

BAFRA OVASI SAĞ SAHİL SULAMA
ALANININ TABAN SUYU DERİNLİK
VE TUZLULUK HARİTALARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA
HAZIRLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

HAKAN ARSLAN
YÜKSEKLİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANABİLİMDALI

T.C.

ONDOKUZMAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAFRA OVASI SAĞ SAHİL SULAMA ALANININ TABAN SUYU DERİNLİK
VE
TUZLULUK HARİTALARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA HAZIRLANMASI VE
DEĞERLENDİRİLMESİ

HAKAN ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Yusuf DEMİR

2005

T.C.

ONDOKUZMAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 22.06.2005 tarihinde yapılan sınav ile Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı' nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR

Başkan

Prof. Dr. Yusuf DEMİR (Danışman)

Üye

Yrd. Doç. Dr. Tekin KARA

Üye

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../2005

Prof. Dr. A. Nur ONAR

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada Bafra Ovası sağ sahil sulama alanında 62 adet taban suyu gözlem kuyusu açılmış ve bunlardan Eylül 2003-Ağustos 2004 tarihleri arasında tabansuyu seviyesi ve tuzluluğun belirlenmesi amacıyla elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Yapılan bu ölçümler ile elde edilen veriler sayesinde taban suyunun konumunu ve dağılımını belirleyebilmek için bilgisayar ortamında Arcview 8 programı kullanılarak taban suyu haritaları oluşturulmuştur. Taban suyu seviyesinin yılın değişik dönemlerinde gözlem alanının büyük bir bölümünde 0-100 cm arasında olduğu belirlenmiştir. Gözlem alanında Kasım-Mayıs döneminde yağışın taban suyu üzerine çok büyük etkisinin olduğu, Haziran-Ekim ayları arasındaki dönemde ise taban suyu seviyesinde düşme olduğu görülmüştür. Ancak taban suyu düzeyinin en düşük olduğu dönem olan Temmuz ayında 2 000 ha alanda taban suyu derinliği 0-100 cm arasında olduğu bulunmuştur. Bu ise çalışma sahasının yaklaşık % 25'ini oluşturmaktadır. Hazırlanmış olan taban suyu eş tuzluluk haritaları sonucuna göre, sulamanın en yoğun olduğu ay olan Temmuz ayında araştırma sahasının % 40 ında taban suyunun elektriksel iletkenlik değerinin 4 dS/m den büyük olduğu belirlenmiştir. Bulunan sonuçlar ovanın büyük bir tuzluluk problemi ile karşı karşıya olduğunu ortaya koymaktadır.

ABSTRACT

In this study, 62 different wells installed for observing ground water level and electrical conductivity. Both parameters were measured during the September 2003- August 2004 period in right hand side irrigation area of Bafra Plain. Based on the measurement, the ground water maps that reflects the position and dispersion of ground water were designed by means of Arcview 8 package program. In most of the investigated area, the level of ground water levels varied from 0 to 100 cm associated with observation period. It was fixed that precipitious in October – May affected affected the level of ground water, while the reduction was occurred in June – October In 25 percent of the investigated area, the level of ground water was 0-100 cm in July. Based on the salinity maps it was determined that, the electrical conductivity of ground water was 4 dS/m in 40 % of the investigated area in July in which irrigation reached the peak. In conclusion, Bafra Plain faced with serious salinity problem.

ŞEKKÜR

Bu çalışmamın hazırlanmasında yardım ve desteğini esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf DEMİR, Yrd. Doç. Dr. Tekin KARA, Dr. Bilal CEMEK ve bütün Tarımsal yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerine,

Ayrıca çalışmalarımın her safhasında beni destekleyen DSİ VII. Bölge Müdürü Sayın Halit UZUNKAYA, Bölge Müdür yardımcısı Sayın Mustafa BAHADIR, DSİ Bafra Ovası Sulama Proje Müdürü Hayrettin MUMCU, Proje Başmühendisi Gökhan HACIÖMEROĞLU ve Proje Müdürlüğünün tüm elemanlarına,

Tüm çalışmalarımda sürekli olarak yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen büyüğüm İnşaat Mühendisi Sayın Tahsin ASAN'a,

Ayrıca araştırmanın özellikle tabansuyu düzeyi ve tuzluluk durumunun değerlendirilmesi ve haritalandırılması aşamasında yardımcı olan Ziraat Yük. Müh. Mustafa GÜLER'e,

Çalışmalarım süresince desteğini ve teşviklerini esirgemeyen sevgili eşime de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
GİRİŞ	1
KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
MATERYAL ve METOT	23
3. 1. Materyal.....	23
3. 1. 1. Araştırma Alanının Belirlenmesi.....	23
3. 1. 2. Araştırma Alanı Hakkında Genel Bilgiler.....	24
3. 1. 2. 1. Coğrafi Konum	24
3. 1. 2. 2. Jeolojik Durum	26
3. 1. 2. 3. İklim Özellikleri.....	26
3. 1. 3. Toprak ve Su Kaynakları.....	28
3. 1. 3. 1. Toprak Özellikleri.....	28
3. 1. 3. 2. Su Kaynakları.....	28
3. 1. 4. Sulama Tesisleri.....	29
3. 1. 5. Drenaj Tesisleri.....	30
3. 1. 6. Sosyal ve Tarımsal Yapı.....	31
3. 2. Yöntem.....	33
3. 2. 1. Arazi Çalışması ve Uygulanan Yöntemler.....	33
3. 2. 1. 1. Taban Suyu Gözlem Kuyularının Açılması.....	33
3. 2. 1. 2. Su Örneklerinin Alınması.....	35
3. 2. 1. 3. Taban Suyu Seviyesinin Ölçülmesi.....	37
3. 3. Büro Çalışması.....	38
3. 3. 1. Taban Suyu Haritalarının Çizimi.....	38

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	41
4. 1. Arazi Gözlemlerinin Değerlendirilmesi.....	41
4. 2. Taban Suyu Düzey Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	43
4. 3. Taban Suyu Elektriksel İletkenlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi	57
4.4. Tabansuyu Derinliği ve Tabansuyu Tuzluluğunun Birlikte Sorun ..	67
Olduğu Alanlar	
5. SONUÇLAR.....	69
KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

3. 1. Araştırma Alanının Türkiye’deki ve Bölgedeki Yeri ve Konumu.....	24
3. 2. Araştırma Sahasının Durum Planı ve Gözlem Kuyularının Dağılımını.....	25
3. 3. Taban Suyu Gözlem Kuyusunda Kullanılan PVC Boru.....	33
3. 4. Gözlem Kuyusu Açılmasında Kullanılan Burgu Seti.....	34
3. 5. Gözlem Kuyularından Su Numunesi Almak İçin Kullanılan Alet.....	35
3. 6. Elektriksel İletkenlik Ölçer.....	36
3. 7. Tabansuyu Gözlem Kuyusunda Ölçüm Parametreleri.....	37
3. 8. Elektronik Taban Suyu Düzey Ölçeri.....	38
4. 1. Bafra Ovası Sağ Sahil Sulaması Boytar Ana Drenaj Kanalı.....	42
4. 2. Taban Suyu Gözlem Kuyusu Ölçümü.....	44
4. 3. Eylül ve Ekim Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları.....	46
4. 4. Kasım ve Aralık Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları.....	47
4. 5. Ocak ve Şubat Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları.....	48
4. 6. Araştırma Sahasında Drenaj Eksikliği Sonucu Su Altında Kalan Ürünler	49
4. 7. Mart ve Nisan Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları.....	50
4. 8. Mayıs ve Haziran Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları.....	50
4. 9. Temmuz ve Ağustos Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları.....	51
4. 10. Taban Suyu En Yüksek Eş Derinlik – Taban Suyu En Düşük Eş Derinlik Haritaları	51
4. 11. Kasım – Mayıs Dönemi Taban Suyu – Yağış İlişkisi	55
4. 12. Haziran – Ekim Dönemi Taban Suyu – Yağış İlişkisi.....	56
4. 13. Eylül ve Ekim Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları.....	59
4. 14. Kasım ve Aralık Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları.....	60
4. 15. Ocak ve Şubat Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları.....	60
4. 16. Mart ve Nisan Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları.....	62
4. 17. Mayıs ve Haziran Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları.....	62
4. 18. Temmuz ve Ağustos Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları.....	63
4. 19. Kasım – Mayıs Dönemi Taban Suyu Tuzluluğu– Yağış İlişkisi.....	65
4. 20. Haziran - Ekim Dönemi Taban Suyu Tuzluluğu– Yağış İlişkisi.....	66

4. 21. Temmuz 2004 Tabansuyu Derinlik ve Tuzluluğunun Birlikte	
Sorun Olduğu Alanlar	68
4. 22. Ağustos 2004 Tabansuyu Derinlik ve Tuzluluğunun Birlikte	
Sorun Olduğu Alanlar.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ**ÇİZELGE**

2. 1. Tabansuyu Seviyelerin Yıllık Değişimlere Göre Sınıflandırılması.....	10
2. 2. Sulama sularının Elektriksel İletkenlik ve SAR Değerine Göre Sınıflandırılması	12
3. 1. Araştırma Alanına İlişkin Bazı Meteorolojik Veriler.....	27
3. 2. Kızılırmak Nehrinden Derbent Barajı Yapılmadan Önceki Döneme Ait (1957-1973 yılları arası) Debi Ölçümleri.....	28
3. 3. Araştırma Alanında Bulunan Yerleşim Birimlerinin 2000 Yılı Nüfusları ve Bafra Şehir Merkezine Uzaklıkları.....	31
3. 4. Projeli, Projesiz ve 2004 yılı Ekimi Yapılan Bitkilerin Ekim Oranları.....	32

1.GİRİŞ

Türkiye, tarım dalında çalışan nüfus bakımından dünya ülkeleri arasında ön sıralarda yer almasına rağmen sulama, gübreleme, mücadele uygulamalarının bilinçsiz bir şekilde yapılması ve tarım alanlarındaki drenaj yetersizliği nedeniyle birim alandan elde edilen ürün miktarı arzulanan düzeyde değildir.

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için bir takım gereksinimlerinin karşılanması zorunludur. Bu gereksinimlerin karşılanmasında yararlanılan doğal kaynakların en önemli ikisi toprak ve sudur. Toprak ve su canlılar için besin kaynağı oluşturmasının yanı sıra onlara yaşama ve çoğalma için de uygun bir ortam teşkil eder.

Dünya ülkeleri, artan nüfuslarının beslenme gereksinimlerini karşılayabilmeleri için tarımsal üretimlerini artırmaları gerekmektedir. Tarımsal üretiminin artırılmasında tarım alanlarının genişletilmesi ve birim alandan alınan verimin artırılması olmak üzere iki seçenek bulunmaktadır. Tarım alanlarının genişletilmesi seçeneğinde gerek dünya ve gerekse ülkemizde artık son aşamaya gelmiş bulunmaktadır. Üzerinde durulması gereken ikinci seçenek olan birim alandan alınan verimin artırılmasıdır. Bu da hibrit tohumluk kullanımı, gübreleme, sulama ve mekanizasyon, mücadele işlemlerinin bilinçli bir şekilde uygulanmasıyla mümkündür.

Su, tarımsal üretim artışında en etkili bileşenlerden birisidir. Bu girdinin verimli olabilmesi ihtiyaç oranında kullanılmasıyla mümkündür. Bu nedenle suyun kontrolünün sağlanması sulama tesislerinin iyi işletilmesi, genel sulama planlamalarının mutlaka yapılması ve planlı su dağıtımını diğer bir anlatımla su yönetiminin çok iyi uygulaması gerekmektedir.

Kuru tarımdan sulu tarıma geçişlerde ilk birkaç yıl içerisinde önemli derecede ürün artışı gözlemlenmekte ve bu sonuç da fazla su ile fazla verim sağlanacağı düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Fakat gerçekte aşırı ve dengesiz sulama suyu kullanımı, toprakta taban suyu yüksekliğinin artışına buna bağlı olarak tuzluluk ile drenaj sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu olumsuz etkiye bağlı olarak toprağın verimliliği azalmakta, bazı sulama alanlarında tuzlulaşma ve sodyumlulaşma artmakta ve çoraklaşmadan dolayı tarım arazileri tarımsal amaçlı kullanılamaz duruma gelmektedir. Taban suyu düzeyinin yüksekliği ve tuzluluk nedeniyle, sulama alanlarının niteliğinin bozulması sulamanın sürdürülebilirliğini önemli ölçüde etkilemekte, yüksek düzeyde mali kayıplara yol açmaktadır.

Arazi drenajı veya sulama ile drenajın birlikteliği sürdürülebilir tarımın sağlanmasında önemli faktörler arasındadır. Taban suyu seviyesinin yönetimi ve işletilmesi drenaj ve sulama sistemlerinin etkinliğinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır. Bir arazinin fazla sudan dolayı tehlikeye düşmesi veya zarara uğraması hakkında karar vermekte kullanılan kriterler; arazi veya sahanın pozisyonu, iklim, kullanılma şekli, taban suyu derinliği, toprak profil yapısı ve permeabilitesi gibi özellikleridir. Bu bölgesel kriterler arazide drenaj uygulamasının gerekliliği ve en uygun drenaj yönteminin hangisi olduğu konusunda bilgi verir (Çizikçi ve Erözel, 2003).

Devlet Su İşleri (DSİ)'ce işletmeye açılan sulama alanlarında, sulanamayan alanların %5'inde taban suyu yüksekliği ve tuzluluktan dolayı sulama yapılamadığı tespit edilmiştir (Aytaç, 2003). Toprak ve su kaynaklarından etkin bir şekilde yararlanılabilmesi için bitki-toprak ve su arasında uygun bir dengenin sağlanması gerekir. Toprakta bitki gereksinimini karşılayacak oranda nem bulunmadığı dönemlerde sulama ne denli gerekli ve yararlı ise, gereğinden fazla suyun oluşturduğu havasız durumlarda da drenaj o denli önemlidir. Bu nedenle sulamaya açılan alanlarda taban suyu düzeyi ve niteliğinin sürekli izlenmesine, projelerde öngörülen taban suyu derinliğinin denetim altında tutulmasına özen gösterilmelidir.

Türkiye, kişi başı su potansiyeli kriterine göre, su zengini bir ülke değildir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde, su kaynaklarının mevcut hali ile korunması durumunda bile, 25 yıl içerisinde su kaynaklarında ciddi boyutlarda sorunlar yaşanacağı, uzmanlar tarafından ifade edilmektedir. Halen ülkemizde su kaynakları rasyonel kullanılamamaktadır. Bunun başlıca nedenleri arasında topografyadaki düzensizliklerin kaynak kontrolünü engellemesi, yağışların ve su kaynaklarının bölgelere göre dengesiz dağılımı, su kaynaklarının bütüncül-havza bazında yaklaşımlarla uzun vadeli planlamalar yerine, bölgesel bazda ve kısa vadeli projelerle kullanıma açılması gösterilebilir (Aytaç, 2003).

DSİ sulama şebekelerinin %94'ü halen açık kanal sistemiyle çalışmaktadır. Geriye kalan kısım, basınçlı (borulu) sulama sistemlerinden oluşmaktadır. Su kaynaklarının etkin kullanılmasında su tasarrufu sağlayan yeni sulama teknolojilerinin kullanılması artık zorunluluk haline gelmiştir. Mevcut su ve toprak kaynaklarına göre, teknik olarak sulanabilir alanların açık kanal sulama yöntemleriyle artırılması söz konusu değildir (Çetin, 2003).

Drenaj sorunları; yüzey ve toprakaltı drenaj sorunları olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Gerçekte ıslak alanlarda bu iki grup soruna birlikte de rastlanabilmektedir. Bu tür arazilerde drenaj projelmesi hem yüzey, hem de yüzeyaltı drenaj sorununun karşılıklı ilişkileri göz önünde bulundurularak yapılmaktadır (Gemalmaz, 1993).

Drenaj sorunları açık (yüzey) veya kapalı (borulu, toprak altı) sistemlerle giderilmeye çalışılmaktadır. Sorunun kaynağının belirlenebilmesi için istenmeyen zamanlarda, istenmeyen yerlerde bulunan suyun kaynağının saptanması gereklidir. (Anonymous, 1983).

Açık drenaj tesislerinin yapımında öncelikle gerek yukarı havza, gerekse taban arazide doğal su yollarının iyileştirilmesi yolu ile (yataklarına düzgün, geometrik kesilerek) yeterli duruma getirilebilme olanakları araştırılmalıdır. Havzada birinci derecedeki doğal su yollarının yataklarına düzgün geometrik kesit verildikten sonra varsa ikinci derecede su yollarının geliştirilmesi ele alınmalıdır. Gerekliyorsa yardımcı, destekleyici ana kaynağın yükünü azaltıcı kanallar planlanır. Yüksek yoğunluklu, kısa süreli sağnak yağışlar nedeniyle yukarı havzada toplanan suyun taban arazide fiziksel zarara yol açacak şekilde seyri ve toprak yüzeyinde uzun süreli beklemesinden oluşan yüzey drenaj sorunlarının giderilebilmesi için kesinlikle açık sistem planlanmalıdır.

Kapalı drenaj sistemlerine ise özellikle sulama uygulamaları sonucunda ortaya çıkan drenaj sorunlarının çözümünde başvurulmaktadır. Arazide drenaj sorununun nedeni sulamada randıman düşüklüğü ise, kapalı drenaj sistemi bir alternatif olarak ele alınabilir. Drenaj sorunun kaynağı olan suyun toprak yüzeyinde görülmeyip, profil de yerleşmiş olması durumunda kapalı drenaj ya da derin drenaj gerekli olmaktadır.

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

Ülkemizde 2002 yılı sonu itibarı ile toplam 4.8 milyon hektar arazi sulamaya açılmıştır. Bu miktarın 2.7 milyon hektarı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 1.1 milyon hektarı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından işletmeye açılmıştır. Ayrıca 1 milyon hektarda halk sulaması yapılmaktadır. Bu durumda teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek 8.5 milyon hektar alanın %57 si sulamaya açılmış bulunmaktadır. Türkiye Geliştirilmiş Toprak Etütleri haritasına göre üzerinde tarım yapılabilen 27.7 milyon hektar arazinin 1.5 milyon hektarlık bölümünde çoraklık (Tuzluluk, sodyumluk veya tuzlu sodyumluluk) ve 2.8 milyon hektarlık bölümünde de drenaj sorunu bulunmaktadır. Sorunlu olan bu alanların iyileştirilmesine yönelik çalışmalar gün geçtikçe artan bir hızla sürdürülmektedir.

2002 yılı sonuçlarına göre DSI'ce taban suyu izleme çalışmasının yapıldığı 1 009 191 ha alanda sulamanın en yoğun olduğu ayda taban suyu sorunu olan alanlar 69 927 ha olup toplam alanın %7 si kadardır. Taban suyunun en yüksek olduğu duruma 0-1 m arasında olduğu alan 268 524 ha olup bu değer drenaj sorununun olduğu alanı vermektedir. Bu değere göre ülkemizde taban suyu problemi yaşayan alan yüzdesi gözlem yapılan alanın %27 sine karşılık gelmektedir. Taban suyu tuzluluğu yönünden sorun olan alan miktarı ise 32 956 ha olup toplam alanın %4'ü kadardır (Demir ve Antepli, 2003).

Sulama ve drenaj hangi iklim kuşağında olursa olsun üretimde devamlılığı sağlayan, diğer gelişim etmenlerinin değerlendirilmesine olanak veren temel Kültürteknik önlemlerdir. Bitki kök bölgesinde nem kontrolü, iyi planlanmış sulama ve drenaj sistemleri ile mümkün olmaktadır. Sulama ve drenaj ilişkileri çözümlenememiş alanlarda sulamalar sonrasında toprakta su-hava dengesinin hava aleyhine bozulması nedeniyle yüksek taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk sorunları ortaya çıkmakta, bunun sonucunda da bitkisel verim hızla azalmaktadır.

Kızılırmak, Zara'dan Bafra'ya kadar Anadolu'nun içinde geniş bir yay yaparak 8.5 milyon hektara yaklaşan havzasından topladığı suları Bafra Ovasını aştıktan sonra Karadeniz'e dökmektedir. Binlerce yıldan günümüze kadar havzanın acı ve tatlı suları, erozyonun neden olduğu depozitleri, selleri ile Kızılırmak, Bafra Ovasını oluşturmaya çalışmıştır.

Bafra Ovası yukarıda sözü edilen sorunların en yoğun biçimde görüldüğü ovalarımızdan birisidir. Sorunların çözümü için bir dizi önlemler alınmaya başlanmış ve halen bu çalışmalar sürdürülmektedir. Ovada dikkate alınan ve uygulanmaya çalışılan projeler yeterli araştırma verileri ve sonuçları ile desteklenmediği için bazı ana noktalar gözden kaçırılmaktadır. Ovada tabansuyu ve tuzluluk sorununu çözebilmek için bölgede taban suyu ve piyezometre gözlemlerinin yapılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu araştırma ile sulamaya kısmen açılmış olan ve çalışmaların devam etmekte olduğu Bafra Ovasının taban suyu ve tuzluluk problemlerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bunun için ovada gözlem kuyuları açılmış ve bunlardan elde edilen sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen veriler ile taban suyu problemi olan alanlar tespit edilerek bu problemi gidermek için bu alanlara ek drenaj tesislerinin yapılıp yapılmaması önerilecektir.

Ayrıca tuzlanmanın olduğu alanlar tespit edilerek bu sorun için uygun çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılacaktır. Toplanan bu veriler ve değerlendirme sonuçları ilgili kişi ve kuruluşların kullanımına sunulacaktır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Yağış veya sulamalar sonucu tarım alanlarının yüzeyinde toplanan veya kök bölgesinde oluşarak bitkiye zarar verebilecek fazla suların zamanında ve denetimli bir şekilde uzaklaştırılması işlemine drenaj adı verilmektedir. Diğer bir tanımla ise drenaj, taban suyunu bitki gelişimini engellemeyecek düzeye düşürmek ve kök bölgesinde tuz birikimini önlemek için yapılan çalışmalardır. Çağdaş sulu tarım uygulamalarında tarımsal drenaj, sulamanın ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Tarımsal drenajın amacı, toprak yüzeyinde veya bitki kök bölgesinde bulunan fazla suyun uzaklaştırılarak, bitkilere daha uygun bir gelişme ortamı sağlamaktır (Apan ve Kara, 1999; Oğuzer, 1990).

Sulama ve drenaj uygulamaları hangi iklim kuşağında olursa olsun üretimde sürekliliği sağlayan ve diğer faktörlerin değerlendirilmesine imkan tanıyan temel önlemlerdir. Nemli bölgelerde, bitki kök bölgesinde elverişli bir toprak-su-hava dengesini sağlamayı öngören drenaj uygulamalarının, sulama yapılan kurak ve yarı kurak alanlardaki amacı ise ayrıca toprakta uygun bir tuz dengesini sağlayarak tarım arazilerinin çoraklaşmasını önlemektir (Çiftçi ve ark. ,1995a).

Islak toprak, soğuk topraktır. Bunun nedeni suyun ısınması için, toprağa oranla daha fazla ısıya gereksinme göstermesidir. Fazla ıslak toprağın sürülmesi güçtür. Islak toprağın, doğal koşullar altında kurumaması beklendiği taktirde de ekim zamanı gecikmektedir. Bir tarlada lokal ıslak noktaların bulunması, bunun düzensiz bir şekilde işlenmesine neden olur. Yüksek taban suyu koşullarında gelişmekte olan bitkilerin kökleri yüzlek kalır. Yazın kurak zamanlarında, suyun birdenbire alçalması halinde, bu kökler kendilerini yeni duruma hemen uyduramazlar ve kuraklıktan zarar görürler (Akalan, 1977).

Derine sızma, sulama ve yağışın topraktaki nemi tarla kapasitesine getirmesinden hemen sonra başlar. Sızma işlemi ile kök bölgesindeki tuzlar yıkanarak taban suyuna tuz ilave olur. Taban suyunun yüksek olması, bu tuzların buharlaşma yolu ile arazi yüzeyine kadar yükselmesine neden olur. Bu nedenle, tuzların yıkanması ve tuzlanma arasında bir denge bulunmaktadır. Eğer arazide iyi bir drenaj sistemi yoksa, yağış veya sulamadan sonra tuzlanma ciddi bir sorun haline gelir. Şayet taban suyu yüksekse, yağıştan sonra derine sızma ile kök bölgesi tuzlarının yıkanması güçleşmektedir (Aker, 1993).

Taban suyu yükselmesine neden olan aşırı suyun kaynağını, nemli bölgelerde yağışlar oluşturduğu halde, yarı kurak ve kurak alanlarda yanlış sulamalar oluşturmaktadır. Sulanan alanlarda meydana gelen su iletim kayıpları, düşük randımanlı tarla içi uygulamaları ve yıkama gereksinimi bu kaynakların en önemlileridir (Demir, 1992).

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

Drenaj projelerinin hazırlanmasında su tablasının kesin olarak nerede ve ne zaman ortaya çıktığını saptamak için onun yıl boyunca ölçülmesi gerekecektir. Fakat taban suyu sisteminin değerlendirilmesinde sadece bu elemanın ölçümü yeterli olmayacaktır. Çünkü su tablasını, üzerinde etkin olan diğer etmenlerden ayrı olarak düşünmek doğru olmaz. Drenaj problemini etkili ve uygun bir şekilde çözmek için sorunun gerçek kaynağının ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu amaçla taban suyu sistemini besleyen ve boşaltan çeşitli faktörlerin saptanarak analiz edilmesi gerekmektedir.

Drenaj suyunun kimyasal bileşimi, drenaj sistemi, tarımsal faaliyetler, toprağın yapısı, toprağın infiltrasyon hızı, başlangıçtaki toprak tuzluluğu ve sulama yöntemleri iklim gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak değişmektedir. Aynı zamanda sulama suyu kalitesini kontrol eden bu faktörler yardımıyla drenaj suyunun sulamada kullanım olanağı belirlenebilir (Erözel ve Çakmak, 1993).

Proje alanında bulunan drenaj sistemlerinin işlevlerini tam olarak yapıp yapmadığını ve var olan drenaj tesislerine ek tesisler ile drenaj tesisi olmayan alanlara yeni tesislerin yapılmasına gereksinim olup olmadığını belirleyebilmek ve bakım-onarım programlarında önceliklerin saptanmasında yardımcı olmak amacıyla taban suyu düzeyi ve niteliğindeki değişikliklerin sürekli ve düzenli olarak izlenmesi

gerekmektedir. Taban suyunun izlenmesinde kullanılan gözlem kuyuları, taban suyunun tahmin edilen en düşük seviyesinden en az 1 metre daha derine çakılmaktadır. Toprak burgusu ile açılan kuyuların dibine 10 cm yükseklikte çakıl doldurulur ve gözlem borusu kuyu içerisine yerleştirilir. Bazı koşullarda deliklerin bulunduğu boruların çevresi yapay zarf malzemesi ile sarılarak içerisine silt birikimi önlenmektedir. Gözlem boruları arazide ölçümlerin yapılması esnasında yerlerinin kolay tespit edilebilmesi veya çiftçiler tarafından toprak işleme esnasında görülmesini sağlamak amacıyla yüzeyden 30 –50 cm yüksek olarak yerleştirilir. Gözlem kuyularının dışarıdan atılacak kum, toprak vb malzemeler ile dolmasını engellemek için boruların üzerine bir kapak takılmalıdır (Anonymous, 1987).

Komşu arazilerden yüzey akış ve yüzey altı sızıntıları, taşkınlar ve artezyenik sular taban suyunun yükselmesine neden olmaktadır. Sızıntılar komşu arazilerde yapılan sulama uygulamaları sonucu olabileceği gibi, kanallar ve su biriktirme yapılarından da kaynaklanabilir (Gemalmaz, 1993).

Taban suyunun kalitesi gözlem kuyularından alınacak numunelerde tuzluluk değerinin ölçülmesi ile belirlenmektedir. Kuyularda tuzluluk değerinin ölçülmesi için ilk numune sulamanın başlangıcında, ikincisi sulamanın en yoğun olduğu ayda diğer numune ise sulamanın bittiği dönemde olmak üzere 3 numune alınmalıdır. Bu değer ile arazide tuzluluğa sulamanın etkisinin olup olmadığı belirlenebilir. Eğer taban suyu tuzsuz ise drenaj projesinin amacı sadece bitki kök bölgesinde bulunan fazla suyun uzaklaştırılması şeklinde olmaktadır. Taban suyunun tuzlu olduğu durumlarda dren derinlikleri artırılarak belirli bir yıkama oranına göre tuz yıkanarak araziden uzaklaştırılmalıdır (Güngör ve Erözel, 1994).

Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarım alanlarında, topraktaki fazla su çoğunlukla çoraklık sorunu yaratmaktadır. Belirli mevsimlerde buharlaşma yoluyla bitki kök bölgesinden uzaklaşan su, erimiş tuzları toprakta bırakmakta ve bunun sonucu olarak kültür bitkileri için uygun olmayan bir ortam oluşmaktadır. Taban suyu seviyesinin mevcut olduğu çorak topraklarda, ıslah çalışmasının yapılabilmesi için, bitkiler için zararlı düzeyde erimiş tuz içeren taban suyu düzeyinin öncelikle kök bölgesinden uzaklaştırılması gerekmektedir (Apan, 1992).

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

Belirli bir bitkinin gelişmesi, taban suyunun derinliğine bağlı olarak kısıtlanmaktadır. Sığ taban suyu kök bölgesinin gelişebileceği alanı daraltması ve oksijence yetersiz bir ortam yaratması nedeniyle bitki gelişimini azaltmaktadır. Taban suyunun bitkilerin yararlanamayacağı kadar derinde olması da kök bölgesinde oluşabilecek su eksikliğinden dolayı bitki gelişimini kısıtlayabilmektedir. Taban suyunun sığ olduğu durumlarda sulama uygulamaları çok daha önemlidir. Kurak bölgelerde sulama mevsiminin başlangıcından önce taban suyunun beslenmesi genellikle düşüktür. Çünkü bu dönemde sadece yağışlardan dolayı derine sızma söz konusudur. Derine sızma bazı durumlarda sulama suyunun %20–30 kadarını oluşturur. Böyle durumlarda taban suyu yükselmesi çok fazla olabilir. Taban suyu seviyesinin 10–15 yıl içerisinde 20–30 m derinlikten 1-2 m derinliğe kadar yükseldiği sulama alanlarına rastlamak mümkündür (Erözel ve Öztürk, 1994).

Taban suyunun yüzeye yakın olduğu bölgelerde ortaya çıkan bir problemde gerek drenaj, gerekse taban suyunun sürekli olarak sulamalarda kullanılması sonucunda taban suyu seviyesinin yükselmesi ve bitki kök bölgesinde tuz konsantrasyonunun artmasına neden olmasındır. Taban suyunun yükselerek kök bölgesine doğru hareket etmesi bitki gelişimine etkili olan toprak ve su dengesini bozacak, toprak içerisinde havanın yerine suyun geçmesine böylelikle de ürün verimine doğrudan etki yapacaktır. Bitki köklerinin belirli bir süre su altında kalması sonucu olarak köklerin çürümesi ve bitkinin ölümüne neden olacaktır (Luthin, 1978).

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

Bitkilerin normal gelişmeleri için gerek duydukları suyun % 80 ini aldıkları derinlik etkili bitki kök derinliği olarak tanımlanır. Bu derinlik bitkiden bitkiye değişiklik göstermektedir. Örneğin sebzelerde 30–60 cm tarla bitkilerinde 60-90 cm ve meyva ağaçlarında 90-150 cm arasında değişebilmektedir. Bitkilerin çoğu kök bölgesinin üst kısımlarından, alt kısımlarına oranla daha fazla su alırlar. Bitki kök derinliği ekim veya dikimden başlayarak artar ve olgunlaşma döneminde en yüksek değerine ulaşır. Bitki gelişiminin ilk dönemlerinde kök daha sığ olduğundan taban suyundan daha az etkilenir (Öztürk ve Erözel, 1994).

Hansen, ve ark. (1979), taban suyu seviyeleri yıllık değişimlere göre sınıflandırmışlardır. Söz konusu sınıflandırma aşağıdaki Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi özetlenebilir.

Çizelge 2.1. . Tabansuyu Seviyelerin Yıllık Değişimlere Göre Sınıflandırılması

TABAN SUYU DERİNLİK SINIFI	TABAN SUYU SEVİYESİ
İYİ	Yıl boyunca 210 cm’nin altında ve yılın 30 günü 180 cm’ye kadar yükselir.
ORTA	Yıl boyunca 180 cm civarında ve yılın 30 günü 120 cm’ye kadar yükselir.
KÖTÜ	Yıl boyunca 120-180 cm arasında ve yılın 30 günü 90 cm’ye kadar yükselir.
ÇOK KÖTÜ	Yıl boyunca 120 cm’den az ve suni drenaj sağlanamaz.

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

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

Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bir çok sulama alanlarında yetersiz ya da hiç drenaj çıkış yeri (ağzı) olmayan bölgeler bulunmaktadır. Bununla beraber yine bazı bölgelerde çıkış yeri olması ile birlikte arazinin topoğrafyası nedeniyle drenaj çıkış yerinin istenilen düzeyde çalışmadığı bu nedenle de bölgede taban suyunun yükseldiği bilinmektedir (Kara ve Apan, 1998).

Genel olarak yüzeysel drenaj sorunlarının çözümünde; şev oranı 1/1-1/1.5 ortalama derinliği 1,80 m olan açık kanallar, yastıklama sistemi, paralel tarla drenleri sistemi, rastgele hendek sistemi ve önleyici sistemler yapılmaktadır. Yüzeysel drenaj sorunlarının çözümünde ise şev oranı 1/1.5-1/2 ortalama derinliği 2.50 m olan açık kanallı (hendekli) derin drenaj sistemi, mol (köstebek) drenaj sistemleri, kuyulu drenaj (pompaj kuyuları) sistemleri ve kapalı yüzeysel (borulu) drenaj sistemleri kurulmaktadır (Işıkhani, 1999).

Yüzeysel sularının denetimi, arazi eğimlendirilmesi, yastık ve hendeklerle suyun araziden doğrudan uzaklaştırılması ile yapılır. Kuşaklama (çevirme) hendekleri, seddeler ve boşaltım ayaklarının yapılması ile su daha araziye yayılmadan toplanarak uzaklaştırılabilir. Yüzeysel drenajında taban suyu, toprak profili içerisinde yer alan hendekler veya dren boruları ile toplanarak bir boşaltım sistemine iletilir. Koşulların elverdiği durumlarda altta bulunan su yatakları içerisine açılacak kuyulardan yapılacak pompajla da su tablası denetim altına alınabilir. Yine su tablasının denetiminde düşey drenlerin kullanımı söz konusudur (Demir, 1989).

Kapalı drenaj sisteminin yapımı, drenaj sorununun ortaya çıktığı veya çıkma olasılığının yüksek olduğu taban arazide taban suyunun oluşması sonucu boşaltımın

gerekli olduğu durumlarda öngörülmektedir. Buna karşın yüzey drenajda ana hedef, sorunun ortaya çıkmasına engel olunabilmesi için gerekli önlemlerin alınmasıdır. Diğer bir anlatımla, açık drenaj sistemlerinde sorunun yinelenme olasılığı tamamen ortadan kaldırılırken kapalı drenaj sistemlerinde sorunun ortaya çıkmasına neden olan faktörlerin yinelenme olasılığı bulunmaktadır (Anonymous, 1983a).

Drenaj sistemleri, inşa edildikleri amacı sürekli olarak yerine getirebilmeleri için düzenli bir şekilde bakıma ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle drenaj sistemlerinin bakıma gerek duyup duymadıkları fonksiyonlarını tam olarak yerine getirip getirmediği periyodik olarak test ve kontrol edilerek belirlenmelidir. Bakımı yapılmayan bir drenaj sisteminde zamanla akışın azalacağı ve su tablasının aşırı yükselerek fonksiyonunu tamamen engelleyeceği açıktır. Kanalların boşaltma kapasiteleri bir mevsimde %25 oranında azalabilir. Bu kapasite azalmasına kanallardaki otlama, silt birikmesi ve küçük bir oranda da olsa şevlerin erozyonu neden olur (Öztürk, 1997a).

Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde taban suyunun tuzlu oluşu drenaj yönetiminin seçiminde ve dren derinliğinin belirlenmesinde önemli bir husustur (Kara ve ark, 1992).

Avcı (1986) Bafra Ovası kapalı drenaj kriterlerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışma sonucunda şekerpancarı, mısır, ayçiçeği, domates, biber bitkileri için taban suyunun 90 cm derinlikte tutulması için drenlerin 180 cm derinliğe döşenmesi gerektiğini ve dren aralığının ise 62 m olması gerektiğini bildirmiştir.

Sulama sularının niteliklerinin sınıflandırılması için geliştirilen sistemlerden dünyada ve ülkemizde en çok kullanılan ‘ABD Tuzluluk Laboratuvar Sistemi’ sınıflandırmasında tuz konsantrasyonu ve sodyum adsorbsiyon oranı göz önüne alınarak 16 kategori geliştirilmiştir. Söz konusu sınıflandırma Çizelge 2.2’ de verilmektedir.

Çizelge 2.2. Sulama sularının elektriksel iletkenlik ve SAR değerine göre sınıflandırılması

Su kalitesi	EC Değeri (dS/m)	Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)
I.Sınıf	<0.25	<10
II.Sınıf	0.25-0.75	10-18
III.Sınıf	0.75-2.25	18-26
IV.Sınıf	2.25>	26>

Bir suyun tuzluluğunun yüksek olması, toprak çözeltisi ozmotik basıncının yükselmesine dolayısıyla köklerin topraktan su alımlarının azalmasına neden olacağından bitki verimi ve kalitesi açısından önemlidir. Yapraklar sararır ve solar, bitki turgoru azalır ve görünüm zayıflar. Uzun süre bu etki altında kalan bitkilerde kalıcı ve verimi etkileyen sonuçlar ortaya çıkar. Toplam tuzluluğun düşük olduğu koşullarda, bireysel bazı toksik iyonlar yüksek konsantrasyonlarda bitki verim ve kalitesine etki ederler. Bu gibi iyonların yüksek konsantrasyonları yapraklarda ve vejetatif organlarda yanma ve zararlanmalara ya da meyvede kalite üzerine olumsuz etki yapabilmektedir (Ayyıldız, 1990; Yurtseven, 1997).

Sulama suyu tuzluluğunun artması ile birlikte uygulanabilecek tarım tekniklerinin çeşitliliği ve uygulanabilirliği de azalmaktadır. Sulu tarım koşullarında sulama suyunun tuzluluğu, belirleyici faktörlerin başında gelmektedir. Sulamalar ile bitki kök bölgesine iletilen ve burada biriken tuzlar, belli bir süre sonunda alandan uzaklaştırılmalıdır. Bir başka deyişle tuzlu suların kullanıldığı yerlerde sorunsuz bir tarım isteniyor ise, sulama mevsimi boyunca yığılan tuzların kış yağışları ile alandan uzaklaştırılabiliyor olması gerekir. Bu mümkün değilse yetiştirme mevsimi sonunda tuzlar kök bölgesinden iyi kalitede yıkama suyu kullanılarak uzaklaştırılmalıdır. Bu yapılamadığı sürece zaman boyutunda biriken tuzlar toprak verimliliğini azaltacaktır. Potansiyel durumda olan tuzlu taban suyunun yüzey suları ile karıştırılarak tekrar sulama suyu olarak kullanılması, su yönetiminde taban suyunun kontrolü amacıyla kullanılabilir bir yöntemdir (Yurtsever, 1997; Kara ve Apan , 2000).

Sulanan arazilerin ıslahı, toprakların su ve tuz rejiminin incelenmesi ile yakından ilişkilidir. Toprak verimliliğini artırarak korumak ve tarım bitkilerinin normal gelişimini sağlamak amacı ile su ve tuz rejimi yönetiminin belirlenmesi toprak ıslahının esas amaçlarından birisidir. Sulama suyunda fazla miktarda Na iyonu bulunuyorsa, toprağa uygulandığında toprağa sızması güç olur ve toprak yüzünde gölcükler meydana gelir. Toprak kurduğunda yüzeyde çatlama oluşup, sürüldüğünde çok sert kesekler ortaya çıkar. Öte yandan toprağın çözülebilir ve değişebilir Na iyonu miktarı fazla ise böyle topraklara uygulanan yüksek Na içerikli sular, toprak yüzeyinde çok uzun zaman kalır, toprak içine sızamaz ve yüzeyden buharlaşıp kaybolur(Kamber ve ark, 1992; Ekberli ve ark, 1999).

Sularla toprağa iletilen tuzlar, bitki gelişmesi üzerine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türde etki yaparlar. Dolaylı etkide tuzlar, toprakta birikerek toprak çözeltisi ozmotik basıncının artmasına neden olurlar. Bu ise bitki köklerinin su alımını zorlaştırarak fizyolojik kuraklık etkisine neden olur. Doğrudan etkisi ise Cl, Na, HCO₃, Bor gibi bazı iyonların bitki bünyesinde yüksek konsantrasyonlarda birikerek bitki gelişmesini azaltan yada durduran şeklinde görülür. Bor, bitki gelişmesi için gerekli olan bir elementtir. Bor'un bitkilere gerekli miktarı ile zehirli miktarı arasında çok dar bir sınır vardır ve bu sınır bitki türlerine göre değişmektedir. Bor'un eksik olması, genel olarak bitkide çeşitli dokuların oluşumunu ve gelişimini yavaşlatır, bitkilerin su düzenini bozar. Toprakta veya sulama suyunda belirli sınırların üstünde bor bulunması ise, bitki yapraklarında sararma, yanma ve yarılmalara, olgunlaşmamış yapraklarda dökülme ve büyüme hızının yavaşlaması ile verimde azalmaya neden olur (Kamber ve ark, 1992; Yurtsever, 1995).

Çakır ve ark. (1997), yapmış oldukları çalışmada Ec değeri 7,2 dS/m ve SAR değeri 15-26 olan Ergene Nehri suyu ile ve EC değeri 0,8 dS/m ve SAR değeri 0,87 olan şebeke suyu ile yapmış oldukları çalışmada birinci yıl sonunda şebeke suyu ile sulanan toprağın EC değeri 0,5-0,6 dS/m sınırları arasında kalmasına rağmen, nehir suyu ile sulanan alanda 6-8 kat artışla 3-4 dS/m'ye ulaştığı, ikinci yılın sonunda ise nehir suyu ile sulanan toprağın EC değerinin 8-10 dS/m ye ulaştığını bildirmişlerdir.

Ülkemizin etrafının denizlerle çevrili olması nedeniyle, denize yakın olan tarım alanlarında, denizler, drenaj sularının arazilerden uzaklaştırılması için çok uygun noktalardır. Deniz yüzeyine olan yükseklik farkı nedeniyle toprak yüzeyinin hemen altında ve yüzeye yakın olan taban suyu ile deniz suyu bir denge halindedir. Aralarındaki tuz konsantrasyonu nedeniyle deniz suyunun karalara ilerlemesi sınırlanmaktadır. Bu bölgede sulama suyu olarak taban suyunun ya da yer altı suyunun kullanılması büyük sorunları da beraberinde getirmektedir. Toprakta suyun alınması sonrasında yukarıda sözü edilen dengeleri bozacak ve toprak içerisinde nem düzeyinin düşmesi sonucunda da deniz suyunun tarım arazisi topraklarına doğru akışına neden olacaktır. Taban suyu ile karışan deniz suyu toprak içerisinde tuz dengesini artış yönünde bozacak ve arazinin tarım alanı kullanımını ortadan kaldıracaktır (Willardson, 1998; Kara ve Apan, 2000).

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

Konukçu ve ark. (1992) yapmış oldukları çalışmada farklı tuz konsantrasyonları ile sulanan toprak örneklerindeki tuzluluğun, sulama suyunun konsantrasyona bağlı olarak artış gösterdiği, pH da ise önemli bir değişikliğin olmadığı, SAR değerinde ise tuzluluk ve elektriksel iletkenliğe bağlı olarak artış görüldüğünü belirtilmiştir.

Tuz birikimi toprağın hidrolik iletkenliği ile yakından ilişkilidir. Killi, ağır bünyeli bir toprağın tuzlulaşma tehlikesi, kumlu hafif bünyeli bir topraktan daha fazladır. Yüksek düzeyde sodyum içeren ($SAR > 10$) sulama suyunun düşük hidrolik iletkenlikteki bir toprakta uygulanması geçirgenlikte ileri ölçüde bir azalmaya neden olabilir (Henderson, 1958).

Kültür bitkileri çimlenmeden hasada kadar gelişmelerinin değişik dönemlerinde tuzluluğa karşı farklı direnç gösterirler. Genellikle üst toprak tuzluluğu $4dS/m$ den büyükse çimlenme ve erken ekimde gelişme durur veya geriler. Yavaş çimlenme daha sonra toprağın kabuk bağlamasına ve bitki gelişimini azaltarak hastalıkların çıkmasını teşvik ederek çıkışı geciktirir. Yağış veya ekim öncesi sulama, tuzluluğun düşmesine, kabuk bağlamanın gecikmesine yardım ederek iyi bir çıkış sağlayabilir (Kamber ve ark, 1992).

Topraklardan buharlaşmayı azaltmak, tuzluluk kontrolünde önemli bir önlemdir. Bunun için, yoğun toprak malçları kullanılmaktadır. Sulama yapılan alanlarda tuzlanmaya neden olamamak için fazla su ile sulama yapmaktan kaçınılmalıdır. Buna karşılık sık sık yapılan hafif sulamalar, tuzları bitkilerin normal gelişmesine engel olmayan düşük konsantrasyonunda tutmaya hizmet etmektedir. Buharlaşma tropikal ve yarı tropikal alanlarda özellikle kondüktivitesi düşük olan topraklarda drenaj projelerinin tasarlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Drenaj sistemlerinin projelendirilmesinde toprak özellikleri kadar iklim etkileri de önemli rol oynamaktadır (Akalan, 1977; Cook ve Rassam, 2002).

Tuzlu topraklardan verimli bir şekilde yararlanabilmek için bu toprakların ıslah edilmeleri gerekir. Tuzlu toprakların ıslahı için kimyasal ıslah maddesine ihtiyaç yoktur (Verhoven,1972).

İslahta esas olan işlemlerden birisi yıkamadır. Toprakta tam bir ıslahın gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan yıkama suyu miktarını; toprak ve taban suyundaki tuzların konsantrasyonu, cinsi, yıkama suyunun kalitesi, toprağın geçirgenliği, drenaj sisteminin etkinliği ve yıkanmasına ihtiyaç duyulan toprak derinliği gibi faktörler etkilemektedir (Singh ve Dahiya,1979).

Mavi (1981), Bafra Ovasındaki tuzlu toprakların ıslahı için gerekli yıkama suyu miktarı ve yıkama süresinin tespiti için yapmış olduğu çalışmada, toprağın tüm katlarında tuz yıkanmasının sağlandığı, bu değer 100 cm'lik toprak profilinde 90 cm yıkama suyu uygulamasına kadar muntazam olduğunu, 90-120 cm 'lik yıkama suyu uygulamalarında toplam çözülebilir tuzların yıkanmasında duraklamalar olduğunu ve daha sonraki yıkamalarda ise tuzların yıkanmasında önemli bir artış olmadığını belirtmiştir.

Apan ve ark. (1995) Bafra Ovasında yapmış oldukları çalışma sonucunda ovada sulama suyu yönünden en önemli sorunun yeterli suyun bulunmaması ve bulunan suyun iyi nitelikli olmaması, drenaj yönünden ise 2 m kotu altındaki tüm arazilerin drenaj sorunu ile karşı karşıya olması şeklinde ifade etmektedirler. Bunun nedeninin ise ovada doğal çıkış ağzının olmaması ve bu suların arazilerden uzaklaştırılmaması olduğu bildirilmektedir.

EC'nin 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den büyük, ESP'nin 15'den büyük ve pH'nın 8.5 veya daha düşük olduğu tuzlu sodik topraklar ile EC'nin 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den küçük, ESP'nin 15'den büyük ve pH'nın 8,5-10 arasında olduğu sodik topraklarda, değişebilir sodyumun artması, toprakta geçirgenliğin azalmasına ve havalanmanın kısıtlanmasına neden olmaktadır (Kayael, 1999).

Bitki besin elementlerinin erirliliği ve bununla ilgili olarak bitkilere olan elverişliliği ile pH değeri arasında çok sıkı bir ilişki mevcuttur. pH değerinin artması veya azalması ile besin elementlerinin elverişliliği de değişir. Genel olarak toprağın pH değerinin 6-7 arasında tutulması, besin elementleri açısından en uygun ortam olarak kabul edilir. Yetiştirilicilikte topraktan mineral maddelerinin alınmasına ve mikro organizmaların faaliyetine etkili faktörlerden birisi de toprak asit ve alkalilik düzeyidir.

pH toprakta sebzelerin büyümeleri üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Bazı sebzeler asit karakterli topraklara uyum sağlarken, bir çoğu nötr değere yakın toprakları tercih ederler. Bitki gelişmesi için diğer çevre koşullarında optimum bir sınır olduğu gibi pH'da da optimum bir sınır vardır. Düşük ve yüksek pH dereceleri (4 den küçük 9'dan büyük) bitki kökleri için toksik etki yapmaktadır. pH daki bu değişim aralığı önemli bitki besin maddelerinin hareketine, çökmesine yada yarayışlı hale gelmesine neden olmakta, örneğin yüksek pH'lı topraklarda görülen kloroz, demir bileşiklerinin çökmesi nedeniyle demir noksanlığının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Kendirli ve ark, 1997; Sağlam, 1997).

Kurak alanlarda topraklarda en çok kalsiyum ve magnezyum bulunur, sodyum daha azdır. Ancak topraklar kötü kullanılırsa sodyum miktarı artar ve eğer bu değer % 12-15 düzeyine çıkarsa topraklarda bozulma başlar, toprak gözenekleri tıkanır ve geçirgenlik düşer. Sodyum yüzdesinin artması ile sorun daha da gelişir ve çorak topraklar meydana gelir. Bafra Ovasında sodyumlu topraklarda endüstriyel jipsin uygulama şekillerinin ıslah üzerine etkisini belirlemek için yapılmış olan bir çalışmada, ıslah maddesinin bölünerek her yıl uygulandığı durumundaki buğday veriminin, ıslah maddesinin hepsinin bir defada uygulandığı durumlara göre daha fazla olduğunu belirtmiştir (Kamber ve ark, 1992; Avcı, 1995).

Girgin ve ark, (1997) Denizli Çivril ovasında yapmış oldukları çalışmada geçirgenliği oldukça düşük olan topraklarda gerek yıkama zorlukları, gerekse de ıslah ekonomisi düşünülerek, değişebilir sodyumun daha alt düzeylere düşürülmesine çalışmak yerine, bu tür arazilerde erişebilen sodyum düzeylerine toleranslı bitkiler, örnek olarak yem bitkileri, buğday, arpa, şeker pancarı yetiştirilmesini önermektedirler.

Yatay yer altı drenaj sistemlerinin olduğu ve taban suyu seviyesinin sığ olduğu alanlarda bir çok çalışma yapılmıştır. Bir çok eşitlik kontrollü durumlar altındaki model çalışmalarında iyi sonuçlar vermesine rağmen tarla şartlarında başarısız olmuştur. Tarla şartlarının ve arazi özelliklerinin farklı olma sebebi ve taban suyu hareketlerini etkileyen diğer faktörlerin eşitliklerde alınmamış olması bunun sebebi olarak gösterilebilir (Pandey ve ark, 1997).

Şahin ve ark.(1999) yılında, drenler arasında farklı yıkama bölgeleri oluşturarak yaptıkları çalışmalarında, yıkama sonucunda yatay yönlerdeki tuzluluk dağılımının dren seviyesine ve drenler arası orta noktaya doğru arttığı, düşey yöndeki tuzluluğun ise

en yoğun olduğu alanın drenler arası orta noktada dren seviyesine doğru olduğunu tespit etmişlerdir.

Fayrap (2002), Erzincan'da yapmış olduğu çalışmada çiftçilerin drenaj kanallarından su almak amacıyla kanallara set vurarak kanallardaki su düzeyinin yükseltilmeye çalışıldığını ve bunun sonucu olarak da yükselen kanallara bağlı olan emici ve kollektör çıkış boruları su altında kalmakta ve drenlerin batık çalıştığını belirtmiştir. Bu durumun sonucu olarak da kollektörler ters çalışarak arazide taban suyunun toprak yüzeyine kadar yükselmesine yol açmaktadır. Taban suyunun kontrolü için çiftçilerin drenaj kanallarından su almak amacıyla su akışına engel olmalarının önüne geçilmesi gerektiğini belirtmiştir.

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

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

Törün (1989), Bafra Ovasında, Azot sanayi atığı olan alçı şlamının sodyumlu toprakların ıslahında kullanılma olanaklarını belirlemek amacıyla bir araştırma yapmış ve bu çalışmada dekara farklı miktarlarda alçı şlamı uygulamıştır. Çalışma sonucunda, başlangıçta pH değeri 8.65 olan toprakta dekara 6 ton alçı şlamı uygulanmasıyla pH değeri 7.73'e düşürülmüştür.

Drenaj kanallarında bulunan azot seviyesinin yüksek olması ve bu sularında ana drenaj kanalının boşaltım ağzındaki su kaynaklarına ulaşması durumunda doğal yaşamı olumsuz olarak etkileyecek ve toplu balık ölümlerine neden olabilecektir (Paerl, 1983).

Bafra Ovasında yüksek taban suyu problemini yaratan etmenler arasında yağışlar, drenaj kanallarının düşük kottaki arazilere getirdiği sular, su toplama havzasının yüksek kesimlerinden gelen sular ve az da olsa sulama uygulamaları

sayılabilir. Ovanın fazla sularının atılabileceği çıkış ağzı probleminin olması da problemi artıran etkenlerin başında gelmektedir. Özellikle ilkbaharda taban suyunun yüksek olması ekimi geciktiren başlıca faktördür. Ovada taban suyunun hareketli ve akım hızının yeterli olduğu alanlarda taban suyu tuzluluğu 1.0 – 2.0 , 2.0 – 5.0 dS/m civarındadır. Doğal akış olmayan ve taban suyunun durgun olduğu alanlarda ise 10 dS/m veya daha fazladır. Bitkilerin özellikle gelişme dönemlerinde dayanabileceği en yüksek tuzluluk değerinin 3.0 dS/m olduğu düşünülürse taban suyu tuzluluğunun önemi daha iyi anlaşılmaktadır (Apan ve Kara, 1998).

Bafra Ovasının iklim şartları pek çok ürünün yetiştirilmesine uygun olmakla beraber yüksek taban suyu varlığı, tuzluluk, sodyumluluk ve sulama suyu eksikliği ekilebilen bitki çeşidini ve mahsul miktarını sınırlamaktadır. Ovada en önemli su kaynağı Kızılırmak olup, sulama suyu kalitesi olarak yağışlı dönemlerde C₃S₁, kurak dönemlerde ise C₃ S₂ olarak belirlenmiştir. Sulama suyu olarak düşünüldüğünde yer altı suyunun sulamaya uygunluk yönünden niteliği ovanın güneyinde C₂S₁ kuzeye doğru ise C₃S₃ sınıfında olduğu görülür (Anonymous, 1983b).

Avcı (1988), Bafra Ovasında sodyumlu toprakların ıslahı için çeşitli derinliklere karıştırılan ve ıslah süresinin etkinliğini tespit etmek amacıyla yürütmüş olduğu çalışma sonucunda, toprağın ve ıslah maddesinin 60 cm'ye karıştırılması durumunda ıslah süresinin azaldığı ve ıslah maddesi verilen alanlarda infiltrasyon hızının verilmeyen alanlara nazaran arttığı tespit edilmiştir.

“Geography Information System (GIS)” ifade edilen terim Türkiye’de “Coğrafya”, “Bilgi”, “Sistem” kelime karşılıkları ile “Coğrafi Bilgi Sistemi” olarak ifade edilmektedir. Üç kelimenin baş harflerinin kullanılması ile CBS olarak kısaltılmış ve kullanıma sunulmuştur.

CBS, kullanıcılarının farklı disiplinlerden (uygulama gruplarından) olması nedeniyle, değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS’nin standart bir tanımının yapılmasına henüz izin verememiştir. CBS, bir takım araştırmacılara göre “konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafi bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram”, bazı araştırmacılara göre; “konumsal bilgileri dijital yapıya kavuşturan

bilgisayar tabanlı bir araç”, geri kalan araştırmacılara göre de; “*organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi*” olarak nitelendirilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

ArcView yazılımı, vektör ve hücreli kökenli coğrafi veri tabanlarından grafik ve grafik olmayan veri sorgulama olanağı veren, masaüstü haritalama ve coğrafi bilgi sistemleri yazılımıdır. Bu yazılım, CBS çalışması yapan son kullanıcılar arasında özellikle tercih edilmektedir. Kullanıcıların isteği doğrultusunda kullanımı kolaylaştırmak için ara yüzlerin oluşturulması ve güçlü programlama desteği yeteneği ile ihtiyaç duyulan modüler programların (script ve extention) yazılması sonucunda dünya genelinde pek çok sektörlerde kullanılan bir CBS programı olmuştur (Yomralıoğlu, 2000).

İstasyonlar, bilgisayarlar ve Macintosh’larda çalışabilen ArcView yazılımı, ayrıntılı bilgisayar ve CBS eğitime gerek kalmadan tüm kullanıcılar tarafından coğrafi veri tabanlarına erişim imkanı sağlamaktadır. Değişik formatlardaki (dxf, dgn, dbf, txt, gif, tif, bmp, ... v.b.) verilerin kolayca seçilmesi ve görüntülenmesine olanak tanır. Bu yazılım ESRI’nin CBS ürünlerinin ürettiği konumsal veriyi direkt olarak kullanarak sorgulama ve görüntüleme işlerini yapabilir. CBS programlarında olduğu gibi ArcView’de de konumsal veriler, “view” adı verilen görüntü pencerelerinde; veritabanı ise “table” adı verilen tablosal pencerelerde görüntülenir. ArcView’de, veri tabanı ve görüntü pencereleri çok dinamik ve etkileşimlidir. Ayrıca hem konumsal verinin hem de tablosal verilerin ayrı ara yüzde görüntülenme özelliği vardır.

Katmanlar nokta, çizgi ya da poligon şeklindedir. Katmanlara ait grafik verilerin öznitelik tabloları vardır. Grafik veri ona bağlı öznitelik tablolarıyla bir bütündür. İlgili komutla istenen katmanın öznitelik tablosu görüntülendiğinde öznitelik tablolarında istenen değişiklik yapılabilir.

ArcView Yazılımında tablosal veriler iki şekilde bulunur. Birincisi, katman ile direkt ilişkili olan grafik veriden ayrı tutulamayan öznitelik tablolarıdır. İkincisi, bilinen veri tabanlarından (Dbase, Info, Oracle, Db2, v.b.) ayrı ortamlarda oluşturulan tablosal verilerdir. İstenildiğinde bu tablolarda da değişiklik yapılabilir, kayıt eklenebilir, kayıt silinebilir, bir tablo başka tablolarla ortak alanlarda ilişkilendirilebilir. Katmana ait öznitelik tablosu da ilişkilendirilir ise grafik ve grafik olmayan veriler otomatik olarak ilişkilendirilmiş olur. ArcView ile; öznitelik tablolarını kullanarak katmanları, tabloları kullanarak tanımsal verileri, ilişkilendirilmiş tabloları da kullanarak grafik veya

tanımsal verinin bir arada sorgulanması sağlanabilir. Sorgulamalar; çeşitli mantıksal ifadeler, *Avenue* dilindeki *scripplerle* ve “Query Builder” olarak adlandırılan sorgulama mönüsü ile de yapılabilir.

CBS'nin desteklediği uygulamalar için kesin bir liste yapmak mümkün değildir. Coğrafi varlıkların söz konusu olduğu her yerde bir CBS uygulaması yapılabilmektedir. Örneğin Umman'da bir ABD şirketince yapılan genel fizibilite etüdü sonunda 21 ayrı bakanlıkta 100'den fazla alanda CBS uygulaması mümkün görülmüştür. CBS uygulamaları hakkında aşağıdaki liste genel bir fikir verebilir (Hartkamp ve ark., 1999)

- Hizmet ağları tasarım ve yönetimi (Belediye hizmetleri; Su, elektrik, gaz, telefon, kanalizasyon)
- Ulaşım, toplu taşıma, ulaşım ağı planlama, ulaşım ağı yönetimi, güzergah planlama
- Yerel hizmetlerin yönetimi (İtfaiye, acil servis, kurtarma, kaza analizi)
- Kentsel planlama (İmar planlama, yer seçimi, tasarım)
- Mali ve Hukuki uygulamalar (Tapu-kadastro bilgi sistemi, Emlak bilgi sistemi)
- Doğal kaynakların envanteri (Maden rezervleri, Petrol rezervleri v.b.)
- Askeri uygulamalar (Komuta, kontrol, muhasebe ve istihdam, simülasyon, görüş analizleri, görüş diyagramları)
- Bilgisayar destekli harita üretimi (Topografik harita, tematik harita, hidrografik harita, büyük ölçekli harita v.b.)
- Ormancılık (Orman kadastro, amenajman planları, üretim yönetimi)
- **Tarımsal amaçlı kullanımı**
 - Tarımsal arazi envanteri
 - Arazi kullanımı planlaması
 - Arazi toplulaştırması
 - Sulama ağı planlama ve yönetimi
 - Baraj planlama
 - Atmosferik modelleme
 - İklimsel değişimler, duyarlılık ve/veya değişkenlik çalışmaları

- Alansal risk analizi
 - Hidroloji, su kalitesi, su kirliliği
 - Seçilmiş ürünlerde alan, verim ve miktar tahmini (yerel veya global)
 - Vejetasyon örtüsünün belirlenmesi
 - Gen kaynaklarının tespiti, izlenmesi ve korunması
 - Mera alanlarının tespiti, izlenmesi ve ıslahı
 - Erozyon tahmini ve korunması
 - Taşkın ovalarının tahmin ve belirlenmesi
- Agroekolojik zonlama gibi uygulamalarda CBS kullanılmaktadır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanının Belirlenmesi

Çalışma alanı; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından planlaması yapılarak bölümler halinde uygulamasına geçilen Bafra Ovası Sulaması Projesinin sağ sahilinde inşaat çalışmaları devam ederken bir taraftan da sulamaya açılan bölümde yaklaşık 8 000 ha'lık sahayı kaplayan bir alandır.

Tamamı 47 727 ha tarım alanının sulanmasını hedefleyen Bafra Ovası Sulaması Projesi ;

I – İhalesi yapılarak inşaatı devam eden bölümler:

Bafra Ovası I.Kısım İnşaatı (Sağ Sahilde)	14 279 ha
Bafra Ovası Sol Sahil Sulaması	19 122 ha

II – İhalesi Yapılacak olan bölümler :

Martıkale Pompaj Sulaması	6 918 ha
(Pompaj Yüksekliği: 77.5 m Q = 5.805 m ³ /s)	
Karaköy Pompaj Sulaması	743 ha
(Pompaj Yüksekliği: 39 m Q = 0.756 m ³ /s)	
Sağ sahilde cazibeli sulanacak sahadan arta kalan saha	<u>6 665 ha</u>
TOPLAM	47 727 ha

Çalışma alanında bulunan drenaj ve tuzluluk sorunların araştırılması amacıyla 2003 yılının Haziran ayında çalışmalara başlanmıştır. Öncelikle çalışma yapılacak olan sahada gözlemler yapılarak sorunun boyutları hakkında bilgi sahibi olunmaya çalışılmıştır. Sulamaya açılan sahanın yaklaşık 800 ha lık bölümü Bafra – Samsun Karayolunun üst kısmındadır. Söz konusu alanda her hangi bir drenaj veya tuzluluk sorunu gözlemlenmediği için bu saha izlemeye alınmamıştır. Ovada; yapımı tamamlanan şebekeden ilk sulamaya 1998 yılında başlanmış olup, halen işletme ve bakım faaliyetleri 2000 yılında kurulan Altinkaya Sulama Birliğine devredilmiştir.

3.1. 2. Araştırma Alanı Hakkında Genel Bilgiler

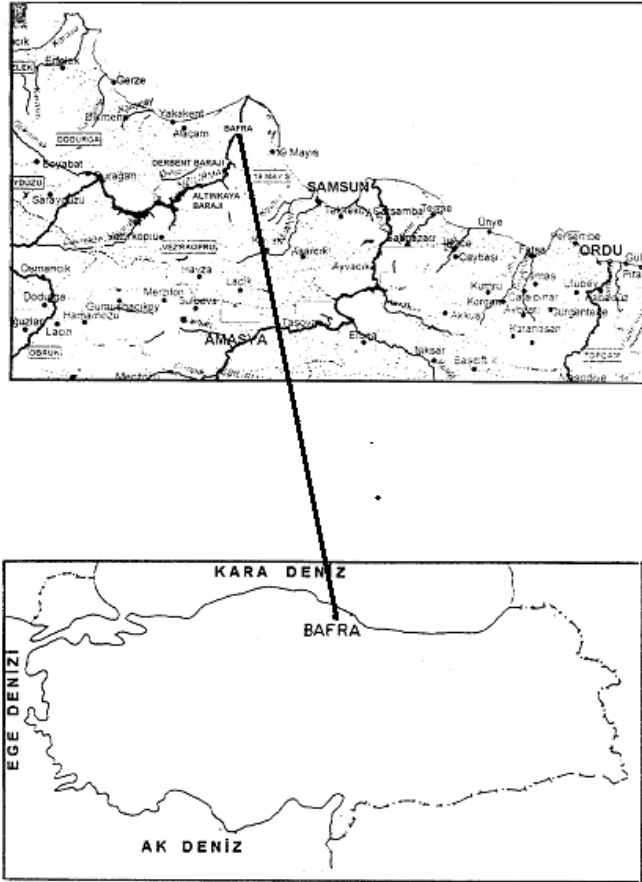
3.1. 2.1. Coğrafi Konum

Çalışma alanı ülkemizin kuzeyinde Orta Karadeniz Bölgesinde $41^{\circ} 10'$ - $41^{\circ} 45'$ Kuzey enlemleri ve $35^{\circ} 30'$ - $36^{\circ} 15'$ Doğu Boyamları arasında Kızılırmak ile yan derelerin oluşturduğu delta ovasında yer almaktadır.

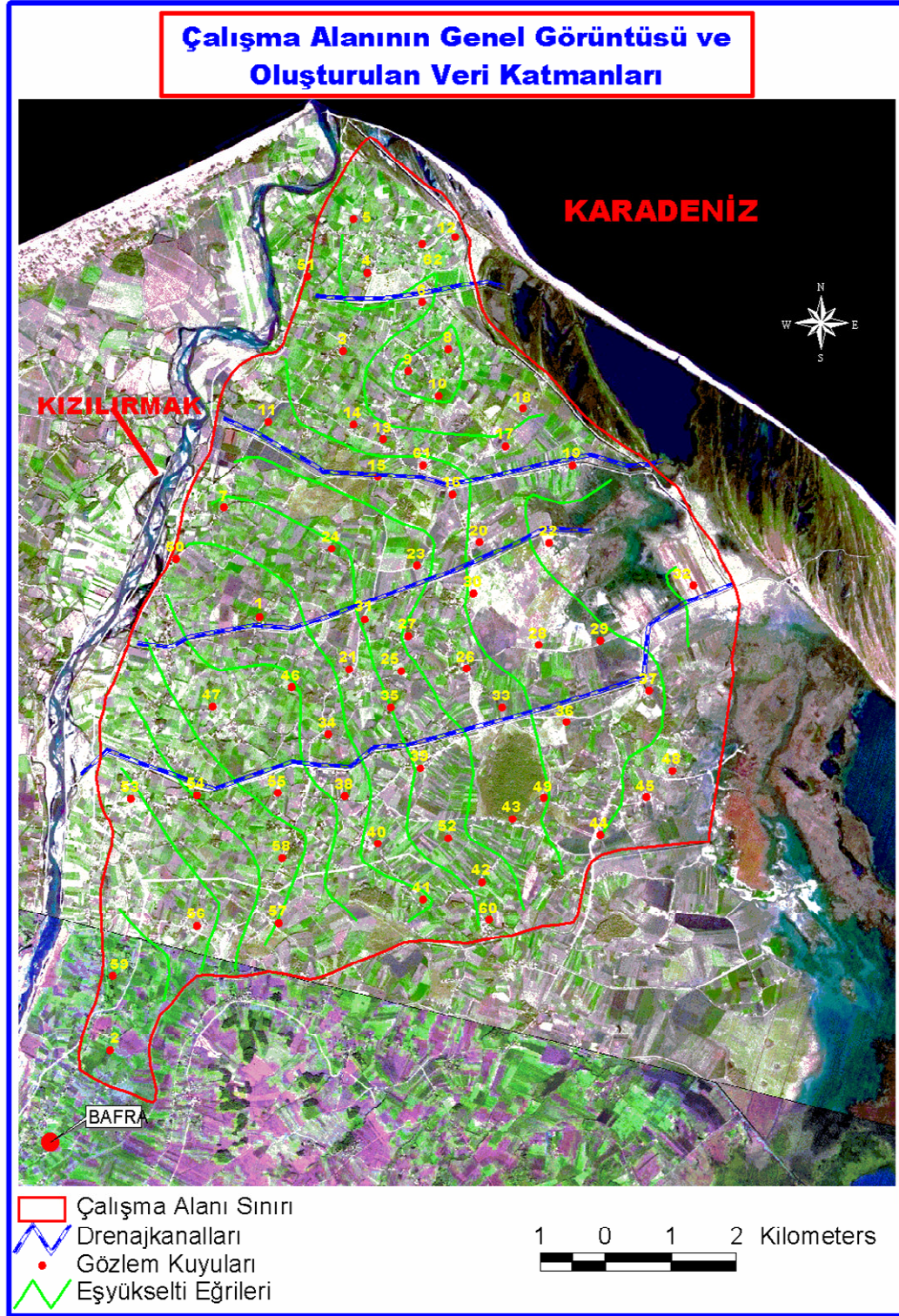
Proje alanının toplam yüzölçümü 2400 km^2 dir. Doğu – batı yönünde en uzun yer 60 km, kuzey – güney yönünde ise 32 km dir.

Projede sulanması öngörülen alan, Samsun İlinin 23 km. batısında Çakırlar mevkiinden başlayıp, batıda Yakakent İlçesine kadar uzanmaktadır.

Güneyi Orta Karadeniz bölümünün esas dağ sıralarını teşkil eden Canik sıra dağlarının uzantıları ile sınırlanmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma Alanının Türkiye'deki ve Bölgedeki Yeri ve Konumu



şekil 3.2. Araştırma Sahasının Durum Planı ve Gözlem Kuyularının Dağılımını

3. 1. 2. 2. Jeolojik Durum

Bafra Ovası ve çevresinde çoğunlukla, mesozoyik , tersiyer ve kuarterner'e ait kaya birimleri yer almaktadır. Alaçam İlçesinin doğu ve batısında Kretase flişi – Kum taşı, kıltaşı marn görülmektedir. Sağ sahil pompaj sulama ana kanalı güzergahında tersiyer – eosen-konglomera-kumtaşı ve marn görülmektedir. Bafra Ovasında eski ve yeni alüvyonlar geniş bir alan kaplamaktadır. Bafra Ovası Kızılırmak'ın oluşturduğu bir delta ovasıdır. Ovayı kesen Kızılırmak ve diğer dereler boyunca taşkın alanında alüvyonlar siltli, kumlu çakıl niteliğindedir. Taşkın yatakları dışında alüvyon siltli kil, kumlu kil, kil özelliğindedir. Derbent Baraj yerinde alüvyonun kalınlığı 64 m dir.

3. 1. 2. 3. İklim Özellikleri

Proje alanında Karadeniz Bölgesinin ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Bafra Meteoroloji Müdürlüğünden alınan uzun yıllar ortalama gözlem sonuçlarına göre en yağışlı ay Aralık, en kurak ay ise Temmuz ayıdır. Yıllık yağış toplamı uzun yıllar ortalamasına göre 722.5 mm dir. En sıcak ay Temmuz ayı ve en soğuk ay ise Ocak ayıdır. Karadeniz Bölgesi kuzey-batı Avrupa da ki alçak basınç ile Sibiryaya da ki yüksek basıncın tesirleri altında kalmaktadır. Bafra ile Çarşamba'ya kadar olan sahil şeridinde Kuzey Anadolu sıra dağlarının yüksekliğini kaybetmiş olması dolayısıyla düşük değerli yağışlar görülmektedir. Bafra'nın batısına, Çarşamba'nın doğusuna doğru kıyının biraz gerisinde yükselen dağlar ve sahil şeridinin doğrultusundaki değişiklik yağışları artırmaktadır. Çarşamba'nın güneydoğusundaki 800 m kotu üzerindeki meteoroloji istasyonundan alınan ölçümlerde yıllık yağış 1700 mm. yi bulmaktadır. Devlet Meteoroloji istasyonundan alınan bazı meteorolojik değerler çizelge 3.1 de verilmektedir.

AYLAR

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama İklim Değerleri													
Yağış (mm)	91,2	48,9	54,9	55,6	38,1	33,4	26,3	52,5	71,8	79,6	79,9	100,4	722,5
Sıcaklık (°C)	5,7	6,9	7,8	11,2	15,6	20,2	22,7	22,3	19,0	15,1	12,0	8,4	13,9
Nisbi Nem (%)	70	71	77	77	78	72	70	73	77	77	70	69	73
2003 Yılı İklim Verileri													
Yağış (mm)	51,5	103,0	66,1	40,5	52,1	9,5	49,7	3,2	135,2	204,1	51	129	894,9
Sıcaklık (°C)	8,2	3,7	4,0	8,2	16,4	20,2	23,0	23,1	18,7	16,3	10,9	7,7	13,9
Nisbi Nem (%)	78,0	80,7	80,7	88,6	73,7	66,7	70,7	73,1	78,8	75,4	81,5	72,8	77,1
2004 Yılı İklim Verileri													
Yağış (mm)	57,2	55,7	96,1	113,5	78,0	130,3	41,4	47,2	38,7	58,0			
Sıcaklık (°C)	6,7	6,2	8,2	11,5	14,5	19,4	21,5	22,9	19,5	16,4			
Nisbi Nem (%)	66,4	71,9	74,1	71,1	77,5	76,0	73,8	77,0	74,3	75,9			

Çizelge 3. 1. Bafra Ovasında Araştırma Alanına İlişkin Bazı Meteorolojik Veriler

3. 1. 3. Toprak ve Su Kaynakları

3. 1. 3. 1. Toprak Özellikleri

Araştırma alanının topraklarını Kızılırmak'ın getirdiği genç alüvyonlar oluşturmakta olup, Bafra İlçesinin altında 15 m kotunda başlayıp sahil kumullarına kadar olan alanları içermektedir. Göl ve deniz sedimentleri 2 m kotu altındaki Balık, Çernek ve Liman gölleri civarındaki alanlarda yer almışlardır.

Araştırma alanında toprak derinliği 1.5 m ve daha derindir. Toprak bünyeleri ağır olup geçirgenlikleri düşüktür.. Toprakların büyük bir kısmı taşınma topraklardır. Biriktikleri yerlerde drenaj, havalanma ve kök işleme durumlarına bağlı olarak genellikle granüle ve blok yapıları elde etmişlerdir. 2 m kotu altındaki toprakların bir bölümü mineral, bir bölümü organikdir. Alt katmanları yapısızdır. Genel olarak 20 m derinliğe kadar bir aküfer mevcut olup bariyer tabakası bunun altında yer almıştır.

Tuzluluk gösteren topraklar genellikle 2 m kotu civarı ile bunun altında kalan alanlardır. Bu alanlar yılın büyük bir bölümünde yüzeye kadar yükselen ve denizle bağlantılı olan C₅S₄ gibi yüksek derecede tuz ve sodyum içeren taban suyu ile doymun halde kalmaktadır. Bu topraklarda evapotranspirasyon ile tuzlar yüzeye kadar çıkarak kök bölgesinde birikmişlerdir.

3. 1. 3. 2. Su Kaynakları

Bafra Ovasının başlıca su kaynağı Kızılırmak Nehridir. Kızılırmak Nehri Derbent mevkiinden ovaya girmekte ve ovayı iki parçaya ayırarak denize dökülmektedir.

Çizelge 3. 2. Kızılırmak Nehrinden Derbent Barajı Yapılmadan Önceki Döneme Ait (1957-1973 yılları arası) Aylık Ortalama Debi Ölçüm Değerleri

Debi m ³ /s	Oca.	Şubat	Mart	Nisan	May.	Haz	Tem	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aral	Yıllık
	139	165,5	238	323	294,5	155	127	127	126	130,5	125,5	136	173,9

3.1.4. Sulama Tesisleri

Çalışma alanımızdaki sulama tesisleri; Suyunu 1991 yılında hizmete giren Derbent Barajı ve HES 'in kuyruksuyundan alan ve inşaatı 1991 yılından itibaren devam eden 14 279 ha lık alanı kapsayan sulama – drenaj şebekesidir. Bu sahadaki şebekede fiziki gerçekleştirme %60 oranındadır. Araştırma alanına su sağlayan S1 ana kanalı toplam 35 km uzunluğunda olup bunun 25 km lik kısmı tamamlanmıştır. S1 ana kanalının başlangıç debisi ise 19.700m³/s dir. S1 ana kanalı km: 12+ 118 dan ayrılarak büyük bir alanı sulayacak olan S2 kanalı ise Kızılırmak Nehri'ne paralel olarak toplam 24 km uzunluğunda olup bu kanalın ise 22 km'lik kısmı tamamlanarak hizmete açılmıştır. S2 kanalının debisi ise 6.900 m³/s dir. Proje kapsamında toplam 86 km yedek kanal ve 390 km tersiyer kanal yapılacaktır. Yedek ve tersiyer kanallar sulayacakları alan miktarına bağlı olarak 100, 180, 230, 315, 450, 600, 800 ve 1000'lik kanalet tipleri halinde yapılmaktadır.

Sol Sahil Sulama Projesinin yapımına ise 1996 yılında başlanmıştır. Bu proje kapsamında sol sahile ana kanal altında kalan 19 122 ha tarım alanının tamamının sulanmasını amaçlanmıştır. Yapılacak olan ana kanalın uzunluğu 52,4 km, yedek kanal uzunluğu 200 km. tersiyer kanal uzunluğu 87 km , kanaletli tersiyer ise 300 km olarak planlanmıştır. 2003 yılı sonu itibarı ile bu kısımda sadece 6 km lik ana kanalın yapımı tamamlanmış olup bu nedenle sol sahil projesi kapsamında sulamaya açılan tarım arazisi bulunmaktadır.

Sol sahil Sulama Projesi Kapsamında bulunan köylerde Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından arazi toplulaştırması yapımına başlanmıştır. Bu nedenle sulama şebekesinin planlanmasında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İle Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ortak hareket etmektedir.

3. 1. 5. Drenaj Tesisleri

Bafra Ovasında ilk drenaj çalışmaları 1960'lı yıllarda başlatılmıştır. Söz konusu tarihlerde her hangi bir sulama şebekesi bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar; üst havzadan gelen ve doğal bir çıkış yapısı olmadığından, tarım arazilerinde deniz seviyesi nedeniyle çıkış ağzı bulamayan suları tahliye etmek amacıyla, kanallar açılmıştır. Bu tarihlerde açılan drenaj kanallarının Kızılırmak ile bağlantısı olması nedeniyle kurak dönemlerde sulama amacıyla kullanılmıştır. Araştırma alanında açılan bu kanallar Koşuköy, Hacılar, Çorak, Boytar ve Bakırpınar Ana Drenaj kanallarıdır.

Ovada sulama projesi ile birlikte drenaj çalışmaları da başlatılmıştır. Bafra Ovasının drenaj yönünden en büyük sorunu doğal bir çıkış ağzının bulunmamasıdır. Drenaj probleminin asıl yaşandığı alan ise 2 m altı kotu alanlardır. Suların doğal yollar ile uzaklaştırılmadığı toplam 4410 ha lık alanı kapsamaktadır.

Açılmış olan drenaj kanalları balık göllerine mansaplanmakta ve yağışlı dönemlerde ise göllerdeki su seviyesini yükselerek çevrede bulunan arazilerinde su altında kalmasına neden olmaktadır. Ovanın ana drenaj kanalı 52.279 m³/s'lik kapasitesi ve 14+382 m uzunluğu olan Boytar Drenaj Kanalıdır. Proje kapsamında ovada 2 m kotu üzerinde bulunan tüm drenaj kanalları Boytar Drenaj kanalına cazibe ile bağlanmaktadır. 2 m kotu altında bulunan drenaj kanallarının düşük olmasının nedeniyle BDT kanalı diye isimlendirilmiş olan denize paralel olarak inşaa edilen kuşaklama kanalına mansaplanacak buradan ise kurulacak olan pompa istasyonları sayesinde uzaklaştırılacaktır. Çalışma alanında bu kapsamda 2 adet pompa istasyonu kurulacaktır.

Çalışma sahasında Türbe, Altınova ve Yeşilyazı Köylerinde Köy Hizmetleri tarafından kapalı drenaj şebekesi tesis edilmiş olup, kapalı drenaj şebekesini oluşturan drenler kil künkler kullanılarak tesis edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar daha sonraki tarihlerde yöre çiftçileri tarafından tahrip edilerek günümüzde kullanılamaz hale getirilmiştir.

3. 1. 6. Sosyal ve Tarımsal Yapı

Toplam 8 186 ha'lık sulama alanına sahip araştırma alanında 11 köy ve 1 adet beldenin tarım arazileri bulunmaktadır. Yerleşim yerlerine ait bilgiler çizelge 3.3. de verilmiştir.

Çizelge. 3. 3. Araştırma Alanında Bulunan Yerleşim Birimlerinin 2000 Yılı Nüfusları ve Bafra İlçesi Şehir Merkezine Uzaklıkları

Yerleşim Birimi	Nüfus	Bafra İlçesine Mesafesi (km)
Ağıllar	477	5
Altınova	689	18
Balıklar	1029	6
Karıncak	284	14
Karpuzlu	993	10
Koşuköy	1591	18
Sarıkaya	749	12
Sarıköy	1383	15
Şeyhören	773	17
Türbe	698	8
Yeşilyazı	1590	18
Doğanca Beldesi	3169	16
Toplam	13 425	

Araştırma alanının tüm köylerinde ilkokul bulunmakta, Yeşilyazı Köyü ile Doğanca Beldesinde sağlık ocağı bulunmaktadır.

Bafra Ovasında sulama şebekesi 1990'lı yıllarda faaliyete geçmeye başlamış olmasına rağmen yöre çiftçileri uzun yıllardan beri sulama kültürüne sahiptirler. Şebeke faaliyete geçmeden önce çiftçiler ırmak ile bağlantısı bulunan drenaj kanalları vasıtasıyla ovaya dağıtımı sağlanan suları veya derinliği 10 m'yi geçmeyen kuyular sayesinde yer altı suyunu kullanmışlardır. Halen sulama şebekesinin ulaşmadığı alanlarda sulama yer altı suyundan yapılmaktadır. Sulama metodu yetiştirilen ürüne göre farklılık göstermekle beraber sebze sulamasında genelde yağmurlama ve karık sulama uygulanırken ovada son yıllarda yetiştiriciliği yaygınlaşan çeltikte ise tava sulama uygulanmaktadır.

Araştırma alanında yetiştirilen bitki deseni çok farklılık göstermekle birlikte sebze tarımı ağırlıklıdır. Sebzelere ise yoğun olarak yaz mevsiminde domates, biber, kavun, karpuz yetiştirilirken; kış mevsiminde ise buğdayın yerine pırasa, lahana, turp tarımı yapılmaktadır. Ovada I. ve II. Ürün olmak üzere mısır yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Son yıllarda sulamanın faaliyete geçmesi nedeniyle çeltik üretiminde aşırı bir artma da görülmektedir. Çalışma sahasında projersiz koşullarda yetiştirilen, projeli koşullarda yetiştirilmesi öngörülen ve 2004 yılında ürünlerin ekim oranları çizelge 3.4 de verilmektedir.

Çizelge. 3. 4. Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama Alanının Projeli, Projersiz ve 2004 yılı

Ekimi Yapılan Bitkilerin Ekim Oranları

Bitkiler	Projersiz Durum (%)	Projeli Durum (%)	2004 Yılı Durumu (%)
Hububat	39.90	20	25
Ş.Pancarı	5.30	10	9
Patates	-	5	-
Bostan	1.90	5	-
Sebze	9.10	15	14
Mısır	11.50	6	13
Ayçiçeği	12.70	4	-
Dane Fasulye	-	5	-
Yonca	-	10	1
Çeltik	4.20	10	34
Meyva	-	5	-
Kavak	-	5	-
Kışlık Sebze	9.60	10	25
II.Ürün Mısır	-	5	4
Tütün	9.80	-	-
Çayır-Mer'a	5.60	-	-
Toplam	100+9.60	100+15	100+25

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Arazi Çalışması ve Uygulanan Yöntemler

3. 2. 1. 1. Tabansuyu Gözlem Kuyularının Açılması

Araştırma alanında tabansuyu düzeyi ve niteliğindeki değişmelerin sürekli ve düzenli olarak izlenmesi amacıyla Haziran ve Temmuz 2003 tarihlerinde arazi çalışmalarına başlanılmıştır. Çalışma kapsamında 60 adet taban suyu gözlem kuyusu açılmış ve ayrıca gözlemlerde 2 tane de köy kuyusundan faydalanılmıştır. Gözlem kuyuları ortalama 130 hektara bir adet olacak şekilde açılmıştır. Kuyular arası mesafe ortalama 750 m civarındadır. Gözlemlerin sağlıklı ve sürekli olması için açılan gözlem kuyularının çeltik tavaları arasında kalmamasına özen gösterilmiştir. Kuyular genelde 4 m derinliğinde açılmış fakat bazı noktalarda toprağın alt kısımlarında çakıl bulunması nedeniyle bazı kuyularda bu derinliğe inilememiştir. Kuyularda 63 mm çapında PVC boru kullanılmış ve bu borulara 4 tarafından 5 cm aralıklar ile 4 mm çapında delikler açılmıştır.



Şekil 3. 3. Taban Suyu Gözlem Kuyusunda Kullanılan PVC Boru

Kuyuların açılmasında genelde Hollanda tipi burgu kullanılmış, toprağın alt katmanlarına doğru kum ile karşılaşıldığı durumlarda ise kovan burgu kullanılmıştır. Borular yerleştirildikten sonra boru etrafındaki deliklerin sonraki zamanlarda tıkanmaması için borunun etrafına 4-8 mm elenmiş çakıl konulmuştur. Kuyuları çevreden gelecek müdahalelere karşı korumak için ise boruların ağızları kapaklı olarak yapılmış ve çevrelerine ağızlık betonu dökülmüştür.



Şekil. 3. 4. Gözlem Kuyusu Açılmasında Kullanılan Burgu Seti

3. 2. 1. 2. Su Örneklerinin Alınması

Tabansuyu düzeyindeki değişimlerini izlenmesi ile birlikte tabansuyunun kalitesini ve zamanla değişimini incelemek için açılan gözlem kuyularından su örnekleri alınmıştır. Kuyulardan su örneklerinin alınmasında DSİ Bafra Ovası Sulama Proje Müdürlüğünde geliştirilen şekil. 3.5. deki alet kullanılmıştır. Kuyulardan alınan su numunelerinin EC değerleri Elektriksel iletkenlik cihazı ile arazide belirlenmiştir

Çalışma alanının sulanmasını sağlayan sulama suyunun özelliklerini ve zamana bağlı olarak değişimlerini incelemek için Kızılırmak Nehri'den su numuneleri alınmış ve sulama suyunun özelliklerini belirlemek için DSİ VII.Bölge Müdürlüğünün laboratuvarına gönderilmiştir.



Şekil 3. 5. Gözlem Kuyularından Su Numunesi Almak İçin Kullanılan Alet

Drenaj kanalları vasıtasıyla topraktan uzaklaştırılan tuz miktarının saptanması için ana drenaj kanallarının başlangıç ve tahliye noktalarından düzenli olarak örnekler alınarak tuz değişimi belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 3. 6. Elektriksel İletkenlik Aleti

3. 2. 1. 3. Taban Suyu Seviyesinin Ölçülmesi

Tabansuyu düzey ölçümleri Eylül 2003 tarihide başlatılmış, Ağustos 2004 tarihinde (1 yıl) tamamlanmıştır. Ölçümlerde homojenlik sağlayabilmek amacıyla her ayın son haftasında ölçüm gerçekleştirilmiştir. Seviye ölçümleri elektronik düzey ölçer ile yapılmıştır.

Gözlem kuyularının arazideki yerini tespit etmek için kuyu koordinatları GPS aleti ile belirlenmiştir.

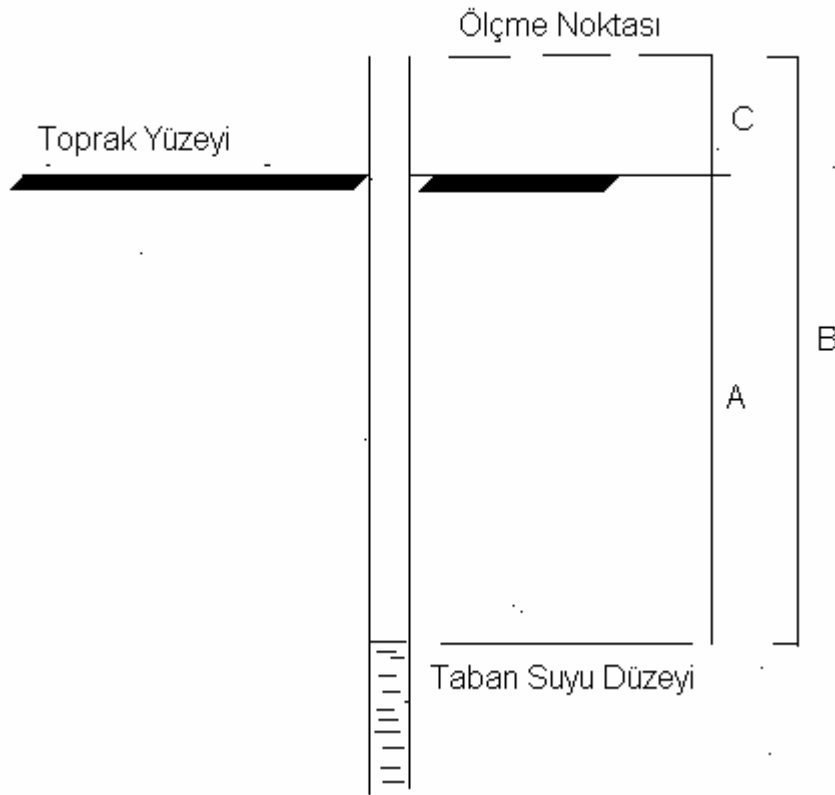
Tabansuyu derinliğinin saptanması için ölçümler ölçme noktalarında şekil 3. 7. de gösterildiği gibi yapılmıştır.

$$A = B - C$$

A = Tabansuyu derinliği (cm)

B = Tabansuyunun ölçme noktasına göre yüksekliği (cm)

C = Ölçme noktasının toprak yüzeyine göre yüksekliği (cm)



Şekil 3.7.Tabansuyu Gözlem Kuyusunda Ölçüm Parametreleri



Şekil 3. 8. Elektronik Taban Suyu Düzey Ölçeri

3. 3. Büro Çalışmaları

3. 3. 1. Taban Suyu Haritalarının Çizimi

Araştırma alanında, taban suyunun nerede ve ne zaman, hangi düzeyde, hangi tuzluluk sınıfında bulunduğunu belirleyebilmek için taban suyu haritaları çizilmiştir. Taban suyu derinlik bölgeleri haritaları; gözlemlerin yapıldığı dönem için aylık olarak, kritik en yüksek eş derinlik ve kritik en düşük eş derinlik haritaları çizilmiştir. Taban suyu derinlik haritalarında bitki gelişimi açısından önem taşıyan dönem aralıkları göz önüne alınmıştır.

Araştırma alanında ayrıca gözlemlerin yapıldığı aylarda kuyulardan su numunesi alınarak taban suyu EC değeri belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler yardımıyla tuzluluk haritaları çizilmiştir. Bu haritaların çiziminde arcview 8 yazılım programı kullanılmıştır. Son yıllarda taban suyu izleme çalışmalarında gelişen teknolojiden yararlanarak izleme ve değerlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Gündoğdu ve ark. (1998) taban suyu gözlem sonuçlarını kullanarak oluşturulan haritaların, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Taban suyu ölçümleri esnasında taban suyu tuzluluk ve taban suyu derinlik değerleri ölçülmüştür. Elde edilen bu verilerden yararlanılarak tabansuyu tuzluluk ve taban suyu derinliğine ilişkin haritaların çizilmesinde şu aşamalar gerçekleştirilmiştir.

Son yıllarda taban suyu izleme çalışmalarında gelişen teknolojiye yararlanarak izleme ve değerlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Gündoğdu ve ark. (1998) taban suyu gözlem sonuçlarını kullanarak oluşturulan haritaların, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Taban suyu ölçümleri esnasında taban suyu tuzluluk ve taban suyu derinlik değerleri belirlenmiştir. Elde edilen bu verilerden yararlanılarak taban suyu tuzluluk ve taban suyu derinliğine ilişkin haritaların çizilmesinde şu aşamalar gerçekleştirilmiştir.

1. Öncelikle çalışma alanına ait analog veriler (çalışma alanının sınırları, yükseklik verileri, drenaj kanalı ve gözlem kuyu noktalarına ait paftalar) taranarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.
2. Tarama işlemi yapılan haritalar referans noktalar kullanılmak suretiyle UTM koordinat sistemine referanslandırılmış ve gerekli dönüşümler yapılmıştır.
3. Koordinatlandırma işlemi tamamlanan paftalar ekranda sayısallaştırma yöntemi kullanılarak sayısallaştırılmış ve çalışma alanının sınırları, eş yükseklik eğrileri, drenaj kanalları ve gözlem kuyularına ait veri katmanları üretilmiştir.
4. Çalışma alanında ölçülen, eylül 2003 ile ağustos 2004 ayları arasında geçen döneme ait taban suyu tuzluluk ile taban suyu derinlik değerleri Excel programında girilmiş ve dbf formatında olarak kaydedilmiştir. Her gözlem kuyusuna ait ölçüm değerlerini içeren bu dosya ArcView de hazırlanan gözlem kuyularına ait veri katmanı ile ilişkilendirilmiştir. Böylece tablosal değerlerin veri tabanına aktarılması sağlanmıştır.
5. Öznitelik tablosunda bulunan tuzluluk ve taban suyu derinlik değerleri her ay için ayrı ayrı ele alınarak CBS nin analiz fonksiyonlarından yararlanılmak suretiyle analiz edilmiştir. Noktasal değere sahip olan gözlem değerleri Inverse Distance Weight (IDW) enterpolasyon yöntemiyle enterpole edilmiş ve sonuçta 20 m hücre boyutunda ve her bir aya ait ilgili veri katmanları üretilmiştir.

6. Hazırlanan bu veri katmanları CBS kapsamında birlikte veya ayrı ayrı değerlendirilmiş ve amaçlar doğrultusunda sorgulama ve sınıflandırma işlemlerine tabi tutulmuştur.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Arazi Gözlemlerinin Değerlendirilmesi

Arazi gözlemleri, araştırmanın yapıldığı Eylül 2003 ile Ağustos 2004 tarihleri arasında düzenli olarak sürdürülmüştür. Araştırma süresince gerek drenaj şebekesinin durumu ve işlerliği, gerekse drenaj sorunu yönünden araştırma alanında gözle görülebilen özellikler ve bu özelliklerin belirtilen zaman süreci içerisinde değişimi izlenmiştir.

Ayrıca araştırma döneminde tuzlanmanın ova üzerindeki etkileri gözlemlenmiş ve tuzlanmanın çiftçinin tarımsal faaliyetleri üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma sahası drenaj sistemi kapalı ve açık olmak üzere 2 farklı bölümden oluşmaktadır. Bunlardan kapalı drenaj sistemi 1980'li yıllarda Köy Hizmetler Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Bu kapsamda toprak altına kil künkler döşenmiştir. Bu sistem ovanın güneyinde bulunan Türbe, Karıncak ve Ağıllar köylerini içerisine alan bölümde uygulanmıştır. Ancak daha sonraki yıllarda bu sistem çitçiler tarafından tahrip edilerek kullanılabilirliğini kaybetmiştir. Mevcut durumda bu sistemin araştırma sahasında çalıştığı sadece birkaç nokta bulunmaktadır.

Araştırma sahasında açık drenaj sistemini ise iki bölümde incelemek gerekmektedir. Bunlardan birincisi 2 m kotu üzeri olarak nitelendirilen ve drenajın doğal yollar ile sağlandığı bölümdür. Bu bölümde bulunan drenaj kanalları araştırma sahasının güneyinde bulunan sahayı drene etmek için kullanılmaktadır. Mevcut durumda bu kanallar çıkış ağzı problemi ile karşı karşıya bulunmaktadır. Bu kanallar vasıtasıyla üst kısımlardan gelen yağış ve drenaj suları drenaj sistemi tamamlanamadığı için ova ile deniz arasında bulunan göllere boşalmaktadır. Göllerin deniz ile bağlantısı olmadığı için buraya gelen sular göllerde suyun yükselmesine neden olmaktadır. Bu durumda kanallarda şişme meydana gelmekte ve arazide bulunan sular drene edilememektedir.

Drenaj açısından incelenecek ikinci önemli konu ise 2 m kotu altı olarak nitelendirilen ve drenajın doğal yollar ile sağlanamayacağı alandır. Bu bölümde bulunan drenaj kanalları, kuşaklama kanalına mansaplanmaktadır. Kuşaklama kanalı üzerine ise 2 adet motopomp istasyonu tesis edilecektir. Bu tesislerden bir tanesi suyunu denize,

diğeri ise ovada bulunan tüm kanalların bağlandığı ve ovanın drenajını sağlayacak olan Boytar Drenaj Kanalına aktarılacaktır. Şekil 4.1 de ovanın ana drenaj kanalı olarak kullanılacak olan Boytar Drenaj Kanalı görülmektedir.



Şekil. 4. 1. Bafra Ovası Sağ Sahil Boytar Ana Drenaj Kanalı

Drenaj kanalarında yaşanan en büyük sorunlardan bir tanesi de kanallarda akış hızının düşük olması nedeniyle meydana gelen otlanma ve siltasyon birikimidir. Ana drenaj kanalları mevcut halinde gllere bağlantılı olmasından dolayı akışın çok az olmasına sebep olmaktadır. Bu durum ise kanallarda otlanmaya dolayısıyla da drenaj kanallarının tam kapasite ile çalışmamasına neden olmaktadır. Araştırma sahasında drenaj açısından bulunan diğer problem ise tarla içi drenajının yapılmamış olmasındır.

Araştırma süresi boyunca zaman zaman drenaj kanallarındaki sudan, sulama amacıyla yararlanmak için kanalların önüne set inşaa edilerek su düzeyinin yükseltilmeye çalışıldığı gözlenmiştir. Bu durum drenaj kanallarındaki suyun akış hızını azalttığından kanal tabanında sürüntü malzemesi birikimi oluşmaktadır.

Araştırma alanı çiftçileri tarlalarına kanaletlerden sifon yardımıyla su almak yerine kanaletleri taşıyarak su aldığı görülmüştür. Bu durum ise fazla su kullanılmasına ve dolayısıyla da taban suyunun beslenmesine neden olmaktadır.

Topraklarda tuzluluğun en belirgin özelliği toprak üzerindeki beyaz tuz lekeleridir. Araştırma alanında yapılan gözlemlerde lokal açık renkli toprak lekelerine rastlanmıştır. Bu duruma ovanın kuzeyinde daha fazla rastlanılmaktadır.

4.2. Tabansuyu Düzey Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Bafra Ovası Sulama Projesi kapsamında bulunan sağ sahil sulama alanında yapılan gözlem çalışmalarına Eylül 2003 tarihinde başlanmıştır. Bu araştırma kapsamında 60 adet ve derinliği 4 m olan gözlem kuyusu açılmıştır. Taban suyu gözlemlerinde ayrıca 2 adet de içme suyu kuyusu da kullanılmıştır. Ölçümler düzenli olarak her ayın son haftasında yapılmıştır. Bu ölçümlerde taban suyu derinlikleri ve taban suyunun EC değerleri tespit edilmiştir. Tabansuyu gözlem kuyuları genellikle 100 ha alana 1 adet olmak üzere açılır. Ancak, ilk taban suyu raporundaki eş derinlik eğrileri haritalarında, eğrilerin sık olarak yer aldığı bölümlerde haritaların daha sağlıklı olması için, gözlem kuyularını artırılmasında yarar vardır (Anonymous, 1993). Araştırma sahasında 130 hektara bir adet gözlem kuyusu düşmektedir. Bunun nedeni ise ovada ürün deseninin çok farklılık göstermesi ile birlikte araştırma sahasında çeltik tarımının yoğun olarak yapılmasından dolayı gözlem kuyuları açılacağı güvenli alanların tespitinde zorluk olmasıdır. Bu nedenle gözlem kuyusu açılan yerlerin bir sonraki yıl çeltik tavaları altında kalması önlenmiştir.

Araştırma alanında yapılan ölçümler sonucunda alınan değerler ışığında ovada taban suyunun derinliğinin dağılımını, konumunu ve aylara göre değişimini daha kolay izlemek amacıyla taban suyu derinlik haritaları çizilmiştir. Şekil 4.3 de taban suyu derinlikleri gruplandırılırken bitki kök seviyeleri dikkate alınmıştır. Taban suyu derinliğinin bitki verimini aşırı derecede etkilediği 0-50 cm arasında kaldığı alanlar bir grup yapılmış ve mavi renkle belirtilmiştir. Bitki gelişiminin olumsuz yönde etkilendiği 50-100 cm arasında kalan kısımlar ikinci bir grup olarak değerlendirilmiş ve bu alanları ifade etmek için kırmızı renk kullanılmıştır. Diğer bir gruplandırma da ise kısmen drenaj sorunu olan, taban suyu derinliğinin 100-200 cm arasında olduğu alanlar alınmıştır. Bu aralıkta kalan kısımlar ise haritalarda yeşil renk ile gösterilmiştir. Taban

suyu probleminin oluşmadığı 200-300 cm aralığında kalan kısımlarda farklı bir grup yapılmış ve bu aralıkta olan alanlar ise sarı renkle ifade edilmiştir. Taban suyunun 300 cm den daha derinlerde olduğu alanlarda farklı bir grupta ifade edilmiş ve bu alanlarda kahverengi ile belirtilmiştir (Anonymous, 1993).



Şekil 4. 2. Taban Suyu Gözlem Kuyusu Ölçümü

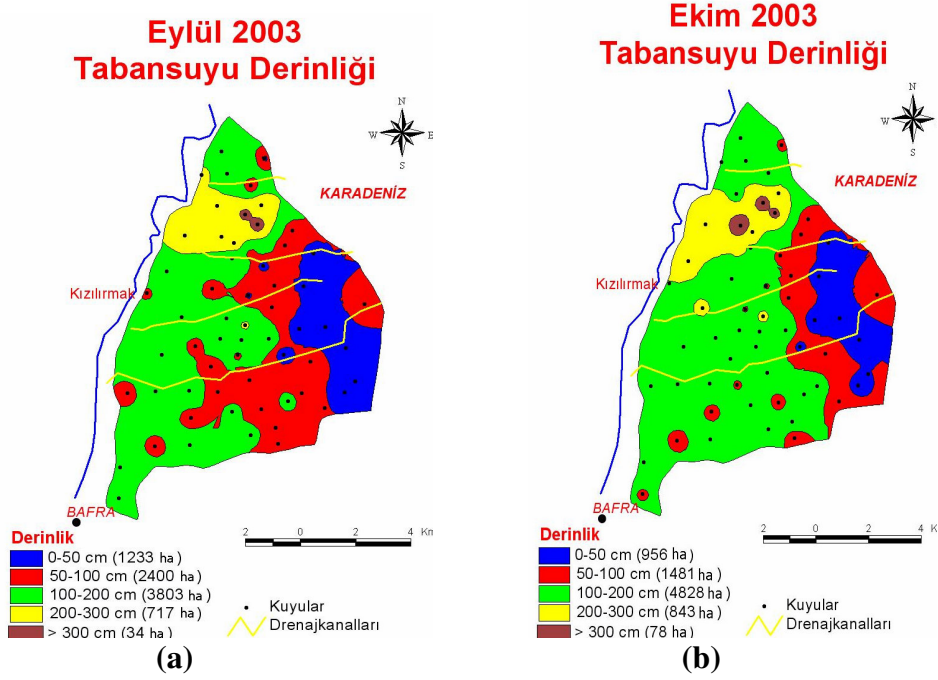
Eylül 2003 ayına ait tabansuyu derinlik haritası incelediğinde ovada taban suyu derinliğinin 0-300 cm arasında değiştiği görülmektedir. Tabansuyuna yağışın etkisinin olup olmadığını incelemek amacıyla ölçümlerin yapıldığı ayda araştırma sahasında oluşan yağışında incelenmesi gerekmektedir. Eylül ayında araştırma sahasına düşen toplam yağış miktarı 135 mm dir. Yapılan ölçümler sonucunda Eylül ayında 8186 ha olan araştırma sahasının %15 ine tekabül eden 1233 ha arazide tabansuyu derinliği 0-50 cm arasında bulunmaktadır. Araştırma sahasının %30 una denk gelen 2400 ha alanda ise taban suyu derinliği 50-100 cm arasında bulunmuştur. Taban suyu derinliğinin 100-200 cm arasında olduğu alanlar, toplam alanın %46 sına karşılık gelen 3803 ha alanı kapsamaktadır. Taban suyu derinliğinin 200-300 cm arasında olduğu alanlar toplam araştırma sahasının %9 una karşılık gelen 717 ha araziye ve taban suyu derinliğinin 300 cm den fazla olduğu alanlar ise sadece 34 ha olarak bulunmuştur. Eylül ayında yapılan ölçümler sonucunda bu ayda araştırma sahasında taban suyunun yüksek

olduğu gözlemlenmiştir. Bazı bitkilerin gelişmeleri için ihtiyaç duydukları optimum taban suyu derinlikleri şekerpancarı için 80 cm, Buğday ve mısır için 100 cm ve sebzeler için 75 cm dir (Güngör ve Erözel, 1994). Bu duruma göre bitkilerin ihtiyaç duyduğu taban suyu aralığı 0-100 cm olarak kabul edilirse bu ayda toplam araştırma sahanın %45 ine karşılık gelen 3633 ha arazide taban suyu derinliği 0-100 cm arasında bulunmaktadır.

Ekim ayına ait taban suyu derinlik haritası incelendiğinde; bu ayda araştırma sahasına düşen toplam yağış miktarı 204.1 mm olarak gerçekleşmiştir. Bu ayda yapılan ölçümler sonucunda taban suyu derinliğinin 0-50 cm arasında olduğu alan toplam araştırma sahasının %12 sine karşılık gelen 956 ha ve taban suyunun 50-100 cm arasında olduğu alan araştırma sahasının % 16 sına karşılık gelen 1481 ha dır. Taban suyu derinliğinin 100-200 cm arasında olduğu alan toplam sahanın %59 una karşılık gelen 4828 ha ve 200-300 cm arasında olduğu alan ise 843 ha olup toplam alanın %10 u olmuştur. Taban suyu derinliğinin 300 cm den fazla olduğu alan ise sadece 78 ha dır. Bu ayda taban suyu derinliğinin 0-100 cm arasında olduğu toplam alan 2 437 ha olup bu ise toplam alanın %30 una karşılık gelmektedir. Bu ayda yağışın Eylül ayına göre fazla olmasına rağmen taban suyu derinliğinde azalma meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise araştırma sahasında sulama mevsiminin Eylül ayında sona ermiş olması ve sulamanın etkisinin Eylül ayındaki ölçümlere yansımış olmasıdır.

Kasım ayında araştırma sahasına düşen toplam yağış miktarı 51 mm olarak gerçekleşmiştir. Bu ayda yapılan ölçümler sonucunda taban suyu derinliğinin 0-50 cm arasında olduğu alanların toplamı 2055 ha olup bu ise toplam sahanın %25 ine karşılık gelmektedir. Taban suyu derinliğinin 50-100 cm arasında olduğu alan 3002 ha olup bu alan araştırma sahasının % 37 dir. Taban suyu derinliğinin 100-200 cm arasında olduğu alan toplam sahanın %38 ine karşılık gelen 3091 ha alandır. 200-300 cm arasında ise sadece 38 ha alan bulunmakta olup Kasım ayında araştırma sahasında taban suyu derinliğinin 300 cm den fazla olduğu kuyu bulunmamıştır. Kasım ayında yapılan gözlemler sonucunda gözleme alınan sahanın 5 057 hektarında taban suyu derinliği 0-100 cm arasında gözlemlenmiştir. Bu ise toplam çalışma sahasının % 62 sine karşılık gelmektedir. Bu sonuç Kasım ayında yağışın az olmasına rağmen tabansuyunun yükselmesi, bitki su tüketiminin azalması ve etkin bir drenaj sisteminin olmaması

nedeniyle ovanın büyük bir bölümünde taban suyunun probleminin arttığını göstermektedir.

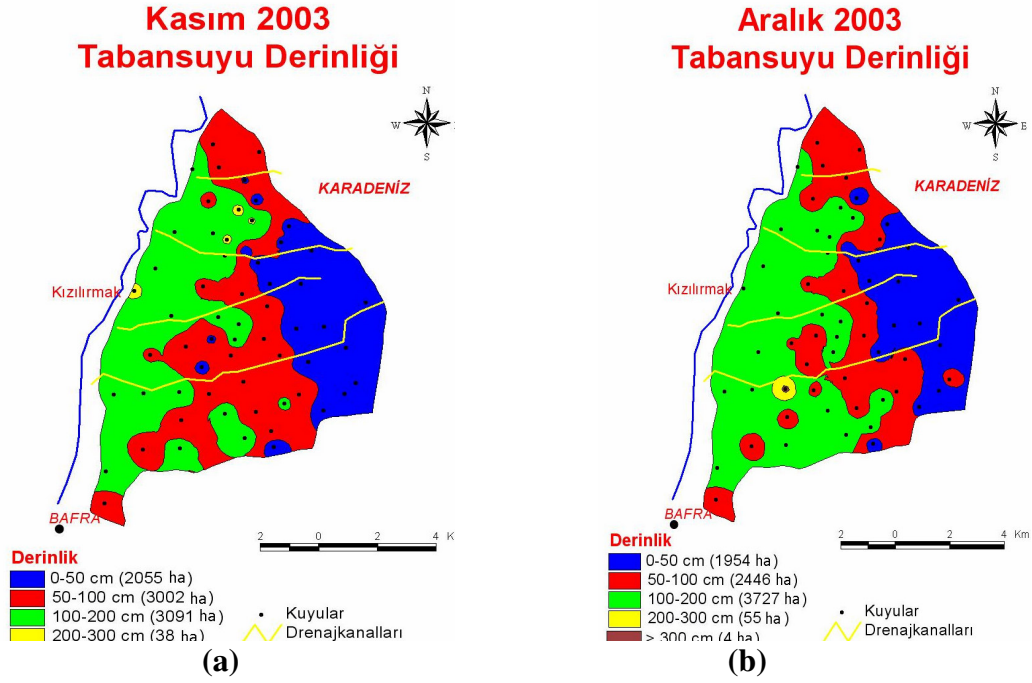


Şekil 4.3. (a) Eylül- (b) Ekim Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları

Çalışma sahasına Aralık ayında meydana gelen 129 mm yağışla Kasım ayına göre daha fazla yağış düşmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda 1954 hektar alanda taban suyu derinliğinin 0-50 cm arasında, 2446 hektar alanda 50-100 cm arasında olduğu tespit edilmiştir. Taban suyunun problem olarak değerlendirildiği 0-100 cm aralığında olduğu alan toplamı 4400 hektar olup bu ise toplam çalışma sahasının %54 üne karşılık gelmektedir. 3727 hektar alanda ise taban suyu derinliği 100-200 cm arasında yer almıştır. 200 cm den daha fazla derinlikte olduğu kısımların toplamı ise sadece 59 hektardır. Aralık ayında da Kasım ayına benzer nedenlerle ovanın büyük bir bölümünde taban suyu probleminin oluştuğu görülmüştür.

Ocak ayında çalışma sahasında gözlemlenen yağış miktarı 57,2 mm dir. Yapılan ölçümlerde taban suyu derinliğinde azalma olduğu belirlenmiştir. Problem teşkil eden 0-50 cm aralığında olan alanların toplamı 1576 ha, 50-100 cm aralığında olan alanların toplamı ise 1975 ha olmuştur. 0-100 cm arasında kalan alanlar ise toplam çalışma sahasının %43 üne oluşturmaktadır. 100-200 cm aralığında kalan toplam alan 4310 ha, 200 cm den fazla olan alanların toplamı ise 326 ha olarak tespit edilmiştir. Bu

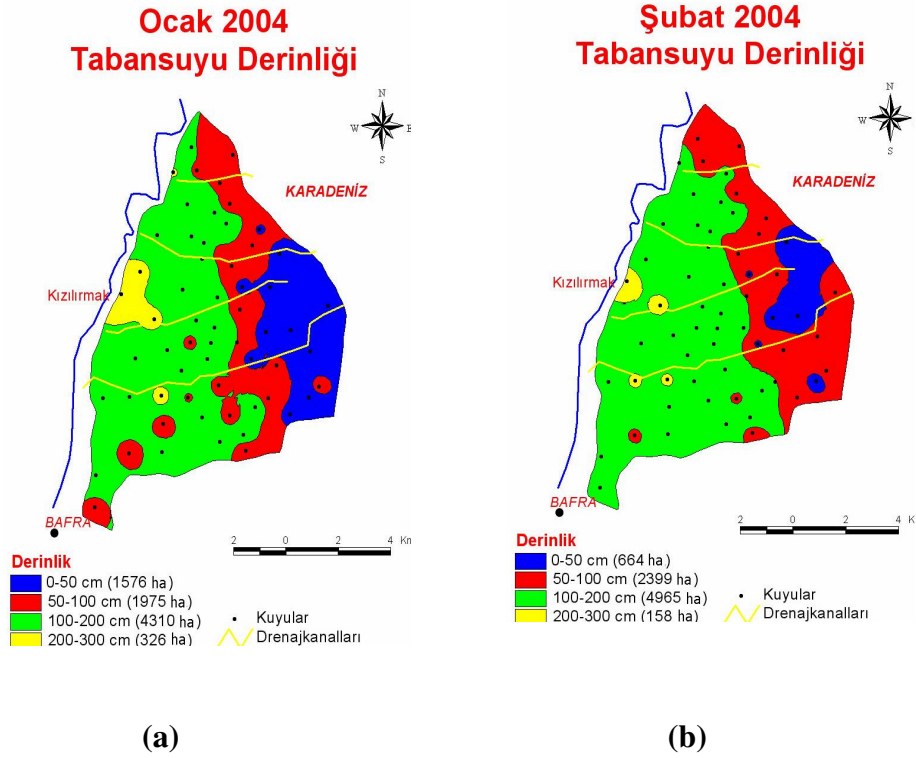
değerlerden de anlaşılacağı üzere bu ayda yağışın azalması taban suyu derinliğini doğrudan etkilemiş ve tabansuyu derinliğinin 0-100 cm arasında olduğu bölümlerin azalmasına neden olmuştur.



Şekil 4.4. (a) Kasım – (b) Aralık Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları

Şubat ayında ise Ocak ayında olduğu gibi ovaya düşen yağış miktarı 55,7 mm dir. Bu ayda da ölçümler taban suyunda bir azalmanın olduğunu göstermiştir. Bitki gelişimi açısından önemli olan 0-50 cm aralığında kalan toplam alan 664 ha olmuş, bitki verimde azalmaya neden olan 50-100 cm arasında kalan alan ise 2399 ha olarak gerçekleşmiştir. Bu ise yağışın taban suyu üzerine olan etkisini göstermektedir. Taban suyu derinliğinde bir azalma söz konusudur. Bu durumda bile 0-100 cm aralığında kalan alanların toplamı 3063 ha olup gözleme alınan sahanın %37 sini oluşturmaktadır. 4695 ha alanda ise derinlik 100-200 cm arasında kaldığı tespit edilmiştir.

Mart ayında ise yağış miktarı biraz artmış ve 96,1 mm olarak gerçekleşmiştir. Bu durum ise taban suyu derinliğinde her hangi bir artışı sebep olmamış aksine bir azalma gerçekleşmiştir. Mart ayında 0-50 cm arasında olan alanların toplamı 110 ha olarak gerçekleşmiştir. Bu ise önceki aylarda yağışın az görülmesinden kaynaklanmaktadır. 50-100 cm arasında olan alanların toplamı 2599 ha, 100-200 cm arasında 5439 hektar alanın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 5. (a) Ocak- (b) Şubat Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları

Nisan ayına ait derinlik haritasından da anlaşılacağı üzere bu ayda yağış miktarında meydana gelen artışa paralel olarak taban suyunda bir artışın olduğu görülmektedir. Nisan ayında araştırma sahasına 113,5 mm yağış düştüğü tespit edilmiştir. Bu ayda araştırma sahasında taban suyu derinliğinin 0-50 cm arasında olduğu alan 2 541 ha ve 50-100 cm arasında olduğu alan ise 2 991 ha olarak gerçekleşmiştir. Taban suyu derinliğinin 100-200 cm arasında olduğu alan ise 2 654 ha olmuştur. Bu ayda taban suyu derinliğinin 0-100 cm arasında olduğu alanın toplamı, araştırma sahasının % 68 ine karşılık gelmektedir. Yağışın etkisi ile bu ayda taban suyu 200 cm nin altına düşmemiştir.

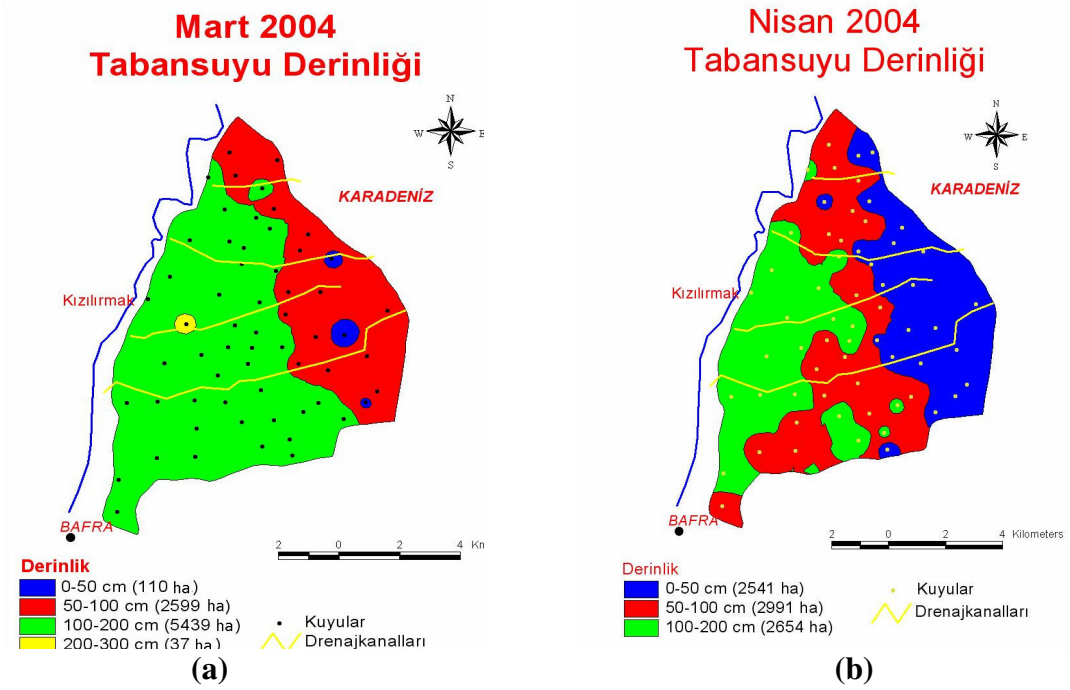


Şekil 4. 6. Araştırma Sahasında Drenaj Eksikliği Sonucu Su Altında Kalan Ürünler

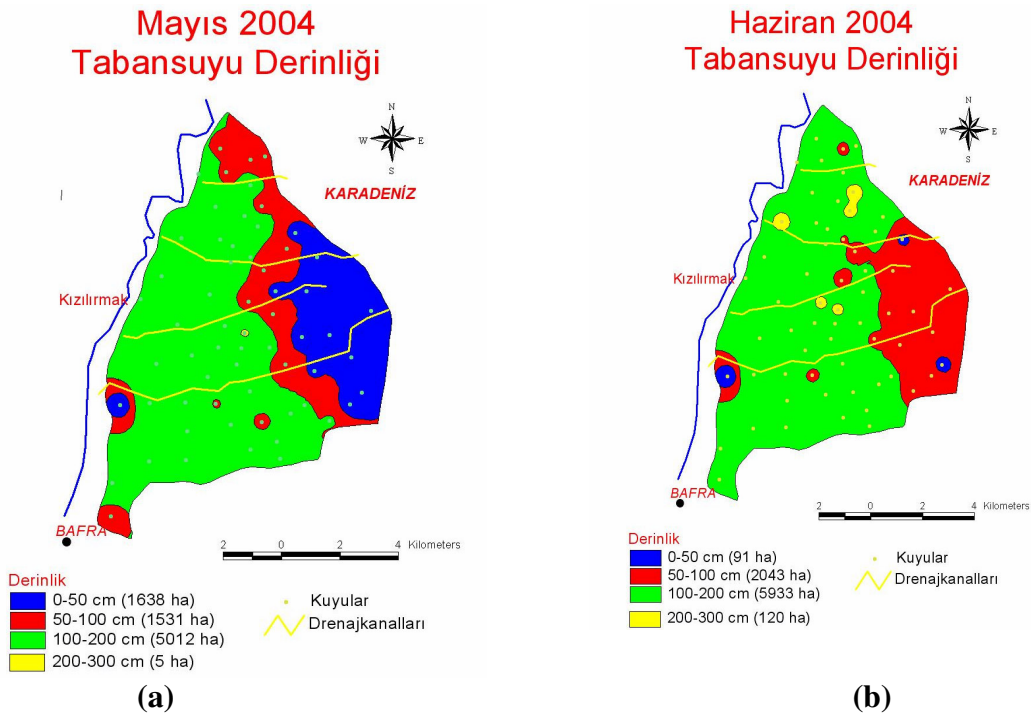
Mayıs ayının ilk haftasından itibaren Derbent Barajından şebekeye su alınmaya başlanmıştır. Bu aydan itibaren taban suyu derinliğindeki meydana gelen değişmeyi incelerken sulama ve yağış birlikte ele alınmıştır. Mayıs ayında ovaya düşen yağış miktarı 78 mm olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda haritadan da anlaşılacağı üzere taban suyu derinliğinin 0-50 cm olduğu alan toplamı 1 638 ha, 50-100 cm arasında olduğu alanların toplamı ise 1 531 ha olarak gerçekleşmiştir. Bunların toplamı ise çalışma sahasının %39 una karşılık gelmektedir. Taban suyu derinliğinin 100-200 cm arasında olduğu alan ise geriye kalan 5 012 ha olup derinliğin 200 cm den fazla olduğu gözlem kuyusu olmamıştır. Bu ayda taban suyuna sulama ve yağışın etkisinin birlikte olmasına rağmen taban suyu seviyesinde bir düşme gerçekleşmiştir.

Haziran ayında ise 130,3 mm yağış olmasına rağmen taban suyunda bir artışın oluşmadığı haritadan anlaşılmaktadır. Bu ayda yağışın fazla olduğundan dolayı sulama kanalları bir müddet kapatılarak sulamaya ara verilmiştir. Yağış miktarı bitkilerin ihtiyacını karşılamış ve bu da taban suyunda bir artışın oluşmamasına neden olmuştur. Yapılan gözlemler sonucunda derinliğin 0-50 cm arasında olduğu alanların toplamı

91 ha ve 50-100 cm arasında olduğu alanların toplamı ise 2 043 ha olarak gerçekleşmiştir. Tabansuyu derinlinin 100-200 cm arasında olan alanların toplamı ise 5 933 ha'a yükselmiştir.

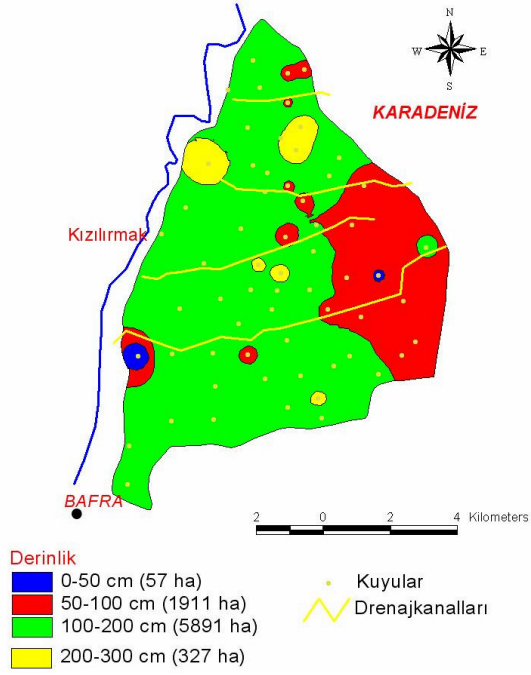


Şekil 4. 7. (a) Mart- (b) Nisan Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları



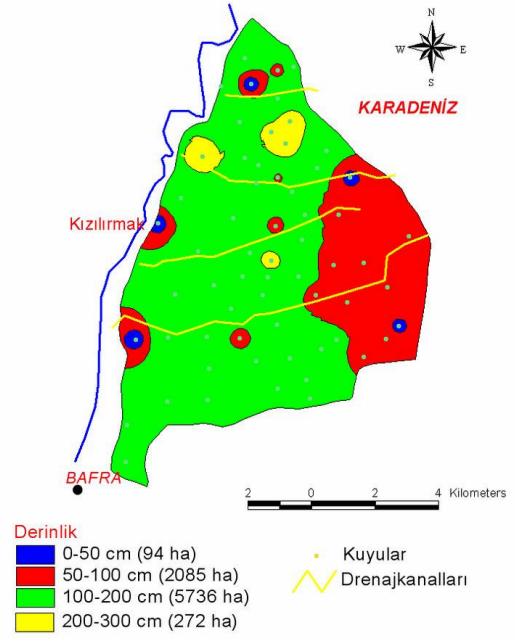
Şekil 4. 8. (a) Mayıs- (b) Haziran Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları

Temmuz 2004 Tabansuyu Derinliği



(a)

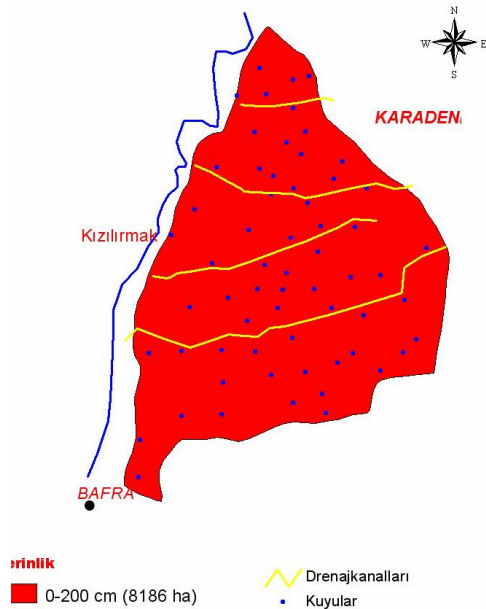
Ağustos 2004 Tabansuyu Derinliği



(b)

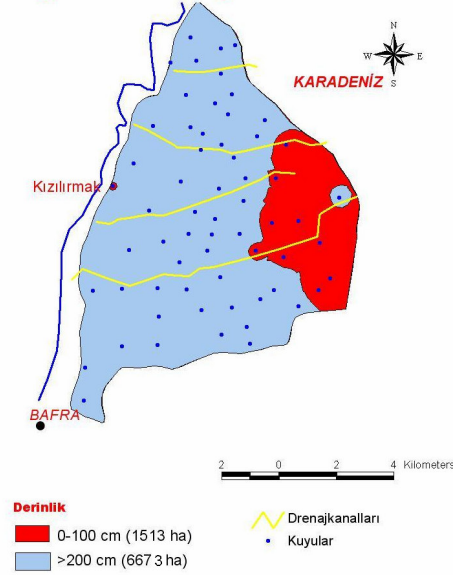
Şekil 4. 9. (a)Temmuz- (b)Ağustos Ayları Taban Suyu Derinlik Haritaları

Taban Suyu En Yüksek Eş Derinlik Eğrileri Haritası



(a)

Taban Suyu En Düşük Eş Derinlik Eğrileri Haritası



(b)

Şekil 4. 10. (a) TabanSuyu En Yüksek Eş Derinlik – (b) Taban Suyu En Düşük

Eş Derinlik Haritaları

Sulamanın tabansuyuna olan etkilerinin bilinmesi için; su gereksiniminin fazla ve sulamanın en yoğun gerçekleştiği aya ait taban suyu değerleri harita üzerine işlenerek sulamanın en yoğun olduğu ay eşderinlik haritası çizilir. Bafra Ovasında en kurak ay 26,3 mm yağış ortalaması ile Temmuz ayı olup yine en fazla buharlaşma 200.9 mm ile bu ayda olmaktadır. Bu nedenle ovada sulamanın en yoğun olduğu ay temmuz ayı olarak kabul edilebilir (Kara ve Arslan, 2004). Temmuz ayında yağış miktarında meydana gelen azalma, buharlaşma ve bitki su tüketiminin de artması sonucunda taban suyunun azalma devam etmiştir. Bu ayda taban suyunun 0-50 cm arasında bulunduğu alan yok denecek kadar az olmuştur. 50-100 cm arasında olduğu alanların toplamı ise 1911 ha olarak gerçekleşmiştir. Derinliğin 100 cm den fazla olduğu alanların toplamı ise 6218 ha olarak gerçekleşmiştir. Buradan sulamanın en yoğun olduğu ayda toplam sahanın %24 ünde taban suyu seviyesi bitki gelişimini etkileyen derinlikte bulunduğu anlaşılmaktadır. Şekil 4.9.(a) dan anlaşıldığı gibi bu seviye gözlem boyunca bulunan en yüksek seviyedir. Bu ise bitki su tüketimi ve buharlaşmanın yüksek olmasının sonucudur.

Ölçümlerin tamamlandığı Ağustos ayında da Temmuz ayına benzer bir özellik görülmüştür. Taban suyunun 50 cm den az olduğu alan 94 ha, 50-100 cm arasında olduğu alan 2085 ha olarak gerçekleşmiştir.

Anonymous, (1993)'e göre taban suyunun 12 aylık dönem içinde her kuyuda toprak yüzeyine en yakın ve en uzak olduğu değerler saptanır. Yıl boyunca her kuyuda saptanan en yüksek değer harita üzerine işlenerek, taban suyu kritik en yüksek eşderinlik eğrileri haritası çizilir. Bu harita, sulama alanında, taban suyunun bir yıl içerisinde en fazla hangi düzeye kadar yükseldiğini gösterir. Bu haritalarda taban suyunun 0-2 m arasında olduğu kesimler, drenaj sorunu olan alanların sınırını belirler.

Araştırma sahasından bulunan 62 adet taban suyu gözlem kuyusunun en yüksek değerleri belirlenmiş ve buna göre taban suyu en yüksek eş derinlik haritası çizilmiştir (Şekil 4.10.a). Bu harita incelendiğinde araştırma sahasının tamamında 12 ay boyunca taban suyunun 0 - 2.0 m arasında yer aldığı görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi çalışma sahasının tamamın da drenaj sorunu bulunmaktadır.

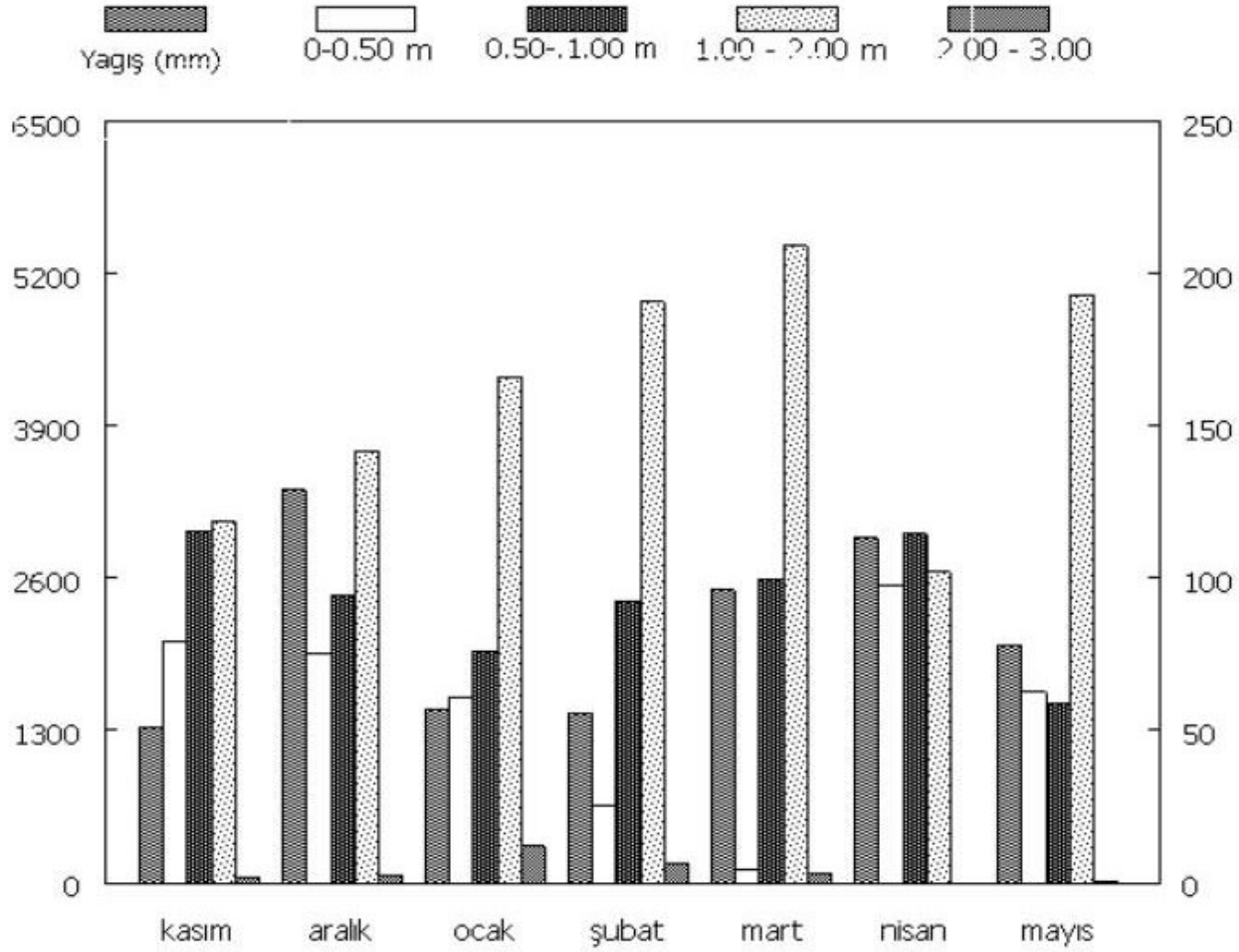
Araştırma sahasında bulunan kuyuların 12 aylık ölçüm değerlerinden en büyük değerler kullanılarak kritik en düşük eş derinlik eğrileri haritaları çizilir. Çizilen harita, sulama alanında taban suyunun bir yıl içerisinde en fazla hangi düzeye kadar düştüğünü göstermektedir. Bu haritada, taban suyunun 0-1 m arasında olduğu alanlar taban suyunun tüm yıl bitki kök bölgesinde olduğu alanları, başka bir deyişle çiftlik drenajı yapılması gereken alanları gösterir. Araştırma sahasından alınan 12 aylık ölçüm sonuçları incelenerek yıl içerisinde ulaşılmış oldukları en yüksek değer belirlenmiştir. Belirlenen bu değerlere göre hazırlanan haritada 100 cm den düşük değere sahip alanlar tespit edilmiştir. Bu değerlere göre hazırlanan şekil 4.10.b incelendiğinde araştırma sahasının 1513 ha lık kısmında yıl boyunca taban suyunun bitki kök bölgesinde olduğu anlaşılmaktadır. Sorunlu saha haritadan da anlaşılacağı üzere ovanın kuzeyinde Yeşilyazı köyü ve Doğanca beldesinin arazilerini içerisine alan saha da bulunmaktadır. Bu saha yıl boyunca taban suyu problemi ile karşı karşıya olup bitki veriminde büyük kayıplar görülmektedir. Zararın azaltılması amacıyla bu alanlarda çoğunlukla çeltik tarımı yapılmaktadır. Ancak çeltiğin hasat döneminde arazilerin ıslak olmasından dolayı hasat gecikmekte ve bu da ekonomik olarak büyük zararlara yol açmaktadır.

Taban suyu derinliğindeki değişimin yağıştan mı yoksa sulamadan mı kaynaklandığını belirlemek amacıyla gözlem periyodu iki döneme ayrılarak inceleme yapılmıştır. Bu dönemlerin belirlenmesinde, çalışma sahasında sulamanın etkisinin oluşmaya başladığı Haziran ayının başlangıcı ile sulamanın etkisinin ortadan kalktığı Ekim ayının sonu bir dönem olarak alınmıştır. İkinci dönem ise araştırma sahasında taban suyunu etkileyen tek faktör olan yağış dikkate alınarak Kasım ayının başlangıcı ile Mayıs ayının sonu arasında geçen zaman alınmıştır. Şekil 4. 11. de araştırmanın ilk döneminde gözlem sahasında aylara göre meydana gelen yağış miktarları ve taban suyu derinliğinin 0-0.50 m, 0.50-1.00 m, 1.00-2.00 m ve 2.00-3.00 m arasında olduğu alanlar verilmektedir. Şekilde görülen farklı derinlikler, bitkilerin gelişimlerini etkilemeyecek olan taban suyu derinlikleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Şekil 4.11 ve şekil 4.12 de ay boyunca oluşan yağışın kümülatif toplamı alınmıştır. Bu şekilde oluşan yağış ile tabansuyu derinliği arasında ilişki kurarak ay bazında oluşan değişimi incelemek araştırmacıları yanlış sonuçlara götürebilir. Tabansuyu ölçümleri her ayın son haftasında yapıldığı için burada önemli olan yağışın sadece miktarı değil aynı zamanda ay içerisindeki dağılımıdır. Bu nedenle yağışın tabansuyuna etkisi incelenirken bu

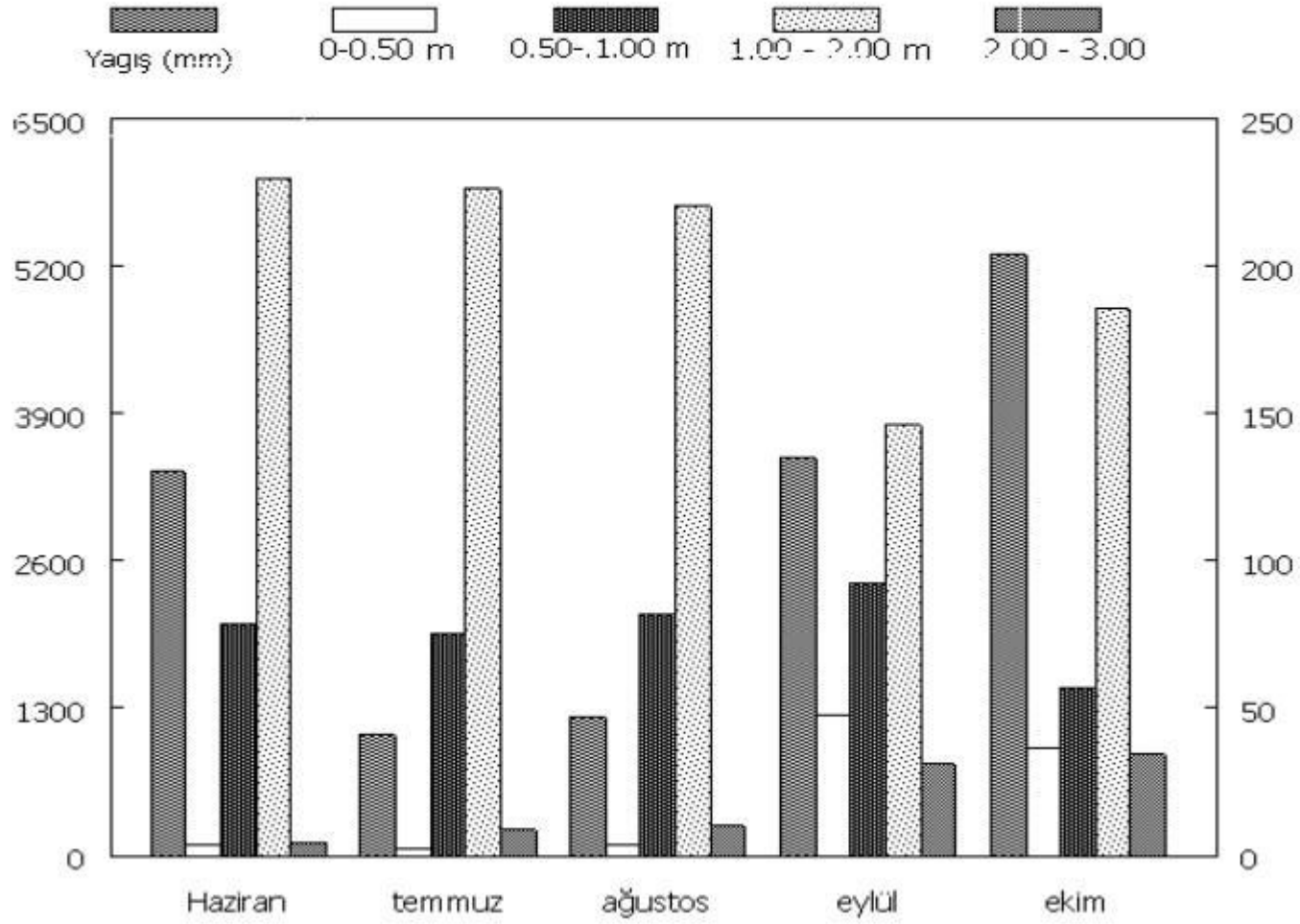
faktörde göz önünde bulundurulacaktır. Bu sayede yağışın ne kadar süre ile ovada tabansuyunu etkilediği ve drenaj yönünden problemin olup olmadığı konusu da incelenmeye çalışılmıştır.

Öncelikle yağışın tabansuyu üzerine etkisini incelemek için Kasım ayı ile Mayıs ayı arasında geçen dönem incelenmeye alınmıştır. Şekil 4.11 de de görüldüğü gibi Kasım ayında oluşan yağış miktarı 50 mm civarında olduğu görülmektedir. Buna karşın tabansuyu seviyesinin bu ayda yüksek olduğu şekilden anlaşılmaktadır. Bunun nedeni ise ölçümleri yapıldığı tarihlerden 1 hafta önce yağış görülmesi ve yağışın etkisinin hala sürmesidir. Aynı durumun Aralık ayı içinde geçerli olduğu şekilden anlaşılmaktadır. Aralık ayında düşen yağışın fazla olmasına rağmen ölçümlerin yapıldığı süreden 1 hafta önce düşen yağış miktarı Kasım ayında düşen miktarıyla aynı olduğundan Kasım ayı ile Aralık ayı birbirine benzerlik göstermektedir. Şekik 4.11 incelendiğinde Şubat ve Mart aylarında yağışın olmasına rağmen tabansuyu seviyesinde bir azalmanın olduğu görülmektedir. Bu durum sadece yağışın ölçüm yapılan ayın ilk haftasında oluşması ve ölçümün ise ayın son haftasında olması nedeniyle yağışın tabansuyu üzerine bir etkisi kalmamıştır. Nisan ve Mayıs aylarında ise yağış tabansuyu arasında paralel bir ilişki olduğu şekilden anlaşılmaktadır.

Haziran ayı ile birlikte ovada sulamanın başlaması nedeniyle taban suyu açısından ikinci dönem başlamaktadır. Şekil 4.12.de bu dönemi ifade eden Haziran-Ekim ayları arasında taban suyunda meydana gelen değişim görülmektedir. Şeklin incelemesinden Haziran ayında gözlem yapılan dönem içerisinde en yüksek yağışın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte aynı zamanda bu ayda araştırma sahasında sulama mevsimi de başlamıştır. Haziran ayında yağış ve sulamanın birlikte etkisinin olmasına rağmen taban suyu seviyesinde buharlaşma nedeniyle bir önceki aya oranla azalma görülmüştür. Ancak azalma taban suyu derinliğinin 0-0.50 m arasında olduğu bölümde meydana gelmektedir. Bununla birlikte bitki kök gelişimini olumsuz yönde etkileyecek olan 0.50-1.00 m taban suyu derinliğine sahip alanlar araştırma sahasının 2 000 ha' ını oluşturmaktadır. Bunu takip eden Temmuz ve Ağustos aylarında da durum Haziran ayında olduğu gibidir.



Şekil 4. 11. Kasım – Mayıs Dönemi Taban Suyu – Yağış İlişkisi



Şekil 4. 12. Haziran – Ekim Dönemi Taban Suyu – Yağış İlişkisi

Eylül ve Ekim aylarında ise yağışın artması, bitki su tüketimi ve buharlaşmanın azalması nedeniyle taban suyu derinliğinde artış meydana gelmiştir. Şekil bir bütün olarak incelenecek olursa; yaz döneminde yağışın ve sulamanın taban suyu üzerine etkisi anlaşılabilir. Yaz döneminde yağış ve sulamanın etkisinin birlikte olmasına rağmen buharlaşma ve bitki su tüketiminin etkisiyle taban suyunun yüksekliği, kış dönemindekine oranla daha düşük rakamlara sahiptir.

Tüm yaz dönemi boyunca taban suyu derinliğinin 0-50 cm arasında olduğu alanın yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Taban suyu derinliğinin 50-100 cm arasında olduğu alan 2 000 ha civarındadır. Bu alanları sürekli olarak taban suyu problemi olan, 2 m kotu altı olarak tabir edilen ve drenajının doğal yollar ile sağlanamadığı alanlar oluşturmaktadır. Bu alanlar bitki ekimi zamanını, bitki çeşidini ve bitki veriminin sınırlandığı alanlardır. Bu alanda genellikle buğday ve çeltik tarımı yapılmaktadır. Bafra ovasının genelinde bulunan ürün deseni bu alanda uygulanamamaktadır.

4.3. Taban Suyu Elektriksel İletkenlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi

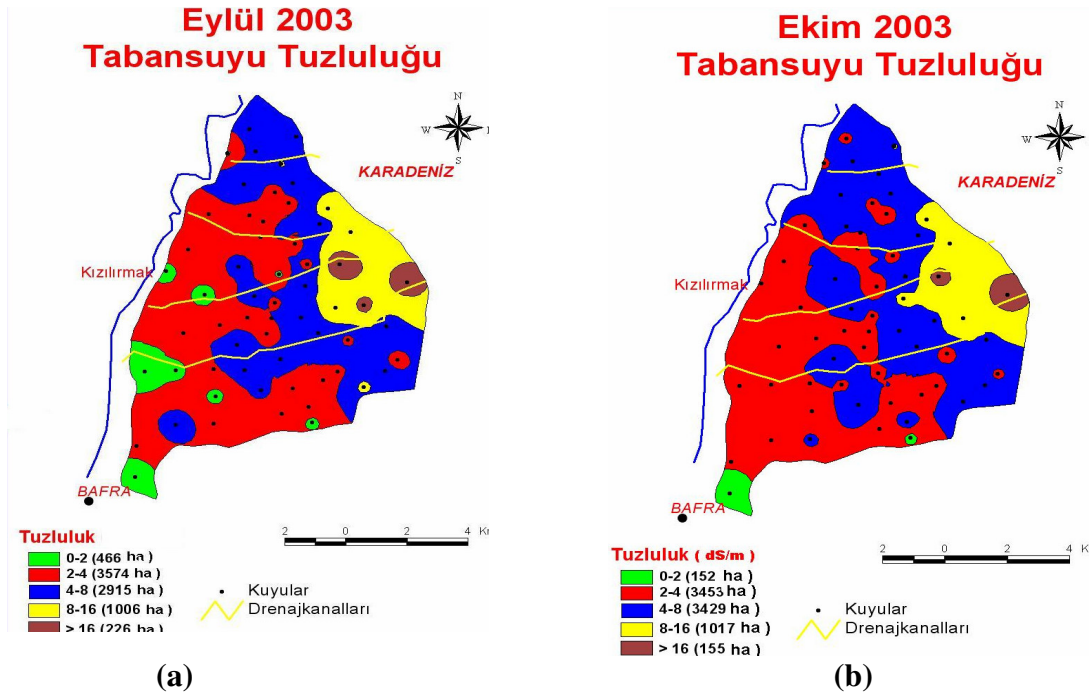
Araştırma alanından yapılan diğer bir çalışma ise gözlem kuyularından alınan su numunelerinin EC değerlerinin belirlenmesidir. Sadece taban suyunun derinliği bitki verimine olumsuz yönde etkilememekte bununla birlikte suyun EC değeri de bitki verimini etkilemektedir. Kuyulardan alınan su örneklerinin EC değerleri arazide EC metre ile ölçülmüştür. Kuyulardan alınan örneklerin öncelikle sıcaklıkları belirlenmiş ve daha sonra EC değerleri tespit edilmiştir. Belirlenen EC değerlerinin 25°C karşılık gelen eşdeğeri ise tablolar yardımıyla belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler taban suyu tuzluluğunun araştırma sahasındaki dağılımını belirlemede kullanılmıştır. Alınan bu değerler Arcview bilgisayar programı kullanılarak haritalandırılmıştır. Bu program sayesinde istenilen aralıklarda dağılım yapılması sağlanmıştır. Van Hoorn and Alpen (1990)'a göre saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliğine göre tuzluluk sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırma yöntemine göre saturasyon eriğindeki elektriksel iletkenlik değerinin, 0-2 dS/m arasında olduğu durumlar tuzsuz ve bitki verimine etkisinin olmadığı aralık, 2-4 dS/m arasında olduğu durumlar hafif tuzlu ve sadece duyarlı bitkilerin etkileneceği aralık olarak sınıflandırılmıştır. Saturasyon eriğindeki elektriksel iletkenlik değerinin 4-8 dS/m

arasında olduğu durum tuzlu ve bir çok bitkinin etkileneceği aralık olarak, 8-16 dS/m arasında olduğu durumlar çok tuzlu ve dayanıklı bitkiler haricindeki bitkilerin yetişemeyeceği aralık olduğu belirtilmektedir. Saturasyon eriğindeki EC değerinin > 16 olduğu durumlar aşırı tuzlu ve birkaç dayanıklı bitki haricinde hiçbir bitkinin yetişemeyeceği durumu ifade ettiği belirtilmektedir. Araştırma sahasında yapılan çalışmalarda da bu sınıflandırma uygulanmıştır. Bu sınıf aralıkları Anonymous,1993'e göre renklendirilmiştir. Buna göre Ec değeri 0-2 dS/m arasında olan tuzsuz alanlar yeşil, 2-4 dS/m arasındaki hafif tuzlu alanlar kırmızı, 4-8 dS/m arasında bulunan tuzlu alanlar mavi, 8-16 dS/m arasında bulunan çok tuzlu alanlar sarı ve 16 dan büyük EC değerine sahip alanlar ise kahverengine boyanmıştır.

Gözlem kuyularından ilk değerler Eylül 2003 tarihinde alınmıştır. Gözlemlerin yapılmış olduğu aylarda taban suyu tuzluluk haritaları çizilmiş ve mevsimsel değişimler gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte tuzluluğun mevsimsel olarak değişiminin incelenmesin de taban suyu derinliğindeki değişim ve bunun tuzluluğunun değişimi üzerine etkileri de incelenmiştir.

Eylül 2003 tarihine ait haritadan taban suyu tuzluluğunun araştırma sahasındaki dağılımı görülmektedir. Şekil 4.13 a dan görüldüğü gibi tuzluluğun 0-2 dS/m arasında olduğu alanların toplamı 446 hektar olup çalışma sahasının %5 ini, 2-4 dS/m arasında olduğu hafif tuzlu alanların toplamı 3574 hektar olup sahanın %44 üne karşılık gelmektedir. Geriye kalan 4147 ha arazide ise elektriksel iletkenlik değeri 4 dS/m den büyüktür. Bu ise toplam çalışma sahasının yaklaşık % 51 ine tekabül etmektedir. Bu ayda taban suyu derinlik haritası incelendiğinde ise taban suyu derinliğinin 0-100 cm arasında olduğu alan toplam çalışma sahasının % 44 üne karşılık geldiği görülmektedir.

Ekim ayına ait taban suyu tuzluluk haritası incelendiğinde tuzluluğun 0-2 dS/m arasında olduğu tuzsuz arazilerin toplamı 152 ha olup toplam sahanın %2 sine, 2-4 dS/m arasında bulunan hafif tuzlu arazilerin toplamı 3453 ha olup toplam sahanın %42 sine karşılık gelmektedir. 4 dS/m den fazla tuzluluğa sahip alanların toplamı ise 4852 ha olup çalışma alanının % 56 sına karşılık gelmektedir. Ekim ayına ait taban suyu derinlik haritasında taban suyunun 0-100 cm arasında olduğu alanların toplamı %30 olarak belirlenmiştir.

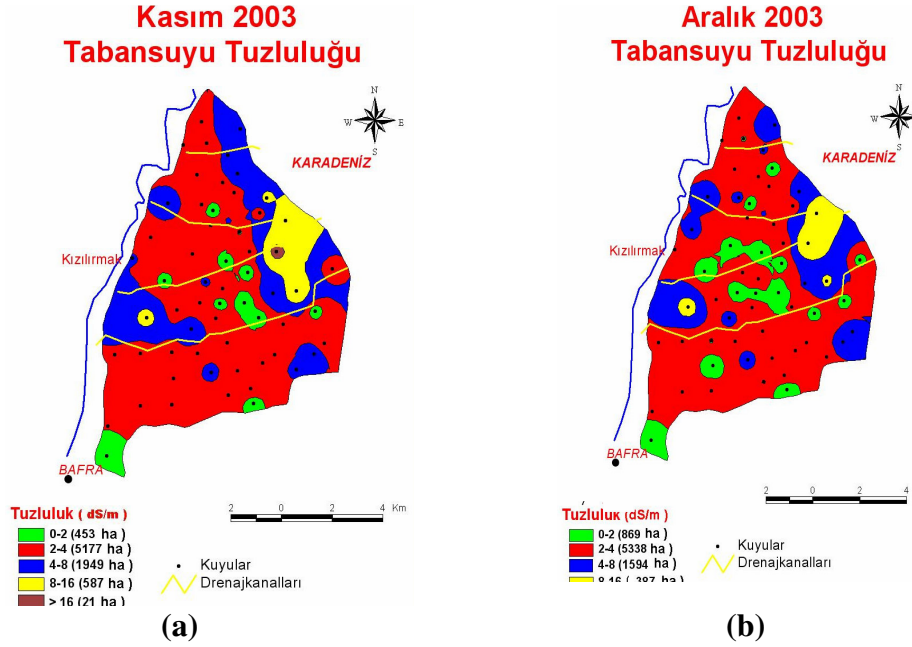


Şekil 4. 13.(a) Eylül-(b)Ekim Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları

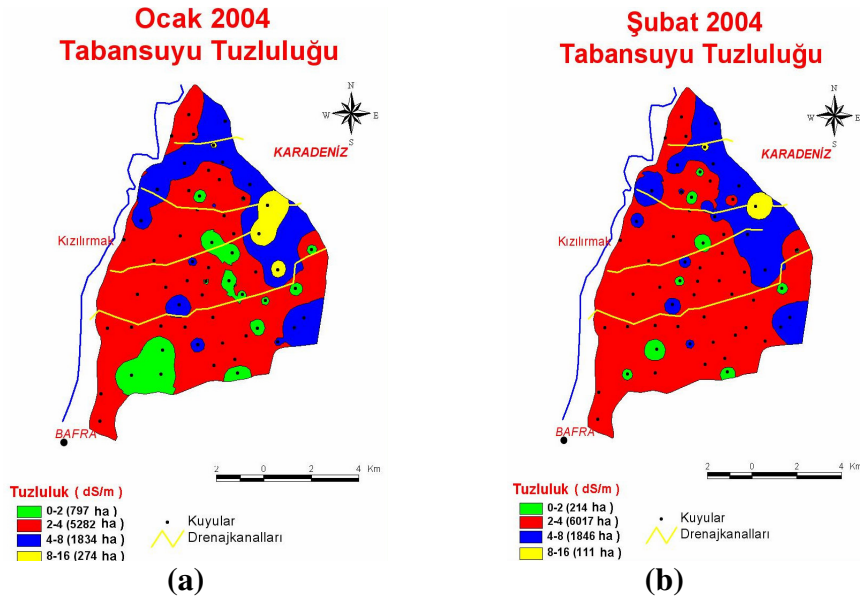
Kasım ayı ölçüm sonuçları incelendiğinde taban suyunun elektriksel iletkenliğinde azalma olduğu görülmektedir. Yapılan ölçümlerde 0-2 dS/m arasında elektriksel iletkenliği sahip alanların toplamı 453 ha, 2-4 dS/m arasında elektriksel iletkenlik değerine sahip alanların toplamı ise 5177 hektara yükselmiştir. Bunların toplamı ise çalışma sahasının %69 unu oluşturmaktadır. EC'nin 4-8 dS/m arasında olduğu alanlar 1949 ha ve 8 ds/m den büyük değere sahip alanlar ise 608 ha olarak gerçekleşmiştir. Bu azalmanın sebebi aynı aya ait taban suyu derinlik haritasının incelenmesi ile anlaşılmaktadır. Kasım ayında çalışma sahasındaki taban suyunda önceki oranla artış meydana gelmiş ve taban suyu derinliğinin 0-100 cm arasında olduğu alanların toplamı sahanın %62 ni oluşturmuştur. Bu durumda azalma sadece oransal olarak gerçekleşmiştir. Eylül ve ekim aylarında elektriksel iletkenliğin fazla olmasının nedenlerinden biri ise yazın toprak yüzeyine doğru hareket eden tuzun bu aylarda meydana gelen yağışlar sonucu yıkanarak taban suyuna karışmış olmasıdır.

Aralık ayında ise tuzlanmada meydana gelen azalmanın devam ettiği şekil 4.13.b den anlaşılmaktadır. Elektriksel iletkenliğinin 0-2 dS/m arasında olduğu alanlarda bir önceki aya oranla %90 bir artış gerçekleşerek 869 ha olmuştur. 2-4 dS/m arası tuzluluğa sahip alanların toplamı ise 5338 ha olarak gerçekleşmiştir. 4 dS/m den büyük değere sahip alanların toplamı ise 2981 ha olup toplam sahanın %36 sını oluşturmuştur. Haritaların incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırma sahasının büyük bölümü 2-4

dS/m arası değere sahiptir. Taban suyu derinlik haritası incelendiğinde ise 0-100 cm aralığında kalan alanların toplamı tüm sahanın %54 ünü oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 4. 14.(a) Kasım- (b).Aralık Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları



Şekil 4. 15.(a). Ocak- (b).Şubat Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları

Ocak ayına ait veriler incelendiğinde elektriksel iletkenlik değerlerinde bir önceki aya oranla çok büyük bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Bu ayda 0-4 dS/m arasında değere sahip arazilerin toplamı 6079 da olmuştur. 4 dS/m den büyük değere sahip arazilerin oranı ise %26 olarak gerçekleşmiştir.

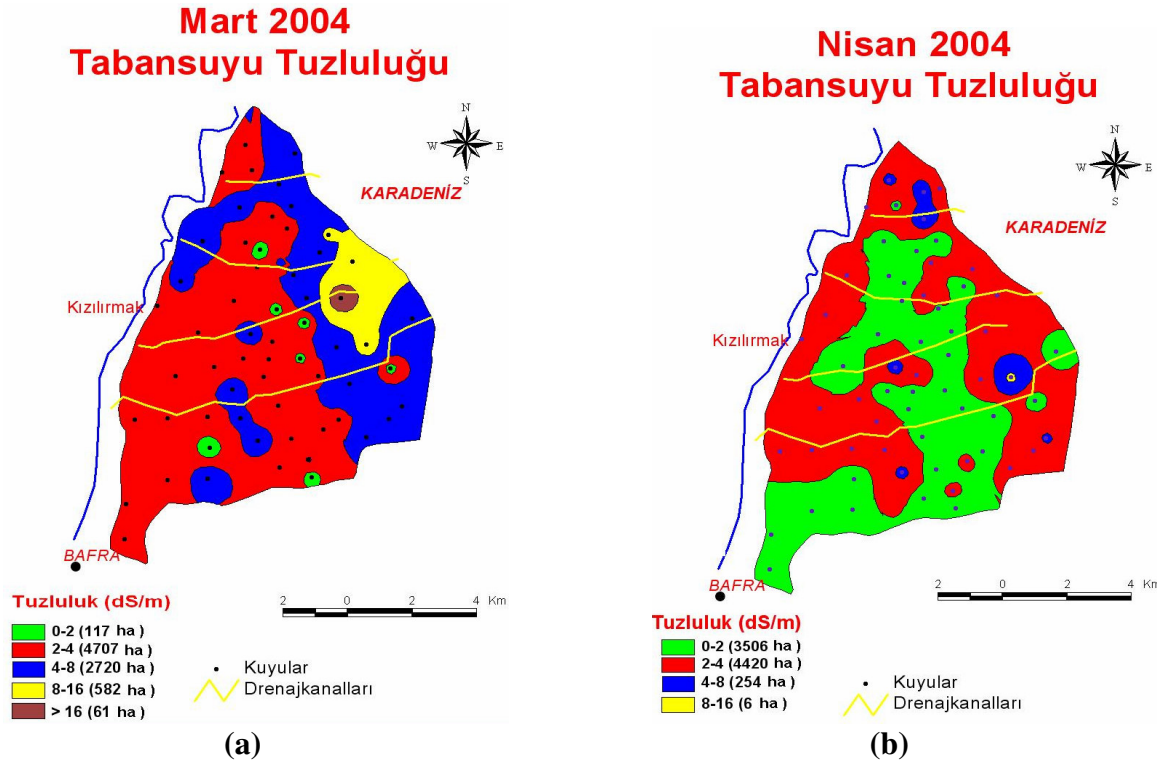
Şubat ayında ise 0-2 dS/m arasında değere sahip araziler tüm sahanın %3 ünü oluşturmuştur. 2-4 dS/ m değere sahip araziler ise çalışma sahasının %74 ünü oluşturmuştur. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere elektriksel iletkenlik değerinde bir artışın başladığı görülmektedir. Bunun nedeni ise taban suyu derinliğinde bir azalmanın meydana gelmiş olmasıdır.

Mart ayında ise elektriksel iletkenlik değerindeki artışın devam ettiği görülmektedir. 0-2 dS/m arasında kalan alanlar toplam sahanın %1 ini oluşturmakta, 2-4 dS/m arasında kalan alanlar ise %57 olarak gerçekleşmiştir. 4 dS/m den büyük değere sahip alanlar %42 olmuştur. Bu artışın nedeni ise şubat ayında olduğu gibi taban suyu derinliğindeki azalmadır.

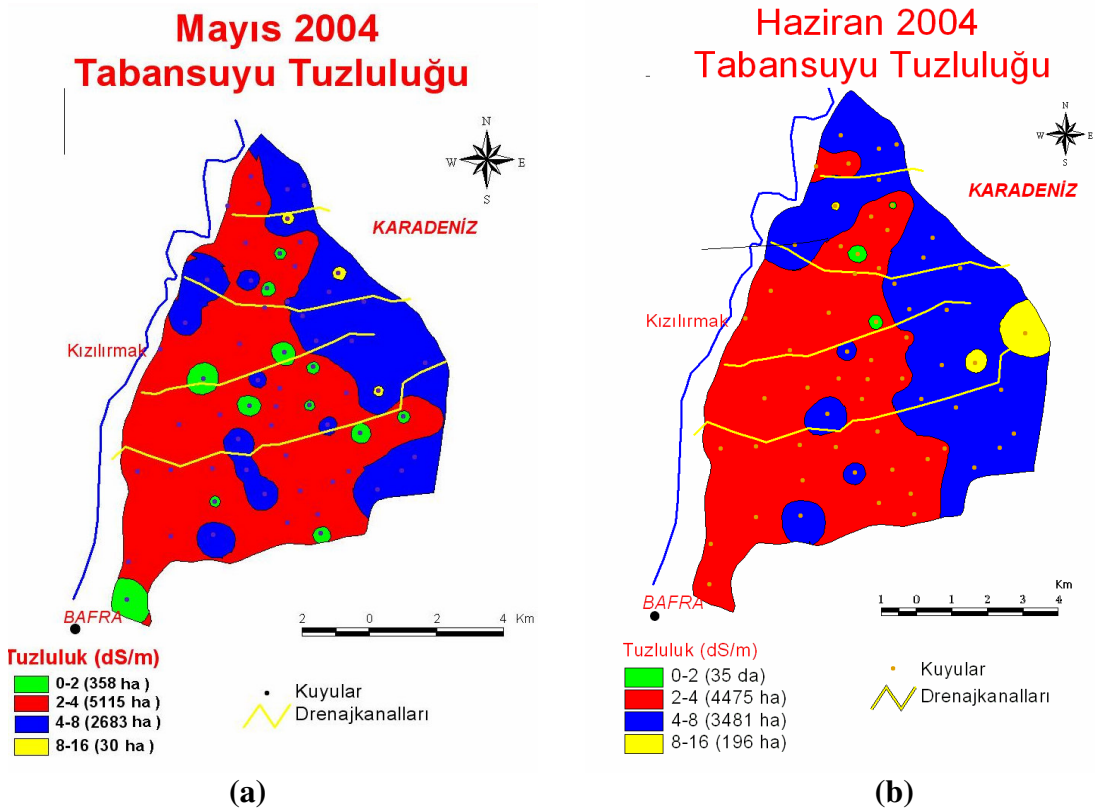
Nisan ayında yağışın fazla olmasından dolayı taban suyunun elektriksel iletkenlik değerinde bir azalmanın olduğu görülmektedir. Elektriksel iletkenlik değerinin 0-2 dS/m arasında olduğu alanların toplamı 3506 ha, 2-4 dS/m arasında olduğu alanların toplamı ise 4420 ha dır. Bu ayda yapılan ölçüm sonuçlarına göre tuzluluk sınır değerini veren 4 dS/m nin üzerinde olan alanların toplamı sadece 260 ha olmuştur.

Mayıs ayında sulamanın başlaması ile birlikte tuzlanmada artış olmuştur. Elektriksel iletkenlik değerinin 0-2 dS/m arasında olduğu alanlar 358 ha, 2-4 dS/ m arasında olduğu alanlar ise 5115 ha olarak gerçekleşmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere sulamanın başlaması ve buharlaşmanın artması taban suyunun elektriksel iletkenlik değerinin artmasına neden olmuştur. Aynı durum Haziran ayı içinde geçerli olmuştur. Bu ayda tuzlulukta artma görülmeye başlanmıştır.

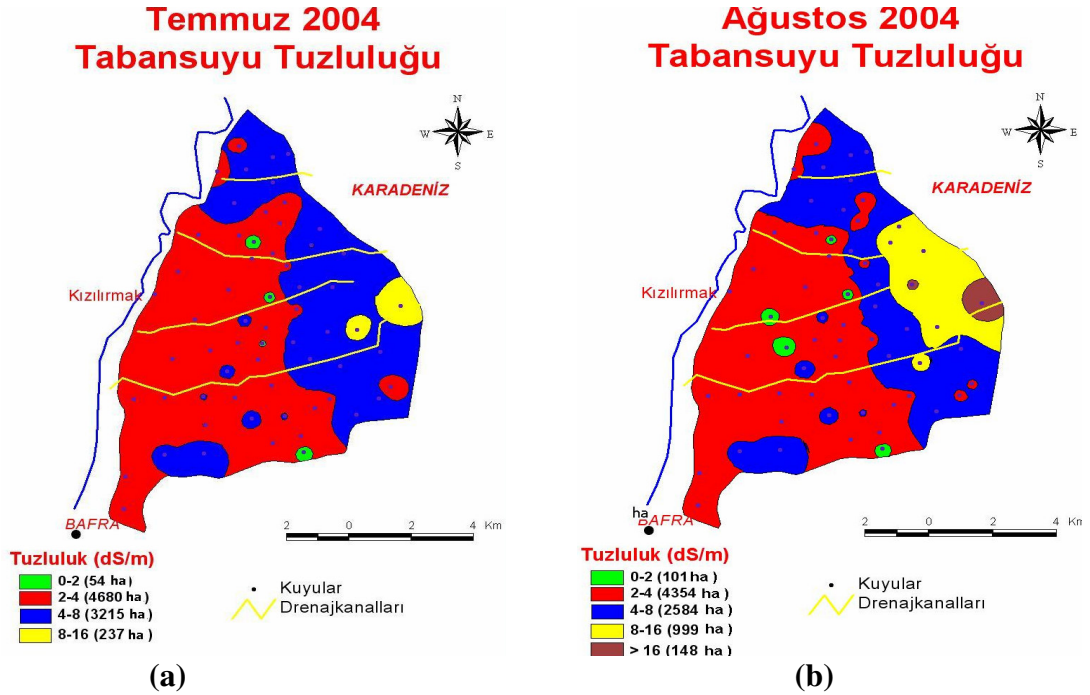
Temmuz ayında yapılan ölçümler sonuçlarına göre taban suyunun düşmesi ve sulamanın yoğun bir şekilde devam etmesi nedeniyle tabansuyu tuzluluğu araştırma sahasında hat safhaya ulaşmıştır. Yapılan ölçümlerde elektriksel iletkenlik değerinin 4 dS/m den fazla olduğu alanların toplamı 3452 ha olmuştur. Bu ise toplam sahanın % 42 sini oluşturmaktadır.



Şekil 4. 16. (a) Mart – (b) Nisan Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları



Şekil 4. 17. (a) Mayıs- (b).Haziran Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları



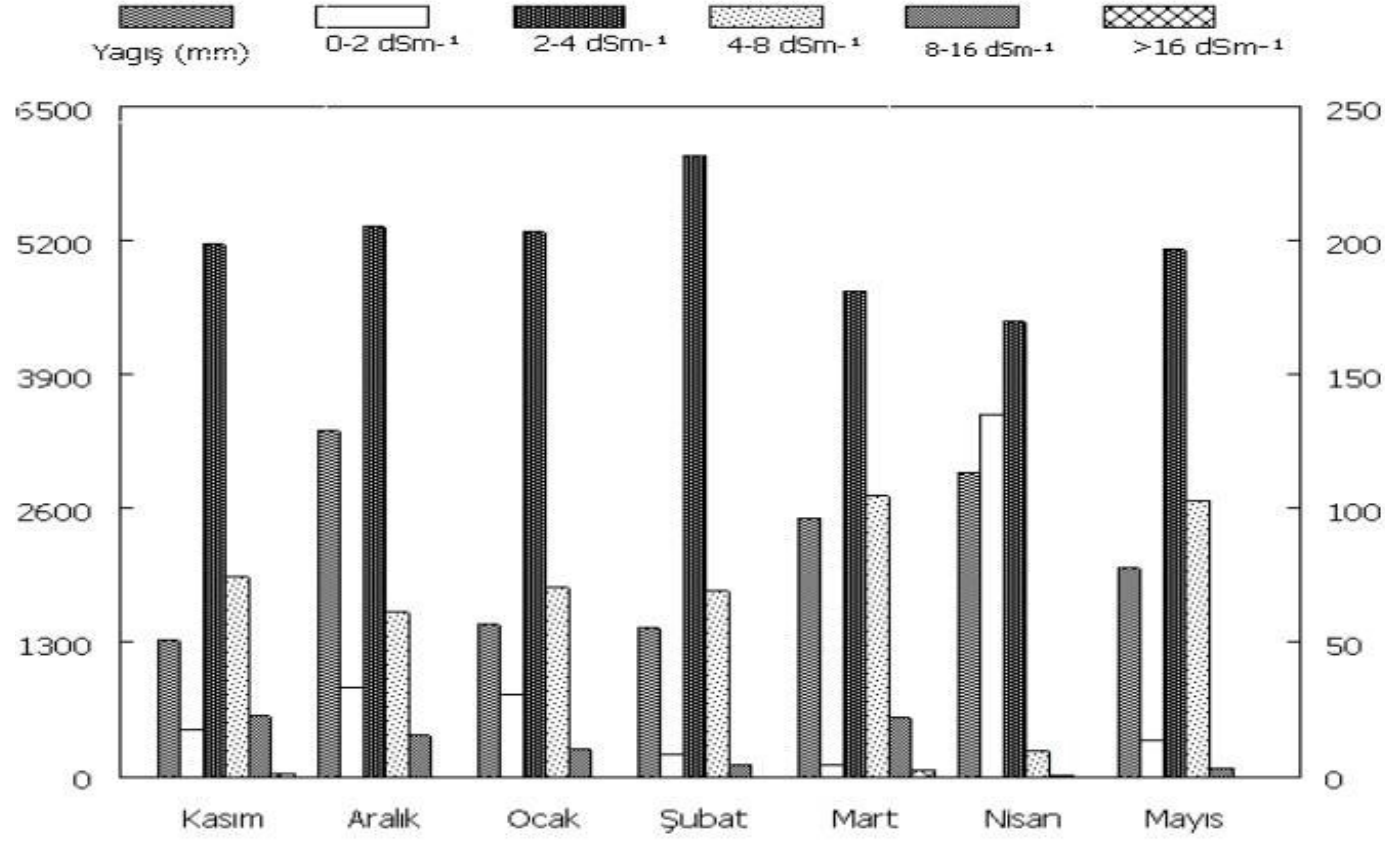
Şekil 4. 18.(a).Temmuz-(b).Ağustos Ayları Taban Suyu Tuzluluk Haritaları

Ağustos ayı ölçüm sonuçları incelendiğinde temmuz ayı sonuçları ile paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Elektriksel iletkenliğin 4dS/m den büyük olduğu alanların toplamı 3731 ha olmuştur. Bu ise çalışma sahasının %46 sını oluşturmaktadır.

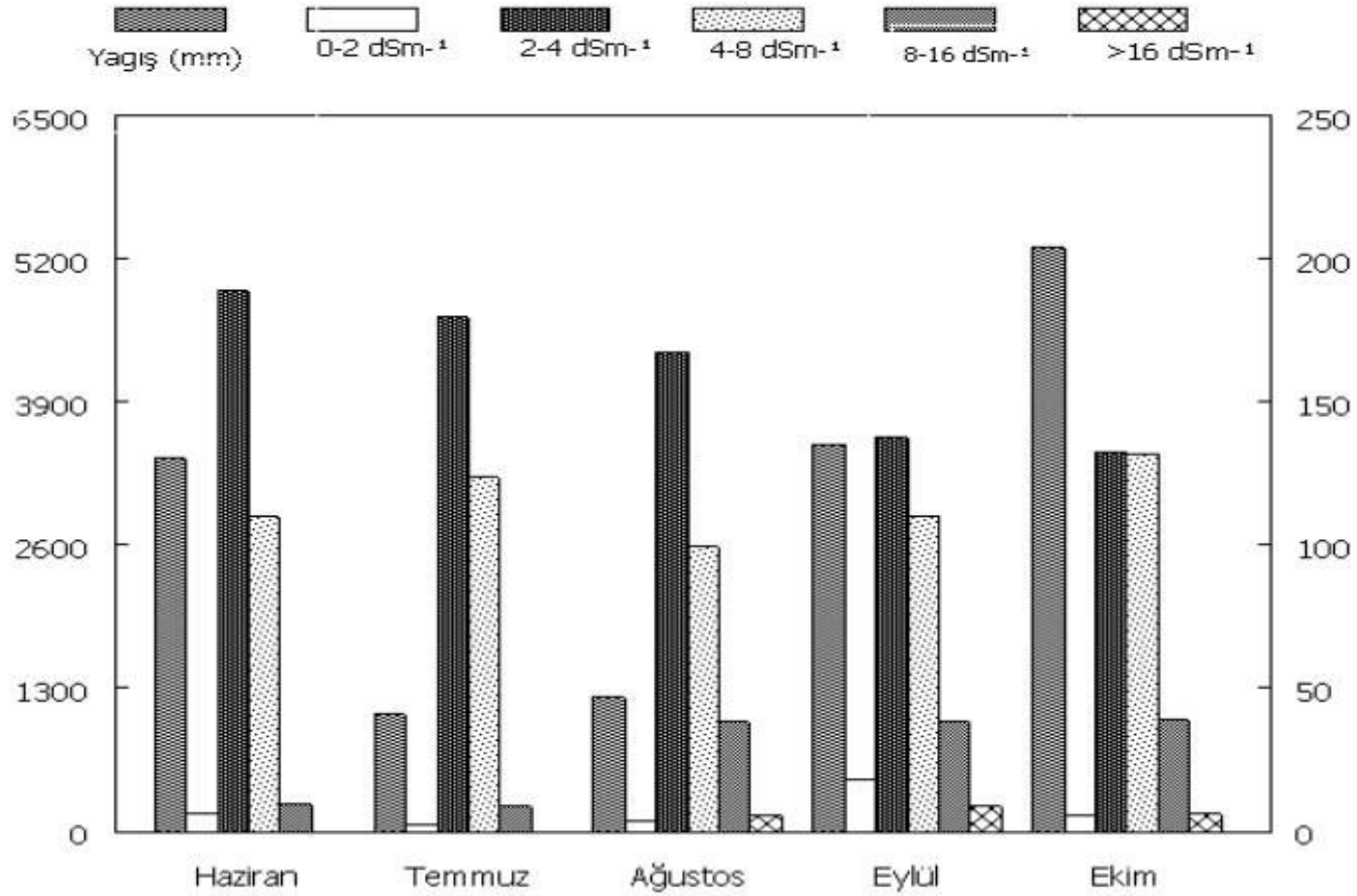
Taban suyundaki tuzluluğun değişimi üzerine yağışın ve sulamanın etkisini belirlemek amacıyla gözlem yapılan dönem iki bölüme ayrılmıştır. Taban suyu derinliğinde olduğu gibi, sulamanın sona erdiği Kasım ayının başlangıcı ile sulamanın başladığı Mayıs ayının sonuna kadar geçen süre birinci dönem olarak alınmıştır. Şekil 4. 19 da yağış ile taban suyu tuzluluğunda yapılan sınıflandırma sonucu bu dönemde alanların değişimi görülmektedir. Kasım ayından itibaren ise sulamanın sona ermesi, Ekim ayında meydana gelen yağış sonucunda topraktaki tuzluluğun yıkanarak taban suyuna karışması ve arazilerden uzaklaştırılması sonucunda taban suyunda bulunan tuzlulukta bir azalma görülmeye başlanmıştır. Tuzluluğu 4-8 dS/m ve 8-16 dS/m aralığında bulunan alanlar da kasım ayından başlayarak Şubat ayına kadar bir azalma görülmüştür. Bu dönemde Aralık, Ocak ve Şubat aylarında tuzluluğun 16 dS/m de büyük olduğu alan bulunmamaktadır. Bu dönemde aynı sahada taban suyu seviyesi diğer aylara göre daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere Kasım ayı ile birlikte sulamanın da etkisini kaybetmesi sonucu eşik değer olan 4 dS/m değerinin altında bulunan alanlarda bir azalma görüldüğü

anlaşılmaktadır. Ancak bunun tersi şekilden de anlaşıldığı gibi yağışın olmasına rağmen araştırma sahasının hala yaklaşık 2000 ha alanında taban suyu tuzluluğu 4 dS/m nin üzerinde bulunmaktadır. Kış döneminde meydana gelen yağışlar sonucu 8 dS/m den büyük tuzluluğa sahip alanlar başlangıçta 1000 ha civarında iken ocak şubat aylarında 100 ha'a kadar düşmüştür. Buradaki azalma 4-8 dS/m tuzluluğa sahip alanlarda artış olmasına sebep olmuştur. Kış ayındaki dağılım incelendiğinde 0-2 dS/m arası değere sahip alanlarda aşırı bir artışın meydana gelmediği görülmektedir. Yağış tablosu incelendiğinde Nisan ayında araştırma sahasında aşırı bir yağışın olduğu görülmektedir. Nisan ayına ait değer incelendiğinde bu ayda meydana gelen yağışın taban suyu seviyesini artırdığı ve bunun neticesi olarak ise tuzlulukta azalma olduğu görülmektedir. Bu dönemin sonu olan Mayıs ayında yağışın görülmesine karşın tuzlulukta artış görülmeye başlanmıştır

Taban suyu tuzluluğundaki değişimin üzerine yağış ve sulamanın birlikte etkisini belirlemek için sulamanın başlangıcı ile etkisinin bittiği süre bir dönem olarak ele alınmıştır. Haziran ayında araştırma sahasının büyük bir bölümünde tuzluluk 2 – 8 dS/m arasında bulunmaktadır. Bu dönemde çok küçük bir alanda ise tuzluluk değeri 0-2 dS/m arasında bulunmaktadır. Sulamanın etkisini göstermesi ile birlikte Temmuz ve Ağustos aylarında 0-2 dS/m ve 2-4 dS/m arasında değere sahip alanlarda azalma görülmüştür. Özellikle Ağustos ayında sahada 8-16 dS/m değere sahip alanlarda büyük bir artış olmuştur. Gözlemlerin başladığı Eylül ve Ekim ayları bu dönemin devamı gibi düşünülmüştür. Yağış ile taban suyu tuzluluğu arasında ters bir ilişkinin olduğu bilinmektedir. Buna rağmen Eylül ayında araştırma sahasında bunun tersi bir durumu ile karşılaşmıştır. Yağışın artmasına rağmen tam ters bir durum oluşarak taban suyu tuzluluğunda da bir artış görülmüştür. Bu ise yağış ile birlikte yaz mevsimi süresince yoğun bir sulama ile toprağa verilen tuzların yıkanması ile açıklanmaktadır. Bu durum Ekim ayında daha net olarak görülmektedir. Ekim ayında araştırma sahasında 204 mm lik aşırı bir yağış görülmüştür. Bu da yaz mevsimi boyunca buharlaşma ve bitki su tüketimi sonucunda toprakta biriken tuzları yıkayarak araziden uzaklaştırmıştır. Böylece ovada yaz aylarında artan tuzluluk sonbahar yağışlarıyla yıkanarak topraktan uzaklaşmakta ve bir sonraki yılda bu süreç bu şekilde tekrar edilmektedir.



Şekil 4. 19. Kasım – Mayıs Dönemi Taban Suyu Tuzluluğu– Yağış İlişkisi



Şekil 4. 20. Haziran-Ekim Dönemi Taban Suyu Tuzluluğu- Yağış İlişkisi

4.4. Tabansuyu Derinliği ve Tabansuyu Tuzluluğunun Birlikte Sorun

Olduğu Alanlar

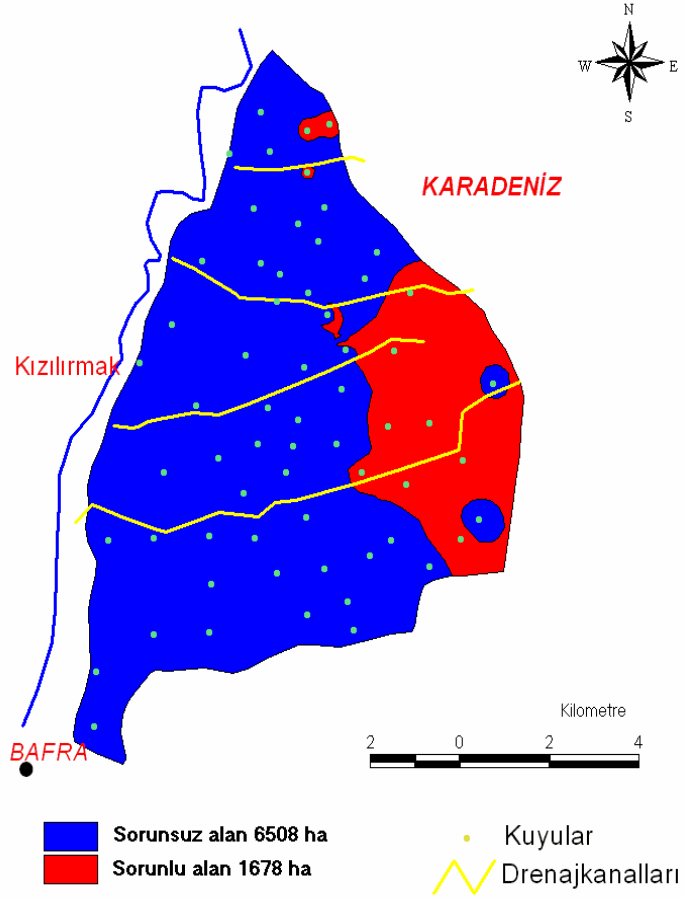
Sulamanın en yoğun olduğu aya ait tabansuyu eş derinlik eğrileri haritasında tabansuyunun 0-1 m olduğu alanlar ile, tabansuyu tuzluluk eğrileri haritasında tabansuyunun 4 dS/m den daha fazla tuzluluk gösterdiği alanların tek bir haritaya çizilerek, her iki kriter bakımından sorunlu olan alanların belirlendiği haritadır. Bu haritada belirlenen alanlar çiftlik drenajı gereken alanlar olarak nitelendirilmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü Bafra Ovasında sulamanın en yoğun olduğu ay Temmuz ayıdır. Ancak tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğunun birlikte problem olduğu alanları belirlemek için hazırlanan haritalar (şekil 4.21 ve şekil 4.22) bize daha fazla bilgi vermesi açısından Temmuz ve Ağustos ayları için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Temmuz ayına ait haritanın (şekil 4.21) incelenmesinden anlaşılacağı üzere tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğunun birlikte sorun olduğu alanlar 2 m kotu ve altı sahada bulunmaktadır. Temmuz ayında araştırma sahasının % 20 sine karşılık gelen 1678 ha alan hem tabansuyu derinlik, hemde tabansuyu tuzluluk problemi ile karşı karşıya bulunmaktadır.

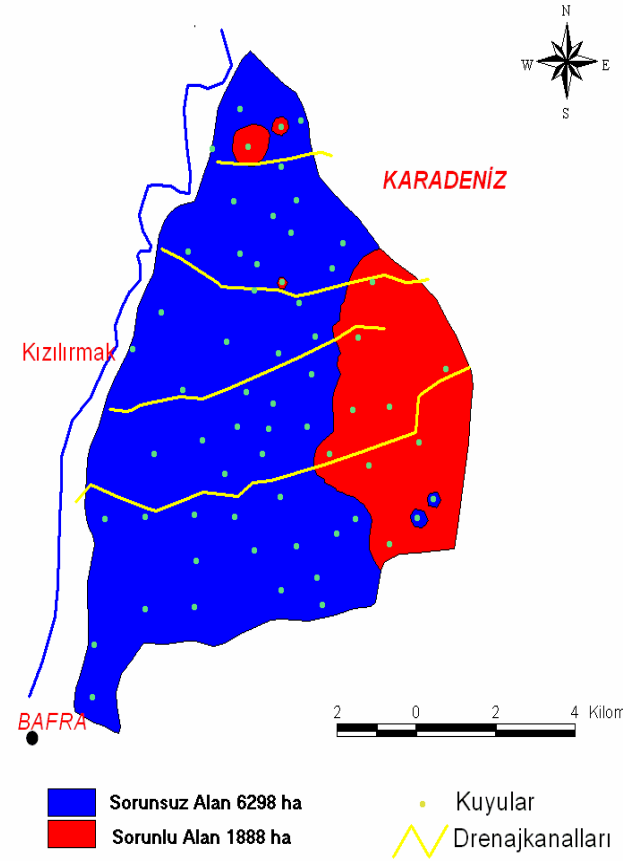
Ağustos ayı sonuçlarına göre hazırlanan harita (şekil 4.22) incelendiğinde ise tabansuyu derinliği ve tuzluluğunun birlikte sorun olduğu alan miktarında Temmuz ayına göre artış olduğu gözlenmektedir. Ağustos ayında bu alan sahanın % 23 ne karşılı gelen 1888 ha olarak tespit edilmiştir.

TABANSUYU DERİNLİK ve TABANSUYU TUZLULUĞUNUN BİRLİKTE
SORUN OLUĞU ALANLAR
TEMMUZ 2004



Şekil 4. 21. Temmuz 2004 Tabansuyu Derinlik ve Tuzluluğunun Birlikte Sorun OluğU Alanlar (Derinlik < 100 cm; EC > 4 dS/m)

TABANSUYU DERİNLİK ve TABANSUYU TUZLULUĞUNUN BİRLİKTE
SORUN OLUĞU ALANLAR
AĞUSTOS 2004



Şekil 4. 22. Ağustos 2004 Tabansuyu Derinlik ve Tuzluluğun Birlikte Sorun OluğU Alanlar (Derinlik < 100 cm; EC > 4 dS/m)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma alanında açılan 60 adet gözlem kuyusu ve 2 adet köy kuyusundan taban suyu seviyesi ve taban suyunun elektriksel iletkenlik değerinin değişimlerinin incelenmesi ile elde edilen sonuçlar verilmiş, ovada drenaj ve tuzluluk sorununa ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Araştırma alanında Eylül 2003 – Ağustos 2004 tarihleri arasında yapılan taban suyu seviyesi ölçümleri ile aylık ortalama yağış değerlerinin birlikte değerlendirilmesi sonucunda taban suyu seviyesinin genellikle yağışa bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Ovada taban suyu değişimini incelemek için araştırma sahasını yıl içerisinde 2 farklı döneme ayırmak mümkündür. Bunlardan birincisi sulama mevsiminin bitişi ile başlayıp, sulama mevsiminin başlaması ile son bulan dönemdir. Araştırma sahasında gözlemelerin yapıldığı dönem içerisinde Kasım ile Mayıs ayları arasında bulunmaktadır. Tabansuyu seviyesi Kasım ve Nisan ayları arasında kalan dönemde yağışın fazla olmasından dolayı diğer aylara göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu dönem içerisinde ovanın %60 sına varan bölümünde taban suyu derinliği 1.00 nin altına düştüğü görülmüştür. Bu dönem ise ovada bitki ekimi ile bitki hasat mevsimine denk gelmekte olup bitki veriminde büyük kayıplara neden olmaktadır. Diğer bir önemli konu ise tarla işlemeyi zorlaştırmakta ve bitki ekim mevsimini geciktirmektedir. Taban suyu derinliğinin değişiminin inceleneceği ikinci dönem ise sulama mevsiminin başladığı Mayıs ayı ile sulamanın etkisini bitirdiği Ekim ayları arasında kalan bölümdür. Bu dönemde araştırma sahasında bitkinin olması ve buharlaşmanın artması nedeniyle taban suyu seviyesinde düşme görülmektedir. Bu dönem içerisinde Haziran ayında yüksek bir yağışın görülmesine rağmen taban suyu seviyesinde artış olmaması bunun ile açıklanmaktadır.

Gözlem kuyularından alınan bir yıllık ölçüm verilerinden yararlanılarak taban suyu en düşük ve taban suyu en yüksek eş derinlik haritaları hazırlanmıştır. Taban suyu en yüksek eş derinlik haritası incelendiğinde araştırma sahasında 0-1.0 m arasında 1513 ha alanın kaldığı anlaşılmaktadır. Taban suyunun 0-1.0 m arasında olduğu bu alanda derin drenaj sisteminin yapılmasının zorunlu olduğu bölümü vermektedir. Bu alan yıl boyunca taban suyu problemi ile karşı karşıya bulunmaktadır. Bafra Ovasında bu bölüm +2 m kotu altı alan olarak tanımlanmaktadır. Bu alanın drenaj sorununu gidermek için

DSİ Bafra Ovası Sulaması Proje Müdürlüğü tarafından çalışmalar sürdürülmektedir. Bu kapsamda sahada bulunan taban suyunu drene etmek için kuşaklama kanalları yapılarak burada toplanan suyun pompalar yardımıyla araziden uzaklaştırılması düşünülmektedir. Söz konusu alanda yetiştirilecek ürünler arasında taban suyundan etkilenmeyen yüzlek köklü bitkiler önerilmelidir. Bu bölümün drenaj çalışmalarını etkileyen olumsuz bir faktör ise alanın Çevre Bakanlığı tarafından koruma altına alınmış olmasıdır. Koruma altına alınmış olan bölümde hiçbir faaliyetin yapılmasına izin verilmemekte bu ise çıkış ağzı olarak kullanılacak kanalın yapımını olumsuz etkilemektedir. Bafra Ovasında drenaj probleminin giderilmesi için bu iki kurumun ortak bir çözüm önerisi getirmesi gerekmektedir.

Taban suyu en düşük eş derinlik haritalarında dikkate alınması gereken bölüm 0-2 m arasında kalan alanlardır. Bu alan ise bize drenaj problemi olan bölümü vermektedir. Araştırma sahası için hazırlanan harita incelendiğinde sahanın tamamında tabansuyu yüksekliğinin 0-2 m arasında olduğu görülmektedir. Bu durum bize gözleme alınan sahanın tamamında başlamış olan drenaj çalışmalarının bir an evvel tamamlanması gerektiğini göstermektedir.

Taban suyu sorununun çiftçi üzerine etkilerini belirlemek üzere yapılan gözlemlerde özellikle ovanın kuzeyinde bulunan ve +2 m kotu altı olarak tanımlanan sahada sorun daha fazla görülmektedir. Bu alanda bulunan çiftçiler özellikle ekim ve hasat dönemlerinde meydana gelen yağışlar sonucu ve bu yağışların uzaklaştırılmaması nedeniyle büyük zararlar görmektedirler. Bu zararların başında zamanında ekim yapamamaları ve yetiştirdikleri ürünleri hasat ederken büyük sorunlar yaşamaları yer almaktadır. Aynı zamanda bu durum ürün çeşitliliğini de önlemektedir. Söz konusu alanlarda yoğunlukla tabansuyundan etkilenmeyen çeltik yapılmaktadır.

Özellikle ilkbahar ve sonbahar yağışlarının ovaya etkilerini azaltmak için yaz aylarında drenaj kanallarının temizlenerek bu mevsimlere hazırlık yapılması gerekmektedir. Çiftçiler tarafından drenaj kanallarının önlerine su almak amacıyla konulan bentlerin kaldırılarak bu kanalların asli görevlerini yapmaları sağlanmalıdır.

Araştırma sahasında bulunan önemli bir sorun ise son yıllarda ülkemizde sıkça duymaya başladığımız ve giderek tarım üzerindeki olumsuz etkisini hissettiğimiz tuzlanmadır. Yapılan ölçümler sonucu hazırlanan tuzluluk haritaları incelendiğinde

ovada tuzlanmanın sulamanın etkisi ile yüksek boyutlara çıktığı görülmektedir. Eylül ve Ekim aylarında taban suyunun elektiksel iletkenlik değerlerine göre hazırlanan haritalarda 4 dS/m den büyük değere sahip alanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Kasım ayından sonra ise yağışlar ile tuzluluk yıkanarak araziden uzaklaşmaktadır. Bu da Kasım ayından sonra hazırlanan haritalardan kolaylıkla anlaşılmaktadır. Mayıs ayından sonra sulamanın başlaması ile birlikte taban suyunda tuzlanma tekrar artmakta Temmuz ve Ağustos aylarında ise maksimum seviyeye ulaşmaktadır.

Araştırma sahasında tuzlanmanın üzerinde iki faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Bunlardan birincisi sulamadır. Su kaynağı olarak kullanılan Kızılırmak, Türkiye'nin en tuzlu suyu olan akarsuyudur. Yapılan analizler sonucunda Kızılırmak C_3S_1 sınıfı su olup drenajın sağlanamadığı alanlarda kesinlikle kullanılmaması önerilmektedir. Araştırma sahasında başka bir su kaynağı olmadığı için bu suyun kullanılması zorunludur. Ancak bu suyun araziler üzerine etkisini yok etmek için drenaj sisteminin tamamlanması gerekmektedir. Aksi takdirde bu şartlarda bu su ile sulamaya devam edildiği takdirde ileride daha büyük sorunlar ile karşı karşıya kalınacaktır.

Araştırma sahasında kullanılan diğer bir su kaynağı ise yeraltı suyudur. Sulama kanallarının yapımının tamamlanmadığı bölümlerde yeraltı suyunun kullanılmaktadır. Bu alanlar daha çok denize yakın bölümlerde yer almaktadır. Bu alanlarda yeraltı suyunun ana kaynağının; su numuneleri üzerinde yapılan tahliller sonucunda deniz suyu olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumda araştırma sahasındaki arazilerde tuzlanmaya etkisi olan ikinci faktörün deniz olduğu anlaşılmaktadır. Pompalar sayesinde yeraltı suyunun çekilmesi ile boşalan kısma deniz suyu dolmaktadır. Bu kuyulardan alınan numunelerin elektiksel iletkenlik değerlerinin deniz suyunun elektriksel iletkenlik değerine yakın bir değerdedir. Bu duruma yılın her döneminde rastlanılmaktadır. Yeraltı suyunun bu şekilde kullanılması arazilerin çoraklaşmasını aşırı bir şekilde hızlandırmaktadır. Bu sularla sulanan alanlarda yetiştirilen bitkiler çoğu zaman hasat edilememektedir. Bu nedenle bu alanlarda yaz aylarında sebze tarımı yapılamamakta sadece, kış aylarında lahana pırasa yetiştirilmektedir. Bunun nedeni ise bu bitkilerin sulama suyuna ihtiyaç duymadan kış yağışları ile yetişmeleridir. Bu nedenle sulama suyu olarak yeraltı suyundan faydalanan bu alanlara bir an önce sulama kanallarının yapımını tamamlanarak hem çoraklaşma önlenmeli, hem de bu yörede yaşayan çiftçilerin ürün

ekimindeki kısıtlama giderilerek ekonomik olarak daha ferah bir seviyeye ulaşmaları sağlanmalıdır.

Tuzluluk açısından diğer kriter ise kış yağışlarının en yoğun olduğu dönem olan Ocak, Şubat aylarında bile ovanın bir bölümünde tuzluluk problemin görülmesidir. Söz konusu bu saha +2 m kotu olarak tanımlanan ve taban suyu açısından da problemlili olan bölümdür. Bu bölümde yer alan arazilerin eğimleri yetersiz olduğundan kış yağışları sonucu toprakların yıkanması söz konusu değildir. Bu kısımda henüz aktif olarak kullanılan bir drenaj sistemi de bulunmamaktadır. Bir sulama alanından su bitki su tüketimi, buharlaşma ya da drenaj kanalları vasıtası ile uzaklaşmaktadır. Araştırma sahasının bu bölümünde ise eğimin yetersizliği nedeniyle su doğal yollarla uzaklaştırılamamaktadır. Bu nedenle suyun uzaklaşmak için kullandığı diğer iki yolda bu alanda etkili olamamaktadır. Bu da tuzlanmanın artması ile sonuçlanmaktadır. Bu alanda meydana gelmiş olan ve artarak devam eden tuzlanmanın önlenmesi için bir an önce drenaj sisteminin yapımının tamamlanması zorunludur.

Drenaj sistemi tamamlanıncaya kadar, tuzlanma sorunu ile karşı karşıya bulunan alanlarda tuza dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi önerilmektedir. Tuzlanmanın ürün deseni üzerindeki etkileri ise ovada gözle görülebilir seviyeye ulaşmıştır. Ovanın kuzeyinde bulunan Koşuköy ve Yeşilyazı köylerinde tuza hassas olan fasulyenin son birkaç yıldır yetiştirilemediği yapılan gözlemler sonucunda ortaya çıkmıştır. Çiftçiler tuzluluğun bitki üzerine etkisini gidermek için tuza dayanıklı bitkiler ekmek yerine kışlık sebze tarımı yapmak suretiyle sorunu dolaylı olarak aşmaya çalışmaktadırlar.

Sonuç olarak ovada hem tuzlanma, hem de taban suyu sorununu çözümlemek için yapılacak olan tek işlem bir an önce etkin bir drenaj sisteminin yapılmasıdır. Son yıllarda bu durum ilgili kuruluş olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü bu olayı yakın takibe almış, çalışmalarını drenaj sisteminin tamamlanması üzerine yoğunlaştırmıştır.

Bu anlamda özellikle geri dönüşü daha pahalıya mal olacak çoraklaşma sorununun daha hat safhalara ulaşmasını önlemek için çalışmaların daha hızlı bir şekilde yapılarak bir an önce drenaj sisteminin hayata kavuşturulması, çiftçiye sulama bilincinin aşılmasını fazla suyun zararları hakkında bilgi verilmesi ve suyun daha tasarruflu kullanımını sağlayan modern sulama sistemlerine geçilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ., 1977. Toprak Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 662, Ders Kitabı: 204, 143-169, Ankara
- Aker, D., 1993. Kontrollü Sulama ve Drenaj Modeli, DSİ Teknik Bülteni Sayı 78, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
- Anonymous, 1983a. Drenaj Projelerinin Hazırlanmasında Kullanılacak Etüd-Planlama ve Projeleme Rehberi, Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayını, Yayın No: 735, 30-37, Ankara
- Anonymous, 1983b. Bafra Ovası Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Planlama Raporu, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Samsun.
- Anonymous, 1987. Bafra Ovası Planlama Revizyon Raporu, DSİ VII.Bölge Müdürlüğü, Samsun
- Anonymous, 1993. Taban Suyu İzleme Rehberi, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
- Apan, M., 1992. Bafra ve Çarşamba Ovalarının Sulama ve Drenaj Yönünden Genel Sorunları ve İyileştirilmesiyle İlgili Çalışmalar, , IV.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Atatürk Üniversitesi,Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum
- Apan, M., Demir, Y. ve Kara, T., 1995. Bafra Ovasının Kültürteknik Yönünden Sorunları ve Sosyo- Ekonomik Yapısının Belirlenmesi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı:1, 127-142, Samsun
- Apan, M. ve Kara, T., 1998. Bafra Ovasın Tarımsal Potansiyelinin Toprak ve Su Kaynaklarının Etkin Biçimde Kullanılması Yönünden Değerlendirilmesi.
- Avcı, K., 1986. Bafra Ovası kapalı Drenaj Projeleme Kriterleri, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları Yayın No: 40, Samsun
- Avcı, K., 1988a. Samsun-Bafra Ovası Sodyumlu Topraklarında Etkin Jips Uygulama Yöntemi, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayın No: 45, Samsun
- Avcı, K., 1988b. Samsun-Bafra Ovası Sodyumlu Topraklarında Etkin Jips Uygulama Yöntemi, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayın No:45, Samsun

- Avcı, K., 1995. Bafra Ovası Sodyumlu Topraklarında Doğal Yağış Şartlarında Endüstriyel Jipsin Uygulama Şekillerinin Islaha Etkisi, Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Samsun
- Aytaç, A., 2003. Tarımsal Ekonomi Çalışmaları, Sulama Sistemleri Sempozyumu DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları
- Ayyıldız, A., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı 344, Ankara
- Cook, J. F., Rassam, W. D., 2002. An Analytical Model for Predicting Water Table Dynamics During Drainage and Evaporation. Journal of Hydrology 263 105-113.
- Çakır, R. ve Gidişlioğlu, A., 1997. Düşük Kaliteli Sulama Sularının Vertisol Toprakların Bazı Özelliklerine ve Ayçiçeği Bitkisinin Vegetatif Gelişmesine Etkileri, VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa
- Çetin, E., 2003. Sulama Sistemlerinin Milli Gelire Olan Katkısının Artırılması, Sulama Sistemleri Sempozyumu DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları
- Çiftçi, N., Kara, M., Yılmaz, M ve Ugurlu, N., 1995a. Konya Ovasında Drenaj Suları ile Sulanan Arazilerde Tuzluluk ve Sodyumluluk Sorunları. V.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, 471-481, Antalya
- Çiftçi, N., Kara.M. ve Yılmaz.M., 1995b. Konya Ovası Drenaj Şebekelerinde Su Kalitesinin Yıllık Değişimi ve Sulamada Kullanılabilirliği, V.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Antalya.
- Çizikçi, S. ve Erözel, Z.A., 2003. Kontrollü Drenaj Sistemlerinin Planlanması, İşletilmesi ve Yönetimi II.Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri, 212-223, Aydın
- Demir, A. O., 1989. Bazı Kararlı Akış Drenaj Eşitliklerinin Model Denemeleri ile Kendi İçerisinde Karşılaştırılması, Köy Hizmetleri Erzurum Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No:23, Rapor Yayın No:20, 1-14, Erzurum.
- Demir, N. ve Antepli, S., 2003. DSİ Projelerinde Sulamanın Tabansuyuna Etkisi II.Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri, 400-408, Aydın
- Ekberli, A. İ., Bayraklı, F. ve Gülser. C., 1999. Sulanan Topraklarda Su ve Tuz Dengesinin Belirlenmesi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı:3, 28-43, Samsun
- Erözel, Z. ve Çakmak. B., 1993. Drenaj Suyunun Sulamada Kullanılması Toprak Su Dergisi, Sayı II, 1-6, Ankara

- Ercan, H., 1990. Sivas-Sarkışla Gazibey Ovasında Taban Suyu Seviyesi ve Tuzluluğunun Aylık Değişimi ve Drenaj Sorununa İlişkin Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 64-70, Samsun
- Erözel, A. Zeki. ve Öztürk, A., 1994. Sulama Suyu Kalitesi ve Tabansuyu Derinliğinin Bitki Verimine Etkisi, DSİ Teknik Bülteni: 81, 55-61, Ankara
- Fayrap, A., 2002. Erzincan Ovasında Drenaj Sistemlerinin İşletilmesinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Gemalmaz, E., 1993. Drenaj Mühendisliği. Cilt I., Atatürk yayın No:746, Ziraat Fakültesi Yayın No:317, Erzurum
- Girgin, A. ve Beyazgül, M., 1997. Denizli-Sarayköy Ovası Kapalı Drenaj Projeleme Kriterleri, VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Bursa
- Henderson, D. W., 1958., Influence on Soil Permeability of Total Concentration and Sodium in Irrigation Water. Water Resoueces Center Univ. Calif. 14:153-157
- Hansen, E.V., Israilsen, W. O. ve Stringham, E. G., 1979, Irrigation Principles and Practices. 10987, 296-297, USA
- Hartkamp, D.A., White, J.W., Hoogenboom, G., 1999. Interfacing Geographic Information Systems with Agronomic Modeling: A Review. Agronomy Journal, 91,761-772
- Kamber, R., Kırdı, C. ve Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Sorunları, Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Yayın No:21 Ders Kitabı Yayın No:6, Adana
- Kara, M., Çiftçi, N. ve Şimşek, H., 1992. Çumra Sulama Şebekesi Çomaklı Mevkii Arazilerinin Taban Suyu Karakteristikleri ve Dren Kriterlerinin Belirlenmesi, IV.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Kara, T., Apan, M., 1998. Bafra Ovası Emenli ve Karaburç Köyleri Drenaj Alanlarında Taban Suyu Seviyesinin ve Tuz İçeriğinin Yıl İçerisindeki Değişiminin Saptanması, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı:3, Samsun

- Kara, T. ve Apan, M., 2000. Tuzlu Taban Suyunun Sulamada Tekrar Kullanımı İçin Bir Hesaplama Yöntemi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 200, 15(3)62-67, Samsun
- Kara, T. ve Arslan, H., 2004. Bafra Ovası Sulama Alanında Tabansuyu ve Tuzluluk Araştırması, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
- Kayael, N., 1999. Tuzlu-Sodik ve Sodik Toprakların Oluşumu, Özellikleri ve Analizleri. Su Toprak Laboratuvarı Seminer Kitabı, DSİ Genel Müdürlüğü, 31-52, Ankara.
- Kendirli, B., Demir, K. ve Çakmak, B., 1997. Farklı pH Derecelerindeki Sulama Sularının Hıyar Fidelerinin Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa
- Konukçu, F. ve Yüksel, A.Nedim., 1992. Tuzlu Suların Sulama Suyu Olarak Kullanılabilme Olanakları, IV.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Atatürk Üniversitesi ,Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum
- Işıkkhan, A., 1999. Drenaj ve Toprak İyileştirme Ders Notu.Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1-18, Ankara
- Luthin, J.N., 1978. Dranaige Engineering. Robert E. Krieger Publishing Company, Inc.Krieger Drive Malabar, Florida, 32950,USA
- Mavi, A., 1981. Bafra Ovasındaki Tuzlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Yıkama Suyu Miktarı ve Yıkama Süresi, Topraksu Genel Müdürlüğü, Samsun
- Pandey, S.R., Bhattacharya.K.A., Singh,P.O. ve Gupta,K.S.,1997. Water Table Draw Down During Dranaige with Evaporation/Evapotranspiration, Agricultural Water Management 35 (1997)61-73
- Sağlam, T., 1997. Toprak Kimyası, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayım No:190, Ders Kitabı No:21, Edirne
- Singh, M. ve I.S.Dahiya, 1979. Simultaneous Transport of Surface Salt and Water Through Unsaturated Soils During İnfiltration and Redistribution.Soil Sci.Plant Anal.10:591-611
- Şahin, Ü., Anapalı, Ö. ve Öztaş, T., 1999. Farklı Yıkama Bölgeleri Oluşturularak yapılan Yıkama Sonrası Toprakta Tuzluluk Dağılımının Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi (1).48-54, Erzurum

- Oğuzer, V., 1990. Drenaj ve Arazi Islahı Ders Kitabı Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları
- Oğuzer, V. ve Yarpuzlu, A., 1992. Soya Bitkisinin Gelişim Devrelerinde Taban Suyu Seviyesinin Alçalmasının Bitki Verimine Etkisi, IV.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum
- Özer, N. ve Demirel, F.A., 2003. Şanlıurfa ve Harran Ovalarında İşletme Aşamasında Tabansuyu ve Tuzluluk Problemleri, II.Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri, 193-199, Aydın
- Özkaldı, A., Ataç, A., Boz, B. ve Yazıcı, V., 2003. GAP'ta Drenaj Sorunları ve Çözüm Önerileri II.Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri, 224-235, Aydın
- Özkaldı, A., Boz, B. ve Yazıcı, V., 2004. Gap'ta Drenaj Sorunları ve Çözüm Önerileri Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
- Öztürk, A. ve Erözel, A.Z., 1994. Sulama Suyu Kalitesi ve Taban Suyu Derinliğinin Bitki Verimlerine Etkisi.DSİ Genel Müdürlüğü TeknikBülteni,sayı:81, 55-60, Ankara
- Öztürk, A., 1997a. Drenaj Sistemlerinde Bakım Çalışmaları, VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Bölümü, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa
- Öztürk, A., 1997b. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Tabansuyu Derinliğinin Havuç Bitkisinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi, A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi Sayı:3, 54-58, Ankara
- Törün, A. Mehmet., 1989a. Azot Sanayii Atığı Endüstriyel Jips'in Sodyumlu Topraklara Katılması İle Toprakta Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları Yayın No:51, Samsun
- Törün, A. M., 1989b.Azot Sanayii Atığı Endüstriyel Jips'in(Alçı Şlamının)Sodyumlu Topraklara Katılması ile Toprakta Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayın No:51, Samsun
- Van Hoorn, J. W. ve J. G. Van Alpen., "Salinity Control, Salt Balance and Leaching Requirement of Irrigation Soils. Éicamas" Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, 1988, Italy,

- Verhoeven, B., 1972. Salty Soils, Drainage Principles and Application. I. Introductory Subject. ILRI. Pub 16, Wageningen
- Willardson, L. S., 1998. Drainage Principles, Class notes. Utah State University, dept. of BIE, Logan UTAH, USA
- Yomralioğlu, T., 2000. Geographical Information Systems. Academi Presses, Trabzon, Turkey, 480 pp.
- Yurtseven, E., 1993. Drenaj Sularının Yeniden Kullanılması Toprak Su Dergisi Sayı I, 12-14, Ankara
- Yurtseven, E., 1997. Ülkemiz Nehir Su Kaynaklarının Kalite Deđerlendirmesi, VI. Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakóltesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa
- Yurtseven, E., 1995. Sulanan Alanlarda Tuzlulaşma ve Tuzluluk Yönetimi, V. Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Antalya

ÖZGEÇMİŞ

1978 Yılında Samsun'un Bafra İlçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bafra'da tamamladı. 1995 yılında Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünü kazandı ve 1999 yılında mezun oldu. 2002 yılında Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen eğitimi sürmektedir