karasu regülatörü ile Fırat'a doğrusal olarak uzanan Şıhlı kanalına alınan su ile Şıhlı sulaması bulunmaktadır. Mertekli regülatöründen toplanan su, Altınbaşak regülatörünü ikiye ayrılarak güney yönünde Akyazı köyüne, kuzey yönünde Günebakan köyüne kadar, uzanan iki kanal ile kanallar arasında kalan sahanın düşük kot olmasına bağlı olarak, Altınbaşak regülatöründen ve güneyinden devam eden kanal, Ganiefendi çiftliği yakınında Fırat'ın ikiye bölerek oluşturduğu bölgenin doğu kısmında, Fırat'ın üzerinden boru ile geçirilerek, bölgenin etrafını dolaşan kanallara temin edilmiştir. Bölgenin kenarları orta kesiminden daha yüksek olduğundan, burada yer alan üç köyün (Mahmutlu, Balıbey ve Güllüce) tarım arazileri bulunmaktadır.

Cazibeyle sulanan, Çardaklı deresi üzerine inşa edilen regülatör ovaya batıdan girmektedir.

Keklikkayası köyü güneyine uzanan iki sıralı kanal vardır. Fırat ırmağı'nın sağ sahilinde kalan kısmın tamamına yakın olup, Mertekli regülatöründen başlamak üzere, ovanın kuzeyindeki dağların dik topoğrafik eğimli olarak sınır içerisinde birbirini takip eden P-1, P-2 ve P-3 pompaj istasyonları mevcuttur. Ayrıca, sol sahil – Şıhlı cazibe sulamasının, Mollaköy - Karasu ırmağı arasındadır (Hayli 2002).



Şekil 3.1. Araştırma alanının Türkiye’deki ve bölgedeki yeri

3.1.2. Erzincan ovası iklim özellikleri

Erzincan ovasında, karasal iklim görülmektedir. Yıllık sıcaklık ortalamaları 11°C ’dir. Ovanın en sıcak ay olan Ağustos ayı ortalamasının da 24°C olduğu ve en en soğuk ay olan Ocak ayı ortalamasının $-3,0^{\circ}\text{C}$ olduğu görülmektedir. Yağış itibariyle, $381\text{ (kg/m}^2\text{)}$ yağış ortalaması ve ayrıca yıl içerisinde en az yağışı 207 mm olarak en fazla yağışı 634 mm olarak, almaktadır. En yağışlı mevsim ilkbahardır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan bazı meteorolojik değerler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Çizelge de verildiği üzere 2016 yılına ait en düşük sıcaklık Ocak ayı ile $-1,9^{\circ}\text{C}$ ve en yüksek sıcaklık değeri Ağustos ayı ile 26°C olarak belirlenmektedir aynı şekilde 2017 yılına ait en düşük sıcaklık $-2,6^{\circ}\text{C}$ ile Ocak ayında en yüksek sıcaklık ise Temmuz ayında 26°C olarak saptanmıştır. Buna göre 2016 yılında ki veriler yıllık ortalama değer ile paralellik gösterirken 2017 yılına ait değerlerde ortalama en yüksek sıcaklıkta paralellik göstermemektedir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin bazı meteorolojik veriler

Yıl/Ay		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	Ort. sic. (°C)	-1,9	1,1	6,8	13	14	20	24	26	17	13	4,5	-2,9
	Yağış (mm)	80,2	50,8	45,4	35,4	137,4	37	13,6	7	38	11	10	30
	Buharlaşma (mm)			2,5	96,4	80	121,8	188	182	110	70,2	2,3	
2017	Ort. sic. (°C)	-2,6	-1,4	6,3	10,7	15	21	26	17,7	13	4,5	-2,9	
	Yağış (mm)	5,4	4,2	32,6	66,8	96,2	16,2	0,0	4,0	2,8	26,4	23,4	28,8
	Buharlaşma (mm)			1,2	82,7	96	155	221,5	208	147	68	2,8	

3.1.3. Araştırma alanı toprak özellikleri

Araştırma alanı toprakları Fırat nehri ovanın kuzey ve güneyinde bulunan dağlardan gelen yüzeysel akış sularının getirmiş olduğu sedimentlerle oluşmuş alüvyal ve kalüvyal topraklardır. Düşük alkalilik içeren arzilerde pH ortalama 7,5-8,5 arasındadır (Fayrap 2002). Şıhlı sulama alanının doğusunda ki topraklar ise siltli-tın, derinlerde kum ve siltli killi olmakla beraber sağ sahil Akkuyu sulaması olduğu bölüm ve ada sulaması olan yerlerde alüvyal topraklara sahiptir. Araştırma alanı topraklarının geçirgenlikleri yavaş renkleri gri, kahverengi ve kahverengi siyah arasındadır bu sebepten havalanmaları düşüktür. Drenajı bozuk alanlarda ise gri ve mavidir.

Sol sahil ana drenaj kanalının giriş kısmı kuzey ile kuzeydoğusundaki toprakları ise sediment üzerinde oluşmuş orta ağır ve ağır bünyeli topraklardır.

Erzincan ovası toprakları çevresinde ki illere göre daha verimli olup tabansuyu düzeyleri farklı verim değerlerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu sebepten tabansuyu düzeyi, bitki, toprak ve iklim faktörlerine bağlı olarak optimum derinliklerde tutulursa, bitkilerden uygun düzeyde verim elde etmek mümkün olacaktır.

Toprakta ki tabansuyunun uygun düzeyde kontrol altında tutulabilmesi için drenaj sistemlerinin projelenmesinde önemli kriterler olan dren derinliği ve aralığı uygun değer tabansuyu derinliğine göre saptanmaktadır.

Ülkemiz tarım alanlarında yetiştirilen bitkilerin uygun değer tabansuyu düzeyleri, tabansuyu ile oransal verim ilişkileri göz önüne alınarak araştırma alanının toprak özelliklerine göre en fazla ekilen bitki çeşitlerinden bazıları Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Farklı bitkiler için optimum tabansuyu düzeyleri

Bitkinin Adı	Derinlik (cm)	Bitkinin Adı	Derinlik (cm)	Bitkinin Adı	Derinlik (cm)
Patates	90-120	Arpa	100-150	Mısır	100-150
Buğday	100-170	Ayçiçeği	80-150	Ispanak	30-50
Şeker Pancarı	70-120	Hıyar	70-120	Marul	30-50
Domates	70-150	Biber	50-100	Soğan	30-50
Hububat	90-150	Erik	70-110	Lahana	40-50
Yonca	100-200	Fasulye	90-120	Meyve Ağaçları	180-240
Kavun	100-150	Havuç	60-90		

3.1.4. Araştırma alanı su kaynakları

Erzincan ovası su kaynakları bakımından fazla olduğu için sulu tarım yapılabilme imkanında fazladır. Akarsular Mollaköy, Karasu, Sarısu, Böğert, Çardaklı ve kaynakları, Vasgirt, Mucan, Cencegi, Cimin, Hok, Pohnek, Saha, Çakırman, Su, Gökboğan dereleridir. Erzincanda göl olmamakla beraber çayları zengin olup Fırat’ın karasu kolunu besleyen Çardaklı çayı, Çayırılı çayı, Erzincan vadisinde Mercan, Pahnik, Kom Sürperen çaylardır (Fayrap 2002).

3.1.5. Erzincan ovası sulama ve drenaj tesisleri

Araştırma alanı toplam sulama alanı 27156 ha dır. Erzincan ovası sulama şebekesinin Altınbaşak sulaması 2461 ha ve ada sulaması 1525 ha dır. Sol sahil Şihli sulaması 6643

ha, Mollaköy pompaj sulaması 1260 ha toplam 11068 ha dır. Cazibe ile sulanan sağ sahil, Çardaklı sulaması 2775 ha, ana sulama alanları pompaj ile sulanan kesim; 3612 ha da p-1 pompaj sulaması, p-2 pompaj sulaması 5246 ha, p-3 pompaj sulaması 948 ha sol sahil Üzümlü pompaj sulaması 1150 ha Girlevik ve Mercan sulaması (cazibe) 1250 ha dır. Erzincan barajı sulaması (cazibe) suladığı alan 4722 ha dır.

1958 yılında Kom çayının üzerine Devlet Su İşleri 8. Bölge Müdürlüğü tarafından Erzincanın Üzümlü ilçesine sol sahil sulama tesisi yapılmıştır. Sol sahil sulama tesisi Erzincanın en önemli sulama tesisidir. Bu sulama tesisleri Gökburun, Şıhlı ve Konak başı sulamasını besleyen Girlevik regülatörleridir. Tesisin kapsadığı başladığı üniteler ve karakteristikleri ise Gökburun regülatörünün tipi hareketli cinsi düşey hareketli ve düzlem kapaklıdır. Akarsu debisi maximum kapasitesi 1500 m³/s minimum kapasitesi 9 m³/s dir. Gökburu regülatörünün çakıl geçidi olmakla beraber ve kapak sayısı bir adettir. Gökburun regülatörünün isale ve ana kanal debisi 3950 lt/sn dir. Şıhlı regülatörü en geniş sulama kapasitesine sahiptir. Şıhlı-I ve Şıhlı-2 olarak ayrılmıştır. Şıhlı sulama tesisinin tipi hareketli cinsi düşey hareketli düzlem kapaklı ve priz sayısı iki tanedir. Şıhlı-1 ana sulama kanalının 1115 lt/sn, Şıhlı-2 ana sulama kanalının kapasitesi 1056 lt/sn dir. Şıhlı regülatörünün isale ve ana kanallara alınan debi 2131 lt/sn dir.

Girlevik regülatörünün; tipi dolu gövde, cinsi beton, betonarme ve dereye dik rapler kapaklı(gövdede üç adet elektirik motorlu), ayırım prizi dalgıç perdeli iki kapaklı ve çökeltim havuzu bulunmaktadır.

Sağ sahil Altınbaşak sulaması için Mertekli regülatöründen gelen su, Altınbaşak regülatörünü ikiye ayırması güneyden Akyazı köyüne kadar uzanan ve kuzeyden Günebakan köyüne, iki kanal ile kanallar arasında kalan sahanın alçak olmasına bağlı olarak, 2463 ha alan kullanılmaktadır.

Altınbaşak regülatöründen ve güneyde devam eden kanal, Ganiefendi çiftliği yakınında Fırat'ın ikiye ayrılarak oluşturduğu bölgenin doğusunda, Fırat'ın üzerinden geçirilerek, bölgenin etrafını dolaşan kanallara borularla ulaşılmıştır. Bölgenin kenarları orta

kısımında daha yüksekde olduğu için çukur vazifesi görmekte olup üç köyün (Güllüce, Balibey ve Mahmutlu) tarım arazilerinin rahat sulanabilir olmasına imkan sağlamaktadır. Bölgedeki 1525 ha alanı Altınbaşak ada sulamasını içermektedir. Cazibe sulamasıyla, Çardaklı da inşaa edilen regülatör sayesinde alan sulanmaya imkan sağlanmaktadır. Keklikkayası köyü güneyine kadar uzanan sıralı iki kanal ile 2775 ha alan sulamaktadır. Çardaklı deresi su kapasitesinin düşmesi ve hatta suyun çekilmesi nedeni ile, kanal üzerinde dört adet sulama havuzu yapılarak bu sorun ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Söz konusu cazibe sulamalarının 136 km'yi bulan sulama kanalı bulunmaktadır.

Erzincan ili cazibe sulaması, topoğrafik şartlar uygun olmayan tarım alanlarının sulanması amacıyla pompaj sulama sistemiyle de yapılmaktadır. Fırat ırmağı'nın sağ sahilinde kalan alanın çoğunu, Mertekli regülatörü, P-1, P-2 ve P-3 pompaj istasyonları sulamaktadır. P-1 3611 ha ile 25 km, P-2 5245 ha ile 12 km, ve P-3 ise 950 ha ile 12,5 km uzunluğunda Mollaköy pompaj sulamasının olmak üzere, toplam 69,5 km alanı sulamaktadır (Hayli 2002).

Erzincan sulaması 1967 yılından itibaren sürdürülebilir araştırma alanında, olan açık drenaj şebekesi sulama tesisleri ile birlikte yapılmıştır. Sulama alanında arazisi bulunan üreticiler ve yetkili kişilerle yapılan görüşmelere göre, araştırma alanında sulamaya açıldığı yıldan sonra drenaj yetersizliğinden kaynaklı sorunlar görülmüştür.

Araştırma alanı en etkin olan sol sahil kısmında bulunan açık drenaj şebeke sistemleri ana boşaltım ve buna bağlı olarak toplayıcı ve tersiyer drenaj kanalları ile yüzey boşaltım kanallarından oluşmaktadır. Sol sahil ana boşaltım kanalı 22062 m uzunluğundadır ve Fırat nehrine bağlanmaktadır. Sarısu ve Karasu doğal boşaltım kanalları ana boşaltım kanalına bu kanalın memba kısmında bağlanmaktadır. Bu boşaltımlara bağlı toplayıcı drenaj sistemleri bulunmaktadır. Sol sahil ana boşaltım kanalına yan dereler boşalmaktadır. Mansapta ana boşaltım derinliği 2,50-3,00 m arasında olup toplayıcı ve tersiyer boşaltım kanallarının derinlikleri ise 1,20-1,50 m arasında değişmektedir. Ayrıca sulama işletmeye açıldıktan sonra gerek duyulan

yerlerde tersiyer sulama kanallarına paralel olarak açılan yüzeysel drenaj kanalları bulunmaktadır. Araştırma alanında bulunan açık, drenaj şebekesinden başka Hacı Fevzi Bükü yöresinde 4 km uzunluğunda bir açık kurutma kanalı bulunmakta olup herhangi bir boşaltım kanalına bağlanmamıştır. Bu kurutma kanalı suyunu doğrudan Fırat nehrine boşaltmaktadır. Bölgede ki üreticilerin kısıtlı olanaklarıyla gelişi güzel tarla sınırlarından açtıkları açık drenaj kanalları da gözlenmiştir. Araştırma alanında bulunan 20 yerleşim biriminden Yalınca, Değirmenköy, Küçük Kadoğan, Soğukoluk, Sazlıpınar, Çatalören köyleri ile Mollaköy Beldesi arazilerinin Köy Hizmetleri X. Bölge Müdürlüğü tarafından kapalı (yüzeyaltı) drenaj şebekesi yapılmış olup, kapalı drenaj şebekesini oluşturan drenler yüzeyaltına döşenmiş beton borular şeklindedir (Fayrap 2002). Materyal olarak seçilen drenaj alanında kapalı drenaj sistemi olmayıp hepsi açık drenaj şebekesi şeklindedir.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada elde edilen arazi ve laboratuvar ölçümleri DSİ tarafından temin edilmiştir.

3.2.1. Arazide tabansuyu gözlem kuyuları, tabansuyu ölçümleri ve tabansuyu örneklerinin analizi

Araştırma alanında tabansuyu düzeyi ve niteliğindeki değişmelerin kontrolü ve drenaj ihtiyaçlarının tesbiti için açılmış 116 tane kuyu bulunmaktadır. Şekil 3.2’de araştırma alanındaki tabansuyu gözlem kuyularının dağılım şekli gösterilmiştir. Tabansuyu gözlem kuyuları genellikle 100 ha alana 1 adet olmak üzere toprağın genel yapısı gözetilerek seçilecek burğu ile ve geçirimsiz tabakanın durumu da göz önüne alınarak 8-10 cm çapında 4 m derinlikte açılmıştır. Kuyuların içerisinde delikli metal borular kullanılmıştır. Kuyu ağızlarının 40 cm’lik bölümü toprak üzerinde kalacak şekilde ağızlarına kapaklı boru ve etrafına ağızlık betonu yerleştirilmiştir.

Sulama alanında 116 adet gözlem kuyusunda tabansuyu izleme rehberinde belirtilen yöntemlerle her ay tabansuyu ölçümü elektronik düzey ölçer ile yapılmıştır. Kullanılan elektronik düzey ölçer Şekil 3.3’de gösterilmiştir.

Taban suyu derinliğinin saptanması için ölçümler ölçme noktalarında Şekil 3.4’de gösterildiği gibi yapılmıştır.

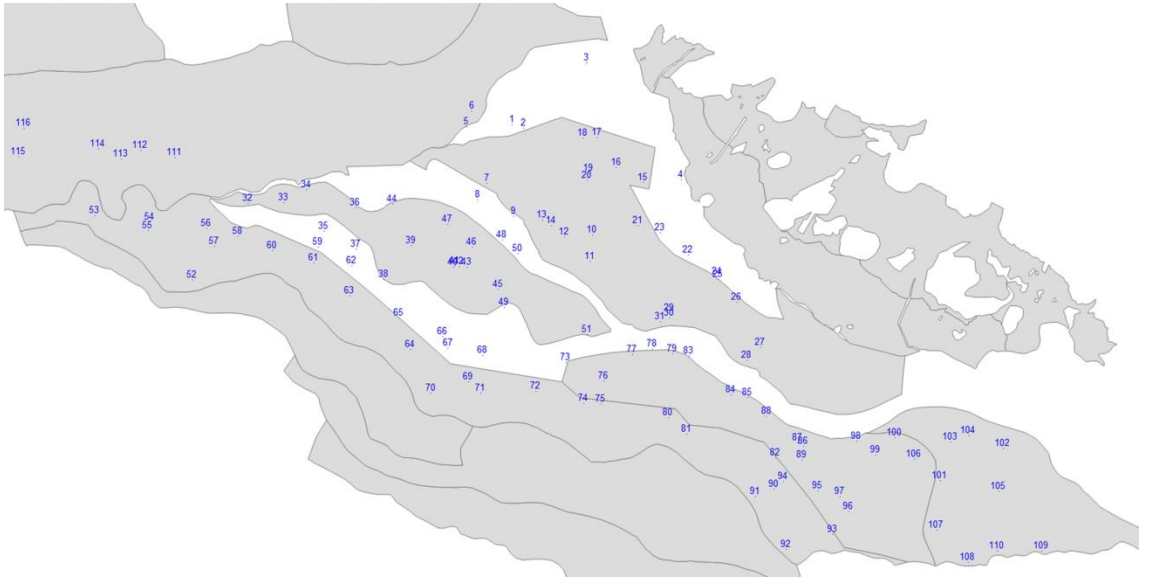
Tabansuyu derinliği elektronik düzey ölçerden aşağıdaki eşitlikle bulunmaktadır.

$$A = B - C$$

A = Tabansuyu derinliği (cm)

B = Tabansuyunun ölçme noktasından uzaklığı (cm)

C = Ölçme noktasının toprak yüzeyinden uzaklığı (cm)



Şekil 3.2. Araştırma alanı tabansuyu gözlem kuyularının dağılımı



Şekil 3.3. Tabansuyu su seviyesi rasat aleti (Şeritmetre-Probometre)



Şekil 3.4. Tabansuyu gözlem kuyusunda ölçüm parametreleri

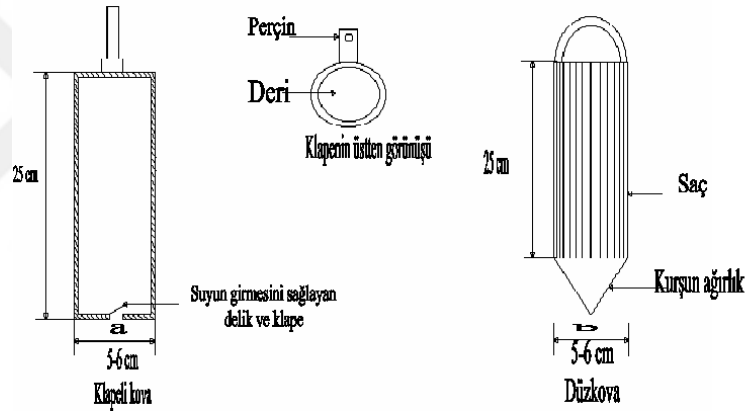
3.2.2. Su örneklerinin alınması

Araştırma alanında tabansuyunda ki değişimlerin kontrolü ve drenaj ihtiyacını ortaya çıkarabilmek için gözlem kuyularından, sulama ve drenaj (boşaltım) kanallarından 2016 ve 2017 yıllarında su örnekleri alınmıştır. Su örneklerinin alınmasında belirtilen esaslara uyulmuştur (Demir ve Gözar 2007).

Tabansuyu gözlem kuyularından su örnekleri alınırken; tabansuyu izleme rehberine, göre Erzincan sulaması için aylık bitki su tüketim değerlerinin en yüksek olduğu Ağustos ayı, sulamanın en yoğun yapıldığı ay olduğundan Ağustos ayı seçilmiştir.

Gözlem kuyusundan tabansuyu örneği almak için kullanılacak gereç, 5-6 cm çapında, 25 cm boyunda, hafif ve sağlam bir malzemedan yapılmış, silindir şeklinde bir kovadır. Kova ile alınan su örnekleri Etüd ve Plan Dairesi, Su ve Toprak laboratuvarından sağlanan şişelere konulur. Su örneklerinin alınmasında kullanılan gereçler Şekil 3.5’de verilmiştir.

Erzincan ovası sulaması işi kapsamında 116 kuyudan su örnekleri alınarak teslim edilen 70 adet su numunesi üzerinde gerçekleştirilen sulama suyu analiz sonuçlarını alabilmek adına 8. Bölge Müdürlüğü (Erzurum) Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğüne teslim edilmiştir.



Şekil 3.5. Su örneklerinin alınmasında kullanılan düzenek

3.2.3. Laboratuvar çalışmaları

3.2.3.a. Araştırma alanında su ve toprak analizlerinin yapılması

Araştırma alanından alınan su örnekleri niteliklerinin bozulmaması için titizlikle ve laboratuvara getirilerek örnekler üzerinde elektriksel iletkenlik, pH, çeşitli katyon ve anyonlara ilişkin analizler yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, karbonat, bikarbonat, sülfat ve klor analizleri 8. Bölge Müdürlüğü (Erzurum) Kalite Kontrol ve Laboratuvar

Şube Müdürlüğü çalışanları tarafından yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik değeri iletkenlik aletiyle, pH değeri ise pH metre kullanılarak elektrometrik yöntemle saptanmıştır. Kalsiyum ve magnezyum analizleri EDTA titrasyon yöntemiyle, sodyum analizi flame emisyon fotometrik yöntemle ve potasyum analizi flame fotometre yöntemi ile yapılmıştır. Karbonat ve bikarbonat titrasyon yöntemi ile klor argentometrik (gümüş nitrat yöntemi) ile ve sülfat turbidimetrik yöntemle saptanmıştır.

Su örnekleri arasında kullanılan metodlar: (1) TS EN ISO10523,(2) TS 9748 EN 27888,(3) TS 3790 EN ISO 9963 1,(4) TS EN ISO 10304 1,(5) TS EN ISO 14911,(6) TS 7739,(7) KİT olarak belirtilmiştir (Çizelge 3.3).

Sulamaya uygunluk yönünden suları sınıflandırmak, toprak ve bitki üzerinde yapacağı etkiyi tahmin etmek mümkündür. Sulama suları tuzluluk, sodyum, bor ve bikarbonat özelliklerine göre sınıflandırılır. Erzincan sulaması için tuzluluk sınıfı sulama suyunun elektriksel geçirgenliği ile doymuş toprak eriyiğinin elektriksel geçirgenliği arasındaki ilgiye göre seçilmiştir. Çizelge 3.4’de sulama suyu örneklerinin sınıflandırma tablosu verilmiştir.

Toprakta veya sulama suyunda belirli sınırların üzerinde bor bulunması verimde azalmaya neden olur. Sulama suyunun bor bakımından sınıflama limitleri, sudaki bor konsantrasyonuna göre Çizelge 3.5’de gösterilmiştir.

Sulama sularının sodyumluluk tehlikesi bakımından sınıflaması, sodyumun zararlı düzeydeki (sodyumun, kalsiyum+magnezyuma oranla fazla olması) konsantrasyonuna göre yapılmaktadır. Bunun için de sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) Eşitlik 2’deki denklem ile belirlenir. Eriyebilir sodyum yüzdesi (SSP); %20’den az ise suyun sınıfı çok iyi, %20-40 arasında ise iyi, %40-60 arasında ise orta, %60-80 arasında ise şüpheli (diğer koşullara bağlı), %80’den büyük ise uygun değildir (SSP) değeri Eşitlik 3’deki denklem ile belirlenir (Kanber vd 1992) .

Eşitlik 2:

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

Eşitlik 3:

$$(SSP) = (Na^+/Na^+ + K^+Ca^{++}Mg^{++}) \times 100$$

Sulama sularının SAR'a göre sınıflandırılması, birinci derecede değişebilir sodyumun, toprağın fiziksel özelliklerine olan etkisine dayanmaktadır (Demir ve Gözar 2007).

Çizelge 3.3. Su örnekleri için kullanılan standart metodlar

Num No	Deney Kodu	Deney Adı	Deney Adedi	Deney Standardı
1	06-001	pH Tayini	70	TS EN ISO 10523
2	06-002	Elektriksel İletkenlik Tayini	70	TS 9748 EN 27888
3	06-009	Metil Oranj Alkalinitesi Tayini	70	TS 3790 EN ISO 9963
4	06-010	Fenol Ftalein Alkalinitesi Tayini	70	TS 3790 EN ISO 9963
5	06-011	Klorür Tayini (iyon kromatografik yöntem)	70	TS EN ISO 10304-1
6	06-012	Kalsiyum Tayini (iyon kromatografik yöntem)	70	TS EN ISO 14911
7	06-013	Magnezyum Tayini (iyon kromatografik yöntem)	70	TS EN ISO 14911
8	06-015	Sülfat Tayini (iyon kromatografik yöntem)	70	TS EN ISO 10304-1
9	06-016	Sodyum Tayini (iyon kromatografik yöntem)	70	TS EN ISO 14911
10	06-017	Potasyum Tayini (iyon kromatografik yöntem)	70	TS EN ISO 14911
11	06-043	% Na Tayini (06-012(/1), 06-013(/1), 06-016(/1) ve 06-017(/1) kodlu deney sonuçlarından hesaplanır)	70	TS 7739
12	06-044	SAR Tayini (06-012(/1), 06-013(/1) ve 06-016(/1) kodlu deney sonuçlarından hesaplanır)	70	TS 7739
13	06-045	Bor Tayini	70	KİT
14	06-046	Suyun sınıfı (06-002, 06-012, 06-013 ve 06-016 kodlu deney sonuçlarından belirlenir.)	70	TS 7739

Çizelge 3.4. Sulama suyu örnekleri sınıflandırma tablosu

TS 7739 SULAMA SUYU ÖZELLİKLERİ			
<p>T1 - DÜŞÜK TUZLU SU Bu sınıf sulama suyu her toprak ve bitki için uygundur. Tuzluluk sorunu doğurmadan sulamada kullanılabilir. Geçirgenliği çok düşük topraklar hariç normal sulama şartlarında yıkama kendiliğinden meydana geleceğinden bir sorun meydana getirmez.</p>	<p>T2 - ORTA TUZLU SU Bu sınıf sulama suyu içerisinde orta derecede tuz bulunur. Tuza orta derecede dayanıklı bitkiler için kullanılabilir. Tuza hassas bitkilerde yıkamaya önem verilmelidir.</p>	<p>T3 - YÜKSEK TUZLU SU Bu sınıf sulama suyu içerisinde fazla miktarda tuz bulunur. Tuzluluk probleminin oluşmaması için düzenli yıkama yapılmalıdır. Drenajı uygun bulunmayan topraklarda kullanılmamalıdır. Yetiştirilecek bitkiler tuza dayanıklı olmalıdır</p>	<p>T4 - ÇOK YÜKSEK TUZLU SU Bu sınıf sulama suyunda çok fazla miktarda tuz bulunur. Normal şartlarda sulamaya uygun değildirler. Toprakların fazla geçirgen olması, uygun drenajın sağlanması, yıkamanın fazlaca uygulanması ve tuza çok dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi gibi özel tedbirlerle kullanılabilir.</p>
<p>A1 - DÜŞÜK SODYUMLU SU Bu sınıf sulama suyu, her toprak ve bitki için uygundur. Sodyum sorunu doğurmadan sulamada kullanılabilir. Sadece sodyuma hassas bitkilerin sulanmasında dikkatli davranılmalıdır.</p>	<p>A1 - DÜŞÜK SODYUMLU SU Bu sınıf sulama suyu, geçirgenliği iyi olan kaba bünyeli topraklarda kullanılır. Katyon değiştirme kapasitesi yüksek olan ağır bünyeli topraklarda sodyum sorununa sebep olabilir.</p>	<p>A1 - DÜŞÜK SODYUMLU SU Bu sınıf sulama suyu, geçirgenliği yüksek olan kumlu topraklarda kullanılır. Fazla yıkama ve organik madde eklenmesi gibi özel toprak işleme tedbirleri alınmadıkça bu sular kullanılmaz</p>	<p>A1 - DÜŞÜK SODYUMLU SU Bu sınıf sulama suyu sulamaya uygun değildir. Toplam tuz konsantrasyonu düşük, eriyebilir kalsiyum miktarı yüksek olan topraklarda drenajın sağlanması ve yıkamanın uygulanması gibi özel tedbirlerle kullanılabilir.</p>

Çizelge 3.5. Sulama suyunun bor bakımından sınıflama limitleri

Sulama suyu sınıfı	Sulama suyundaki bor konsantrasyonu (mg/l)		
	Duyarlı bitkiler 1/(mg/l)	Duyarlı bitkiler 1/(mg/l)	Duyarlı bitkiler 1/(mg/l)
1. Sınıf Sulamaya iyi derecede uygun	0,33'den az	0,33'den az	0,33'den az
2. Sınıf Sulamaya uygun	0,33-0,67	0,33-0,67	0,33-0,67
3. Sınıf Sulamaya orta derecede uygun	0,67-1,00	0,67-1,00	0,67-1,00
4. Sınıf Sulamada şüpheli	1,00-1,25	1,00-1,25	1,00-1,25
5. Sınıf Sulamaya uygun olmayan	1,25'den fazla	1,25'den fazla	1,25'den fazla

Artık sodyum karbonat (RSC) değeri ise; suda ki karbonat+Bikarbonat ($CO_3^{2-}+HCO_3^-$) miktarının, Kalsiyum+Magnezyum ($Ca^{++}+Mg^{++}$) miktarından fazla olması halinde, farkın fazlalığı oranında sodyum sorunu ortaya çıkar. Artık sodyum karbonat hesaplanmasında şu denklem kullanılır (Demir ve Gözar 2007) (Eşitlik 4).

Eşitlik 4:

$$RSC(Art Na_2CO_3) = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) + (Ca^{++} + Mg^{++})$$

Buna göre sulama sularında en yüksek artık sodyum karbonat veya bikarbonat (RSC) 2,50 me/l olarak kabul edilir. 1,25-2,50 me/l arasında olan sular orta, 1,25 me/l'den az olan sular iyi sular olarak kabul edilmektedir.

Araştırma alanında işletmeye açılmış sulamalarda sulamayla birlikte toprakta oluşabilecek değişimleri saptamak ve özellikle tabansuyunun yüksek ve tuzlu olduğu alanlarda toprak yapısını belirlemek amaçlı tuzluluk ve sodyumluluk analizi DSİ tarafından yapılır. Analiz sonuçlarına göre toprakta tuzluluk ve sodyumluluk problemi tespit edilen alanlarda problemin çözümüne ilişkin yöntemler belirlenir.

3.3. Büro Çalışmaları

3.3.1. Tabansuyu haritalarının tespit edilmesi

Araştırma alanında tabansuyunun; nerede ve ne zaman, hangi düzeyde, hangi tuzluluk sınıfında bulunduğunu, hareketinin yatay ve düşey yönlerde nasıl olduğunu belirleyebilmek için tabansuyu haritalarının çizilmesi gerekir. Bu haritaların çizilmesinde, aylık tabansuyu ölçümleri, tabansuyu analiz raporları ve kuyu kotlarından yararlanılır.

Bir yıllık ölçüm sonuçları göz önünde bulundurularak hazırlanan kritik en yüksek ve kritik en düşük eşderinlik haritaları ile sulamanın en yoğun olduğu ay eşderinlik haritaları bir yıl için çıkarılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Gözlem Yoluyla Arazilerin Değerlendirilmesi

Araştırma alanları Ekim 2016 tarihi itibari ile Eylül 2017 tarihleri arasında taban suyuadaki değişmelerin kontrolü ve drenaj ihtiyacının tesbiti için düzenli olarak incelenmiştir.

Sol sahil ana tahiye kanalının fırat nehri ile birleştiği yer (Şekil 4.1) gösterilmiştir. Ana boşaltım kanalı üzerine yapılan köprü ayaklarındaki eŐiklerden dolayı su kotunu yükseltmekle beraber boşaltım kanallarında da taŐmaya sebep olmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Sol sahil ana tahiye kanalının fırat nehri ile birleştiği yer (zgn)



Şekil 4.2. Sol sahil ana boşaltım kanalı üzerinde yapılan köprü (Soğukoluk köyü) (Özgün)

Sol sahil Türkmenoğlu köyünün tarım alanlarında gezilirken gözlemlerimize göre sulama kanallarının çok eski olduğu, tabansuyu yükselmesinin fazla olduğu ve bu nedenle arazilerin birçoğunda suyu seven; (*Digitaria, echinocloa, typha, scripus*) gibi yabancı otlara rastlanmıştır ve çok fazla sivrisinek üremesi gözlemlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Yabancı otlarla kaplı sol sahil sulaması (Türkmenoğlu köyü) tarım arazileri (Özgün)

Tabansuyu düzeyinin bir yıl içinde devamlı yüksek düzeyde olduğu yerlerde arazi kaybını önlemek için kapalı bir hat halinde toprak içerisine döşenmiş borular aracılığı ile tabansuyunun bitki kök bölgesinin altında tutulmasına yarayan drenaj sistemine

örnek olarak ada sulamasına ait Güllüce köyü arazilerinden birinde DSİ çalışanlarının tarla içi drenaj sisteminin uygulaması (Şekil 4.4) dır.



Şekil 4.4. Altınbaşak ada sulamasının (Güllüce köyü) tarla içi drenaj sistemi (Özgün)

Drenaj şebekelerinin ihtiyaçlarını gidermek amacı ile DSİ çalışanları tarafından büzlü geçitler yapılmış olmasına karşın bu geçitler su kotunu yükseltmiş bu durumda tersiyer boşaltım kanalları tabansuyunun yükseltilmesine neden olmuştur (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Açık drenaj kanalı üzerine yapılmış büzlü geçit sol sahil sulaması (Yamaçlı köyü) (Özgün)

Araştırma alanı gözlemlerimizde beton kaplamalı, kanallara su verilmesi ile birlikte üzerinde yeşil renkli algler, 200 cm'ye kadar boylanmış sağlam yapılı otsu çok yıllık bitkiler dar yapraklı hasır kamışı (*Typha domingensis pers.*) gibi yabancı otlara rastlanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Yabancı otlarla kaplanmış sağ sahil (Karadiğin köyü) (Özgün)

Çiftçilerin sulama kanallarını kırarak boşluklardan sızan sularla sulama ihtiyaçlarını giderdikleri için kanal betonlarının zarar görmesi sebebi ile sızan sular tabansuyunu beslemektedir.

Gereğinden fazla kontrolsüz olarak sulama suyunun toprağa verilmesi, sulama suyunun getirilmesi ve tarlaya uygulanması sırasında ortaya çıkan, su kayıpları, artezyenik sular, toprak altından tarım alanlarına gelen yabancı sular, fazla yağış ve taşkın sularının neden olduğu tabansuyu sorunları araştırma alanı arazilerinde farklı sorunlara yol açtığı gözlenmiştir.

Araştırma alanında gözlenen sorunlar; tarım alanlarının çukur yerlerinde uzun süre su göllenmesi, bitkilerde yaprak yanması ve kök çürüklüğünün görülmesi ekim ve hasat zamanlarının gecikmesi ve tarım makinalarının toprak yüzeyinde derin iz bırakması, toprak içinde yeterli hava sağlanamadığından ürünlerde verim düşüklüğü olduğu gözlenmiştir. Ayrıca zaman zaman toprak yüzeyinde ıslaklık görülmesi (Şekil 4.7) sol sahil Saz tepe köyünde pancar verimi ve buğday verimi olmadığı toprak nemi ile ilişkili olan hastalıkların olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.7. Sol sahil saz tepe toprak yüzeyi uzun süre ıslak kalmaktadır (Özgün)

Araştırma alanının yüzeysel drenaj sorunu ve taban suyu en fazla olan yerlerden biri sağ sahil Denizdamı köyü arazileri, arazide ki pancarların %80'inin çürüdüğü görülmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Denizdamı köyü tabansuyu yüksekliği en fazla olan yer (Özgün)

Şekil 4.9'da Sol sahil Küçük Kadağan köyü, Şekil 4.10'da sol sahil Molla köy beldesi ve Şekil 4.11'de sağ sahil Nörkah mansabı etrafında ağaç olmadığı için yabancı otlar kaplamış, kirlenen kanallar iki yıl ara ile temizlenmektedir.



Şekil 4.9. Yabancı otlarla kaplı temizlenmemiş Küçük Kadağan köyü (Özgün)



Şekil 4.10. Otlarla tıkanmış sulama kanalı (Molla köy) (Özgün)



Şekil 4.11. Temizlenmemiş sağ sahil Nörkah köyü mansabı (Özgün)

Drenaj sisteminin çalışması sırasında karşılaşılan sorunlar arasında; kanal içerisinde bulunan ağaçların çok olması, köprü ağızları ve alt karın temizlenmesi su geçişleri, sulama içerisinde biten sazlıkların içerisinde bulunan türlerin ve balıkların yok edilmesidir. Ayrıca DSİ tarafından çalışanlara kanalların zamansız, bilinçsiz temizletmek, yatakların bozulmasına ve yol kenarlarında yüksek gerilimin insan hayatını tehdit etmesine sebebiyet vermektedir.

Sağ sahil sulama kanalları bölgesinde 1700 m alanın temizlendiği gözlenmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Kanal temizliği yapılan Güllüce köyü (Özgün)

4.2. Araştırma Alanı 2016-2017 Yılları Arasındaki Tabansuyu Seviyelerinin Değerlendirilmesi

Erzincan sulamasında tabansuyu seviyesi çalışmaları 1976 yılında başlamıştır. Tabansuyundaki değişmelerin kontrolü ve drenaj ihtiyaçlarının tesbiti gayesi ile DSI tarafından hazırlanmaktadır.

4.2.1. Sulama ve drenaj şebekelerinden alınan su örneklerinin değerlendirilmesi

Drenaj sorunları etüt edilirken tabansuyu kalitesinin de bilinmesi gerekmektedir. Çünkü tabansuyu tuzsuz ise drenaj projesinin amacı sadece bitki kök bölgesindeki fazla suyun uzaklaştırılmasıdır. Bu koşullarda drenaj suyu, sulama suyu amacıyla kullanılabilir. Tabansuyunun tuzlu olduğu durumlarda ise bu suyun kapillarite ile bitki kök bölgesine çıkmasının önlenmesi gerekmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yüzey buharlaşması yüksek olduğundan kapillarite ile toprağın üst kısımlarına çıkan sular üst

toprak kesimlerinin tuzlulaşmasına neden olmaktadır. Bu durumlarda drenaj projelerinde dren derinlikleri artarak, toprakta yıkama ihtiyaçları ortaya çıkar.

Laboratuvara gönderilen tabansuyu örneklerinin analizi sonucunda hazırlanan su analiz raporundaki değerlerden yararlanarak, sulama alanındaki tuzluluk ve sodyumluluk konusunda bilgi edinilebilir.

Araştırma alanında Erzincan taban suyu kuyuları ve tahliye kanallarından su örnekleri alınarak 8. Bölge Müdürlüğü (Erzurum) Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğüne gönderilen 70 adet su numunesi üzerinde gerçekleştirilen sulama suyu örneklerinin kimyasal analizleri yapılmıştır.

Drenaj parametreleri yönünden önemli katyonlar ve anyonlar, pH tayini, elektriksel iletkenlik tayini, metil oranj alkalinitesi tayini, fenol ftalein alkalinitesi ve klorür tayini (iyon kromatografik yöntem), yapılmıştır. Ayrıca kalsiyum tayini (iyon kromatografik yöntem), magnezyum tayini (iyon kromatografik yöntem), sülfat (iyon kromatografik yöntem), sodyum (iyon kromatografik yöntem), potasyum (iyon kromatografik yöntem), % Na ve SAR tayini, bor tayini ve suyun sınıfı değerleri hesaplanmıştır.

Sulamaya ilişkin 2017 yılında Erzincan sulamasında sulamaya açılan alan, fiilen sulanan alan, sulama oranı, sulama randımanı, şebekeye alınan toplam su, sulamanın en yoğun olduğu ay, sulama suyu niteliği ve bitki deseni Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. 2017 yılına ait sulama ile ilgili bilgiler

Sulamaya Açılan Alan (ha)	27156
Taban Suyu İzleme Alanı (ha)	19861
Fiilen Sulanan Alan (ha)	13936,99
Sulama Oranı (%)	51
Sulama Randımanı	-
Şebekeye Alınan Su (m ³)	146.263
Sulamanın En Yoğun Olduğu Ay	Ağustos
Tahliye Edilen Su	-
Sulama Suyu Niteliği	C ₂ S ₁
BİTKİ DESENİ	Hububat : 70592,10
	Bakliye : 14778,10
	Ş.Pancarı : 39134,26
	M.Bahçesi : 1342,30
	Sebze : 4183,60
	Fidan ve Kavak : 5503,30
	Mısır : 6292,30
	Yem Bitkileri : 11174,60
	Çayır : 411,30
	TOPLAM : 153411,86
Not : Üzümlü Pompaj Sulaması Fiilen Sulanan Alana dahil değildir.	

4.3. Tabansuyu Düzey Ölçümlerinin ve Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

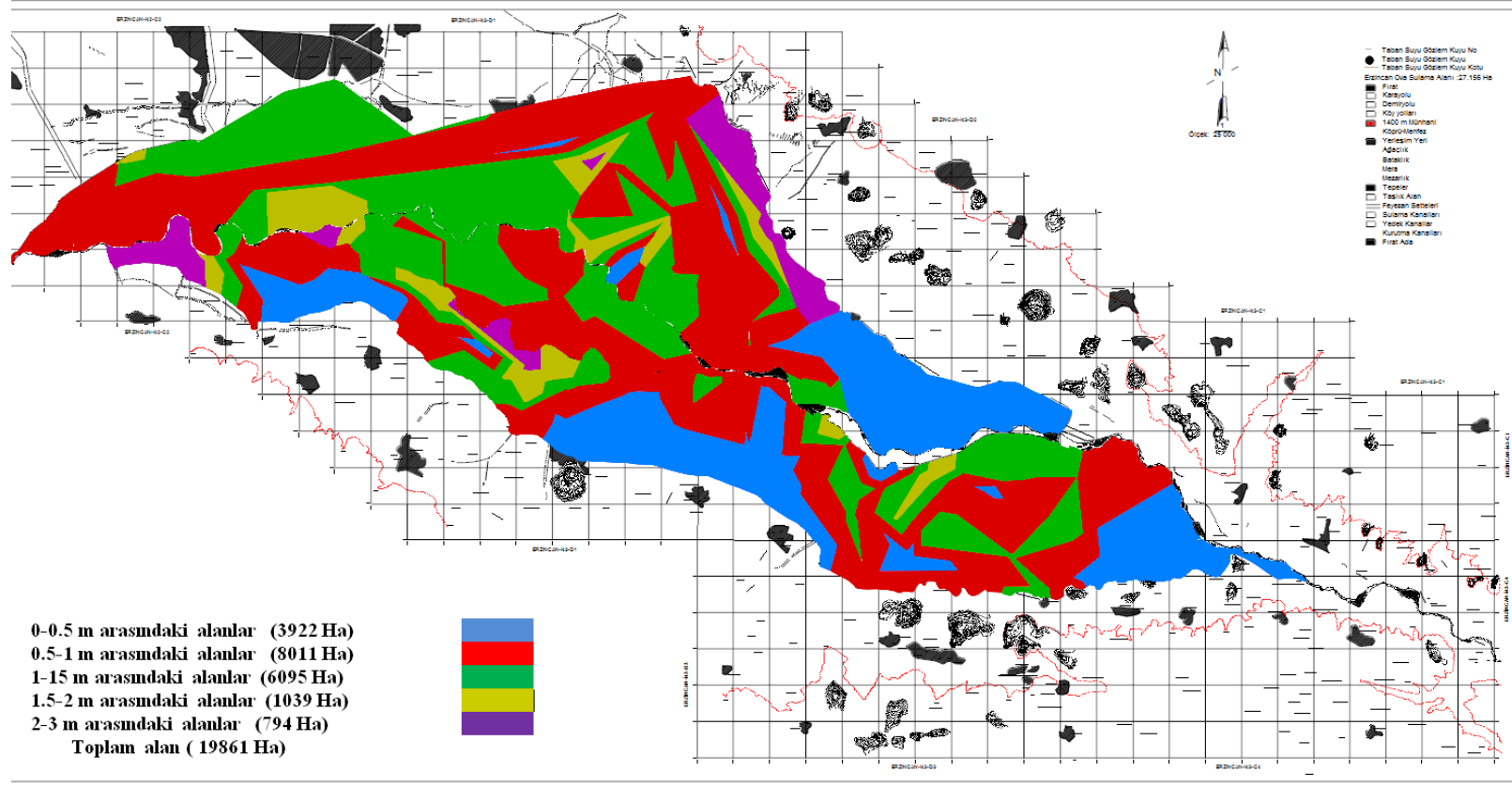
Sulama alanındaki 116 adet gözlem kuyusunda “Tabansuyu İzleme Rehberi” nde belirtilen yöntemle her ay tabansuyu ölçümü yapılmış ve ölçüm sonuçları **EK 1**’de verilmiştir. İzleme döneminde tabansuyu derinliği 6-15-27-87-110 nolu kuyularda 1 ay, 52-73-83 nolu kuyuda 2 ay, 65-72-106 nolu kuyuda 3 ay, 60-80 nolu kuyuda 4 ay, 75 nolu kuyuda 5 ay, 61 nolu kuyuda 6 ay, 71 nolu kuyuda 7 ay, 86-93 nolu kuyuda 8 ay, 74-81 nolu kuyuda 10 ay, 14 nolu kuyuda 11 ay ve 26-42-109 nolu kuyuda 12 ay 0-05 m arasında ölçülmüştür. Araştırma alanının en yüksek, en düşük, sulama suyunun yoğun olduğu Ağustos ayı ve tuzluluk eşderinlik tabansuyu düzey haritaları, 2016 ve 2017 yılları için çizilmiştir.

4.3.1. Tabansuyu en yüksek eşderinlik eğrileri haritalarının değerlendirilmesi

Araştırma alanında tabansuyunun bir yıl içerisinde en fazla hangi düzeye kadar yükseldiğini göstermek amacıyla bilgisayar ortamında 2016 ve 2017 yılları için çizilen tabansuyu kritik en yüksek eşderinlik haritası Şekil 4.13'de gösterilmiştir. Bu değerlendirmeye göre tabansuyunun en yüksek olduğu aylar Nisan, 2017 aylarıdır. Haritada yapılan ölçümler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Tabansuyu düzeyi sulama alanının; %19,75' inde 0-0,5m arasında, %40,34' ünde 0,5-1m arasında, %30,69' unda 1-1,5m arasında, %5,23'ünde 1,5-2m arasında, %4,00'ünde ise 2-3m arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.2. En yüksek derinlik ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler (m)

Tabansuyu Derinliği (m)	Kritik En Yüksek			
	Brüt Alan		Net Alan	
	ha	%	ha	%
0-0,5	3922,00	19,75	1619,3	19,75
0,5-1	8011,00	40,34	3307,5	40,34
1-1,5	6095,00	30,69	2516,4	30,69
1,5-2	1039,00	5,23	429,0	5,23
2-3	794,00	4,00	327,8	4,00
3<		0,00	0,0	0,00
TOPLAM	19861	100	8200	100



Şekil 4.13. Kritik en yüksek eşderinlik haritası

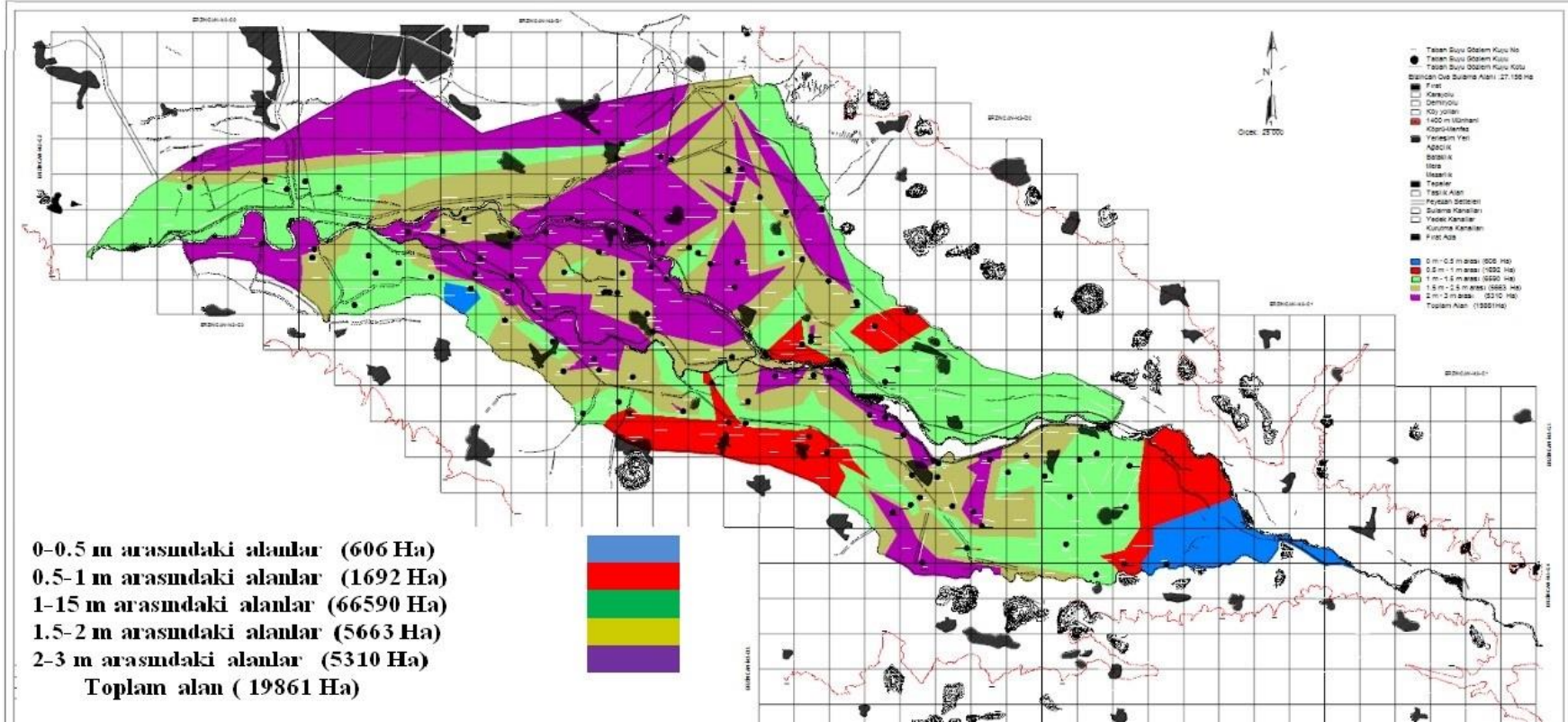
4.3.2. Tabansuyu en düşük eşderinlik eğrileri haritalarının değerlendirilmesi

Bir yıllık ölçüm sonuçlarına göre, her gözlem kuyusundaki en düşük tabansuyu değerlerinin kullanılması ile çizilen haritadır (Şekil 4.14). Bu harita, sulama alanındaki tabansuyunun, bir yıl içinde en fazla hangi düzeye kadar düştüğünü gösterir. Bu haritada, tabansuyunun 0-1m arasında olduğu alanlar tabansuyunun tüm yıl bitki kök bölgesinde olduğu alanları gösterir. Bu alanlar aynı zamanda çiftlik (yüzeyaltı) drenaj yöntemlerinin uygulanması gereken alanlardır (Demir ve Gözar 2007).

Tabansuyu en düşük eşderinlik eğrileri haritası çizilirken; her kuyunun yüzeye en uzak olduğu (rakamsal olarak en büyük) olduğu ayda ki değeri saptanarak, lokasyon haritası üzerine işlenir. Tabansuyunun en düşük durumu bu değerlendirmeye göre tabansuyunun en düşük olduğu ay Kasım 2016 ayıdır. Tabansuyu düzeyi sulama alanının %3,05' inde 0-0,5 m arasında, %8,52' sinde 0,5-1 m arasında, %33,18'inde 1-1,5 m arasında ve %28,51' inde 1,5-2 m arasında %26,74' ünde ise 2 - 3 m arasında en düşük düzeydedir. Tabansuyu en düşük eş derinlik haritası 0-0,5 m arası 2 ha tabansuyu yer altı su seviyesi 0,5m-1m arası 1904 ha alanda tabansuyu yüksekliği vardır. Tabansuyu kuyuları ölçümlerinin yapıldığı toplam alan 19861 ha dır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. En düşük derinlik ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler (m)

Tabansuyu Derinliği (m)	Kritik en düşük			
	Brüt Alan		Net Alan	
	ha	%	ha	%
0-0,5	606,00	3,05	250,2	3,05
0,5-1	1692,00	8,52	698,6	8,52
1-1,5	6590,00	33,18	2720,8	33,18
1,5-2	5663,00	28,51	2338,1	28,51
2-3	5310,00	26,74	2192,3	26,74
3<		0,00	0,0	0,00
TOPLAM	19861	100	8200	100



Şekil 4.14. Kritik en düşük eşderinlik haritası

4.3.3. Sulamanın en yoğun olduğu ay eşderinlik eğrileri haritalarının değerlendirilmesi

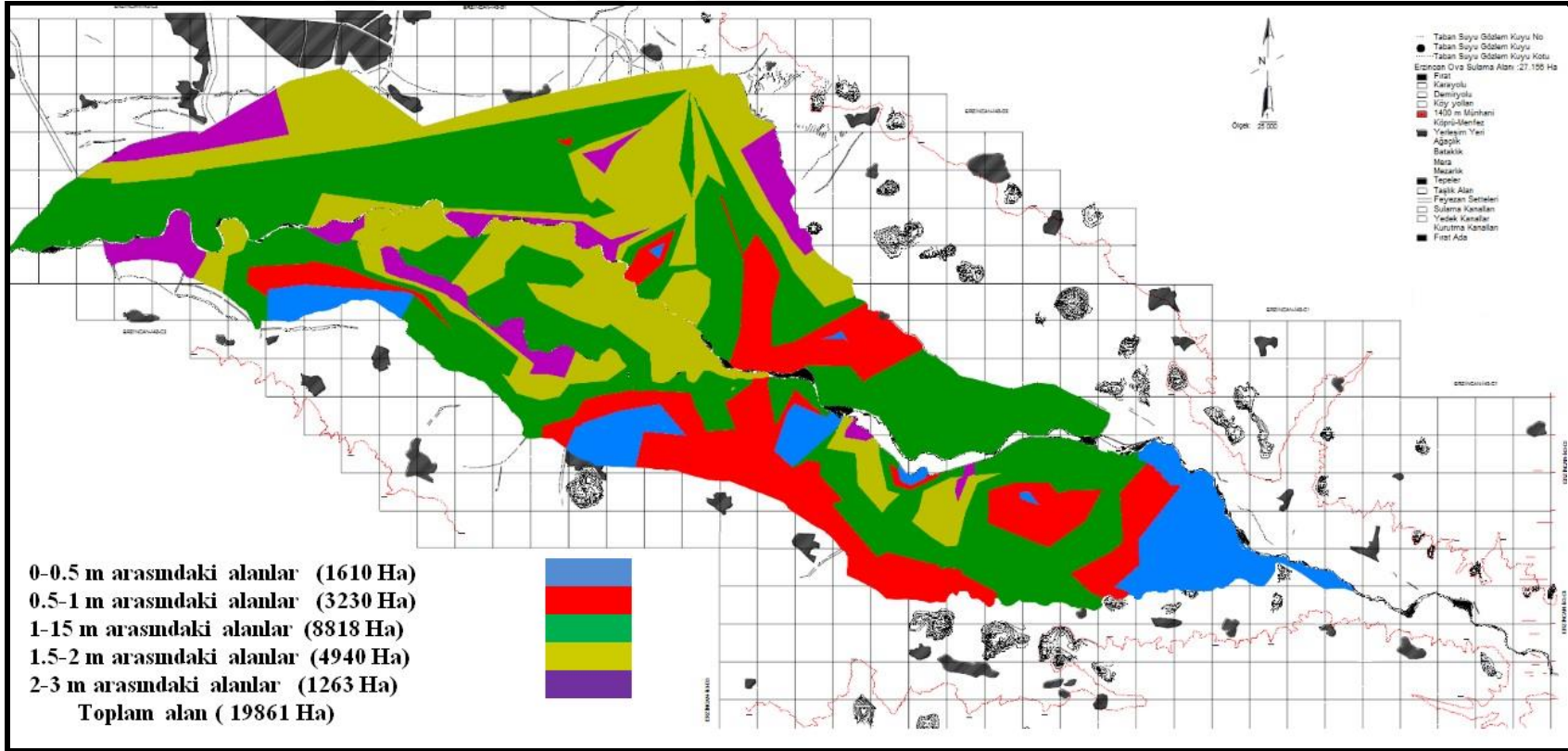
Tabansuyu çalışmaları sırasında, sulamanın en yoğun olduğu ayda yapılan tabansuyu ölçümlerine göre çizilen haritadır (Şekil 4.15). Bu harita, sulama alanında tabansuyunun sulamadan ne ölçüde etkilendiğini belirleyebilmek için çizilir. Sulamanın en yoğun olduğu ay, her sulama şebekesinde farklı olduğundan, şebekeye suyun en fazla alındığı ay, sulamanın en yoğun olduğu ay olarak kabul edilir. Sulamanın en yoğun olduğu ay eşderinlik eğrileri haritası çizilirken; her kuyunun sulamanın en yoğun olduğu aydaki değeri lokasyon haritası üzerine işlenir.

Araştırmanın yürütüldüğü 2016 - 2017 yılları sulama mevsiminde sulamanın en yoğun olduğu Ağustos aylarında tabansuyu gözlem kuyularından alınan su örneklerinin analiz sonuçları **EK 2**'de verilmiştir.

Araştırma alanında tabansuyu düzeyi sulama alanının %8,11'inde 0-0,5 m arasında, %16,26'sında 0,5-1 m arasında, %44,40'ında 1-1,5 m arasında, %24,87'sinde 1,5-2 arasında, %6,36'ında ise 2-3m arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Sulamanın en yoğun olduğu Ağustos ayı tabansuyu derinlik ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler

Tabansuyu Derinliği (m)	Sulamanın En Yoğun Olduğu Ay			
	Brüt Alan		Net Alan	
	ha	%	ha	%
0-0,5	1610,00	8,11	664,7	8,11
0,5-1	3230,00	16,26	1333,6	16,26
1-1,5	8818,00	44,40	3640,7	44,40
1,5-2	4940,00	24,87	2039,6	24,87
2-3	1263,00	6,36	521,5	6,36
3<		0,00	0,0	0,00
TOPLAM	19861	100	8200	100



Şekil 4.15. Sulamanın en yoğun olduğu Ağustos ayı haritası

4.3.4. Tabansuyu eştuzluluk eğrileri haritalarının değerlendirilmesi

Drenaj sorunları etüt edilirken tabansuyu kalitesinin de bilinmesi gerekmektedir. Tabansuyunun tuzsuz olması durumunda, drenaj projesinin amacı sadece bitki kök bölgesindeki suyun uzaklaştırılmasıdır. Bu koşullarda drenaj suyu sulama amacıyla kullanılabilir.

Tabansuyunun tuzlu olduğu durumlarda ise bu suyun kapillarite ile bitki kök bölgesine çıkmasının önlenmesi gerekmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yüzey buharlaşması yüksek olduğunda kapillarite ile toprağın üst kısımlarına çıkan sular üst toprak kesimlerinin tuzlulaşmasına neden olmaktadır. Bu durumlarda drenaj projelerinde dren derinlikleri artarak, toprakta yıkama ihtiyaçları ortaya çıkar. Bu nedenle, tabansuyu eştuzluluk eğrileri haritası çizilerek tabansuyu tuzluluğunun sulama alanındaki dağılımı belirlenir. Eştuzluluk eğrileri haritası; gözlem kuyularından alınan su örneklerinin analiz raporlarındaki elektriksel iletkenlik ($EC \times 10^{-6} 25^{\circ}C$) değerlerine göre çizilir.

Her kuyunun su analiz raporundaki elektriksel iletkenlik değerleri haritaya işlenir. Birbirine en yakın kuyular üçgenler oluşturularak birleştirilir. Eştuzluluk eğrilerinin yerleri 3000, 5000, 7500 ve 10 000 $\mu s/cm$ 'lik değerleri gösterecek enterpolasyonla belirlenir (Demir ve Gözar 2007).

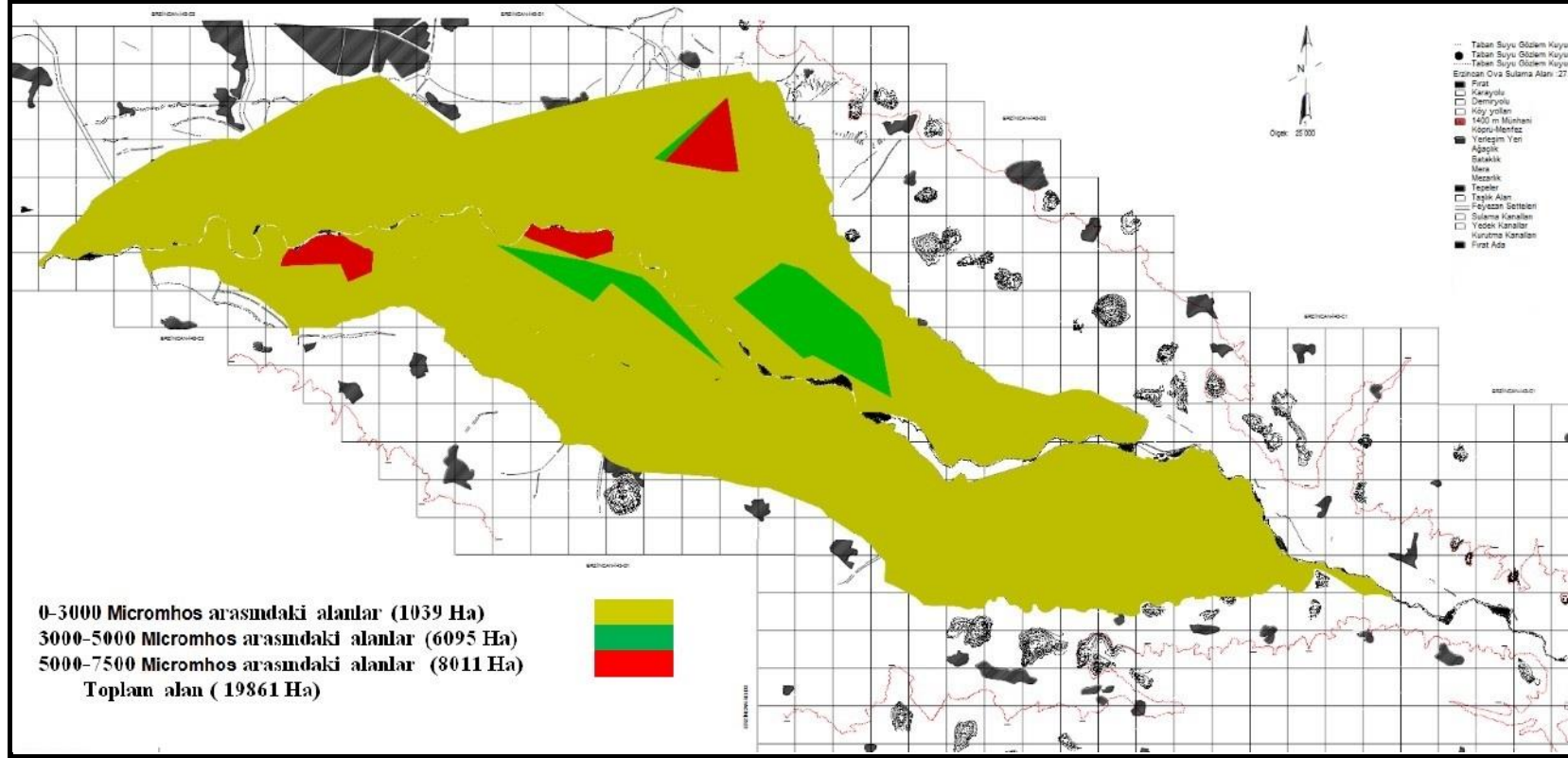
Tabansuyu eştuzluluk eğrileri haritasında, elektriksel iletkenliği 5000 $\mu s/cm$ den büyük olduğu alanlar, yetiştirilecek bitki cinsine göre değişmekle beraber tabansuyu tuzluluk problemi olan alanlar olarak kabul edilir.

Tabansuyu eş tuzluluk eğrileri haritasındaki ölçümler Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Bu değerlendirmeye göre tabansuyu tuzluluğu sulama alanının %92,25'inde %0-3000 $\mu s/cm$, %5,20'sinde 3000-5000 $\mu s/cm$, %2,55'inde ise 5000-7000 $\mu s/cm$ arasında hesaplanmıştır (Şekil 4.16).

Çizelge 4.5. Tabansuyu tuzluluk ölçümlerine ilişkin istatistiksel parametreler

Tuzluluk Sınıfları $\mu\text{s/cm}$	Tabansuyu Tuzluluğu			
	Brüt Alan		Net Alan	
	ha	%	ha	%
0-3000	18322,00	92,25	7564,6	92,25
3000-5000	1032,00	5,20	426,1	5,20
5000-7500	507,00	2,55	209,3	2,55
7500-10000		0,00	0,0	0,00
10000<		0,00	0,0	0,00
TOPLAM	19861	100	8200	100

Tabansuyu Derinliğinin 0-1,5 m Tabansuyu Tuzluluğunda 5000 $\mu\text{s/cm}$ Büyük Olduğu Alan	
Ha	%
—	—



Şekil 4.16. Tabansuyu eş tuzluluk haritası

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen tabansuyu analiz sonuçlarına göre RSC, SAR, EC ve pH ve çeşitli katyon ve anyonlara ilişkin analizler yapılmış olup tabansuyu tuzluluğu bulunmamaktadır. Tabansuyu problemi olan sahalar vardır. Bu problem de havzanın kapalı oluşundan, bazı tahliye kanallarındaki mansap şartlarının iyi olmayışından, drenaj kanallarının programa uygun olarak temizlenip amacına uygun olarak çalışır duruma getirilemeyişinden kaynaklanmaktadır. Sulama birliklerinin ve çiftçilerin sulamaya yeterli duyarlılığı göstermediğinden tabansuyu seviyesi yükselmektedir.

Tabansuyu seviyelerinin en yüksek olduğu Nisan ayında toplam 19861 ha alanda tabansuyu derinliği 0-0,5m seviyeleri arasında 3922 ha, en düşük olduğu Kasım ayında tabansuyu derinliği 2-3m seviyeleri arasında 5310 ha, sulamanın en yoğun olduğu Ağustos ayında tabansuyu derinliği en düşük 0-0,5m seviyeleri arasında 1610 ha ve tabansuyu derinliği en yüksek 2-3m seviyeleri arasında ise 1263 ha olduğu tespit edilmiştir.

Drenaj kanallarının programa uygun olarak temizlenmesi, bunun için de makine olanaklarının iyileştirilmesinin yanısıra, tuzluluğa dayanıklı kültür bitkilerinin yetiştirilmesi, sulama sezonundan önce drenaj kanallarındaki otlama ve siltlenme sorunlarının giderilmesi, makine imkânlarının geliştirilmesi, bölgedeki sulama birliklerinin ve bölge çiftçisinin eğitilmesi gerekmektedir.

DSİ tarafından araştırma alanı drenaj kanallarında 2017 yılında sağ sahil ana tahliye kanalında 1700 m, drenaj kanallarındaki tortu temizliği, drenaj kanallarında 2017 yılında sol sahil ana tahliye kanalında 500 m tortu temizliği yapılmıştır. Erzincan ovası sulamasının tahliye kanallarına mansaplanan yan derelerin taşkın dönemi taşıdığı sürüntü malzemesinin temizlenmesine yönelik yıllık rutin temizlik (taşkın işleri, dere yatağı temizlik ve tanzim işleri) yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abd-Elaty, I., Sallam, G. A., Straface, S., Scozzari, A., 2019. Effects of climate change on the design of subsurface drainage systems in coastal aquifers in arid/semi-arid regions: Case study of the Nile delta. *Science of The Total Environment*, 672, 283-295.
- Achleinter, S. 2007. An Open Source Approach for Simulation of Integrated Urban Drainage Systems, *Environmental Modelling & Software* 22 1184-1195, Austria.
- Altunkasa, F. 2002. Peyzaj Mühendisliği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: A-36, Ders Kitabı, 367 s, Adana.
- Anonymous, 2019. <http://www.erzincan.gov.tr/cografya-yapisi> (Erişim Tarihi 28.11.2019)
- Apan, M., 1972. Erzincan Ovası Toprak ve Su Kaynaklarının Sulama Yönünden Problemleri Ve Geliştirilme İmkanları Üzerinde Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1).
- Assar, W., Ibrahim, M. G., Mahmud, W., Fujii, M., 2019. Assessing the Agricultural Drainage Water with Water Quality Indices in the El-Salam Canal Mega Project, Egypt. *Water*, 11(5), 1013.
- Babalık, A., 2002. Isparta Yöresinde Arazi Kullanımına İlişkin Sorunlar. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 3(1), 63-81.
- Bahçeci, İ. 2007. Drenaj Mühendisliği. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 420. Ders Kitabı. 347 s., Urfa.
- Bahçeci, I., Nacar, A. S., Topalhasan, L., Tari, A. F., Ritzema, H. P., 2018. A New Drainpipe- Envelope Concept for Subsurface Drainage Systems in Irrigated Agriculture. *Irrigation and drainage*, 67, 40-50.
- Blond, E., Boyle, S., Ferrara, M., Herlin, B., Plusquellec, H., Rimoldi, P., Stark, T., 2019. Applications of Geosynthetics to Irrigation, Drainage and Agriculture. *Irrigation and Drainage*, 68(1), 67-83.
- Çakmak, B., Yapılar, T., Yıldırım, M., Aküzüm, T., 2008. Türkiye’de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, s.215-224
- Değirmenci, H. 1990. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinin Drenaj Sorunları ve Çözüm Yolları Üzerinde Bir İnceleme. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Bursa
- Demir, N., ve Gözar, M., 2007. Taban Suyu İzleme Rehberi. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Ducrot, R., Otake, M., Riera, A., Famba, S., Nguenha, R., 2018. Upscaling maintenance operations in a large- scale irrigation scheme to solve drainage issues: going beyond a managerial perspective. *Irrigation and Drainage*, 67(4), 582-593.
- El- Sayed, A., and Shaban, M., 2019. Developing Egyptian water quality index for drainage water reuse in agriculture. *Water Environment Research*, 91(5), 428-440.

- Fayrap, A., 2002. Erzincan Ovasında Drenaj Sistemlerinin işletilmesinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri End. Doktora tezi.
- Fayrap, A., 2010. Erzincan Ovasında Drenaj Sularının Sulamada Kullanılabilirliği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 13(2), 8-16.
- Gençoğlu, M., ve Uçan, K., 2016. Kırıkhan sulama birliği alanında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak haritalanan taban suyu gözlemlerinin değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 33-46.
- Gotsis, D., and Giakoumakis, S., 2017. Economic assessment of an integrated drainage management system for a regional irrigation-drainage network. *Water Science and Technology: Water Supply*, 18(3), 799-807.
- Göçmen, B. 2012. Arazi Toplulaştırmasının Toplu Yağmurlama Sulamada Sistem Planlaması ve Maliyetine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Ankara
- Gündoğdu, K. S., 2004. Sulama proje alanlarındaki taban suyu derinliğinin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 85-95.
- Güngör, Y. ve Erözel, Z. 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 389, Ders Kitabı, 325 s, Ankara.
- Haj-Amor, Z., and Bouri, S., 2019. Subsurface Drainage System Performance, Soil Salinization Risk, and Shallow Groundwater Dynamic Under Irrigation Practice in an Arid Land. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(1), 467-477.
- Hayli, S., 2002. Erzincan Ovasında Genel Arazi Kullanımı. *Journal Of Social Science*, 1.
- Hu, Q., Yang, Y., Han, S., Wang, J., 2019. Degradation of agricultural drainage water quantity and quality due to farmland expansion and water-saving operations in arid basins. *Agricultural water management*, 213, 185-192.
- Hua, L., Zhai, L., Liu, J., Liu, H., Zhang, F., Fan, X., 2019. Effect of irrigation-drainage unit on phosphorus interception in paddy field system. *Journal of environmental management*, 235, 319-327.
- Huang, K., Liu, C., Lu, K. J., Chikangaise, P., Zhu, X. Y., 2019. Developmental status and analysis of agricultural electric drainage and irrigation system. In *Automatic Control, Mechatronics and Industrial Engineering: Proceedings of the International Conference on Automatic Control, Mechatronics and Industrial Engineering (ACMIE 2018), October 29-31, 2018, Suzhou, China* (p. 155). CRC Press.
- İstanbuluoğlu, F. 2006. Küçükemal Gölet Havzasındaki Althavzada Yüzeysel Akışın SCS Yöntemiyle Belirlenmesi. II. Ulusal Hidrolojikongresi. İTÜ, İstanbul.
- Kakuta, I., 2019. Irrigation management problems derived by a WUA evaluation at the Kpong Irrigation Scheme (KIS) in Ghana. *Paddy and Water Environment*, 17(2), 141-150.
- Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S., Yılmaz, N., 2005. Sulama, drenaj ve tuzluluk. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3-7.
- Kanber, R., Kirda, C., Tekinel, O., 1992. Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları. *CU Zir. Fak. Genel Yay*, (21).
- Lykhovyd, PV, Lavrenko, S., Lavrenko, N., Dementiieva, O., 2019. Mısır Üzerindeki Etkilerine Göre Sulama Suyunun Farklı Kaynaklardan, Drenaj ve Pirinç Sulama

- Sistemlerinin Çıkış Suyu ile birlikte Agro-Çevresel Değerlendirmesi. *Ekoloji Mühendisliği Dergisi* , 20 (2), 1-7.
- Okubo, T., Iguchi, A., Tanaka, S., Uchida, S., Tagawa, T., Oshiki, M., Harada, H., 2019. Health Impact of Agricultural Drainage Water for Farmers in the West Nile Delta. *International Journal of Environmental Research*, 13(2), 319-325.
- Rishi, M. S., Kaur, L., Sharma, S., 2019. Groundwater quality appraisal for non-carcinogenic human health risks and irrigation purposes in a part of Yamuna sub-basin, India. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 1-21.
- Singh, A. (2018). Managing the salinization and drainage problems of irrigated areas through remote sensing and GIS techniques. *Ecological indicators*, 89, 584-589.
- Singh, A., 2019a. An overview of drainage and salinization problems of irrigated lands. *Irrigation and Drainage*.
- Singh, A., 2019b. Poor-drainage-induced salinization of agricultural lands: Management through structural measures. *Land use policy*, 82, 457-463.
- Stuyt, L.C.P.M., Dierickx, W., Beltram, J.M., 2000. Materials For Subsurface Land Drainagesystems. FAO Irrigation And Drainage Paper: 60. Food And Agriculture The United Nations Page 198. Rome
- Terzi, N., 2002. Drenaj Yetersizliğinin Yol Üst Yapısına ve Trafik Güvenliğine Etkilerinin Araştırılması. Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Niğde
- Tran, D. D., and Weger, J., 2018. Barriers to implementing irrigation and drainage policies in An Giang Province, Mekong Delta, Vietnam. *Irrigation and drainage*, 67, 81-95.
- Van Schifgarden. 1979. Characteristics of Slimes and Ochre in Drainage and Irrigation Systems. Transactions ASAE, 22. 5: 1093-1096, Germany.
- Wang, C., Wu, J., Zeng, W., Zhu, Y., Huang, J., 2019. Five-year experimental study on effectiveness and sustainability of a dry drainage system for controlling soil salinity. *Water*, 11(1), 111.
- Wu, P., Lu, Y., Lu, Y., Dai, J., Huang, T. 2019. Responses of plant distributions in drainage ditch banks to soil salinity in an arid agricultural irrigation region of Northwest China. *Chemistry and Ecology*, 35(8), 693-708.

EKLER

EK 1. Tabansuyu düzey ölçümleri (cm, toprak yüzeyinden)

KUYU NO	TABANSUYU DERİNLİĞİ											
	AYLAR											
	2016 EKİM	2016 KASIM	2016 ARALIK	2017 OCAK	2017 ŞUBAT	2017 MART	2017 NİSAN	2017 MAYIS	2017 HAZİRAN	2017 TEMMUZ	2017 AĞUSTOS	2017 EYLÜL
1	241	245	242	242	237	235	235	230	224	226	238	249
2	192	174	158	148	150	152	148	147	151	170	191	195
3	146	147	137	100	103	104	105	90	73	118	152	196
4	280	283	285	285	246	247	248	245	235	228	246	271
5	194	175	173	177	177	171	176	176	174	160	187	196
6	79	74	75	60	66	69	70	52	42	79	98	118
7	168	164	195	213	226	230	232	229	117	107	137	152
8	262	260	264	269	273	274	274	258	226	216	250	250
9	169	199	214	216	195	218	220	214	212	213	215	217
10	136	195	207	213	217	218	223	209	175	94	146	120
11	153	204	223	231	237	238	242	232	201	127	176	167
12	172	175	173	193	195	196	204	184	141	140	142	140
13	103	123	142	148	151	157	158	136	87	85	64	68
14	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EK 1. (devam)

15	184	184	184	179	184	184	184	38	100	123	126	127
16	146	153	154	150	144	145	150	141	119	103	98	114
17	179	197	208	209	206	210	212	208	126	135	177	172
18	145	160	168	167	158	171	174	161	86	82	120	136
19	189	194	203	206	202	204	203	180	155	149	156	160
20	194	194	194	194	194	194	194	194	189	191	188	177
21	99	104	108	102	99	103	102	88	79	85	99	89
22	128	148	180	192	170	178	173	144	80	92	130	142
23	126	186	87	166	82	78	89	113	51	53	65	74
24	187	183	191	190	180	181	180	174	134	150	151	173
25	149	157	172	164	145	150	152	131	116	130	148	145
26	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
27	82	122	140	143	131	132	133	95	56	56	80	45
28	130	149	160	162	163	163	161	134	127	118	150	124
29	178	198	202	197	187	189	181	159	137	117	122	140
30	153	185	192	187	182	184	177	149	95	64	69	75
31	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
32	209	209	209	208	208	208	208	208	208	203	228	205
33	158	156	155	167	168	168	169	165	113	112	138	140
34	141	154	155	154	154	152	152	148	96	114	147	138
35	183	170	171	173	223	231	237	161	148	136	161	168
36	181	183	184	184	186	181	176	155	98	127	171	167
37	99	195	199	200	244	250	256	180	135	167	195	209
38	64	151	172	184	212	221	232	204	77	104	107	127
39	143	143	143	143	143	143	143	143	138	137	143	143
40	189	179	188	189	190	189	193	192	143	142	162	139

EK 1. (devam)

41	175	161	166	165	165	163	169	167	123	121	161	129
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	165	152	154	151	152	151	154	153	103	83	158	129
44	196	236	236	236	236	236	236	236	126	124	165	192
45	155	135	143	144	150	152	153	132	100	139	163	132
46	159	157	163	167	171	173	176	175	56	77	139	117
47	135	153	153	153	153	153	153	153	107	54	137	129
48	134	209	212	228	232	228	231	201	103	104	170	161
49	141	153	147	142	188	195	192	107	60	89	134	111
50	150	243	243	265	275	265	272	227	210	166	192	178
51	161	152	153	136	187	188	187	95	99	98	165	166
52	108	109	108	107	60	57	59	58	57	58	0	0
53	271	271	271	271	271	271	271	271	271	244	244	244
54	78	124	160	170	197	202	202	193	193	196	148	126
55	61	52	54	178	131	132	134	133	114	122	117	111
56	119	106	88	82	69	63	64	66	55	103	113	106
57	87	79	75	73	71	69	70	68	69	62	65	104
58	51	91	115	111	117	119	114	92	100	72	74	79
59	165	178	281	281	257	251	253	268	213	256	278	283
60	39	46	65	67	89	1	113	114	98	79	65	50
61	46	47	48	48	72	53	56	55	54	55	47	49
62	232	233	234	234	231	236	237	237	228	198	215	236
63	72	100	112	115	144	152	162	155	123	98	90	99
64	136	148	149	164	176	182	190	195	174	147	163	145
65	10	28	33	70	84	86	85	85	68	63	89	76
66	219	229	230	229	228	228	230	230	230	230	230	230

EK 1. (devam)

67	170	174	176	178	178	178	178	178	178	177	177	177
68	109	161	162	161	159	163	165	164	166	182	132	135
69	118	114	116	114	55	51	52	52	78	108	124	126
70	135	107	115	116	122	126	113	75	123	106	117	75
71	44	45	47	48	50	52	54	53	77	55	40	41
72	117	120	122	160	186	187	205	203	180	0	0	0
73	76	77	78	58	88	87	90	44	33	52	72	83
74	32	24	22	23	26	24	28	23	33	48	57	59
75	76	54	58	36	40	38	40	38	51	77	95	105
76	128	133	145	159	174	182	179	128	112	128	114	90
77	153	154	157	227	238	239	238	186	134	136	159	158
78	104	80	161	192	222	226	228	185	58	82	72	116
79	101	102	104	157	170	172	173	152	93	117	129	107
80	49	50	47	48	53	54	55	54	67	68	80	80
81	16	18	10	11	13	13	15	15	21	22	61	62
82	156	157	160	153	154	155	156	142	155	181	185	182
83	116	146	173	190	203	188	213	200	121	127	0	0
84	174	182	178	174	188	182	179	139	122	160	177	198
85	228	230	230	233	231	232	233	183	175	213	232	232
86	0	0	0	0	0	140	140	140	140	0	0	0
87	204	207	224	230	239	240	235	227	169	120	0	170
88	148	156	172	176	195	195	192	156	104	105	177	118
89	93	127	129	162	161	170	180	145	145	103	131	130
90	115	116	116	113	115	110	108	109	112	115	128	114
91	90	92	111	162	234	274	188	190	179	177	130	130

EK 1. (devam)

92	110	112	114	117	119	120	244	248	143	77	65	67
93	42	44	47	53	32	33	24	15	30	68	95	95
94	162	158	144	122	102	99	89	73	103	119	124	161
95	171	171	171	171	171	171	171	171	171	155	170	170
96	165	167	191	198	198	198	198	198	173	155	148	143
97	201	202	226	228	239	239	239	239	203	77	187	178
98	172	170	203	204	206	208	208	205	175	213	213	214
99	100	99	105	107	96	100	99	79	90	59	103	105
100	151	150	154	155	152	155	154	133	140	145	150	166
101	117	142	147	141	140	146	143	124	122	136	58	141
102	112	118	124	125	127	128	126	116	104	102	110	101
103	115	122	124	124	125	128	127	117	119	127	131	124
104	122	127	129	130	132	132	131	123	119	125	135	129
105	138	138	146	148	151	151	151	145	131	132	132	133
106	84	63	139	140	133	140	141	113	50	45	40	60
107	106	109	117	118	107	114	115	104	104	112	124	113
108	116	116	132	132	140	142	142	133	110	121	129	133
109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	53	54	78	78	78	76	81	78	54	50	53	52
111	125	126	125	126	128	125	124	123	116	126	130	129
112	95	84	77	74	78	76	73	72	77	86	117	109
113	99	100	94	86	85	82	65	64	68	79	104	113
114	142	121	105	106	74	62	51	52	68	99	150	165
115	137	128	126	132	137	137	136	135	91	96	133	141
116	219	218	216	223	235	239	239	236	154	184	221	229

EK 2. Tabansuyu gözlem kuyularından alınan su örneklerinin analiz sonuçları (2016-2017)

Kuyu no	pH	Elektriksel İletkenlik (µS/m) (25°C)	Sodyum (meq/L)	Potasyum (meq/L)	Kalsiyum (meq/L)	Magnezyum (meq/L)	Karbonat (meq/L)	Klorür (meq/L)	Bikarbonat (meq/L)	Sülfat (meq/L)	% Na	SAR	Bor (mg/L)	Suyun sınıfı
1	7,9	457	15,8	0,25	0,07	45,55	0	50,41	11,11	1,28	25,6	3,31	12,1	T4-A2
2	8	598	31,71	0,6	0,25	44,23	0	47,44	23,94	2,4	41,2	6,72	12	T4-A2
3	7,5	86	0,86	0,12	1,29	9,24	0	10,58	0,59	0,18	7,47	0,3	0,6	T3 A1
4	7,7	175,4	2,83	0,89	1,89	14,04	0	16,5	1,27	3,53	14	1	0,9	T3 A1
5	7,7	171,4	3,26	0,1	2,37	13,91	0	17,99	1,12	2,45	16	1,14	0,4	T3 A1
6	7,9	182,7	0,85	0,04	0,53	10,62	0	19,29	2,27	1,2	7,06	0,36	0,7	T3 A1
7	8,2	293	13,65	0,06	1,44	19,59	0	18,93	7,76	6,99	39,2	4,21	1,9	T4 A2
8	7,8	226	9,11	0,14	2,54	16,38	0	18,46	4,9	3,17	32,3	2,9	1,7	T4 A1
9	7,9	44,1	1,33	0,08	2,25	1,72	0	3,58	0,68	0,6	24,7	0,9	0,4	T2 A1
10	7,4	208,2	7,01	0,3	4,39	12,26	0	17,05	3,5	3,74	29,2	2,43	1	T3 A1
11	7,4	108,2	3,14	0,06	3,7	6,85	0	10,46	1,07	1,13	22,8	1,37	0,6	T3 A1
12	7,8	71,9	1,90	0,05	3,59	3,29	0	6,97	0,64	0,63	21,52	1,02	0,40	T2 A1
13	7,8	231,0	16,94	0,07	1,51	12,07	0	16,28	7,28	3,42	55,38	6,50	3,90	T4 A2
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	8,05	49,0	1,28	0,08	2,54	2,08	0	4,03	0,67	0,61	21,40	0,84	0,40	T2 A1
16	7,89	249,0	16,16	0,02	1,33	15,35	0	19,58	6,62	2,94	49,18	5,60	3,20	T4 A2
17	7,49	84,1	1,74	0,05	4,18	4,52	0	8,37	0,82	0,78	16,59	0,83	0,40	T3 A1
18	7,58	201,9	3,24	0,03	1,75	19,97	0	20,63	3,49	1,91	12,97	0,98	1,70	T3 A1
19	7,67	228,0	7,08	0,04	3,12	21,02	0	20,37	4,52	3,16	22,65	2,04	1,80	T4 A1

EK 2. (devam)

20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	8,19	306,0	40,51	0,03	3,26	23,73	0	21,47	6,98	6,56	59,99	11,03	2,00	T4 A3
22	7,56	120,8	2,29	0,03	4,34	7,85	0	9,63	1,78	1,96	15,78	0,93	0,50	T3 A1
23	7,93	227,0	15,19	0,32	2,33	12,80	0	21,46	2,15	3,27	49,58	5,52	2,00	T4 A2
24	7,54	300,0	9,73	0,05	3,31	22,59	0	16,23	14,20	2,82	27,27	2,70	0,80	T4 A1
25	7,92	169,1	4,18	0,03	3,61	12,93	0	10,00	6,08	2,70	20,14	1,45	0,50	T3 A1
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	7,32	103,2	2,78	0,03	4,20	4,51	0	8,85	1,35	1,03	24,13	1,33	0,60	T3 A1
28	7,70	289,0	13,65	0,41	6,15	19,32	0	16,06	11,60	0,90	34,53	3,83	2,20	T4 A2
29	7,50	425,0	13,88	0,24	8,45	24,51	0	15,10	20,84	6,32	29,48	3,42	2,70	T4 A2
30	7,42	81,8	3,30	0,12	6,17	8,64	0	7,09	0,94	0,66	18,10	1,21	0,50	T3 A1
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7,86	256,0	22,15	0,02	0,34	7,40	0	19,43	1,98	40,39	74,06	11,26	2,40	T4 A3
34	7,64	284,0	7,12	0,12	0,25	26,86	0	29,29	2,73	0,93	20,73	1,93	1,80	T4 A1
35	7,69	227,0	14,15	0,05	1,71	12,94	0	16,22	2,77	40,95	49,05	5,23	1,00	T4 A2
36	7,80	336,0	18,23	0,39	0,80	21,16	0	36,00	2,27	31,66	44,92	5,60	2,80	T4 A2
37	8,28	223,0	10,92	0,01	1,93	19,61	0,28	19,89	4,69	32,32	33,63	3,33	1,70	T3 A1
38	8,26	188,3	6,73	0,01	0,11	17,23	0,74	17,27	2,62	11,28	27,95	2,29	1,10	T3 A1
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	7,81	114,0	2,26	0,01	3,25	6,62	0	9,73	1,33	7,32	18,62	1,02	0,50	T3 A1

EK 2. (devam)

41	7,81	443,0	32,94	0,02	1,79	15,71	0	18,19	11,13	45,05	65,28	1,14	2,40	T4 A3
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7,46	328,0	22,92	0,02	2,93	15,98	0	16,97	7,21	0,45	54,77	7,45	1,50	T4 A3
44	7,71	1174,0	45,27	0,23	3,35	100,79	0	20,31	7,18	137,15	65,28	11,14	2,4	T4 A3
45	7,49	105,8	5,70	0,05	1,60	11,95	0	10,36	1,30	4,38	29,53	2,19	0,50	T3 A1
46	7,71	332,0	19,49	0,03	5,01	15,90	0	16,38	7,02	47,84	48,21	6,03	1,10	T4 A2
47	8,12	326,0	30,85	0,01	0,74	6,99	0	24,08	2,84	42,17	48,08	75,94	15,69	T3 A4
48	7,77	182,5	11,15	0,05	2,04	9,95	0	15,17	3,47	9,77	48,08	4,55	0,40	T3 A2
49	7,52	123,3	2,59	0,07	4,37	5,75	0	10,46	2,36	8,57	20,27	1,15	0,60	T3 A1
50	7,70	68,8	2,47	0,06	2,52	4,59	0	6,00	2,38	1,94	25,62	1,31	0,40	T2 A1
51	7,71	474,0	17,75	0,06	6,26	23,54	0	12,23	14,03	52,61	37,28	4,60	1,00	T4 A2
52	7,64	130,4	2,58	0,01	2,91	6,89	0	12,33	1,60	13,79	20,82	1,17	0,50	T3 A1
53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	7,74	150,2	3,67	0,13	3,44	9,81	0	14,29	2,02	10,07	21,52	1,43	0,40	T3 A1
55	7,60	164,1	4,79	0,24	3,40	8,43	0	13,02	2,99	12,24	28,41	1,97	0,30	T3 A1
56	8,00	677,0	64,70	0,21	3,43	8,59	0	16,85	1,17	145,07	84,10	26,39	1,80	T4 A4
57	7,83	57,1	1,64	0,21	2,14	2,36	0	3,99	3,10	5,21	25,83	1,09	0,50	T2 A1
58	7,55	146,7	2,63	2,61	0,25	12,03	0	11,60	1,44	7,81	15,01	1,06	0,40	T3 A1
59	8,06	133,0	5,51	0,03	3,07	7,89	0	15,88	3,15	0,41	33,39	2,35	0,50	T3 A1
60	8,01	123,2	3,46	0,37	3,34	7,34	0	10,64	1,46	1,29	23,85	1,50	0,50	T3 A1
61	7,95	95,6	1,95	0,05	2,53	6,12	0	9,22	1,05	0,70	18,31	0,94	0,50	T3 A1

EK 2. (devam)

62	7,80	48,0	1,99	0,14	1,37	2,10	0	5,07	0,11	0,09	35,54	1,51	0,10	T2 A1
63	8,06	81,4	1,20	0,04	3,69	4,54	0	7,62	0,74	0,55	12,67	0,59	0,10	T3 A1
64	7,84	76,1	2,18	0,26	1,27	5,42	0	6,52	2,59	2,44	23,88	1,19	0,40	T3 A1
65	7,57	409,0	9,93	6,36	2,18	40,37	0	29,67	5,56	55,62	16,88	2,15	1,00	T4 A1
66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	7,55	66,4	1,27	0,45	1,87	6,35	0	6,63	1,59	1,50	12,78	0,63	0,20	T2 A1
68	8,01	54,9	0,72	0,04	2,17	4,57	0	5,28	1,49	1,16	9,60	0,39	0,20	T2 A1
69	7,89	77,6	0,60	0,05	3,13	5,70	0	7,54	2,13	2,79	6,33	0,29	0,10	T3 A1
70	7,58	91,6	1,90	0,01	3,49	5,31	0	9,10	0,59	0,60	17,74	0,91	0,30	T3 A1
71	7,54	67,3	0,77	0,03	1,17	5,28	0	6,60	1,74	1,71	10,62	0,43	0,20	T2 A1
72	8,10	74,7	1,08	0,01	3,61	4,08	0	6,63	0,66	0,44	12,30	0,55	0,00	T2 A1
73	7,73	117,9	2,84	1,01	3,36	6,69	0	10,84	1,56	0,30	20,43	1,27	0,00	T3 A1
74	8,25	98,1	1,34	0,08	3,85	5,64	0	8,40	1,39	0,87	12,28	0,62	0,00	T3 A1
75	7,57	97,1	1,06	0,03	3,60	5,89	0	9,72	0,99	0,40	10,02	0,49	0,30	T3 A1
76	7,84	80,2	1,82	0,04	4,14	3,46	0	7,02	0,99	0,31	19,24	0,93	0,50	T3 A1
77	7,74	63,7	1,41	0,04	2,67	3,28	0	5,08	0,59	0,63	19,05	0,82	0,40	T2 A1
78	8,20	115,2	1,37	0,04	2,76	3,56	0	11,64	0,60	0,70	17,72	0,77	0,80	T3 A1
79	7,64	116,7	2,50	0,02	1,72	9,55	0	10,66	0,77	0,81	18,13	1,05	0,80	T3 A1
80	7,49	141,6	3,72	0,05	3,09	7,30	0	15,63	1,13	0,94	26,27	1,63	0,40	T3 A1
81	7,42	222	0,87	0,39	3,80	9,68	0	11,26	0,63	0,40	5,90	0,34	0,30	T3 A1
82	7,38	177,5	3,58	0,02	4,28	13,25	0	13,52	6,04	0,86	16,94	1,21	0,20	T 3 A1

EK 2. (devam)

83	7,79	104,5	3,68	0,03	4,54	10,88	0	10,00	4,84	0,47	19,24	1,33	0,70	T3 A1
84	7,75	176,3	5,56	0,16	5,22	9,09	0	13,09	5,10	1,23	27,76	2,08	0,70	T3 A1
85	7,77	384,0	14,51	0,18	9,38	21,05	0	12,01	13,99	0,38	32,16	3,72	0,70	T4 A2
86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87	8,20	132,9	1,79	0,05	3,33	4,47	0	6,96	3,69	0,81	18,57	0,91	0,40	T3 A1
88	7,77	263,0	8,22	0,04	5,31	18,84	0	22,56	4,16	4,70	25,36	2,37	0,80	T4 A1
89	7,93	253,0	11,72	0,00	1,56	18,14	0	21,52	4,02	3,72	37,30	3,73	2,00	T4 A2
90	7,80	92,1	1,74	0,02	3,31	5,37	0	7,43	0,79	1,88	16,67	0,84	0,20	T3 A1
91	7,91	86,6	1,78	0,03	5,17	4,31	0	7,91	0,80	0,70	15,77	0,82	0,40	T3 A1
92	8,14	80,3	1,12	0,03	6,22	2,29	0	7,69	0,68	0,42	11,59	0,54	0,30	T3 A1
93	8,12	70,8	0,77	0,01	5,52	2,41	0	7,03	0,45	0,19	8,84	0,39	0,20	T2 A1
94	8,16	186,7	3,65	0,01	2,66	13,82	0	17,82	2,75	1,03	18,12	1,27	0,20	T3 A1
95	8,23	63,4	1,52	0,06	3,07	2,95	0	9,32	0,67	0,57	20,0	0,88	0,30	T2 A1
96	7,43	171,3	3,50	0,19	7,38	8,38	0	16,00	2,27	5,27	17,99	1,25	0,60	T3 A1
97	7,78	78,3	1,65	0,08	4,06	3,59	0	7,10	2,22	0,33	17,59	0,84	0,40	T3 A1
98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	7,51	263,0	10,15	0,17	5,49	15,43	0	23,70	2,79	13,38	32,49	3,14	1,20	T4 A1
100	8,24	115,7	2,58	0,02	5,05	5,84	0,87	9,92	1,65	4,96	19,13	1,11	0,30	T3 A1
101	8,39	120,0	3,21	0,02	4,01	8,46	1,05	9,93	1,97	7,44	20,45	1,29	0,60	T3 A1
102	8,18	108,3	5,09	0,03	2,91	5,18	0	9,08	2,02	4,06	38,53	2,53	0,60	T3 A1
103	7,50	136,2	4,67	0,09	4,20	6,03	0	7,05	3,70	8,72	31,13	2,06	0,40	T3 A1

EK 2. (devam)

104	8,04	83,5	2,08	0,07	3,59	3,58	0	5,69	4,40	6,37	22,32	1,10	0,20	T3 A1
105	7,83	111,8	3,55	0,08	4,21	5,20	0	7,75	2,35	6,28	27,22	1,64	0,50	T3 A1
106	8,37	79,7	1,59	0,04	3,40	4,01	1,40	5,86	2,47	3,30	17,59	0,83	0,40	T3 A1
107	8,45	55,7	1,40	0,04	2,76	2,63	0,55	4,04	2,10	2,32	20,50	0,85	0,10	T2 A1
108	8,03	209,6	9,08	0,09	5,08	9,24	0	12,80	6,24	46,22	38,65	3,39	0,50	T3 A1
109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	7,56	78,8	2,14	0,44	3,03	3,67	0	6,32	2,65	4,39	23,06	1,17	0,40	T3 A1
111	7,70	136,3	2,16	0,01	2,09	13,07	0	11,94	1,50	11,97	12,46	0,7	0,80	T3 A1
112	7,80	159,7	2,30	0,01	1,13	17,93	0	14,48	1,66	15,08	10,76	0,75	0,70	T3 A1
113	7,86	227,0	3,69	0,004	0,28	24,56	0	21,16	2,74	21,97	12,93	1,05	0,40	T4 A1
114	7,60	147,4	1,43	0,02	2,94	15,45	0	14,73	1,60	10,88	7,21	0,47	0,30	T3 A1
115	7,85	181,2	2,11	0,01	2,54	16,33	0	13,25	6,14	6,45	10,05	0,69	0,40	T3 A1
116	7,85	69,7	1,05	0,10	1,36	6,16	0	7,39	1,42	0,93	12,11	0,54	0,40	T2 A1

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Erzincan'da doğdu. İlk, ortaokul ve lise öğrenimini Erzincan'da tamamladı. 2015 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama lisans eğitimini tamamladı. 2016 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü lisansüstü eğitimine başladı.

