

**AKSARAY BÖLGESİ YERÜSTÜ ve  
YERALTI SU KAYNAKLARININ  
POTANSİYELİ KALİTESİ ve ETKİN  
SULAMA AÇISINDAN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Sedat KARADAVUT  
Doktora Tezi  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Lokman DELİBAŞ**

**2009**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**Sedat KARADAVUT**

**TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: PROF. DR. LOKMAN DELİBAŞ**

**TEKİRDAĞ-2009**

**Her hakkı saklıdır**

## ÖZET

Doktora Tezi

### AKSARAY BÖLGESİ YERÜSTÜ ve YERALTI SU KAYNAKLARININ POTANSİYELİ KALİTESİ ve ETKİN SULAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sedat KARADAVUT

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Lokman DELİBAŞ

Bu tez çalışması, Aksaray Bölgesinde bulunan yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının 2007 yılı Ekim ayı ile 2008 yılı Şubat, Nisan, Haziran ve Ağustos aylarındaki sulama suyu kalitesinin (pH, EC, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, majör anyon – katyon, B, ağır metaller, Fekal koliform, TOK, SAR, RSC ve Çİ) belirlenmesi, etkin sulama açısından değerlendirilmesi ve sulama dönemine ait bölge sulama suyu kalite indeksinin oluşturulması amacı ile yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, genel olarak yerüstü su kaynaklarının (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>) yeraltı su kaynaklarının (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> – C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>) sulama suyu kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> açısından yerüstü su kaynaklarının I. sınıf yeraltı su kaynaklarının I. ve II. sınıf su kalitesi özellik gösterdiği, analizi yapılan diğer parametreler yönünden ise (pH, majör anyon – katyon, B, Fekal koliform, TOK, ağır metaller, SAR, RSC ) tüm yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının I. sınıf su kalite özelliği gösterdiği saptanmıştır. Çökeltme indeksi değerlerinin genel olarak sulama suyu kalitesine uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Sulama dönemine ait sulama suyu kalite indeksine göre yapılan değerlendirme sonucunda, yerüstü su kaynaklarının orta ve yüksek kalite sulama suyu, yeraltı su kaynaklarının ise Tuz gölü yayılım alanı boyunca düşük kalite sulama suyu genel olarak orta kalite sulama suyu özellik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca sulama suyu kalite parametrelerinden sadece RSC değerleri mevsimsel değişimlerden etkilenmiş (P<0,05), diğer parametreler ise mevsimsel değişimlerden etkilenmemişlerdir.

Anahtar Kelimeler : Aksaray, yeraltı ve yerüstü suyu, sulama suyu kalitesi, sulama suyu kalite indeksi, etkin sulama

2009 , 77 sayfa

## ABSTRACT

Ph. D. Thesis

### POTENTIAL AND QUALITY OF SURFACE WATER AND GROUND WATER RESOURCES IN AKSARAY PROVINCE AND THEIR ASSESSMENT IN TERMS OF EFFICIENT IRRIGATION

Sedat KARADAVUT

Namık Kemal University

Natural and Applied Science Institute

Agricultural Structures and Irrigation Department

Supervisor: Prof. Dr. DELİBAŞ

This study was conducted in October (in 2007) and in February, April, June and August (in 2008) in Aksaray province in order to determine the quality of irrigation waters (pH, EC,  $\text{NO}_3^-$ , major anion-cation, B, heavy metals, fecal coliform, TOC, SAR, RSC and PI) and to assess them in terms of efficient irrigation. It was also aimed to establish regional irrigation water quality index belonging to the irrigation period.

According to the results, the surface waters ( $\text{C}_2\text{S}_1$ ) and ground waters ( $\text{C}_2\text{S}_1 - \text{C}_3\text{S}_1$ ) had irrigation water quality. While surface waters had 1<sup>st</sup> class water quality, the ground waters had 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> water quality in terms of  $\text{NO}_3^-$  content. All the surface and ground waters had 1<sup>st</sup> water quality in terms of other parameters (pH, major anion – cation, B, Fecal coliform, TOC, heavy metals, SAR, RSC ). Precipitation index values were generally found unsuitable for irrigation water quality.

According to the evaluation in terms of irrigation water index belonging to irrigation period, surface waters had medium and high quality irrigation water quality. Ground waters had medium irrigation water quality except those found along the Salt Lake which had low irrigation water quality. Furthermore, only RSC values were affected ( $P < 0,05$ ) by seasonal variations among all the parameters.

Key Words: Aksaray, ground water, surface water, irrigation water quality, irrigation water quality index, efficient irrigation.

2009 , 77 pages

## **ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜRLER**

Nüfusun hızlı artışı ve buna paralel olarak artan tarımsal, içme kullanma ve sanayi suyu ihtiyaçları nedeni ile su kaynaklarına duyulan talep giderek artmaktadır. Talebin hızla artışına rağmen toprak ve su kaynakları kalite ve kantite olarak giderek daha çok kısıtlanmaktadır. Ülkemiz, özellikle de Orta Anadolu bölgesi bu durumdan en çok etkilenecek bölgelerimiz arasındadır. Bu nedenle su kaynakları ile ilgili problemlerin teşhis edilmesi ve şimdiden önlem alınması gerekmektedir. Mevcut sulama yönetimi ile ilgili problemleri belirleyip, alternatif sulama yöntemini ortaya koymak ve su yönetimi ile ilgili tüm kurum, kuruluş ve kişilere bilgi ve belge sunmak, su kaynaklarını tehdit eden faktörleri ortaya koyarak, uygun çözüm önerileri sunmak amacı ile bu çalışma yapılmıştır.

Bu araştırmanın yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde daima yardım ve yakın ilgi gördüğüm danışman hocam Sayın Prof. Dr. Lokman DELİBAŞ'a, araştırma sahası analizleri ve laboratuvar analizlerinin yapılmasında 'Aksaray Bölgesi Su Kaynaklarında Pestisit Kirliliği ve Pestisitlerin Biyolojik Olarak Parçalanabilirliği' adlı DPT projesi imkanlarının tezimde kullanılmasına yardımcı olan Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümü öğretim üyelerinden ve proje yürütücüsü olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa IŞIK ile Aksaray Üniversitesi rektör yardımcısı Sayın Prof. Dr. Hatim EL HATİP'e, yine Çevre Mühendisliği Bölümünden Sayın Yrd. Doç. Dr. Levent ALTAŞ ve Öğr. Gör. Yakup KURMAÇ ile bölüm öğretim elemanlarına, Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Sayın Öğr. Gör. Murat KAVURMACI'ya, Harita Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Selçuk REİS'E, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Fatih KONUKCU ve bölümdeki diğer öğretim üyeleri hocalarıma, Toprak Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Aydın ADILOĞLU'na, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyeleri hocalarıma ve arkadaşlarıma, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan anneme, babama, ablama, abime ve emeği geçen herkese teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜRLER.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi-vii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>8</b>
3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Çalışma Sahası .....	8
3.1.2. Bölgenin Coğrafik Özellikleri.....	8
3.1.3. Bölgenin Toprak Özellikleri .....	9
3.1.4. Bölgenin Su Kaynakları Potansiyeli .....	11
3.1.5. Bölgedeki Bitki Örtüsü ve Bitkisel Üretim .....	12
3.1.6. Bölgenin Meteorolojik Özellikleri .....	13
3.2. Yöntem .....	14
3.2.1. Sulama Suyu Kalite Kriterleri ve Sınıflandırılması.....	14
3.2.2. Numune Alma Yöntemi .....	18
3.2.3. Analizler .....	20
3.2.4. Ampirik Yöntemle Hesaplanan Parametreler.....	20
3.2.5. Majör anyon-katyon değerlerinin Piper diyagramında gösterilmesi.....	21
3.2.6. Sulama suyu kalite indeksi haritasının oluşturulması.....	22
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....</b>	<b>24</b>
4.1. Aksaray Bölgesi Yerüstü ve Yeraltı Su Kaynaklarının Sulama Suyu Açısından Mevsimsel Değişimi .....	24
4.1.1. Ekim – 2007 (Sonbahar) Dönemi Yerüstü ve Yeraltı Su Kaynaklarının Sulama Suyu Kalite Değişimi .....	25
4.1.2. Şubat – 2008 (Kış) Dönemi Yerüstü ve Yeraltı Su Kaynaklarının Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değişimi .....	32
4.1.3. Nisan – 2008 (İlkbahar) Dönemi Yerüstü ve Yeraltı Su Kaynaklarının Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değişimi .....	39

4.1.4. Haziran - Ağustos– 2008 (yaz - sulama) Dönemi Yerüstü ve Yeraltı Su kaynaklarının Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değişimi .....	46
4.1.4.1. Haziran - 2008 dönemi (yaz – başlangıç) dönemi.....	47
4.1.4.2. Ağustos - 2008 Dönemi (yaz – bitiş) Dönemi .....	53
4.1.4.3. Sulama Suyu Kalite Parametrelerinin CBS Metodu ile Değerlendirilmesi.....	59
4.2. Aksaray Bölgesi Yerüstü ve Yeraltı Su Kaynaklarının Sulama Suyu Kalitesi Açısından Mevsimsel Değişiminin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	66
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>71</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>74</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>77</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CFU	: Fekal Koliform Sayısı
EC	: Elektriksel İletkenlik
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
KAS	: Kaynak Suyu
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
meq/L	: Miliekivalan / Litre
mg/L	: Miligram/litre
PI	: Çökelme İndeksi
RSC	: Artık Sodyum Karbonat
SAR	: Sodyum Adsorpsiyon Oranı
TÇKM	: Toplam Çözünmüş Katı Madde
TOK	: Toplam Organik Karbon
YAS	: Yeraltı Suyu
YÜS	: Yerüstü Suyu
µS/cm	: Mikrosiemens/santimetre



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

3.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası .....	8
3.2. Aksaray Bölgesi Arazi Kullanım Haritası.....	10
3.3. Aksaray Bölgesi son 10, 20 ve 30 yıllara ait ve aylara göre yıllık yağış Ortalamaları.....	13
3.4. A.B.D tuzluluk laboratuvarı diyagramı .....	16
3.5. Çalışma sahası numune alma noktaları .....	18
3.6. Piper Diyagramındaki bölümler .....	22
4.1. Ekim – 2007 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı.....	31
4.2. Şubat – 2007 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı.....	38
4.3. Nisan – 2008 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı.....	45
4.4. Haziran – 2008 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı....	52
4.5. Ağustos – 2008 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı....	57
4.6. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) Dağılımı .....	60
4.7. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi SAR Dağılımı .....	62
4.8. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi pH Dağılımı .....	62
4.9. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi Cl (mg/l)Dağılımı .....	63
4.10. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi HCO <sub>3</sub> (mg/l) Dağılımı .....	64
4.11. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi NO <sub>3</sub> (mg/l) Dağılımı .....	64
4.12. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi B (mg/l) Dağılımı .....	65
4.13. Aksaray Bölgesi Sulama Dönemi Sulama Suyu Kalite İndeksi Haritası.....	66

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

3.1. Aksaray ilinin Agro - Ekolojik Alt Bölgeleri .....	9
3.2. Aksaray İli Su Kaynakları Miktarı .....	11
3.3. Aksaray İli Su Yüzeylei .....	11
3.4. Alt Bölgeler Açısından Aksaray İli Sulama Durumu.....	11
3.5. Aksaray Bölgesi Sulanabilir Tarım Arazileri Ürün Desen.....	12
3.6. Aksaray Bölgesi Tarım Arazilerinin Kullanım Durumuna Göre Dağılımı.....	12
3.7. Sulama Suyu Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kriterleri.....	17
3.8. Sulama Suyu Kalite Parametreleri Maksimum Sınır Değerleri.....	17
3.9. Numune Alma İstasyonları.....	19
3.10. Piper Diyagram Özellikleri .....	22
3.11. Sulama Suyu Kalite İndeks Parametreleri İçin Sınıflandırma .....	23
4.1. Ekim – 2007 Dönemi Sulama Suyu Kalite Parametreleri Değişimi.....	25
4.2. Ekim – 2007 Dönemi TOK ve Fekal Koliform Değerleri .....	28
4.3. Ekim – 2007 Dönemi Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	29
4.4. Ekim – 2007 Dönemi Majör Anyon – Katyon Değerleri Değişimi.....	30
4.5. Ekim – 2007 Dönemi Çökme İndeksi Değişimi.....	32
4.6. Şubat – 2008 Dönemi Sulama Suyu Kalite Parametreleri Değişimi.....	34
4.7. Şubat – 2008 Dönemi TOK ve Fekal Koliform Değerleri .....	35
4.8. Şubat – 2008 Dönemi Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	36
4.9. Şubat – 2008 Dönemi Majör Anyon – Katyon Değerleri Değişimi.....	37
4.10. Şubat – 2008 Dönemi Çökme İndeksi Değişimi.....	39
4.11. Nisan – 2008 Dönemi Sulama Suyu Kalite Parametreleri Değişimi.....	41
4.12. Nisan – 2008 Dönemi TOK ve Fekal Koliform Değerleri.....	42
4.13. Nisan – 2008 Dönemi Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	43
4.14. Nisan – 2008 Dönemi Majör Anyon – Katyon Değerleri Değişimi.....	44
4.15. Nisan – 2008 Dönemi Çökme İndeksi Değişimi.....	46
4.16. Haziran– 2008 Dönemi Sulama Suyu Kalite Parametreleri Değişimi.....	48
4.17. Haziran – 2008 Dönemi TOK ve Fekal Koliform Değerleri.....	50
4.18. Haziran – 2008 Dönemi Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	51
4.19. Haziran – 2008 Dönemi Majör Anyon – Katyon Değerleri Değişimi.....	52

4.20. Haziran – 2008 Dönemi Çökme İndeksi Değişimi.....	53
4.21. Ağustos– 2008 Dönemi Sulama Suyu Kalite Parametreleri Değişimi.....	54
4.22. Ağustos – 2008 Dönemi TOK ve Fekal Koliform Değerleri.....	56
4.23. Ağustos – 2008 Dönemi Majör Anyon – Katyon Değerleri Değişimi.....	58
4.24. Ağustos – 2008 Dönemi Çökme İndeksi Değişimi.....	59
4.25. Bazı Bitkilerin Tuz Toleransı.....	60
4.26. Mevsimlere ait İstatistiksel Veriler.....	67
4.27. Mevsimler arası Tek Yönlü Varyans Analiz Tablosu (Anova) .....	68
4.28. RSC Değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.....	68
4.29. Mevsimler arası Sulama Suyu Kalite Parametreleri Pearson Korelasyon İlişkisi.	69
4.30. Ekim – 2007 Sulama Suyu Kalite Parametreleri Pearson Korelasyon İlişkisi.....	69
4.31 Şubat – 2008 Sulama Suyu Kalite Parametreleri Pearson Korelasyon İlişkisi.....	70
4.32. Nisan – 2008 Sulama Suyu Kalite Parametreleri Pearson Korelasyon İlişkisi.....	70
4.33. Haziran - Ağustos – 2008 Sulama Suyu Kalite Parametreleri Pearson Korelasyon İlişkisi.....	70

## 1. GİRİŞ

Canlıların temel yapı maddelerinin başında gelen su; doğal koşullar altında yaratılması, yok edilmesi zor olan hidrolojik çevrim ile yenilenebilen doğal bir kaynaktır. Bilimsel araştırmalara göre yeryüzünün toplam su potansiyeli  $1.606 \times 10^6 \text{ km}^3$ 'tür. Bunun  $220 \times 10^6 \text{ km}^3$  kimyasal bağlı su,  $1.386 \times 10^6 \text{ km}^3$  ise serbest sudur. Serbest suyun % 96,5'i okyanuslarda, % 1,76'sı kutuplarda ve buzullarda buz formunda, % 0,77'si ise tatlı su durumunda bulunmaktadır. Ülkemizdeki toplam su potansiyeli  $106,6 \text{ km}^3$  olup, bunun  $95 \text{ km}^3$ 'ünü yüzey su potansiyeli,  $11,6 \text{ km}^3$ 'ünü yeraltı su potansiyeli oluşturmaktadır.

Nüfusun hızlı artışı ve buna paralel olarak artan tarımsal, içme kullanma ve sanayi suyu ihtiyaçları nedeni ile su kaynaklarına duyulan talep giderek artmaktadır. Talebin hızla artışına rağmen toprak ve su kaynakları kalite ve kantite olarak giderek daha çok kısıtlanmaktadır. Ancak tarım alanlarının tümünün kullanılması ve tarıma açılacak başka alan kalmayışı nedeni ile birim alandan alınan verim miktarının artırılması gerekmektedir. Bu nedenle suyun etkin olarak kullanılarak tasarruf edilmesi ve kalitesinin korunması zorunlu olmaktadır. Ülkemizde iklim bölgelere göre farklılık gösterdiği için tarımsal üretimin geliştirilmesi suyun dengeli, yeterli ve nitelikli olarak temin edilmesine bağlı olmaktadır.

Sulama suları, ister akarsulardan ister pompajla kuyulardan ve isterse göl, gölet, baraj gibi durgun sulardan alınmış olsunlar üzerinde ve içerisinde devamlı temas halinde oldukları kaya ve toprak materyallerinden erittikleri tuzları da içermektedirler. Böylece bir sulama suyunun kalitesini, o suyun içerisinde bulunan erimiş maddelerin toplam konsantrasyonu ve bileşimi tayin etmektedir (Tuncay 1994).

Hızlı nüfus artışı, küreselleşme, göçler ve küresel iklim değişikliği toprak ve su kaynaklarını son derece kısıtlı hale getirmektedir (Prinz 2004). Ülkemiz, özellikle de Orta Anadolu bölgesi bu durumdan en çok etkilenecek bölgelerimiz arasındadır. Bu nedenle su kaynakları ile ilgili problemlerin teşhis edilmesi ve şimdiden önlem alınması gerekmektedir. Mevcut tatlı su kaynaklarının yaklaşık %75'i tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Tarımda toplam su uygulama randımanı ise çok düşüktür (ülkemiz için %35 civarında) (Konukcu ve ark. 2004). Bu randımanın %50'ye çıkartılması ile içme ve kullanma suyuna denk bir miktar tasarruf edilmiş olacaktır. Bu nedenle sulanan alanlarda suyun yönetimi çok önemlidir.

Kullanım amaçlarının çeşitliliği yanı sıra, su kalitesini belirleyen etmenlerin sonsuzluğu bugün için gerekli olan su kalitesi ölçütlerinin sürekli yenilenmesi gereğini getirmektedir. Bu konuda karşılaşılan bir diğer zorluk da iklim, coğrafya ve jeoloji gibi çok

değişken doğal koşulların, su kalitesini etkilemesi ve standart oluşturulmasını daha karmaşık bir duruma getirmesidir (Munsuz ve Ünver 1995).

Aksaray bölgesinde yıllık yağış ortalaması 365,7 mm'dir (Can 1996). Bölgeye düşen bu yıllık yağış miktarının; hem Türkiye yıllık yağış ortalamasının altında kalması, hem de bu yağış miktarının bitki büyüme devresi dışında düşmesi bölge tarımı için sorun teşkil etmektedir. Bu nedenlerden dolayı bölgede tarımsal faaliyetlerin sürdürülmesi sulamayı zorunlu kılmaktadır. Ancak bölgede bu ihtiyacı karşılayabilecek yerüstü ve yeraltı su kaynakları potansiyeli, kalitesi ve tarımda kullanılan sulama yöntemleri ile ilgili çalışmaların yetersizliği günümüzde bu çalışmaların önemini daha da artırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; entegre havza yönetimi anlayışına uygun olarak, su kaynakları açısından ülkemizin en hassas bölgesinde yer alan Aksaray ilinin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyeli ve kalitesini ortaya koymak ve sulama açısından değerlendirmek, mevcut sulama yönetimi ile ilgili problemler belirleyip, alternatif sulama yönetimi ortaya koymak ve su yönetimi ile ilgili tüm kurum, kuruluş ve kişilere bilgi ve belge sunmak, su kaynaklarını tehdit eden faktörleri ortaya koyarak, uygun çözüm önerileri sunmaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sulama sularında bulunan kimyasal bileşikler; toksik etki ya da su yetersizliği nedeniyle doğrudan, bitkilerin besin elementi alımlarını değiştirmeleri suretiyle de dolaylı olarak bitki gelişimini etkileyebilirler (Will and Faust 1999).

Türkiye'nin yıllık ortalama 643 mm civarındaki yağışı yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Bu miktarın 274 milyar m<sup>3</sup>'ü toprak, su yüzeylerinden ve bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 41 milyar m<sup>3</sup>'ü yüzeyden sızarak yeraltı sularını beslemekte, 186 milyar m<sup>3</sup>'ü ise akışa geçmektedir (Anonymous 2001a). Türkiye sanıldığı gibi su zengini bir ülke değildir. Hatta gerekli önlemler alınmadığı takdirde su sıkıntısını yasayacak ülkeler arasındadır. Bunun en önemli nedenleri ise kaynakların kontrol edilememesi, bölgelere göre yağışların ve kaynakların dengesiz dağılım göstermesidir (Anonymous 2001b). Bu nedenle, su kalitesi izleme programı, su kaynağındaki olası değişimlerin izlenebilmesi için uygun ve düzenli örnekler toplanması gerekmektedir (Patterson 1999).

Yeraltı sularında nitrat kirliliğinin belirlenmesi amacı ile Kuzey Amerika'da yapılan bir çalışmada, nitrat kirliliğinin daha çok kök bölgesindeki tuz birikimini önlemek için yapılan sulamalar sonucu oluştuğu bildirilmiştir. Bu sonucun 20 – 30 yıllık bir süreçte su ve azotlu gübre kullanımının büyük oranda artması ile gerçekleştiği rapor edilmiştir (Power and Scheders 1989).

Konukcu ve Yüksel (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 gösterdiği belirtilmiştir.

Küçük Menderes havzasında sulama suyu olarak kullanılan; Küçük Menderes nehri, Tahtalı çayı ve Yassı dere yüzey suları ile bazı yeraltı kuyularından alınan su örneklerinin çoğunlukla C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sulama suyu sınıfı özelliği gösterdiği, bu örneklerden % 17,39'unun duyarlı bitkiler için zararlı düzeyde bor konsantrasyonu içerdiği, % 9,09'unda fosfor kirliliği, % 17,39'unda NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ve % 8,69'unda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> varlığı, % 13,6'da organik madde kirliliği, % 13,64' de BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) ile % 4,54 de KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) yönünden kirli ve çok kirli sular sınıfında olduğu ayrıca ağır metaller açısından su örneklerinin sadece % 13,04 de Cd kirliliği, bu sularla sulanan toprakların % 7,14'ünde Fe fazlalığı, % 28,57' sinde Mn fazlalığı, % 7,14'ünde Zn ve % 5,14'ünde Cd fazlalığı olduğu belirtilmektedir (Başkaya 1997).

Dişli (1997) tarafından yapılan bir araştırmada Antalya ili Kale y6resinin yeraltı su kalitesi incelenmiş, bunun sonucunda 6rneklenen sulama sularının 6oğunluğunun III. ve IV. sınıf olduğu belirlenmiş ve bu suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olacağı, kullanılması durumunda tuza dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi ile bazı 6zel drenaj tedbirlerinin alınması gerekliliği 6nerilmiştir.

Harran ovasındaki bazı sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi amacı ile Mart ve Temmuz aylarında yapılan 6rneklemelelerde, suların ortalama pH değereri 7,78, EC değereri 1.152  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sodyum 4,66 meq/L, bikarbonat 3,87 meq/L, klor6r 3,65 meq/L, s6lfat 3,50 meq/L, karbonat 0,53 meq/L, magnezyum 3,05 meq/L, kalsiyum 4,11 meq/L ve potasyum 0,21 meq/L olarak belirlenmiştir. SAR değereri Mart ayında 1,87, Temmuz ayında 2,05; RSC değereri Mart ayında (- 3,43), Temmuz ayında (-2,37) olarak hesaplanmıştır. 6rneklenen sulama sularının 6nemli bir b6l6m6 orta tuzlu ve az sodyumlu sular sınıfına ( $\text{C}_2\text{S}_1$ ), diğerleri ise fazla tuzlu az sodyumlu ( $\text{C}_3\text{S}_1$ ) ve 6ok fazla tuzlu az sodyumlu ( $\text{C}_4\text{S}_1$ ) sular sınıfına girmiştir. Suların Mart ve Temmuz aylarındaki sulama suyu kalitesi sınıflarında 6nemli bir değişiklik olmadığı, ayrıca drenaj kanalı ve kanalizasyon suyu ile bazı yeraltı sularının sulamada kullanılmaması gerektiği belirlenmiştir (Kirtiş 1997).

Kaplan ve ark. (1999) tarafından yapılan bir araştırmada yeraltı sularına ait  $\text{NO}_3^-$  ve EC değerleri arasında % 1 d6zeyinde pozitif korelasyon bulunmuştur. Bu durum tuzlu suların sulama suyu olarak kullanılmasının 6nerilmemesine rağmen, kullanılması durumunda y6ksek miktarda azot sağlandığını ortaya koymuştur. Bunun i6in g6breleme programları hazırlanırken bu durumun 6zellikle dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

6umra ovası sulamasında kullanılan Beyşehir G6l6, Suğla G6l6, Apa Barajı ve May Barajı sularının kalitelerini belirlemek amacı ile d6rt farklı zamanda 6rnekleme yapılmış, araştırma sonu6larına g6re; t6m su 6rneklelerinin II. sınıf tuzluluk ve I. sınıf sodiklik ( $\text{C}_2\text{S}_1$ ), I. sınıf Artık Sodyum Karbonat (RSC), I. ve II. sınıf B i6eriklerine sahip oldukları belirlenmiştir. Beyşehir G6l6nden g6zergah boyunca May barajına doğru gittik6e nitrat ve ağır metallerin artığı, bor kapsamalarının ise azaldığı saptanmıştır (Zengin ve ark. 2002a).

Elhatip (2002) tarafından Aksaray b6lgesi y6zey sularının kalite sınıfının belirlenmesi amacı ile yapılan 6alışmada; Melendiz 6ayı, iletkenlik ve nitrat i6eriğine g6re II. sınıf, tuzluluk ve klor6r parametrelerine g6re I. sınıf; Karasu 6ayı, nitrat i6eriğine g6re III. sınıf, EC değerine g6re II. sınıf; tuzluluk ve klor6r parametrelerine g6re I. sınıf; Mamasun barajı, nitrat ve EC değerine g6re II. sınıf, diğer parametrelere g6re I. sınıf; Aratol mevkiindeki Karasu deresinin su kalitesi; EC değerine g6re III. sınıf, nitrat parametresine g6re II. sınıf ve tuzluluk ile klor6r parametrelerine g6re II. sınıf olduğu belirlenmiştir.

Konya kapalı havzası sulama sularının özelliklerini belirlemek amacı ile Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 15 adet yerüstü ve 15 adet yeraltı sularından yapılan örnekleme; yerüstü sularına ait bir örnek pH değeri yönünden sulama için sakıncalı bulunmuştur. Tüm yerüstü suları EC, B, SAR ve RSC sulamaya uygun bulunmuştur. Yeraltı sularında ise çok yüksek EC değerlerinden dolayı iki örnek sulama açısından sakıncalı bulunmuştur. Yerüstü sularının pH ve B değerleri yeraltı sularınıninkinden daha yüksek, EC, toplam katyonlar, toplam anyonlar, SAR, RSC ve kalite sınıfı ( $C_xS_x$ ) ise yeraltı sularınıninkinden daha düşük belirlenmiştir (Zengin ve ark. 2002b).

Tekirdağ' da 2005 yılında Mart ve Nisan ayları sulama suyu kalitesinin belirlenmesi için 9 adet sulama suyu örneklenmiş, yapılan analizler sonucunda; 1 adet örneğin  $C_3S_1$  diğer 8 adet örneğin  $C_2S_1$  sınıfında olduğu belirlenmiştir. Su örneklerinde bazı ortalama değerler; pH 7,33, elektriksel iletkenlik 603  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , toplam sertlik 23,69  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , klorür 2,31 meq/L, çökeltme indeksi 0,14 ve artık sodyum karbonat miktarı 0,08 meq/L olarak bulunmuştur (Varol ve ark. 2005).

Debideki değişimin Yeşilirmak nehri su kalitesine etkisini belirlemek amacı ile yapılan çalışmada; debinin en yüksek olduğu Mart, Nisan ve Mayıs ayları ile debinin en düşük olduğu Haziran ve Şubat aylarında örnekleme yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; su kalitesi parametrelerinin çoğunluğunun debinin düşük olduğu dönemlerde yüksek, debinin yüksek olduğu dönemlerde düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Debi ile EC,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ , SAR, su sertliği ve toplam tuzluluk (TS) arasında ters yönde bir ilişki bulunmuştur. Buna karşın debi ile su sıcaklığı, pH,  $\text{CO}_3^{--}$  ve B arasında bir ilişki bulunamamıştır (Kurunç ve ark. 2005).

Sulama sularının tekrar kullanımında mevsimsel değişimlerin etkilerini belirlemek amacı ile yapılan çalışmada, Mbuluzi nehrinden Mart 2003 – Mart 2005 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınan su örneklerinde; toplam çözülebilir katılar, sodyum ve magnezyum değerleri en düşük değerine sonbaharda ulaşmış ve istatistiksel olarak mevsimsel değişimlerden etkilenmiş, diğer üç dönemde ise istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiş ve mevsimsel değişikliklerden etkilenmemiştir. EC, SAR, potasyum ve kimyasal oksijen ihtiyacı istatistiksel olarak mevsimsel değişimlerden etkilenmemişlerdir. Sonbahardaki bu istatistiksel farklılığın, sulama döneminde yapılan gübreleme ve aşırı sulamanın sonbahar döneminde yağışların da etkisi ile topraktan daha fazla sodyumun çözülerek drenaj kanallarına karışması olarak belirtilmektedir (Mhlanga ve ark. 2006).

Yeraltı su kalitesinin belirlenmesi amacı ile Nijerya Sokoto-Rima havzasın' da yapılan bir çalışmada pH değerinin 5,7 ile 6,1 arasında, EC değerinin 48  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile 607  $\mu\text{S}/\text{cm}$



arasında, toplam çözünmüş katı madde miktarının 38 mg/L ile 486 mg/L arasında ve SAR değerinin 0,2 ile 1,4 arasında değiştiği belirlenmiştir. SAR değerinin düşük olması ile topraklarda sodyum zararının oluşum riskinin az olacağı belirtilmiştir. Nitrat konsantrasyon değerleri bazı yeraltı sularında sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır. Bunun sebebinin bölgede yapılan aşırı azot gübrelemesi olduğu bildirilmiştir (Graham ve ark. 2006).

Arslan ve ark. (2007), Bafra Ovası yeraltı su kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi amacı ile Haziran, Temmuz ve Ağustos dönemlerinde 10 adet sondaj kuyusundan aldıkları su örneklerinin; 1 tanesinin sulama suyu kalitesinin yüksek tuzlu düşük sodyumlu, 2 tanesinin yüksek tuzlu orta sodyumlu, 1 tanesinin çok yüksek tuzlu orta sodyumlu, 1 tanesinin yüksek tuzlu orta sodyumlu ve 5 tanesinin ise çok yüksek tuzlu çok yüksek sodyumlu olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca 2 kuyunun artık sodyum karbonat konsantrasyon (RSC) değerlerinin 2,5' den yüksek çıktığını ve bu kuyuların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğunu bildirmişlerdir.

Muğla Karabağlar yöresi kuyu sularının sulama suyu kalitesi ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada, kuyu sularından dört mevsim boyunca 20'şer adet su örneği alınmıştır. Buna göre kış mevsiminde alınan su örneklerinin % 50'si C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>; % 50'si C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>; ilkbahar mevsiminde % 40'ı C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>; % 60'ı C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>; yaz mevsiminde %35'i C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>; % 65'i C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>; sonbahar mevsiminde ise % 30'u C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>; % 70'i C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sulama suyu sınıfı içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Mevsimsel olarak alınan su örneklerinde, analizleri yapılan ağır metal ve iz elementlerden Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Fe ve Mn konsantrasyonlarının 4 mevsimde de izin verilen maksimum sınır değerlerini aşmadığı ve B konsantrasyonları yönünden tüm kuyu sularının I. sınıf sulama suyu özelliği gösterdiği bildirilmiştir (Yıldıztekin 2007).

Al-Zarah (2008) tarafından yeraltı su kalitesinin belirlenmesi amacı ile Suudi Arabistan' da yapılan çalışmada 101 kuyudan örnek alınmış, buna göre bu su kaynaklarının EC değerinin 1.230 µS/cm ile 5.050 µS/cm arasında değiştiği ve C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ile C<sub>4</sub>S<sub>2</sub> sulama suyu sınıfı özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca bölgede yapılacak tarım uygulamalarında etkili sulama için, tuzluluğa dayanıklı ve sodyuma orta dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi önerilmiştir.

Kavurmacı ve ark. (2008) tarafından Aksaray ili yerüstü su kaynaklarının kalite özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada, bu kaynakların sulama suyu kalitesi açısından genel olarak orta derecede tuzluluk ve düşük sodyumluk (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>) kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda iyon bolluk dizilimlerinin genel olarak Ca<sup>++</sup> > Na<sup>+</sup> > K<sup>+</sup> > Mg<sup>++</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > Cl<sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>=</sup> şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu

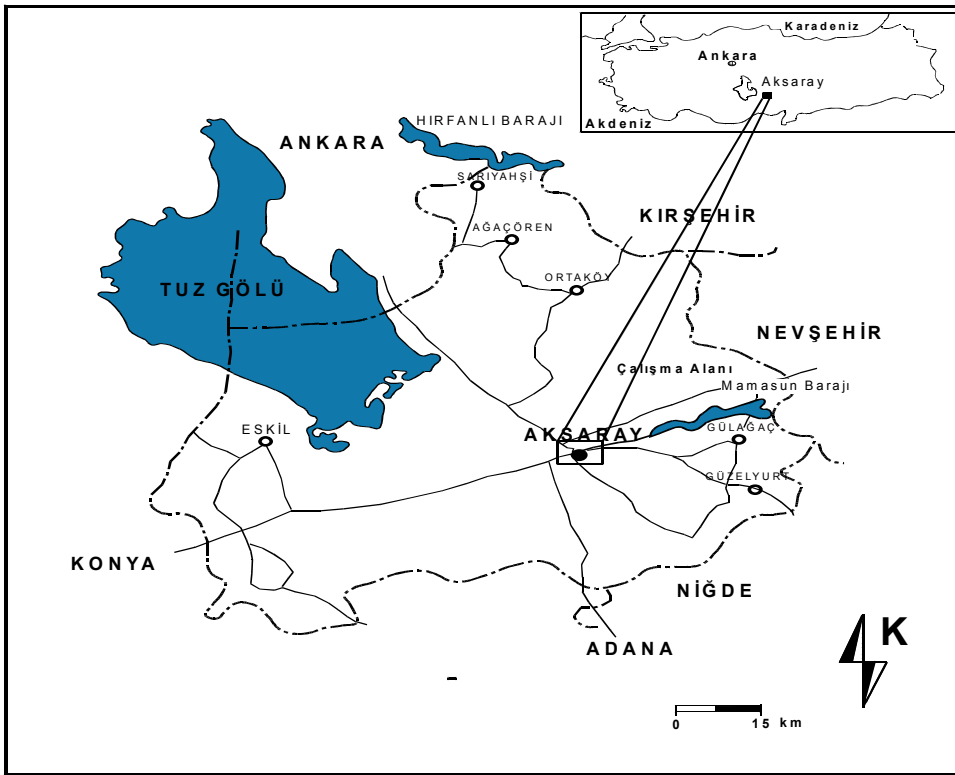
dizilimde  $\text{Ca}^{++}$ 'dan sonra  $\text{Na}^{+}$ 'un,  $\text{HCO}_3^{-}$ 'tan sonra  $\text{Cl}^{-}$ 'ün öne çıkması bu suyun karışım suyu olduğunu göstermektedir. Bu özelliğe sahip bazı yerüstü kaynaklarının muhtemelen farklı kaynaklardan beslenen sular olduğu bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma sahası

Aksaray, Orta Anadolu'nun kuzey – güney, doğu – batı doğrultusunda bulunan karayollarının en önemli bölgesindedir. Aksaray, 30 – 35° doğu meridyeni ile 38 – 39° kuzey paraleli arasında yer almaktadır. Aksaray'ın kuzeyinde Kırşehir ve Ankara, doğusunda Nevşehir, güney-doğusunda Niğde, güney-batısında Konya ve kuzey-batısında Tuz Gölü yer almaktadır. Çalışma sahasına ait yer bulduru haritası Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Çalışma sahası yer bulduru haritası

##### 3.1.2. Bölgenin coğrafik özellikleri

Aksaray yüzey şekilleri itibari ile düzlüktür. Aksaray'ın güney-doğusunda Hasan Dağı, kuzeyi orta bölümünden ayıran noktada uzanan ve Hasan Dağı ile birleşen Ekecik Dağı ovada yer alan yüksekliklerdir. Aksaray'ın orta kesimleri, kuzeyi ve güneyi tamamen ovalıklarla kaplıdır. Güneyde Obruk Platosunun uzantısı ve Aksaray ovası bulunur. Aksaray'ın denizden yüksekliği 965 m, yüzölçümü ise 772.185 ha'dır. Bu alanın; 420.430

ha'ı tarım arazisi, 277.803 ha'ı çayır ve mera arazisi, 12.528 ha'ı orman arazisi ve 61.424 ha'ı tarım dışı arazidir (Anonim 2005a).

Aksaray bölgesi agro-ekolojik olarak, Merkez ve Eskiil ilçeleri I. bölge ile Gülağaç, Güzelyurt, Ağaçören, Ortaköy, Sarıyahşi İlçeleri II. bölge olmak üzere 2 alt bölgeye ayrılmıştır. Alt Bölge ayrılmasında en büyük etken I. alt bölgenin ova özelliğinde olması yağış ve sıcaklık değerleri yönünden ikinci alt bölgeden farklılıklar göstermesi etkin olmuştur. II. Alt bölge eğimli bir arazi yapısı ve iklim değerleri yönünden sıcaklık birinci alt bölgeye göre daha düşük, yağış ise daha fazladır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Aksaray ilinin agro - ekolojik alt bölgeleri (Anonim 2005a)

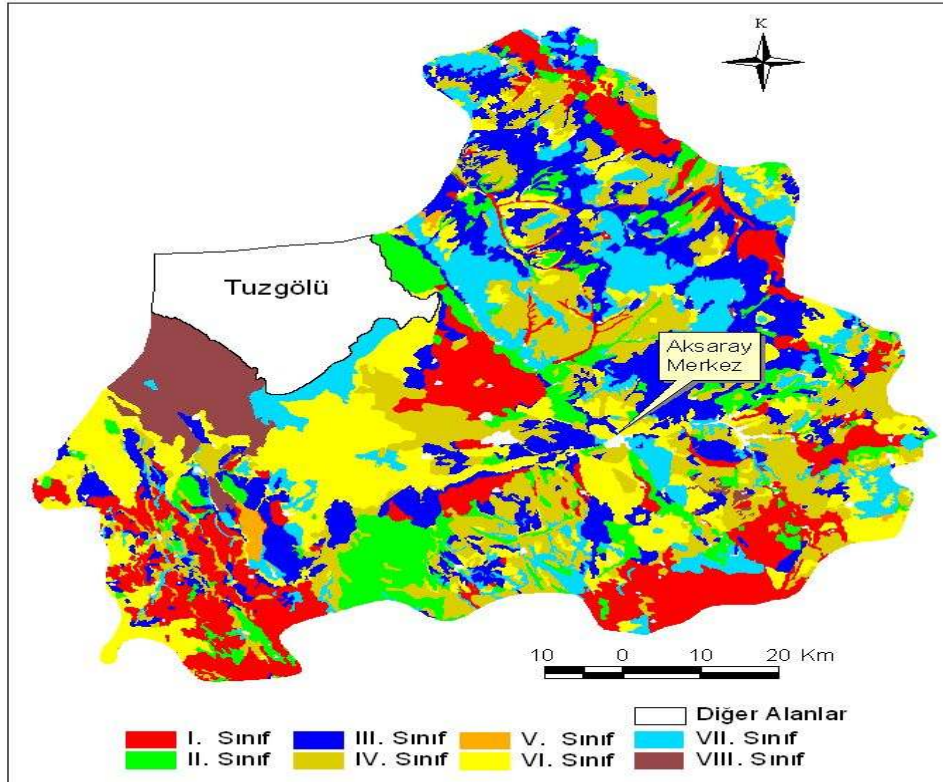
Alt Bölgeler	Alan		Şubat	Temmuz	Yıllık
	(ha)	(%)	Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)
I. Alt Bölge (Merkez, Eskiil)	540.757	70	-2,7/ 7	> 25	< 350
II. Alt Bölge (Gülağaç, Güzelyurt, Ortaköy, Ağaçören, Sarıyahşi)	231.428	30	-4 / 6	< 25	> 350
Toplam 7 ilçe	772.185	100			

### 3.1.3. Bölgenin toprak özellikleri

Bölgede görülen iklim ve jeolojik yapı farklılıkları ile vejetasyondaki çeşitlilik değişik özelliklere sahip toprakların oluşumuna neden olmuştur. Aksaray'da I - IV. sınıf tarım arazileri 405.154 ha olup, genelde tarım bu araziler üzerinde yapılmaktadır 15.276 ha alanı V- VII. sınıf arazilerde de işlemeli tarım yapıldığı görülmektedir. Ancak bu araziler işlemeli tarıma uygun değildir. Tarım alanlarından sonra ikinci sırayı alan mera alanları ve orman alanları VI ve VII. sınıf araziler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bölge topraklarının kullanma kabiliyet sınıfları sekiz adet olup, toprak zarar ve sınırlandırmaları I. sınıf'tan VIII. sınıf'a doğru giderek artmaktadır,

Topografya düz veya düze yakın (% 0-2)'dir. I. sınıf arazilerin kapladığı alan 88.596 ha olup il yüzölçümünün %11,5'ini teşkil etmektedir. I. sınıf arazilerin; 49.347 ha'ında kuru tarım, 34.301 ha'ında sulu tarım yapılmakta olup, 3.981 ha'ı çayır- mera alanı 108 ha'ı ise diğer kullanım içindir. II. sınıf arazilerin kapladığı alan 78.134 ha olup il yüzölçümünün % 10,1'ini teşkil etmektedir. II. sınıf arazilerin; 57.111 ha'ı kuru tarım, 12.192 ha'ı sulu tarım 8.063 ha'ı çayır- mera alanı 273 ha'ı diğer kullanım içindir. III. sınıf arazilerin kapladığı alan 183.988 ha olup il yüzölçümünün % 23,8'ini teşkil etmektedir. III. sınıf arazilerin; 119.060

ha'ında kuru tarım, 16.902 ha'ında sulu tarım yapılmaktadır. Bu arazilerin 17.927,5 ha'ı çayır- mera alanı 1.749 ha'ı ise diğer kullanım içindir. IV. sınıf araziler ilin 119125 ha alanı ile % 15,4'ünü kaplamaktadır. IV. sınıf arazilerin kullanım durumları ise şöyledir; 77.311 ha'ı kuru tarım, 2.693 ha'ı sulu tarım, 29.974 ha'ı çayır-mera, 737 ha'ı ise diğer alanlardır. V. sınıf araziler, 2.283 ha alanı ile ilin % 0,3'ünü kaplamaktadır. Bu alanların tamamı meradır. VI. sınıf araziler, 113.817 ha alanı ile ilin % 14,7'sini kaplar. VI. sınıf toprak alanlarının; 16.174 ha'ında kuru tarım, 235 ha'ında sulu tarım yapılmaktadır. VII. sınıf arazilerde 93.349 ha çayır-mera, 3.813 ha orman-funda arazisi, yerleşim alan ve diğer alanlar mevcuttur. 133.825 ha alanı ile ilin % 17,3'lük kısmını kaplayan VII. sınıf toprak alanlarının; 3650 ha'ında kuru tarım, 22 ha'ında sulu tarım yapılmaktadır. VII. sınıf arazilerde 122.083 ha çayır-mera, 7.920 ha orman-funda arazisi, yerleşim alan ve diğer alanlar mevcuttur. İl topraklarının % 6,8'ini oluşturan 52.996 ha alan VIII. sınıf alanları oluşturmakta olup bu alanların çoğunluğu (% 95) su yüzeylerinden oluşmaktadır (Anonim 2005a). Çalışma alanına ait toprak sınıflarına göre arazi kullanım kabiliyeti Şekil 3.2.'de görülmektedir.



Şekil 3. 2. Aksaray bölgesi arazi kullanım haritası

### 3.1.4. Bölgenin su kaynakları potansiyeli

Bölgede bulunan akarsular, göletler ve barajlar; yüzey su kaynaklarının potansiyelini temsil etmektedir.

İçme ve kullanma amacıyla bölgede bulunan yerüstü su kaynaklarını; Aksaray ilinin 28 km doğusunda yer alan Helvadere göleti, Ortaköy ilçesinde bulunan Balcı göleti, Çiftevi göleti, Balcı Kepir göleti, Boğazköy göleti ve Bozkır göleti, Sarıyahşi ilçesinde yer alan Sarıyahşi göleti ve Hirfanlı barajı, Güzelyurt ilçesinde bulunan Güzelyurt göleti ve Gülağaç ilçesinde yer alan Gülağaç göletleri oluşturmaktadır. Ayrıca Melendiz ile Karasu çayları tarafından beslenen ve Aksaray ilinin 17 km doğusunda Mamasun barajı yer almaktadır. Bu baraj Aksaray ilinin içme ve sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılmakta olup, Aksaray ovasının sulanmasında önemli hizmet veren depolama tesisidir.

Bölgede bulunan yeraltı su kaynaklarını, Dutpınar, Ayazma ve Kırkgözler ile içme ve sulama amaçlı olarak açılan sondaj kuyuları oluşturmaktadır (Elhatip 2002).

Bölgeye ait su kaynakları potansiyeli Çizelge 3.2’de, su yüzeylerinin kapladığı alanlar Çizelge 3.3’te ve alt bölgeler ile birlikte bölgenin sulama potansiyeli Çizelge 3.4’te gösterilmiştir (Anonim 2005a).

Çizelge 3.2. Aksaray ili su kaynakları miktarı (Anonim 2005a)

Su Kaynakları Potansiyeli	
Su Kaynağı	Miktarı (m <sup>3</sup> /yıl)
Yerüstü suyu	432,2x10 <sup>6</sup>
Yeraltı suyu	101,1x10 <sup>6</sup>
Toplam	533,3x10 <sup>6</sup>

Çizelge 3.3. Aksaray ili su yüzeyleri (Anonim 2005a)

Su Kaynağı	Kapladığı Alan (ha)
Doğal Göl Yüzeyi	46.878
Baraj Yüzeyi	4.100
Gölet Yüzeyi	34
Akarsu Yüzeyi	36
Toplam	51.048

Çizelge 3.4. Alt bölgeler açısından Aksaray ili sulama durumu (Anonim 2005a)

Alt Bölgeler	Sulanabilecek Alan		Sulanan Alan		Sulamaya Açılacak Alan	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
I. Alt Bölge	67.268	78,36	48.167	84,46	19.101	66,28
II. Alt Bölge	18.572	21,64	8.857	15,54	9.715	33,72
Toplam	85.840	100,00	57.024	100,00	28.816	100,00

Devlet Su İşleri tarafından yapılan araştırmalara göre tarım arazilerinin (420.430 ha) 85.840 ha'ı sulanabilir alandır, bunun il tarım alanlarına oranı % 14 olup sulanan kısmı 57.024 ha'dır. Sulanan arazilerin % 64'ü DSİ, kooperatifler ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından (devlet sulaması) sulanmakta, % 36'lık kısım halk tarafından sulanmaktadır.

### 3.1.5. Bölgedeki bitki örtüsü ve bitkisel üretim

İç Anadolu Bölgesi'nin tamamında, yer yer farklılık göstermekle beraber bozkır bitki toplulukları önemli yer tutmaktadır. Bölgede bir başka doğal bitki örtüsü türüne de, akarsu boylarında ve su kaynaklarında yetişen kavak ve söğüt ağaçları ile alıç, iğde ve karaağaç bodur ağaçları oluşturmaktadır. Ayrıca düzlük alanlarda ve dere içlerinde, yaygın olarak yetiştirilen meyve ağaçlarının oluşturduğu bahçeler ve bağlar yer almaktadır.

Yağışın yıllık toplamının azlığı ve mevsimlere göre dağılışındaki dengesizlik nedeniyle, ilde kuru tarım sistemi hakimdir. Bitkisel üretim tahıllar üzerinde yoğunlaşmış olup, tahıl yetiştirmede nadas-tahıl, tahıl-nohut ve kabak gibi münavebe sistemleri uygulanmaktadır. Aksaray'da toplam 420.430 ha tarım arazisi mevcut bunun % 51,2'sinde hububat tarımı yapılmaktadır. Bölgeye ait sulanabilir tarım arazilerinin ürün deseni Çizelge 3.5'de ve tarım arazilerinin kullanım durumuna göre dağılımları Çizelge 3.6'da verilmiştir (Anonim 2005a).

Çizelge 3.5. Aksaray bölgesi sulanabilir tarım arazileri ürün deseni (Anonim 2005a)

Ürün Adı	Ekilen Alan (ha)	Yüzdesi (%)
Şekerpancarı	15.175	26,61
Buğday	9.010	15,80
Sebze	8.167	14,32
Yem Bitkileri	11.156	19,56
Ayçiçeği	5.070	8,89
Patates	3.996	7,01
Meyve	3.278	5,75
Danelik Mısır	1.171	2,06
Toplam	57.024	100

Çizelge 3.6. Aksaray bölgesi tarım arazilerinin kullanım durumuna göre dağılımı (Anonim 2005a)

Arazinin Cinsi	Miktarı (ha)	Tarım Arazisine Oranı (%)
Tahıllar	223.140	53,07
Baklagiller	20.889	4,97
Endüstri bitkileri	25.351	6,03
Bağ Sahası	7.694	1,83
Yem Bitkileri	10.447	2,48
Sebze Ekilişleri	8.166	1,94
Meyve Sahası	3.278	0,78
Nadas	100.436	23,89
Kullanılmayan Tarım Alanı	21.026	5,00
Toplam	420.430	100,00

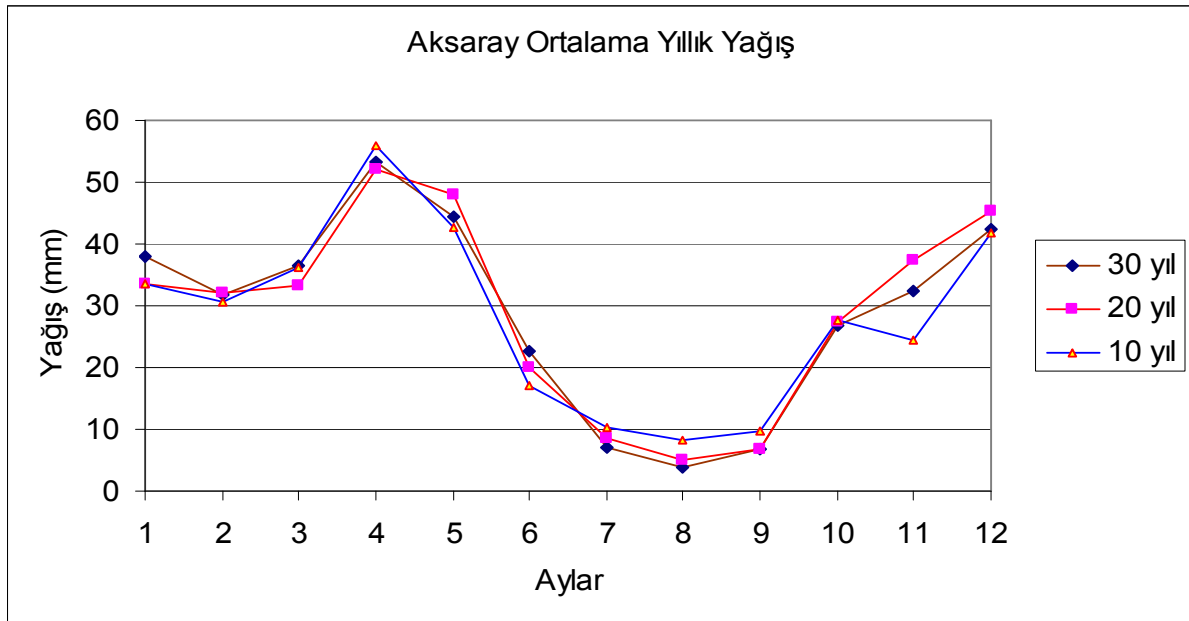
### 3.1.6. Bölgenin meteorolojik özellikleri

Bölgede sıcaklık, Temmuz ve Ağustos ayları arasında en üst seviyeye, Aralık ve Mart ayları arasındaki sürede ise en düşük değerine ulaşmaktadır. Bölgeye ait yılın en düşük sıcaklık ortalaması  $-27^{\circ}\text{C}$ , en yüksek sıcaklık ortalaması  $37,7^{\circ}\text{C}$  ve yıllık ortalama sıcaklık  $11,8^{\circ}\text{C}$  dir.

Bölgede genellikle ilkbahar ve kış aylarında görülen ortalama yıllık yağış  $356,7$  mm civarındadır. Aylık en fazla ortalama yağış  $54,5$  mm ile Aralık ayında, en az ortalama yağış ise  $2,8$  mm ile Temmuz ayında görülmektedir. Yöreye düşen yağış genellikle baharları yağmur, kış aylarında ise vadi dışında daha fazla olmak üzere kar şeklinde olmaktadır. Son 10, 20 ve 30 yıllara ait ve aylara göre yıllık yağış ortalamaları Şekil 3.3'de verilmiştir.

Oransal nem değerleri, kış aylarında genelde daha yüksek, sıcaklığın arttığı yaz aylarında ise daha düşük olmaktadır. Yıllık ortalama en yüksek oransal nem değeri % 63, en düşük oransal nem değeri ise % 16 dır.

Hakim rüzgar yönü ve şiddeti için yapılan değerlendirmeler sonucunda bölgede en etkin rüzgar yönü güney yönünde  $16,64$  m/s, güney – güneybatı yönünde  $17,49$  m/s ve kuzey – kuzeydoğu yönünde  $11,99$  m/s hızla estiği tespit edilmiştir (Can 1996).



Şekil 3.3. Aksaray bölgesi son 10, 20 ve 30 yıllara ait ve aylara göre ortalama yıllık yağış değerleri (Anonim, 2005b)



## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Sulama suyu kalite kriterleri ve sınıflandırılması

Sulama sularının kalitelerinin belirlenmesinde en önemli olan kriterler başlıca dört grup altında toplanmaktadır.

a) Eriyebilir Tuzların Toplam Konsantrasyonu; Sulama sularının toplam tuz miktarı elektriksel iletkenlik olarak ifade edilmektedir. Elektriksel iletkenliğin tayin edilmesi kolay ve çabuk olması nedeniyle bu yöntem yaygın biçimde kullanılmakta ve tercih edilmektedir. Suda erimiş halde bulunan bütün tuzlar (katyonlar ve anyonlar), suyun fiziksel ve kimyasal özelliğini değiştirmekte, ozmotik basıncını artırmakta, bazıları bitkilere doğrudan toksik etki yapmakta, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine de doğrudan etki ederek strüktür bozulması, tuzlulaşma ve alkalileşme tehlikelerini yaratmaktadır.

b) Sodyum İyonunun Nispi Oranı; Sulama suyunun kullanılması ile ilgili olarak oluşacak sodyum zararı, bu suyun katyonlarının mutlak ve nispi konsantrasyonlarına bağlı bulunmaktadır. Sodyum iyonu, toprağın fiziksel özelliklerini ve bitki gelişmesini olumsuz etkiler. Sodyum iyonunun diğer katyonlara oranla nispi miktarı yüksek olduğunda, toprak yapısı teksel bir yapıya dönüşebilmekte ve toprağın fiziksel özellikleri kötüleşebilmektedir.

#### c) Özel İyonların Toksikite

Sodyum ( $\text{Na}^+$ ); bitkilerin gelişmesi için çok az sodyuma ihtiyaç vardır. Topraktaki yüksek sodyum toprağın teksel yapı kazanmasına ve toprağın hava ve su permeabilitesini kötüleştirerek, bitki gelişmesine de olumsuz etki yapmaktadır.

Kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ); kalsiyumun sulama sularında fazla olması, toprağı kolay işlenebilir, gevrek ve infiltrasyon kapasitesi yüksek hale getirir. Yüksek orandaki kalsiyum, bitki cinslerine göre olumsuz etki oluşturmaktadır.

Magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ); topraklara kalsiyum gibi etki eder. Yüksek konsantrasyonlarda magnezyum tuzları, toksik etkilerde bulunabilirler. Bu toksite etki nispeten yüksek konsantrasyonlardaki Ca ile azaltılabilmektedir.

Potasyum ( $\text{K}^+$ ); toprakta tepkimesi sodyumda olduğu gibidir. Yüksek potasyum konsantrasyonu toksik etki yapmaktadır ve kalsiyum ile bu etki azaltılabilmektedir.

Klor ( $\text{Cl}^-$ ); sulama sularında klor; en problemlisi, ancak kolay yıkanabilen bir iyonudur. Klor iyonu belirli konsantrasyonların üzerine çıktığında, bitkide yaprakların yanmasına ve gelişiminin durmasına neden olmaktadır.

Sülfat ( $\text{SO}_4^{--}$ ); sulama sularında klordan daha az toksiktir. Yüksek konsantrasyonlarda sülfat iyonu kalsiyumun çökmesine neden olarak bitkilerde toksik etki oluşturmaktadır.

Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ); sulama sularının çoğu bir miktar kalsiyum bikarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) taşımaktadır. Ortamda karbondioksit, karbonat ve bikarbonat iyonlarının artması, suyun pH değerini yükselterek alkali özelliklerin hakim olmasını sağlamaktadır. Bunun sonucu olarak Ca çökmekte ve sistemde Na hakim duruma geçmektedir. Zaten  $\text{HCO}_3^-$ 'ın bitkiye zararlı etkisi de ortamda sodyumun artmasına neden olduğu için dolaylı yoldan olmaktadır.

Bor (B); doğada birçok formda bulunmaktadır. Özellikle boraks, kalsiyum borat ve borik asit olarak maden sularında rastlanır ve tüm sulama sularında değişik konsantrasyonlarda vardır. Borun birçok tuzu suda eriyebilir eriyebilir özelliktedir. Bor, bitki gelişmesi için esas elementlerden biri olmasına karşılık, bitkilerin dayanabildiği sınırın aşılması durumunda bitkide öldürücü etkiye neden olmaktadır.

d) Artık Sodyum Karbonat Miktarı (RSC); sulama sularının RSC içeriği, toprakların fiziksel özelliklerini bozmakta ve siyah alkali diye tanımlanan sodyumlu toprakları oluşturmaktadır. Toprak suyundaki sodyum karbonat, toprakta bulunan organik maddeyi çözer. Toprak kurudukça toprak yüzeyinde siyah bir renk oluşur. Bu topraklar kuru olduğu zaman çok sert olup yarıklar oluşur, yaş olduğu zaman ise kaygan ve yapışkan olma özelliği sonucu toprağın işlenmesini güçleştirmektedir (Öztürk 2004).

Birçok sulama suyu sınıflandırma sistemi bulunmakla beraber en yaygın olarak kullanılanı Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tuzluluk laboratuvarı grafik sistemidir (Ayyıldız 1990). Bu sisteme ait diyagram Şekil 3.4'te verilmiştir (Anonymous 1954). Bu yöntem, tuzluluk zararı (Elektriksel iletkenlik değeri EC, 25 °C de  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ve sodyumluluk zararı (Sodyum Adsorpsiyon Oranı, SAR) olmak üzere iki kriter açısından değerlendirilmektedir. Her iki kriterde dört sınıf altında toplanmış, tuzluluk zararı ( $C_1 - C_4$ ) arasında, sodyumluluk zararı da ( $S_1 - S_4$ ) arasında belirtilmiştir (Öztürk 2004).

Düşük tuzlu sular ( $C_1$ ); elektriksel iletkenlik değeri 0 – 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasındadır, her bitki ve her toprak için uygun olup; tuzluluk sorunu yaratmadan emniyetle kullanılmaktadır.

Orta tuzlu sular ( $C_2$ ); elektriksel iletkenlik değeri 250 – 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasındadır, tuza orta derecede duyarlı bitkilerde sorun yapmadan kullanılmaktadır.

Yüksek tuzlu sular ( $C_3$ ); elektriksel iletkenlik değeri 750 – 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında, fazla miktarda tuz içeren sulardır. Sürekli kullanımları halinde tuzluluk problemi oluşmaması için sürekli yıkama ve özel toprak işleme uygulamasını gerektirmektedir.

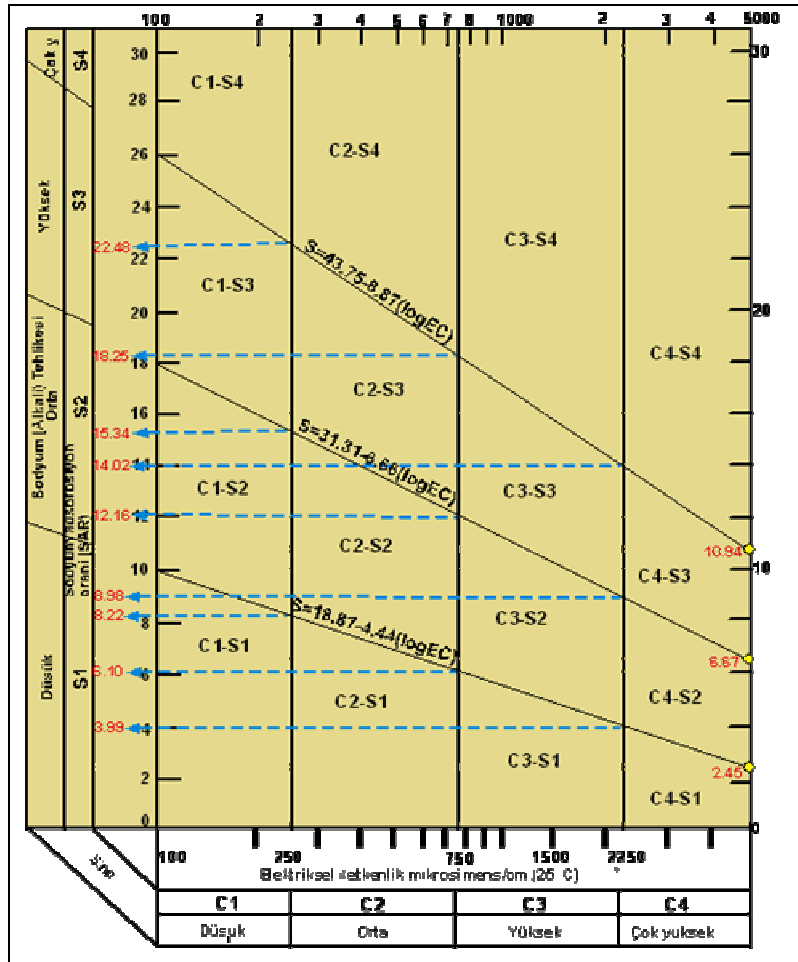
Çok yüksek tuzlu sular ( $C_4$ ); elektriksel iletkenlik değeri 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den daha yüksek sulardır. Normal koşullarda bu sular sulamaya uygun değildir. Bu sular ancak çok özel koşullarda kullanılmaktadır.

Düşük sodyumlu sular ( $S_1$ ); her toprak ve bitki için uygun olup, topraklarda sodyum zararı yaratmadan sulamada kullanılmaktadır.

Orta sodyumlu sular ( $S_2$ ); kaba bünyeli ve yüksek geçirgenlikteki organik topraklarda sorun yaratmadan kullanılmaktadır.

Yüksek sodyumlu sular ( $S_3$ ); geçirgenliği yüksek ve toprak tuzluluğu düşük kumlu topraklarda kullanılabilirler. Uygun drenaj, fazla yıkama ve organik madde ilavesi gibi bazı özel toprak işleme programları uygulanmadıkça bu suyun kullanılması sakıncalı olmaktadır.

Çok yüksek sodyumlu sular ( $S_4$ ); bu sular sulama için uygun değildir. Yalnızca yıkama ile birlikte kimyasal ıslah maddeleri ile birlikte sulamada uygulanmaktadır (Öztürk 2004).



Şekil 3.4. A.B.D tuzluluk laboratuvarı diyagramı (Anonymus 1954)

Sulama suyu kalite sınıflandırılma kriterlerine ait değerler Çizelge 3.7’de, kalite parametrelerine izin verilebilir maksimum sınır değerler Çizelge 3.8’de verilmiştir.

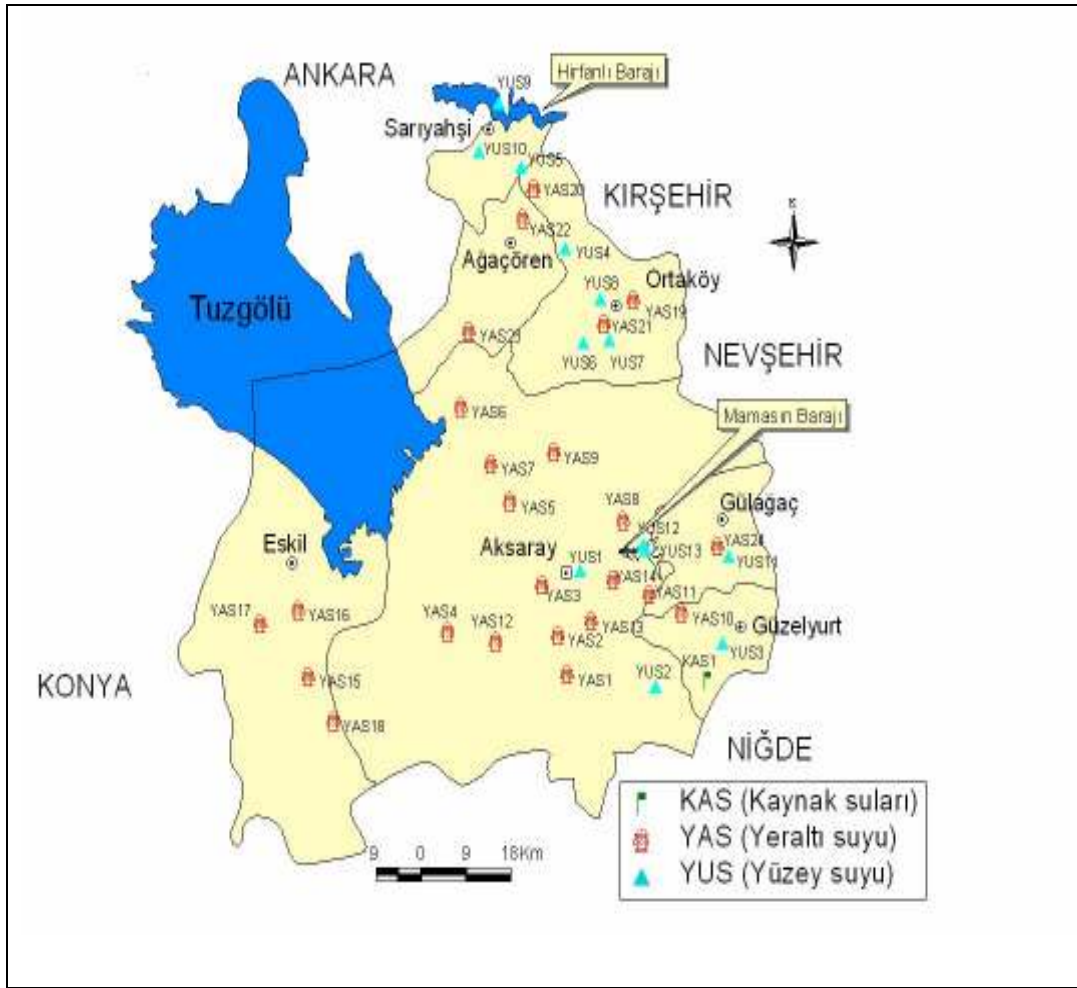
Çizelge 3.7. Sulama suyu sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kriterleri (Anonim 1991)

Kalite Kriterleri	I. Sınıf Su (Çok İyi)	II. Sınıf Su (İyi)	III. Sınıf Su (Kullanılabilir)	IV. Sınıf Su (İhtiyatla Kullanılabilir)	V. Sınıf Su (Uygun Değil)
EC <sub>25</sub> x 10 <sup>6</sup> (µS/cm)	0 - 250	250 - 750	750 - 2.000	2.000 - 3.000	> 3.000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	< 10	10 - 18	18 - 26	> 26	
Artık Sodyum Karbonat (RSC, mg/L)	< 66	66 - 133	> 133		
Klorür (Cl <sup>-</sup> , mg/L)	0 - 142	142 - 249	249 - 426	426 - 710	> 710
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , mg/L)	0 - 192	192 - 336	336 - 575	575 - 960	> 960
Toplam Tuz (mg/L)	0 - 175	175 - 525	525 - 1.400	1.400 - 2.100	> 2.100
Bor (mg/L)	0 - 0,50	0,50 - 1,12	1,12 - 2,00	> 2,00	
Sulama Suyu Sınıfı	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub> - C <sub>2</sub> S <sub>2</sub> C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub> - C <sub>2</sub> S <sub>3</sub> C <sub>3</sub> S <sub>3</sub> - C <sub>3</sub> S <sub>2</sub> C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub> - C <sub>2</sub> S <sub>4</sub> - C <sub>3</sub> S <sub>4</sub> C <sub>4</sub> S <sub>3</sub> - C <sub>4</sub> S <sub>2</sub> - C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>	
NO <sub>3</sub> veya NH <sub>4</sub>	0 - 5	5 - 10	10 - 30	30 - 50	> 50
F. Koliform (1/100 mL)	0 - 2	2 - 20	20 - 100	100 - 1.000	> 1.000
BOİ (mg/L)	0 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	> 200
AKM (mg/L)	20	30	45	60	> 100
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	8,5 - 9,0	> 9,0
Sıcaklık (°C)	30	30	35	40	> 40

Çizelge 3.8. Sulama suyu kalite parametreleri maksimum sınır değerleri (Anonymous 1994)

Parametre	Birim	Maksimum Sınır Değer
Sıcaklık	°C	35
pH	-	5,0 - 9,0
Klorür (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	250
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	500
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	15
Elektriksel İletkenlik (EC)	µS/cm	2.000
Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	-	< 6,0
Alüminyum (Al)	mg/L	5,0
Arsenik (As)	mg/L	0,1
Bor (B)	mg/L	0,75
Kadmiyum (Cd)	mg/L	0,01
Bakır (Cu)	mg/L	0,20
Kurşun (Pb)	mg/L	2,0
Mangan (Mn)	mg/L	0,2
Çinko (Zn)	mg/L	2,0
Nikel (Ni)	mg/L	0,2
Demir (Fe)	mg/L	5,0
Krom (Cr)	mg/L	0,1
Fekal Koliform	100 mL	1.000

### 3.2.2. Numune alma yöntemi



Şekil 3.5. Çalışma sahası numune alma noktaları

Aksaray sulama havzasında 38 noktadan sulama suyu kalitesinin belirlenmesi amacı ile alınan yerüstü su numuneleri kompozit olarak su yüzeyinin 15 – 20 cm altından, yeraltı su numuneleri ise kuyu pompaları 10 – 15 dakika çalıştırıldıktan sonra Şekil 3.5’de gösterilen numune alma noktalarından alınmıştır. Mikrobiyolojik analizler için alınan su numuneleri ışık geçirmeyen cam şişelerde, diğer analizler için alınan su numuneleri polietilen şişelerde toplanarak analizler laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (Ayyıldız 1990). Numune alma noktalarına ait özellikler Çizelge 3.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.9. Numune alma istasyonları

Numune Yeri	Koordinat	Numune Noktalarına ait Özellikler
<b>Aksaray Merkez</b>		
Taşpınar kuyu (YAS 1)	36589001 D – 4231790 K	Kuyu, gölet ve kaynak suları, sulama ancak ihtiyaç durumunda içme ve kullanma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kuyu suları 40 – 80 metreden çekilmektedir. Bölgede ağırlıklı olarak, arpa, buğday, şekerpancarı, meyve ve sebze ile birlikte az miktarda yonca üretimi yapılmaktadır.
Hamidiye kuyu (YAS 2)	36587245 D – 4237957 K	
Aratol kuyu (YAS 3)	36584161 D – 4245943 K	
Yenikent kuyu (YAS 4)	36566388 D – 4238525 K	
Yeşilova kuyu (YAS 5)	36578128 D – 4259053 K	
Altınkaya kuyu (YAS 6)	36568789 D – 4273951 K	
Acıpınar Kuyu (YAS 7)	36574845 D – 4264977 K	
Ağzıkarahan kuyu (YAS 8)	36599671 D – 4255943 K	
Bağlıkaya kuyu (YAS 9)	36586446 D – 4266827 K	
Kutlu kuyu (YAS 12)	36575471 D – 4236973 K	
Sağlık kuyu (YAS 13)	36593662 D – 4240112 K	
Sevinçli kuyu (YAS 14)	36597701 D – 4246689 K	
Mamasun barajı (YÜS 1)	36591762 D – 4248127 K	
Helvadere Göleti (YÜS 2)	36605894 D – 4229840 K	
<b>Güzelyurt</b>		
Selime kuyu (YAS 10)	36610749 D – 4241497 K	Kuyu, gölet ve kaynak suları, sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kuyu suları 40 – 60 m çekilmektedir. Bölgede, şekerpancarı, patates, arpa, buğday üretilmektedir.
Doğantarla kuyu (YAS 11)	36604559 D – 4244404 K	
Güzelyurt Göleti (YÜS 3)	36618783 D – 4236848 K	
Kırkgöz Kaynak (KAS 1)	36615199 D – 4230542 K	
<b>Eskil</b>		
Eşmekaya kuyu (YAS 15)	36539839 D – 4231453 K	Kuyular sulama amaçlıdır. Su alma derinlikleri 25 – 65 metre arasındadır. Bölgede arpa, buğday, şekerpancarı, az miktarda yonca, mısır ve ayçiçeği üretilmektedir.
Yazır Yaylası kuyu (YAS 16)	36537881 D – 4241964 K	
Sağsak Yaylası kuyu (YAS 17)	36530656 D – 4239916 K	
Güneşli kuyu (YAS 18)	36544514 D – 4224390 K	
<b>Ortaköy</b>		
Sarıkaraman kuyu (YAS19)	36601646 D – 4290860 K	Kuyu ve göletler sulama amaçlıdır. Su alma derinlikleri 40 – 50 metre arasındadır. Bölgede çoğunlukla şekerpancarı, arpa, buğday ve az miktarda yonca meyve ve sebze üretimi yapılmaktadır.
Harmandalı kuyu (YAS 20)	36582668 D – 4308370 K	
Balcı Kuyu (YAS 21)	36595982 D – 4287052 K	
Çiftevi Göleti (YÜS 4)	36588728 D – 4299159 K	
Boğazköy Göleti (YÜS 5)	36578597 D – 4312061 K	
Balcı Göleti (YÜS 6)	36592177 D – 4284280 K	
Balcı Kepir Göleti (YÜS 7)	36597267 D – 4284714 K	
Bozkır Göleti (YÜS 8)	36595440 D – 4291118 K	
<b>Sarıyahşi</b>		
Hirfanlı Barajı (YÜS 9)	36576153 D – 4321902 K	Bölgede şekerpancarı, arpa, buğday üretimi yapılmaktadır.
Sarıyahşi Göleti (YÜS 10)	36572387 D – 4314279 K	
<b>Ağaçören</b>		
Ağaçören kuyu (YAS 22)	36580628 D – 4303782 K	Kuyular sulama amaçlıdır. Su alma derinlikleri 60 – 80 metredir. Arpa ve buğday üretimi yapılmaktadır.
Eski Ahırlı kuyu (YAS 23)	36570391 D – 4285971 K	
<b>Gülağaç</b>		
Gülağaç kuyu (YAS 24)	36617649 D – 4251972 K	Kuyu ve göletler sulama amaçlıdır. Kuyu su alma derinliği 40 – 50 metredir. Bölgede şekerpancarı, patates, arpa, buğday ve yonca üretimi yapılmaktadır.
Gülağaç Göleti (YÜS 11)	36619829 D – 4250539 K	
Karasu-Baraj Girişi (YÜS 12)	36056520 D – 4249752 K	
Melendiz-Baraj Girişi (YÜS 13)	36060920 D – 4248224 K	

YAS : Yeraltı suyu      D : Doğu

YÜS : Yerüstü suyu      K : Kuzey

KAS : Kaynak suyu

### 3.2.3. Analizler

Çalışma sahasındaki numune alma istasyonlarının koordinatları, “Garmin” marka GPS 12CX cihazı (hassasiyet 1-5 m) ile belirlenmiştir. GPS cihazı ile belirlenen numune alma noktalarına ait ölçümler, arazide yapılan analizler ve laboratuvarlarda yapılan analizler şeklinde gerçekleştirilmiştir.

*Laboratuvar şartlarında yapılan tüm analizler;* APHA-AWWA (2005) standart ölçüm ve analiz yöntemleri uygulanarak Aksaray Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Araştırma ve Geliştirme (ÇARGE) laboratuvarlarında yapılmıştır.

Klorür, Sülfat ve Nitrat azotu parametrelerinin ölçümleri, ThermoSpectronic-Aquamate Spectrophotometer cihazı ile; Sodyum, Kalsiyum, Magnezyum parametrelerinin ölçümleri Perkinelmer Optima 2100 DV ICP-OES (Eşzamanlı İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) cihazı ile ölçülmüştür.

Toplam Organik Karbon (TOK) ölçümü, ölçüm aralığı 0-3000 mg/L olan Shimadzu TOC-V<sub>CPN</sub> cihazı ile ölçülmüştür.

Ağır metal analizleri; kadmium(Cd), kurşun(Pb), arsenik(As), bakır(Cu), krom(Cr), nikel(Ni), çinko(Zn), demir(Fe), bor(B), mangan(Mn), alüminyum(Al), Perkinelmer Optima 2100 DV ICP-OES (Eşzamanlı İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometre) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Fekal koliform (E.Coli), koloni sayısının (CFU/100mL) belirlenmesi için 9222-D Fecal Coliform Membrane Filter metodu kullanılmıştır. Doğrulama testleri olarak indole ve oxidase testleri uygulanmıştır.

*Arazideki ölçümler;* sıcaklık ve pH değerleri WTW pH 330i / SET cihazı; elektriksel iletkenlik, toplam katı madde, tuzluluk (%) parametreleri WTW LF 330i / SET cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.4. Ampirik yöntemle hesaplanan parametreler

Sulama suyu analizlerinden elde edilen sonuçlar ile sulama sularında sodyum zararının belirlenmesinde kullanılan SAR (Sodyum Adsorpsiyon Oranı) değeri, Birleşik Amerika Tuzluluk laboratuvarınca geliştirilmiş olan ve eşitlik 3.1’de verilen formül yardımı ile hesaplanmıştır (Anonymous 1954). Hesaplama kullanılan katyonlar meq/L olarak ifade edilmektedir.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (3.1)$$

Sulama sularında yüksek miktarlarda bulunan bikarbonat konsantrasyonu, toprak çözeltilerinde bulunan kalsiyum ile magnezyum konsantrasyonlarının karbonat ile çökmesine ve sodyum iyonlarının baskın duruma geçerek sodyum zararına neden olmaktadır. Bu zararın ölçümü olan artık sodyum karbonat (RSC) eşitlik 3.2 ile hesaplanmıştır (Eaton 1950).

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg) \quad (3.2)$$

Bu eşitlikte kullanılan bütün iyonlar meq/L olarak ifade edilmektedir.

Sulama sularının kalitelerinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir parametre olan çökme indeksi (PI); suyun gerçek pH değerinden (pHa), bu suyun CaCO<sub>3</sub> ile dengede olması halinde elde edilecek pH değerinin (pHc) çıkarılması ile elde edilmektedir.

$$PI = pHa - pHc \quad (3.3)$$

Çökme indeksi (PI)'inde yer alan pHc değerinin hesaplanmasında eşitlik 3.4 kullanılmaktadır.

$$pHc = (pK_2' - pKc') + p(Ca+Mg) + p(CO_3+HCO_3) \quad (3.4)$$

Bu eşitlikte;

$pK_2'$  : Karbonik asitin ikinci parçalanma sabitesinin negatif logaritması

$pKc'$  : Kalsiyum karbonatın çözünürlük çarpımının negatif logaritması

$p(Ca+Mg)$  : Denge çözeltisindeki Ca+Mg (meq/L)'un negatif logaritması

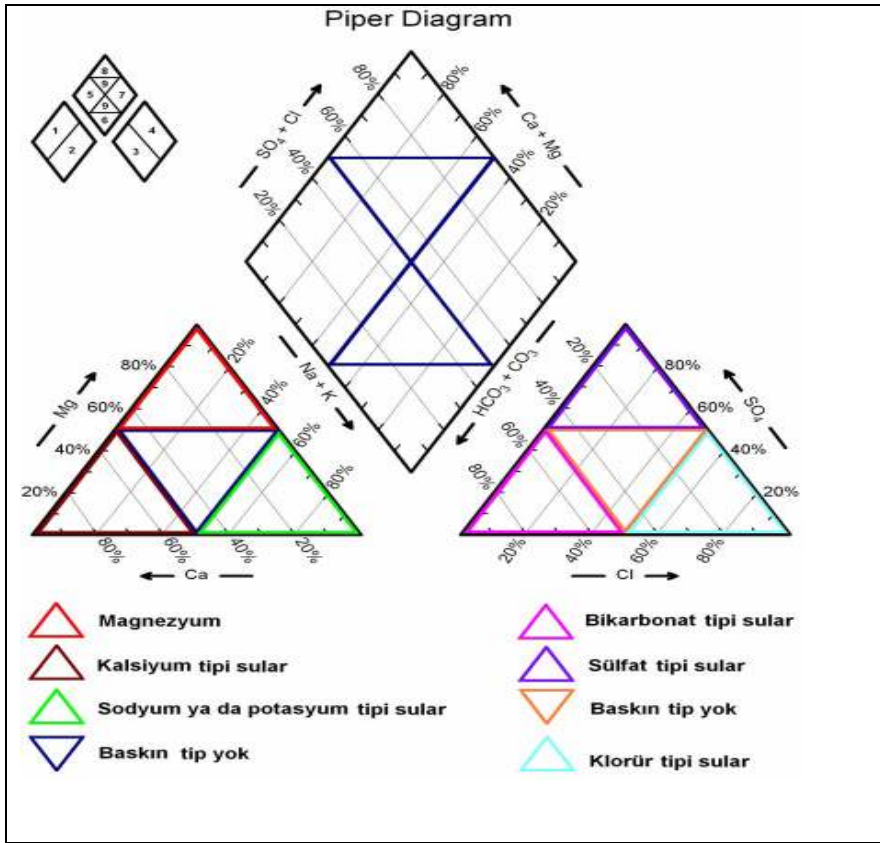
$p(CO_3+HCO_3)$  : Denge çözeltisindeki CO<sub>3</sub>+HCO<sub>3</sub> (meq/L)'un negatif logaritması

pHc değerinin matematiksel olarak hesaplanması oldukça zaman alıcı bir işlemdir, bu nedenle  $pK_2' - pKc'$ ,  $p(Ca+Mg)$  ve  $p(CO_3+HCO_3)$  değerlerinin hesaplanmasında abaklar kullanılmaktadır. Çökme İndeksinin (PI) pozitif olması, CaCO<sub>3</sub>'ün çökeldiğini ve çözeltinin sodyum adsorpsiyon oranının (SAR) artacağını gösterir. Eğer PI değeri negatif ise, bu durumda CaCO<sub>3</sub> çözünmekte ve SAR azalmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu 1997).

### 3.2.5. Majör anyon-kasyon değerlerinin Piper diyagramında gösterilmesi

Piper diyagram, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarına ait anyon ve kasyon değerlerinin (% meq) ayrı ayrı üçgen diyagrama işaretlenerek bu noktaların eşkenar dörtgene taşınması ile elde edilmektedir (Şekil 3.6). Bu diyagrama ait bölge, özellik ve su tipi Çizelge 3.10'da gösterilmiştir (Doğan 1981).





Şekil 3.6. Piper Diyagramındaki bölümler

Çizelge 3.10. Piper diyagram özellikleri (Doğan 1981)

Bölge	Özellik	Su Tipi
1	$(Ca^{++} + Mg^{++}) > (Na^{+} + K^{+})$	Karbonatlı ve Sülfatlı
2	$(Na^{+} + K^{+}) > (Ca^{++} + Mg^{++})$	Tuzlu ve Sodalı
3	$(HCO_3^{-} + CO_3^{-}) > (Cl^{-} + SO_4^{-})$	-
4	$(Cl^{-} + SO_4^{-}) > (HCO_3^{-} + CO_3^{-})$	-
5	karbonat sertliği > karbonat olmayan sertlik	Kalsiyum karbonat ve Magnezyum karbonat
6	karbonat olmayan sertlik > karbonat sertliği	Kalsiyum sülfat ve Magnezyum sülfat
7	karbonat olmayan alkaliliği > karbonat alkaliliği	$Na^{+}$ , $Cl^{-}$ , $Na_2SO_4$ ve $KCl$
8	karbonat alkaliliği > karbonat olmayan alkalilik	-
9	hiçbir iyonu %50'yi geçmeyen sular	-

### 3.2.6. Sulama suyu kalite indeksi haritasının oluşturulması

Sulama suyu kalite indeksi haritasının oluşturulmasında coğrafi bilgi sistemi (CBS) kullanılmıştır. CBS, farklı formattaki birçok coğrafi verinin grafiksel ve nesnel özellikleri ile birlikte ortak bir koordinat sisteminde katmanlar şeklinde toplanması, işlenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi ve sunulmasını sağlayan bir sistemdir. Özellikle geniş alanlarda yapılan araştırma çalışmalarında coğrafi bilgi sistemleri (CBS) önemli kolaylıklar sunmaktadır. Ulaşım, tarım, yer seçimleri, arazi kullanımı gibi birçok alanda yaygın olarak

kullanılan bu teknoloji özellikle su kaynakları ile ilgili çalışmalarda da kullanılmaktadır (Aydan ve Ülcan 1997, Eren ve Arıkan1997).

Bilgisayar destekli veri analizi ve görselleştirme araçları, su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve yönetimi çalışmalarında önemli rol oynamaktadır. Özellikle coğrafi bilgi sistemleri (CBS) bu amaçla son yıllarda dünya çapında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Girgin ve ark. 2004).

Sulama suyu kalite indeks haritası oluşturulurken Çizelge 3.11 kullanılmıştır. Burada sulama suyu kalite indeksi için önemli parametreler olan EC, SAR, B, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve pH değerleri alınmıştır. Analiz sonuçlarının değişim aralığına düşen değerlerine göre önemlilik derecesi ile buna ait uygulama oranının çarpılması ile sulama suyu kalitesi açısından uygulanabilirliği (yüksek, orta, düşük) elde edilmiştir. Bölgenin sulama suyu kalite indeksi haritasının oluşturulmasında, Haziran ve Ağustos – 2008 verilerinin ortalamaları alınarak her bir parametre kendi arasında sınıflandırılmış ve ArcGIS 9.1 bilgisayar programında (100x100) metre aralıklarla interpolasyon yapılarak tüm bölgeye uygulanmıştır. Bölgenin sulama dönemine ait sulama suyu kalite indeksi haritası bilgisayar programı kullanılarak elde edilmiştir.

Çizelge 3.11. Sulama suyu kalite indeks parametreleri için sınıflandırma

Parametre	Önemlilik derecesi	Değişim aralığı	Uygulanma oranı	Uygulanabilirlik
EC	5	EC < 700	3	Yüksek
		700 ≤ EC ≤ 3.000	2	Orta
		EC > 3.000	1	Düşük
SAR	3	SAR < 3	3	Yüksek
		3 ≤ SAR ≤ 9	2	Orta
		SAR > 9	1	Düşük
B	3	B < 0,7	3	Yüksek
		0,7 ≤ B ≤ 3	2	Orta
		B > 3	1	Düşük
Cl	3	Cl < 140	3	Yüksek
		140 ≤ Cl ≤ 350	2	Orta
		Cl > 350	1	Düşük
NO <sub>3</sub>	1	NO <sub>3</sub> < 5	3	Yüksek
		5 ≤ NO <sub>3</sub> ≤ 30	2	Orta
		NO <sub>3</sub> > 30	1	Düşük
HCO <sub>3</sub>	1	HCO <sub>3</sub> < 90	3	Yüksek
		90 ≤ HCO <sub>3</sub> ≤ 500	2	Orta
		HCO <sub>3</sub> > 500	1	Düşük
pH	1	7,0 ≤ pH ≤ 8,0	3	Yüksek
		6,5 ≤ pH < 7,0 ve 8,0 < pH ≤ 8,5	2	Orta
		pH < 6,5 veya pH > 8,5	1	Düşük

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Aksaray bölgesi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama suyu kalitesi açısından mevsimsel değişimi

Çalışma sahası içerisinde belirlenen yerüstü ve yeraltı su kaynaklarına ait sulama suyu kalite parametrelerinin Ekim (Sonbahar) – Şubat (Kış) – Nisan (İlkbahar) – Haziran – Ağustos (Yaz) dönemlerindeki değişimi ve bu parametrelere ait sulama suyu kalite sınıflandırmaları mevsimsel ve mevsimler arası olmak üzere değerlendirilmiştir.

#### 4.1.1. Ekim – 2007 (Sonbahar) dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama suyu kalite değişimi

Ekim – 2007 (Sonbahar) dönemi, yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama suyu kalitesi yönünden incelendiğinde (Çizelge 4.1), yerüstü suları EC ve TÇKM (Toplam çözünmüş katı madde) değerleri açısından YÜS6 ve KAS1 I. sınıf, YÜS2, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS7, YÜS10, YÜS11 ve YÜS13 II. sınıf, YÜS1, YÜS8, YÜS9, YÜS12 III. sınıf, SAR değerlerine göre tüm yerüstü su kaynakları I. sınıf bulunmuş, YÜS6 ve KAS1 ( $C_1S_1$ ), YÜS2, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS7, YÜS10, YÜS11 ve YÜS13 ( $C_2S_1$ ), YÜS1, YÜS8, YÜS9 ve YÜS12 kaynakları ( $C_3S_1$ ) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Yeraltı sularının EC ve TÇKM değerleri yönünden YAS2, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18 ve YAS22 II. sınıf, YAS1, YAS4, YAS5, YAS6, YAS9, YAS13, YAS19, YAS20, YAS21, YAS23 ve YAS24 III. sınıf, YAS3 ve YAS7 IV. sınıf, sodyumluluk zararına göre (SAR), YAS1, YAS2, YAS4, YAS5, YAS8, YAS9, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS 14, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I. sınıf, YAS3, YAS6 ve YAS7 II. sınıf özellik taşıdığı belirlenmiştir. Yeraltı su kaynakları sulama suyu kalite sınıflandırılmasına göre. YAS2, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18 ve YAS22 ( $C_2S_1$ ), YAS1, YAS4, YAS5, YAS9, YAS13, YAS19, YAS20, YAS21, YAS23 ve YAS24 ( $C_3S_1$ ), YAS6 ( $C_3S_2$ ), YAS3 ( $C_4S_2$ ) ve YAS7 ( $C_4S_3$ ) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). FAO tarafından belirlenen sulama suyu standartlarına göre; EC açısından YAS3, YAS6 ve YAS7 dışındaki tüm kaynaklar, SAR yönünden YAS3 kaynağı ile YAS7 kaynağının dışındaki diğer kaynaklar sulama açısından uygun bulunmuştur (Anonymous 1994). Bölge topraklarının ağır bünyeli ve tuzlu – sodyumlu bir yapıya sahip olması, taban suyu seviyesinin 120 – 150 cm arasında olması ve yeterli drenaj sisteminin olmaması (Can 1996) nedeni ile  $C_4S_2$  ve  $C_4S_3$  özelliğine sahip suların sulamada kullanılmaması,  $C_3S_1$  ve  $C_3S_2$  özelliğine sahip suların gerekli tedbirlerin alındıktan sonra kullanılması,  $C_2S_1$  özelliğine sahip yüzey sularının ise,

ileride topraklarda tuzluluk problemini artırmayacak şekilde uygun sulama yönetimi uygulanarak kullanılması gerekmektedir.

Çizelge 4. 1. Ekim – 2007 dönemi sulama suyu kalite parametreleri değişimi

Numune Yeri	Parametre								
Aksaray Merkez	EC (µS/cm)	TÇKM (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	B (mg/L)	SAR	RSC (meq/L)	Sınıf (Anonim 1991)
YAS 1	1.614	950	3,71	252,00	6,30	1,14	4,14	1,59	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 2	720	457	7,78	72,00	27,80	0,48	1,23	0,18	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 3	3.297	1.898	1,28	414,00	71,90	2,85	8,12	6,67	C <sub>4</sub> S <sub>3</sub>
YAS 4	782	474	12,28	81,00	58,10	0,60	1,75	-0,53	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 5	1.382	884	2,12	148,00	52,90	1,53	3,83	4,02	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 6	2.060	1.214	6,70	394,00	76,10	0,92	5,14	-1,59	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>
YAS 7	2.706	1.591	5,81	310,00	196,60	1,06	8,10	7,24	C <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
YAS 8	556	341	12,43	24,00	18,20	0,11	0,57	0,66	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 9	1.408	894	4,24	124,00	140,80	0,75	2,74	1,26	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 12	714	442	22,09	70,00	64,40	0,29	0,71	-1,14	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 13	954	578	0,79	50,00	91,90	0,14	0,99	-2,03	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 14	621	391	5,49	22,00	27,50	0,14	0,58	0,85	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 1	752	434	0,39	96,00	29,40	1,12	2,09	1,01	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 2	299	182	0,30	28,00	15,90	0,03	0,73	0,34	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Güzelyurt									
YAS 10	459	246	2,02	20,00	17,20	0,11	0,81	0,78	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 11	443	281	7,67	22,00	21,10	0,10	0,50	0,12	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 3	456	286	0,43	37,00	24,40	0,08	0,91	0,82	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
KAS 1	160	101	0,70	8,00	7,60	0,01	0,47	1,04	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
Eskil									
YAS 15	1.198	745	1,93	143,00	60,20	0,25	1,81	-0,37	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 16	1.692	1.078	6,51	228,00	166,00	2,56	3,01	-1,20	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 17	1.328	1.024	2,94	124,00	82,30	0,54	1,45	-1,59	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 18	984	624	3,31	104,00	60,30	0,28	1,55	0,04	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Ortaköy									
YAS19	1.053	652	5,78	56,00	158,80	0,32	1,81	-0,28	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 20	769	483	4,08	40,00	46,40	0,08	0,65	-1,39	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 21	1.046	658	16,41	64,00	77,90	0,13	1,23	0,47	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 4	473	291	0,01	30,00	31,50	0,07	0,73	0,43	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 5	475	286	0,01	28,00	38,10	0,08	0,89	0,24	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 6	160	100	4,88	18,00	16,70	0,01	0,45	-0,10	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 7	336	209	0,34	12,00	43,70	0,02	0,51	-0,12	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 8	1.246	769	0,01	185,00	40,30	0,22	3,38	1,77	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Sarıyahşi									
YÜS 9	1.675	1.033	0,13	274,00	255,60	0,35	4,48	-2,71	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 10	491	291	0,01	24,00	44,80	0,09	1,05	0,52	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Ağaçören									
YAS 22	396	249	8,11	16,00	12,90	0,02	0,37	0,27	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 23	1.038	613	3,96	68,00	68,70	0,20	0,90	0,53	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Gülağaç									
YAS 24	949	600	8,96	56,00	42,80	0,40	1,09	-1,29	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 11	680	419	1,39	37,00	14,70	0,48	1,11	1,68	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 12	912	553	1,30	62,00	35,40	0,95	1,57	1,82	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 13	698	440	1,02	96,00	24,40	1,08	2,13	1,23	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

Sulama ve yağışla toprağa giren su, azotlu bileşikleri topraktan akifer içerisine taşımakta, böylece yeraltı sularında nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) konsantrasyonunun artmasına neden

olmaktadır. Yüksek nitrat konsantrasyonu yoğun ekilebilir arazi olan yerler de özellikle de büyük miktarlarda azotlu gübre kullanılan alanlarda bulunmaktadır. Elverişsiz iklim şartlarına bağlı olarak ürünler tarafından nitrat tüketimi azalabilmekte ve nitrat hasattan sonra toprakta birikmekte ve temin edilen suya geçmektedir. Böylece kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyu yeraltı suyuna nitrat taşımaktadır. (Jalali 2005).  $\text{NO}_3^-$  açısından; yerüstü suları I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, yeraltı suları; YAS2, YAS6, YAS7, YAS11, YAS14, YAS16, YAS19, YAS22 ve YAS24 II. sınıf; YAS4, YAS8, YAS12 ve YAS21 III. sınıf; diğer tüm yeraltı su kaynakları ise I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Özellikle yoğun nitrat gübrelemesinin yapıldığı tarım arazilerine ait yeraltı su kaynaklarında nitrat kirliliği artış göstermiştir. Anonymous (1994)' e göre, YAS12 ve YAS21 dışındaki tüm yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonları içerdiği belirlenmiştir.

Sulama sularında 142 mg/L'nin altındaki  $\text{Cl}^-$ , duyarlı bitkiler için toksik değildir. Ancak 355 mg/L'nin üstündeki konsantrasyonlarda sorun tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır (Kanber ve ark 1992).  $\text{Cl}^-$  değerleri yönünden yerüstü su kaynakları, YÜS8 II. sınıf, YÜS9 III. sınıf ve diğer bütün yerüstü su kaynakları I. sınıf (Anonim 1991), Anonymous (1994)'e göre ise, YÜS9 dışındaki yerüstü su kaynakları sulama açısından uygun bulunmuştur.  $\text{SO}_4^{=}$  açısından; tüm yerüstü su kaynakları sulama için uygun bulunurken (Anonymous, 1994), Anonim (1991)'e göre, YÜS9 II. sınıf su kalite özelliği gösterirken diğer yerüstü su kaynakları I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir. Yeraltı su kaynaklarının  $\text{Cl}^-$  değerlerine bakıldığında, YAS5, YAS15 ve YAS16 II. sınıf, YAS1, YAS3, YAS6 ve YAS7 III. sınıf, YAS2, YAS4, YAS8, YAS9, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS14, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22 ve YAS23 I. sınıf,  $\text{SO}_4^{=}$  yönünden, YAS7 kaynağının II. sınıf, diğer yeraltı su kaynaklarının I. sınıf sulama suyu kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS1, YAS3, YAS6 ve YAS7 hariç diğer bütün yeraltı su kaynaklarının  $\text{Cl}^-$  açısından,  $\text{SO}_4^{=}$  yönünden ise tüm yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Artık sodyum karbonat (RSC) değerlerine bakıldığında, YAS1, YAS9, YÜS8, YÜS11 ve YÜS12 II. sınıf, YAS3, YAS5 ve YAS7 III. sınıf, diğer su kaynakları ise I. sınıf su kalite özelliği göstermiştir (Eaton 1950). Bu sonuçlara göre, YAS3, YAS5 ve YAS7 dışındaki kaynakların sulamada kullanılması uygun bulunmuştur.

Bor değerlerine bakılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından YÜS1, YÜS12, YÜS13, YAS4, YAS6, YAS7, YAS9 ve YAS17 II. sınıf, YAS1 ve YAS5 III. sınıf, YAS3 ve YAS16 IV. sınıf, diğer yerüstü ve yeraltı su kaynakları I.

sınıf sulama suyu özelliği göstermiştir (Anonim 1991). YÜS1, YÜS12, YÜS13, YAS1, YAS3, YAS5, YAS6, YAS7, YAS9 ve YAS 16 dışındaki bütün yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun B konsantrasyon değerleri içerdiği belirlenmiştir (Anonymous 1994). Bölge topraklarının ağır bünyeli olması ve yeterli drenaj sisteminin olmaması (Can 1996), nedeni ile yüksek bor konsantrasyonuna sahip yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulamada kullanılmaması gerekmektedir. Borun toksik miktarlarına genellikle fay hatlarına yakın kuyu sularında, sıcak kaynak sularında, tuzlu ve alkali toprakların bulunduğu bölgelerde yeraltı ve taban sularında rastlanır (Eryurt 1999). Bölge tuzlu ve alkali toprak açısından zengin olması (Can 1996) nedeni ile bor topraktan sulama suyu ve yağışlarla su kaynaklarına ulaşmaktadır.

Çalışma sahasındaki yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının organik madde kirliliği içeriği açısından sulama amaçlı olarak kullanılabilmesinin belirlenmesinde; biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri yerine toplam organik karbon (TOK) değerleri kullanılmıştır. Toplam organik karbon (TOK) konsantrasyon değerleri; eğer numune alınan kaynaklara yerleşim yerlerine ait kanalizasyon veya endüstriyel atık sular karışmıyorsa; yerüstü sularında 10 mg/L, yeraltı sularında 2 mg/L'den fazla olmamalıdır. Kanalizasyon ve endüstriyel atık suların su kaynaklarına karışması durumunda TOK konsantrasyon değerinin 100 mg/L' ye kadar çıkmasına izin verilir (Anwer 2008). Araştırma alanına ait yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından, YÜS6, YÜS8 ve YAS4 için TOK değerleri sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bunun sonucunda bu kaynaklara bir karışım olduğu belirlenmesine rağmen, TOK değerinin 100 mg/L'ye kadar çıkmasına izin verildiği için ekim dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulamada kullanılmasında bir sakınca bulunmamaktadır.

Fekal koliform (E.coli) değerlerinin belirlenmesi amacı ile indol – oxidase doğrulama testine göre yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, Ekim döneminde E.coli oluşturacak fekal koliform değerleri negatif olduğundan dolayı bölgedeki yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama yönünden uygun bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere ağır metal analizleri (Al, As, Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Cd, Cr, Cu ve Ni) sonucuna göre; Ekim dönemi ağır metal konsantrasyon değerleri sulama suyu kullanımı açısından uygun bulunmuştur (Anonymous 1994).

Çizelge 4.2. Ekim – 2007 dönemi TOK ve Fekal Koliform değerleri

Numune Yeri	TOK (mg/L)	Koloni Sayısı (24°C)	Doğrulama Testi		Sonuç CFU / 100 mL	Fekal Koliform
			Oxidase (37°C; 21 ±3st)	İndol (37°C; 21 ±3st)		
Aksaray-Merkez						
YAS1	2,49	< 10	-	-	-	-
YAS2	2,25	> 100	-	-	-	-
YAS3	5,83	< 50	-	-	-	-
YAS4	12,92	> 100	-	-	-	-
YAS5	3,71	> 50	-	-	-	-
YAS6	4,01	< 50	-	-	-	-
YAS7	3,46	< 20	-	-	-	-
YAS8	3,24	< 50	-	-	-	-
YAS9	8,18	> 20	-	-	-	-
YAS12	2,92	> 100	-	-	-	-
YAS13	2,07	< 10	-	-	-	-
YAS14	2,69	< 10	-	-	-	-
YÜS1	5,66	> 100	-	-	-	-
YÜS2	5,61	> 100	-	-	-	-
Güzelyurt						
YAS10	4,33	< 20	-	-	-	-
YAS11	2,83	< 20	-	-	-	-
YÜS3	9,19	> 200	-	-	-	-
KAS1	2,05	< 20	-	-	-	-
Eskil						
YAS15	4,91	< 20	-	-	-	-
YAS16	6,55	< 20	-	-	-	-
YAS17	4,30	> 20	-	-	-	-
YAS18	5,12	> 100	-	-	-	-
Ortaköy						
YAS19	3,25	> 100	-	-	-	-
YAS20	2,80	< 50	-	-	-	-
YAS21	2,83	> 100	-	-	-	-
YÜS4	9,27	> 100	-	-	-	-
YÜS5	7,29	< 20	-	-	-	-
YÜS6	24,41	> 100	-	-	-	-
YÜS7	7,76	> 20	-	-	-	-
YÜS8	10,42	> 100	-	-	-	-
Sarıyahşi						
YÜS9	7,16	> 100	-	-	-	-
YÜS10	6,56	> 100	-	-	-	-
Ağaçören						
YAS22	3,33	> 50	-	-	-	-
YAS23	5,61	> 20	-	-	-	-
Gülağaç						
YAS24	3,45	< 10	-	+	< 1.000	+
YÜS11	3,90	> 100	-	-	-	-
YÜS12	5,25	> 100	-	-	-	-
YÜS13	4,50	>50	-	+	<1.000	+

Çizelge 4.3. Ekim – 2007 dönemi ağır metal analiz sonuçları

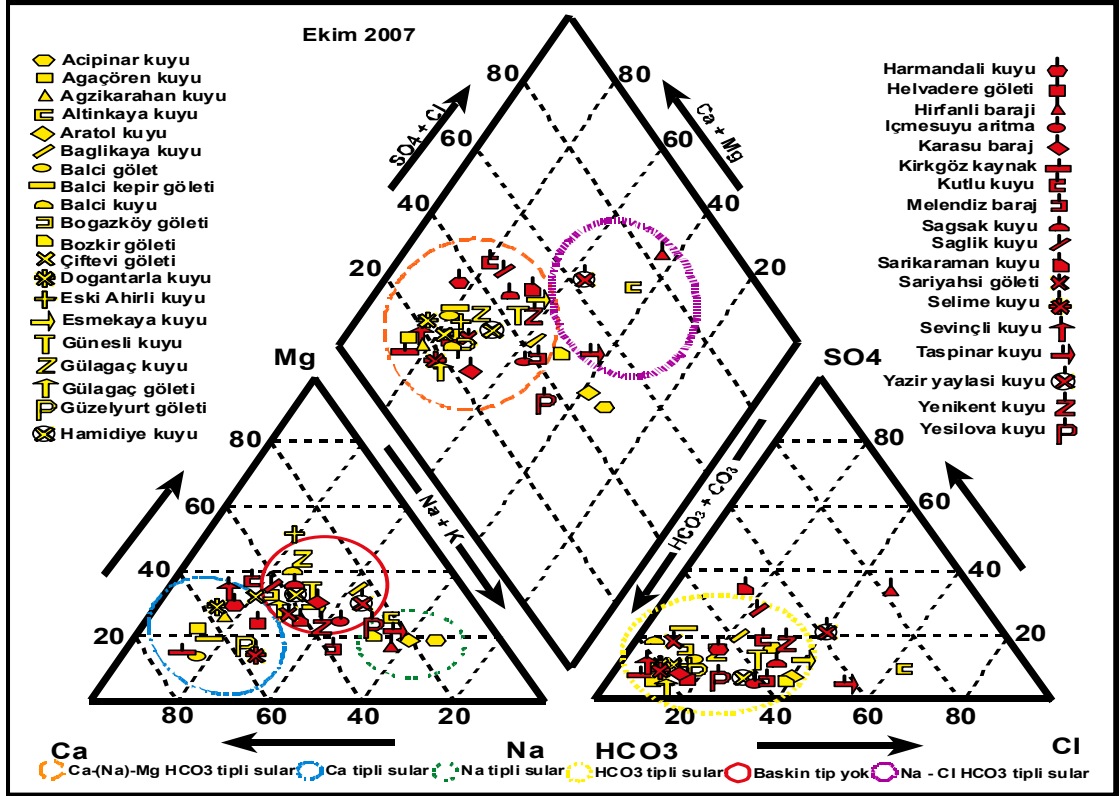
Numune Yeri	Al (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Ni (mg/L)
Aksaray-Merkez										
YAS1	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS2	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS3	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YAS4	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS5	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS6	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS7	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS9	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS13	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS1	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Güzelyurt										
YAS10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS11	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS3	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
KAS1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Eskil										
YAS15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS16	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS18	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Ortaköy										
YAS19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS6	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YÜS8	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sarıyahşi										
YÜS9	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Ağaçören										
YAS22	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS23	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Gülağaç										
YAS24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS11	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS13	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00



Ekim – 2007 dönemi için, Çizelge 4.4’te verilen anyon ve katyon değerleri kullanılarak suları gruplandırma ve tiplerini belirleme amacı ile oluşturulan Piper diyagramı Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Buna göre; Hirfanlı barajı, Taşpınar, Altinkaya ve Sarıyahşi göletinden alınan su örnekleri Piper diyagramında 7. bölgede yer alarak genellikle karbonat alkaliliği % 50’den az Na – Cl – HCO<sub>3</sub> tipli sular sınıfına girmektedir. Yeşilova, Aratol, Acıpınar ve Bozkır göleti 9. bölgede toplanarak hiçbir iyonu % 50’yi geçmeyen baskın tip yok sular sınıfına, diğer yerüstü ve yeraltı suları 5. bölgede gruplanarak genel olarak karbonat sertliği % 50’den fazla Ca–(Na)–(Mg) HCO<sub>3</sub> tipli sular sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.4. Ekim – 2007 dönemi majör anyon – katyon değerleri değişimi

Numune Yeri	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mg <sup>++</sup> (mg/L)	Ca <sup>++</sup> (mg/L)	Σ katyon (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	Σ anyon (mg/L)
Aksaray - Merkez										
YAS1	145,70	13,80	28,10	46,90	234,60	252,00	0,00	383,10	6,30	641,40
YAS2	41,70	5,10	23,50	48,40	118,70	72,00	0,00	278,20	27,80	377,90
YAS3	356,01	37,80	33,60	89,50	516,91	414,00	0,00	951,60	71,90	1437,50
YAS4	57,70	5,40	20,70	47,30	131,20	81,00	0,00	217,20	58,10	356,30
YAS5	144,90	16,50	30,70	57,20	249,20	148,00	0,00	575,80	52,90	776,70
YAS6	201,50	5,70	35,30	57,50	300,00	394,00	0,00	309,90	76,10	779,90
YAS7	348,50	8,80	48,50	59,20	464,90	310,00	0,00	868,60	196,60	1375,20
YAS8	18,50	0,70	14,50	53,90	87,50	24,00	0,00	278,20	18,20	320,40
YAS9	119,70	12,20	50,50	60,30	242,70	124,00	0,00	517,30	140,80	782,10
YAS12	25,30	0,90	26,90	52,40	105,60	70,00	0,00	226,90	64,40	361,30
YAS13	38,00	4,50	28,30	64,60	135,40	50,00	0,00	217,20	91,90	359,10
YAS14	19,90	4,70	20,40	54,60	99,50	22,00	0,00	322,10	27,50	498,20
YÜS1	66,60	13,10	19,40	44,30	143,40	88,00	0,00	295,20	29,40	371,60
YÜS2	20,10	2,40	10,50	39,70	72,70	28,00	0,00	195,20	15,90	239,10
Güzelyurt										
YAS10	22,70	7,70	8,70	44,60	83,70	20,00	0,00	228,10	17,20	265,30
YAS11	15,40	1,90	15,20	47,60	80,10	22,00	0,00	229,30	21,10	272,50
YÜS3	25,80	13,30	8,60	46,20	93,90	37,00	0,00	234,20	24,40	295,60
KAS1	8,70	1,00	4,60	37,80	52,20	8,00	0,00	141,50	7,60	157,20
Eskil										
YAS15	69,30	3,00	31,80	57,70	161,70	143,00	0,00	314,70	60,20	517,90
YAS16	130,80	10,60	56,40	60,10	258,40	228,00	0,00	361,10	166,00	755,10
YAS17	64,40	6,80	43,90	75,40	190,50	124,00	0,00	356,20	82,30	562,50
YAS18	58,60	2,70	31,70	55,90	149,10	104,00	0,00	334,30	60,30	498,60
Ortaköy										
YAS19	68,10	1,50	24,90	65,40	159,80	56,00	0,00	308,70	158,80	523,50
YAS20	23,30	1,10	21,60	62,10	108,10	40,00	0,00	214,70	46,40	301,10
YAS21	49,90	3,30	35,10	66,60	154,90	64,00	0,00	409,90	77,90	551,90
YÜS4	23,40	2,20	19,60	45,60	90,80	30,00	0,00	263,50	31,50	325,10
YÜS5	28,30	2,80	19,10	44,10	94,40	28,00	0,00	246,40	38,10	312,60
YÜS6	11,10	1,20	4,30	38,10	54,60	18,00	0,00	131,80	16,70	166,50
YÜS7	14,20	1,40	7,80	45,40	68,90	18,00	0,00	170,80	43,70	226,50
YÜS8	123,20	10,90	24,80	59,30	218,30	185,00	0,00	414,80	40,30	640,10
Sarıyahşi										
YÜS9	171,70	6,80	29,70	61,50	269,60	274,00	0,00	173,20	255,60	702,90
YÜS10	32,90	1,70	18,70	43,90	97,20	24,00	0,00	261,10	44,80	329,90
Ağaçören										
YAS22	10,90	0,70	10,00	49,20	70,80	16,00	0,00	217,20	12,90	246,10
YAS23	39,60	15,20	56,20	52,00	163,10	68,00	0,00	478,20	68,70	614,90
Gülağaç										
YAS24	44,10	6,90	40,10	57,00	148,10	56,00	0,00	298,90	42,80	397,80
YÜS11	38,60	7,60	23,20	50,80	120,20	37,00	0,00	375,80	14,70	427,40
YÜS12	58,90	15,40	31,80	53,80	159,90	62,00	0,00	436,70	35,40	534,10
YÜS13	63,80	12,70	12,30	47,50	136,40	96,00	0,00	283,10	24,40	403,40



Şekil 4. 1. Ekim – 2007 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı

Çökeltme indeksi negatif olan sular, sulamada uzun yıllar boyunca rahatlıkla kullanılabilir niteliktedir. Uygulamada çökeltme indeksi negatif olan sulama sularına bol miktarda rastlamak mümkün değildir. Bu nedenle gerekli önlemlerin alınması sureti ile çökeltme indeksi pozitif olan suların da sulamada kullanılmasının zorunlu olduğunun unutulmaması gerekmektedir (Sağlam ve Adiloğlu 1997).

Sulama suyundaki bikarbonatın çökeltmesi ile oluşan sodyumluluk zararının belirlenmesinde kullanılan çökeltme indeksi (PI) değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Buna göre, yerüstü su kaynaklarının % 61’inin pozitif değer göstererek sulama açısından sakıncalı, % 39’unun negatif değer göstererek sulama açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Bu oranlar artık sodyum karbonat (RSC) değerleri ile karşılaştırıldığında bazı yerüstü su kaynaklarının RSC değerleri yönünden sulama suyu kalitesi açısından uygun olduğu halde PI değerleri yönünden uygun bulunmamıştır. Varol ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada bu sonuçları doğrulamaktadır. Yeraltı su kaynakları incelendiğinde % 46’sının pozitif değer göstererek sulama açısından uygun olmadığı, % 54’ünün negatif değer göstererek sulama açısından uygun olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Ekim – 2007 dönemi çökeltme indeksi değişimi

Numune Yeri	Σ Katyon (meq/l)	Ca+Mg (meq/l)	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>3</sub> (meq/l)	(pK <sub>2</sub> -pK <sub>c</sub> )	p(Ca+Mg)	p(CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> )	pHc	pHa	P.1 (Çök. İnd.)
Aksaray-Merkez									
YAS1	11,38	4,69	6,28	2,30	2,70	2,30	7,30	6,67	-0,63
YAS2	6,32	4,38	4,56	2,26	2,70	2,45	7,41	7,44	0,03
YAS3	23,72	7,27	15,60	2,38	2,40	1,80	6,58	6,66	0,08
YAS4	6,74	4,09	3,56	2,27	2,75	2,48	7,50	7,83	0,33
YAS5	12,14	5,42	9,44	2,30	2,60	2,19	7,09	7,08	-0,01
YAS6	13,92	5,81	5,08	2,32	2,52	2,38	7,22	7,63	0,41
YAS7	22,38	7,00	14,24	2,37	2,47	1,80	6,64	6,71	0,07
YAS8	4,72	3,90	4,56	2,22	2,74	2,45	7,41	7,57	0,16
YAS9	12,74	7,22	8,48	2,31	2,48	2,19	6,98	7,23	0,25
YAS12	5,99	4,86	3,72	2,25	2,61	2,47	7,33	7,71	0,38
YAS13	7,36	5,59	3,56	2,26	2,54	2,48	7,28	6,76	-0,52
YAS14	5,41	4,43	5,28	2,24	2,63	2,35	7,22	7,03	-0,19
YÜS1	7,06	3,83	4,84	2,26	2,71	2,44	7,41	8,18	0,77
YÜS2	3,80	2,86	3,20	2,19	2,78	2,49	7,46	7,01	-0,45
Güzelyurt									
YAS10	4,14	2,96	3,74	2,20	2,72	2,47	7,39	7,21	-0,18
YAS11	4,36	3,65	3,76	2,21	2,76	2,47	7,44	7,73	0,29
YÜS3	4,49	3,02	3,84	2,21	2,80	2,46	7,47	8,25	0,78
KAS1	2,68	2,28	2,32	2,16	2,92	2,74	7,82	7,52	-0,30
Eskil									
YAS15	8,62	5,53	5,16	2,26	2,54	2,35	7,15	6,97	-0,18
YAS16	13,69	7,73	5,92	2,32	2,43	2,41	7,16	7,19	0,03
YAS17	10,40	7,43	5,84	2,29	2,45	2,42	7,16	6,89	-0,27
YAS18	8,06	5,44	5,48	2,26	2,53	2,43	7,22	7,21	-0,01
Ortaköy									
YAS19	8,34	5,34	5,06	2,27	2,54	2,38	7,19	7,35	0,16
YAS20	5,95	4,91	3,52	2,25	2,60	2,49	7,34	7,07	-0,27
YAS21	8,51	6,25	6,72	2,27	2,47	2,28	7,02	7,01	-0,01
YÜS4	4,99	3,91	4,32	2,25	2,71	2,46	7,42	7,88	0,46
YÜS5	5,10	3,80	4,04	2,24	2,75	2,46	7,45	8,23	0,78
YÜS6	2,77	2,26	2,16	2,17	2,95	2,75	7,87	7,72	-0,15
YÜS7	3,58	2,92	2,80	2,18	2,80	2,70	7,68	7,80	0,12
YÜS8	10,67	5,03	6,80	2,29	2,59	2,28	7,16	8,39	1,23
Sarıyahşi									
YÜS9	13,19	5,55	2,84	2,31	2,55	2,70	7,56	7,86	0,30
YÜS10	5,23	3,76	4,28	2,23	2,76	2,46	7,45	8,36	0,91
Ağaçören									
YAS22	3,78	3,29	3,56	2,18	2,86	2,48	7,52	7,40	-0,12
YAS23	9,40	7,29	7,84	2,28	2,47	2,22	6,97	7,72	0,75
Gülağaç									
YAS24	8,28	6,19	4,90	2,27	2,48	2,39	7,14	7,39	0,25
YÜS11	6,35	4,48	6,16	2,26	2,62	2,32	7,20	7,01	-0,19
YÜS12	8,30	5,34	7,16	2,27	2,56	2,20	7,03	7,85	0,82
YÜS13	6,50	3,40	4,64	2,26	2,77	2,44	7,47	8,22	0,75

#### 4.1.2. Şubat – 2008 (Kış) dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama suyu kalite değişimi

Şubat – 2008 (Kış) dönemi, yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama suyu kalitesi yönünden incelendiğinde (Çizelge 4.6), yerüstü suları EC ve TÇKM değerleri açısından, KAS1 I. sınıf, YÜS1, YÜS12 ve YÜS13 II. sınıf; SAR değerlerine göre tüm yerüstü kaynakları I. sınıf bulunmuş, KAS1 (C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>), YÜS1, YÜS12 ve YÜS13 (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Yeraltı sularının EC ve TÇKM değerleri yönünden; YAS8, YAS10 ve YAS22 II. sınıf, YAS1, YAS2, YAS4, YAS5, YAS6, YAS9, YAS13, YAS15, YAS21, YAS23 ve YAS24 III. sınıf, YAS3 IV. sınıf, sodyumluluk zararına

göre (SAR), YAS3 kaynağının II. sınıf, diğer yeraltı su kaynaklarının I. sınıf özellik taşıdığı belirlenmiştir. Yeraltı su kaynakları sulama suyu kalite sınıflandırılmasına göre, YAS8, YAS10, YAS12 ve YAS22 (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>); YAS1, YAS2, YAS4, YAS5, YAS6, YAS9, YAS13, YAS15, YAS21, YAS23 ve YAS24 (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>); YAS3 (C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). FAO tarafından belirlenen sulama suyu standartlarına göre; EC açısından YAS3 dışındaki tüm kaynaklar, SAR yönünden tüm yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama açısından uygun bulunmuştur (Anonymous 1994).

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> açısından, yerüstü suları I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, yeraltı suları, YAS9, YAS10, YAS22 II. sınıf; YAS2, YAS4, YAS8, YAS12, YAS21, YAS23 ve YAS 24 III. sınıf, YAS1, YAS3, YAS5, YAS6, YAS13, YAS15 I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS2, YAS21 ve YAS23 dışındaki tüm yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonları içerdiği belirlenmiştir.

Cl<sup>-</sup> değerleri yönünden, yerüstü su kaynakları I. sınıf (Anonim 1991), Anonymous (1994)'e göre ise, yerüstü su kaynakları sulama açısından uygun bulunmuştur. SO<sub>4</sub><sup>=</sup> açısından, tüm yerüstü su kaynakları sulama için uygun bulunurken (Anonymous 1994), Anonim (1991)' e göre, yerüstü su kaynakları I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir. Yeraltı su kaynaklarının Cl<sup>-</sup> değerlerine bakıldığında, YAS2, YAS4, YAS6, YAS8, YAS9, YAS10, YAS12, YAS13, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I. sınıf; YAS1, YAS5 ve YAS15 II. sınıf; YAS3 III. sınıf, SO<sub>4</sub><sup>=</sup> yönünden, YAS9 kaynağının II. sınıf, diğer yeraltı su kaynaklarının I. sınıf sulama suyu kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS3 hariç diğer bütün yeraltı su kaynaklarının Cl<sup>-</sup> açısından, SO<sub>4</sub><sup>=</sup> yönünden ise tüm yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Artık sodyum karbonat (RSC) değerlerine bakıldığında, YAS13 ve YAS24 II. sınıf, YAS3, YAS5 ve YAS6 III. sınıf, diğer su kaynakları ise I. sınıf su kalite özelliği göstermiştir (Eaton 1950). Bu sonuçlara göre, YAS3, YAS5 ve YAS6 dışındaki kaynakların sulamada kullanılması uygun bulunmuştur.

Çizelge 4. 6. Şubat – 2008 dönemi sulama suyu kalite parametreleri değişimi

Numune Yeri	Parametre								
Aksaray Merkez	EC (µS/cm)	TÇKM (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	B (mg/L)	SAR	RSC (meq/L)	Sınıf (Anonim 1991)
YAS 1	1.558	900	4,47	247,00	63,50	1,48	4.64	0,96	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 2	807	478	16,21	75,00	101,90	0,66	1.26	-1,40	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 3	2.485	1.550	2,66	315,00	133,70	2,99	5.54	3,76	C <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
YAS 4	806	484	12,36	84,00	85,50	0,77	1.91	-0,24	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 5	1.431	903	3,25	144,00	60,50	2,00	3.58	5,20	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 6	1.351	933	4,82	103,00	123,20	0,57	2.06	2,80	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 7	- (*)	-	-	-	-	-	-	-	-
YAS 8	542	340	12,76	19,20	41,60	0,15	0.56	0,68	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 9	1.464	926	6,91	134,20	192,70	0,95	2.83	-0,46	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 12	708	453	10,01	66,10	71,70	0,41	0.72	-1,80	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 13	756	567	0,91	34,90	21,90	0,17	0.86	1,78	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 1	636	411	1,13	64,30	66,00	0,99	1.82	0,95	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Güzelyurt									
YAS 10	421	244	6,32	15,30	10,90	0,13	1.12	-2,23	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KAS 1	162	103	1,23	8,10	5,20	0,02	0.50	0,44	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
Eskil									
YAS 15	1.382	783	0,80	153,60	94,10	0,38	1.77	-0,20	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YAS 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YAS 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortaköy									
YAS19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YAS 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YAS 21	1.084	684	25,65	61,50	71,90	0,17	0.17	-1,82	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarıyahşi									
YÜS 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ağaçören									
YAS 22	395	253	7,47	11,20	13,50	0,06	0.38	0,38	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 23	892	567	17,51	51,80	66,50	0,28	0.88	0,88	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Gülağaç									
YAS 24	884	546	11,51	43,70	58,40	0,40	1.04	1,40	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YÜS 12	730	468	2,16	41,00	27,50	0,89	1.46	2,13	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 13	533	335	2,15	61,00	18,50	0,88	1.89	0,44	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

(\*) Numune alınamamıştır (Buzlanma ve kötü hava koşulları)

Bor değerlerine bakılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından YÜS1, YÜS12, YÜS13, YAS2, YAS4, YAS6, YAS9 II. sınıf, YAS1 ve YAS5 III. sınıf, YAS3 IV. sınıf, diğer yerüstü ve yeraltı su kaynakları I. sınıf sulama suyu özelliği göstermiştir (Anonim 1991). YÜS1, YÜS12, YÜS13, YAS1, YAS3, YAS4, YAS5, YAS9 dışındaki bütün yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun B konsantrasyon değerleri içerdiği belirlenmiştir (Anonymous 1994).

Çalışma sahasındaki yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının organik madde kirliliği içeriği açısından sulama amaçlı olarak kullanılabilmesinin belirlenmesinde kullanılan TOK değerlerine göre, yerüstü ve yeraltı su kaynakları TOK değerleri sınır değerin (< 100 mg/l) altında bulunmuş (Çizelge 4.7) ve Şubat dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulamada kullanılması uygun görülmüştür (Anwer 2008).

Çizelge 4.7. Şubat – 2008 dönemi TOK ve Fekal Koliform değerleri

Numune Yeri	TOK (mg/L)	Koloni Sayısı (24°C)	Doğrulama Testi		Sonuç CFU / 100 mL	Fekal Koliform
			Oxidase (37°C; 21 ±3st)	İndol (37°C; 21 ±3st)		
Aksaray-Merkez						
YAS1	2,22	< 10	-	-	-	-
YAS2	3,67	> 100	-	-	-	-
YAS3	3,36	< 50	-	-	-	-
YAS4	17,59	> 100	-	-	-	-
YAS5	3,38	> 50	-	-	-	-
YAS6	5,51	< 50	-	-	-	-
YAS7	*	*	*	*	*	*
YAS8	8,00	< 50	-	-	-	-
YAS9	3,11	> 20	-	-	-	-
YAS12	2,15	> 100	-	-	-	-
YAS13	3,40	< 10	-	-	-	-
YAS14	*	*	*	*	*	*
YÜS1	4,64	> 100	-	+	< 1.000	+
YÜS2	*	*	*	*	*	*
Güzelyurt						
YAS10	2,76	< 20	-	-	-	-
YAS11	*	*	*	*	*	*
YÜS3	*	*	*	*	*	*
KAS1	1,76	< 20	-	-	-	-
Eskil						
YAS15	3,75	< 20	-	-	-	-
YAS16	*	*	*	*	*	*
YAS17	*	*	*	*	*	*
YAS18	*	*	*	*	*	*
Ortaköy						
YAS19	*	*	*	*	*	*
YAS20	*	*	*	*	*	*
YAS21	3,52	> 100	-	-	-	-
YÜS4	*	*	*	*	*	*
YÜS5	*	*	*	*	*	*
YÜS6	*	*	*	*	*	*
YÜS7	*	*	*	*	*	*
YÜS8	*	*	*	*	*	*
Sarıyahşi						
YÜS9	*	*	*	*	*	*
YÜS10	*	*	*	*	*	*
Ağaçören						
YAS22	3,39	> 50	-	+	< 1.000	+
YAS23	5,23	> 20	-	-	-	-
Gülağaç						
YAS24	1,74	< 10	-	+	< 1.000	+
YÜS11	*	*	*	*	*	*
YÜS12	2,56	> 100	-	+	< 1.000	+
YÜS13	3,82	> 50	-	+	< 1.000	+

(\*) Numune alınamamıştır

Fekal koliform (E.coli) değerlerinin belirlenmesi amacı ile indol – oxidase doğrulama testine göre yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda; Şubat döneminde E.coli oluşturacak

fekal koliform değerleri negatif bulunduğundan dolayı bölgedeki yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama yönünden uygun bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. Şubat – 2008 dönemi ağır metal analiz sonuçları

Numune Yeri	Al (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Ni (mg/L)
Aksaray-Merkez										
YAS1	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS2	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS3	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
YAS4	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS5	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS8	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS9	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS13	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS1	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
YS2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Güzelyurt										
YAS10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
KAS1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Eskil										
YAS15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ortaköy										
YAS19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YS4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sarıyahşı										
YS9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ağaçören										
YAS22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS23	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Gülağaç										
YAS24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YS11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YS12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YS13	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00

(\*) Numune alınamamıştır.

Anonymous (1994)'e göre, Şubat dönemi ağır metal konsantrasyon değerleri sulama suyu kalitesi açısından uygun bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Şubat – 2008 dönemi için, Çizelge 4.9'da verilen anyon ve katyon değerleri kullanılarak suları gruplandırma ve tiplerini belirleme amacı ile oluşturulmuş Piper diyagramı Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

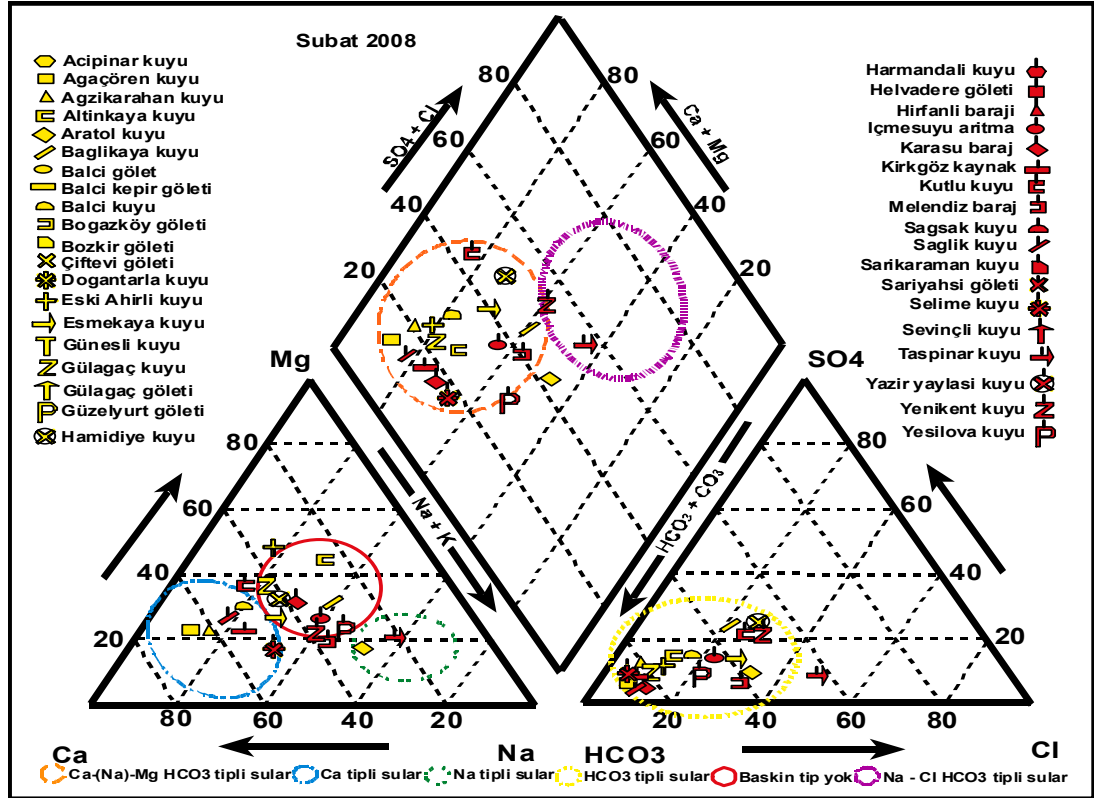
Çizelge 4.9. Şubat – 2008 dönemi majör anyon – kation değerleri değişimi

Numune Yeri	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mg <sup>++</sup> (mg/L)	Ca <sup>++</sup> (mg/L)	Σ kation (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	Σ anyon (mg/L)
Aksaray-Merkez										
YAS1	177,50	12,70	33,50	54,80	278,50	247,00	0,00	396,00	63,50	706,50
YAS2	49,10	6,00	30,40	63,50	149,00	75,00	0,00	262,30	101,90	439,80
YAS3	308,30	30,50	50,10	150,70	539,60	315,00	0,00	943,50	133,70	1.392,20
YAS4	65,90	6,10	24,00	49,50	145,50	84,00	0,00	258,60	85,50	428,10
YAS5	161,00	15,50	35,90	92,90	305,50	144,00	0,00	738,20	60,50	999,90
YAS6	116,60	7,10	91,60	90,00	305,30	103,00	0,00	915,00	123,20	1.141,20
YAS7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS8	19,70	0,70	15,90	67,80	104,10	19,20	0,00	329,40	41,60	390,20
YAS9	145,60	12,10	61,50	97,20	316,40	134,20	0,00	580,70	192,70	907,60
YAS12	27,90	0,90	29,80	63,90	122,60	66,10	0,00	236,70	71,70	374,40
YAS13	35,40	4,50	25,80	86,50	152,20	34,90	0,00	503,90	21,90	544,80
YAS14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS1	60,30	12,10	21,70	47,30	141,40	64,30	0,00	312,30	66,00	442,60
YÜS2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Güzelyurt										
YAS10	29,50	9,80	8,80	37,60	85,70	15,30	0,00	231,20	10,90	257,40
YAS11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
KAS1	9,30	1,30	4,80	18,50	33,90	8,10	0,00	107,40	5,20	120,70
Eskil										
YAS15	87,30	3,50	41,40	115,70	248,00	153,60	0,00	551,40	94,10	726,40
YAS16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ortaköy										
YAS19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS21	53,30	3,40	39,80	112,30	208,90	61,50	0,00	434,30	71,90	567,70
YÜS4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sarıyahşi										
YÜS9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ağaçören										
YAS22	11,60	0,60	10,80	53,50	76,60	11,20	0,00	263,50	13,50	288,20
YAS23	38,90	20,80	52,10	61,80	173,60	51,80	0,00	509,90	66,50	628,20
Gülağaç										
YAS24	45,90	6,80	41,90	77,50	172,10	43,70	0,00	534,40	58,40	636,50
YÜS11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS12	57,30	11,70	31,30	61,60	164,80	41,00	0,00	485,60	27,50	553,70
YÜS13	53,70	9,90	12,40	40,10	116,10	61,00	20,20	192,10	18,50	292,00

(\*) Numune alınamamıştır



Taşpınar ve Yenikent kaynaklarından alınan su örnekleri Piper diyagramında 7. bölgede yer alarak genellikle karbonat alkaliliği % 50'den az Na – Cl – HCO<sub>3</sub> tipli sular sınıfına girmektedir. Aratol 9. bölgede toplanarak hiçbir iyonu % 50'yi geçmeyen baskın tip yok sular sınıfına, diğer yerüstü ve yeraltı suları 5. bölgede gruplanarak genel olarak karbonat sertliği % 50'den fazla Ca–(Na)–(Mg) HCO<sub>3</sub> tipli sular sınıfına girmektedir.



Şekil 4.2. Şubat – 2008 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı

Çökeltme indeksi değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.10), analizi yapılan yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından % 24'ünün negatif değer göstererek sulama açısından uygun olduğu, % 76'sının pozitif değer göstererek sulama açısından uygun olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Şubat – 2008 dönemi çökeltme indeksi değişimi

Numune Yeri	Σ Katyon (meq/L)	Ca+Mg (meq/L)	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>3</sub> (meq/L)	(pK <sub>2</sub> -pK <sub>c</sub> )	p(Ca+Mg)	p(CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> )	pHc	pHa	P.1 (Çök. İnd.)
Aksaray-Merkez									
YAS1	13,58	5,54	6,49	2,30	2,58	2,29	7,17	6,91	-0,26
YAS2	8,00	5,71	4,31	2,27	2,56	2,46	7,29	7,74	0,45
YAS3	25,89	11,71	15,47	2,37	2,30	1,75	6,42	6,63	0,21
YAS4	7,50	4,48	4,24	2,29	2,70	2,46	7,45	7,97	0,52
YAS5	15,04	7,64	12,10	2,32	2,43	1,90	6,65	7,22	0,57
YAS6	17,39	12,13	15,00	2,34	2,29	1,76	6,39	7,41	1,02
YAS7	5,59	4,72	5,40	2,24	2,66	2,43	7,33	7,65	0,32
YAS8	13,58	5,54	6,49	2,30	2,58	2,29	7,17	6,91	-0,26
YAS9	16,63	9,98	9,52	2,33	2,31	2,14	6,78	7,43	0,65
YAS12	6,92	5,68	3,88	2,26	2,56	2,46	7,28	7,59	0,31
YAS13	8,13	6,48	8,26	2,27	2,46	2,18	6,91	6,74	-0,17
YAS14	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS1	7,11	4,17	5,12	2,2	2,71	2,45	7,36	8,17	0,81
YÜS2	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Güzelyurt									
YAS10	4,15	2,61	3,80	2,21	2,88	2,46	7,55	7,34	-0,21
YAS11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS3	*	*	*	*	*	*	*	*	*
KAS1	1,76	1,32	1,76	2,13	3,20	2,85	8,18	7,67	-0,51
Eskil									
YAS15	13,13	9,24	9,04	2,29	2,32	2,15	6,76	7,09	0,33
YAS16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS17	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS18	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ortaköy									
YAS19	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS20	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS21	11,34	8,94	7,12	2,3	2,34	2,18	6,82	7,15	0,33
YÜS4	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sarıyahşi									
YÜS9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS10	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ağaçören									
YAS22	4,10	3,57	4,32	2,20	2,77	2,46	7,43	7,73	0,30
YAS23	9,66	7,43	8,36	2,28	2,44	2,18	6,90	7,89	0,99
Gülağaç									
YAS24	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YÜS11	9,54	7,36	8,76	2,28	2,44	2,17	6,89	7,38	0,49
YÜS12	8,62	5,83	7,96	2,27	2,55	2,19	7,01	8,2	1,19
YÜS13	5,63	3,04	3,82	2,24	2,79	2,46	7,49	8,94	1,45

(\*) Numune alınamamıştır.

#### 4.1.3. Nisan – 2008 (İlkbahar) dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama suyu kalite değişimi

Nisan – 2008 (İlkbahar) dönemi, yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama suyu kalitesi yönünden incelendiğinde (Çizelge 4.11), yerüstü suları EC ve TÇKM değerleri açısından, YÜS6, YÜS7 ve KAS1 I. sınıf, YÜS1, YÜS2, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS10, YÜS12 ve YÜS13 II. sınıf, YÜS8, YÜS11 III. sınıf, SAR değerlerine göre YÜS9 II. sınıf, diğer yerüstü su kaynakları I. sınıf bulunmuş, YÜS6, YÜS7 ve KAS1 (C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>), YÜS1, YÜS2, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS10, YÜS12 ve YÜS13 (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>), YÜS8 ve YÜS11 (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>), YÜS9 (C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Yeraltı sularının EC ve TÇKM değerleri

yönünden, YAS2, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14 ve YAS22 II. sınıf, YAS1, YAS4, YAS5, YAS6, YAS13, YAS15, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS23 ve YAS24 III. sınıf, YAS3 ve YAS7 IV. sınıf, sodyumluluk zararına göre (SAR), YAS2, YAS4, YAS5, YAS6, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS 14, YAS15, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I. sınıf, YAS1, YAS3 ve YAS7 II. sınıf, özellik taşıdığı belirlenmiştir. Yeraltı su kaynakları sulama suyu kalite sınıflandırılmasına göre, YAS2, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14 ve YAS22 ( $C_2S_1$ ), YAS4, YAS5, YAS6, YAS13, YAS15, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS23 ve YAS24 ( $C_3S_1$ ), YAS1 ( $C_3S_2$ ), YAS3 ( $C_4S_2$ ) ve YAS7 ( $C_4S_3$ ) kaynakları sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). FAO tarafından belirlenen sulama suyu standartlarına göre, EC açısından YAS3, YAS6 ve YAS7 dışındaki tüm kaynaklar, SAR yönünden YAS3 kaynağı ile YAS7 kaynağının dışındaki diğer kaynaklar sulama açısından uygun bulunmuştur (Anonymous 1994).

$NO_3^-$  açısından, yerüstü suları I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, yeraltı suları YAS3, YAS5, YAS10, YAS13, YAS15, YAS17, YAS18, YAS20, YAS23 I. sınıf, YAS1, YAS6, YAS11, YAS19, YAS22 II. sınıf, YAS2, YAS6, YAS7, YAS8, YAS12, YAS14, YAS21 ve YAS24 III. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS2 ve YAS21 dışındaki tüm yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun  $NO_3^-$  konsantrasyonları içerdiği belirlenmiştir.

$Cl^-$  değerleri yönünden yerüstü su kaynakları, YÜS8 II. sınıf, YÜS9 III. sınıf ve diğer bütün yerüstü su kaynakları I. sınıf (Anonim 1991), Anonymous (1994)'e göre ise, YÜS9 dışındaki yerüstü su kaynakları sulama açısından uygun bulunmuştur.  $SO_4^{=}$  açısından, tüm yerüstü su kaynakları sulama için uygun bulunurken (Anonymous 1994), Anonim (1991)'e göre, YÜS9 III. sınıf, diğer yerüstü su kaynakları I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir. Yeraltı su kaynaklarının  $Cl^-$  değerlerine bakıldığında, YAS5, YAS15 II. sınıf, YAS1, YAS3 ve YAS7 III. sınıf, YAS2, YAS4, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS14, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I.sınıf,  $SO_4^{=}$  yönünden, YAS7 kaynağının III. sınıf ve YAS19 kaynağının II. sınıf, diğer yeraltı su kaynaklarının I. sınıf sulama suyu kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS1, YAS3 ve YAS7 hariç diğer bütün yeraltı su kaynaklarının  $Cl^-$  açısından,  $SO_4^{=}$  yönünden ise tüm yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Artık sodyum karbonat (RSC) değerlerine bakıldığında, YÜS8, YÜS11 ve YAS5 II. sınıf, YAS3, YAS7 III. sınıf, diğer su kaynakları ise I. sınıf su kalite özelliği göstermiştir

(Eaton 1950). Bu sonuçlara göre, YAS3 ve YAS7 dışındaki kaynakların sulamada kullanılması uygun bulunmuştur.

Bor değerlerine bakılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından YÜS1, YÜS9, YÜS11, YÜS12, YAS2, YAS4, YAS6 ve YAS17 II. sınıf, YAS1 ile YAS7 III. sınıf, YAS3 ve YAS5 IV. sınıf, diğer yerüstü ve yeraltı su kaynakları I. sınıf sulama suyu özelliği göstermiştir (Anonim 1991). YÜS1, YÜS11, YÜS12, YAS1, YAS3, YAS5, YAS7 dışındaki bütün yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun B konsantrasyon değerleri içerdiği belirlenmiştir (Anonymous 1994).

Çizelge 4.11. Nisan – 2008 dönemi sulama suyu kalite parametreleri değişimi

Numune Yeri	Parametre								
	EC ( $\mu$ S/cm)	TÇKM (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	B (mg/L)	SAR	RSC (meq/L)	Sınıf (Anonim 1991)
Aksaray Merkez									
YAS 1	1.574	906	5,51	268,10	85,50	1,73	5,23	0,85	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>
YAS 2	797	500	16,95	80,40	48,10	0,68	1,33	-1,65	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 3	2.312	1.431	3,42	300,90	114,40	3,12	5,92	3,77	C <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
YAS 4	833	500	1217	91,10	61,90	0,92	2,07	-2,02	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 5	1386	874	3,60	151,80	75,70	2,21	3,84	2,09	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 6	1.434	909	5,35	112,00	184,40	0,59	2,18	-0,29	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 7	3.540	2.400	13,99	319,50	416,40	1,59	9,53	10,30	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>
YAS 8	530	331	14,08	24,50	5,70	0,14	0,57	-0,71	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS 12	699	433	14,57	68,50	125,80	0,46	0,77	-3,19	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 13	738	442	0,02	35,30	13,30	0,19	0,90	0,22	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 14	615	388	12,49	16,10	74,30	0,23	0,61	-0,51	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 1	553	353	1,75	54,40	39,10	0,95	1,74	0,46	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 2	270	168	0,01	26,70	26,90	0,07	1,00	0,42	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Güzelyurt									
YAS 10	459	246	2,02	12,30	13,10	0,17	0,96	1,01	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 11	443	281	7,67	12,70	68,70	0,17	0,58	-0,54	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 3	456	286	0,43	22,60	31,80	0,08	0,79	0,44	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
KAS 1	160	101	0,70	9,60	2,50	0,03	0,53	0,42	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
Eskil									
YAS 15	1.232	762	2,36	155,50	86,80	0,44	1,85	-2,88	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS 17	1.347	840	1,07	116,20	164,80	0,71	1,37	-1,70	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 18	987	616	2,59	108,00	17,80	0,42	1,56	-1,17	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Ortaköy									
YAS19	1.087	674	6,38	62,90	223,60	0,50	1,86	-2,01	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 20	895	554	2,04	50,40	97,20	0,12	0,60	-1,54	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 21	1.061	667	26,87	67,00	96,90	0,19	1,24	-3,41	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 4	506	321	1,45	26,20	24,60	0,09	0,69	-0,48	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 5	489	307	0,52	26,60	31,90	0,12	0,92	0,04	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 6	143	91	1,94	12,20	8,70	0,02	0,40	0,15	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 7	248	156	0,97	14,70	14,70	0,03	0,56	-0,35	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 8	1.566	729	1,44	149,40	42,60	0,25	3,16	1,87	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Sarıyahşi									
YÜS 9	1.675	1.033	0,13	300,80	354,10	0,69	4,78	-6,00	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>
YÜS 10	491	291	0,01	22,00	45,20	0,12	0,99	0,11	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Ağaçören									
YAS 22	396	249	8,11	11,30	2,90	0,06	0,41	-0,14	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 23	1.038	613	3,96	67,90	65,40	0,30	0,97	-1,92	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Gülağaç									
YAS 24	918	534	11,74	42,50	45,20	0,44	1,03	-0,18	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 11	858	419	2,04	36,70	34,40	0,88	1,43	1,54	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 12	727	458	1,84	41,10	25,10	1,05	1,55	1,15	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 13	291	181	2,15	28,10	14,60	0,38	1,14	0,10	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

<sup>(\*)</sup> Numune alınmamıştır (Geçici süre ile kullanıma kapalı)

Çalışma sahasındaki yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının organik madde kirliliği içeriği açısından sulama amaçlı olarak kullanılabilmesinin belirlenmesinde kullanılan TOK değerlerine göre, yerüstü ve yeraltı su kaynakları TOK değerleri sınır değerin (< 100 mg/L) altında bulunmuş (Çizelge 4.12) ve Nisan dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulamada kullanılması uygun görülmüştür (Anwer 2008).

Çizelge 4.12. Nisan – 2008 dönemi TOK ve Fekal Koliform değerleri

Numune Yeri	TOK (mg/L)	Koloni Sayısı (24°C)	Doğrulama Testi		Sonuç CFU / 100 mL	Fekal Koliform
			Oxidase (37°C; 21 ±3st)	İndol (37°C; 21 ±3st)		
Aksaray-Merkez						
YAS1	4,02	< 10	-	-	-	-
YAS2	9,65	< 20	-	-	-	-
YAS3	4,31	< 50	-	+	< 1.000	+
YAS4	4,68	< 20	-	-	-	-
YAS5	2,29	< 10	-	-	-	-
YAS6	1,37	< 20	-	-	-	-
YAS7	2,44	< 10	-	-	-	-
YAS8	2,83	< 50	-	-	-	-
YAS9	*	*	*	*	*	*
YAS12	2,39	< 20	-	-	-	-
YAS13	3,51	< 10	-	-	-	-
YAS14	2,46	< 50	*	*	*	*
YÜS1	3,67	< 50	-	+	< 1.000	+
YÜS2	4,05	< 10	-	+	< 1.000	+
Güzelyurt						
YAS10	2,52	< 20	-	+	< 1.000	+
YAS11	2,40	< 20	*	*	*	*
YÜS3	7,01	< 10	-	+	< 1.000	+
KAS1	1,61	< 20	-	-	-	-
Eskil						
YAS15	2,81	< 20	-	-	-	-
YAS16	*	*	*	*	*	*
YAS17	5,96	< 10	*	*	*	*
YAS18	3,94	> 50	*	*	*	*
Ortaköy						
YAS19	9,28	< 25	*	*	*	*
YAS20	2,84	< 25	*	*	*	*
YAS21	2,52	< 20	-	-	-	-
YÜS4	5,67	< 50	-	+	< 1.000	+
YÜS5	6,31	< 100	*	*	*	*
YÜS6	5,87	< 20	-	+	< 1.000	+
YÜS7	6,99	< 20	-	+	< 1.000	+
YÜS8	10,16	< 50	-	-	-	-
Sarıyahşi						
YÜS9	6,21	> 50	-	+	< 1.000	+
YÜS10	6,17	< 50	*	*	*	*
Ağaçören						
YAS22	2,37	< 20	-	-	-	-
YAS23	3,80	> 50	-	+	< 1.000	+
Gülağaç						
YAS24	3,72	< 20	-	+	< 1.000	+
YÜS11	3,00	< 10	*	*	*	*
YÜS12	3,99	> 150	-	-	-	-
YÜS13	4,59	>50	-	-	-	-

<sup>(\*)</sup> Numune alınamamıştır

Fekal koliform (E.coli) değerlerinin belirlenmesi amacı ile indol – oxidase doğrulama testine göre yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda Nisan döneminde, YAS3, YÜS1,

YÜS2, YÜS3, YÜS4, YÜS6, YÜS7, YÜS9, YAS10, YAS23 ve YAS24 kaynaklarının fekal koliform değerleri pozitif çıkmış ve FAO tarafından belirlenen standartlara göre bu kaynaklara ait değerler sınır değerinin altında olduğu için, tüm yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının fekal koliform değerleri sulama yönünden uygun bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Anonymous (1994)'e göre, Nisan dönemi ağır metal konsantrasyon değerleri sulama suyu kalitesi açısından uygun bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Nisan – 2008 dönemi ağır metal analiz sonuçları

Numune Yeri	Al (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Ni (mg/L)
Aksaray-Merkez										
YAS1	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS2	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS3	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
YAS4	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS5	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS7	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
YAS8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS13	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS1	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS2	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00
Güzelyurt										
YAS10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS3	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,02	0,00	0,00	0,00
KAS1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Eskil										
YAS15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
YAS18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Ortaköy										
YAS19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS21	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS4	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS6	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS7	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS8	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Sarıyahşi										
YÜS9	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS10	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Ağaçören										
YAS22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS23	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Gülağaç										
YAS24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS11	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS13	0,38	0,02	0,00	0,00	0,00	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00

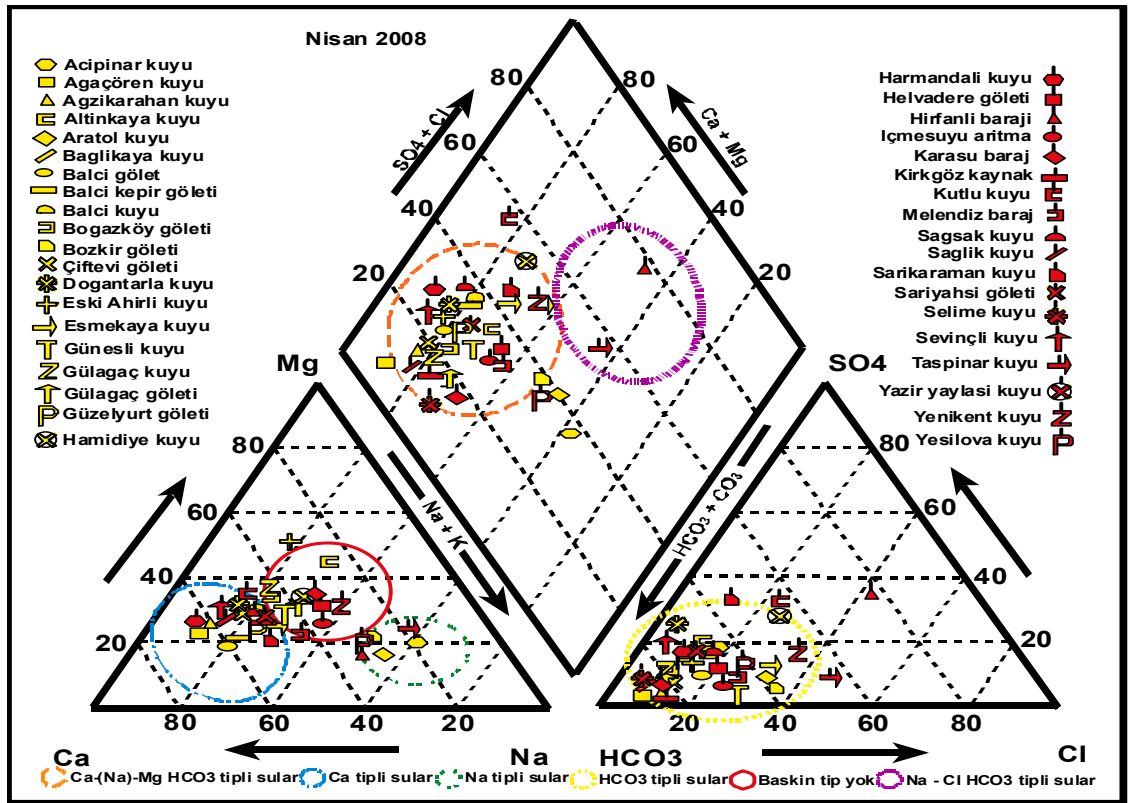
Çizelge 4.14. Nisan – 2008 dönemi majör anyon – katyon değerleri değişimi

Numune Yeri	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mg <sup>++</sup> (mg/L)	Ca <sup>++</sup> (mg/L)	Σkatyon (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>++</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	Σanyon (mg/L)
Aksaray-Merkez										
YAS1	219,60	14,30	40,40	65,80	340,20	268,10	0,00	458,10	85,50	811,70
YAS2	54,40	6,60	34,40	68,90	164,40	80,40	0,00	248,30	48,10	376,70
YAS3	334,20	33,70	52,90	152,90	573,70	300,90	0,00	965,40	114,40	1380,70
YAS4	78,90	6,70	32,30	56,40	174,30	91,10	0,00	213,10	61,90	366,10
YAS5	179,40	17,90	39,20	99,80	336,30	151,80	0,00	630,70	75,70	858,20
YAS6	129,40	8,00	101,90	95,80	335,10	112,00	0,00	792,30	184,40	1088,70
YAS7	641,20	9,50	105,60	166,50	922,80	319,50	0,00	1.916,60	416,40	2652,50
YAS8	21,40	0,60	17,80	77,40	117,20	24,50	0,00	283,20	5,70	313,40
YAS9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS12	32,50	1,20	35,30	74,90	143,90	68,50	0,00	213,20	125,80	407,50
YAS13	38,90	5,30	29,10	92,80	165,90	35,30	0,00	443,80	13,30	492,40
YAS14	26,00	7,10	28,00	89,90	151,00	16,10	0,00	385,50	74,30	475,90
YÜS1	59,90	13,00	23,30	51,00	147,30	54,40	0,00	302,30	39,10	395,80
YÜS2	23,10	3,70	11,80	20,50	59,10	26,70	0,00	147,90	26,90	201,50
Güzelyurt										
YAS10	28,10	11,30	10,90	46,10	96,40	12,30	0,00	257,80	13,10	283,20
YAS11	20,10	2,80	20,10	56,50	99,50	12,70	0,00	241,30	68,70	322,70
YÜS3	20,80	13,00	9,30	37,10	80,10	22,60	0,00	187,30	31,80	241,70
KAS1	9,90	1,50	5,40	19,40	36,20	9,60	0,00	93,70	2,50	105,80
Eskil										
YAS15	98,80	4,00	48,00	135,00	286,80	155,50	0,00	482,70	86,80	725,10
YAS16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS17	81,50	7,70	57,80	169,80	316,70	116,20	0,00	707,60	164,80	988,60
YAS18	74,60	3,20	41,50	104,60	223,90	108,00	0,00	458,50	17,80	584,20
Ortaköy										
YAS19	92,50	1,70	34,40	223,60	258,40	62,90	0,00	448,50	223,60	734,90
YAS20	29,70	1,30	29,60	136,90	197,50	50,40	0,00	474,30	97,20	621,90
YAS21	65,60	3,90	48,10	131,50	249,20	67,00	0,00	437,40	96,90	601,30
YÜS4	25,70	1,70	22,50	67,60	117,50	26,20	0,00	291,10	24,60	341,90
YÜS5	32,70	3,50	23,30	55,50	114,90	26,60	0,00	290,20	31,90	348,70
YÜS6	7,40	1,20	3,60	19,90	32,20	12,20	0,00	88,20	8,70	109,10
YÜS7	13,80	1,70	7,10	34,90	57,60	14,70	0,00	121,50	14,70	163,30
YÜS8	123,50	10,30	30,70	124,40	288,90	149,40	0,00	466,20	42,40	657,80
Sarıyahşi										
YÜS9	248,40	9,40	42,80	133,20	433,80	300,80	0,00	258,00	354,10	912,90
YÜS10	34,60	1,90	19,80	59,30	115,80	22,00	22,3	222,50	45,20	303,90
Ağaçören										
YAS22	13,20	0,80	12,10	59,10	85,20	11,30	0,00	233,30	2,90	247,50
YAS23	47,90	21,60	67,90	72,40	209,90	62,90	0,00	448,80	65,40	577,20
Gülağaç										
YAS24	48,40	7,60	46,50	89,90	192,30	42,50	0,00	499,20	45,20	586,90
YÜS11	55,80	10,70	30,90	63,70	161,10	36,70	0,00	445,50	34,40	517,60
YÜS12	64,60	13,90	35,70	71,70	185,90	41,10	0,00	470,20	25,10	536,40
YÜS13	26,90	6,20	8,40	28,30	69,80	28,10	0,00	135,30	14,60	178,00

<sup>(\*)</sup> Numune alınmamıştır

Nisan – 2008 dönemi için, Çizelge 4.14'te verilen anyon ve katyon değerleri kullanılarak suları gruplandırma ve tiplerini belirleme amacı ile oluşturulan Piper diyagramı

Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Buna göre; Taşpınar ve Hirfanlı barajından alınan su örnekleri Piper diyagramında 7. bölgede yer alarak genellikle karbonat alkaliliği % 50'den az  $\text{Na} - \text{Cl} - \text{HCO}_3$  tipli sular olup,  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$  ve  $(\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--}) > (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{--})$  tuzlu ve sodalı sular sınıfına girmektedir. Aratol 9. bölgede toplanarak hiçbir iyonu % 50'yi geçmeyen baskın tip yok sular sınıfına, diğer yerüstü ve yeraltı suları 5. bölgede gruplanarak genel olarak karbonat sertliği % 50'den fazla  $\text{Ca}-(\text{Na})-(\text{Mg}) \text{HCO}_3$  tipli sular olup,  $(\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{--}) > (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--})$  ve  $(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) > (\text{Na}^+ + \text{K}^+)$  karbonatlı ve sülfatlı sular sınıfına girmektedir.



Şekil 4.3. Nisan – 2008 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı

Çökeltme indeksi değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.15), analizi yapılan yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından % 11'inin negatif değer göstererek sulama açısından uygun olduğu, % 89'unun pozitif değer göstererek sulama açısından uygun olmadığı belirlenmiştir.



Çizelge 4.15. Nisan – 2008 dönemi çökeltme indeksi değişimi

Numune Yeri	Σ Katyon (meq/l)	Ca+Mg (meq/l)	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>3</sub> (meq/l)	(pK <sub>2</sub> -pK <sub>c</sub> )	p(Ca+Mg)	p(CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> )	pHc	pHa	P.1 (Çök. İnd.)
Aksaray-Merkez									
YAS1	16,57	6,66	7,51	2,33	2,46	2,23	7,02	6,78	-0,24
YAS2	8,85	6,31	4,07	2,27	2,46	2,41	7,14	7,66	0,52
YAS3	27,45	12,06	15,83	2,38	2,29	1,74	6,41	6,62	0,21
YAS4	9,12	5,51	3,49	2,28	2,51	2,49	7,28	7,77	0,49
YAS5	16,51	8,25	10,34	2,33	2,35	2,18	6,86	7,20	0,34
YAS6	19,11	13,28	12,99	2,34	2,29	1,86	6,49	7,71	1,22
YAS7	45,25	17,13	31,42	2,45	2,10	1,40	5,95	6,42	0,47
YAS8	6,30	5,35	4,64	2,26	2,51	2,41	7,18	7,57	0,39
YAS9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS12	8,13	6,69	3,50	2,27	2,46	2,48	7,21	7,79	0,58
YAS13	8,88	7,06	7,28	2,27	2,45	2,46	7,18	7,25	0,07
YAS14	8,14	6,83	6,32	2,27	2,46	2,29	7,02	7,18	0,16
YÜS1	7,44	4,50	4,96	2,14	2,71	2,41	7,26	8,45	1,19
YÜS2	3,11	2,01	2,42	2,17	2,80	2,74	7,71	7,11	-0,60
Güzelyurt									
YAS10	4,73	3,21	4,23	2,22	2,71	2,41	7,34	7,41	0,07
YAS11	5,44	4,50	3,96	2,24	2,71	2,48	7,43	7,65	0,22
YÜS3	3,86	2,63	3,07	2,19	2,75	2,48	7,42	8,41	0,99
KAS1	1,79	1,32	1,54	2,13	3,20	2,86	8,19	7,51	-0,68
Eskil									
YAS15	15,20	10,80	7,91	2,32	2,33	2,23	6,88	7,09	0,21
YAS16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
YAS17	17,04	13,30	11,60	2,33	2,29	1,80	6,42	6,94	0,52
YAS18	12,01	8,69	7,52	2,30	2,35	2,23	6,88	7,28	0,40
Ortaköy									
YAS19	13,42	9,36	7,35	2,34	2,29	2,23	6,86	7,36	0,50
YAS20	10,64	9,31	7,78	2,29	2,29	2,23	6,81	7,11	0,30
YAS21	13,54	10,58	7,17	2,32	2,33	2,23	6,88	7,11	0,23
YÜS4	6,42	5,26	4,77	2,26	2,51	2,41	7,18	8,32	1,14
YÜS5	6,22	4,71	4,76	2,26	2,71	2,41	7,38	8,37	0,99
YÜS6	1,65	1,30	1,45	2,13	3,20	2,86	8,19	8,29	0,10
YÜS7	2,99	2,34	1,99	2,17	2,75	2,74	7,66	8,12	0,46
YÜS8	11,41	5,78	7,64	2,30	2,51	2,23	7,04	8,15	1,11
Sarıyaşlı									
YÜS9	21,27	10,23	4,23	2,36	2,33	2,41	7,10	8,35	1,25
YÜS10	6,18	4,62	4,12	2,26	2,71	2,41	7,38	8,67	1,29
Ağaçören									
YAS22	4,56	3,97	3,82	2,24	2,71	2,48	7,43	7,62	0,19
YAS23	11,92	9,28	7,36	2,30	2,29	2,46	7,05	7,89	0,84
Gülağaç									
YAS24	8,46	5,76	7,30	2,27	2,51	2,23	7,01	7,78	0,77
YÜS11	10,67	8,37	8,18	2,29	2,35	2,17	6,81	7,44	0,63
YÜS12	9,72	6,56	7,71	2,28	2,46	2,23	6,97	7,86	0,89
YÜS13	3,45	2,12	2,22	2,19	2,80	2,74	7,73	7,64	-0,09

#### 4.1.4. Haziran – Ağustos - 2008 (Yaz - sulama) dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama suyu kalite değişimi

Aksaray bölgesinin iklim parametreleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, özellikle en yüksek sıcaklıkların Haziran – Temmuz – Ağustos aylarında ve en düşük yağış miktarının yine bu aylarda olması (Anonim 2005b), en çok sulama suyuna bu dönemde gereksinim duyulması nedeni ile yaz dönemi, sulama dönemi olarak değerlendirilmiştir. Bu döneme ait sulama suyu kalite parametreleri, yaz - başlangıç (Haziran) ile yaz - bitiş (Ağustos) olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bu döneme ait her

iki ayın sulama suyu kalite parametrelerinin ortalamaları dikkate alınarak bölgenin sulama suyu kalite indeks haritası elde edilmiştir.

#### **4.1.4.1. Haziran - 2008 dönemi (yaz – başlangıç) dönemi**

Haziran – 2008 (yaz - başlangıç) dönemi, yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama suyu kalitesi yönünden incelendiğinde (Çizelge 4.16), yerüstü suları EC ve TÇKM değerleri açısından YÜS2, YÜS6, YÜS7 ve KAS1 I. sınıf, YÜS1, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS10, YÜS11, YÜS12 ve YÜS13 II. sınıf, YÜS8, YÜS9 III. sınıf, SAR değerlerine göre, yerüstü su kaynakları I. sınıf bulunmuş, YÜS2, YÜS6, YÜS7 ve KAS1 (C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>), YÜS1, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS10, YÜS11, YÜS12 ve YÜS13 (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>), YÜS8 ve YÜS9 (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Yeraltı sularının EC ve TÇKM değerleri yönünden, YAS2, YAS4, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14, YAS20, YAS22 ve YAS24 II. sınıf, YAS1, YAS3, YAS5, YAS6, YAS9, YAS13, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18, YAS19, YAS21, YAS23 III. sınıf, YAS7 IV. sınıf, sodyumluluk zararına göre (SAR), YAS1, YAS2, YAS4, YAS5, YAS6, YAS8, YAS9, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS 14, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I. sınıf, YAS3 II. sınıf, YAS7 III. sınıf özellik taşıdığı belirlenmiştir. Yeraltı su kaynakları, sulama suyu kalite sınıflandırılmasına göre, YAS2, YAS4, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14 YAS20, YAS22 ve YAS24 (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>), YAS1, YAS5, YAS6, YAS9, YAS13, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18, YAS19, YAS21, YAS23 (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>), YAS3 (C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>), YAS7 (C<sub>4</sub>S<sub>3</sub>) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). FAO tarafından belirlenen sulama suyu standartlarına göre, EC açısından YAS3 ve YAS7 dışındaki tüm kaynaklar, SAR yönünden YAS3 kaynağı ile YAS7 kaynağının dışındaki diğer kaynaklar sulama açısından uygun bulunmuştur (Anonymous 1994).

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> açısından yerüstü suları I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, yeraltı suları, YAS1, YAS6, YAS9, YAS19, YAS22 ve YAS23 II. sınıf; YAS2, YAS4, YAS8, YAS11, YAS12, YAS14, YAS21 ve YAS24 III. sınıf, diğer tüm yeraltı su kaynakları ise I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre YAS21 kaynağının dışında kalan tüm yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonları içerdiği belirlenmiştir.

Artık sodyum karbonat (RSC) değerlerine bakıldığında; YAS7 III. sınıf, diğer su kaynakları ise I. sınıf su kalite özelliği göstermiştir (Eaton 1950). Bu sonuçlara göre, YAS7 dışındaki kaynakların sulamada kullanılması uygun bulunmuştur.

Bor değerlerine bakılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından YÜS1, YÜS11, YAS2, YAS4, YAS6, YAS9, YAS16, YAS17 ve YAS19 II.

sınıf, YAS1, YAS7, YÜS12 ve YÜS13 III. sınıf, YAS3 ile YAS5 IV. sınıf, diğer yerüstü ve yeraltı su kaynakları I. sınıf sulama suyu özelliği göstermiştir (Anonim 1991). YÜS1, YÜS12, YÜS13, YAS1, YAS3, YAS4, YAS5, YAS7, YAS9, YAS16 ve YAS17 dışındaki bütün yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun B konsantrasyon değerleri içerdiği belirlenmiştir (Anonymous 1994).

Çizelge 4.16. Haziran – 2008 dönemi sulama suyu kalite parametreleri değişimi

Numune Yeri	Parametre								
	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	TÇKM (mg/L)	$\text{NO}_3^-$ (mg/L)	$\text{Cl}^-$ (mg/L)	$\text{SO}_4^{=}$ (mg/L)	B (mg/L)	SAR	RSC (meq/L)	Sınıf (Anonim 1991)
Aksaray Merkez	1.169	849	5,95	259,90	12,90	1,73	5,12	0,00	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 1	658	468	14,73	76,80	64,10	0,75	1,39	-2,52	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 2	1.992	1.557	2,07	324,60	125,90	3,42	5,88	1,17	$\text{C}_3\text{S}_2$
YAS 3	654	496	13,64	96,00	87,70	1,03	2,10	-2,54	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 4	1.374	878	2,09	192,00	65,50	2,29	3,93	0,37	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 5	1.238	902	6,46	128,60	147,60	0,64	2,17	-1,96	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 6	3.300	2.475	0,73	317,30	283,10	1,67	9,41	9,25	$\text{C}_4\text{S}_3$
YAS 7	394	322	11,83	27,70	25,60	0,15	0,58	-0,63	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 8	1.084	877	6,63	130,50	224,60	1,01	3,00	-1,80	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 9	605	465	12,63	77,40	101,50	0,49	0,81	-3,86	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 12	796	588	1,64	52,00	97,60	0,24	1,06	-1,68	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 13	495	383	12,67	16,20	30,20	0,22	0,61	-0,07	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 14	440	322	1,19	49,00	30,30	0,80	1,81	0,68	$\text{C}_2\text{S}_1$
YÜS 1	240	174	0,13	24,60	16,50	0,07	1,06	-0,11	$\text{C}_1\text{S}_1$
YÜS 2									
Güzelyurt									
YAS 10	366	233	3,11	14,00	15,90	0,17	0,99	0,42	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 11	336	268	12,40	10,80	58,30	0,15	0,55	-0,97	$\text{C}_2\text{S}_1$
YÜS 3	266	191	0,41	28,70	16,70	0,09	1,25	0,08	$\text{C}_2\text{S}_1$
KAS 1	115	96	1,84	9,60	12,60	0,02	0,56	0,24	$\text{C}_1\text{S}_1$
Eskil									
YAS 15	941	728	2,08	148,30	85,90	0,42	1,79	-3,45	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 16	1.081	858	2,81	160,10	149,60	1,07	2,09	-4,04	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 17	1.096	847	2,55	123,80	103,80	0,79	1,48	-3,76	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 18	756	601	2,87	107,90	62,40	0,42	1,55	-1,90	$\text{C}_3\text{S}_1$
Ortaköy									
YAS19	1.034	660	5,02	62,10	252,60	0,52	1,86	-3,45	$\text{C}_3\text{S}_1$
YAS 20	594	485	3,18	55,60	58,60	0,14	0,64	-2,55	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 21	796	636	22,78	64,40	90,00	0,19	0,60	-2,65	$\text{C}_3\text{S}_1$
YÜS 4	410	279	0,01	35,10	24,30	0,11	0,87	-0,86	$\text{C}_2\text{S}_1$
YÜS 5	405	274	0,01	21,70	26,70	0,13	1,04	-0,50	$\text{C}_2\text{S}_1$
YÜS 6	128	98	0,01	10,60	12,40	0,03	0,61	0,19	$\text{C}_1\text{S}_1$
YÜS 7	224	157	0,01	12,40	27,20	0,05	0,30	-0,13	$\text{C}_1\text{S}_1$
YÜS 8	887	620	0,01	143,10	44,10	0,26	2,99	-0,79	$\text{C}_3\text{S}_1$
Sarıyahşi									
YÜS 9	1.472	1.030	0,01	252,40	505,90	0,48	4,58	-7,34	$\text{C}_3\text{S}_1$
YÜS 10	406	272	0,01	21,30	42,60	0,13	1,15	-0,59	$\text{C}_2\text{S}_1$
Ağaçören									
YAS 22	327	242	7,08	22,20	9,60	0,07	0,39	-0,62	$\text{C}_2\text{S}_1$
YAS 23	818	603	9,15	66,40	92,40	0,07	1,06	-3,20	$\text{C}_3\text{S}_1$
Gülağaç									
YAS 24	726	539	10,25	47,30	39,80	0,49	1,09	-0,78	$\text{C}_2\text{S}_1$
YÜS 11	583	406	1,92	32,80	15,00	0,69	1,25	0,00	$\text{C}_2\text{S}_1$
YÜS 12	689	523	3,68	55,60	37,30	1,39	1,79	0,53	$\text{C}_2\text{S}_1$
YÜS 13	683	464	0,61	106,40	20,30	1,66	2,82	1,14	$\text{C}_3\text{S}_1$

$\text{Cl}^-$  değerleri yönünden yerüstü su kaynakları, YÜS8 II. sınıf, YÜS9 III. sınıf, diğer bütün yerüstü su kaynakları I. sınıf (Anonim 1991), Anonymous (1994)'e göre ise, YÜS9

dışındaki yerüstü su kaynakları sulama açısından uygun bulunmuştur.  $SO_4^{=}$  açısından, YÜS9 hariç tüm yerüstü su kaynakları sulama için uygun bulunmuş (Anonymous 1994), Anonim (1991)'e göre, YÜS9 III. sınıf su kalite özelliği gösterirken diğer yerüstü su kaynakları I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir. Yeraltı su kaynaklarının  $Cl^-$  değerlerine bakıldığında YAS5, YAS15 ve YAS16 II. sınıf, YAS1, YAS3 ve YAS7 III. sınıf, YAS2, YAS4, YAS6, YAS8, YAS9, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS14, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I. sınıf,  $SO_4^{=}$  yönünden, YAS7, YAS9, YAS19 II. sınıf, diğer yeraltı su kaynaklarının I. sınıf sulama suyu kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS1, YAS3 ve YAS7 hariç diğer bütün yeraltı su kaynaklarının  $Cl^-$  açısından,  $SO_4^{=}$  yönünden ise tüm yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sahasındaki yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının organik madde kirliliği içeriği açısından sulama amaçlı olarak kullanılabilmesinin belirlenmesinde kullanılan TOK değerlerine göre, yerüstü ve yeraltı su kaynakları TOK değerleri sınır değer ( $< 100$  mg/L) altında bulunmuş (Çizelge 4.17) ve Haziran dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulamada kullanılması uygun görülmüştür (Anwer 2008).

Fekal koliform (E.coli) değerlerinin belirlenmesi amacı ile indol – oxidase doğrulama testine göre yapılan mikrobiyolojik analizler sonucu Haziran döneminde YÜS2, KAS1, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS6, YÜS8, YÜS11, YÜS12, YÜS13, YAS4, YAS11 YAS17 YAS19 YAS21 ve YAS24 kaynaklarının fekal koliform değerleri pozitif çıkmış ve Anonymous 1994'e göre bu kaynaklara ait değerler sınır değer altında olduğu için, bu bölgedeki tüm yerüstü ve yeraltı su kaynakları fekal koliform değerleri sulama yönünden uygun bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Haziran – 2008 dönemi TOK ve Fekal Koliform değerleri

Numune Yeri	TOK (mg/L)	Koloni Sayısı (24°C)	Doğrulama Testi		Sonuç CFU / 100 mL	Fekal Koliform
			Oxidase (37°C; 21 ±3st)	İndol (37°C; 21 ±3st)		
Aksaray-Merkez						
YAS 1	4,02	< 50	-	-	-	-
YAS 2	9,65	< 10	-	-	-	-
YAS 3	4,31	< 20	-	-	-	-
YAS 4	4,68	< 20	-	+	< 1.000	+
YAS 5	2,29	< 20	-	-	-	-
YAS 6	1,37	< 10	-	-	-	-
YAS 7	2,44	< 10	-	-	-	-
YAS 8	2,83	> 50	-	-	-	-
YAS 9	4,57	< 50	-	-	-	-
YAS 12	2,39	< 10	-	-	-	-
YAS 13	3,51	< 10	-	-	-	-
YAS 14	2,46	< 10	-	-	-	-
YÜS 1	3,67	> 100	-	-	-	-
YÜS 2	4,05	> 100	-	+	< 1.000	+
Güzelyurt						
YAS 10	2,52	< 50	-	-	-	-
YAS 11	2,40	> 100	-	+	< 1.000	+
YÜS 3	7,01	< 100	-	+	< 1.000	+
KAS 1	1,61	< 50	-	+	< 1.000	+
Eskil						
YAS 15	2,81	< 20	-	-	-	-
YAS 16	3,63	< 10	-	-	-	-
YAS 17	5,96	< 50	-	+	< 1.000	+
YAS 18	3,94	< 50	-	-	-	-
Ortaköy						
YAS19	9,28	> 100	-	+	< 1.000	+
YAS 20	2,84	< 10	-	-	-	-
YAS 21	2,52	> 50	-	+	< 1.000	+
YÜS 4	5,67	< 20	-	+	< 1.000	+
YÜS 5	6,31	> 100	-	+	< 1.000	+
YÜS 6	5,87	> 100	-	+	< 1.000	+
YÜS 7	6,99	> 100	-	-	-	-
YÜS 8	10,16	> 100	-	+	< 1.000	+
Sarıyahşi						
YÜS 9	6,21	> 50	-	-	-	-
YÜS 10	6,17	> 50	-	-	-	-
Ağaçören						
YAS 22	2,37	< 50	-	-	-	-
YAS 23	3,80	> 100	-	-	-	-
Gülağaç						
YAS 24	3,72	< 50	-	+	< 1.000	+
YÜS 11	3,00	< 20	-	+	< 1.000	+
YÜS 12	3,99	> 100	-	+	< 1.000	+
YÜS 13	4,59	>100	-	+	< 1.000	+

Haziran dönemi ağır metal konsantrasyon değerlerinden sadece Bozkır göleti arsenik değeri sınır değeri aşmış, diğer tüm yeraltı ve yerüstü su kaynakları sulama suyu kalitesi açısından Anonymous (1994)'e göre uygun bulunmuştur (Çizelge 4.18).

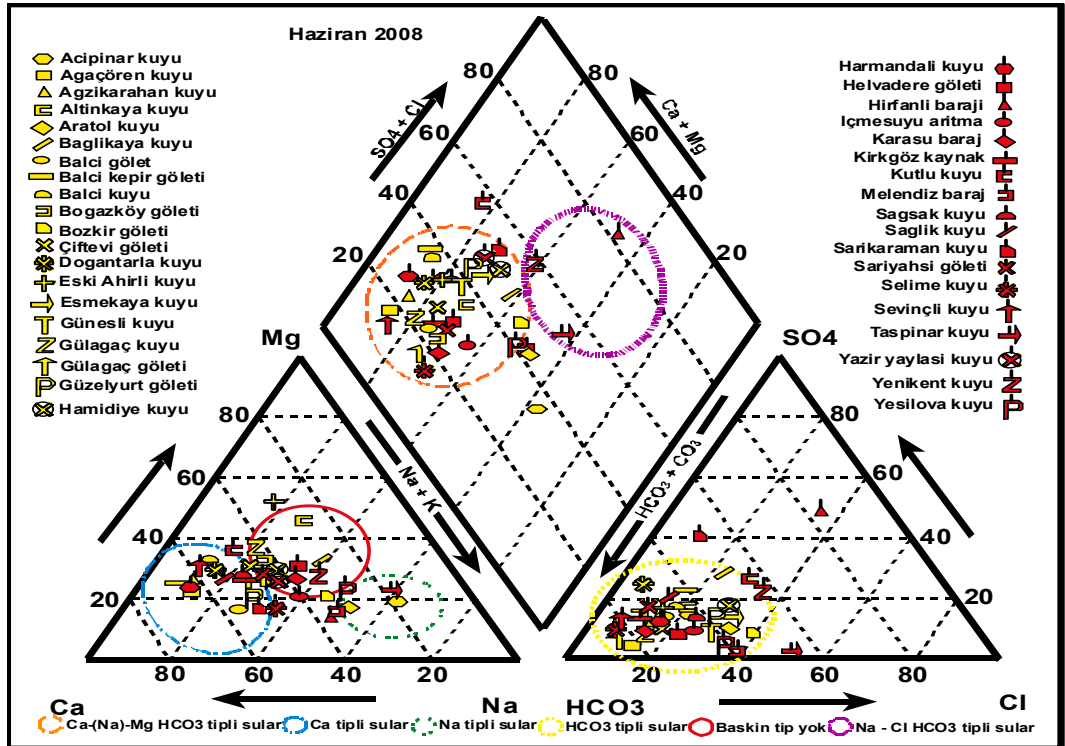
Çizelge 4.18. Haziran – 2008 dönemi ağır metal analiz sonuçları

İSTASYON	Al (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Ni (mg/L)
Aksaray-Merkez										
YAS 1	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS 3	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00
YAS 4	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
YAS 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
YAS 7	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00
YAS 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS 9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 12	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 13	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS 1	0,23	0,08	0,01	0,02	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS 2	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00
Güzelyurt										
YAS 10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS 11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS 3	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,04	0,00	0,00	0,00
KAS 1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Eskil										
YAS 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS 17	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Ortaköy										
YAS19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YAS 21	0,00	0,09	0,01	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS 4	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,03	0,00	0,00	0,00
YÜS 5	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS 6	0,46	0,07	0,00	0,02	0,00	0,34	0,03	0,00	0,00	0,00
YÜS 7	0,16	0,07	0,01	0,13	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00
YÜS 8	0,01	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Sarıyahşi										
YÜS 9	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
YÜS 10	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,04	0,00	0,00	0,00
Ağaçören										
YAS 22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YAS 23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Gülağaç										
YAS 24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
YÜS 11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
YÜS 12	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00
YÜS 13	0,07	0,09	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00

Haziran – 2008 dönemi için, Çizelge 4.19’da verilen anyon ve katyon değerleri kullanılarak suları gruplandırma ve tiplerini belirleme amacı ile oluşturulan Piper diyagramı Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Buna göre; Taşpınar, Hirfanlı barajı ve Yenikent kaynaklarından alınan su örnekleri Piper diyagramında 7. bölgede yer alarak genellikle karbonat alkaliliği % 50’den az,  $(Na^{+} + K^{+}) > (Ca^{++} + Mg^{++})$  ve  $(Cl^{-} + SO_{4}^{-}) > (HCO_{3}^{-} + CO_{3}^{-})$ , Na – Cl – HCO<sub>3</sub> tipli sular olup tuzlu ve sodalı sular sınıfına girmektedir. Aratol 9. bölgede toplanarak hiçbir iyonu % 50’yi geçmeyen baskın tip yok sular sınıfına, diğer yerüstü ve yeraltı suları 5. bölgede gruplanarak genel olarak karbonat sertliği % 50’den fazla Ca–(Na)–(Mg) HCO<sub>3</sub> tipli sular olup,  $(HCO_{3}^{-} + CO_{3}^{-}) > (Cl^{-} + SO_{4}^{-})$  ve  $(Ca^{++} + Mg^{++}) > (Na^{+} + K^{+})$  karbonatlı ve sülfatlı sular sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.19. Haziran – 2008 dönemi majör anyon – katyon değerleri değişimi

İSTASYON	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mg <sup>++</sup> (mg/L)	Ca <sup>++</sup> (mg/L)	Ekasyon (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	Σanyon (mg/L)
Aksaray - Merkez										
YAS1	215,60	16,50	42,90	62,40	337,40	259,90	0,00	408,70	12,90	681,50
YAS2	58,10	7,20	36,40	70,80	172,50	76,80	0,00	247,20	64,10	388,10
YAS3	359,10	34,60	59,40	183,10	636,20	324,60	0,00	931,80	125,90	1.382,40
YAS4	81,30	7,30	32,70	59,10	180,40	96,00	0,00	191,40	87,70	375,10
YAS5	192,50	18,60	43,60	108,80	363,60	192,00	0,00	575,80	65,50	833,30
YAS6	131,30	8,50	105,60	101,10	346,50	128,60	0,00	725,80	147,60	1.002,10
YAS7	642,30	10,60	110,30	168,40	931,60	317,30	0,00	1.638,50	238,10	2.238,90
YAS8	22,10	0,70	18,80	79,10	120,60	27,70	0,00	244,70	25,60	297,90
YAS9	157,10	13,60	65,60	97,50	333,80	130,50	0,00	521,10	224,60	876,10
YAS12	34,80	1,20	37,00	78,70	151,80	77,40	0,00	193,00	101,50	371,80
YAS13	54,20	6,50	40,80	129,80	224,80	52,00	0,00	410,60	97,60	560,20
YAS14	25,10	6,90	27,10	81,90	140,90	16,20	0,00	314,00	30,20	360,40
YÜS1	59,80	13,30	17,50	53,40	143,90	49,00	0,00	293,30	30,30	372,60
YÜS2	26,40	3,90	13,00	25,40	68,70	24,60	0,00	137,00	16,50	178,00
Güzelyurt										
YAS10	28,10	11,90	10,80	43,30	94,20	14,00	0,00	212,50	15,90	242,50
YAS11	18,70	2,70	19,60	54,50	95,40	10,80	0,00	206,50	58,30	275,60
YÜS3	22,40	14,20	9,40	37,90	83,90	28,70	30,30	107,90	16,70	183,60
KAS1	10,40	1,60	5,60	16,70	34,30	9,60	0,00	93,70	12,60	115,90
Eskil										
YAS15	94,60	3,90	47,10	132,40	278,10	148,30	0,00	423,70	85,90	657,90
YAS16	118,50	8,10	63,90	135,90	326,50	160,10	0,00	493,00	149,60	802,60
YAS17	89,00	8,60	61,10	173,20	331,80	123,80	0,00	609,10	103,80	836,70
YAS18	74,80	3,40	41,10	107,10	226,40	107,90	0,00	419,40	62,40	589,70
Ortaköy										
YAS19	93,50	1,80	34,60	134,20	264,20	62,10	0,00	374,50	252,60	689,20
YAS20	31,10	1,40	30,30	128,60	191,30	55,60	0,00	390,20	58,60	504,40
YAS21	29,20	3,90	40,70	108,90	182,60	64,40	0,00	377,50	90,00	531,90
YÜS4	30,10	2,50	23,90	50,80	107,30	35,10	0,00	224,10	24,30	283,50
YÜS5	34,90	3,70	23,90	44,60	106,90	21,70	0,00	226,90	26,70	275,30
YÜS6	11,30	0,50	3,80	19,90	35,50	10,60	0,00	91,40	12,40	114,40
YÜS7	6,90	0,40	6,50	29,20	43,10	12,40	9,40	84,10	27,20	132,90
YÜS8	122,10	10,70	27,90	79,40	240,10	143,00	0,00	335,90	44,10	522,90
Sarıyahşi										
YÜS9	242,30	7,60	139,80	245,40	435,10	252,40	0,00	197,80	505,90	956,20
YÜS10	38,50	2,30	21,80	48,90	111,40	21,30	0,00	224,20	42,60	288,10
Ağaçören										
YAS22	12,90	0,90	12,70	62,90	89,40	22,20	0,00	218,60	9,60	250,40
YAS23	54,90	19,00	78,40	72,60	224,80	66,40	0,00	424,60	92,40	583,40
Gülağaç										
YAS24	51,60	8,00	48,00	88,60	196,20	47,30	0,00	466,90	39,80	553,90
YÜS11	51,30	10,40	31,80	74,00	167,50	32,80	0,00	387,40	15,00	435,20
YÜS12	77,50	20,50	38,60	77,70	214,10	55,60	0,00	465,30	37,30	558,20
YÜS13	90,70	16,90	16,40	50,70	174,80	106,40	18,50	289,10	20,30	434,20



Şekil 4.4. Haziran – 2008 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı

Çökeltme indeksi değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.20), yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının % 18'inin negatif değer göstererek sulama açısından uygun olduğu, % 82'sinin pozitif değer göstererek sulama açısından uygun olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Haziran – 2008 dönemi çökeltme indeksi değişimi

Numune Yeri	$\Sigma$ Katyon (meq/L)	Ca+Mg (meq/L)	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>3</sub> (meq/L)	(pK <sub>2</sub> -pK <sub>c</sub> )	p(Ca+Mg)	p(CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> )	pHc	pHa	P.I (Çök. İnd.)
Aksaray-Merkez									
YAS 1	16,50	6,70	6,70	2,33	2,46	2,28	7,07	6,74	-0,33
YAS 2	9,28	6,57	4,05	2,28	2,46	2,41	7,15	7,53	0,38
YAS 3	30,61	14,11	15,28	2,43	2,28	1,74	6,45	6,54	0,09
YAS 4	9,40	5,68	3,14	2,28	2,51	2,49	7,28	7,68	0,40
YAS 5	17,92	9,08	9,44	2,34	2,34	2,19	6,87	7,04	0,17
YAS 6	19,78	13,86	11,90	2,35	2,29	1,90	6,54	7,25	0,71
YAS 7	45,81	17,61	26,86	2,45	2,10	1,51	6,06	6,33	0,27
YAS 8	6,50	5,52	4,01	2,26	2,51	2,41	7,18	7,23	0,05
YAS 9	17,52	10,34	8,54	2,34	2,33	2,18	6,85	7,47	0,62
YAS 12	8,57	7,02	3,16	2,27	2,45	2,49	7,21	7,62	0,41
YAS 13	12,42	9,89	6,73	2,3	2,34	2,28	6,92	6,76	-0,16
YAS 14	7,62	6,35	5,15	2,26	2,46	2,35	7,07	7,22	0,15
YÜS 1	7,07	4,13	4,81	2,14	2,71	2,38	7,23	7,15	-0,08
YÜS 2	3,60	2,35	2,25	2,18	2,80	2,74	7,72	7,15	-0,57
Güzelyurt									
YAS 10	4,60	3,07	3,48	2,22	2,72	2,48	7,42	7,02	-0,40
YAS 11	5,24	4,36	3,39	2,24	2,71	2,48	7,43	7,60	0,17
YÜS 3	4,02	2,68	2,78	2,2	2,80	2,73	7,73	9,64	1,91
KAS 1	1,79	1,30	1,54	2,13	3,20	2,86	8,19	7,66	-0,53
Eskil									
YAS 15	14,76	10,54	6,95	2,32	2,33	2,28	6,93	7,06	0,13
YAS 16	17,49	12,13	8,08	2,33	2,29	2,17	6,79	6,94	0,15
YAS 17	17,84	13,75	9,99	2,34	2,29	2,11	6,74	6,81	0,07
YAS 18	12,12	8,78	6,88	2,30	2,35	2,28	6,93	7,16	0,23
Ortaköy									
YAS19	13,71	9,59	6,14	2,32	2,33	2,29	6,94	7,15	0,21
YAS 20	10,34	8,95	6,40	2,29	2,35	2,29	6,93	7,72	0,79
YAS 21	10,20	8,83	6,19	2,29	2,35	2,29	6,93	6,95	0,02
YÜS 4	5,91	4,53	3,67	2,25	2,71	2,48	7,44	8,05	0,61
YÜS 5	5,83	4,22	3,72	2,25	2,71	2,48	7,44	7,90	0,46
YÜS 6	1,81	1,31	1,50	2,13	3,20	2,86	8,19	7,70	-0,49
YÜS 7	2,31	2,00	1,69	2,13	2,95	2,84	7,92	8,89	0,97
YÜS 8	11,88	6,29	5,51	2,33	2,46	2,34	7,13	8,51	1,38
Sarıyahşi									
YÜS 9	21,32	10,59	3,24	2,36	2,33	2,49	7,18	8,17	0,99
YÜS 10	5,99	4,26	3,68	2,25	2,71	2,48	7,44	7,87	0,43
Ağaçören									
YAS 22	4,79	4,20	3,58	2,24	2,71	2,48	7,43	7,48	0,05
YAS 23	13,04	10,16	6,96	2,31	2,33	2,28	6,92	7,72	0,80
Gülağaç									
YAS 24	8,84	6,35	6,35	2,27	2,46	2,29	7,02	7,03	0,01
YÜS 11	10,88	8,43	7,65	2,29	2,35	2,23	6,87	7,49	0,62
YÜS 12	10,99	7,10	7,63	2,29	2,45	2,23	6,97	7,90	0,93
YÜS 13	8,28	3,90	5,35	2,27	2,71	2,35	7,33	8,65	1,32

#### 4.1.4.2. Ağustos - 2008 Dönemi (yaz – bitiş) Dönemi

Ağustos – 2008 (yaz - bitiş) dönemi, yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulama suyu kalitesi yönünden incelendiğinde (Çizelge 4.21), yerüstü suları EC ve TÇKM değerleri açısından, YÜS6, YÜS7 ve KAS1 I. sınıf, YÜS1, YÜS2, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS10, YÜS11 ve YÜS13 II. sınıf, YÜS8, YÜS9, YÜS12 III. sınıf, SAR değerlerine göre, yerüstü su



kaynakları I. sınıf bulunmuş, YÜS6, YÜS7 ve KAS1 (C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>), YÜS1, YAS2, YÜS3, YÜS4, YÜS5, YÜS10, YÜS11 ve YÜS13 (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>), YÜS8, YÜS9 ve YÜS12 (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Yeraltı sularının EC ve TÇKM değerleri yönünden, YAS2, YAS4, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14, YAS20, YAS21 ve YAS22 II. sınıf, YAS1, YAS3, YAS5, YAS6, YAS9, YAS13, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18, YAS19, YAS23, YAS24 III. sınıf, YAS7 IV. sınıf, sodyumluluk zararına göre (SAR), YAS2, YAS4, YAS5, YAS6, YAS8, YAS9, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS 14, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I. sınıf, YAS1 ve YAS3 II. sınıf, YAS7 III. sınıf özellik taşıdığı belirlenmiştir. Yeraltı su kaynakları, sulama suyu kalite sınıflandırılmasına göre, YAS2, YAS4, YAS8, YAS10, YAS11, YAS12, YAS14 YAS20, YAS21 ve YAS22 (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>), YAS5, YAS6, YAS9, YAS13, YAS15, YAS16, YAS17, YAS18, YAS19, YAS23, YAS24 (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>), YAS1 ve YAS3 (C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>), YAS7 (C<sub>4</sub>S<sub>3</sub>) sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991).

Çizelge 4.21. Ağustos – 2008 dönemi sulama suyu kalite parametreleri değişimi

Numune Yeri	Parametre								
	EC (µS/cm)	TÇKM (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	B (mg/L)	SAR	RSC (meq/L)	Sınıf (Anonim 1991)
Aksaray Merkez									
YAS 1	1.291	821	4,67	269,20	11,90	1,73	5,17	0,29	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>
YAS 2	647	418	13,40	67,20	68,60	0,69	1,33	-1,73	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 3	2.081	1.543	1,88	364,10	74,40	3,17	6,15	6,02	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>
YAS 4	651	486	12,51	98,30	58,80	1,02	1,80	-2,04	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 5	1.240	803	2,75	176,80	42,50	2,14	3,81	1,85	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 6	1.444	963	8,98	253,60	147,10	1,01	3,46	-1,45	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 7	2.918	2.026	25,60	324,90	361,90	1,44	9,99	10,27	C <sub>4</sub> S <sub>3</sub>
YAS 8	462	307	11,79	23,10	21,60	0,16	0,58	-0,80	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 9	1.276	877	7,02	126,50	188,80	0,96	2,99	-0,58	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 12	592	419	12,93	63,50	81,10	0,41	0,79	-2,98	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 13	767	484	1,27	38,80	34,70	0,19	1,00	-1,46	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 14	540	352	12,28	12,40	32,10	0,19	0,62	-0,48	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 1	554	319	0,77	56,30	30,40	0,91	1,84	0,40	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 2	310	167	0,09	21,60	16,90	0,06	0,95	-0,31	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Güzelyurt									
YAS 10	362	217	4,05	17,80	15,30	0,14	1,00	0,36	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 11	395	250	11,79	17,20	39,80	0,14	0,54	-0,76	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 3	341	194	0,01	27,10	19,10	0,09	0,96	0,43	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
KAS 1	186	90	1,84	6,10	15,60	0,01	0,46	-0,28	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
Eskil									
YAS 15	1.002	676	1,96	132,90	57,60	0,39	1,78	-1,48	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 16	1.220	803	2,77	155,30	102,10	1,02	2,15	-1,70	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 17	1.104	770	2,45	116,70	71,10	0,66	1,49	-1,37	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 18	841	575	1,99	97,70	46,70	0,37	1,57	-0,22	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Ortaköy									
YAS19	913	612	5,59	55,80	205,80	0,44	1,90	-1,64	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YAS 20	677	458	3,04	44,10	55,10	0,12	0,66	-1,03	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 21	738	574	22,50	57,20	82,40	0,17	0,87	-1,22	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 4	435	251	0,04	28,80	30,20	0,09	0,83	-0,74	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 5	448	271	0,03	16,60	29,90	0,11	0,95	0,42	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 6	191	107	0,01	6,60	13,50	0,02	0,46	-0,06	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 7	234	156	0,01	8,40	33,30	0,04	1,00	-0,27	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 8	897	632	0,12	161,80	39,90	0,24	0,42	0,38	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Sarıyahşi									
YÜS 9	1.394	919	0,22	243,50	416,60	0,39	4,52	-5,63	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 10	459	258	0,01	16,40	42,40	0,11	1,12	-0,35	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Ağaçören									
YAS 22	346	229	7,27	18,60	10,80	0,05	0,39	-0,21	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YAS 23	913	550	7,80	59,90	78,60	0,27	1,01	-1,79	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Gülağaç									
YAS 24	790	518	9,77	45,40	41,20	0,45	1,14	0,24	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 11	580	379	1,61	29,20	14,70	0,61	1,12	0,76	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 12	773	484	2,35	79,60	33,20	1,48	2,12	0,83	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
YÜS 13	694	471	0,50	53,20	10,10	1,71	2,00	-1,64	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

FAO tarafından belirlenen sulama suyu standartlarına göre, EC açısından YAS3 ve YAS7 dışındaki tüm kaynaklar, SAR yönünden YAS3 kaynağı ile YAS7 kaynağının dışındaki diğer kaynaklar sulama açısından uygun bulunmuştur (Anonymous 1994).

$\text{NO}_3^-$  açısından, yerüstü suları I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, yeraltı suları, YAS2, YAS4, YAS6, YAS9, YAS19, YAS22 YAS23 ve YAS24 II. sınıf; YAS7, YAS8, YAS11, YAS12, YAS14, YAS21 III. sınıf, diğer tüm yeraltı su kaynakları ise I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS7 ve YAS21 dışında kalan tüm yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonları içerdiği belirlenmiştir.

$\text{Cl}^-$  değerleri yönünden yerüstü su kaynakları, YÜS8 ve YÜS9 II. sınıf, diğer bütün yerüstü su kaynakları I. sınıf (Anonim 1991), Anonymous (1994)'e göre ise, tüm yerüstü su kaynakları sulama açısından uygun bulunmuştur.  $\text{SO}_4^{2-}$  açısından, tüm yerüstü su kaynakları sulama için uygun bulunmuş (Anonymous 1994), Anonim (1991)'e göre, YÜS9 III. sınıf su kalite özelliği gösterirken diğer yerüstü su kaynakları I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermiştir. Yeraltı su kaynaklarının  $\text{Cl}^-$  değerlerine bakıldığında, YAS5 ve YAS16 II. sınıf, YAS1, YAS3, YAS6 ve YAS7 III. sınıf, YAS2, YAS4, YAS8, YAS9, YAS10, YAS11, YAS12, YAS13, YAS14, YAS15, YAS17, YAS18, YAS19, YAS20, YAS21, YAS22, YAS23 ve YAS24 I. sınıf,  $\text{SO}_4^{2-}$  yönünden, YAS19 II. sınıf, YAS7 III. sınıf, diğer yeraltı su kaynaklarının I. sınıf sulama suyu kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir (Anonim 1991). Anonymous (1994)'e göre, YAS1, YAS3 YAS6 ve YAS7 hariç diğer bütün yeraltı su kaynaklarının  $\text{Cl}^-$  açısından,  $\text{SO}_4^{2-}$  yönünden ise tüm yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Artık sodyum karbonat (RSC) değerlerine bakıldığında, YAS5 II. sınıf, YAS3 ve YAS7 III. sınıf, diğer su kaynakları ise I. sınıf su kalite özelliği göstermiştir (Eaton 1950). Bu sonuçlara göre, YAS3 ve YAS7 dışındaki kaynakların sulamada kullanılması uygun bulunmuştur.

Bor değerlerine bakılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından YÜS1, YÜS11, YAS2, YAS4, YAS6, YAS7, YAS9, YAS16, YAS17 II. sınıf, YAS1, YÜS12 ve YÜS13 III. sınıf, YAS3 ile YAS5 IV. sınıf, diğer yerüstü ve yeraltı su kaynakları I. sınıf sulama suyu özelliği göstermiştir (Anonim 1991). YÜS1, YÜS12, YÜS13, YAS1, YAS3, YAS4, YAS5, YAS6, YAS7, YAS9 ve YAS16 dışındaki bütün yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama için uygun B konsantrasyon değerleri içerdiği belirlenmiştir (Anonymous 1994).

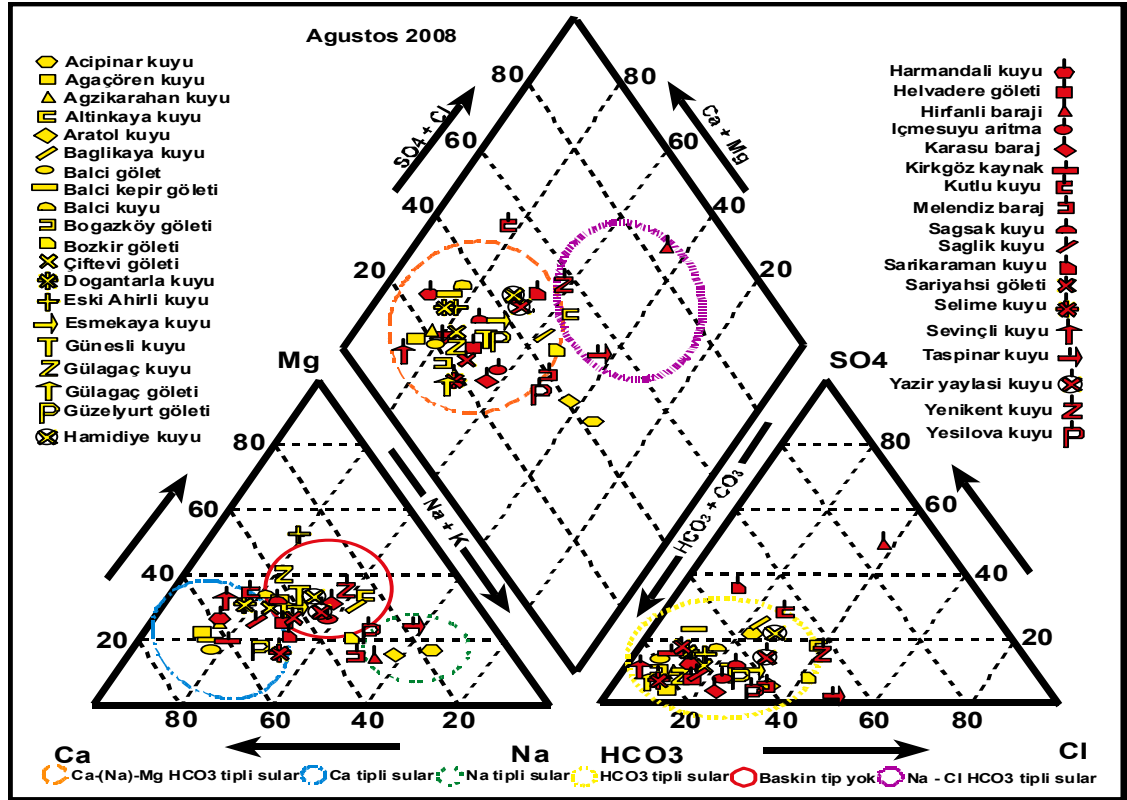
Çizelge 4.22. Ağustos – 2008 dönemi TOK ve Fekal Koliform değerleri

Numune Yeri	TOK (mg/L)	Koloni Sayısı (24°C)	Doğrulama Testi		Sonuç CFU / 100 mL	Fekal Koliform
			Oxidase (37°C; 21 ±3st)	İndol (37°C; 21 ±3st)		
Aksaray-Merkez						
YAS 1	4,02	> 100	-	-	-	-
YAS 2	9,65	< 10	-	-	-	-
YAS 3	4,31	< 20	-	-	-	-
YAS 4	4,68	< 20	-	-	-	-
YAS 5	2,29	> 100	-	-	-	-
YAS 6	1,37	< 10	-	-	-	-
YAS 7	2,44	> 100	-	-	-	-
YAS 8	2,83	< 50	-	-	-	-
YAS 9	4,51	< 50	-	+	< 1.000	+
YAS 12	2,39	< 10	-	-	-	-
YAS 13	3,51	> 100	-	+	< 1.000	+
YAS 14	2,46	>100	-	-	-	-
YÜS 1	3,67	> 150	-	+	< 1.000	+
YÜS 2	4,05	> 150	-	+	< 1.000	+
Güzelyurt						
YAS 10	2,52	> 100	-	-	-	-
YAS 11	2,40	< 100	-	-	-	-
YÜS 3	7,01	> 150	-	+	< 1.000	+
KAS 1	1,61	> 100	-	+	< 1.000	+
Eskil						
YAS 15	2,81	> 150	-	+	< 1.000	+
YAS 16	3,60	< 10	-	-	-	-
YAS 17	5,96	> 150	-	+	< 1.000	+
YAS 18	3,94	> 50	-	+	< 1.000	+
Ortaköy						
YAS19	9,28	> 50	-	-	-	-
YAS 20	2,84	> 150	-	-	-	-
YAS 21	2,52	> 100	-	+	< 1.000	+
YÜS 4	5,67	< 20	-	+	< 1.000	+
YÜS 5	6,31	< 50	-	-	-	-
YÜS 6	5,87	> 150	-	+	< 1.000	+
YÜS 7	6,99	> 150	-	+	< 1.000	+
YÜS 8	10,16	> 150	-	+	< 1.000	+
Sarıyahşi						
YÜS 9	6,21	> 150	-	+	< 1.000	+
YÜS 10	6,17	> 150	-	+	< 1.000	+
Ağaçören						
YAS 22	2,37	>50	-	+	< 1.000	+
YAS 23	3,80	> 150	-	+	< 1.000	+
Gülağaç						
YAS 24	3,72	< 50	-	-	-	-
YÜS 11	3,00	> 1500	-	+	< 1.000	+
YÜS 12	3,99	> 150	-	+	< 1.000	+
YÜS 13	4,59	>100	-	+	< 1.000	+

Fekal koliform (E.coli) değerlerinin belirlenmesi amacı ile indol – oxidase doğrulama testine göre yapılan mikrobiyolojik analizler sonucu Ağustos döneminde, YÜS1, YÜS2, KAS1, YÜS3, YÜS4, YÜS6, YÜS7, YÜS8, YÜS9, YÜS10, YÜS11, YÜS12, YÜS13, YAS9, YAS13 YAS15, YAS17, YAS18 YAS21 YAS22 ve YAS23 kaynaklarının fekal koliform değerleri pozitif çıkmış ve Anonymous 1994’e göre, bu kaynaklara ait değerler sınır değerinin altında olduğu için, bu bölgedeki tüm yerüstü ve yeraltı su kaynakları fekal koliform değerleri sulama yönünden uygun bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Çalışma sahasındaki yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının organik madde kirliliği içeriği açısından sulama amaçlı olarak kullanılabilmesinin belirlenmesinde kullanılan TOK

değerlerine göre, yerüstü ve yeraltı su kaynakları TOK değerleri sınır değerinin (< 100 mg/l) altında bulunmuş (Çizelge 4.22) ve Ağustos dönemi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulamada kullanılması uygun görülmüştür (Anwer 2008).



Şekil 4.5. Ağustos – 2008 dönemi yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına ait Piper diyagramı

Ağustos – 2008 dönemi için, Çizelge 4.23'te verilen anyon ve katyon değerleri kullanılarak suları gruplandırma ve tiplerini belirleme amacı ile oluşturulan Piper diyagramı Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Buna göre; Taşpınar, Hirfanlı barajı, Altinkaya ve Yenikent kaynaklarından alınan su örnekleri Piper diyagramında 7. bölgede yer alarak genellikle karbonat alkaliliği % 50'den az,  $(Na^+ + K^+) > (Ca^{++} + Mg^{++})$  ve  $(Cl^- + SO_4^{--}) > (HCO_3^- + CO_3^{--})$ , Na - Cl - HCO<sub>3</sub> tipli sular olup tuzlu ve sodalı sular sınıfına girmektedir. Aratol ve Acipınar 9. bölgede toplanarak hiçbir iyonu % 50'yi geçmeyen baskın tip yok sular sınıfına, diğer yerüstü ve yeraltı suları 5. bölgede gruplanarak genel olarak karbonat sertliği % 50'den fazla Ca-(Na)-(Mg) HCO<sub>3</sub> tipli sular olup,  $(HCO_3^- + CO_3^{--}) > (Cl^- + SO_4^{--})$  ve  $(Ca^{++} + Mg^{++}) > (Na^+ + K^+)$  karbonatlı ve sülfatlı sular sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.23. Ağustos – 2008 dönemi majör anyon – katyon değerleri değişimi

Numune Yeri	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mg <sup>++</sup> (mg/L)	Ca <sup>++</sup> (mg/L)	Σkatyon (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Σanyon (mg/L)
Aksaray-Merkez										
YAS 1	213,20	17,00	41,90	58,80	330,90	269,20	0,00	410,10	11,90	691,20
YAS 2	51,70	6,30	31,40	61,20	150,60	67,20	0,00	240,40	68,60	376,20
YAS 3	328,70	36,00	46,50	138,40	549,70	364,10	0,00	1025,90	74,40	1.464,40
YAS 4	66,20	6,50	33,40	46,30	152,30	98,30	0,00	186,10	58,80	343,10
YAS 5	171,00	18,80	39,40	86,10	315,20	176,80	0,00	575,80	42,50	795,00
YAS 6	178,70	7,90	70,40	84,10	341,10	253,60	0,00	525,90	147,10	926,60
YAS 7	559,40	11,40	68,20	123,60	762,60	324,90	0,00	1.349,90	361,90	2.036,70
YAS 8	20,90	0,70	17,70	67,50	106,80	23,10	0,00	246,90	21,60	291,60
YAS 9	147,40	13,50	61,60	81,10	182,90	126,50	0,00	525,30	188,80	840,60
YAS 12	31,30	1,10	32,40	66,30	131,10	63,50	0,00	184,90	81,10	329,50
YAS 13	44,70	5,30	32,90	95,30	178,20	38,80	0,00	368,80	34,70	442,20
YAS 14	23,90	5,90	24,70	69,90	124,40	12,40	0,00	309,50	32,10	353,90
YÜS 1	59,70	12,90	19,10	48,30	139,90	56,30	0,00	268,60	30,40	355,30
YÜS 2	25,20	3,50	12,50	32,90	74,10	21,60	0,00	144,80	16,90	183,20
Güzelyurt										
YAS 10	28,40	9,90	9,90	44,20	92,30	17,80	0,00	206,90	15,30	240,00
YAS 11	17,80	2,40	18,10	51,90	90,10	17,20	0,00	203,90	39,80	260,80
YÜS 3	26,10	13,50	7,90	42,40	89,90	27,10	40,90	145,80	19,10	232,90
KAS 1	10,10	1,40	5,40	27,90	44,80	6,10	0,00	95,70	15,60	183,20
Eskil										
YAS 15	86,70	3,80	43,50	101,70	234,60	132,90	0,00	440,80	57,60	631,40
YAS 16	111,60	8,10	60,20	103,60	283,40	155,30	0,00	517,90	102,10	775,40
YAS 17	77,80	7,20	51,60	118,70	255,30	116,70	0,00	540,60	71,10	728,40
YAS 18	69,50	3,20	38,30	84,40	195,40	97,70	0,00	435,50	46,70	582,90
Ortaköy										
YAS19	85,60	1,70	30,90	101,60	219,70	55,80	0,00	366,60	205,80	628,20
YAS 20	28,60	1,30	27,20	98,20	155,30	44,10	0,00	375,00	55,10	474,20
YAS 21	38,50	3,80	37,20	87,00	166,60	57,20	0,00	380,30	82,40	519,90
YÜS 4	27,60	2,20	21,40	47,90	99,20	28,80	0,00	209,70	30,20	268,70
YÜS 5	31,50	3,20	21,40	47,10	103,30	16,60	0,00	278,20	29,90	324,70
YÜS 6	10,50	0,80	4,40	30,90	46,60	6,60	0,00	112,80	13,50	132,90
YÜS 7	10,70	0,90	7,10	36,80	55,50	8,40	7,80	122,40	33,30	171,90
YÜS 8	119,70	11,10	26,50	70,20	227,60	161,80	0,00	371,70	39,90	573,40
Sarıyahşi										
YÜS 9	209,80	6,90	34,60	104,90	356,10	243,50	0,00	152,60	416,60	812,60
YÜS 10	36,80	1,90	20,70	47,40	106,90	16,40	0,00	228,00	42,40	286,80
Ağaçören										
YAS 22	12,30	0,80	11,50	56,20	80,70	18,60	0,00	216,70	10,80	246,10
YAS 23	48,90	18,10	67,80	63,50	198,30	59,90	0,00	428,80	78,60	567,30
Gülağaç										
YAS 24	50,60	7,60	45,40	74,10	177,60	45,40	0,00	471,40	41,20	557,90
YÜS 11	41,70	9,20	27,20	58,70	136,80	29,20	0,00	363,90	14,70	407,70
YÜS 12	81,70	18,40	28,40	65,30	193,90	79,60	0,00	394,30	33,20	507,10
YÜS 13	92,90	18,90	18,20	52,90	182,90	53,20	0,00	153,80	10,10	217,10

Çökeltme indeksi değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.24), yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının % 26'sının negatif değer göstererek sulama açısından uygun olduğu, % 74'ünün pozitif değer göstererek sulama açısından uygun olmadığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.24. Ağustos – 2008 dönemi çökeltme indeksi değişimi**

Numune Yeri	Σ Katyon (meq/L)	Ca+Mg (meq/L)	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>3</sub> (meq/L)	pK <sub>2</sub> -pK <sub>c</sub> )	p(Ca+Mg)	p(CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> )	pHc	pHa	P.1 (Çök. İnd.)
Aksaray-Merkez									
YAS 1	0,44	9,27	6,72	2,33	2,46	2,28	7,07	6,72	-0,35
YAS 2	0,16	2,25	3,94	2,27	2,51	2,41	7,19	7,49	0,30
YAS 3	0,92	14,29	16,82	2,38	2,33	1,73	6,44	6,51	0,07
YAS 4	0,17	2,88	3,05	2,27	2,51	2,49	7,27	7,61	0,34
YAS 5	0,48	7,43	9,44	2,32	2,43	2,19	6,94	7,01	0,07
YAS 6	0,20	7,77	8,62	2,34	2,33	2,19	6,86	7,40	0,54
YAS 7	0,29	24,32	22,13	2,43	2,30	1,52	6,25	7,43	1,18
YAS 8	0,02	0,91	4,05	2,25	2,71	2,41	7,37	6,33	-1,04
YAS 9	0,35	6,41	8,61	2,32	2,33	2,18	6,83	7,38	0,55
YAS 12	0,03	1,36	3,03	2,26	2,46	2,49	7,21	7,64	0,43
YAS 13	0,14	1,94	6,05	2,29	2,43	2,29	7,01	6,76	-0,25
YAS 14	0,15	1,04	5,07	2,26	2,51	2,29	7,06	7,16	0,10
YÜS 1	6,93	4,01	4,40	2,26	2,71	2,41	7,38	8,43	1,05
YÜS 2	0,09	1,10	2,37	2,18	2,80	2,74	7,72	7,30	-0,42
Güzelyurt									
YAS 10	0,25	1,23	3,39	2,20	2,72	2,48	7,40	7,14	-0,26
YAS 11	0,06	0,77	3,34	2,22	2,71	2,48	7,41	7,64	0,23
YÜS 3	0,35	1,13	3,75	2,20	2,80	2,43	7,43	9,74	2,31
KAS 1	0,04	0,44	1,57	2,13	3,20	2,86	8,19	7,60	-0,59
Eskil									
YAS 15	0,10	3,72	7,23	2,30	2,45	2,23	6,98	7,04	0,06
YAS 16	0,21	4,85	8,49	2,32	2,33	2,18	6,83	6,94	0,11
YAS 17	0,18	3,38	8,86	2,31	2,33	2,18	6,82	6,81	-0,01
YAS 18	0,08	3,02	7,14	2,29	2,43	2,23	6,95	7,13	0,18
Ortaköy									
YAS19	0,04	3,72	6,01	2,29	2,43	2,29	7,01	7,21	0,20
YAS 20	0,03	1,24	6,15	2,27	2,43	2,29	6,99	7,10	0,11
YAS 21	0,10	1,67	6,23	2,29	2,43	2,29	7,01	6,98	-0,03
YÜS 4	0,06	1,20	3,44	2,24	2,70	2,48	7,42	8,12	0,70
YÜS 5	0,08	1,37	4,56	2,25	2,71	2,41	7,37	7,72	0,35
YÜS 6	0,02	0,45	1,85	2,13	3,20	2,84	8,17	7,68	-0,49
YÜS 7	0,02	0,47	2,27	2,14	2,80	2,74	7,68	8,71	1,03
YÜS 8	0,29	5,21	6,09	2,29	2,51	2,29	7,09	8,46	1,37
Sarıyahşi									
YÜS 9	0,18	9,12	2,50	2,33	2,45	2,73	7,51	8,50	0,99
YÜS 10	0,05	1,60	3,74	2,25	2,71	2,41	7,37	8,04	0,67
Ağaçören									
YAS 22	0,02	0,53	3,55	2,20	2,71	2,48	7,39	7,47	0,08
YAS 23	0,46	2,13	7,03	2,29	2,45	2,28	7,02	7,80	0,78
Gülağaç									
YAS 24	0,24	1,81	5,97	2,26	2,51	2,29	7,06	6,97	-0,09
YÜS 11	0,19	2,20	7,73	2,29	2,43	2,23	6,95	7,45	0,50
YÜS 12	0,47	3,55	6,46	2,29	2,51	2,28	7,08	8,16	1,08
YÜS 13	0,22	1,97	2,52	2,2	3,20	2,73	8,13	8,33	0,20

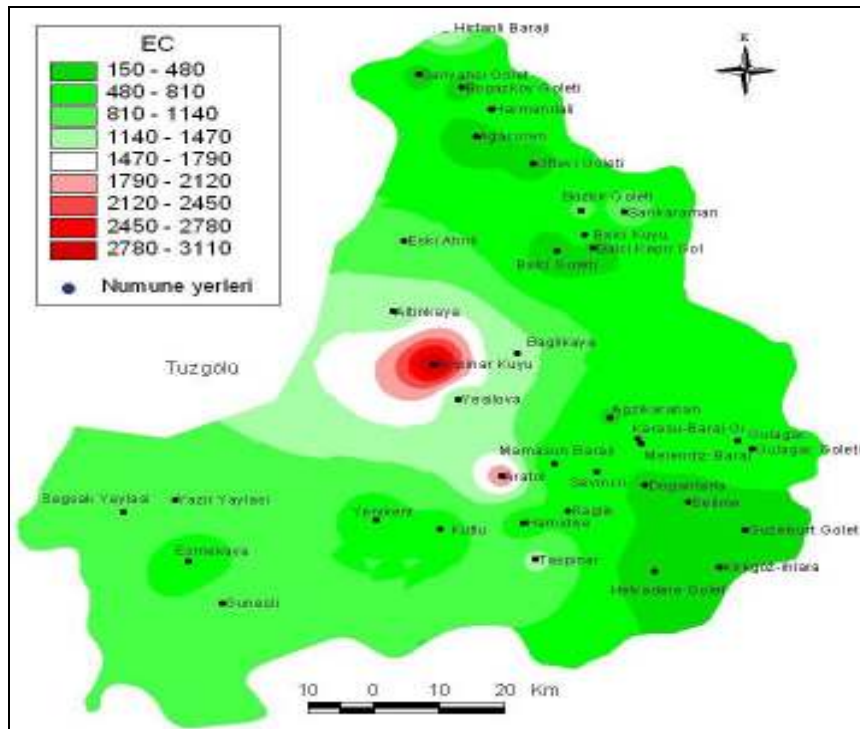
#### 4.1.4.3. Sulama suyu kalite parametrelerinin CBS metodu ile değerlendirilmesi

Sulama dönemine ait EC değerleri incelendiğinde; genel olarak EC değerlerinin 150 – 1470 µS/cm arasında değiştiği görülmektedir. FAO tarafından belirlenen sulama suyu standartlarına göre, bu suların sulamada kullanılmasında sakınca bulunmamaktadır. Şekil 4.6’da görüldüğü üzere Tuz gölü yayılım alanı boyunca EC değerlerinde büyük artış görülmekte olup bu suların sulama suyu olarak kullanılması sakıncalı bulunmuştur (Anonymous 1994). Özellikle Acıpmar ve Aratol bölgelerinde görülen yüksek EC değeri, bu bölgelerde kontrolsüz açılan ve aşırı pompalama yapılan kuyularda zamanla tuz gölünden kaynaklara olan akış ile bölgedeki yerleşim alanlarından kaynaklanan evsel atıkların

kontROLSÜZ olarak alıcı ortama deşarjlarından kaynaklanmaktadır. Bölgede ağırlıklı olarak, arpa, buğday, şekerpancarı, meyve ve sebze ile birlikte az miktarda yonca üretimi yapılmaktadır. Çizelge 4.25’de üretimi yapılan bazı bitkilerin EC değeri açısından eşik değeri verilmiştir (Kotuby ve ark. 1997). Buna göre bölgenin büyük bir çoğunluğunda üretimi yapılan bitkilerin EC değerlerinin eşik değerlerin altında bulunduğu belirlenmiştir. Tuz gölü yayılım alanı içinde kalan bölgedeki yeraltı su kaynakları ile yerüstü su kaynaklarından Hirfanlı barajına ait EC değerleri, arpa ve buğday için eşik değerin altında almaktadır. Acıpınar, Aratol, Altınkaya, Bağlıkaya, Yeşilova, Taşpınar ve hirfanlı barajı kaynaklarının sebze ve meyve üretiminde kullanılması durumunda, EC değerlerinin eşik değerlerden yüksek olması nedeni ile sulama suyu kalitesi açısından uygun olmayacağı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.25. Bazı bitkilerin tuz toleransı (Kotuby ve ark. 1997)

Bitki Çeşidi	Eşik Değeri (EC $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Arpa	5.300
Yonca	1.300
Buğday	4.000
Şekerpancarı	4.700
Marul	900
Domates	1.700
Mısır	1.100
Elma	1.000
Şeftali	1.100



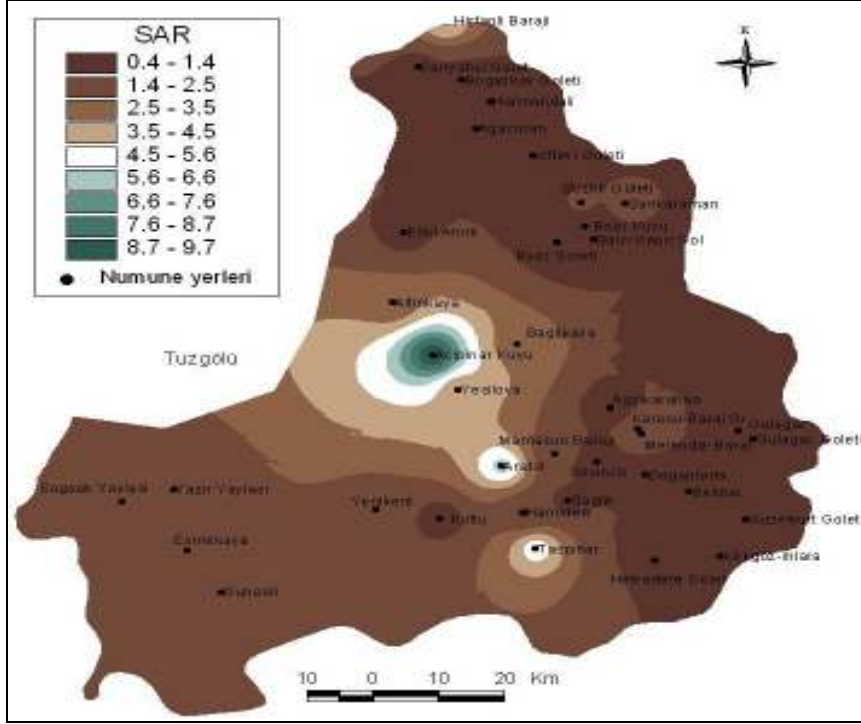
Şekil 4.6. Aksaray bölgesi sulama dönemi EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) dağılımı

SAR değerleri açısından değerlendirildiğinde; genel olarak SAR değerlerinin 0 – 3,5 arasında değiştiği görülmektedir. FAO tarafından belirlenen sulama suyu standartlarına göre, bu suların sulamada kullanılmasında sakınca bulunmamaktadır. Şekil 4.7’de görüldüğü uğere Acıpınar bölgesi yeraltı su kaynağı SAR değerinin sınır değerin uğerinde olması nedeni ile sulama suyu olarak kullanılması sakıncalı bulunmuştur (Anonymous 1994).  $\text{HCO}_3^-$  iyonunun yüksek değerde olması nedeni ile ortamda bulunan  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{Mg}^{++}$  iyonları çökelmekte ve ortama  $\text{Na}^+$  iyonları hakim olmaktadır. Böylece artan SAR değeri toprağın fiziksel yapısını bozarak bitki gelişimi için gerekli olan iyon dağılımı dengesini ve bitkinin su alımını olumsuz etkilemektedir.

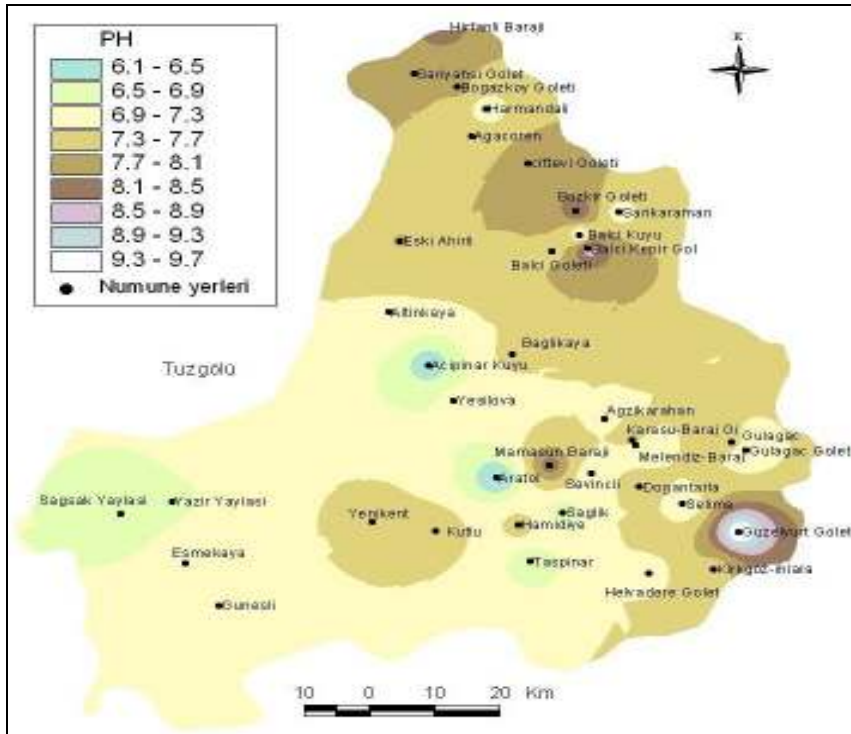
Sulama dönemine ait pH haritası incelendiğinde; genel olarak pH değerleri sınır değerler arasında (Şekil 4.8) ve sulama açısından uygun bulunmuştur (Anonymous 1994). En yüksek pH değerine Güzelyurt göleti bölgesinde ulaşılmıştır. Sulama sularında pH değerinin sınır değerlerinden (6,5 – 8,5) farklı olması bitkilerde dengesiz beslenme veya toksik maddelerin birikimine neden olmaktadır (Anonymous 1994). Suların aktif  $\text{H}^+$  iyonu konsantrasyonu gösteren pH değeri toprakların kimyasal özelliklerini etkilemektedir (Munsuz ve Uner 1995). nemli bitki besin maddelerinin hareketine, çökelmesine ya da yarayışlı hale gelmesine pH daki bu değişim aralığı neden olmakta, örneğin yüksek pH değerlerinde görülen kloroz, demir bileşiklerinin kilmesi nedeniyle demir noksanlığının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Kendirli ve ark 1997).

Acıpınar, Aratol ve Taşpınar bölgeleri  $\text{Cl}^-$  açısından en yüksek değerlere sahip olup sulama için sınır değerin uğtnde yer almaktadır (Anonymous, 1994). Genel olarak  $\text{Cl}^-$  değerleri 8 – 157 mg/L arasında değişmekte olup (Şekil 4.9), EC dağılımı ile paralellik göstermektedir. Sulama sularında  $\text{Cl}^-$  en problemlili anyon olarak kabul edilmektedir. Duyarlı bitkiler için 5 meq/L’ den küçük, orta duyarlı bitkiler için 5 – 10 meq/L ve dayanıklı bitkiler için 10 meq/L’ den büyük klor konsantrasyonuna sahip sulama suları sulamada sakınca oluşturmamaktadır (Mass 1990).

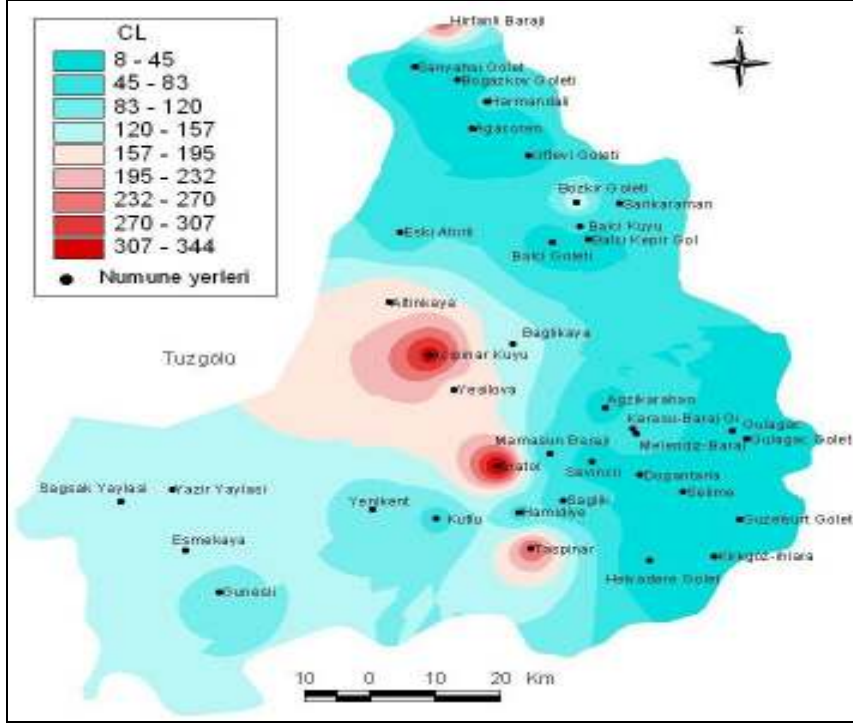




Şekil 4.7. Aksaray bölgesi sulama dönemi SAR dağılımı



Şekil 4.8. Aksaray bölgesi sulama dönemi pH dağılımı

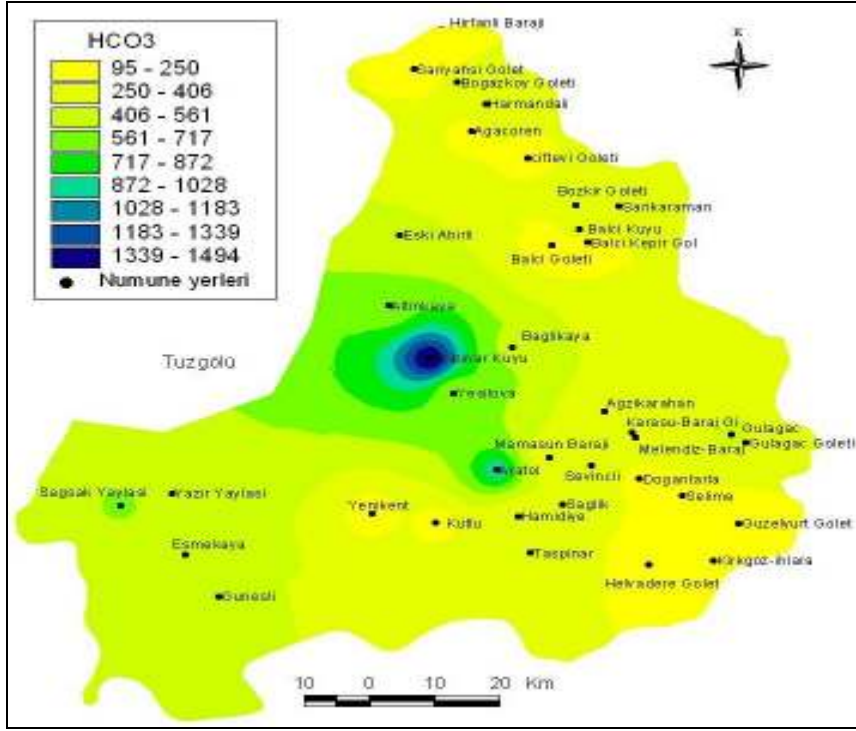


Şekil 4.9. Aksaray bölgesi sulama dönemi Cl (mg/L) dağılımı

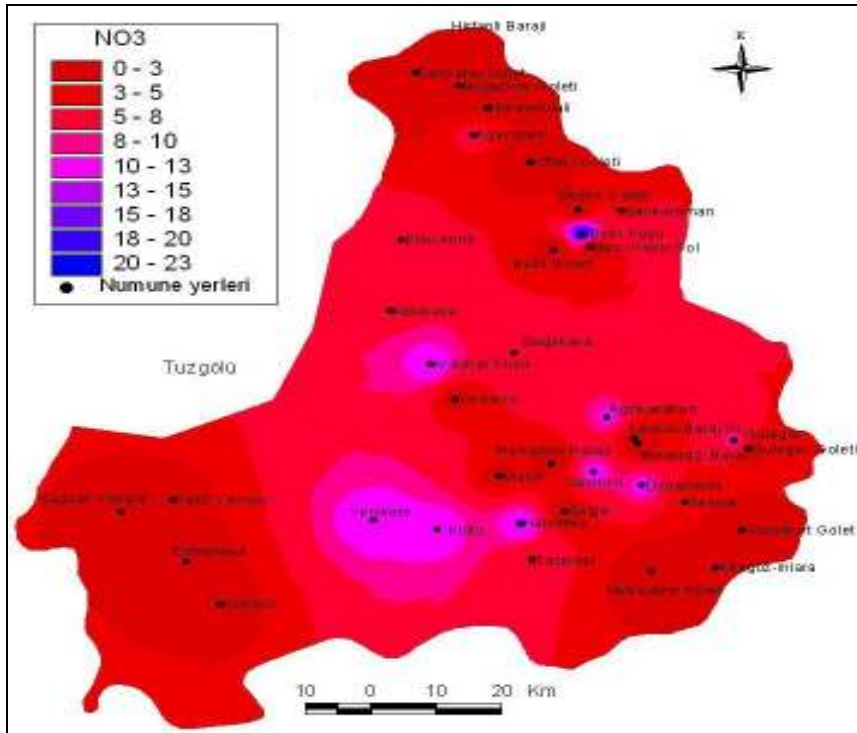
Tuz gölü yayılım çevresi boyunca  $\text{HCO}_3$  değerlerinde artış görülmekte olup, en yüksek değerlere Aratol ve Acıpinar bölgelerinde ulaşmaktadır (Şekil 4.10). Genel olarak  $\text{HCO}_3$  değerleri 95 – 561 mg/L arasında değişmekte olup, sulama için uygun bulunmuştur (Anonymous 1994).

$\text{NO}_3^-$  dağılımı yönünden sulama dönemi genel olarak 0 – 10 mg/L arasında değişmekte olup, sulama açısından sınır değerinin altında yer almaktadır (Anonymous 1994). En yüksek nitrat değeri Balcı kuyu bölgesinde bulunmuştur (Şekil 4.11).

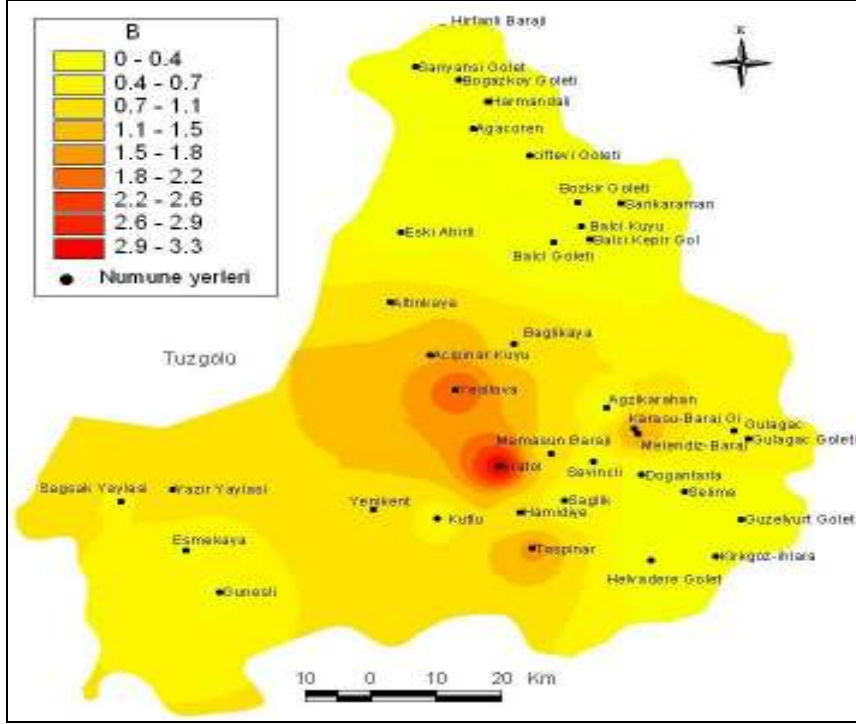
Sulama dönemine ait B değerleri incelendiğinde, genel olarak B değerlerinin 0 – 0,7 mg/L arasında değiştiği görülmektedir. Aratol ve çevresinden Tuz gölü yayılım alanına gidildikçe B değerleri 0,7 – 3,3 mg/L arasında değişmekte en yüksek değerine Aratol bölgesinde ulaşmaktadır. B değerleri, özellikle  $\text{Na}^+$  iyonlarının yüksek olduğu bölgelerde yüksek değerlere ulaşmakta ve SAR değerleri ile yüksek bir korelasyon oluşturmaktadır (Şimşek ve Gündüz 2007). Bölgeye ait B konsantrasyon dağılımı (Şekil 4.12) ile SAR dağılımı (Şekil 4.7) incelendiğinde her iki dağılımın benzerlik göstermesi bu ilişkiyi doğrulamaktadır.



Şekil 4.10. Aksaray bölgesi sulama dönemi HCO<sub>3</sub> (mg/L) dağılımı

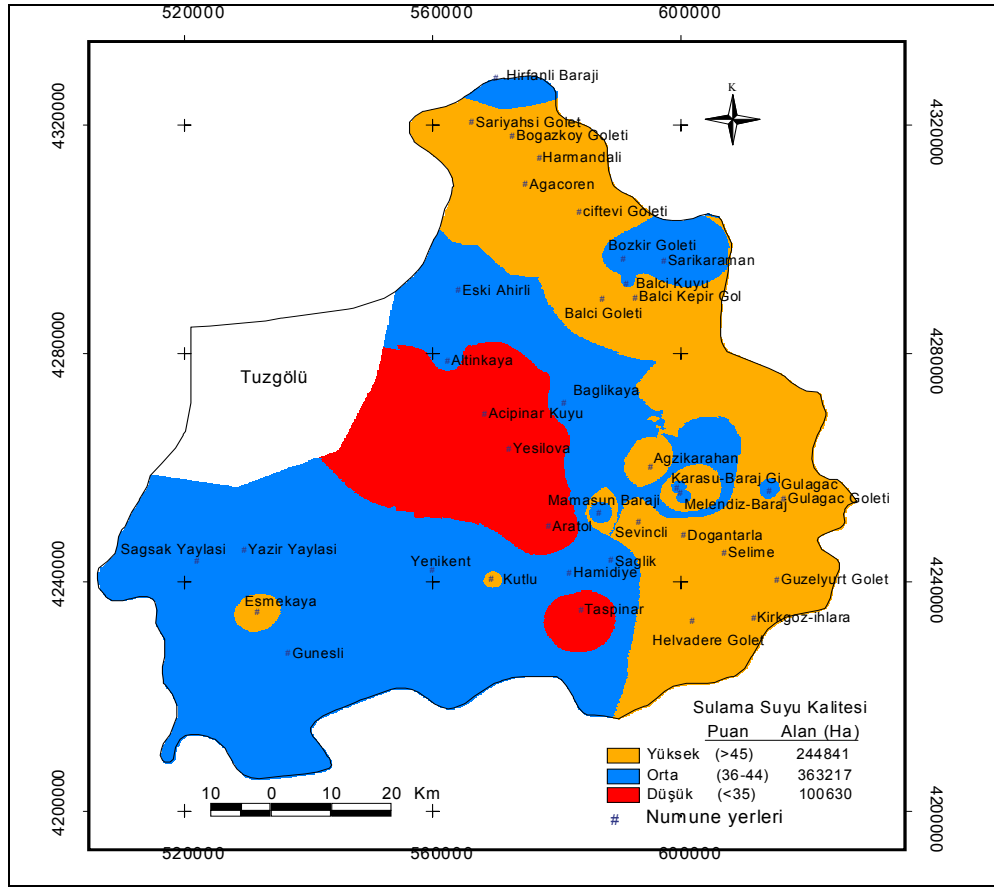


Şekil 4.11. Aksaray bölgesi sulama dönemi NO<sub>3</sub> (mg/L) dağılımı



Şekil 4.12. Aksaray bölgesi sulama dönemi B (mg/L) dağılımı

Sulama suyu kalite parametrelerini içeren bütün bu haritaların birleştirilmesi ile sulama dönemine ait Aksaray bölgesi sulama suyu kalite indeksi haritası elde edilmiştir (Şekil 4.13). Bu verilere göre tüm yerüstü su kaynakları yüksek ve orta sulama suyu kalite indeksine sahip olarak sulama için uygun bulunmuştur. Yeraltı su kaynaklarının; Taşpınar bölgesi ile Tuz gölü yayılım alanı boyunca düşük sulama suyu kalite indeksi değerine, genel olarak ise orta sulama suyu kalite indeksi değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bölgelerde yapılacak üretimlerde verimdeki kaybın minimum olması için, yetiştirilen bitki çeşidine, sulama yöntemine ve randımanlı bir drenaj sistemine özellikle dikkat edilmelidir.



Şekil 4.13. Aksaray bölgesi sulama dönemi sulama suyu kalite indeksi haritası

#### 4.2. Aksaray bölgesi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sulama suyu kalitesi açısından mevsimsel değişiminin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Mevsimler arasında farklılık olup olmadığını karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmış olup, muamelelerin önemli çıkması durumunda ortalamaları karşılaştırmak amacı ile Duncan çoklu karşılaştırma testi, korelasyon analizinde parametrik veriler için ise Pearson korelasyon yöntemi uygulanmıştır. Mevsimlere ait veriler istatistiksel olarak Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Mevsimlere ait İstatistiksel Veriler

Parametre	Dönem	Numune Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata
EC	Ekim (2007)	38	973,21	665,96	108,03
	Şubat (2008)	20	948,55	531,81	118,91
	Nisan (2008)	36	909,83	665,23	110,87
	Haz – Aĝs (2008)	76	786,74	563,67	64,65
	Toplam	170	873,52	606,73	46,53
TÇKM	Ekim (2007)	38	594,78	392,99	63,75
	Şubat (2008)	20	590,60	332,58	74,36
	Nisan (2008)	36	557,05	435,90	72,65
	Haz – Aĝs (2008)	76	555,55	409,72	46,99
	Toplam	170	568,76	400,52	30,71
NO <sub>3</sub>	Ekim (2007)	38	4,40	4,94	0,80
	Şubat (2008)	20	7,51	6,74	1,50
	Nisan (2008)	36	6,42	6,62	1,10
	Haz – Aĝs (2008)	76	5,10	5,86	0,67
	Toplam	170	5,50	5,98	0,45
SAR	Ekim (2007)	38	1,87	1,75	0,28
	Şubat (2008)	20	1,79	1,38	0,30
	Nisan (2008)	36	1,80	1,89	0,31
	Haz – Aĝs (2008)	76	1,87	1,85	0,21
	Toplam	170	1,85	1,78	0,13
RSC	Ekim (2007)	38	0,55	1,98	0,32
	Şubat (2008)	20	0,70	1,87	0,41
	Nisan (2008)	36	-0,15	2,52	0,42
	Haz – Aĝs (2008)	76	-0,64	2,46	0,28
	Toplam	170	-0,11	2,36	0,18
B	Ekim (2007)	38	0,51	0,65	0,10
	Şubat (2008)	20	0,71	0,73	0,16
	Nisan (2008)	36	0,55	0,67	0,11
	Haz – Aĝs (2008)	76	0,62	0,70	0,08
	Toplam	170	0,59	0,69	0,05
TOK	Ekim (2007)	38	5,58	4,02	0,65
	Şubat (2008)	20	4,27	3,45	0,77
	Nisan (2008)	36	4,37	2,23	0,37
	Haz – Aĝs (2008)	76	7,19	13,49	1,54
	Toplam	170	5,89	9,39	0,72

Anova testine ait veriler Çizelge 4.27’de verilmiştir. Buna göre, artık sodyum karbonat miktarı (RSC) ortalamaları mevsimler arası değişimlerden etkilenmiş ve bu farklılık % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Mevsimler arası Tek Yönlü Varyans Analiz Tablosu (Anova)

Parametre	Gruplar	Kareler Ortalaması	Önemlilik
EC	Gruplar arası	370015,51	0,39
	Gruplar içi	368087,51	
TÇKM	Gruplar arası	17824,93	0,95
	Gruplar içi	162993,63	
NO <sub>3</sub>	Gruplar arası	56,63	0,19
	Gruplar içi	35,45	
SAR	Gruplar arası	0,07	0,99
	Gruplar içi	3,22	
RSC	Gruplar arası	17,26	*0,02
	Gruplar içi	5,36	
B	Gruplar arası	0,21	0,71
	Gruplar içi	0,48	
TOK	Gruplar arası	89,29	0,38
	Gruplar içi	88,31	

\* (P < 0,05)

Ortalamaları karşılaştırmak amacı ile Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış; en düşük ortalama değere sahip Haziran – Ağustos – 2008 dönemi ile en yüksek ortalama değere sahip Ekim – 2007 ve Şubat – 2008 arasında iki farklı grup oluşmuştur ve bu fark % 5 düzeyinde önemlidir. Nisan – 2008 dönemi geçiş grubunu oluşturmakta ve her üç dönemle benzer özellikler göstermektedir. Ekim – 2007 ile Şubat – 2008 aynı grup içinde yer alarak mevsimsel değişimlerden etkilenmemişlerdir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. RSC değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi

Parametre	Dönemler	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar
RSC	Ekim (2007)	1,98	0,32	0,55 a
	Şubat (2008)	1,87	0,41	0,70 a
	Nisan (2008)	2,52	0,42	-0,15 ab
	Haz – Ağu (2008)	2,46	0,28	-0,64 b

<sup>a, b</sup> (P<0,05)

Sulama suyu kalite parametrelerinin kendi aralarında mevsimsel ve mevsimler arası ilişkilerinin belirlenmesi amacı ile Pearson korelasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemle göre; Ekim – 2007 (Çizelge 4.30), Nisan – 2008 (Çizelge 4.32) ve Haziran- Ağustos- 2008 (Çizelge 4.33) dönemlerine ait, EC, TÇKM, SAR, RSC ve B parametreleri arasındaki korelasyon % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Şubat 2008 dönemine ait veriler

incelendiğinde, (Çizelge 4.31) EC, TÇKM, SAR ve B arasındaki korelasyon % 1 düzeyinde önemli bulunurken, EC, TÇKM, SAR parametrelerinin RSC parametresi ile arasındaki korelasyon %5, B parametresinin RSC parametresi ile arasındaki korelasyon % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Pearson korelasyon yönteminin aynı parametreler arasında mevsimler arası uygulanması durumunda ise, EC, TÇKM, SAR, RSC ve B parametreleri arasındaki korelasyon % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Mevsimler arası sulama suyu kalite parametreleri Pearson Korelasyon ilişkisi

Parametre	Korelasyon İlişkisi	EC	TÇKM	NO <sub>3</sub>	SAR	RSC	B	TOK
EC	Pearson	1,00	**0,97	0,11	**0,90	**0,47	**0,68	-0,09
	N	170	170	170	170	170	170	170
TÇKM	Pearson	**0,97	1,00	0,12	**0,90	**0,43	**0,69	-0,08
	N	170	170	170	170	170	170	170
NO <sub>3</sub>	Pearson	0,11	0,12	1,00	0,01	-0,11	-0,05	-0,02
	N	170	170	170	170	170	170	170
SAR	Pearson	**0,90	**0,90	0,01	1,00	**0,53	**0,74	-0,06
	N	170	170	170	170	170	170	170
RSC	Pearson	**0,47	**0,44	-0,11	**0,53	1,00	**0,41	0,02
	N	170	170	170	170	170	170	170
B	Pearson	**0,68	**0,69	-0,05	**0,74	**0,41	1,00	0,03
	N	170	170	170	170	170	170	170
TOK	Pearson	-0,09	-0,08	-0,02	-0,06	0,02	0,03	1,00
	N	170	170	170	170	170	170	170

\*\* (P<0,01), N (Toplam Numune Sayısı)

Çizelge 4.30. Ekim – 2007 sulama suyu kalite parametreleri Pearson Korelasyon ilişkisi

Parametre	Korelasyon İlişkisi	EC	TÇKM	NO <sub>3</sub>	SAR	RSC	B	TOK
EC	Pearson	1,00	**0,99	-0,02	**0,92	**0,49	**0,75	-0,16
	N	38	38	38	38	38	38	38
TÇKM	Pearson	**0,99	1,00	0,01	**0,91	**0,45	**0,75	-0,17
	N	38	38	38	38	38	38	38
NO <sub>3</sub>	Pearson	-0,02	0,01	1,00	-0,12	-0,18	-0,06	-0,15
	N	38	38	38	38	38	38	38
SAR	Pearson	**0,92	**0,91	-0,12	1,00	**0,60	**0,69	-0,06
	N	38	38	38	38	38	38	38
RSC	Pearson	**0,49	**0,45	-0,18	**0,60	1,00	**0,47	-0,05
	N	38	38	38	38	38	38	38
B	Pearson	**0,75	**0,75	-0,06	**0,69	**0,47	1,00	-0,07
	N	38	38	38	38	38	38	38
TOK	Pearson	-0,16	-0,17	-0,15	-0,06	-0,05	-0,07	1,00
	N	38	38	38	38	38	38	38

\*\* (P<0,01), N (Toplam Numune Sayısı)



Çizelge 4.31. Şubat – 2008 sulama suyu kalite parametreleri Pearson Korelasyon ilişkisi

Parametre	Korelasyon İlişkisi	EC	TÇKM	NO <sub>3</sub>	SAR	RSC	B	TOK
EC	Pearson	1,00	**0,99	-0,09	**0,87	*0,47	**0,79	-0,07
	N	20	20	20	20	20	20	20
TÇKM	Pearson	**0,99	1,00	-0,09	**0,85	*0,49	**0,79	-0,06
	N	20	20	20	20	20	20	20
NO <sub>3</sub>	Pearson	-0,09	-0,09	1,00	-0,32	*-0,47	-0,33	-0,24
	N	20	20	20	20	20	20	20
SAR	Pearson	**0,87	**0,85	-0,32	1,00	*0,51	**0,93	-0,04
	N	20	20	20	20	20	20	20
RSC	Pearson	*0,47	*0,49	*-0,47	*0,51	1,00	**0,61	-0,05
	N	20	20	20	20	20	20	20
B	Pearson	**0,79	**0,79	-0,33	**0,93	**0,61	1,00	-0,03
	N	20	20	20	20	20	20	20
TOK	Pearson	-0,07	-0,06	-0,24	-0,04	-0,05	-0,03	1,00
	N	20	20	20	20	20	20	20

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01), N (Toplam Numune Sayısı)

Çizelge 4.32. Nisan – 2008 sulama suyu kalite parametreleri Pearson Korelasyon ilişkisi

Parametre	Korelasyon İlişkisi	EC	TÇKM	NO <sub>3</sub>	SAR	RSC	B	TOK
EC	Pearson	1,00	**0,99	0,23	**0,92	**0,47	**0,68	-0,04
	N	36	36	36	36	36	36	36
TÇKM	Pearson	**0,99	1,00	0,26	**0,92	**0,47	**0,67	-0,08
	N	36	36	36	36	36	36	36
NO <sub>3</sub>	Pearson	0,23	0,26	1,00	0,16	-0,24	0,01	-0,15
	N	36	36	36	36	36	36	36
SAR	Pearson	**0,92	**0,92	0,16	1,00	**0,58	**0,76	-0,01
	N	36	36	36	36	36	36	36
RSC	Pearson	**0,47	**0,47	-0,24	**0,58	1,00	**0,45	-0,14
	N	36	36	36	36	36	36	36
B	Pearson	**0,68	**0,67	0,01	**0,76	**0,50	1,00	-0,11
	N	36	36	36	36	36	36	36
TOK	Pearson	-0,04	-0,08	-0,15	-0,01	-0,14	-0,11	1,00
	N	36	36	36	36	36	36	36

\*\* (P<0,01), N (Toplam Numune Sayısı)

Çizelge 4.33. Haziran - Ağustos – 2008 sulama suyu kalite parametreleri Pearson Korelasyon ilişkisi

Parametre	Korelasyon İlişkisi	EC	TÇKM	NO <sub>3</sub>	SAR	RSC	B	TOK
EC	Pearson	1,00	**0,97	0,15	**0,90	**0,44	**0,67	-0,10
	N	76	76	76	76	76	76	76
TÇKM	Pearson	**0,97	1,00	0,15	**0,90	**0,42	**0,67	-0,09
	N	76	76	76	76	76	76	76
NO <sub>3</sub>	Pearson	0,15	0,15	1,00	0,05	0,02	-0,02	0,01
	N	76	76	76	76	76	76	76
SAR	Pearson	**0,91	**0,90	0,05	1,00	**0,53	**0,73	-0,08
	N	76	76	76	76	76	76	76
RSC	Pearson	**0,44	**0,42	0,02	**0,53	1,00	**0,38	0,09
	N	76	76	76	76	76	76	76
B	Pearson	**0,67	**0,67	-0,02	**0,73	**0,38	1,00	0,06
	N	76	76	76	76	76	76	76
TOK	Pearson	-0,10	-0,09	0,01	-0,08	0,09	0,06	1,00
	N	76	76	76	76	76	76	76

\*\* (P<0,01), N (Toplam Numune Sayısı)

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ekim – 2007, Şubat – 2008 Nisan – 2008 ve Haziran – Ağustos 2008 dönemlerine ait yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından alınan numuneler mevsimsel açıdan tablosal ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bazı numune noktalarından, Şubat döneminde buzlanma ve kötü hava koşulları, Nisan döneminde yeraltı su kaynaklarından kuyuların bu dönemde kullanılmaması nedeni ile örnekler alınamamıştır.

Anonim (1991) sulama suyu kalite sınıflandırılması ve Anonymous (1994) sulama suyu kalitesi maksimum sınır değerleri dikkate alınarak aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik (EC) ve sodyumluluk zararı (SAR) açısından değerlendirme yapıldığında sulama suyu kalite sınıfları mevsimsel değişimlerden etkilenmemiş ve bu fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sulama dönemine (Yaz) ait EC ve SAR değerleri incelediğinde yerüstü suları EC açısından genel olarak II. sınıf, yeraltı suları II. ve III. sınıf, hem yerüstü hem de yeraltı su kaynakları SAR yönünden I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermektedir. Özellikle SAR değerlerinin düşük olması, yüksek konsantrasyon değerlerine sahip bikarbonat iyonlarının sebep olacağı sodyumluluk zararını büyük ölçüde azaltmaktadır. Bölge toprak yapısının, ağır bünyeli ve tuzlu – sodyumlu bir yapıya sahip olması, taban suyu seviyesinin yüksek olması ve yeterli drenaj sisteminin olmaması yüksek EC değerlerine sahip yeraltı sularının sulamada kullanılmasını kısıtlamaktadır. Anyon ve katyon dağılımının gösterildiği piper diyagramı incelendiğinde; yerüstü ve yeraltı su kaynakları genel olarak, karbonatlı ve sülfatlı su sınıfı özelliği göstermektedir.

Genel olarak nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), gübreleme özelliği nedeni ile sulama sularında arzu edilmesine rağmen, fazla miktarda nitrat toprak permeabilitesini azaltmaktadır. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) yönünden, mevsimsel bir farklılık bulunmamakta ve genel olarak yerüstü su kaynakları I. sınıf, yeraltı su kaynakları I. ve II. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermektedir. Yeraltı su kaynaklarına ait Acıpınar ve Balcı numune noktalarında nitrat konsantrasyon değerleri sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Yüksek nitrat konsantrasyon değerleri; evsel atıklarından ve özellikle de tarımsal faaliyetler için gübreleme yapılması sonucu yağmur ve kar sularının azotlu bileşikleri aküferlere taşınmasından kaynaklanmaktadır. Bu yeraltı su kaynaklarının sulamada kullanılmaması gerekmektedir, ancak kullanılmasının gerekliliği durumunda ek bir nitrat gübrelemesine ihtiyaç duyulmadan kullanılması önerilmektedir.

Yerüstü ve yeraltı su kaynakları  $Cl^-$  ve  $SO_4^{=}$  konsantrasyon değerleri açısından, istatistiksel olarak mevsimsel değişimlerden etkilenmemişlerdir. Sulama (Yaz) dönemine ait veriler incelendiğinde,  $Cl^-$  ve  $SO_4^{=}$  yönünden, genel olarak yerüstü ve yeraltı su kaynakları I. sınıf sulama suyu kalite özelliği göstermektedir.

Bor (B) konsantrasyon değerleri mevsimsel değişimlerden etkilenmemekte, yerüstü ve yeraltı su kaynakları genel olarak I. sınıf özellik göstermektedir.

Artık Sodyum Karbonat (RSC) değerleri, mevsimsel değişimlerden etkilenmiş, en düşük RSC ortalama değeri Yaz döneminde elde edilirken, en yüksek RSC ortalama değeri Sonbahar ve Kış dönemlerinde elde edilmiştir. İlkbahar dönemi ise geçiş grubunu oluşturmaktadır. Tüm dönemlere ait RSC ortalama değerleri sulama suyu kalitesi açısından sınır değerlerin altında bulunmuş ve sulama yönünden sakınca oluşturmamaktadır.

Sulama suyu kalite parametrelerinden çökeltme indeksi değerleri, genel olarak (% 75) sulama suyu kalitesi açısından uygun özellik göstermemektedir. Özellikle sulama mevsiminde bu oran oldukça artmaktadır. Bu nedenle sodyumluluk zararının belirlenmesinde ölçüt olarak sadece RSC değerinin değil, aynı zamanda çökeltme indeksi değerinde dikkate alınması gerekmektedir. Yenilenebilir su kaynakları potansiyelinin oldukça sınırlı olduğu çalışma sahasında, özellikle uygun drenaj sistemi ve sulama yöntemi uygulanarak bu özelliğe sahip su kaynaklarının sulamada kullanılması önerilmektedir.

Sulama suyu kalite parametrelerinin (EC, SAR, RSC, TÇKM, B,  $NO_3$ , TOK) mevsimsel ve mevsimler arası birbirleri ile olan ilişkilerinin değerlendirilmesi sonucu, Sonbahar, İlkbahar ve Yaz dönemlerinde EC, SAR, RSC, TÇKM ve B parametreleri arasındaki korelasyon % 1 düzeyinde, Kış dönemi, EC, TÇKM, SAR, ve B parametreleri arasındaki korelasyon % 1 seviyesinde, EC, TÇKM, SAR parametreleri ile RSC parametresi arasındaki korelasyon % 5 düzeyinde, B parametresi ile RSC parametresi arasındaki korelasyon % 1 seviyesinde, EC, SAR, RSC, TÇKM ve B parametrelerinin mevsimler arasındaki korelasyon ise % 1 düzeyinde önemlilik göstermektedir.

Sulama dönemine ait sulama suyu kalite parametrelerinin ortalamaları alınarak yapılan sulama suyu kalite indeksi haritasına göre; yerüstü su kaynakları orta ve yüksek kalite sulama suyu, yeraltı su kaynakları Tuz gölü yayılım alanı boyunca düşük kalite sulama suyu, genel olarak ise orta kalite sulama suyu özelliği göstermektedir.

Sonuç olarak, bölgenin kurak ve yarı kurak iklim bölgesinde yer alması, yenilenebilir su kaynaklarının kısıtlı olması, bölgenin su potansiyelinin hem içme hem de kullanma ve sulama amacı ile kullanılması nedeni ile var olan su potansiyelinin daha etkin kullanılabilmesi için gerekli tedbirlerin ivedilikle alınması gereklidir.

Çalışma sahası içerisinde yer alan ve yeraltı su potansiyelini tehdit eden ruhsatsız kuyular denetlenmeli, yenilerinin açılmasına kontrollü olarak izin verilmelidir. Bu amaçla ilgili kurum ve kuruluşlar mutlak suretle koordineli çalışmalı ve caydırıcı cezalar uygulanmalıdır.

Sulama suyunun daha etkin kullanılabilmesi için; bölge çiftçisi sulama konusunda eğitilmeli, sulama yöntemi ve sulama yönetimi belirlenmeli, basınçlı sulama sistemlerinin kullanımı teşvik edilmeli bu sistemler uzman kişiler tarafından projelendirilmeli ve uygun bitki paterninin belirlenmesi gereklidir.

Suyun ucuz ve kontrolsüz olması hatalı ve aşırı kullanıma neden olmakta, aynı zamanda toprağa verilen suni gübrelerin yıkanmasına yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle ekonomik optimum değerlere ulaşmak için sulama suyu gerçek maliyetine uygun olarak fiyatlandırılmalı ve kullanılan su miktarına göre ücret alınmalıdır.

Drenaj sorununun bulunduğu tarım alanlarında taban suyunun yükselmesi bitki köklerinin geliştiği derinliği ve toprak hacmini azaltarak verimde düşüğe neden olur. Bölge topraklarının ağır bünyeli ve tuzlu bir yapıya sahip olması, taban suyu seviyesinin yüksek olması yeterli bir drenaj sisteminin olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, toprakta tuz birikiminin artmaması, daha uygun arazi kullanma olanağına kavuşulması, birim alandan alınan verimin artırılması amacı ile en kısa sürede iyi ve yeterli bir drenaj sistemi yapılandırılmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Al-Zarah A (2008). Chemistry of Groundwater of Al-Ahsa Oasis Eastern Region Saudi Arabia and Its Predictive Effects on Soil Properties. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11(3): 332 – 341.
- Anonymous (1954). U.S.Salinity Lab. Staff. Diagnosis and improvement saline and alkali soils. *Agriculture Handbook* 60, USA.
- Anonim (1991). Resmi Gazete. Tarih: 7 Ocak 1991, Sayı No: 20748.
- Anonymous (1994). FAO, Water Quality for Agriculture. *Irrigation and Drainage Paper*, No: 29 Rome.
- Anonymous (2001a). Su Havzaları Kullanım ve Yönetimi Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Yayın No DPT: 2555, Ankara.
- Anonymous (2001b). Türkiye Sulama Raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim (2005a). Aksaray İli Tarım Master Planı, Aksaray Tarım İl Müdürlüğü, Aksaray.
- Anonim (2005b). D. M. İ Genel Müdürlüğü, Aksaray İl Meteoroloji Müdürlüğü, Aksaray.
- Anwer M (2008). Irrigation Water Disinfections, Thesis for Fil. Mag. (MSc) at SLU; 2007 (30 ECTS) Master Project in the Horticultural Science Programme 2008:6.
- APHA (2005). Standard Methods for the examination of waste & wastewater. 21st ed. Washington, DC: America Public Health Association.
- Arslan H, Güler M, Cemek B, Demir Y (2007). Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. *N.K.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2).219 – 226, Tekirdağ.
- Aydan C, Ülcan S (1997). Eskişehir Alpu Ovası batısının, uzaktan algılama yöntemi ile yeraltı suyu olanakları ve kaynak yerlerinin saptanabilirliği”, 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye’deki Uygulamaları Semineri, 16-18 Mayıs, Bursa.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A. Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı 244, Ankara.
- Başkaya N (1997). Küçük Menderes Havzasında Sulama Suyu Kirliliğinin Boyutları ve Tarımsal Üretime Etkileri Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enst. Toprak Bölümü Doktora Tezi, İzmir.
- Can Y (1996). Mamasın Barajı’nın Aksaray Ovası Ziraat Hayatına Etkileri. İ.Ü. Sosyal Bilimler Enst. Uygulamalı Beşeri ve İktisadi Coğrafya Bölümü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Dişli Y (1997). Antalya İli Kale ilçesi Yeraltı Sulama Suyu Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. S. Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Doğan L (1981). Hidrojeolojide Su Kimyası. DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı Yayın No: 906, Ankara.
- Elhatip H (2002). Aksaray İlindeki Su Kaynakları ve Çevre Sorunları. Aksaray Valiliği Çevre Koruma Vakfı, Aksaray.
- Eaton FM (1950). “Significance of Carbonates in Irrigation Waters” *Soil. Sci.* 69: 123-133.
- Eren T, Arıkan A (1997). Porsuk Çayı Havzasında hidrolojik dengenin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri kullanılarak hesaplanması. 3.Uzaktan Algılama ve Türkiye’deki Uygulamaları Semineri, 16-18 Mayıs, Bursa.
- Eryurt A (1999). Manisa Bölgesi Yeraltı Sularının Bileşiminde Mevsimsel Değişiklikler Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Girgin S, Akyürek S, Usul N (2004). Türkiye için coğrafi bilgi sistemi tabanlı su kalitesi veri analiz sistemi geliştirilmesi. 3. Coğrafi Bilgi sistemleri Bilişim Günleri (6-9 Ekim), İstanbul.

- Graham WBR, Pishiria IW, Ojo OI (2006). 'Monitoring of groundwater quality for small-scale irrigation: Case studies in the Southwest Sokoto-Rima Basin, Nigeria' *Agricultural Engineering International the CIGR EJournal* Volume: 8.
- Jalali M (2005). Nitrates leaching from agricultural land in Hamadan, Western Iran, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 110: 210-218.
- Kanber R, Kırdı C, Tekinel O (1992). Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 6, Adana.
- Kaplan M, Sönmez S, Tokmak S (1999). Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23: 309-313.
- Kavurmacı M, Karadavut S, Özcan S, Kurmaç Y, Altaş L, Işık M (2008). Aksaray Yüzeysel Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Su kalitesinin Değerlendirilmesi. *Blacksea International Environmental Symposium*, Volume: III, (133-146), Giresun.
- Kendirli B, Demir K, 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.
- Kırtış F (1997). Harran Ovasındaki Bazı Suların Sulama Suyu Kalitesi Açısından Sınıflandırılması. H. Ü. Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Konukcu F, Yüksel AN (1992). Tuzlu Suların Sulama Suyu Olarak Kullanılabilir Olanakları. IV: Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, A.Ü., Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Konukcu F, A İstanbulluoğlu, İ Kocaman (2004). Social and Technical Strategies to Overcome a Possible Water Crisis in the Thrace Region and İstanbul in the Near Future. *International Symposium on Water Resources Management: Risks and Challenges for the 21st Century*, Izmir, Vol. II, 531-543, EWRA ve SUMER, Izmir.
- Kotuby J, Koenig R, Kitchen B (1997). Salinity and Plant Tolerance. *Utah State University Extension*. AG-SO-03, Utah.
- Kurunç A, Yürekli K, Öztürk F (2005). Effect of Discharge Fluctuation on Water Quality Variables from the Yeşilirmak River. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2005, 11 (2) 189 – 195.
- Mass EV (1990). Crop salt tolerance. *Agricultural Salinity Assessment and Management* ASCE, New York. pp 262 – 304.
- Mhlanga BFN, Ndlovu LS, Senjanze A (2006). Impacts of irrigation return flows on the quality of receiving waters. A case of sugarcane irrigated fields at the Royal Swaziland sugar Corporation (RSSC) in the Mbuluzi River Basin (Swaziland). *Physics and Chemistry of the Earth* 31: 804 – 813.
- Munsuz N, Ünver İ (1995). Su Kalitesi. A.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümü Ders Kitabı : 403 Yayın No: 1389, Ankara.
- Öztürk A (2004). Tuzluluk ve Sodyumluluğun Oluşumu, Bitki ve Toprağa Etkileri. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü Bildiriler Kitabı 20 – 21 Mayıs, Ankara.
- Patterson RA (1999). Practical Measurement of Water Quality as it Affect Irrigation. *Production and Environmental Monitoring Workshop*. University of New England, Armidale.
- Prinz D (2004). Water and development (the challenge ahead). *Water Resources Management: Risks and Challenges for the 21st Century*. EWRA Symposium, September 2-4, Izmir, Turkey.
- Power JF, Scheders JS (1989). Nitrate contamination of groundwater in North America. *Ecosystems Environmental*, 26: 165-187.

- Sağlam T, Adiloğlu A (1997). Su Kalitesi, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:230, Ders Kitabı No:27, Tekirdağ.
- ŒimŒek C, Gündüz O (2007). IWQ Index: A GIS integrated tehique to assess irrigation water quality. Environ Monit Assess 128: 277-300.
- Tuncay H (1994). Su Kalitesi. E.. Ziraat Fak. Yayınları No : 512, İzmir.
- Varol F, Bellitrk K, Sağlam T (2005). Tekirdağ ili sularının zellikleri. Tarım Bilimleri Dergisi 2005 11 (4).
- Will E, Faust EJ (1999). Irrigation Water Quality for Greenhouse Production Agricultural Extention Service, The University of Tennessee.
- Yıldıztekin M (2007). Muğla Karabağlar Yöresi Kuyu Sularının Sulama Suyu Kalitesi Yönünden AraŒtırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Zengin M, Karakaplan S, Ersoy İ (2002a). BeyŒehir Gölü ve umra Ovası Sulamasında Kullanılan Diğer Sulama Suları Kalitesinin Belirlenmesi. S. Ziraat Fak. Dergisi 16 (29) : 72 – 78, Konya.
- Zengin M, Bayraklı F, etin  (2002b). Konya Kapalı Havzası Sulama Sularının zellikleri. S. Ziraat Fak. Dergisi 16 (29) : 65 – 71, Konya.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1976 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Samsun'da tamamladı. 1998 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünden mezun oldu. Yüksek Lisans eğitimini 2002 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında tamamladı. 2003 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünde başladığı doktora eğitimini 2006 yılı itibarı ile Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünde halen devam ettirmektedir.