

**KEŞAN VE ÇEVRESİNDE
YETİŞTİRİLEN SEBZELERİN
SULANMASINDA KULLANILAN
SULAMA SULARININ
KALİTELERİNİN
BELİRLENMESİ**

**Mustafa ANBARCI
Yüksek Lisans Tezi
Toprak Anabilim Dalı
Danışman: Doç.Dr. Aydın ADILOĞLU
2010**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KEŞAN VE ÇEVRESİNDE YETİŞTİRİLEN SEBZELERİN SULANMASINDA
KULLANILAN SULAMA SULARININ KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Mustafa ANBARCI

TOPRAK ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Aydın ADILOĞLU

TEKİRDAĞ – 2010

Her Hakkı Saklıdır.

Doç. Dr. Aydın ADİLOĞLU danışmanlığında, Mustafa ANBARCI tarafından hazırlanan bu çalışma / / tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof.Dr. M.Turgut SAĞLAM

İmza:

Üye: Doç. Dr. Aydın ADİLOĞLU

İmza:

Üye: Doç.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Adnan ORAK

Enstitü Müdürü V.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Keşan ve Çevresinde Yetiştirilen Sebzelerin Sulanmasında Kullanılan Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi

Mustafa ANBARCI

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Aydın ADİLOĞLU

Bu araştırma Edirne ili, Keşan ilçesinde yetiştirilen domates, biber, patlıcan, hıyar, fasulye, kavun, karpuz ve diğer yazlık sebzelerin sulanmasında kullanılan çeşitli sulama suyu kaynaklarının sulamaya uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bunun için Keşan ilçesinden 12 farklı su kaynağından su örneği alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre sulama suları genellikle sulamaya elverişli olup ABD tuzluluk laboratuvar sistemine göre C₃-S₁ sulama suyu sınıflarında yer almaktadır. Sulama suları RSC değerlerine göre herhangi bir sorun oluşturmazken, PI değerlerine göre ise, bazı su kaynakları sulamada kullanılırken uzun vadede toprakta SAR değerlerini yükseltebileceği dikkate alınmalıdır. Diğer taraftan sulama sularında yapılan kimyasal analizler sonucunda herhangi bir ağır metal kirliliğine rastlanılmamıştır.

Anahtar kelimeler: Keşan, sebze, sulama suyu, ağır metal, kirlilik, RSC, SAR, PI.

2010, 57 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

Determination of Water Quality of Irrigation Waters Used for Vegetable Irrigation in Keşan
and Around

Mustafa ANBARCI

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Soil

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

The aim of this research was to determine the water quality of irrigation waters used for vegetable irrigation in Keşan and surroundings. For this purpose, irrigation water samples were taken from 12 different irrigation water source in Keşan. According to the results, irrigation water samples were generally suitable for vegetable irrigation. Irrigation water samples were classified generally C_3S_1 according to USA Salinity Staff. All irrigation water samples were suitable according to RSC values but, PI values were found positive for some water samples, therefore it should be attention this situation when irrigation with these waters for a long time. On the other hand, were not found heavy metal pollution all water samples.

Key Words: Keşan, vegetable, water quality, heavy metal, pollution, RSC, SAR, PI.

2010, 57 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sürecinde; bana her türlü yardımı sağlayan, ihtiyacım olduğunda her an ulaşabildiğim ve her konuda elinden gelen desteği veren, planlı çalışmasıyla, göstermiş olduğu ilgi ve kurmuş olduğu diyalogla hayat boyu örnek alınması gerektiğini düşündüğüm Tez Yöneticisi Hocam **Sn. Doç. Dr. Aydın ADİLOĞLU**'na ve ayrıca su örneklerinin analizlerini yapan Keşan Ticaret Borsası Laboratuvarı çalışanlarına teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi.....	9
3.2 Çalışma Alanının Tanıtılması.....	10
3.2.1 Coğrafi Durum.....	10
3. 2. 2. Tarımsal Arazi Varlığı.....	10
3.2.3 Keşan İlçesinin Tarımsal Varlığı.....	11
3.3.Materyal.....	13
3.4 Yöntem.....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	17
4.1. Sulama Sularının Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları.....	17
4.2.Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC).....	19
4.3.Çökeltme İndeksi (PI).....	21
4.4. Sulama Sularının Sınıflandırılması.....	23
4.5.Sulama Sularındaki Diğer Elementler.....	26
4.5.1.Bakır :.....	26

4.5.2.Bor:.....	27
4.5.3. Çinko:.....	29
4.5.4.Demir.....	30
4.5.5.Mangan:	32
4.5.6.Kadmiyum:.....	33
4.5.7.Kobalt:.....	35
4.5.8.Krom:.....	37
4.5.9.Kurşun:.....	39
4.5.10.Nikel:.....	40
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
6. KAYNAKLAR.....	45
7. ÖZGEÇMİŞ:.....	49

Çizelge: 3.1. Arazi varlığı ve arazilerin kullanıma göre dağılımı	11
Çizelge:3.2. Keşan ilçesinde sebze ekimine ilişkin sayısal veriler.....	12
Çizelge:3.3. Su örneklerinin alındığı bölgelere ilişkin bazı bilgiler.....	14
Çizelge: 4.1. Su örneklerinin Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları.....	17
Çizelge: 4.2. Keşan ilçesi sebze sulamasında kullanılan sulama suyu örneklerinin RSC değerleri.	20
Çizelge: 4.3. Keşan ilçesi sebze sulamasında kullanılan sulama suyu örneklerinin Çökeltme İndeksi (PI) değerleri	22
Çizelge : 4.4. Su örneklerinin Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarına ait SAR, EC değerleri ve sulama suyu sınıfları	23
Çizelge: 4.5 Sulama sularındaki Cu elementinin izin verilebilir sınır değerleri	27
Çizelge: 4.6. Sulama sularındaki B elementinin izin verilebilir sınır değerleri.	28
Çizelge: 4.7. Sulama sularındaki Zn elementinin izin verilebilir sınır değerleri	30
Çizelge : 4.8. Sulama sularındaki Fe elementinin izin verilebilir sınır değerleri.....	31
Çizelge : 4.9. Sulama sularındaki Mn elementinin izin verilebilir sınır değerleri.....	32
Çizelge : 4.10. Sulama sularındaki Cd elementinin izin verilebilir sınır değerleri.....	34
Çizelge : 4.11. Sulama sularındaki Co elementinin izin verilebilir sınır değerleri.....	36
Çizelge : 4.12. Sulama sularındaki Cr elementinin izin verilebilir sınır değerleri.	38
Çizelge : 4.13. Sulama sularındaki Pb elementinin izin verilebilir sınır değerleri.	40
Çizelge : 4.14. Sulama sularındaki Ni elementinin izin verilebilir sınır değerleri.	41

Şekil : 4.1. Sulama sularının Cu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	26
Şekil: 4.2. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Cu kirliliği	27
Şekil:4.3. Sulama sularının B konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	28
Şekil: 4.4. Sulama suyu örneklerinde belirlenen B kirliliği	29
Şekil: 4.5. Sulama sularının Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	29
Şekil: 4.6. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Zn kirliliği	30
Şekil: 4.7. Sulama sularının Fe konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	31
Şekil: 4.8. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Fe kirliliği	31
Şekil: 4.9. Sulama sularının Mn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	32
Şekil: 4.10. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Mn kirliliği	33
Şekil: 4.11. Sulama sularının Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	34
Şekil: 4.12. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Cd kirliliği.....	35
Şekil: 4.13. Sulama sularının Co konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	36
Şekil: 4.14. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Co kirliliği	37
Şekil: 4.15. Sulama sularının Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	38
Şekil: 4.16. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Cr kirliliği.....	38
Şekil: 4.17. Sulama sularının Pb konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	39
Şekil: 4.18. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Pb kirliliği	40
Şekil: 4.19. Sulama sularının Ni konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	41
Şekil: 4.20. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Ni kirliliği	42

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması, sanayileşmenin gelişmesi mevcut tatlı su kaynaklarına olan talebi artırmakta, kaynaklardan yararlananlara eşit ve sürdürülebilir su tahsisinde sıkıntılar yaratması beklenmektedir (UN 2003).

Doğal kaynakların sürdürülebilir olması çevre sorunlarının çözümünde ana hedef olarak belirlenmesini, Birleşmiş Milletler tarafından suyun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada en önemli yaşamsal kaynak olarak kabul edilmesini sağlamaktadır.

Sürdürülebilirlik, kısa vadeli hedeflerin yerine uzun vadeli hedeflerin gözetildiği, mevcut ihtiyaçları karşılarken doğal çevreyi ve kaynakları bozmamayı amaç edinen ve geleceğe ait taleplerin karşılanmasını içeren bir yaklaşımı ifade etmektedir (Harmancıoğlu 2004).

Kullanılabilir su kaynaklarının dağılımındaki bölgeler arasındaki düzensizlik, iklim değişikliklerinin olumsuz etkileri ve taleplerin yoğunlaşması sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için havza bazında yönetimi gerekli kılmıştır. Havza bazında yönetim diğer bir ifadeyle entegre su yönetimi, suyun yönetiminin ekolojik ve sosyal bir bütünlük içerisinde su sistemlerinin planlanmasını, organizasyonunu ve kontrolünü ele alan işlevleri yapılmaktadır.

Son yıllarda dünyadaki nüfus artışına paralel olarak endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaşması sonucunda su, hava ve toprak kirlenmesi canlı yaşamını tehdit eden boyutlara ulaşmıştır. Ülkemizde hızlı sanayileşme ve nüfus artışı sonucu bu sorunlar daha sık gündeme gelmeye başlamıştır. Endüstriyel faaliyetlerle çevreye sızan ağır metaller çok önemli kirlilik unsuru olup, canlı ekosistemlere zarar vermektedirler. Doğal ve yapay yollarla ortama katılan ağır metaller kolayca birikip çevrede ve toprakta kompleks yapılar oluşturmaları nedeniyle tehlikeli kirleticiler olarak tanımlanmaktadır. Ağır metaller, çoğunlukla buldukları ortamda biyodegradasyona uğramadıklarından kolayca birikirler ve çok kompleks yapılar oluşturarak zehirlilik etkilerini de arttırabilirler. Günümüzde endüstrileşmenin artmasıyla çevrede ve toprakta ağır metal kirliliği yüksek miktarlara ulaşmıştır.

Bu çalışmanın amacı Edirne ili Keşan ilçesi tarımında önemli bir yeri olan ve yazlık olarak yetiştirilen sebzelerin sulanmasında kullanılan çeşitli sulama suyu kaynaklarının kalitelerindeki değişimlerin, sulama periyodu boyunca alınan örneklerde yapılan çeşitli kimyasal analizler ile belirlenmesidir.

Topraklara bulaşan ve birikim yapan ağır metaller, mikrobiyal aktiviteye, toprak verimliliğine, biyolojik çeşitlilik ve ürünlerdeki verim kayıplarına, hatta besin zinciri yoluyla zehirlenmelere kadar birçok çevre, bitki ve insan sağlığı sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (<http://www.tarimsal.com/fitoremediasyon>).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bakaç ve Kumru (2000) Menemen Ovasında yaptıkları bir çalışmada, ovadaki sulama suyu kaynaklarının Cu, Cr, Cd ve Pb içeriklerini sırayla 4-30; 2-17, 3- 5 ve 10- 50 ppb arasında saptamışlardır. Bu değerler (SKKY,1988)'e göre değerlendirildiğinde sulama suları Cr için I sınıf; Cu ve Cd için II. Sınıf ve Pb için III. Sınıf bir sulama suyu sınıfına girmektedirler. Araştırmacılar Menemen ovasında özellikle Pb kirliliğinin sulama uygulamalarında dikkate alınması gerektiğinin ortaya koymuşlardır.

Zeng ve ark (2003), sulama suyu tuzluluk değerinin 3.3 µmhos/cm ve 6.0 µmhos/cm olması durumunda çeltik veriminde sırasıyla %36 ve %49 oranında düşüş olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Araştırmacılara göre, belirli oranlarda tuz içeren suların çeltik sulanmasında kullanılması zorunluluğu olduğunda bitkinin tuza hassas ve toleranslı dönemlerinin bilinmesi, tuzluluğun olumsuz etkisinin azaltılabilmesi için önemlidir.

Genel olarak çeltik bitkisinin çimlenme ve olgunlaşma başlangıcı dönemlerinde tuza karşı daha hassas olduğunu belirtmişlerdir. Sulama suyu kalitesi açısından dikkate alınması gereken diğer bir etken de sulama suyu sıcaklığıdır. Optimum sulama suyu sıcaklığı ise 22-30°C arasındadır sıcaklığın 15⁰C nin altına düşmesi verimde düşmelere neden olmaktadır (Tülücü, 2003).

Ülkemizde birim alana kullanılan gübre miktarının tarımı ileri olan ülkelerin kullandıkları gübre miktarının 3-10 kat daha az olması sebebi ile sulama ve içme sularında nitrat birikiminin fazla olmadığı söylenebilir. Nitekim tarla tarımında en yoğun azotlu gübrenin kullanıldığı Niğde Misli ovasında yeraltı sularında nitrat birikiminin saptanamamış olması bunun en belirgin örneğidir. Ancak çok kumsal olan bazı sera üretim alanlarında (Kumluca-Antalya) yöresel olarak bazı yeraltı sularında nitrat birikiminin önemli boyutlarda olduğu saptanmıştır (Hatipoğlu 1993).

Trakya bölgesinde tarıma ayrılan alan miktarı sınır noktaya geldiğinden, ürünü arttırmanın yolu birim alandan daha fazla verim elde etmektir. Bu durum birim alana uygulanan gübre miktarını arttırmayı da beraberinde getirmektedir. Trakya Bölgesi'nde birim alana kullanılan toplam gübre miktarı Türkiye ortalamasının üzerinde olup Avrupa'da

kullanılan ortalama gübre kullanımının ise yarısı kadardır. Ancak bu doz düzeyinde bile kullanılan gübreler yüzey akış veya yıkanma yolu ile dereler, ırmaklar ve oradan da Marmara ve Ege Denizi'ne ulaşmaktadır. Bölgedeki pek çok akarsu ve nehir hayvansal içme suyu açısından bile içilemez ve tarımsal sulama açısından da kullanılamaz durumdadır. Bu duruma bağlı olarak da yöredeki su kaynakları giderek daha fazla kirlenmektedir (Tok 1997).

Güneş ve ark (2001) Ergene Nehri'ni oluşturan kollardan biri olan orlu Deresi üzerinde seçilen 8 örnekleme noktasından alınan su rneklelerinin Pb, Fe, Cu ve Zn analizleri yapmışlardır. Araştırcılar söz konusu bu elementlere ilişkin değerleri sırayala; 0.096- 0.352; 0.896- 3.68; 0.244- 1.63 ve 0.169- 0.349 ppm arasında belirlemişlerdir. Araştırcılar orlu deresi suyunda önemli ölçüde Pb ve Fe kirliliğinin olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Meriç Nehri'nde yapılan bir araştırmaya göre (DSİ 2003), nehirde önemli miktarlarda ağır metaller saptanmıştır. Nehrin Kapıkule istasyonundan alınan su rneklelerinde Pb ve Cu'ın konsantrasyonları izin verilebilir sınır değerlerin çok üzerindedir. Meriç Nehri'nin su kalitesi sınıfı Pb ve Cu bakımından 4. sınıf olarak saptanmıştır.

Tok ve ark. (2005), eltik tarımının yoğun olarak yapıldığı Trakya Bölgesi'nin Edirne ili Uzunköprü ve Meriç ilçeleri eltik tarlalarında yaptıkları bir araştırmada, bitkilerin toprak üstü ve kök aksamalarında Fe ve Mn toksisitesinin olduğunu saptamışlardır. Kurşun, Zn ve Ni'in ise köklerde toksik düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Araştırcılar söz konusu bu kirliliğin Ergene Nehri'nden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Nehirdeki ağır metal kirliliğinin eltik bitkisine doğrudan yansıdağını, ağır metal kirliliğinin daneye kadar ulaştığını belirlemişlerdir.

Ergene Nehri Uzunköprü istasyonunda yapılan ağır metal kirliliği araştırmalarında suyun Pb ve Cu konsantrasyonu bakımından 4.sınıf bir sulama suyu olduğu, Cd konsantrasyonu bakımından ise 3. Sınıf bir sulama suyu olduğu belirlenmiştir. Ergene nehrindeki bu denli yüksek kirliliğin sebebi olarak orlu ve erkezky bölgesinde yoğunlaşan evsel ve endüstriyel atık suların hiçbir n arıtmaya tabi tutulmadan Ergene Nehri'ne boşaltılması gösterilmiştir (DSİ 2003).

Trakya Bölgesindeki Ergene Nehri ve bu nehrin kollarında bazı kirlilik parametrelerinin araştırıldığı bir araştırmada, Çerkezköy-Çorlu-Muratlı-Babaeski hattında bulunan sanayi kuruluşları ile yerleşim yerlerinin etkisi ile evsel ve endüstriyel olarak Ergene Nehri gün geçtikçe daha da kirlenmektedir. Ergene Nehrinde beş sabit noktadan 1993 ve 1994 yılları boyunca aylık olarak alınan su örneklerinde yapılan laboratuvar analizlerine göre, mamba ile mansab arasında büyük kirlilik farklılıkları saptanmıştır. Na miktarı, mambada ortalama 0,5-2 me/l , EC 150-800 mikromhos/cm ve sulama suyu sınıfı C₂S₁ iken yaklaşık 50 km sonra Na miktarı 25-30 kat bir artışla ortalama 30-40 me/l, EC ise 8-10 kat artış göstererek 4000-6000 mikromhos/cm' ye ulaşmıştır. Sulama suyu tuzluluk sınıfı oldukça yükselerek C₄S₄ gibi sulamada kullanılamayacak bir değere ulaşmıştır. (Tok ve ark. 1995).

Gidirişlioğlu ve Çakır (1996) Ergene Nehri üzerinde belirledikleri beş sabit noktada aylık olarak yaptıkları bir araştırmada, nehrin en kirli noktasının Muratlı ilçesi çıkışı olduğunu saptamışlardır. Bu noktada kirliliği oluşturan parametrelerden EC x 10⁶ 6080- 7200; Na 41.0-56.0 me/l; RSC 7.9- 24.0 me/l ve KOİ 408- 800 me/l arasında değişmektedir.

Uzunköprü ve Meriç yöresinde çeltik sulanmasında kullanılan Ergene Nehri'nde ağır metal kirliliğinin boyutları belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre nehir suyunda Pb ve Cd kirliliğinin önemli boyutlarda olduğu ve izin verilebilir sınır değerleri çok fazla aştığı saptanmıştır. Nehir suyunda Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonu bakımından herhangi bir kirliliğe rastlanmamıştır. Nehir suyunun Ni konsantrasyonu ise izin verilebilir sınır değerlerde olmakla birlikte kirlilik için dikkatle izlenmesi gerektiği saptanmıştır. Diğer taraftan günümüzde söz konusu nehirde ağır metal kirliliğinin daha da artmış olabileceği tahmin edilmektedir (Adiloğlu ve ark. 2006).

Gala Gölü ve çevresinde ağır metal derişiminin dinamiğini araştıran Bayrak (2004), gölde önemli ölçüde ağır metal kirliliği saptamıştır. Araştırmacıya göre göl suyu Pb, Cd, Cu ve Co bakımından önemli ölçüde kirlenmiş ve III. ve IV. sınıf bir sulama suyu özelliği taşımaktadır.

Delibaş ve ark. (2008) Meriç ve ergene Nehirlerinde yaptığı bir araştırmada, her iki nehri ayrı ayrı olarak ve ikisinin karışımındaki sulama suyunun kalitesini incelemişlerdir.

Araştırmacılar Meriç Nehri'nde RSC; SAR ve Sulama suyu sınıfını sırayla 0.03; 0.84 ve C₂S₁ şeklinde belirlemişlerdir. Ergene Nehri'ndeki bu değerler ise sırayla 2.26; 14.25 ve C₄S₂ şeklinde olup önemli ölçüde kirlendiğini ve sulamada kullanılmayacağını ortaya koymuşlardır. Her iki nehrin karıştığı noktadaki RSC, SAR ve sulama suyu sınıfı ise 0.10; 3.05 ve T₃A₁ şeklindedir.

Prochazkova ve ark.(1996), Çek Cumhuriyeti'nin Slapy Havzası'nda sulama suyu kalitesi üzerine etkili olan kirliliği araştırmışlardır. Havzaya son 20 yılda giren azotun başlıca kaynağını tarımsal gübreler olarak göstermişlerdir. Slapy rezervuarına deşarj olan amonyum azotunun ortalama yıllık konsantrasyonunun 0.15 mg/l olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, nitrat azotu konsantrasyonundaki artışın, gübreleme oranındaki artışla paralellik gösterdiğini belirlemişlerdir. Su kaynaklarının yönetimi açısından nitrat azotu konsantrasyonunun, mevsimsel değişiminin önemli olduğunu ve maksimum nitrat konsantrasyonunun Mart- Nisan- Mayıs aylarında meydana geldiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, mevsimsel değişiminin nedenini ise yağışların artmasıyla birlikte topraklardan yıkanan nitratın artışına bağlamışlardır.

Howart ve ark. (1996)'nın bildirdiklerine göre dünya'nın hemen hemen bütün büyük nehirlerinde azot ve fosfor akışı gittikçe önemli bir duruma gelmektedir. Araştırmacılara göre, Kuzey Denizi, Kuzey Doğu Avrupa ve Kuzey Doğu ABD çevresindeki boşaltım havzalarında azot akışı 1000 kg N/km²/yıl seviyesinden daha büyüktür ve özellikle Mississippi Havzası'nda tarımsal kaynaklı azot girişi çok baskındır. Azot akışında iklimin önemli bir faktör olduğunu belirten araştırmacılar, ılıman iklim bölgelerindeki azot akışının kurak bölgelerinden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ayrıca ormansızlaşma ve atmosferik tortulanmanın da azot akışına katkıları olduğunu belirtmişlerdir.

Hayvan besi yerlerinde konsantre hale gelen hayvan gübreleri, yağmur sularının etkisiyle parçalanmaktadır. Böylece ortaya çıkan nitrat, sulamada kullanılan akarsu ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Bu konuda yapılan bir araştırmada ağıl, ekili arazi ve kontrol parsellerindeki nitrat azotunun dağılımının derinlikle ilişkisi incelenmiştir. Sonuçta; ağıldan derinlere sızan nitrat azotu miktarı arazi ve kontrol parseline göre çok daha yüksektir. Derinlere sızan bu nitrat azotu yer altı suyuna karışarak suların önemli ölçüde kirlenmesine neden olmaktadır (Haan ve Zwerman 1976)

Trakya Bölgesi'nde pestisidlerin suların kirliliğine etkisi üzerinde en iyi örnek Gala Gölü'dür. Gala Gölü çevresindeki çeltik tarlalarından göl ortamına boşaltılan ilaçlı sular göldeki canlıları olumsuz olarak etkilemektedir. Bölgedeki sulama suyu kaynaklarına pestisidler yağışlarla, yüzey erozyonu ile yıkama ile ve tarım alanlarının ilaçlanması sonucunda ulaşmaktadır (Tok 1997).

Çarşamba ve Bafra yöresi seralarında kullanılan sulama suyunun ortalama Cd ve Pb içeriklerinin Bafra yöresi seralarında Çarşamba'ya göre yüksek olduğu; Pb içeriklerinin her iki yöre seralarındaki değerler bakımından, sulama sularında izin verilebilir sınır değer olan 5 mg/l (SKKY; 1988) değerinin çok altında olduğu tespit edilmiştir. Bafra'daki ortalama 0.07 mg/l olan Cd içeriğinin izin verilebilir sınır değeri (0.01 mg/l) (SKKY; 1988) üzerinde olduğu Çarşamba seralarının sulama suyu Cd içeriğinin ise sınır değere yaklaştığı belirlenmiştir (Özyazıcı ve ark. 2001).

Hazar Gölü'nde yapılan ağır metal kirlenmesi çalışmasında; en önemli kirlenme kaynağı süperfosfat artıklarını taşıyan ve başka sularla birleşip büyüyerek göle karışan su akıntılarıdır. Süperfosfat artıklarında Fe, Pb, Zn, Co, Ni, ve Mn miktarları izin verilebilir değerlerin üstünde bulunmuştur (Gündüz ve Çukur 1984).

Akşehir Gölü ve bu göle boşalan yüzey sularında belirlenen 11 noktada ağır metal (Cr, Pb, Cd, Cu, Ni, Mn, Fe) kirliliğini araştırılmıştır. Araştırmacıya göre, ağır metal miktarları mevsimlere ve istasyonlara göre değişmektedir. Ağır metal kirliliğinin nedenleri arasında, Sultan dağları'nda oluşan bazı maden oluşumlarının ayrışması ve akıntı yoluyla taşınmasıdır. Ayrıca gölün Konya- Afyon karayoluna yakın mesafede olması nedeniyle eksoz gazlarından gelen Pb, araba lastiklerinden ve güvenlik bariyerlerindeki kaplamalardan kaynaklanan Zn'nun yüzeysel akış suları ile göle taşınması ve tarımsal amaçlı kullanılan gübreler ile kimyasal ilaçlar gösterilmiştir.

Deterjanlarla ilgili olarak 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'nun eki olan tüzükte kirlenme etkilerinin tolere edilebilir değerleri; ABS için (Aril Benzen Sülfonatlar) 0.1 mikrogram/l, LAS (Lineer Aril Sülfonatlar) için 0.02 mikrogram/l olarak verilmiştir. Deterjan

yüze aktif maddelerinin boşaldıkları alıcı sulara olan etkileri köpük oluşturma, biyolojik ayrışma sonucu oksijen tüketimi ve su yaşamına toksik etki şeklinde özetlenebilir (Ergen 1988).

Cekova ve Efremkov (2001), Vardar Nehri ve kollarında belirledikleri 16 noktadan alınan su örneklerinde yaptıkları Mn, Zn, Pb ve Cd analizlerinde, akış yönündeki son noktada Mn dışındaki diğer parametreler için su kalitesinin II. Sınıf olduğunu, Zn, Pb ve Cd için ise IV. sınıf olduğunu belirlemişlerdir.

Gediz Nehri'nden alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonları incelenmiştir. Sonuçta ağır metal konsantrasyonlarının istasyonlara ve mevsimlere göre değişimler gösterdiğini belirlemiştir. Nehir suyunun Pb ve Cr bakımından kirli olduğunu, ağır metallerin çökmesinden dolayı sediment örneklerinde de yüksek ağır metal konsantrasyonlarının bulunduğunu saptamıştır. Gediz nehri ile sulanan tarım alanlarında ürün verimindeki düşüşün en önemli nedenlerinden biri olarak nehir kirliliği gösterilmiştir (Uzunoğlu 1999).

Çin'de yapılan bir araştırmada ağır metal endüstrisi tarafından kirletilen sularla sulanan çeltik bitkisinde ve sulama sularında Cd, Cr ve Zn birikiminin toksite düzeylerinin üstünde olduğu ve söz konusu bu ağır metallerin insan sağlığı için tehdit oluşturduğu saptanmıştır (Wang and Stuanes 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Giderek artan dünya nüfusuna paralel olarak insanların gıda ihtiyaçlarının da hızla arttığı bilinmektedir. İnsanların gıda ihtiyaçlarının karşılanmasında suyun önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Son yıllarda global küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri sonucunda dünya üzerindeki su kaynakları gittikçe azalmakta ve kaliteleri de bozulmaktadır.

Günümüzde doğanın kendini yenileme kapasitesi düşmeye başlamış ve yaşanabilir dünya üzerinde birer kıt kaynak olan hava, su ve toprak hızlı bir kirlenme sürecine girmiştir. Bu süreçte tarımda kullanılan sulama sularının da hızlı bir kirlenme trendine girmiş olması önemli bir yer tutmaktadır.

Sebze tarımında sulama sularının önemi tartışılmayacak boyuttadır. Diğer taraftan artan nüfus ve dünyanın kirlenmesi ile birlikte suların da kirlenmesi mevcut sulama sularının kalitelerinin korunmasını ve en ekonomik bir şekilde kullanılmasını zorunlu bir hale getirmiştir.

Sebze tarımında kullanılacak olan sulama suyunun kalitesi, yetiştirilen sebzenin kalitesini de doğrudan etkilemektedir. Kullanılacak olan kötü kaliteli bir sulama suyundaki bazı kimyasal maddeler sebzeler tarafından absorbe edilerek insan sağlığını da tehdit edebilecektir. Diğer taraftan kötü kaliteli bir sulama suyu mevcut tarım topraklarının da kirlenmesine, çoraklaşmasına ve hatta tarımsal amaçla kullanılmasına sınırlama dahi getirebilmektedir.

Bu araştırmada Keşan ve çevresinde sebze yetiştirilen tarım arazilerinde kullanılan mevcut sulama sularının kaliteleri belirlenmiştir. Buradan hareketle bu su kaynaklarının toprak, bitki, insan ve diğer canlılar için kısa ve uzun vadede oluşturabileceği olası tehlikelerin boyutları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3.2 Çalışma Alanının Tanıtılması

3.2.1 Coğrafi Durum

Edirne, Marmara Bölgesi'nin Trakya kısmında yer alır. Güneyinde Ege Denizi, kuzeyde Bulgaristan, batıda Yunanistan, doğuda Tekirdağ, Kırklareli ve Çanakkale illeri ile çevrilir. Yüzölçümü 6.098 km² olan Edirne 'nin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 41 metredir. Edirne idari olarak, biri merkez ilçe olmak üzere 8 ilçe ve 248 köyden oluşmaktadır. Edirne ili, Trakya Yarımadası'nda; kuzeyde Istranca Dağları, güneyde Koru Dağları ve Ege Denizi-Saroz Körfezi, batısında Meriç Nehri ve Meriç Ovası, doğusunda da Ergene Ovasını içine almakta olup, il topraklarının % 80'ini tarıma elverişlidir.

Türkiye'nin batı sınır topraklarının önemli bir bölümünü içine alan ilin Bulgaristan'la 88 km'lik bir sınırı vardır. Bulgaristan'la olan sınır, Kırklareli il sınırından başlayarak, Tunca Irmağını kesip, güneybatı yönünde uzanarak Meriç Irmağında sona ermektedir. Burada Türk, Bulgar ve Yunan sınırları birleşmektedir. Meriç ırmağı ilin Yunanistan'la sınırını oluşturur. Edirne-Yunanistan sınır uzunluğu 204 km'dir.

3.2.2. Tarımsal Arazi Varlığı

Edirne'nin toplam yüzölçümü 609.791 hektardır. Bu alanın 370.015 hektarı (%60.68) işlenebilir tarım arazisi, 104.502 hektarı (%17.14) orman arazisi ve 57.985 hektarı da (%9.51) çayır – mera arazisidir. Tarım dışı alan ise 77.290 hektardır (%12.67). İşlenebilir tarım arazilerinin 91.875 hektarında (%24.83) sulu tarım, geriye kalan 278.140 hektarında (%75.17) ise kuru tarım yapılmaktadır. (Edirne Tarım İl Müdürlüğü Çalışma Raporu 2008).

İldeki 370.015 hektar işlenebilir tarım arazisinin 355.947 hektarı (%96.20) tarla arazisi, 3.416 hektarı (%0.92) meyve ve bağ arazisi, 10.651 (%2.88) ise sebze arazisidir (Edirne Tarım İl Müdürlüğü Çalışma Raporu 2008).

3.2.3 Keşan İlçesinin Tarımsal Varlığı

İlçenin yüzölçümü 1.186.360 da olup, %47'sini tarım arazisi, % 33'ünü orman arazisi, % 6'sını çayır ve mera arazisi, % 14'ünü de tarım dışı alanlar oluşturmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge: 3.1. Arazi varlığı ve arazilerin kullanıma göre dağılımı (da) (Keşan İlçe Tarım Müdürlüğü 2009).

Tarımsal Alan	Sulu Alan	Kuru Alan	Toplam
Tarla arazisi	120.000	407.700	527.700
Sebze arazisi	19.600	4.850	24.450
Plastik sera	29	-	29
Bağ arazisi	-	1.855	1.855
Meyve arazisi	826	100	926
Kavaklık	1.041	-	1.041
Toplam	141.496	414.405	556.001
Orman arazisi			386.634,4
Tarım dışı alan			181.916,6
Çayır mera alanı			61.808
Yüzölçümü			1.186.360

Keşan ilçesinde yetiştirilen sebzeler arasında 4500 da ile ilk sırada domates ve karpuz yer almaktadır (Çizelge 3.2). İlçedeki sebzelerin ekiliş alanları, verimleri ve toplam üretim miktarları aşağıdaki çizelgede görülmektedir.

Çizelge: 3.2. Keşan ilçesinde sebze yetiştiriciliğine ilişkin sayısal veriler (Keşan İlçe Tarım Müdürlüğü 2009).

Ürün cinsi	Ekiliş (da)	Dekara verim (kg)	Üretim (ton)
Domates	4500	3500	15700
Karpuz	4500	6000	27000
Biber	2650	1560	4134
Patlıcan	1500	1900	2850
Bamya	1300	1000	1300
Ispanak	1000	1250	1250
Fasülye	950	550	522,5
Hıyar	750	1800	1350
Pırasa	600	2200	1320
Lahana	400	1750	700
Marul	500	1550	775
Karnabahar	400	1500	600
Havuç	300	1000	300
Bezelye	350	257	90
Turp	100	1250	125
Çekirdek kabak	3750	100	375
Sakız kabak	100	1000	100
Sarımsak	500	500	250
Sarımsak taze	150	1500	225
Soğan	1000	2000	2000

Soğan taze	350	1400	490
------------	-----	------	-----

3.3 Materyal

Bu araştırmada kullanılan su örnekleri, Edirne ili, Keşan ilçesinin genellikle sebze üretimi yapılan; Seydiköy, şükruköy, Mahmutköy ve Kadıköy köylerinden tarım arazilerinde bulunan ve sulama amaçlı olarak kullanılan 12 farklı sondaj kuyusundan alınmıştır.

Sebze yetiştiriciliği yapılan bu köylerden sulama sezonu içerisinde Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos olmak üzere dört farklı zamanda; önceden belirlenen 12 farklı sulama suyu kaynağından su örnekleri alınmış ve gerekli kimyasal analizleri yapılmıştır. Su örneklerinin alındığı örnekleme yerlerine ilişkin bazı bilgiler Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge: 3.3. Su örneklerinin alındığı yerlere ilişkin bazı bilgiler.

Örnek	İlçesi	Köyü	Mevkii	Su Kaynağı	Yetiştirilen Ürün	Çiftçi
1	Keşan	Şükrüköy	Sazlık yolu	Sondaj	Ispanak, marul, kereviz, domates	Osman İŞBİLİR
2	Keşan	Şükrüköy	Yoğurtluk	Sondaj	Barbunya, salatalık, biber, patlıcan	Nazmi ÖZTÜRK
3	Keşan	Şükrüköy	Bostanlık	Sondaj	Karpuz, turp, marul, pırasa	Hakkı TAŞ
4	Keşan	Seydiköy	Çınarlık	Sondaj	Ispanak, turp, domates, karpuz	Rüstem AKINCI
5	Keşan	Seydiköy	Çayırılık	Sondaj	Fasulye, pırasa, barbunya, patlıcan	Suat ACAR
6	Keşan	Seydiköy	kavaklık	Sondaj	Salatalık, biber, kereviz, brokoli	Hikmet KOÇ
7	Keşan	Kadıköy	Cevizlik	Sondaj	Barbunya, salatalık, biber, patlıcan	Nevzat USLU
8	Keşan	Kadıköy	Köprü yanı	Sondaj	Ispanak, marul, kereviz, domates	Mümin ÇAKIR
9	Keşan	Kadıköy	Bahçelik	Sondaj	Fasulye, pırasa, barbunya, patlıcan	Arif BOZ
10	Keşan	Mahmutköy	Adalar	Sondaj	Karpuz, turp, marul, pırasa	İbrahim AKIN
11	Keşan	Mahmutköy	Deşez boyu	Sondaj	Salatalık, biber, kereviz, brokoli	Nazım hikmet YILDIZ
12	Keşan	Mahmutköy	Çayırılık	Sondaj	Ispanak, marul, kereviz,	Hasan BAŞARAN

3.4 Yöntem

3.4.1. Su Örneklerinde Yapılan Bazı Kimyasal Analizler

3.4.2. pH Tayini

Suların pH değerleri elektrometrik olarak ölçülmüştür (Sağlam 2008).

3.4.3. Elektriki İletkenlik Tayini

Suların elektriki iletkenlik değerleri konduktometre ile okunarak bulunmuştur (Sağlam 2008).

3.4.4. Kalsiyum ve Mağnezyum Tayini

EDTA titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Sağlam 2008).

3.4.5. Sodyum ve Potasyum Tayini

Alev fotometre tekniğiyle sodyum ve potasyum tayini yapılmıştır (Sağlam 2008).

3.4.6. Bikarbonat Tayini

H₂SO₄ titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Sağlam 2008).

3.4.7. Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn)

Su örneklerinin Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri doğrudan okunarak ICP-OES’de okunarak belirlenmiştir (Slawin 1955).

3.4.8. Bazı Ağır Metaller (Cd, Co, Cr, Ni, Pb)

Su örneklerinin Cd, Co, Cr, Ni ve Pb miktarları doğrudan ICP-OES’de okunarak belirlenmiştir (Slawin 1955).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sulama Sularının Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları

Keşan ilçesinde sebze tarımında kullanılan sulama suyu örneklerinde Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında yapılan pH, Na, Ca+Mg ve HCO₃ analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge:4.1. Su örneklerinin Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları (kasyon ve anyonların birimi me/l’dir).

Örnek	Aylar	pH	Na ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻
1	Mayıs	7.36	1.84	4.94	5.73
	Haziran	7.75	2.70	4.81	5.49
	Temmuz	6.61	3.15	4.07	4.86
	Ağustos	6.68	3.18	4.27	4.92
2	Mayıs	7.20	2.45	3.86	4.24
	Haziran	7.55	1.98	4.42	4.92
	Temmuz	7.04	3.72	4.06	4.73
	Ağustos	7.14	3.77	4.16	4.80
3	Mayıs	7.15	2.34	6.85	7.53
	Haziran	7.07	2.74	5.86	6.50
	Temmuz	6.96	2.25	6.37	7.01
	Ağustos	6.99	2.34	6.41	7.10
4	Mayıs	7.39	4.58	5.14	5.61
	Haziran	6.99	3.04	7.02	7.93

	Temmuz	7.28	2.17	7.85	8.06
	Ağustos	7.34	2.05	7.94	8.26
5	Mayıs	7.28	3.67	5.69	6.50
	Haziran	7.35	2.98	6.83	7.32
	Temmuz	7.45	3.57	6.31	6.94
	Ağustos	7.48	3.46	6.38	6.98
6	Mayıs	7.39	4.58	5.14	5.61
	Haziran	7.08	3.89	6.42	6.86
	Temmuz	7.16	6.28	5.32	5.86
	Ağustos	7.23	6.37	5.39	5.91
7	Mayıs	7.03	2.54	4.62	5.02
	Haziran	7.01	3.77	6.24	6.75
	Temmuz	6.99	3.07	7.02	7.93
	Ağustos	7.04	2.94	7.11	7.96
8	Mayıs	7.04	3.72	4.06	4.73
	Haziran	6.44	4.17	5.06	5.23
	Temmuz	7.96	3.75	4.94	5.47
	Ağustos	7.98	3.79	4.98	5.52
9	Mayıs	7.48	4.78	6.81	7.63
	Haziran	7.46	4.26	7.05	7.85
	Temmuz	7.47	3.87	7.73	8.84
	Ağustos	7.49	3.85	7.81	8.87
10	Mayıs	6.92	2.16	5.24	5.91

	Haziran	7.62	2.95	5.03	5.94
	Temmuz	6.64	3.06	3.71	4.02
	Ağustos	6.69	3.01	3.84	4.17
11	Mayıs	7.00	2.93	5.87	6.18
	Haziran	7.28	3.54	5.46	6.35
	Temmuz	7.02	4.26	5.24	6.75
	Ağustos	7.12	4.19	5.28	6.84
12	Mayıs	7.58	4.41	7.51	8.57
	Haziran	7.35	6.09	6.32	7.25
	Temmuz	6.26	4.78	7.56	8.13
	Ağustos	6.34	4.62	7.72	8.04

Çizelge 4.1 incelendiğinde su örneklerinin pH değerleri 6.34 ile 7.98 arasında değişmekte olup bu değerler sulama suları için sınır kabul edilen 6.40- 8.00 arasında bulunduğundan pH yönünden herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Sulama suyu örnekleri kalitelerine göre sınıflandırılmaları için RSC, SAR, EC gibi bazı kimyasal parametrelerden yararlanılarak aşağıda ayrı ayrı tartışılmıştır.

4.2.Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC): $(CO_3+HCO_3) - (Ca+Mg)$

Sulama sularının kalıcı sodyum karbonat miktarına göre sınıflandırılmaları yapıldığında, 2.5 me/l'den daha fazla kalıcı Na_2CO_3 içeren suların tarımda kullanılması uygun görülmemektedir. RSC değeri 1.25 ile 2.5 me/l arasındaki suların dikkatli bir şekilde kullanılabilmesi ortaya konulmuştur. Kalıcı sodyum karbonat miktarı 1.25 me/l'den daha az olan sulama sularının ise rahatlıkla kullanılabilmesi kaydedilmektedir (Sağlam ve Adiloğlu 1997).

Çizelge: 4.2. Keşan ilçesi sebze sulamasında kullanılan sulama suyu örneklerinin RSC değerleri.

Örnek	RSC (me/l)			
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1	0.79	0.68	0.79	0.65
2	0.38	0.5	0.67	0.64
3	0.68	0.64	0.64	0.69
4	0.47	0.91	0.21	0.32
5	0.81	0.49	0.63	0.6
6	0.47	0.44	0.54	0.52
7	0.4	0.51	0.91	0.85
8	0.67	0.17	0.53	0.54
9	0.82	0.8	1.11	1.06
10	0.67	0.91	0.31	0.33
11	0.31	0.89	1.51	1.56
12	1.06	0.93	0.57	0.32

Yukarıdaki Çizelge 4.2’de verilen RSC değerleri, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alınan sulama suyu örneklerinde yapılan kimyasal analizler sonucunda belirlenen karbonat ve bikarbonat ile kalsiyum ve magnezyum değerlerinden yararlanılarak elde edilmiştir. Sezon içerisinde Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alınan su örneklerine ait RSC değerleri 11 nolu suyun Temmuz ve Ağustos aylarına ait değerleri hariç tamamında 1.25 me/l sınırının altında belirlenmiştir. Bu sonuca göre Keşan yöresi sulama suları 11 nolu örnek hariç sebze tarımında güvenle kullanılabilceği anlaşılmaktadır. Söz konusu sulama suyunun kullanılması durumunda ise toprakta oluşturabileceği olumsuz şartların dikkatle izlenmesi gerekmektedir.

4.3.Çökeltme İndeksi (PI)

Çökeltme endeksi, suyun gerçek pH değerinden, bu suyun CaCO_3 ile dengede olması halinde elde edilecek pH değerinin çıkarılması ile elde edilmektedir.

Çökeltme İndeksi (PI): $\text{pH}_a - \text{pH}_c$

pH_a : Suyun gerçek pH değeri

pH_c : CaCO_3 ile dengede olması durumunda bu su için elde edilecek pH değeri

Bu indeksin pozitif olması, CaCO_3 'ün çökeldiğini ve çözeltinin Sodyum Adsorpsiyon Oranın (SAR) artacağını ve suyun sulamada kullanılmayacağını gösterir. Eğer PI değeri negatif ise, bu durumda CaCO_3 çözünmekte ve Sodyum Adsorpsiyon Oranı(SAR) azalmaktadır. Bu durum PI değeri negatif olan sulama suyunun sulamada kullanılabileceğini göstermektedir (Sağlam ve Adiloğlu 1997).

Sulama suyu örneklerinin gerekli analizlerden yararlanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen PI değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge: 4.3. Keşan ilçesi sebze sulamasında kullanılan sulama suyu örneklerinin Çökeltme İndeksi (PI) değerleri

Örnek	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1	+	+	-	-
2	-	-	-	-
3	+	-	-	-
4	+	-	+	+
5	+	+	+	+
6	+	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	+	+	+	+
10	-	+	-	-
11	-	+	-	-
12	+	+	-	-

Çizelgeden de görüldüğü üzere; alınan su örneklerinin yapılan hesaplamalar sonucu PI değerleri sadece 2, 7 ve 8 nolu su örneklerinde negatif olarak bulunmuştur. Bu durum bu sulama sularının uzun vadede toprakta herhangi bir sorun oluşturmayacağını göstermektedir. Ancak 5 ve 9 nolu örneklerin tüm aylardaki PI değerleri pozitif çıkmıştır. Bu durum da uzun vadede bu suların topraklarda çoraklaşma riski taşıyabileceğini ve SAR değerinin yükselebileceğini akla getirmektedir. Diğer örneklerin bazı aylara ilişkin PI değerleri de pozitif bulunmuştur. Söz konusu bu su örneklerinin de sulamada kullanılmasında dikkatli olunması gerektiği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Halbuki bütün su örneklerinin RSC değerleri 11 nolu örnek hariç, izin verilebilir sınırlar arasında hesaplanmıştır. Buradan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesinde sadece RSC değerlerine göre yorum yapılmasının her zaman doğru olmayacağı gerçeği ortaya çıkmaktadır.

4.4.Sulama Sularının Sınıflandırılması

Çalışma kapsamında Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alınan su örneklerinin; SAR ve Elektriki İletkenlik (EC) değerleri dikkate alınarak ABD Tuzluluk Lab. Sınıflama Sistemine göre sınıflandırılması yapılmıştır (Çizelge 4.4). Söz konusu çizelge incelendiğinde, 1 ve 2 nolu suların sadece Mayıs ve Haziran aylarında C₂-S₁ sınıflarından olduğu görülmektedir. Diğer 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 nolu suların tüm örnekleme aylarında; 1 ve 2 nolu suların ise Temmuz ve Ağustos aylarında C₃-S₁ sulama suyu sınıflarında olduğu görülmektedir.

Çizelge:4.4. Su örneklerinin Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarına ait SAR,

EC değerleri ve sulama suyu sınıfları

Örnek	Aylar	SAR	Elektriki İletkenlik (µmhos/cm)	Sulama Suyu Sınıfı
1	Mayıs	1.17	722	C ₂ -S ₁
	Haziran	1.74	660	C ₂ -S ₁
	Temmuz	2.20	795	C ₃ -S ₁
	Ağustos	2.17	821	C ₃ -S ₁
2	Mayıs	1.76	686	C ₂ -S ₁
	Haziran	1.33	735	C ₂ -S ₁
	Temmuz	2.61	816	C ₃ -S ₁
	Ağustos	2.61	834	C ₃ -S ₁
3	Mayıs	1.26	1153	C ₃ -S ₁
	Haziran	1.60	1141	C ₃ -S ₁
	Temmuz	1.26	1155	C ₃ -S ₁

	Ağustos	1.30	1173	C ₃ -S ₁
4	Mayıs	2.85	1127	C ₃ -S ₁
	Haziran	1.62	1277	C ₃ -S ₁
	Temmuz	1.09	1318	C ₃ -S ₁
	Ağustos	1.02	1326	C ₃ -S ₁
5	Mayıs	2.17	1045	C ₃ -S ₁
	Haziran	1.61	1057	C ₃ -S ₁
	Temmuz	2.01	1097	C ₃ -S ₁
	Ağustos	1.93	1108	C ₃ -S ₁
6	Mayıs	2.85	1127	C ₃ -S ₁
	Haziran	2.17	1189	C ₃ -S ₁
	Temmuz	3.85	1273	C ₃ -S ₁
	Ağustos	3.88	1294	C ₃ -S ₁
7	Mayıs	1.67	901	C ₃ -S ₁
	Haziran	2.13	1070	C ₃ -S ₁
	Temmuz	1.62	1277	C ₃ -S ₁
	Ağustos	1.55	1285	C ₃ -S ₁
8	Mayıs	2.61	816	C ₃ -S ₁
	Haziran	2.62	994	C ₃ -S ₁
	Temmuz	2.38	910	C ₃ -S ₁
	Ağustos	2.40	923	C ₃ -S ₁
9	Mayıs	2.59	1226	C ₃ -S ₁
	Haziran	2.26	1248	C ₃ -S ₁

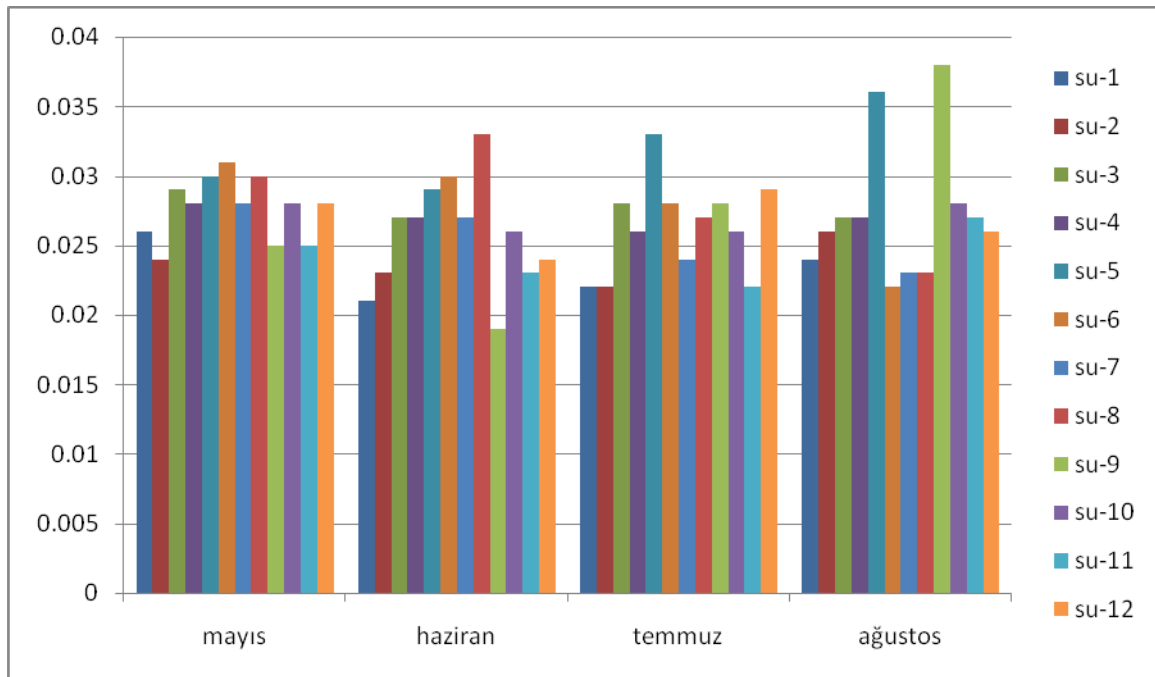
	Temmuz	1.96	1271	C ₃ -S ₁
	Ağustos	1.94	1285	C ₃ -S ₁
10	Mayıs	1.33	774	C ₃ -S ₁
	Haziran	1.86	863	C ₃ -S ₁
	Temmuz	2.24	745	C ₃ -S ₁
	Ağustos	2.17	756	C ₃ -S ₁
11	Mayıs	1.71	907	C ₃ -S ₁
	Haziran	2.14	987	C ₃ -S ₁
	Temmuz	2.63	993	C ₃ -S ₁
	Ağustos	2.58	821	C ₃ -S ₁
12	Mayıs	2.27	1261	C ₃ -S ₁
	Haziran	3.43	1335	C ₃ -S ₁
	Temmuz	2.45	1339	C ₃ -S ₁
	Ağustos	2.34	1346	C ₃ -S ₁

Genel olarak sulama suyu örneklerinin C₃-S₁ sınıfında olduğu saptanmıştır. Buna göre Keşan ve çevresinde sebze sulamasında kullanılan sulama sularının kullanılabilirlik açısından uygun olduğu, tuza dayanıklı sebzeler için herhangi bir sorun oluşturmayacağı, ancak toprakta tuzlulaşmanın önlenmesi için, toprakların tuzluluk değerlerinin zaman zaman kontrol edilmesi gerektiği görülmektedir.

4.5.Sulama Sularındaki Bazı Ağır Metaller

4.5.1.Bakır (Cu)

Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Cu değerleri; Mayıs ayında 0.024 –0.031; Haziran ayında 0.019 –0.033; Temmuz ayında 0.022 – 0.033 ve Ağustos ayında ise 0.022 – 0.038 mg/l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.1’de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

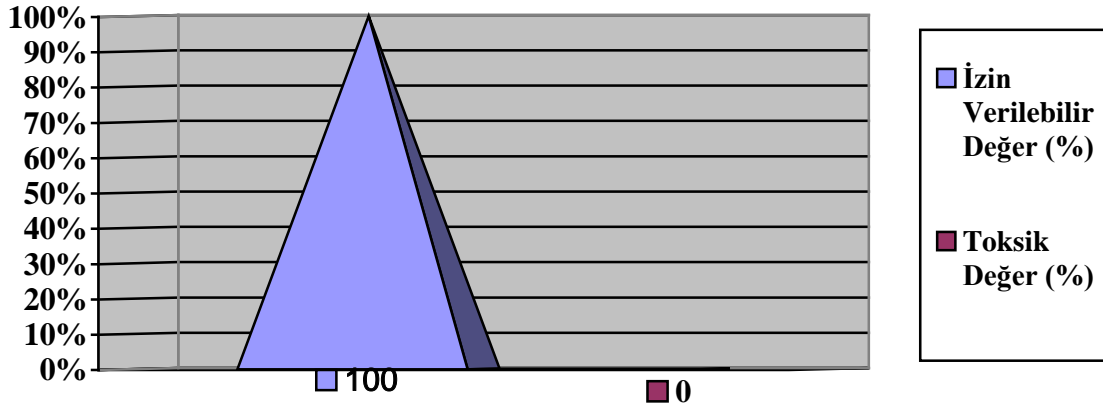


Şekil: 4.1. Sulama sularının Cu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Sulama suları Cu değerlerine göre Çizelge 4.5’e göre değerlendirildiğinde; sulama suyu örneklerinin hiç birinin toksik etki yapılabilecek düzeyde Cu içermediği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.2’den de görülmektedir.

Çizelge: 4.5. Sulama sularındaki Cu elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY, 1988).

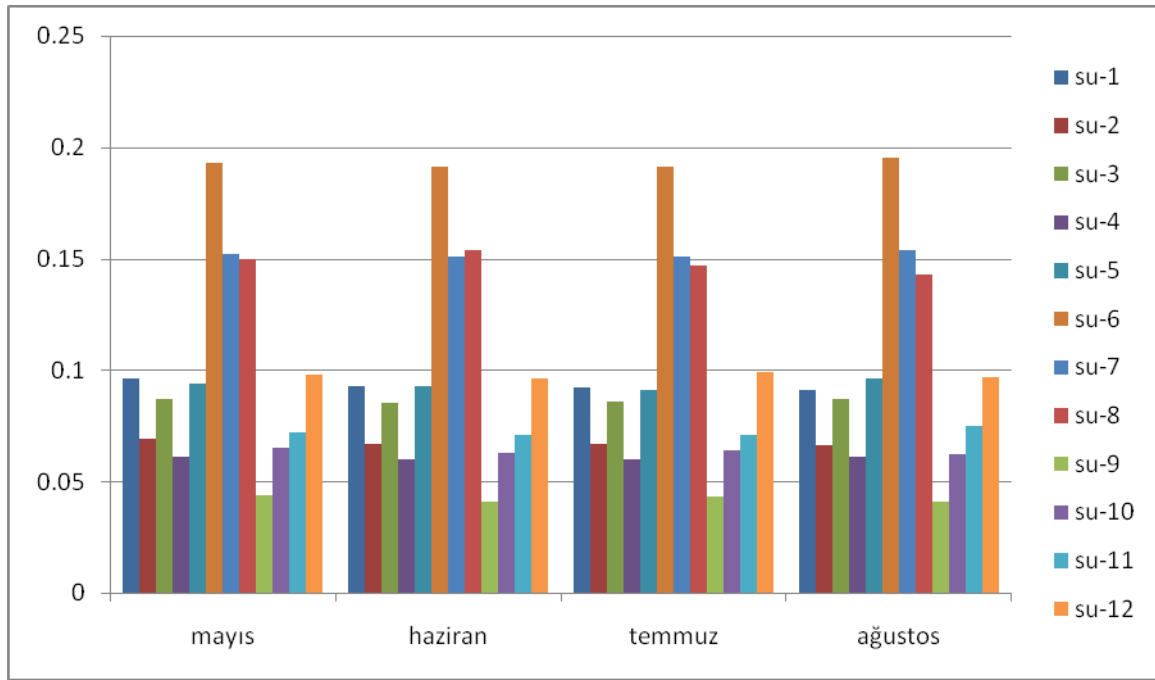
Cu, mg/l		Değerlendirme
I.	Sınıf sular: 20	İzin verilebilir
II.	Sınıf sular: 50	
III.	Sınıf sular: 200	
IV.	Sınıf sular: > 200	
200 >		Toksik



Şekil: 4.2. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Cu kirliliği (%)

4.5.2.Bor (B)

Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum B değerleri; Mayıs ayında 0.44 – 0.193; Haziran ayında 0.041 – 0.191; Temmuz ayında 0.043 – 0.191 ve Ağustos ayında ise 0.041 – 0.195 mg/l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.3’de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

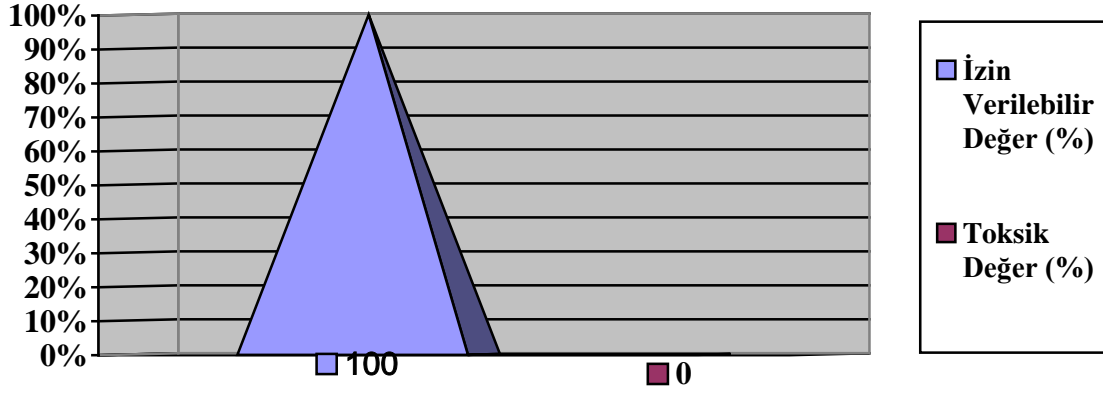


Şekil: 4.3. Sulama sularının B konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Sulama suları B değerlerine göre Çizelge 4.6'ya göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularının toksik etki yapılabilecek düzeyde B içermediği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.4'den de görülmektedir

Çizelge: 4.6. Sulama sularındaki B elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY; 1988).

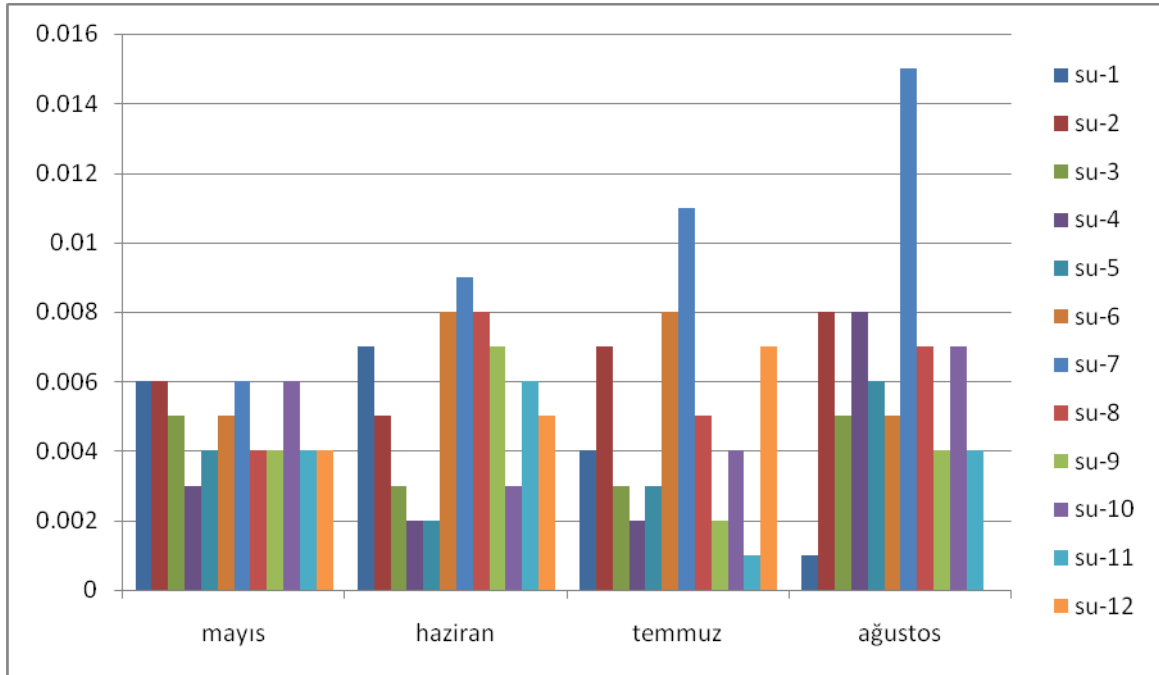
B, mg/l		Değerlendirme
I.	Sınıf sular: 1000	İzin verilebilir
II.	Sınıf sular: 1000	
III.	Sınıf sular: 1000	
IV.	Sınıf sular: > 1000	
1000 >		Toksik



Şekil: 4.4. Sulama suyu örneklerinde belirlenen B kirliliği (%)

4.5.3. Çinko (Zn)

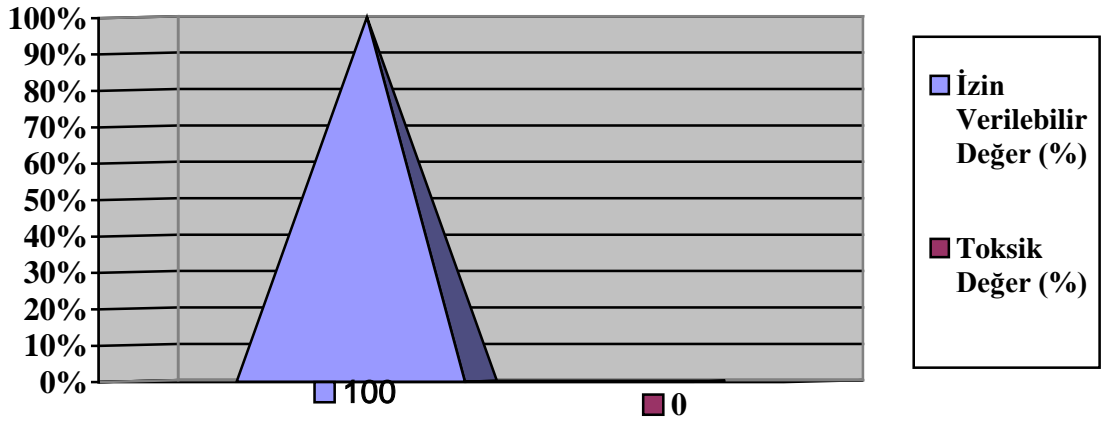
Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Zn değerleri; Mayıs ayında 0.003 –0.006; Haziran ayında 0.002 –0.009; Temmuz ayında 0.001 – 0.011 ve Ağustos ayında ise 0.001 – 0.015 mg/ l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.5’de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.5. Sulama sularının Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.7. Sulama sularındaki Zn elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY,1988).

Zn, mg/l	Değerlendirme
I. Sınıf sular: 200	İzin verilebilir
II. Sınıf sular: 500	
III. Sınıf sular: 2000	
IV. Sınıf sular: > 2000	
2000 >	Toksik

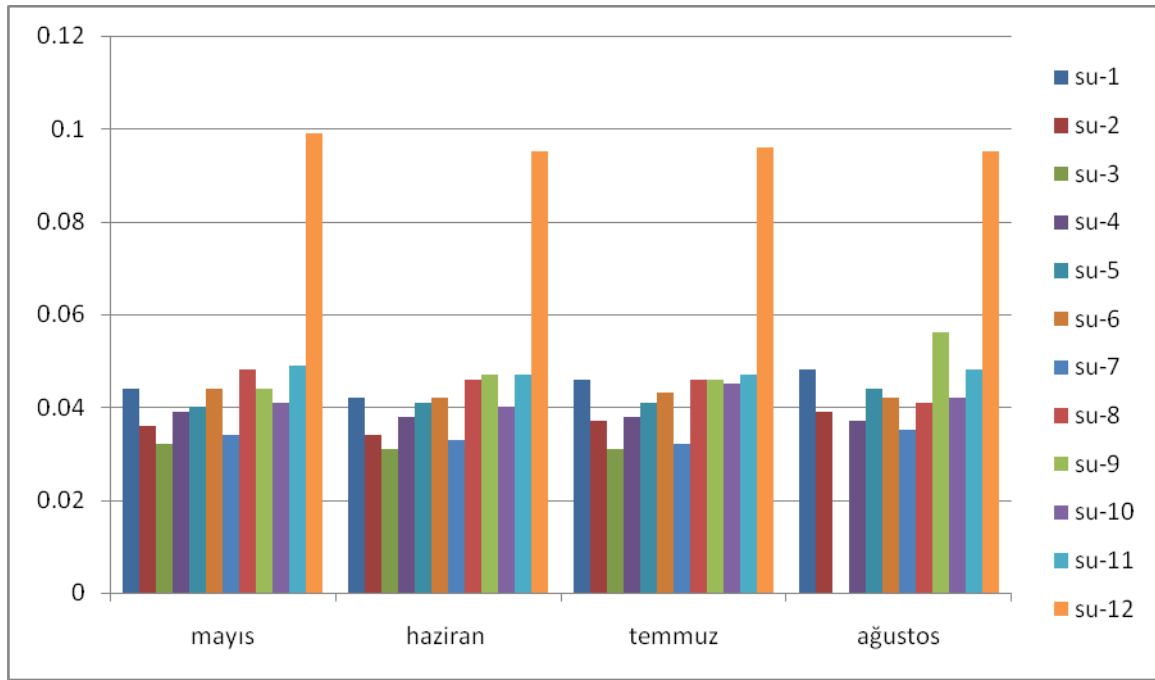


Şekil: 4.6. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Zn kirliliği (%)

Sulama suları Zn değerlerine göre Çizelge 4.7'ye göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularında herhangi bir Zn toksisitesine rastlanmadığı görülmüştür. Bu durum Şekil 4.6'dan da görülmektedir.

4.5.4.Demir (Fe)

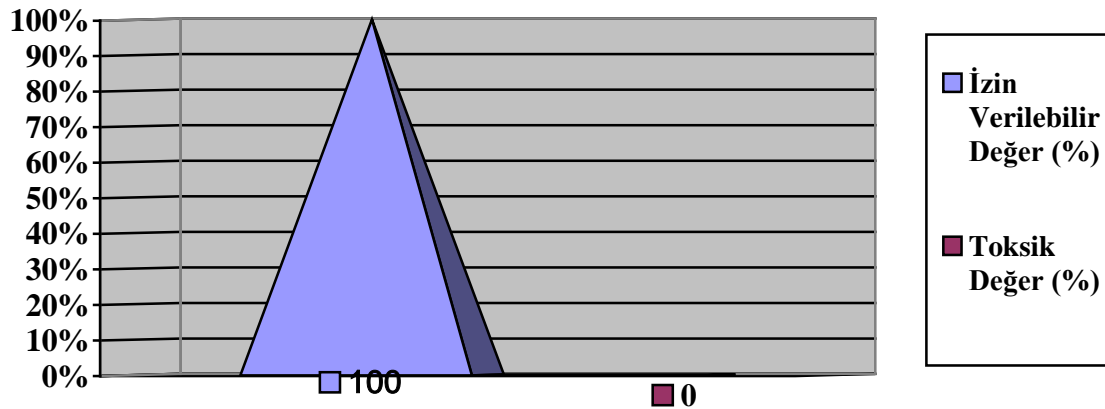
Sulama suyu örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Fe değerleri; Mayıs ayında 0.032 –0.099; Haziran ayında 0.031 –0.095; Temmuz ayında 0.031 – 0.096 ve Ağustos ayında ise 0.035 – 0.095 mg/ l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.7'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.7. Sulama sularının Fe konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.8. Sulama sularındaki Fe elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY; 1988).

Fe, mg/l		Değerlendirme
I.	Sınıf sular: 300	İzin verilebilir
II.	Sınıf sular: 1000	
III.	Sınıf sular: 5000	
IV.	Sınıf sular: > 5000	
5000 >		Toksik

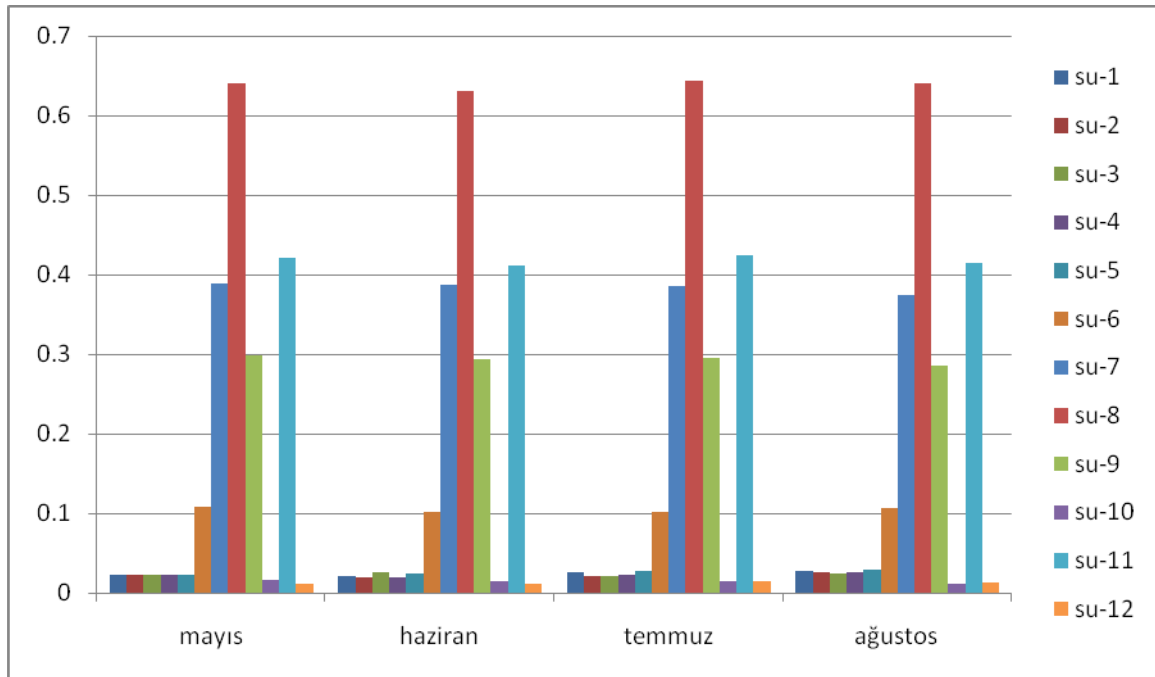


Şekil: 4.8. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Fe kirliliği (%)

Sulama suları Fe değerlerine göre Çizelge 4.8'e göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularının hiç birinin toksik etki yapılabilecek düzeyde Fe içermediği görülmüştür (Şekil 4.8).

4.5.5.Mangan (Mn)

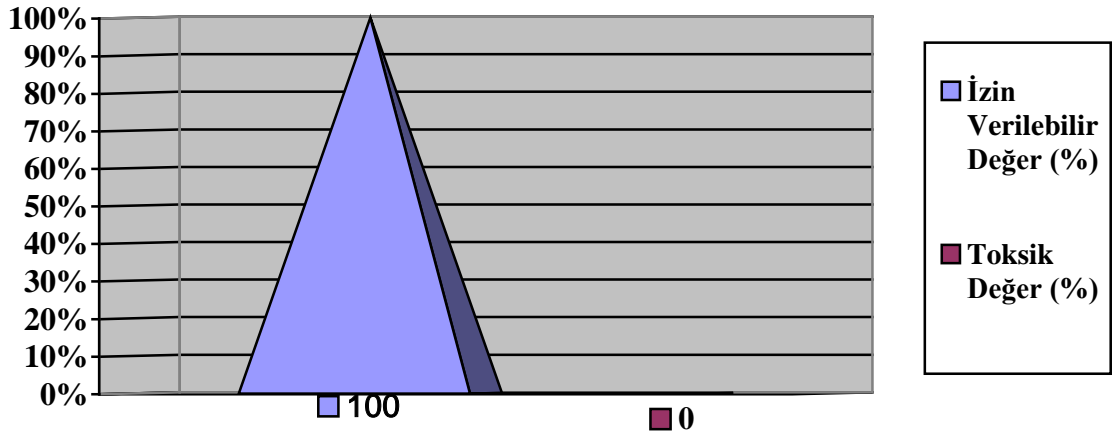
Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Mn değerleri; Mayıs ayında 0.012–0.641; Haziran ayında 0.011–0.631; Temmuz ayında 0.014 – 0.644 ve Ağustos ayında ise 0.011 – 0.641 mg/ l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.9'da ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.9. Sulama sularının Mn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.9. Sulama sularındaki Mn elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY, 1988).

Mn, mg/l	Değerlendirme
I. Sınıf sular: 100	İzin verilebilir
II. Sınıf sular: 500	
III. Sınıf sular: 3000	
IV. Sınıf sular: > 3000	
3000 >	Toksik

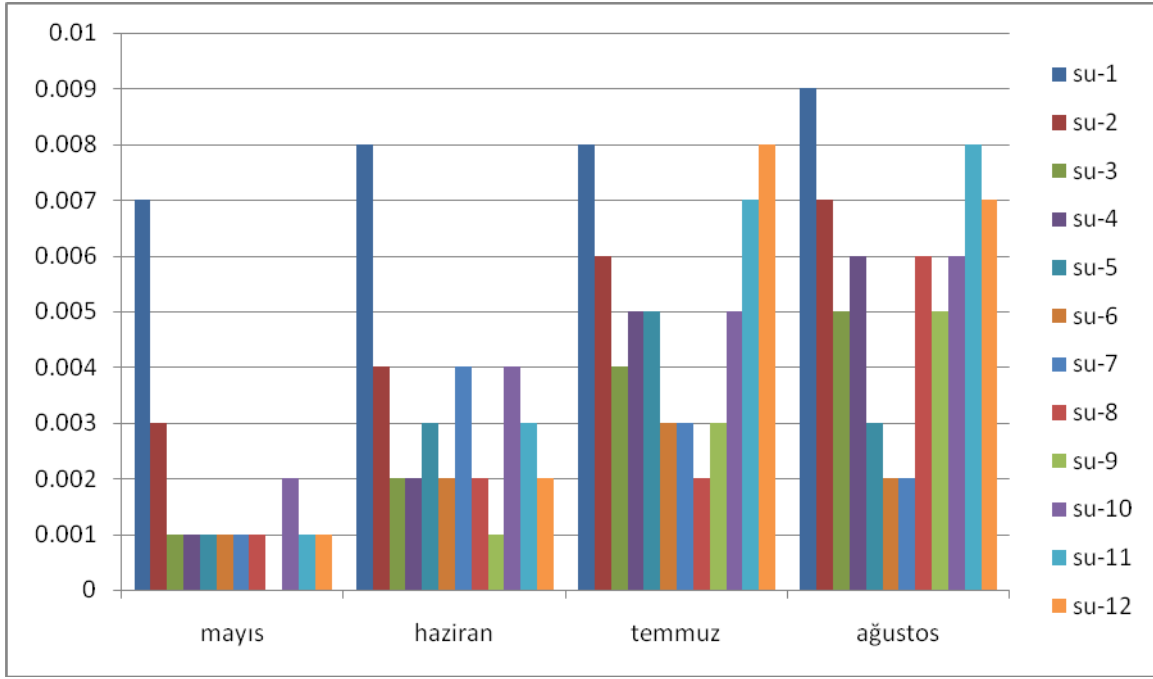


Şekil: 4.10. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Mn kirliliği (%) .

Sulama suları Mn değerlerine göre Çizelge 4.9'a göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularının hiç birinde toksik olabilecek düzeyde Mn belirlenmemiştir. Bu durum Şekil 4.10'dan da görülmektedir.

4.5.6.Kadmiyum (Cd)

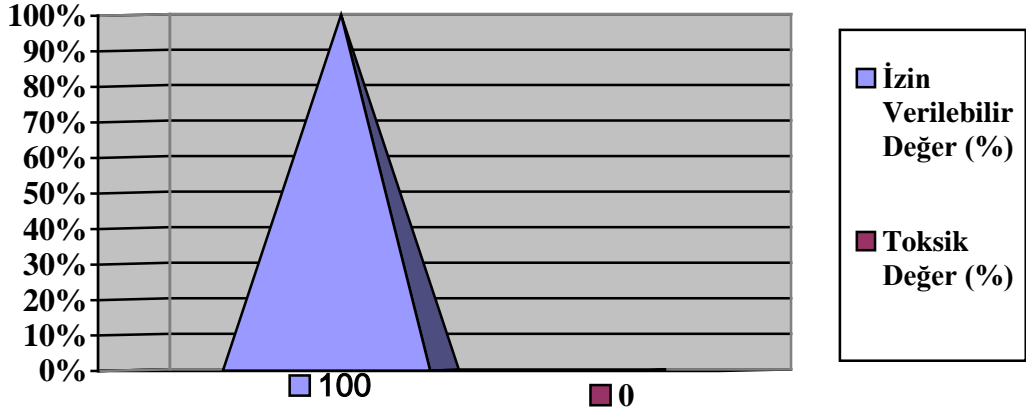
Sulama suyu örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Cd değerleri; Mayıs ayında 0.001–0.007; Haziran ayında 0.001–0.008; Temmuz ayında 0.002 – 0.008 ve Ağustos ayında ise 0.002 – 0.009 mg/ l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.11'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.11. Sulama sularının Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.10. Sulama sularında Cd elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY, 1988).

Cd, mg/l		Değerlendirme
I.	Sınıf sular: 3	İzin verilebilir
II.	Sınıf sular: 5	
III.	Sınıf sular: 10	
IV.	Sınıf sular: >10	
10 >		Toksik

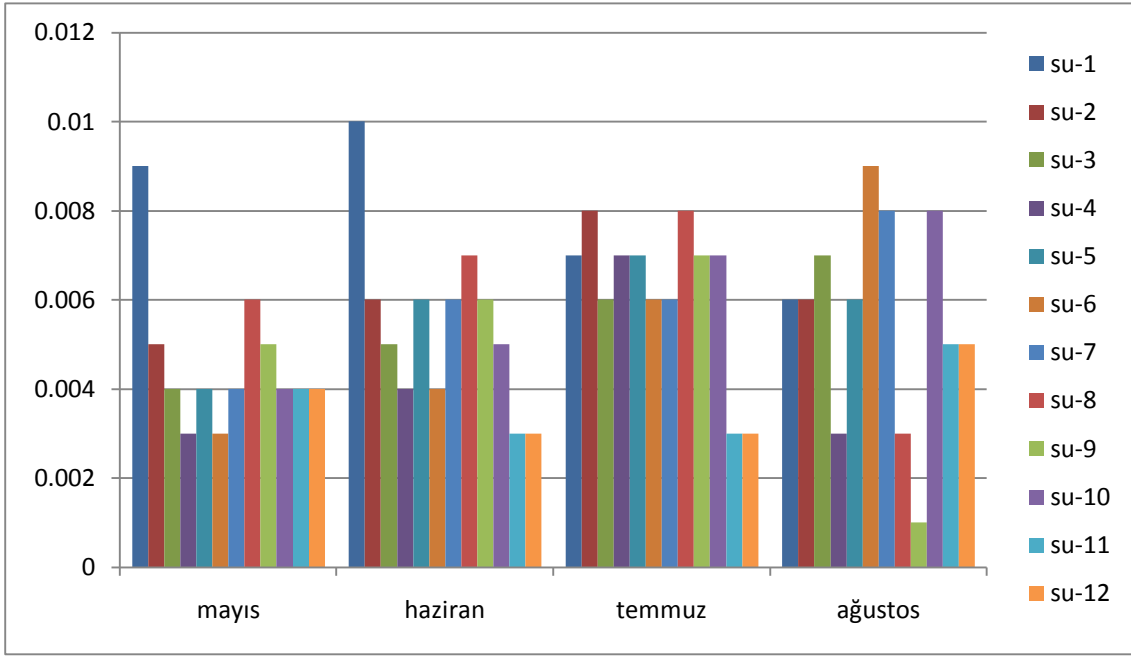


Şekil: 4.12. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Cd kirliliği (%).

Sulama suları Cd değerlerine göre Çizelge 4.10'a göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularının toksik etki yapılabilecek düzeyde Cd içermediği görülmüştür (Şekil 4.12).

4.5.7.Kobalt (Co)

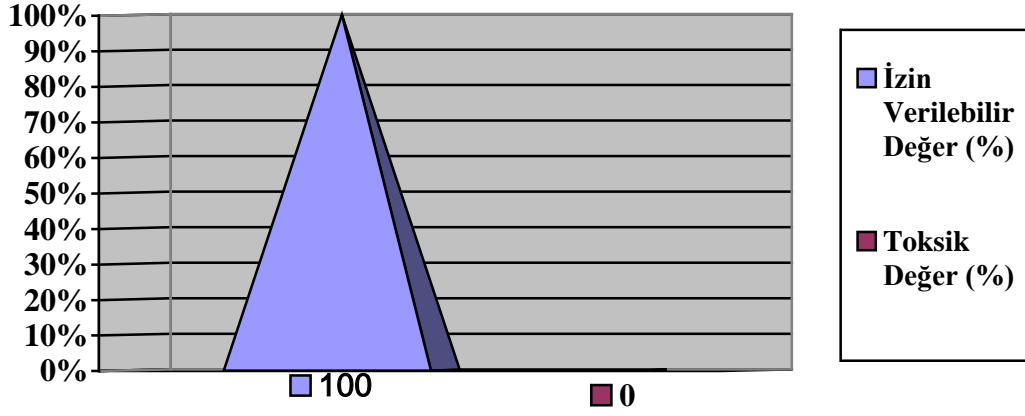
Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Co değerleri; Mayıs ayında 0.003–0.009; Haziran ayında 0.003–0.010; Temmuz ayında 0.003 – 0.008 ve Ağustos ayında ise 0.001 – 0.009 mg/ l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.13'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.13. Sulama sularının Co konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.11. Sulama sularında Co elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY, 1988).

Co, mg/l	Değerlendirme
I. Sınıf sular: 10	İzin verilebilir
II. Sınıf sular: 20	
III. Sınıf sular: 200	
IV. Sınıf sular: > 200	
200 >	Toksik

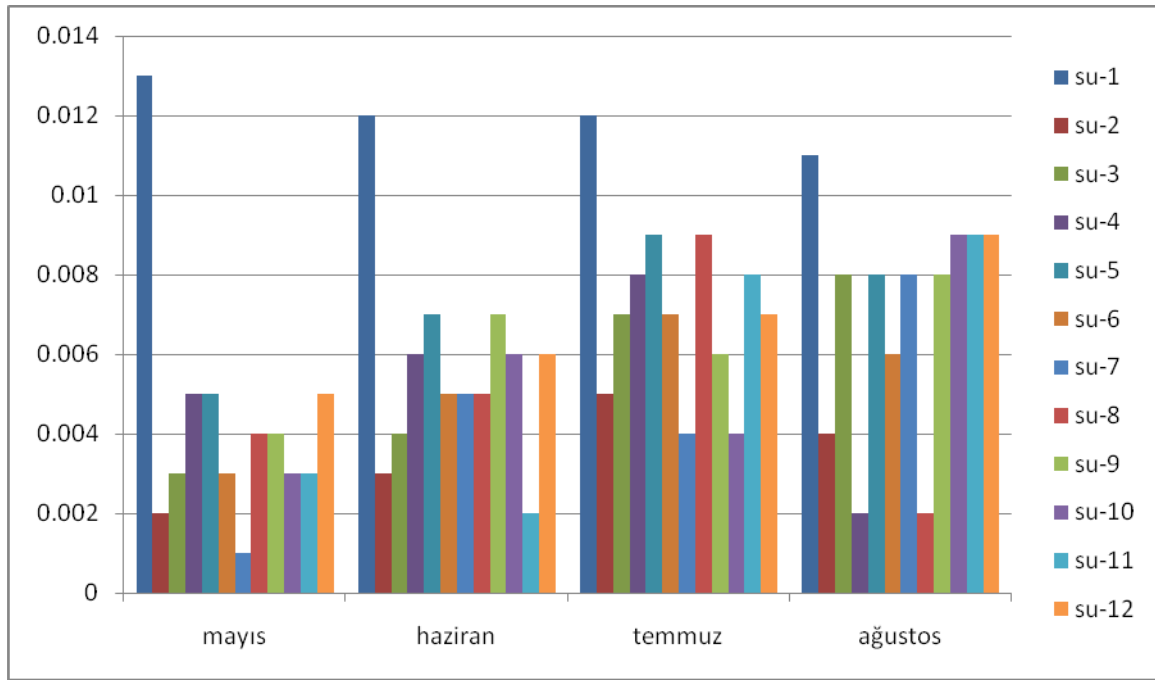


Şekil: 4.14. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Co kirliliği (%)

Sulama suyu örnekleri Co konsantrasyonlarına göre Çizelge 4.11'e göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlardan sulama suyu örneklerinin hiç birinin toksik etki yapılabilecek düzeyde Cd içermediği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.14'den de görülmektedir.

4.5.8.Krom (Cr)

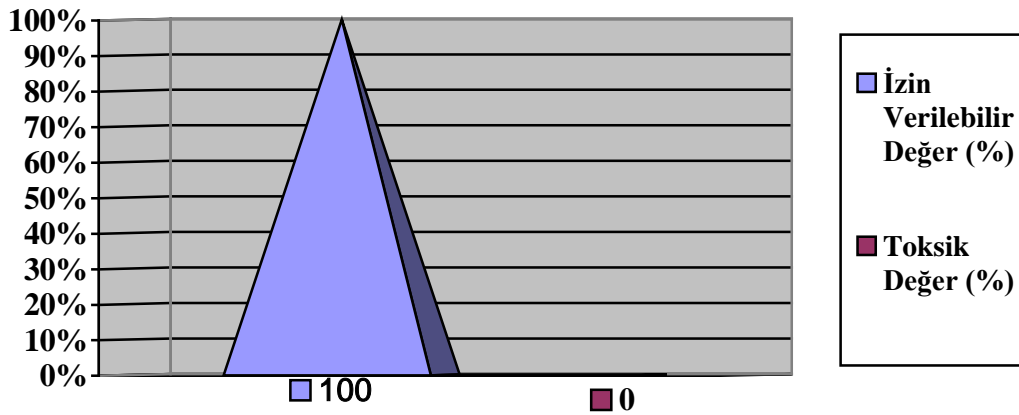
Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Cr değerleri; Mayıs ayında 0.001–0.013; Haziran ayında 0.002–0.012; Temmuz ayında 0.004 – 0.012 ve Ağustos ayında ise 0.002 – 0.011mg/l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.15'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.15. Sulama sularının Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.12. Sulama sularında Cr elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY, 1988).

Cr, mg/l	Değerlendirme
I. Sınıf sular: 20	İzin verilebilir
II. Sınıf sular: 50	
III. Sınıf sular: 200	
IV. Sınıf sular: > 200	
200 >	Toksik

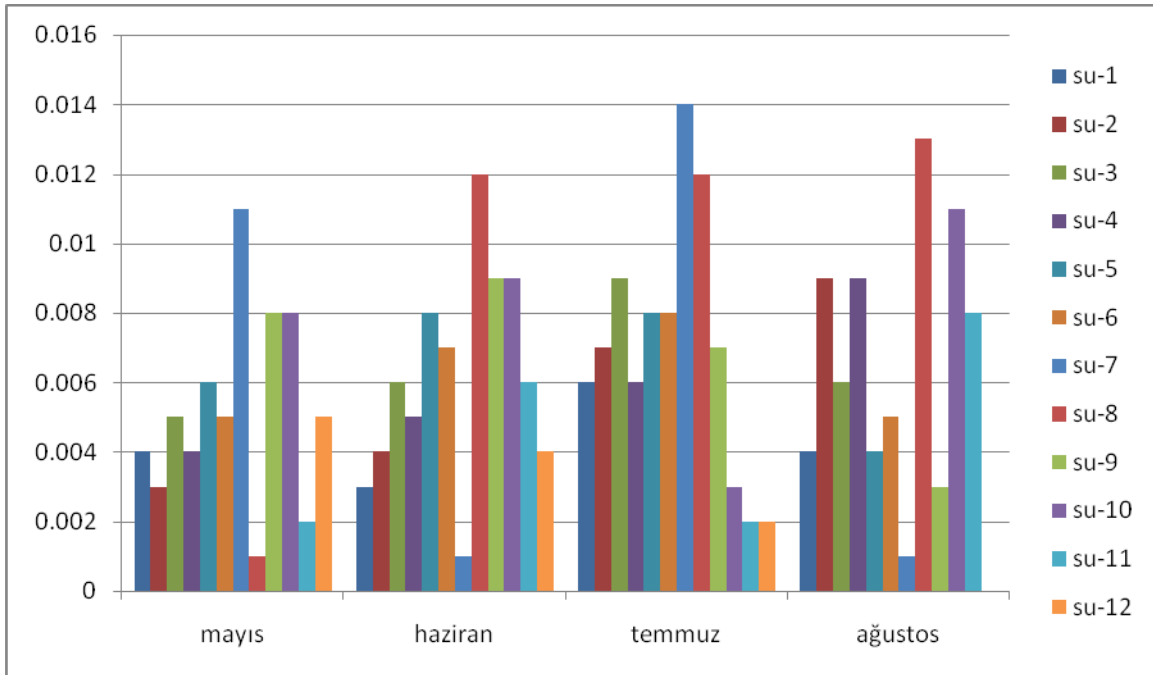


Şekil: 4.16. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Cr kirliliği (%)

Sulama suları Cr değerlerine göre Çizelge 4.12 'ye göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularının toksik etki yapılabilecek düzeyde Cd içermediği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.16'da da açıkça görülmektedir.

4.5.9.Kurşun (Pb)

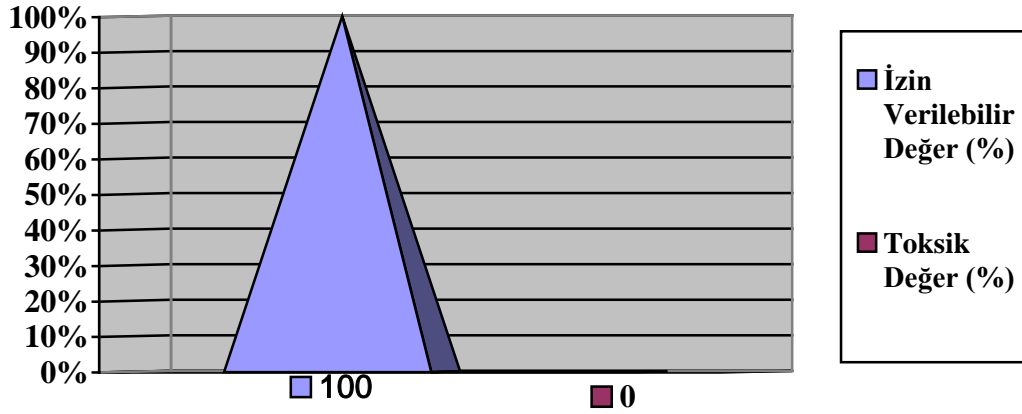
Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Pb değerleri; Mayıs ayında 0.001–0.011; Haziran ayında 0.003–0.012; Temmuz ayında 0.002 – 0.014 ve Ağustos ayında ise 0.003 – 0.013 mg/l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.17'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.17. Sulama sularının Pb konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.13. Sulama sularında Pb elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY, 1988).

Pb, mg/l	Değerlendirme
I. Sınıf sular: 10	İzin verilebilir
II. Sınıf sular: 20	
III. Sınıf sular: 50	
IV. Sınıf sular: > 50	
50 >	Toksik

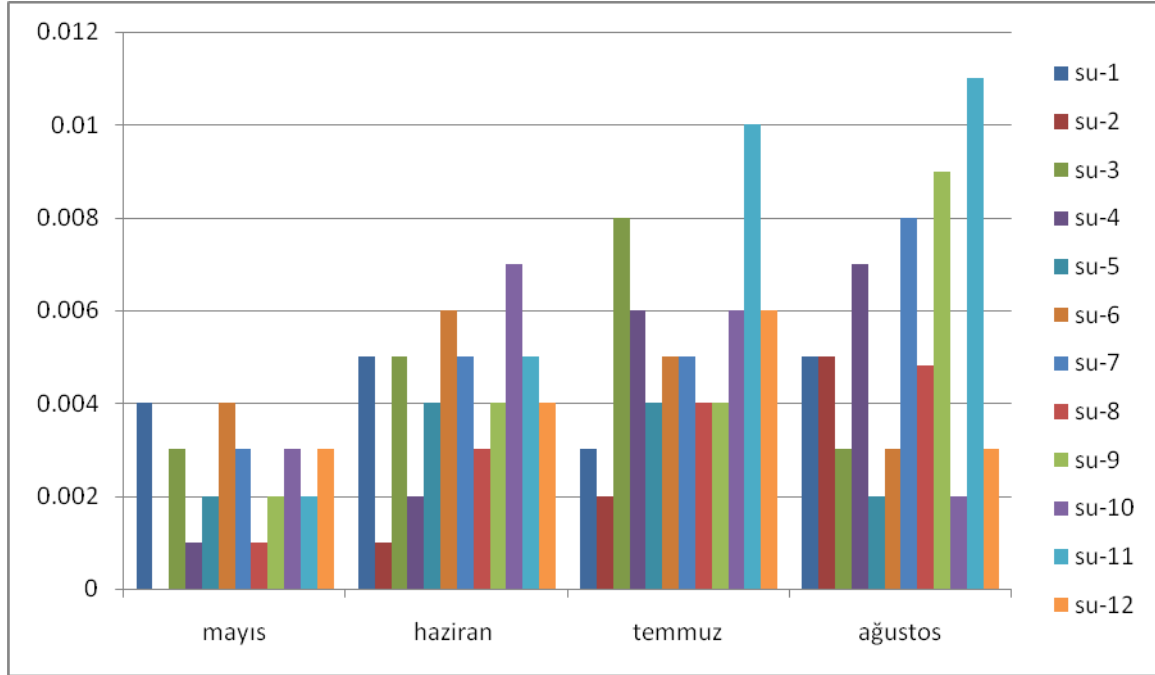


Şekil: 4.18. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Pb kirliliği (%).

Sulama suları Pb değerlerine göre Çizelge 4.13 'e göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularının toksik etki yapılabilecek düzeyde Pb içermediği görülmüştür (Şekil 4.18).

4.5.10.Nikel (Ni)

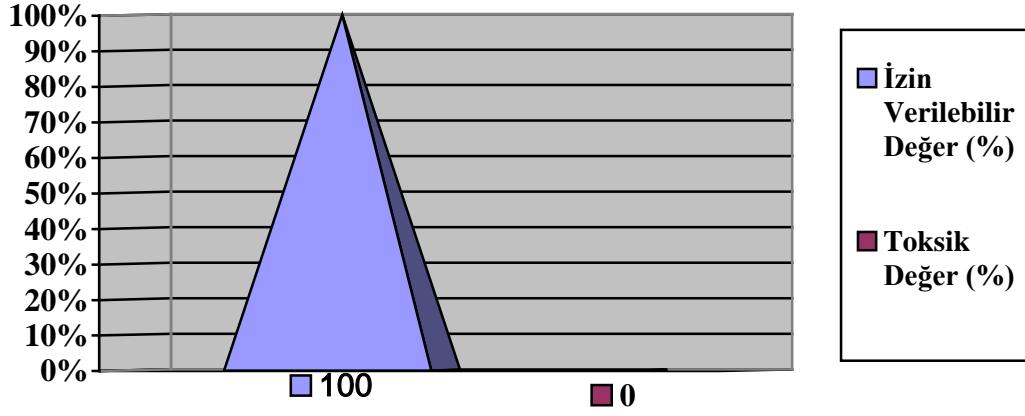
Su örneklerinin aylara göre minimum ve maximum Ni değerleri; Mayıs ayında 0.000–0.004; Haziran ayında 0.001–0.007;Temmuz ayında 0.002 – 0.010 ve Ağustos ayında ise 0.003 – 0.013 mg/l arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.19'da ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil: 4.19. Sulama sularının Ni konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/l).

Çizelge: 4.14. Sulama sularında Ni elementinin izin verilebilir sınır değerleri (SKKY,1988).

Ni, mg/l	Değerlendirme
I. Sınıf sular: 20	İzin verilebilir
II. Sınıf sular: 50	
III. Sınıf sular: 200	
IV. Sınıf sular: > 200	
200 >	Toksik



Şekil: 4.20. Sulama suyu örneklerinde belirlenen Ni kirliliği (%)

Sulama suları Ni değerlerine göre Çizelge 4.14 'e göre değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçlara göre sulama sularının toksik etki yapılabilecek düzeyde Ni içermediği görülmüştür. Bu durum Şekil 4.20'den de görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sebze yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Edirne ili Keşan İlçesine bağlı Şükrüköy, Seydiköy, Kadıköy ve Mahmutköy Köylerinde domates, biber, patlıcan, hıyar, fasulye, kavun, karpuz ve diğer yazlık ekilen sebzelerin sulanmasında kullanılan sondaj kuyu suyundan sulama periyodu boyunca Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında birer defa alınan sulama suyu örnekleri analiz edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Su örneklerinin pH değerleri 6.26 ile 7.98 arasında değişmektedir. Sular pH değerlerine göre değerlendirildiğinde sulamada kullanılabilirlik yönünden herhangi bir sakıncası bulunmamaktadır.

Su örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri aylara göre değişmekle birlikte 660 ile 1339 $\mu\text{mhos/cm}$ değerleri arasında bulunmuştur. Suların SAR değerleri ise 1.17 ile 3.88 arasında değişmektedir. Suların ABD sistemine göre sulama suyu sınıflarının tamamına yakını araştırmanın yapıldığı aylarda C₃-S₁ sınıfındadır. Buna göre suların tamamı Yüksek Tuzlu - Düşük Sodyumlu sınıfına girmektedir. Bu durum suların tuzlu olduğunu göstermektedir. Buna göre söz konusu bu sulama suları sebzelerin sulanmasında kullanılırken toprakta tuzlulaşmaya neden olabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca tuza hassas olan sebzelerin sulanmasında kullanılması durumunda bu durum dikkate alınmalıdır. Sodyum bakımından ise herhangi bir sorunun şimdilik olmadığı anlaşılmaktadır.

Su örnekleri RSC değerlerine göre değerlendirildiğinde, söz konusu bu değerler 0.32 ile 1.51 me/l arasında değişmektedir. Bu değerler sulama sularında izin verilebilir değer olan 2.25 me/ l değerinin çok altındadır. Buna göre sulama suları RSC bakımından şimdilik herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.

Sulama suları PI değerlerine göre değerlendirildiğinde ise aylara göre küçük değişiklikler göstermektedir. Bazı örneklerin uzun süreli kullanılmaması gerektiği PI değerlerinin pozitif bulunmasıyla anlaşılmıştır. Örneğin 5 ve 9 numaralı su örneklerinin PI değerleri örnekleme yapılan bütün aylarda pozitif bulunmuştur. Bu durum söz konusu sulama sularının RSC değerinin düşük bulunmasına rağmen PI değerine göre değerlendirildiğinde uzun süreli kullanılmaması gerektiğini göstermektedir. Aksi takdirde sulama amaçlı olarak uzun yıllar kullanılmaya devam edilmesi durumunda toprakta alkalileşmeye neden olabileceği ve toprağın SAR değerini yükseltebileceği unutulmamalıdır.

Sulama suları Cu, B, Zn, Fe, Mn, Cd, Co, Cr, Pb ve Ni içerikleri bakımından değerlendirildiğinde Temmuz ve Ağustos aylarında genellikle artmasına rağmen herhangi bir kirlilik parametresine rastlanılmamıştır. Bu duruma sebep olarak sulama suyu örneklerinin yeraltı suyu kökenli olması ve ayrıca Keşan ve çevresinde yoğun bir sanayileşmenin olmaması, dolayısı ile su kaynaklarının kirlenici sanayi kaynaklarında fazlaca etkilenmemiş olması gösterilebilir.

Sonuç olarak bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre, Keşan ilçesi ve çevresinde yetiştirilen sebzelerin sulanmasında kullanılan sulama sularının tuz içerikleri yüksek bulunmuştur. Bu durum sulama uygulamalarında dikkate alınmalıdır. Ayrıca 5 ve 9 nolu suların tamamı ile diğer su örneklerinin sebzelerin sulamasının yapıldığı bazı aylarda PI değerleri pozitif bulunmuştur. Bu durum söz konusu bu suların PI değerlerinin pozitif olduğu dikkate alınarak sulamada kullanılmaları gerekir.

6. KAYNAKLAR

- Adiloğlu A; Tok HH, Zaim Ö, İbar H, Öner N, Gönülsüz E ve Adiloğlu S, (2006). Uzunköprü ve Meriç yöresinde çeltik sulamasında kullanılan Ergene Nehrinde bazı ağır metallerin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Trakya Üniversitesi araştırma projesi Proje No: TÜBAP- 456.
- Anıak E. (2000). Akşehir Gölü ve göle boşalan yüzey sularındaki ağır metal kirliliğinin tesbiti. Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans tezi, 80 s, Gebze, İzmit.
- Bakaç M. ve Kumru MN. (2000). Menemen Ovası su ve topraklarında radyoaktivite araştırması ve ağır metal kirliliği. Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fizik Bölümü, Cilt: 9 Sayı: 35 26-30, İzmir.
- Bayrak G (2004). Gala Gölü ve çevresinde ağır metal derişiminin dinamiği. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Cekova E and Efremov A (2001). Appropriates of the biological monitoring for pollution determination of the River Vardar, by heavy metals. J. of Environmental Protection and Ecology, Vol. 2 (2): 384- 389, Bulgaria.
- Delibaş L, Yüksel AN, Albut S, İstanbulluoğlu A, Konukçu F ve Kocaman İ (2008). Meriç-Ergene Sularının İpsala Çeltik alanlarındaki toprak kirliliği ve besin zinciri üzerine etkileri. Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (TÜBAP- 715), Edirne.
- DSİ (2003). Meriç deltası sulak alanının iyileştirilmesi (rehabilitasyonu) üzerinde araştırmalar, Edirne.
- Edirne Tarım İl Müdürlüğü Çalışma Raporu (2008).
- Ergen C (1988). Deterjanların çevreye etkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı İstanbul İl Müd. Yayınları.

Gidirişlioğlu A ve akır R (1996). Ergene nehri ve kollarının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesinin tespiti ve toprak üzerine etkileri. Köy Hizm. Gen. Müd. Atatürk Arş.Enst. Müd. APK- 102, 70s, Kırklareli.

Gündüz T ve ukur A (1984). Hazar Gölü'nde ağır metal kirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araş. Merk. Sempozyumu, 11- 15 Haziran, Erzurum.

Güneş Y, Ekmekyapar F, Yasavul E, Ordu Ş ve Karakaya N (2001). orlu Deresi'ne deşaj olan endüstriyel atıkların meydana getirdiği kirliliğin belirlenmesi, Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Mersin Üniversitesi, Çevre Müh. Bölümü, 844- 847, Mersin.

Haan FAM and Zwermann PJ (1976). Pollution of soil. Bolt GH and Bruggenwert MGM (ed.). Soil Chemistry. Elsevier Sci. Publ. Comp. New York.

Hatipoğlu F (1993). Gübre kullanımı ve üretimi. 4. Türkiye Ziraat Müh. Teknik Kongresi, 9- 13 Ocak, Ankara.

[http: // www. Tarimsal.com/ fitoremediasyon](http://www.Tarimsal.com/)

Keşan İlçe Tarım Müdürlüğü, (2008). Keşan İlçesi arazi varlığı.

Özyazıcı M A ve ark. (2001). arşamba ve Bafra yöresi seralarında toprak ve su kirliliği riski. T.C. KHGM Köy Hizm. Atatürk Araşt. Enst. Müd., Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu, 24- 27 Mayıs, Kırklareli

Prochazkova, L. ve ark. (1996). Impact of diffuse pollution on water quality of the Vlatva river Czech Republic. Water Science and technology. Vol: 33 (4-5): 145-152.

Sağlam MT (2008). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 2, Tekirdağ.

Sağlam MT ve Adiloğlu A (1997). Su Kalitesi. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 230, Tekirdağ.

Slawin, W. (1955). Atomik absorption spectroscopy. Interscience Publishers, New York-London- Sydney.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (1988). T.C. Resmi Gazete 4 Eylül, Sayı: 19919, Ankara.

Tok HH, Ekinci H, Çakır R, Adiloğlu A, Yüksel O, Avşar F, Gidirişlioğlu A ve Kavdır Y (1995). Trakya'daki Ergene Nehri ve Kollarının Bazı Kirlilik Parametrelerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Toprak İlimi Derneği 13. Bilimsel Toplantısı, İlhan Akalan, Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt :2, C-81-90, Ankara.

Tok HH, Adiloğlu A, Öner N, Gönülsüz E and Adiloğlu S (2005). Heavy Metal Concentrations in Irrigation Waters and Rice Crops in the Central Trakya Region. Journal of Environmental Protection and Ecology, 6, (3): 550- 562, Thessaloniki, Greece.

Tok HH (1997). Çevre Kirliliği, Anadolu Matbaa, İstanbul.

Tülüçü K. (2003). Özel Bitkilerin Sulanması, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No:254, Adana, 75-89.

United Nations (2003).The United Nations World Water Development Report, World Water Assesment Programme.

Uzunoğlu, O. (1999) Gediz Nehri' nden alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi. C. Bayar Üniv.; Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans tezi, 73 s, Manisa.

Wang, HY and Stuanes AO (2003). Heavy metal pollution in air –water –plant system of Zhuzhou city, Hunan Province, China, *Water, Air and Soil Pollution*, 147 (1/4): 79-107.

7. ÖZGEÇMİŞ

30 Eylül 1963 tarihinde Edirne ili Keşan ilçesi Türkmen Köyünde doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Keşan'da tamamladım.

1983 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünü kazanarak lisans eğitimimi tamamladım. 1990–1992 yılları arasında Edirne Tarım İl Müdürlüğünde geçici mevsimlik işçi statüsünde belirli aylarda çalıştım. 1990 yılında evlendim. Biri ilköğretim, diğeri lisede okuyan iki oğlum var.

1992 yılında Trakya Tarımsal Ticaret ismiyle Zirai ilaç, tohum ve zirai alet bayiliği (saticılığı) işine başladım.

1994 yılında Trakya Üniversitesi'nde yüksek lisans programına başvurduğum ve kabul edildim. İki yıl süresince derslere ettim. Ancak işlerimin yoğunluğu nedeniyle tezimi tamamlayamadım. 2009 yılında çıkan aftan yararlanarak tezimi tamamlayıp mezun olmaya karar verdim. Halen Edirne ilinin Keşan ilçesinde Zirai İlaç Bayii olarak serbest çalışmaktayım.