



Namık Kemal Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of Tekirdag Agricultural Faculty

An International Journal of all Subjects of Agriculture

Sahibi / Owner

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU
Dekan / Dean

Editörler Kurulu / Editorial Board

Başkan / Editor in Chief

Prof.Dr. Selçuk ALBUT
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty
salbut@nku.edu.tr

Üyeler / Members

Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL	Zootekni / Animal Science
Doç.Dr. İlker H. ÇELEN	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Servet VARIŞ	Bahçe Bitkileri / Horticulture
Prof.Dr. Aslı KORKUT	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture
Prof.Dr. Temel GENÇTAN	Tarla Bitkileri / Field Crops
Prof.Dr. Aydın ADILOĞLU	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
Prof.Dr. Fatih KONUKCU	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Sezen ARAT	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Doç.Dr. Mustafa MİRİK	Bitki Koruma / Plant Protection
Doç.Dr. Ümit GEÇGEL	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
Yrd.Doç.Dr. Devrim OSKAY	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Yrd.Doç.Dr. M. Recai DURGUT	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

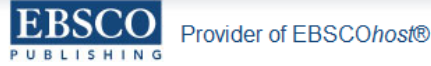
İndeksler / Indexing and abstracting



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir/ Included in CABI



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in DOAJ



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in EBSCO



FAO AGRIS Veri Tabanında İndekslenmektedir / Indexed by FAO AGRIS Database



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in INDEX COPERNICUS



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr

Web adresi: http://jotaf.nku.edu.tr

Tel: +90 282 250 20 07

ISSN: 1302-7050

Danışmanlar Kurulu /Advisory Board

Bahçe Bitkileri / Horticulture

- Prof.Dr. Kazım ABAK** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Y.Sabit AĞAOĞLU Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Jim HANCOCK Michigan State Univ. USA
Prof.Dr. Mustafa PEKMEZCİ Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya

Bitki Koruma / Plant Protection

- Prof.Dr. Mithat DOĞANLAR** Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Hatay
Prof.Dr. Timur DÖKEN Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Aydın
Prof.Dr. Ivanka LECHAVA Agricultural Univ. Plovdiv-Bulgaria
Dr. Emil POCSAI Plant Protection Soil Cons. Service Velenca-Hungary

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

- Prof.Dr. Yaşar HIŞIL** Ege Üniv. Mühendislik Fak. İzmir
Prof.Dr. Fevzi KELEŞ Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Atilla YETİŞEMİYEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Zhelyazko SIMOV University of Food Technologies Bulgaria

Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology

- Prof.Dr. Hakan TURHAN** Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Çanakkale
Prof.Dr. Khalid Mahmood KHAWAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Mehmet KURAN Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Samsun
Doç.Dr. Tuğrul GİRAY University of Puerto Rico. USA
Doç.Dr. Kemal KARABAĞ Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Doç.Dr. Mehmet Ali KAYIŞ Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya

Tarla Bitkileri / Field Crops

- Prof.Dr. Esvet AÇIKGÖZ** Uludağ Üniv.Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Özer KOLSARICI Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Dr. Nurettin TAHSİN Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria
Prof.Dr. Murat ÖZGEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Doç. Dr. Christina YANCHEVA Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

- Prof.Dr. Faruk EMEKSİZ** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Hasan VURAL Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Gamze SANER Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Dr. Alberto POMBO El Colegio de la Frontera Norte, Meksika

Tarım Makineleri / Agricultural Machinery

- Prof.Dr. Thefanis GEMTOS** Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Simon BLACKMORE The Royal Vet.&Agr. Univ. Denmark
Prof.Dr. Hamdi BİLGİN Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Prof.Dr. Ali İhsan ACAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara

Tarımsal Yapılar ve Sulama / Farm Structures and Irrigation

- Prof.Dr. Ömer ANAPALI** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Christos BABAJIMOPOULOS Aristotle Univ. Greece
Dr. Arie NADLER Ministry Agr. ARO Israel

Toprak / Soil Science

- Prof.Dr. Sait GEZGİN** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya
Prof.Dr. Selim KAPUR Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Metin TURAN Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Erzurum
Doç. Dr. Pasquale STEDUTO FAO Water Division Italy

Zootekni / Animal Science

- Prof.Dr. Andreas GEORGOIDUS** Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Ignacy MISZTAL Breeding and Genetics University of Georgia USA
Prof.Dr. Kristaq KUME Center for Agricultural Technology Transfer Albania
Dr. Brian KINGHORN The Ins. of Genetics and Bioinf. Univ. of New England Australia
Prof.Dr. Ivan STANKOV Trakia Univ. Dept. Of Animal Sci. Bulgaria
Prof.Dr. Nihat ÖZEN Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Prof.Dr. Jozsef RATKY Res. Ins. Animal Breed. and Nut. Hungary
Prof.Dr. Naci TÜZEMEN Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

H. Çinkılıç, L. Çinkılıç, S. Varış, A. KUBAŞ Trakya Bölgesinde Sera Sebzeciliği ve Sorunları Greenhouse Vegetable Growing and its Problems in Thrace Region	1-10
M. F. Baran, M. R. Durgut, İ. E. Kayhan' İ. Kurşun, B. Aydın, Y. Bayhan Determination of Different Tillage Methods In Terms of Technically And Economically in Second Crop Maize For Silage (2nd Year) II. Ürün Silajlık Mısır Üretiminde Uygulanabilecek Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Olarak Belirlenmesi (2.Yıl)	11-20
A. Afacan, S. Adiloğlu, A. Hasanghasemi, C. Sağlam Determination of Antioxidant Activity of Sunflower Growing in Hayrabolu District of Tekirdağ Province Tekirdağ İli Hayrabolu İlçesinde Yetişen Ayçiçeği Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi Tayini	21-26
F. Aydoğan, K. Bellitürk, M. T. Sağlam Edirne İlindeki Bazı Sulama Suyu Kaynaklarının Tuzluluk ve Ağır Metal İçeriklerinin Tespiti The Assesment Of Irrigation Water Salinity And Heavy Metal Contents Of Some Selected Resources In Edirne Region	27-37
H. E. Şamlı, M. Terzioğlu, A. A. Okur, F. Koç, N. Şenköylü Effects Of Sweet Apricot Kernel Meal On Performance And Intestinal Microbiota In Broiler Chickens Etlik Piliçlerde Kayısı Küspesinin Performansa ve Bağırsak Mikrobiyotasi Üzerine Etkileri	38-43
A. Şahin, M. Kaşıkçı Sivas İli Yıldızeli İlçesinde Halk Elinde Yetiştirilen Esmer Sığırların Çiğ Süt Kompozisyonunu Belirlenmesi Determination of Milk Composition of Brown Swiss Cows Raised in Different Village Conditions Yıldızeli District of Sivas Province	44-50
Y. Doğan, Y. Toğay, N. Toğay Mardin Kızıltepe Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Mercimek (<i>Lens culinaris</i> Medic.) Çeşitlerinde Verim Ve Verim Öğelerine Etkisi Effect Of Different Sowing Time On Yield And Yield Components of Lentil (<i>Lens culinaris</i> Medic.) Varieties in Mardin Kızıltepe Conditions	51-58
E. Torun Determining Fruit Producers' Source of Information in Kocaeli And Evaluating It in Terms Of Agricultural Extension.....	59-70
D. Katar' Y. Arslan, R. Kodaş, İ. Subaşı, H. Mutlu Bor Uygulamalarının Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Bitkisinde Verim ve Kalite Unsurları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi Determination of Effect of Different Doses of Boron on the Yield and Yield Components of Safflower (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	71-79
T. Kiper Peyzaj Mimarlığı Öğrencilerinin Çevre Tutumlarının Belirlenmesi Determination of Environmental Attitudes of Students of Landscape Architecture	80-88
O. Yılmaz, O. Karaca, D. İnce, İ. Cemal, E. Yaralı, M. Varol, S. Sevim Batı Anadolu Göçer Koyuncululuğu ve Islah Planlamalarındaki Rolü Nomadic Sheep Breeding in Western Anatolia and the Role of Animal Breeding Programs	89-97
E. E. Şişman, P. Gültürk Tekirdağ Kent Merkezinde Bulunan Parkların Mevcut Durumunun Belirlenmesi ve Öneri Bir Peyzaj Projesinin Hazırlanması Determination of Existing Status of Parks in Tekirdag City Center and Design of Proposal Landscape Project for a Sample Park	98-109
E. Kahya, S. Arın Görüntü Renk Kod Analizi İle Meyvenin Yerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma A Research On Image Color Code Analysis With Fruit Locating	110-118
B. Çakmak, Z. Gökalp, N. Demir Sınırtaşan Nehir Havzalarında Tarımda Su Kullanımının Değerlendirilmesi Assessment Of Agricultural Water Use In Trans-Boundary River Basins	119-129

Edirne İlindeki Bazı Sulama Suyu Kaynaklarının Tuzluluk ve Ağır Metal İçeriklerinin Tespiti*

F. Aydoğan¹ K. Bellitürk² M. T. Sağlam²

¹ İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Edirne

² N.K.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ

Bu araştırmanın amacı, Edirne İli sınırları içerisinde Merkez dahil her ilçeden olmak üzere tarımsal amaçla kullanılan bazı sulama suyu kaynaklarının, tuzluluk ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesidir. Su örnekleri Ekim ve Mayıs aylarında olmak üzere iki dönemde 25' er kaynaktan toplam 50 adet alınmıştır.

Araştırılan örneklerin genelde pH yönünden kullanılabilir sulama suyu sınıfına girdiği görülmüştür. Alınan su örnekleri ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sistemi'ne göre sınıflandırıldığında; 3, 8, 13, 20 ve 21 nolu örneklerin C₂-S₁, 7 nolu örneğin C₂-S₂, 5 ve 18 nolu örneğin C₂-S₃, 1, 4, 9 ve 19 nolu örneklerin C₃-S₂ ve 2, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24 ve 25 nolu örneklerin ise C₃-S₁ sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Sonuçlara göre; örneklerin genellikle orta ve yüksek tuz konsantrasyonuna sahip sular olduğu görülmektedir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin değerlendirilmesine göre; Fe ve B değerlerinin sulama suyu sınır değerlerini aşmadığı, diğer parametrelerin ise (Cu, Zn, Mo, Ni, Pb, Cr, Co, Cd) genelde aştığı görülmektedir. Su örneklerinin analiz sonuçlarının dönemler arasında ve örnekleme noktaları arasında farklılık gösterdiği görülmektedir. Söz konusu çalışmada Edirne İli sulama suyu kaynaklarının tamamının 1. Sınıf kalitede olmadığı görülmekte olup bazı sulama kaynaklarında da ağır metal kirliliği bulunduğu görülmektedir. Bu çalışmayla sulama suyu kaynaklarının kullanılmasının sürdürülebilirliği ve başta ağır metaller olmak üzere her türlü kirlilikten korunması için; sulamanın asıl kaynağı olan yer altı suları, kuyu, gölet vb. kaynakların başta evsel ve endüstriyel atıklar olmak üzere her türlü kirlilikten korunması, gübre ve tarım ilaçları kullanımının minimum seviyeye indirilmesi ve sulama suyu kaynaklarının zaman zaman analizlerinin yaptırılarak sulama için uygun olmayanların kullanılmaması gerekmekte olduğu tespit edilmiş olup, gerekli yasal ve kültürel önlemlerin vakit geçirmeden alınması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Edirne, sulama suyu, tuzluluk, ağır metal, kirlilik

*Yüksek lisans tezinden alınmıştır

The Assesment Of Irrigation Water Salinity And Heavy Metal Contents Of Some Selected Resources In Edirne Region

The aim of this research is to investigate the quality of agricultural irrigation water and the detection of heavy metal levels of Edirne region, including the center and all districts of Edirne. 50 water samples were taken in two terms in October and May from 25 sources.

Based on the results obtained from the study; investigated samples were generally including usable irrigation water class in terms of pH. When the collected water samples classified in American Salinity Laboratory System; determined that sample number 3, 8, 13, 20 and 21 classified in C₂-S₁, sample number 7 classified in C₂-S₂, sample number 5 and 18 classified in C₂-S₃, sample number 1, 4, 9 and 19 classified in C₃-S₂ and samples number 2, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 25 in C₃-S₁. According to the results; appears that the samples usually contains medium and high salinity concentration. After comparison of the maximum allowable irrigation water according to the evaluation of heavy metals and toxic elements; irrigation water limit values does not exceed for Fe and B, but the other parameters (Cu, Zn, Mo, Ni, Pb, Cr, Co, Cd) were generally exceeds. It is observed that the results of water analysis among terms and sampling points are different.

Key words: Edirne, irrigation water, salinity, heavy metal, impurity

Giriş

İkame edilemeyen bir kaynak olan su, yaşayan bütün canlılar için hayati önemli doğal kaynaklardan biridir. İnsan kullanımı, ekosistem kullanımı, ekonomik kalkınma, enerji üretimi, ulusal güvenlik gibi suyun gerekli olduğu birçok sektör vardır. Ancak, özellikle son 20 yıl içinde artan insan nüfusu ve bunun sonucu olarak artan su talebi, küresel bir su krizini gündeme getirmiştir. Bunun yanı sıra, hızla artan dünya nüfusu ve su talebiyle birlikte ekonomik, politik ve çevresel konulardaki mücadeleler ve çekişmeler çok daha yaygın ve ciddi boyutlara ulaşmıştır. Su kaynakları; miktar, kalite ve tüm diğer sektörel kullanımlar açısından birçok ciddi sorunla karşı karşıyadır (Görçün ve ark. 2008)

Genel olarak içme ve kullanma suyu olarak iki şekilde ele alabileceğimiz su tüketiminde ağırlık tarım ve sanayi kullanımındadır. Dünya su tüketiminin % 65'i tarımda gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra toplam su tüketiminde endüstrinin payı % 25, ev ve işyeri gibi yerlerde kullanımın payı ise % 10 civarındadır. Dolayısıyla ilk çağlardan itibaren tarımsal faaliyetin sürekliliği için su vazgeçilmez doğal kaynaklardan biri olarak önemini korumaktadır. Sürdürülebilir tarım açısından, suyun miktar ve kalitesinin korunması, yer altı ve yer üstü sularının kirletilmemesi ve yanlış sulama yöntemlerine bağlı olarak ortaya çıkan su kaybının önlenmesi önemli konulardır (Tan 2004).

Yurdumuzda yıllık ortalama 501 milyar m³ yağmur suyunun 274 milyar m³ ünün toprak ve su yüzeylerinden ve bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri döndüğü; 41 milyar m³ ünün yüzeyden sızmalar suretiyle yeraltı suyu rezervlerini beslediği; 186 milyar m³ ünün ise çeşitli büyüklükteki akarsular aracılığıyla denizlere, kapalı havzalardaki göllere boşalmak suretiyle akışa geçtiği kabul edilmektedir. Ayrıca, komşu ülkelerden doğan akarsular ile yılda 7 milyar m³ suyun ülkemiz su potansiyeline dahil olduğu göz önünde bulundurulduğunda, toplam yenilenebilir tatlı su potansiyelimiz brüt 243 milyar m³ olmaktadır. Resmi tahminlere göre; bu kaynakların geliştirilmesi sonucunda toplam su kaynaklarının yıllık ortalamasının % 47'si olan 110 milyar m³ kullanılabilir su elde edilmektedir. Yeraltı suları toplam kaynakların küçük bir kısmını (% 8) oluştururken, toplam su kullanımının % 17'sini oluşturmaktadır (Anonim 2004).

Bugün dünyada yaklaşık 300 milyon hektar alan sulanmaktadır. Sulama tarımsal üretimin artmasını, gıda üretimi ve fiyatların dengeli hale gelmesini sağlamıştır. Ancak nüfus ve gelirdeki artış, gıda üretimi gereksinimini karşılayabilmek için sulama suyu talebini arttırmıştır. Sulama alanındaki gelişmeler göz kamaştırıcı olmasına rağmen, dünyanın birçok yerinde yanlış sulama yönetimi uygulamaları, yeraltı suyu seviyelerini önemli düzeyde düşürmüş, toprakları tahrip etmiş ve su kalitesini azaltmıştır. Her yıl yanlış ve bilinçsizce sulama uygulamaları sonucunda verimli toprakların % 10' unun erozyon ve tuzlanma sonucunda kaybedildiği belirtilmektedir. Suyun vazgeçilmez bir girdi olarak ön plana çıktığı bir sektör de sanayi sektörüdür. Sanayide, bir arabanın üretiminde yaklaşık 378 ton, bir ton çelik üretiminde 246 ton; bir ton kağıt için 350 ton, bir ton alüminyum üretimi için 1350 ton su gerekmektedir. Dünyada her yıl 2 milyon ton atık çeşitli etkinlikler sonucunda su ortamlarına bırakılmaktadır. Bir litre atık su, sekiz litre temiz su kaynağını kirletebilmektedir. Bu kirlenme nüfus artışı ile birleştiğinde 2025' te su kaynaklarını ciddi sorunların beklediği düşünülmektedir (Arapkirlioğlu 2003).

Tan (2006), Atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi adlı çalışmada 2005 yılında dört ay süreyle Çorlu deresinin altı farklı yerinden su örnekleri alınarak kimyasal analizleri yapılmıştır. Kimyasal kirliliği belirleyen Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Fenol, Amonyum Azotu, Sülfür, Toplam Fosfat, pH, Yağ ve Gres gibi önemli parametreler uygun metotlarla ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde Çorlu deresinin kimyasal kirliliğinin limit değerlerin üstünde olduğu anlaşılmaktadır. Çerkezköy çevresinde sanayileşmenin gün geçtikçe artması kimyasal kirliliğin üst düzeylerde çıkmasına sebep olmakta ve çevresindeki yaşamı tehdit etmektedir. Çorlu deresinin renginin koyulaşması ve çevreye verdiği kötü koku oldukça rahatsız edici durumdadır. Trakya'da tarım önemlidir ve sulama için Çorlu Deresi suyu kullanılmaktadır. Bu çalışmadaki sonuçlara göre Çorlu Deresinin oldukça kirli olduğu ve tarımsal faaliyetlerde -sulamada- kullanılmasının sakıncalı olduğu saptanmıştır.

Trakya Bölgesi'nde her yıl yoğun biçimde ve bilinçsizce fosforlu gübre kullanılmaktadır. Bilindiği üzere fosfor hareketsiz bir besin elementidir ve fazlası yıkanmaksızın toprakta birikir. Trakya yöresinde üretici genellikle her yıl belirli bir miktarda fosforlu gübreyi bilinçsizce

uygulamaktadır. Uygulanan bu fosforun bir kısmı bitki tarafından kullanılmakta, fazlası ise toprakta birikmektedir. Bu da gereksiz bir kaynak israfına, döviz kaybına ve çevre kirliliğine yol açmaktadır (Sağlam 1995).

Ülkemizin bazı yörelerinde gereğinden az gübre kullanılırken, bazı yörelerinde ise aşırı gübre kullanıldığı bilinmektedir. Ülkemizde 20 000 ton'dan fazla gübre kullanılan illerin baz alındığı bir çalışmaya göre toplam tüketilen azotlu gübrenin % 2.5'i Edirne ilinde tüketildiğinden dolayı Edirne ili 10. sırada yer almıştır. Hektar itibariyle azotlu gübre kullanımı dikkate alındığında Edirne ili 110.6 kg/ha ile 8. sıraya yükselmiştir (Anonim. 2011). Çizelge 1' de de görüldüğü gibi Edirne ilinde özellikle azotlu gübre yoğun olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Edirne ilini temsilen merkez ilçe dahil her ilçeden olmak üzere önemli bazı sulama suyu kaynaklarının tuzluluk ve ağır metal içeriklerinin tespitinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca gelecek yıllarda yapılacak çalışmalara da kaynak niteliği taşıması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada Edirne İli Merkez ilçe dahil olmak üzere her ilçeden, ilin tamamını temsil edecek sulama imkanına sahip yaklaşık 26000 ha' lık bir alanda 25 adet sulama kaynağından Ekim ve Mayıs aylarında olmak üzere iki periyotta toplam 50 adet su örneği alınmıştır. Örnekleme yerlerine ilişkin bazı bilgiler çizelge 2' de gösterilmiştir.

Edirne Coğrafik Yapısı

Edirne, Marmara Bölgesi' nin Trakya kısmında yer alır. Güneyinde Ege denizi, kuzeyde Bulgaristan, batıda Yunanistan, doğuda Tekirdağ, Kırklareli ve Çanakkale illeri ile çevrilidir. Yüzölçümü 6.098 km² olan Edirne'nin, deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 41 metredir. İdari olarak, biri merkez

ilçe olmak üzere 8 ilçe ve 248 köyden oluşmaktadır.

Edirne ili, Trakya Yarımadasında; kuzeyde Istranca Dağları, güneyinde Kuru Dağları ve Ege Denizi - Saroz Körfezi, batısında Meriç Nehri ve Meriç Ovası, doğusunda da Ergene Ovasını içine almakta olup, il topraklarının % 80' i tarıma elverişlidir.

Marmara bölgesinin Trakya kesiminde yer alan Edirne ili soğuk yani karasal bir iklime sahiptir. Fakat bazı yıllarda ılık ve yağışlı bazen de tamimiyle Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. İlin yıllık sıcaklık ortalaması 13.5 derece ve ortalama yıllık yağış miktarı da 600 mm civarındadır. Yılda ortalama olarak 20 gün karla örtülüdür. 60 gün kadarda donlu gün görülür.

Ortalama rüzgâr hızının 1.7 m/sn olduğu kentte, egemen rüzgâr yıl içerisinde toplam 4 bin kez esen kuzey rüzgârıdır. (Yıldız) Bunu kuzeybatı (yıldız-karayel) ve güneydoğu (Keşişleme) rüzgârları izler. Kentte en hızlı rüzgâr, saniyede 28.9 m hızla esen güney rüzgârıdır. Mahalli en yüksek basınç 1931–1965 yılları arasında yapılan rasatlara göre 1038.1 en düşük basınç ise 979.9 olarak tespit olunmuştur. Nispi nem ise % 71 olarak tespit olunmuştur. Ortalama buharlaşma miktarı 910 mm; sisli günler sayısı da 27' dir. Güneşleme müddeti 6.5 saat, hakim rüzgâr istikameti ise kuzey yönüdür.

Edirne, her Akdeniz ikliminin hem de Orta Avrupa'ya özgü kara ikliminin etkisi altında kalan bir geçiş bölgesidir. Bölge Karadeniz, Ege ve Marmara denizlerin de etkileriyle zaman zaman yer yer farklı iklim özellikleri gösterir. Kışları, Akdeniz iklimi etkisini gösterdiği zamanlarda ılık ve yağışlı, kara iklimi etkisini gösterdiğinde de oldukça sert ve kar yağışlı geçmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, bahar dönemi yağışlıdır. İlin bitkisel üretim açısından önem taşıyan Ergene Havzası' nda ise sert bir kara iklimi egemendir. Çevresi dağlara sınırlı olan bu yörenin denizlerden gelen yumuşatıcı etkilere kapalı olması bu iklim yapısını ortaya çıkarmaktadır (Anonim 2010).

Çizelge 1. Türkiye'de hektar itibariyle azotlu gübre kullanımı (Anonim 2011).

Table 1. Hectares in Turkey as the use of nitrogen fertilizer (Anonymous 2011).

İl	Gübre (kg/ha)	İl	Gübre (kg/ha)
Adana	239.6	Tekirdağ	118.0
Sakarya	184.8	Kahramanmaraş	112.9
Hatay	158.4	Edirne	110.6
Osmaniye	151.5	Balıkesir	104.3
Niğde	122.2	İzmir	97.6

Çizelge 2. Araştırmanın yapıldığı sulama kaynaklarına ilişkin bazı bilgiler

Table 2. Some information about the irrigation sources that the research applied

Örnek No	İLÇE	SULAMANIN ADI	KAYNAK	Sulama Alanı (ha)
1	MERKEZ	Karakasım	Sulama kanalı	910
2	MERKEZ	Kirişhane	Sulama kanalı	1188
3	MERKEZ	Höyükütatar	Sulama kanalı	1480
4	MERKEZ	Tayakadın	Sulama kanalı	845
5	SÜLOĞLU	Süloğlu	Baraj	3500
6	LALAPAŞA	Sinanköy	Sulama Kanalı	80
7	HAVSA	Tahal	Sulama kanalı	715
8	HAVSA	Osmanlı	Gölet	66
9	HAVSA	Kuzucu	Sulama kanalı	420
10	UZUNKÖPRÜ	Değirmenci	Gölet	330
11	UZUNKÖPRÜ	Aslıhan	Sulama kanalı	250
12	UZUNKÖPRÜ	Kırcasalih	Sulama kanalı	230
13	KEŞAN	Beğendik	Gölet	91
14	KEŞAN	Küçükdoğanca	Gölet	383
15	İPSALA	Sultanköy	Gölet	5133
16	İPSALA	Altınyazı-Karasaz	Gölet	5300
17	İPSALA	Yenikarpuzlu	Gölet	2426
18	MERİÇ	Meriç	Gölet	70
19	MERİÇ	Küpdere	Gölet	50
20	ENEZ	Çavuşköy	Gölet	280
21	HAVSA	Necatiye	Sulama Kanalı	250
22	İPSALA	Küplü	Gölet	1300
23	UZUNKÖPRÜ	Salarlı	Sulama Kanalı	400
24	MERKEZ	Doyran	Sulama Kanalı	780
25	HAVSA	Habiller	Sulama Kanalı	150
			TOPLAM	26627

Bölgede DSİ ve KHGM tarafından yapılan sulama suyu dağıtım sistemlerinin (şebekelerinin) çok büyük bir bölümü (% 98) yüzey sulama yöntemlerine göre planlanmış, inşa edilmiş ve işletilmektedir. Ancak sulanan alanlarda, tarla içi su dağıtım ve yüzey drenaj sistemleri ile arazi tesviyesi gibi tarla içi geliştirme hizmetlerinin mevcut olmaması nedeniyle, yöre çiftçisi çoğu kez suyu tarlaya yağmurlama yöntemi ile vermektedir. Bunu yaparken de yağmurlama sisteminin gerektirdiği planlama ve uygulama koşullarını da dikkate almamaktadır. Son yıllarda DSİ ve KHGM tarafından yapılacak sulama sistemlerinin, artık yağmurlama yöntemine göre planlanıp inşa edilmesinin kararlaştırılması çok önemli bir gelişmedir. Zira bölgedeki mevcut su kaynaklarının optimum kullanımı için bu tür bir planlama zaten zorunludur. Hatta tüm sebze ve meyve tarımında damla sulama yöntemi uygulaması gereklidir (İstanbuluoğlu ve ark. 2006).

Edirne ili, gerek mevcut nehirleri ve gölleri gerekse devlet ve özel teşebbüsler tarafından yaptırılan göletler, sulama kanalları ve yeraltı sulama kuyuları ile su potansiyeli oldukça yüksek bir ildir. İlin önemli akarsularından olan Meriç, Tunca, Arda ve Ergene nehirlerinin debileri Mart-Nisan aylarında yoğun yağışlara bağlı olarak maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Yaz aylarında da normal debilerini muhafaza etmektedir. Yörenin en önemli tarım potansiyeli olan çeltik ekim ve sulama zamanlarında ise nehir debileri en az seviyeye ulaşmaktadır. Edirne, akarsular dışında kalan yüzey sularını, doğal göller, barajlar, rezervuarlar ve göletler oluşturmaktadır. Doğal göllerin başlıcaları Meriç'in denize döküldüğü Enez yöresindedir. Bu göller Gala, Dalyan, Taşaltı, Tuzla, Bücürmene, Sığircık ve Pamuklu gölleridir. Ayrıca halen faaliyette olan yaklaşık 450 adet gölet sulama amacıyla kullanılmaktadır (Anonim 2010).

Su Örneklerinin Alınması

Araştırmada materyal olarak kullanılan su örnekleri daha önceden temizlenmiş ve saf sudan geçirilmiş olan numune kapları önce bir miktar su numunesi ile çalkalanmış ve akmakta olan sudan bir miktar doldurulmuştur. Numune kaplarının üzerine etiket bilgileri yazılarak numaralandırılmış ve en kısa sürede laboratuvara getirilmiştir.

Yapılan analizler neticesinde elde edilen sonuçlar; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği esas alınarak Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri ve Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları parametrelerine göre değerlendirilip karşılaştırılarak sınıflandırma yapılmıştır.

Su Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler

Su örneklerinin pH ölçümlerinde cam elektrotlu pH metre kullanılmıştır. Elektriksel iletkenlik standart Wheatstone köprüsü bulunan

kondüktivite aleti ile direkt olarak ölçülmüştür. Su örneklerinde klorür analizi, normalitesi belli $AgNO_3$ çözeltisi % 5'lik potasyum kromat indikatörü kullanılarak volümetrik olarak tayin edilmiştir. Karbonat analizi için fenolftaleyn, bikarbonat analizi için metil oranj indikatörü kullanılarak normalitesi belli H_2SO_4 ile titre edilerek belirlemeler yapılmıştır. Su örneklerinde mevcut sülfat anyonu çöktürülerek ($BaSO_4$) gravimetrik olarak tayin edilmiştir (Richards1954). Su örneklerinde; Na^+ , Ca^{++} ve K^+ kanyonları dalga boyları ayarlanmış Flame Spektrofotometre cihazında yapılan ölçümlerle tayin edilmiştir. Bor analizleri Azomethin-H kullanılarak kolorimetrik yöntemle yapılmıştır (Wolf 1971). Su örneklerinde sertlik analizleri; Lunge ve Wartha-Pfeifer Yöntemine göre yapılmıştır (Tuncay 1994). Nitrat, HCl çözeltisi kullanılarak, dalga boyu ayarlanmış UV - Spektrofotometre cihazında yapılan ölçümlerle belirlenmiştir (Tokaloğlu ve Kartal 2002). Örneklerin ağır metal içerikleri ICP-OES ile doğrudan ölçüm yoluyla belirlenmiştir. Su örneklerindeki Fe, Mn ve Zn içerikleri ICP-OES ile belirlenmiştir.

Çizelge 3. Su Örneklerinin Bazı Kalite Özellikleri (Genel)
Table 3. Some Quality Characteristics of Water Samples (General)

Örnek No	EC μ mhos/cm		pH		SAR		RSC meq/l		Çi		% Na	
	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs
1	790	727	6.83	6.56	20.78	5.85	0.52	0.24	-0.46	-0.51	20.78	26.17
2	1027	1486	6.75	6.28	6.28	4.84	0.06	0.04	-0.10	-0.63	26.00	22.54
3	771	701	7.95	7.79	7.37	7.16	0.06	1.16	0.73	0.92	36.40	31.99
4	795	987	7.31	7.12	12.32	8.33	0.23	1.10	0.09	0.12	48.85	32.30
5	393	374	7.99	8.12	32.80	5.37	0.08	0.28	0.77	1.05	67.73	23.37
6	1848	1503	7.00	7.13	8.66	1.70	0	0.36	0.24	0.08	32.37	11.23
7	660	647	7.10	7.38	20.57	3.60	0.31	0.43	-0.27	0.31	15.62	16.05
8	650	666	8.11	8.30	2.48	9.33	0.31	0.66	1.18	1.33	0.051	39.69
9	858	864	7.49	6.99	9.65	24.34	0.06	0.58	0.55	0.05	37.57	58.16
10	750	812	7.89	8.24	5.76	6.30	0.17	0.34	0.96	1.27	27.29	29.69
11	1818	1695	7.47	7.20	4.40	9.82	0	0.13	0.73	0.49	19.69	42.42
12	871	1003	7.10	7.02	13.10	6.38	0.16	0.04	0.16	0.48	38.59	17.35
13	658	766	8.14	8.58	5.07	10.50	0.07	0.18	1.30	1.68	22.60	46.75
14	650	864	7.57	7.30	5.40	9.11	0.09	0.11	0.36	0.39	24.63	35.71
15	870	814	8.00	8.52	9.38	9.24	0.09	0.69	0.78	1.52	41.45	34.46
16	743	865	8.35	8.05	6.57	9.96	0.28	0.06	1.41	1.14	33.70	41.57
17	2209	2021	8.12	8.14	10.75	3.87	0.09	0.15	0.90	1.25	37.67	25.56
18	456	962	6.82	8.83	4.41	41.04	0.25	4.99	-0.40	0.93	24.02	79.60
19	331	1505	7.07	7.24	15.04	8.13	1.07	0.25	-0.35	0.53	51.74	31.97
20	536	773	7.39	8.56	7.17	12.63	0.37	0.26	0.46	1.46	30.64	47.01
21	274	273	7.25	8.14	7.00	3.98	0.29	0.43	0.49	1.19	22.05	19.00
22	1091	614	7.31	6.96	5.83	5.60	1.12	0.40	0.57	-0.11	26.62	31.84
23	921	1105	7.59	7.31	1.65	2.74	0.58	0.21	0.39	0.23	7.26	13.72
24	596	1507	7.44	7.17	2.59	8.62	0.52	0.06	-0.03	0.73	14.41	31.19
25	998	978	8.42	7.57	3.50	13.22	0.42	0.07	1.44	0.66	68.35	45.70

Çizelge 4. Su Örneklerinin Bazı Kalite Özellikleri (Kasyonlar)
Table 4. Some Quality Characteristics of Water Samples (Cations)

Örnek No	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺		Na ⁺		K ⁺		NH ₃ -N	
	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs
1	4.20	6.20	0.80	1.99	0.22	0.16	0.2	0.2
2	8.80	9.71	2.40	1.70	0.09	0.09	0.2	0.2
3	5.08	6.52	1.98	2.33	0.08	0.04	0.2	0.5
4	5.01	7.30	3.35	3.12	0.06	0.04	0.2	0.1
5	5.67	6.56	1.01	2.02	0.26	0.06	0.7	0.1
6	9.23	5.40	3.28	0.46	0.13	0.09	0.2	0.1
7	3.45	6.01	0.47	1.38	0.09	0.25	0.1	0.1
8	6.22	4.94	2.30	2.75	0.13	0.10	0.1	0.1
9	7.20	7.47	3.31	8.96	0.04	0.12	0.1	0.2
10	7.03	5.86	1.87	1.93	0.07	0.14	0.1	0.2
11	9.00	8.19	1.68	2.72	0.08	0.10	0.1	0.1
12	7.20	11.31	4.84	3.13	0.15	2.26	0.1	0.1
13	8.13	6.70	1.88	2.46	0.05	0.16	0.1	0.2
14	4.75	7.10	1.85	3.10	0.15	0.15	0.2	0.2
15	4.75	5.99	2.50	3.35	0.15	0.19	0.1	0.1
16	7.60	8.66	2.16	2.81	0.08	0.16	0.1	0.2
17	5.51	7.58	2.16	0.85	0.08	0.14	0.1	0.1
18	5.19	0.79	1.31	8.90	0.05	0.06	0.1	0.2
19	3.85	8.55	3.88	2.94	0.33	0.14	0.1	0.1
20	6.65	6.60	2.46	3.59	0.08	0.19	0.2	0.3
21	8.91	4.81	2.82	1.45	1.47	0.05	0.2	0.1
22	8.06	6.30	1.91	1.36	0.18	0.12	0.1	0.2
23	4.62	6.95	0.75	0.96	0.09	0.49	0.1	0.2
24	3.52	12.70	0.84	3.34	0.09	0.06	0.1	0.1
25	7.14	7.37	11.17	4.28	0.28	0.15	0.1	0.1

Çizelge 5. Su Örneklerinin Bazı Kalite Özellikleri (Anyonlar)
Table 5. Some Quality Characteristics of Water Samples (Anions)

Örnek No	CO ₃ ²⁻		HCO ₃ ⁻		Cl ⁻		SO ₄ ⁺		NO ₃ ⁻ -N	
	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs
1	0	0	4.72	6.44	0.5	1.92	0	0	0.4	0.2
2	0	0	8.86	9.75	1.5	1.75	0.94	0	0.8	0.1
3	0	0	5.15	7.68	2	1.12	0	0.1	0.4	0.1
4	0	0	5.24	8.40	2.5	1.83	0.68	0.24	0.6	0.1
5	0	0	5.75	6.84	0.95	1.60	0.25	0.21	0.2	0.6
6	0	0	9.4	5.76	2.5	0.2	0.75	0	2.2	0.2
7	0	0	3.77	6.44	0.25	0.95	0	0.26	0.5	0.2
8	0	1.60	6.4	4	2.25	1.95	0	0.25	0.1	0.1
9	0	0	7.26	8.05	3.3	3.5	0	5.01	0.4	0.2
10	0	0	7.2	6.2	1.77	1.74	0	0	0.2	0.2
11	0	0	9	8.32	1.75	2.5	0	0.2	0.9	0.1
12	0	0	7.36	11.35	4.5	4.5	0.33	0.85	0.2	0.2
13	0	1.12	8.2	5.76	1.6	2.44	0.27	0	0.2	0.4
14	0	0	4.84	7.21	1.5	2.5	0.41	0.65	0.1	0.3
15	0	0.80	4.84	5.88	2.5	2.5	0.06	0.35	0.2	0.1
16	1.60	0	6.28	8.72	1.9	1.8	0.06	1.12	0.1	0.2
17	0	0	5.6	7.73	1.95	0.85	0.2	0	0.1	0.4
18	0	0.60	5.44	5.18	1.12	3.5	0	0.48	0.5	0.4
19	0	0	4.92	8.8	2.5	2.5	0.64	0.33	0.4	0.6
20	0	1.12	7.02	5.74	1.95	2.5	0.23	1.02	0.9	0.1
21	0	0	9.2	5.24	2.5	0.5	1.5	0.57	0.2	0.1
22	0	0	9.18	6.7	1.02	1.09	0	0	0.2	0.4
23	0	0	5.2	7.16	0.27	1.02	0	0.22	0.2	0.3
24	0	0	4.04	12.76	0.42	2.75	0	0.72	0.1	0.2
25	1.12	0	6.44	7.44	4.5	2.5	6.54	1.86	0.2	0.1

Çizelge 6. Su Örneklerinin Mikro Element İçerikleri
Table 6. Micro Nutrient Content of Water Samples

Örnek No	Fe ⁺⁺		Cu ⁺⁺		Zn ⁺⁺		Mo		B	
	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs
1	0.51	0.31	1.88	1.09	12.10	5.41	1.44	0.48	0.05	0.06
2	0.22	0.30	0.31	1.01	8.00	7.19	1.35	0.45	0.05	0.06
3	0.25	0.57	1.77	0.18	1.68	1.56	0.47	1.13	0.05	0.02
4	0.24	0.32	0.03	1.26	2.32	2.01	0.38	0.39	0.06	0.05
5	0.28	0.79	2.48	1.95	7.49	19.6	0.56	0.31	0.06	0.05
6	0.26	0.42	3.29	3.19	1.91	3.60	1.42	1.07	0.06	0.06
7	0.47	0.31	2.19	1.18	1.76	5.11	1.12	2.06	0.06	0.05
8	0.51	1.40	9.42	2.07	1.30	3.06	0.48	0.50	0.06	0.05
9	0.28	0.28	1.15	0.51	1.98	2.20	0.32	0.94	0.07	0.06
10	0.44	0.88	0.73	2.32	8.77	4.46	0.52	0.74	0.04	0.04
11	0.32	0.34	0.92	1.50	3.60	6.34	0.78	1.04	0.01	0.01
12	0.26	0.32	0.53	1.11	9.03	7.17	0.38	0.48	0.03	0.05
13	0.36	0.65	1.30	2.46	5.55	7.18	0.61	0.68	0.03	0.02
14	0.41	0.62	3.81	0.59	2.12	8.68	0.75	2.07	0.04	0.04
15	0.34	0.59	0.72	1.93	9.77	8.13	0.95	0.70	0.03	0.04
16	0.40	0.48	1.70	3.31	4.06	1.12	0.58	0.60	0.02	0.01
17	0.86	0.93	2.15	3.36	3.54	5.54	0.79	1.03	0.01	0.03
18	0.71	1.47	1.27	0.20	3.15	1.09	0.74	0.77	0.05	0.13
19	0.74	0.46	1.69	2.75	4.88	4.12	0.73	1.02	0.06	0.05
20	0.74	0.91	1.16	2.64	3.55	6.19	0.85	0.35	0.04	0.03
21	0.53	2.16	4.82	7.53	5.03	9.42	0.72	0.82	0.03	0.06
22	0.26	0.32	3.47	0.19	2.47	1.91	1.72	0.46	0.10	0.04
23	0.37	0.99	3.70	12.2	41.20	34.9	1.55	1.66	0.09	0.03
24	0.32	0.25	2.05	0.21	14.75	10.4	0.95	0.69	0.05	0.50
25	0.67	0.75	2.22	3.03	7.15	6.72	0.57	1.13	0.03	0.02

Çizelge 7. Su Örneklerinin Ağır Metal İçerikleri

Table 7. Contents of Heavy Metals in Water Samples

Örnek No	Ni ⁺⁺		Pb ⁺⁺		Cr ⁺³		Co ⁺⁺		Cd ⁺⁺	
	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs	Ekim	Mayıs
1	0.04	0	5.01	5.48	0.03	0.03	0.04	0.01	0.46	0.14
2	0	0.11	4.38	0.46	0.02	0.02	0.03	0.07	0.04	0.10
3	0	0.06	3.16	0.93	0.01	0.01	0.01	0.08	0.11	0.21
4	0	0.08	0.54	3.08	0.02	0.01	0.01	0.09	0.25	0.07
5	0	0.30	1.55	3.39	0.02	0.01	0.08	0.05	0.13	0.29
6	0	0	3.24	2.52	0	0.02	0.06	0.06	0.19	0.25
7	0	0.06	2.32	3.41	0.01	0.04	0.04	0.05	0.04	0.07
8	0	0.11	0	3.08	0.98	0.05	0.04	0.06	0.06	0.18
9	0.04	0.27	2.07	0.23	0.01	0.01	0.05	0.04	0.16	0.19
10	0.10	0.35	0.81	4.28	0.94	0.01	0.07	0.02	0.15	0.16
11	0.20	0.28	1.38	0	0.01	0.01	0.02	0.08	0.14	0.08
12	0.04	0.31	4.05	3.07	0.86	0.02	0.03	0.03	0.21	0.05
13	0.54	0.16	2.46	3.07	0.01	0.01	0.05	0.05	0.09	0.05
14	0.30	0.17	4.06	2.95	0.02	0.96	0.04	0.01	0.15	0.08
15	0.30	0.17	3.62	0	0.02	0.02	0.04	0.08	0.13	0.03
16	0.27	0.24	3.53	3.07	0.02	0.02	0.06	0.05	0.18	0.01
17	0.21	0.18	2.74	1.49	0.01	0.02	0.06	0.01	0.13	0.04
18	0.14	0	6.41	0	0.02	0.02	0.05	0.01	0.11	0.03
19	0.14	0.21	2.82	3.93	0.03	0.02	0.05	0.06	0.13	0.02
20	0	0.23	0	2.41	0.02	0.01	0.01	0.04	0.14	0.08
21	0.42	0.21	2.00	0	0.02	0.01	0.07	0.02	0.16	0.02
22	0.20	0.07	0.88	2.12	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.17
23	0.10	0.15	0	2.84	0.03	0.01	0.07	0.01	0.01	0.58
24	0.30	0.40	0.33	4.99	0.03	0.02	0.04	0.01	0.20	0.22
25	0.06	0.22	2.31	3.78	0.01	0.02	0.09	0.08	0.09	0.04

Bulgular

Örneklerin analiz sonuçları

Araştırma sonucunda Ekim ve Mayıs aylarında olmaz üzere 2 periyot halinde alınan toplam 50 adet su örneğinde yapılan analizlerin sonuçları çizelge 3, 4, 5, 6 ve 7' de verilmiştir.

Su örneklerinin analizinden elde edilen sonuçlara göre; genellikle sulama sularında pH değerinin 6.5 – 8.4 arasında olması istenmektedir. Araştırılan örneklerin genelde pH yönünden kullanılabilir sulama suyu sınıfına girmektedir. Sulama sularında pH değerinin sınır değerlerden farklı olması bitkilerde dengesiz beslenme veya toksik maddelerin birikimine neden olur (Kanber ve ark. 2003).

Sulama sularının sınıflandırılmasında ABD Tuzluluk Sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemde suların EC ve SAR değerleri dikkate alınmıştır.

İncelenen su örneklerinin EC değerlerinin 273 - 2209 µmhos/cm arasında değiştiği görülmektedir. Araştırılan örneklerin genelde II. Sınıf (iyi) ve III. Sınıf (kullanılabilir) su niteliğinde olduğu, sadece 17 nolu örnek olan İpsala İlçesi Yenikarpuzlu göleti sulama suyu IV. Sınıf (ihtiyatla kullanılmalı) sulama suyu sınıfında olduğu görülmektedir.

Alınan su örnekleri ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sistemi'ne göre sınıflandırıldığında; 3, 8, 13, 20 ve 21 nolu örneklerin C₂ - S₁, 7 nolu örneğin C₂ - S₂, 5 ve 18 nolu örneğin C₂ - S₃, 1, 4, 9 ve 19 nolu örneklerin C₃ - S₂ ve 2, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24 ve 25 nolu örneklerin ise C₃ - S₁ sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Bu sınıflandırmayı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği' ndeki değerlerle karşılaştırdığımızda; C₂ - S₁ ve C₂ - S₂ sınıfına giren örneklerin II. Sınıf Su (iyi) ve C₂ - S₃, C₃ - S₂ ve C₃ - S₁ sınıfına giren örneklerin ise III. Sınıf Su (Kullanılabilir) kalitesinde olduğu görülmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre; örneklerin genellikle orta ve yüksek tuz konsantrasyonuna sahip sular olduğu görülmektedir. Normal koşullar altında yüksek tuz konsantrasyonuna sahip sularda sulama suyu olarak kullanılmaları çok fazla tercih edilmemektedir.

Alınan örnekler Çökeltme İndeksi bakımından incelendiğinde; Ekim ayında 1, 2, 7, 18, 19 ve 24 nolu örneklerin negatif, diğer örneklerin ise pozitif olduğu görülmektedir. Mayıs ayında ise 1, 2 ve 22

nolu örneklerin negatif, diğer örneklerin ise pozitif olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre çökeltme indeksi negatif olan örneklerin uzun yıllar boyunca sulamaya elverişli olarak kullanılabilmesi diğer örneklerin ise uzun vadede sulamada kullanılmasının sakıncalı olacağı ve toprakta alkalilik sorunu yaratacağı düşünülebilir.

Alınan su örneklerinde amonyum azotu (NH₄-N) konsantrasyonları incelendiğinde; 0.1 – 0.7 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Bu bakımdan Ekim ayında ve Mayıs ayında alınan örneklerin tamamının I. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Karakterlerine göre; Nitrat azotu (NO₃-Nmg/l) değerine göre su kalite sınıfları; I. sınıf su 5, II. Sınıf su 10, III. Sınıf su 20 ve IV. Sınıf su 20' den büyük olarak belirlenmiştir. Alınan su örnekleri incelendiğinde; 0.1 – 2.2 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Bu bakımdan Ekim ayında ve Mayıs ayında alınan örneklerin tamamının I. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

Benzer bir çalışma İç Ege Bölgesi' nde sulama sularının bitki besleme açısından nitelikleri ve kimyasal içeriklerinin tespiti amacıyla yapılmıştır. Araştırmada yer altı sulama sularında NO₃ içeriklerinin genel olarak tehlikeli düzeyde olmadığı, toplam 48 adet su örneği içerisinde sadece bir tanesinin yüksek miktarda NO₃ içerdiği saptanmıştır (Kovancı 1979).

Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri dikkate alındığında, sulama sularında SO₄ değerleri; 0-4 meq/l I. Sınıf su (çok iyi), 4-7 meq/l II. Sınıf su (iyi), 7-12 meq/l III. Sınıf su (kullanılabilir), 12-20 meq/l IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı), 20' den büyük ise V. Sınıf su (zararlı) olarak belirtilmiştir. Ekim ayında alınan örnekler incelendiğinde 0-6,54 meq/l arasında olduğu görülmektedir. Sulama suyu kalite parametrelerine göre 25 nolu örnek 6,54 meq/l değerinde olup II. Sınıf su (iyi) kalitesinde olduğu diğer tüm örneklerin ise I. Sınıf su (çok iyi) kalitesinde olduğu görülmektedir. Mayıs ayında alınan örneklerin ise 0-5,1 meq/l arasında olduğu görülmektedir. Sulama suyu kalite parametrelerine göre 9 nolu örnek 5,1 meq/l değerinde olup II. Sınıf su (iyi) kalitesinde olduğu diğer tüm örneklerin ise I. Sınıf su (çok iyi) kalitesinde olduğu görülmektedir.

Alınan örnekler incelendiğinde demir konsantrasyonları, Ekim ayında; 0,22 – 0,86 mg/l arasında değişmektedir. Mayıs ayında ise; 0,25 –

2,16 mg/l arasında değişmektedir. Sonuçlar incelendiğinde sınır değer olan 5,0 mg/l değerinin hiçbir noktada aşılmadığı görülmüştür.

Bakırın sularda su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre, 0,2 mg/l' yi geçmemesi istenir. Alınan örnekler incelendiğinde bakır konsantrasyonları, Ekim ayında; 0,03 – 9,42 mg/l arasında değişmektedir. 4 nolu (Merkez – Tayakadın) sulama suyu sınır değerinin altında olup, diğer tüm örneklerin ise sınır değerleri aştığı görülmektedir. Mayıs ayında alınan örneklerin ise; 0,18 – 12,2 mg/l arasında değişmektedir. 3, 18, 22, 24 nolu örnekler sınır değerinin altında olup, diğer tüm örneklerin ise sınır değerleri aştığı görülmektedir.

Kullanılan gübre ve tarımsal kimyasalların kalıntıları toprakta birikime uğrayarak çeşitli etkilerle (sulama suyu, yağmurlar v.b) topraktan süzülerek yeraltı sularına ulaşabilmektedir. Bölgede yoğun olarak kullanılan tarım ilaçlarının büyük çoğunluğunun etken maddesinde bakır elementinin bulunması nedeni ile bu artışın tarım ilaçlarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Nikelin sularda su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre, 0,2 mg/l 'yi geçmemesi istenir. pH değeri 6,0 – 8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında ise 2 mg/l' yi geçmemesi istenmektedir. Alınan örnekler incelendiğinde, Ekim ayında; 0 – 0,54 mg/l arasında değişmektedir. Mayıs ayında alınan örneklerin ise; 0 – 0,40 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Ekim ayında 13, 14, 15, 21 ve 24 nolu örneklerin; Mayıs ayında ise 5, 10 12 ve 24 nolu örneklerin sınırı aştığı diğer örneklerin ise sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir.

Tarımsal alanlarda kullanılan gübrelerdeki safsızlıklar ve kompost gübre kullanımı nedeni ile Krom (Cr), Nikel (Ni)ve Molibden (Mo) gibi metallerin toprağa karışması ve dolayısı ile alıcı su ortamlarına taşınması mümkün olabilmektedir (Alloway 1995). Edirne ilinde kullanılan gübrelerin sulama suyuna karışması sonucu nikel konsantrasyonunun artmış olabileceği düşünülmektedir

Kobaltın sularda su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre, 0,05 mg/l 'yi geçmemesi istenir. pH değeri 6,0 – 8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında ise 5.0 mg/l' yi geçmemesi istenmektedir. Alınan örnekler incelendiğinde, Ekim ayında; 0,01 – 0,09 mg/l arasında değişmektedir. Mayıs ayında alınan örneklerin ise; 0,01 – 0,09 mg/l arasında değiştiği

görülmektedir. Ekim ayında 5, 6, 10, 16, 17, 21, 23 ve 25 nolu örneklerin, Mayıs ayında ise 2, 3, 4, 6, 8, 11, 15, 19 ve 25 nolu örneklerin sınır değeri aştıkları diğer örneklerin ise sınır değerinin altında oldukları görülmektedir.

Benzer bir çalışma Aydın İli Bazı Yer altı ve Yerüstü Su Kaynaklarının Kirlilik Durumlarının Belirlenmesi amacıyla yapılmış olup örneklerin Kobalt konsantrasyonları; yeraltı sularında 0,159 – 0,421 mg/l, yüzey sularında ise 0,173 -0,369 mg/larasında bulunmuştur. Noktaların tamamına bakıldığında tüm noktaların sulama suları için sınır değer olan 0,05 mg/l'yi aştığı görülmektedir (Kanber 2007). Kullanılan gübre ve tarımsal kimyasalların kalıntıları toprakta birikime uğrayarak çeşitli etkilerle (sulama suyu, yağmurlar v.b) topraktan süzülerek yeraltı sularına ulaşabilmektedir. Edirne ilinde kullanılan gübreleme faaliyetleri sonucu benzer birikimler sonucu kobalt konsantrasyonunun artmış olabileceği düşünülmektedir.

Tarımsal üretim amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, pestisitler (tarımsal ilaçlar), vb. yıkanma yoluyla yer altı sularına karışmakta ve bu kirlenmiş suların kullanımıyla da zararlı etkileri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca aşırı ve yanlış gübreleme ve ilaçlama bitkilerin gelişiminde de olumsuz etkiler yapmaktadır. Edirne ilinde yapılan yoğun tarım faaliyetleride (yılda 2 ürün alınabilmesi, aşırı gübre ve ilaç kullanımı, yoğun çeltik tarımı ve aşırı sulama faaliyetleri vb.) benzer sonuçlar ortaya çıkarmakta olup ağır metallerin (kadmiyum, nikel, kurşun vb.) birikmesine sebep olabilmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Edirne ilini temsilen merkez ilçe dahil her ilçeden olmak üzere önemli sulama suyu kaynaklarının, kalitesinin belirlenmesi ve ağır metal içeriklerinin tespitinin belirlenmesi amacıyla iki dönem halinde 25 noktadan Ekim ve Mayıs aylarında olmak üzere toplam 50 adet örnek alınmıştır. Örneklerde yapılan analizler neticesinde bazı parametrelerin sınır değerleri aştığı, bazı parametrelerin ise söz konusu sınır değerlerin altında kaldığı tespit edilmiştir.

Edirne ili ülkemizde 20000 ton'dan fazla gübre kullanılan illerin baz alındığı bir çalışmaya göre toplam tüketilen azotlu gübrenin % 2.5'i Edirne ilinde tüketildiğinden dolayı Edirne ili 10. sırada yer almıştır. Hektar itibarıyla azotlu gübre kullanımı dikkate alındığında Edirne ili 110.6 kg/ha ile 8. sıraya yükselmiştir (Anonim 2011).

Görüldüğü gibi Edirne ilinde özellikle azotlu gübre yoğun olarak kullanılmaktadır.

Topraklara uygulanan gübrelerin ve tarımda kullanılan ilaçların ağır metal kalıntılarının yer altı sularına, gölet, baraj vb. sulama suyu kaynaklarına karışması, yeraltı su seviyesinin alçalıp yükselmesi, yüzey sularına karışan endüstriyel ve evsel atıkların içerikleri, toprakların ve sulama sularının birçok özelliğini (pH düşmesi, organik madde azalması, fosfor ve nitrat kirliliği vb.) olumsuz yönde etkilemektedir.

Yapılan karşılaştırmalar sonucunda sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin değerlendirmesine göre; Fe ve B değerlerinin sulama suyu sınır değerlerini aşmadığı, diğer parametrelerin ise (Cu, Zn, Mo, Ni, Pb, Cr, Co, Cd) genelde aştığı görülmektedir. Su örneklerinin analiz sonuçlarının dönemler arasında ve örnekleme noktaları arasında farklılık gösterdiği görülmektedir.

Su örneklerinin analizinden elde edilen sonuçlara göre; genellikle sulama sularında pH değerinin 6,5–8,4 arasında olması istenmektedir. Araştırılan örneklerin genelde (8, 16 ve 18 nolu örneklerin pH ve karbonat içeriklerinin tekrar analiz edilerek kontrolleri sağlanmalıdır) pH yönünden kullanılabilir sulama suyu sınıfına girmektedir.

Sulama sularının sınıflandırılmasında ABD Tuzluluk Sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemde suların EC ve SAR değerleri dikkate alınmıştır. Sular EC değerlerine göre dört grup altında toplanmıştır. Bunlar 0–250 $\mu\text{mhos/cm}$ (C_1), 250–750 $\mu\text{mhos/cm}$ (C_2), 750–2250 $\mu\text{mhos/cm}$ (C_3) ve 2250 $\mu\text{mhos/cm}$ ' den fazla (C_4) olan sulardır. SAR değerlerine göre ise sulama suları; 1. Sınıf (S_1) az sodyumlu sular, 2. Sınıf (S_2) orta sodyumlu sular, 3. Sınıf (S_3) yüksek sodyumlu sular, 4. Sınıf (S_4) çok yüksek sodyumlu sular olmak üzere yine dört gruba ayrılmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu 1997). İncelenen su örneklerinin EC değerlerinin 273–2209 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değiştiği görülmektedir. Araştırılan örneklerin genelde II. Sınıf (iyi) ve III. Sınıf (kullanılabilir) su niteliğinde olduğu, sadece 17 nolu örnek olan İpsala İlçesi Yenikarpuzlu göleti sulama suyu IV. Sınıf (ihtiyatla kullanılmalı) sulama suyu sınıfında olduğu görülmektedir.

Alınan su örnekleri ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sistemi'ne göre sınıflandırıldığında; 3, 8, 13, 20 ve 21 nolu örneklerin C_2 - S_1 , 7 nolu örneğin C_2 - S_2 , 5 ve 18 nolu örneğin C_2 - S_3 , 1, 4, 9 ve 19 nolu örneklerin C_3 - S_2 ve 2, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17,

22, 23, 24 ve 25 nolu örneklerin ise C_3 - S_1 sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Bu sınıflandırmayı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği' ndeki değerlerle karşılaştırdığımızda; C_2 - S_1 ve C_2 - S_2 sınıfına giren örneklerin II. Sınıf Su (iyi) ve C_2 - S_3 , C_3 - S_2 ve C_3 - S_1 sınıfına giren örneklerin ise III. Sınıf Su (Kullanılabilir) kalitesinde olduğu görülmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre; örneklerin genellikle orta ve yüksek tuz konsantrasyonuna sahip sular olduğu görülmektedir. Normal koşullar altında yüksek tuz konsantrasyonuna sahip sularda sulama suyu olarak kullanılmaları çok fazla tercih edilmemektedir.

Sulu tarım alanlarında toprak-bitki-su ilişkileri ve bunların insan ve çevreye olan etkileri üzerinde çok fazla durulmamaktadır. Bu nedenle üretici yeterince eğitilemediği için aşırı su kullanma eğilimi ortaya çıkmakta, sonuçta drenaj, yüksek taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi birçok problemle karşılaşmaktadır (Kendirli ve Çakmak 2005). Ülkemizde bir yandan yeni alanlar sulamaya açılırken diğer yandan çok büyük yatırımlarla sulama şebekeleri kurulmuş araziler, yanlış tarım ve sulama uygulamaları nedeniyle hızla bozulmakta ve kirlenmektedir. Sulamaya açılan alanların büyük bir bölümü tuzluluk ve sodyumluluk problemi ile karşı karşıyadır. Aşırı ve yanlış gübreleme toprak-bitki-su dengesini nitrit-nitrat kalıntılarıyla toprak yapısını bozmuş, yer altı sularını kirletmiştir. Bilinçsiz sulama uygulamaları da toprağı tuzlulaştırmış ve taban suyu kalitesini düşürmüştür (Çakmak ve Kendirli 2002).

Tarımsal üretim amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, pestisitler (tarımsal ilaçlar vb.) yıkanma yoluyla yer altı sularına karışmakta ve bu kirlenmiş suların kullanımıyla da zararlı etkileri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca aşırı ve yanlış gübreleme ve ilaçlama bitkilerin gelişiminde de olumsuz etkiler yapmaktadır. Tarımsal girdilerin aşırı ve yanlış kullanılması çevre kirliliği nedenlerindedir. Tarımsal girdiler içerisinde özellikle gübre ve ilaçlar çevre kirleticisidirler. Tarımsal çevre kirliliğini azaltmak için kullanılan tarımsal girdi miktarlarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Çiftçiler daha yüksek verim elde etmek kaygısıyla tarımsal girdileri aşırı miktarlarda kullanmaktadırlar. Aslında toprak, bitki ve sulama suyu analizlerine göre tarımsal girdiler kullanıldığında, verimde azalma olmadığı gibi, girdilerin olumsuz çevresel etkileri de azalmaktadır (Bellitürk ve ark. 2011)

Söz konusu çalışmada Edirne İli sulama suyu kaynaklarının tamamının 1. Sınıf kalitede olmadığı görülmekte olup bazı sulama kaynaklarında da ağır metal kirliliği bulunduğu görülmektedir. Bu çalışmayla sulama suyu kaynaklarının kullanılmasının sürdürülebilirliği ve başta ağır metaller olmak üzere her türlü kirlilikten korunması için; sulamanın asıl kaynağı olan yer altı suları, kuyu, gölet vb. kaynakların başta evsel ve endüstriyel atıklar olmak üzere her türlü kirlilikten korunması, kimyasal gübre ve tarım ilaçları kullanımının optimum seviyeye indirilmesi ve sulama suyu kaynaklarının zaman zaman analizlerinin yaptırılarak sulama için uygun olmayanların kullanılmaması gerekmekte olduğu tespit edilmiş olup, gerekli yasal ve kültürel önlemlerin vakit geçirmeden alınması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Anonim (2004). Türkiye Çevre Atlası.
- Anonim (2010). 2010 Yılı Çalışma Raporu. Edirne Tarım İl Müdürlüğü.
- Anonim (2011). Gübretle Verim. Gübre Fabrikaları T.A.Ş.'nin Yayını. Yıl: 6. Sayı: 23. Ocak-Şubat. S: 6-8. İstanbul.
- Arapkırlioğlu K (2003). Sınırtaşın Suların Kullanımında Ulusal Çıkarlar Ve Çevre Etiği Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Kamu Yönetimi Ve Siyaset Bilimi (Kent Ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı). 419s. Ankara.
- Bellitürk K, Soytürk Ö, Aydoğan F, Çoşkun D, Alpaydın E, Özel S, Sivrikaya N (2011). Edirne İli Havsa İlçesi Tarım Topraklarında Gübreleme-Çevre İlişkisinin İncelenmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman Ve Çevre Sempozyumu, 330-339, Kahramanmaraş.
- Çakmak B, Kendirli B(2002). Sürdürülebilir Tarımda Sulama Ve Çevre. Tarım Veköyüşleri Bakanlığı Türktarım Dergisi, Sayı:145, S.21-23, Ankara.
- Evsahıbioğlu A.N. Aküzüm T. Çakmak B (2010). Su Yönetimi. Su Kullanım Stratejileri Ve Sınırtaşın Sular. Türkiye Ziraat Mühendisliği Vıı. Teknik Kongresi. 119-134.
- Görçün Ö.F. Görçün Ö. Kayıkçı Y (2008). Tehlikeli Madde Taşımacılığı Ve Su Koruma Bölgeleri. Tmmob 2. Su Politikaları Kongresi. 509-513.
- İstanbuluoğlu A. Konukcu F. Kocaman İ (2006). Trakya Bölgesi Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Ve Sulu Tarım Uygulamaları: Mevcut Verilerin Sorunların Çözümü İçin Analizi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 3 (2): 139-152.
- Kanber R, Çakır R, Tarı Af (2003). Sulama Ve Drenaj Mühendisliği. Tarım Ve Köyüşleri Bakanlığı, Yayın No: 122.
- Kendirli B, Çakmak B (2005). Türkiye'de Sulanan Tarım Arazilerinde Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. Türktarım Tarım Ve Köyüşleri Bakanlığı Dergisi, Temmuz-Ağustos 2005, Sayı: 164, S.28-32, Ankara.
- Richards La (1954). Diagnosis And Improvement Of Saline And Alkali Soils. Agriculture Handbook No: 60. U.S. Department Of Agriculture. U.S. Govt. Printing Office. Washington. D.C.
- Sağlam. M.T (1995). Gübrelerin Kimyasal Yapısı İle Toprak Özellikleri Ve Bitki Gelişmesi Arasındaki İlişkiler. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt: 4. Sayı: 1-2. S: 168-183. Tekirdağ.
- Sağlam M.T. Adiloğlu A (1997). Su Kalitesi (Genişletilmiş 2. Baskı). Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fak.. Yayın No: 230. Ders Kitabı No: 27. Tekirdağ.
- Tan A (2004). Sürdürülebilir Tarım. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. Bakış. Sayı 5.
- Tan A (2006). Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. (Y.Lisanstezi). Fen Bilimleri Enstitüsü. Edirne.
- Tokaloğlu Ş. Kartal Ş (2002). Chemometrical Interpretion Of Lake Waters After Their Chemical Analysis By Using Aas. Fame Photometry And Titrimetric Techniques. International Journal Of Environmental Analytical Journal Chemistry. Cilt 82. No:5. 291 – 305.
- Tuncay H (1994). Su Kalitesi (I. Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 512. İzmir. 243 S.
- Wolf B (1971). Determination Of Boron İn Soil Extractes Plant Materiels. Compost Manures. Waters And Nutrient Solutions. Soil Science And Plant Analyses. 2 (5): 363 – 374