

**EDİRNE YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN  
ÇELTİK BİTKİSİNİN  
BAZI AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Ümit Veysel FİLİZ  
Yüksek Lisans Tezi**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU**

**2011**

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EDİRNE YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN ÇELTİK BİTKİSİNİN BAZI AĞIR METAL  
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Ümit Veysel FİLİZ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU**

**TEKİRDAĞ – 2011**

**Her Hakkı Saklıdır.**



Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU danışmanlığında, Ümit Veysel FİLİZ tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

*İmza:*

Üye: Yrd. Doç. Dr. İsrail KOCAMAN

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına.

**Doç. Dr. Fatih KONUKÇU**

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Edirne Yöresinde Yetiştirilen Çeltik Bitkisinin Bazı Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi

Ümit Veysel FİLİZ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

Bu araştırma, Edirne ili İpsala yöresinde yetiştirilen çeltik bitkisinin bazı ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bunun için İpsala, Uzunköprü ve Meriç ilçelerinden Meriç + Ergene Nehri suyu, Meriç Nehri suyu ve Sondaj suyu ile sulanan 36 farklı tarım arazisinden bitki örnekleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yörede yetiştirilen çeltik bitkisinde bazı ağır metallerin toksik düzeylerde olduğu saptanmıştır. Bitki örneklerinde Cd, Co, Cr, Ni, Cu ve Fe toksitesi sırayla, % 64; % 44; % 100; % 36; % 8 ve % 75 düzeyindedir. Bitki örneklerinde kurşun Pb toksitesi belirlenmemiştir.

**Anahtar kelimeler:** İpsala, çeltik, sulama suyu, ağır metal, kirlilik.

2011, 43 sayfa



## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

Determination of Some Heavy Metal Pollution of Rice Plant in Edirne Region

Ümit Veysel FİLİZ

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Division of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

The aim of this research was to determine the heavy metal pollution of rice plant in İpsala Region in Edirne Province. For this purpose, plant samples were taken from 36 different agricultural lands which plants were irrigated Meriç+ Ergene River, Meriç River and Ground water. According to the results, some heavy metal toxicity were determined in rice plant samples. Cadmium, Co, Cr, Ni, Cu ve Fe toxicity were determined, 64 %; 44 %; 100 %; 36 %; 8 % and 75 %, respectively. Cadmium, Cr, Co and Ni pollution were not determined in the soils, presently. But Pb toxicity was not determined in the plant samples.

**Key words:** İpsala, rice, irrigation water, heavy metal, pollution.

**2011,43 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. Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU**'na ve ayrıca çeltik bitkisi örneklerinin analizlerini yapan Keşan Ticaret Borsası Laboratuvarı çalışanlarına teőekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada örnek olarak topladığım çeltik bitkilerinin analizlerindeki maddi ve manevi yardımları olan İpsala İlçe Tarım Müdürü ve tüm 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.....	4
2.1. Ağır Metallerin Tanımı ve Sulama Suyu Kalitesine Etkileri.....	4
2.2. Bitkilere Toksik Etki Yapan Bazı Ağır Metaller.....	8
2.2.1. Kadmiyum (Cd).....	8
2.2.2. Kobalt (Co) .....	9
2.2.3. Krom (Cr).....	10
2.2.4. Nikel (Ni).....	11
2.2.5. Kurşun (Pb).....	12
2.2.6. Bakır (Cu).....	13
2.2.7. Demir (Fe).....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi.....	14
3.1.1. Coğrafi Konum.....	14
3.1.2. Tarımsal Arazi Varlığı.....	15
3.1.3. İpsala İlçesinin Tarımsal Varlığı.....	15



3.1.4. Uzunköprü İlçesinin Tarımsal Varlığı.....	17
3.1.5. Meriç İlçesinin Tarımsal Varlığı.....	17
3.2. Materyal.....	18
3.3. Yöntem.....	20
3.3.1. Bitki Örneklerinde Bazı Ağır Metal (Cd, Co, Cr, Ni, Pb) ve Mikro Element Analizleri.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	20
4.1. Çeltik Bitkisinin Bazı Ağır Metal ve Mikro Besin Elementi Kapsamı.....	20
4.1.1. Kadmiyum (Cd).....	23
4.1.2. Kobalt (Co).....	25
4.1.3. Krom (Cr).....	27
4.1.4. Nikel (Ni).....	29
4.1.5. Kurşun (Pb).....	31
4.1.6. Bakır (Cu).....	32
4.1.7. Demir (Fe).....	34
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
6. KAYNAKLAR.....	39
7. ÖZGEÇMİŞ:.....	43



Çizelge: 2.1. Bazı ağır metallerin bitkilerdeki toksisite belirtileri.....	5
Çizelge: 3.1. İpsala ilçesinin köylerindeki tarım arazilerinin dağılımı.....	15
Çizelge: 3.2. İpsala ilçesinde çeltik yetiştiriciliğine ilişkin sayısal veriler .....	17
Çizelge: 3.3. Uzunköprü İlçesi tarım arazilerinin kullanıma göre dağılımı.....	17
Çizelge: 3.4. Meriç İlçesi tarım arazilerinin kullanıma göre dağılımı.....	18
Çizelge: 3.5. Bitki örneklerinin alındığı tarlalara ilişkin bazı bilgiler.....	18
Çizelge: 4.1. Meriç+Ergene Nehri ile sulanan çeltik bitkisinin bazı ağır metal ve mikro besin elementi kapsamı.....	21
Çizelge: 4.2. Meriç Nehri ile sulanan çeltik bitkisinin bazı ağır metal ve mikro besin elementi kapsamı .....	22
Çizelge: 4.3. Sondaj suyu ile sulanan çeltik bitkisinin bazı ağır metal ve mikro besin elementi kapsamı.....	23
Çizelge: 4.4. Çeltik bitkisinde Cd elementi için sınır değerleri.....	25
Çizelge: 4.5. Çeltik bitkisinde Co elementi için sınır değerleri.....	27
Çizelge: 4.6. Çeltik bitkisinde Cr elementi için sınır değerleri.....	28
Çizelge: 4.7. Çeltik bitkisinde Ni elementi için sınır değerleri.....	31
Çizelge: 4.8. Çeltik bitkisinde Pb elementi için sınır değerleri.....	32
Çizelge: 4.9. Çeltik bitkisinde Cu elementi için sınır değerleri.....	34
Çizelge: 4.10. Çeltik bitkisinde Fe elementi için sınır değerleri.....	35

Şekil: 4.1. Bitki örneklerinin Cd içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi.....	24
Şekil: 4.2. Çeltik bitkisinde Cd toksisitesi.....	24
Şekil: 4.3. Bitki örneklerinin Co içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi.....	26
Şekil: 4.4. Çeltik bitkisinde Co toksisitesi.....	26
Şekil: 4.5. Bitki örneklerinin Cr içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi.....	28
Şekil: 4.6. Çeltik bitkisinde Cr toksisitesi.....	28
Şekil: 4.7. Bitki örneklerinin Ni içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi.....	30
Şekil: 4.8. Çeltik bitkisinde Ni toksisitesi.....	30
Şekil: 4.9. Bitki örneklerinin Pb içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi.....	31
Şekil: 4.10. Çeltik bitkisinde Pb toksisitesi.....	32
Şekil: 4.11. Bitki örneklerinin Cu içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi.....	33
Şekil: 4.12. Çeltik bitkisinde Cu toksisitesi.....	33
Şekil: 4.13. Bitki örneklerinin Fe içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi.....	34
Şekil: 4.14. Çeltik bitkisinde Fe toksisitesi.....	35



## 1. GİRİŞ

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.

Doğal çevreyi oluşturan unsurlar, insanlar, hayvanlar ve bitkilerdir. Bu öğelerin, fiziksel ve kimyasal öğelerinin, hayati aktivitelerinin olumsuz yönde etkilenmesi ve değişmesi olayına çevre kirliliği denir. Canlılar, doğada yaşamlarını hava, su ve topraktan oluşan bir ekosistem içerisinde sürdürürler. Bu üçlü ekolojik denge o kadar düzenlidir ki, bu sayede doğa kendi kendine yenileme ve atıkları asimile etme özelliğine sahip olmuştur. İnsanoğlunun teknoloji ile tanışmasından sonra çevre kirlenmesi ve dolayısıyla doğal dengenin bozulması süreçleri hızla artmış, günümüzde insan ve çevre sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir.

Çevresel olarak ağır metallerin etkisinde kalan insanlarda, en doğru risk tahminini yapmak için izlenmesi gereken yöntem; ağır metal konsantrasyonlarının kaynaklarını, çevrede izledikleri yolu, ölçülebilen minimum konsantrasyonu, insana ulaşma şekli ve etkilenen popülasyonun özellikleri gibi ayrıntıları içermelidir (Clarkson,1992;Çalışkan 2007).

Birçok metal, besinlerin normal bileşeni olabileceği gibi kirlilik olarak da bulunabilir. Besinlerdeki metal kirliliğin nedeni; metal ve tuzlarını içeren gübreler ve pestisit kalıntıları, metalden yapılmış besin kapları ve ambalajın besin maddelerine teması, çevre kirliliği nedeniyle toprak ve suda bulunan metallerin bitki ve hayvanlarda biyolojik olarak birikmesi sonucunda besin zincirine geçmesidir (Işık ve ark, 1996).

Başta gıda maddeleri olmak üzere su ve hava yolu ile vücuda alınan ağır metaller, konsantrasyonlarına bağlı olarak vücutta çeşitli düzensizlikler ve zararlar oluşturabilmektedir. Bu düzensizlikler; uyku bozuklukları, merkezi sinir sistemi bozuklukları, baş dönmesi, iştahsızlık, nefes darlığı ve hafıza yetersizliği gibi belirtilerle ortaya çıkmaktadır (Çalışkan, 2007).

Ağır metaller, kalp ve damar hastalıklarının ortaya çıkmasında ve kan oluşum sistemlerinin bozulmasında da rol oynayabildikleri gibi, bunların kanser, anemi, zehirlenme



ve erken ölüm gibi olaylara da neden oldukları belirtilmektedir (Işık ve ark,1996). Ayrıca bu metaller, proteinlerin fonksiyonel gruplarına bağlanarak birçok biyokimyasal reaksiyonu etkileyebilmektedirler. Farklı yollardaki enzimatik aktivitelerde rol alabilmekte olup çekirdek metabolizmasını ve ATP sentezine müdahale edebilmektedirler (Viarengo, 1985).

Çeltik bitkisinde bulunan bazı ağır metallerin izin verilebilir sınır değerleri  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak aşağıda verilmiştir (Kabata-Pendias and Pendias, 2000).

Kurşun (Pb)	: 10
Kadmiyum (Cd)	: 0,2
Krom (Kr)	: 0,5
Bakır (Cu)	: 12
Nikel (Ni)	: 5
Kobalt (Co)	: 1
Demir (Fe)	: 150

Bitki kök bölgesine ulaşan ağır metallerden çinko, mangan, bakır, molibden ve bazı durumlarda kobalt ve nikel bitki gelişimi için mutlak gerekli iken, alüminyum, vanadyum, arsenik, civa, kurşun, kadmiyum ve selenyum toksik etkilidir. Bitkiler için mutlak gerekli olan veya gerekli olmayan ağır metallerin bitki doku ve organlarında aşırı birikimi bitkinin vejetatif ve generatif gelişimi olumsuz olarak etkilemektedir (Gür ve ark, 2004).

Ağır metaller toksik etkileri nedeniyle bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su absorpsiyonu, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik olayın bozulmasına neden olmaktadır (Asri ve Sönmez, 2006).

Kullanılabilir su kaynaklarının dağılımındaki bölgeler arasındaki düzensizlik, iklim değişikliklerinin olumsuz etkileri ve taleplerin yoğunlaşması sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için havza bazında su yönetimini 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 yerine getirmektedir.

Topraklara bulaşan ve birikim yapan ağır metaller, mikrobiyal aktiviteye, toprak verimliliğine, biyolojik çeşitliliğe ve ürünlerdeki verim kayıplarına, hatta besin zinciri yoluyla zehirlenmelere kadar birçok çevre, bitki ve insan sağlığı sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Bu araştırmanın amacı, Edirne ili İpsala yöresi tarımında önemli bir yeri olan ve farklı su kaynakları ile sulanan çeltik bitkisinin bazı ağır metal kapsamı üzerinde su kaynaklarının etkisinin belirlenmesidir.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Ağır Metallerin Tanımı ve Sulama Suyu Kalitesine Etkileri

Ağır metaller periyodik tablonun 2A grubundan 6A grubuna kadar geniş bir alanda yer alan elementler olarak tanımlanır. Ağır metaller yoğunluğu  $5 \text{ g/cm}^3$  den büyük olan metallerdir. Bu grupta Pb, Cd, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Hg ve Zn başta olmak üzere 60'tan fazla metal yer almaktadır. Bu elementler dünyada çoğunlukla karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik veya silikatlar ile kompleks oluşturmuş şekilde bulunurlar (Haktanır ve Arcak, 1998)

Endüstriyel atık sularla toprak ekosistemine ulaşan ağır metaller toprakta birikmektedir. Toprakta biriken bu metallerin çözünürlüğü toprağın pH değerinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Ağır metallerin topraktaki aktivitesi genellikle toprağın pH değeri ile ters orantılı olarak değişmektedir (Ağca, 1998).

Yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösteren bazı elementler bitkiler için mutlak gereklidir. Bu elementler Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, ve bazı şartlarda da Co ve Ni'dir. Bununla birlikte Cd, Cr, Hg ve Pb gibi diğer bazı ağır metaller ise endüstriyel aktivite sonucu olarak atık ürünlerde ve atık sularla artarak tarımsal ekosistemlere dahil olmakta ve çevre kirlenmesi açısından önem kazanmaktadır (Dağdeviren, 2007).

Ağır metallerin bitkiler tarafından alınabilirliği, toprağın pH'sı yükseldikçe yani toprak daha alkali duruma geldiğinde azalmaktadır. Buna duruma özellikle yağışı az olan bölgelerde rastlanmaktadır. Yağmuru bol olan bölgelerde ise bazı diğer elementlerin topraktan yıkanması sonucunda pH düşmekte ve ağır metaller bitkiler tarafından alınabilir hale geçmektedir (Kabata-Pendias and Pendias, 2000).

Ağır metallerin alınımında bitki çeşidinde önemli rol oynar. Genel olarak çift çenekli bitkiler tek çeneklilere göre daha yüksek ağır metal biriktirme eğilimini göstermektedirler. Bu durum özellikle Cd ve Ni'de daha da dikkat çekicidir. Bitkilerin generatif kısımlarında vejetatif aksamalarına göre daha az ağır metal biriktiği, alınan ağır metallerin büyük bir kısmının köklerde kaldığı belirtilmektedir (Hasselbach, 1992).



Topraktaki ağır metal kirliliğinin bitkilerdeki belirtileri metalden metale değişebildiği gibi bitki türleri arasında da farklılık göstermektedir. Bitkilerdeki genel olarak görülen toksisite belirtileri klorosis, kahverengi beneklerin oluşumu, yaprak, gövde ve kök kısımlarının deformasyonu gibi değişik nekrotik belirtiler şeklinde sıralanabilir (Çizelge 2.1).

Çizelge: 2.1. Bazı ağır metallerin bitkilerdeki toksisite belirtileri (Tok, 1997; Kacar ve İnal, 2008).

Ağır metal	Bitkideki genel semptomları	Duyarlı bitkiler
As	Yaşlı yapraklarda kırmızı- kahverengi lekeler, köklerin sararması ve kahverengileşmesi, kötü kardeşlenme	Fasulye, soğan, bezekle, tatlı mısır, çilek
Cd	Yaprak kenarlarında kahverengileşmesi, klorosis, kırmızımsı damarlar, gelişmemiş kök sistemi	Sebzeler
Cr	Genç yapraklarda klorosis, dengesiz kök gelişimi	
Cu	Koyu yeşil yaprak, kısa ve ince kök sistemi, kötü kardeşlenme	Tahıllar, sebzeler ve narenciye
Hg	Aşırı derecede bodurlaşma, çimlenme güçlüğü, yaprakta klorosis ve uçlarda kahverengileşme	Şeker pancarı, mısır ve gülgiller
Mn	Yaşlı yapraklarda klorosis ve nekrosis, yaprak uçlarında kuruma, bodur kök sistemi	Tahıllar, sebzeler, patates ve lahana
Ni	Genç yapraklarda damarlararası sararma, grimtrak yeşil yaprak	Tahıllar
Pb	Yaşlı koyu yeşil yapraklarda kıvrılma, bodurlaşma ve kök gelişiminde arazlar	
Zn	Yaprak uçlarında klorosis ve nekrosis, genç yapraklarda damarlararası sararma, bitkinin genelde geç büyümesi, dengesiz kök sistemi	Tahıllar ve ıspanak



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).

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 Nehri'ndeki bu denli yüksek kirliliğin sebebi olarak Çorlu ve Çerkezköy bölgesinde yoğunlaşan evsel ve endüstriyel atık suların hiçbir ön 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 kirlenmekte olduğu saptanmıştır. Ergene Nehrinde beş sabit noktadan 1993 ve 1994 yılları boyunca aylık olarak alınan su örneklerinde yapılan laboratuvar analizlerine göre, memba ile mansab arasında büyük kirlilik farklılıkları saptanmıştır. Sodyum miktarı, membada ortalama 0,5-2 me/l, EC 150-800 mikromhos/cm ve sulama suyu sınıfı C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> iken yaklaşık 50 km sonra sodyum 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 C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> 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 10<sup>6</sup> 6080- 7200; Na 41-56 me/l; RSC 7,9- 24,0 me/l ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) 408- 800 me/l arasında değişmektedir.



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 C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> şeklinde belirlemişlerdir. Ergene Nehri'ndeki bu değerler ise sırayla 2,26; 14,25 ve C<sub>4</sub>S<sub>2</sub> şeklinde olup önemli ölçüde kirlendiğini ve sulamada kullanılamayacağını ortaya koymuşlardır. Her iki nehrin karıştığı noktadaki RSC, SAR ve sulama suyu sınıfı ise 0,10; 3,05 ve C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> şeklindedir.

Trakya Bölgesi'nde pestisitlerin 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 pestisitler yağışlarla, yüzey erozyonu ile ve tarım alanlarının ilaçlanması sonucunda ulaşmaktadır (Tok, 1997).

Hazar Gölü'nde yapılan ağır metal kirlenmesi çalışmasında; en önemli kirletici kaynak 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 üzerinde bulunmuştur (Gündüz ve Çukur, 1984).

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 gösterdiği belirlenmiştir. Nehir suyunun Pb ve Cr bakımından kirli olduğu, ağır metallerin çökmesinden dolayı sediment örneklerinde de yüksek ağır metal konsantrasyonlarının bulunduğu saptanmıştır. Gediz Nehri ile sulanan tarım alanlarında ürün verimindeki düşüşün en önemli nedenlerinden biri olarak nehir suyundaki ağır metal kirliliği gösterilmiştir (Uzunoğlu, 1999).



## 2.2. Bitkilere Toksik Etki Yapan Bazı Ağır Metaller

### 2.2.1. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum doğada oldukça az bulunan bir elementtir. Toprakta Cd'un tolere edilebilir toplam miktarı  $3 \text{ mg kg}^{-1}$  (Topbaş ve ark, 1998); ekstrakte edilebilir Cd'un izin verilebilir miktarı ise  $0.2 \text{ mg kg}^{-1}$  'dır (Alloway, 1995).

Topraktaki aşırı Cd bitkide klorofil biyosentezini bozmaktadır. Kadmiyum stresi koşullarında azot metabolizmasında görev alan nitrat ve nitrit redüktaz enzimlerinin aktiviteleri azalmakta ve bu durumdan bitkinin azot beslenmesi olumsuz etkilenmektedir (Asri ve Sönmez, 2006).

Bitkiler aşırı Cd'dan sadece N beslenmesi için değil K alımı bakımından da zorluklar yaşamakta ve su absorpsiyonunda önemli azalmalar meydana gelebilmektedir (Veselov ve ark, 2003).

Kadmiyum içeriği  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan daha fazla olan bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda yüksek tansiyon sorunu meydana gelmekte, üst solunum yollarındaki mukozalar tahriş olmakta, kronik karaciğer hastalığı olan emphysema ve nefes darlığı oluşmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Derici ve ark. (2002), farklı bölgelerden aldıkları buğday, patates ve bazı sebzelerdeki Cd kirlenmesinin boyutlarını araştırmışlardır. Çalışmada sera denemesinde Cd birikimde, Zn beslenmesinin ve toprak tuzluluğunun rolü de incelenmiştir. Araştırmacılar özellikle sebzelerde ve patateste çok yüksek değerlerde Cd saptamışlardır. Çinko eksikliğinde ise hem Cd adsorpsiyonu hem de taneye Cd taşınımının arttığını belirlemişlerdir.

Bitkiler kökler aracılığıyla besin çözeltilisinden fazla miktarda Cd alabildiği halde bu elementin bitkideki hareketi sınırlı olmaktadır. Bitki köklerindeki iyon değişim bölgelerinde tutulan kadmiyum;  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$  iyonları tarafından değiştirilebilmektedir. Normal olarak toprak çözeltilisinde egemen katyon  $\text{Ca}^{+2}$  olduğunda, kalsiyum bitkilerin topraktan Cd alımını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Kadmiyumun köklerden bitki üst kesimlerine taşınması özellikle, fosfor tarafından azaltılmaktadır. Çinko ile fosfor arasındaki karşılıklı etkileşme benzer bir etkileşim Cd ve P arasında da görülmektedir (Brohi ve ark, 1994).



Kadmiyum elementinin bitkilerin kuru maddesindeki ortalama miktarı değişik araştırmacılara göre; 0,05-0,2 mg kg<sup>-1</sup> (Hasselbach, 1992), 0,1-1,0 mg kg<sup>-1</sup> (Mengel ve Kirkby, 2001) şeklinde olabilmektedir.

Kabata- Pendias and Pendias (2000), bitkilerde kuru maddedeki kritik Cd konsantrasyonunu 2 mg kg<sup>-1</sup>, toksik Cd konsantrasyonunu ise 5,0-30 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmektedir.

zbek ve ark. (1993), bitkilerin Cd içeriğinin, bitki cinsi ve türüne bağlı olarak değişiklik gösterdiğini; bezelye, fasulye, lahana, patates ve sebzelerde genel olarak Cd bulunmamasına karşın; kereviz, yeşil lahana, ıspanak ve kıvrıcık salatada oldukça yüksek Cd bulunabileceğini; tahıllarda ise buğdayın Cd içeriğinin en yüksek olduğunu vurgulamışlardır.

Hasselbach (1992), tolere edebildikleri Cd miktarına göre bazı bitki türlerini sebze > tahıl > ot şeklinde sıralamaktadır. Bergmann (1993) ise, marul, pancar ve domatesi, Cd'a özellikle duyarlı bitkiler olarak belirlemiştir.

Ayçiçeğinin kadmiyum absorpsiyonu buğday ve eltiğe göre daha yüksektir. Nitekim aynı topraklar üzerinde yetişen buğday ve eltik bitkisine göre ayçiçeğinde yaklaşık 10 kat daha yüksek miktarda kadmiyum bulunmuştur (McLaughlin ve ark,1999).

### 2.2.2. Kobalt (Co)

Toprakların toplam Co içeriği 1-40 mg kg<sup>-1</sup>, ekstrakte edilebilir Co içeriği ise 0,03-0,09 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir Co'ın izin verilebilir sınır değeri 0,09 mg kg<sup>-1</sup>'dir (Carrigan ve Erwin, 1951).

Kobalt toprakta hem değişebilir ve hem de değişemez formda bulunmaktadır. Adsorbe edilen Co, sadece Cu ve Zn gibi ağır metallere yer değiştirebilmekte ve değişebilir olmayan formdaki Co ise, kil kafesler arasında tutulmaktadır. Bu elementin kanalizasyon artıklarında miktarı düşük olduğu için, toprakta Co kirliliği sık görülen bir durum değildir

Düşük düzeylerde Co'a gereksinim gösteren bitkilerin yüksek düzeylerde Co'ın etkisinde kalmaları durumunda bitkilerde Fe eksikliği ortaya çıkabilmektedir. Bu durum



bitkilerde kloroz semptomlarının meydana gelmesine neden olmaktadır. Birçok kültür bitkisinin ihtiyaç duyduğu Co'nun konsantrasyonu toprakta 0,1 mg kg<sup>-1</sup>'den daha azdır. Kobaltın bitkideki konsantrasyonu ise genellikle 0,02-0,5 mg kg<sup>-1</sup> düzeyindedir (Tok 1997).

### 2.2.3. Krom (Cr)

Tarım topraklarında izin verilebilir toplam Cr düzeyi 100 mg kg<sup>-1</sup> ve ekstrakte edilebilir Cr düzeyi ise 1 mg kg<sup>-1</sup> dolayındadır. Serpantin ana maddesinden oluşan topraklar Cr yönünden zengindir. Kromun topraklardaki miktarı ana materyale göre değişmekle birlikte genellikle 7-750 mg kg<sup>-1</sup> arasındadır (Bowen, 1966; Tok, 1997).

Bitki gelişmesi için krom mutlak gerekli olduğu henüz bilinmemektedir. Çoğu bitkilerde Cr kuru madde esasına göre 0,03-14 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişen düzeylerde bulunur. Bitkilerdeki 5-30 mg kg<sup>-1</sup> arasındaki Cr düzeyi birçok kültür bitkisi için toksik düzey olarak kabul edilmektedir (Kabata-Pendias and Pendias 2000).

Bitkilerde yüksek düzeylerde Cr kapsamı fazla görülmemektedir. Çoğu topraklarda Cr'un hareketsiz duruma geçmesi nedeniyle suda çözünürlüğü fazla olan Cr tuzlarının bulunması durumunda bile genellikle zararlı bir etkiye rastlanmamıştır. Kromun bitki bünyesinde hareketi de oldukça sınırlıdır. Buna karşılık çok yüksek düzeylerde bulunan Cr, bitkilere toksik etkide bulunabilmektedir. Krom zehirlenmesinde bitki kökleri küçük, yapraklar dar ve kahverengi kırmızı bir renkte olmaktadır. Ayrıca yapraklarda küçük yanık lekeler de oluşabilmektedir (Topbaş ve ark, 1998).

Kromun bitkiler tarafından alınabilirliği artan pH değerleri ile önemli miktarda azalmaktadır. Topraklarda Cr genellikle üst 5-10 cm'de tutulmaktadır. Toksik etkili Cr<sup>+6</sup> miktarı çok az olup, sadece alkali koşullar altında stabildir. Organik maddenin varlığında, Cr<sup>+6</sup> 24-48 saatte Cr<sup>+3</sup>'e indirgenmektedir. Cr<sup>+6</sup>, Cr<sup>+3</sup>'e göre bitkilerin genç filizlerinde daha çok birikmektedir. Bazı bitkiler için Cr<sup>+6</sup> alım sırası; karnabahar > kırmızı pancar > turp > havuç > domates > mısır > marul > arpa > fasulye şeklinde olmaktadır (Mengel ve Kirkby, 2001).



Kabata-Pendias and Pendias (2000), bitkilerde kuru maddedeki kritik Cr konsantrasyonunu  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , toksik Cr konsantrasyonunu ise  $0,5 - 30 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bildirmektedir.

#### 2.2.4. Nikel (Ni)

Toprakta bulunan Nikelin tolere edilebilir toplam miktarı  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  (Kabata-Pendias and Pendias, 2000); ekstrakte edilebilir miktarı ise  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir (Gerendas ve ark, 1999). Topraklarda Nikelin kaynağı bazik kayalar içerisinde çoklukla bulunan Pentlandit  $(\text{Fe, Ni})_8\text{S}_8$  mineralidir. Nikel az ya da çok bütün tarım topraklarında bulunmaktadır. Ancak killi topraklarda daha fazla bulunmaktadır (Kacar ve İnal, 2008).

Trafiğin yoğun olduğu yerlerde yol kenarlarından uzaklaştıkça topraktaki Ni miktarı da azalmakta ve bu durum da Ni içeren yakıtların kullanılması ile açıklanmaktadır (Tok 1997).

Nikelin bitkiler için mutlak gerekli olduğu henüz tam olarak kanıtlanmamış olmakla birlikte bitkiler için büyük önem taşımakta olduğu bilinmektedir. Nikel, üreaz ve birçok hidrogenaz enzimlerinin metalik yapı maddesidir. Bu nedenle Ni içerikleri az olan bitkiler üre şeklinde uygulanan azotlu gübrelere dayanamadıkları gibi, üre bu bitkilere toksik etkide bulunabilmektedir (Kacar ve Katkat, 2007).

Topraktaki Ni toksisitesini azaltan en önemli olay toprağa fosfat ilavesidir. Bu durumda çözünürlüğü düşük olan Ni- fosfatlar oluşmakta ve Ni toksisitesi de böylece azalmaktadır (Tok, 1997).

Tok ve ark., (2005), çeltik tarımının yoğun olarak yapıldığı Trakya Bölgesi'nde Edirne ili Uzunköprü ve Meriç ilçeleri çeltik 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. Araştırmacılar söz konusu bu kirliliğin Ergene Nehri'nden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Nehirdeki ağır metal kirliliğinin çeltik bitkisine doğrudan yansıdığını, ağır metal kirliliğinin daneye kadar ulaştığını belirlemişlerdir.



### 2.2.5. Kurşun (Pb)

Kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en çok zarar veren bir ağır metal olma özelliğini taşımaktadır. Kurşun, atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevre kirliliği yaratan en önemli ağır metallerden birisidir.

Tarım alanlarındaki toplam Pb konsantrasyonu  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , ekstrakte edilebilir Pb miktarı ise  $4 \text{ mg kg}^{-1}$ 'i aşmadığı sürece bitki ve insan sağlığı açısından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Ancak bu rakamlar aşıldığında potansiyel olarak insan sağlığı tehlike altındadır (Chapman, 1971; Dürüst ve ark., 2004).

Kurşun ve Cr topraktaki içeriklerine göre bitkiler tarafından az miktarda alındıklarından transfer faktörleri düşüktür. Buna karşılık bitkiler topraktan daha fazla Cd ve Zn aldıklarından transfer faktörleri yüksektir. Bakır ve Ni'in transfer faktörleri bu değerlerin ortasında yer almaktadır (Hasselbach, 1992). Zheljazkov and Nielsen, (1996) ise, yumrulu bitkilerde Pb birikim sırasını kök = yaprak > yumru = gövde olarak ifade etmiştir.

Basovic ve ark. (1986), yıkanmamış marul yapraklarının kuru maddesinde karayolundan 4 m uzaklıkta  $32 - 33 \text{ mg kg}^{-1}$ , 50 m uzaklıkta  $8,45 - 9,22 \text{ mg kg}^{-1}$  Pb belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar araç trafiğinin olmadığı alanda yetişen marul yapraklarında ise  $2,00-3,65 \text{ mg kg}^{-1}$  Pb bulunduğunu belirlemişlerdir.

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 araştırmanın yapıldığı yılda rastlanmamıştır. Nehir suyunun Ni konsantrasyonu ise izin verilebilir sınır değerlerde olmakla birlikte kirlilik için dikkatle izlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan günümüzde söz konusu nehirde ağır metal kirliliğinin daha da artmış olabileceği tahmin edilmektedir (Adiloğlu ve ark., 2006).



### 2.2.6. Bakır (Cu)

Doğal olarak toprakta bulunan toplam bakırın miktarı, toprak ana maddesinin Cu içeriğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Mineral ayrışmanın şiddeti ve bitkilerin etkisi nedeniyle Cu konsantrasyonu toprak profilinin yüzey katmanlarında daha yüksektir. Genellikle aşırı derecede parçalanıp ayrılmış ve yıkanmış toprakların toplam Cu kapsamı daha düşüktür. Bakır toprak parçacıklarına kuvvetli bir şekilde bağlandığından oldukça hareketsizdir. Bu nedenle çoğu toprakların Cu içeriği alt profile doğru azalma göstermektedir (Topbaş ve ark., 1998).

Bakır bitki bünyesinde enzim aktivasyonu, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında yer alması nedeniyle bitkiler için önemli bir elementtir. Topraklarda bakır kirliliği çoğunlukla insan aktivitesi sonucu oluşan çeşitli emisyonlar ve atmosferik depozitler, pestisit kullanımı, kanalizasyon atıkların gübre olarak kullanılması ile kömür ve maden yataklarından kaynaklanmaktadır

Toprakta genellikle toplam Cu  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ ; ekstrakte edilebilir Cu  $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ; bitki kuru maddesinde ise genellikle  $15 - 30 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan fazla bulunması toksik etkiye neden olabilmektedir. Bakır toksisitesi genellikle bitki kök sistemlerinde ortaya çıkmakta olup, bitki bünyesinde protein sentezi, fotosentez, solunum, iyon alınımı ve hücre membran stabilitesi gibi bazı fizyolojik olayların bozulmasına neden olmaktadır (Asri ve Sönmez, 2006).

### 2.2.7. Demir (Fe)

Toprakta diğer mineral elementlere göre demir daha çok bulunmaktadır. Yerkabuğunun Fe içeriği yaklaşık olarak % 5,1'dir. Topraklarda toplam Fe miktarının genellikle yüksek olmasına karşılık bitkilere yararlı Fe miktarı azdır. Bu nedenle bitkilerde Fe eksikliği daha sık ve daha yaygın olarak görülür. Toplam Fe miktarı ana materyalin



özelliğine göre % 0,02 ile % 10 arasında değişmekte ve ortalama % 3,8 dolaylarındadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Topraklarda ekstrakte edilebilir Fe miktarı Lindsay and Norwell, (1978)'e göre 0,2 mg kg<sup>-1</sup>'in altında ise az; 0,2-4,5 mg kg<sup>-1</sup> arasında orta; 4,5 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla ise yüksek ve toksik olarak değerlendirilmektedir.

Bitkilerde bulunan demirin genellikle 10–1000 mgkg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, yeterli demir miktarının 50–250 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu ve 50 mg kg<sup>-1</sup>'dan az demir içeren bitkilerde demir eksikliği belirtilerinin görüldüğü belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 2007).

Bitkilerde Fe toksisitesi koyu yeşil yapraklar, kök ve gövdede bodurlaşma ve bazı bitkilerde mor ile koyu kahverengi arasında değişen yaprak rengi şeklinde ortaya çıkmaktadır (Kacar ve İnal, 2008).

Demir eksikliği belirtileri genç yapraklarda ve özellikle son çıkan yapraklarda öncelikle görülmektedir. Demir elementi mobil olmadığından yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınması çok zordur. Ancak eksikliğin ilerleyen aşamalarında yaşlı yapraklarda bu durumdan etkilenmektedir. Demir eksikliğinin tipik belirtileri yapraklarda damarlar arasında sararma şeklinde olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

### **3.MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması**

##### **3.1.1. Coğrafi Konum**

Edirne, Marmara Bölgesi'nin Trakya kısmında ve 26 :34 E ve 41:40 N yer alır. Güneyinde Ege Denizi, kuzeyde Bulgaristan, batıda Yunanistan, doğuda Tekirdağ, Kırklareli ve Çanakkale illeri ile çevrilir. Yüzölçümü 6 098 km<sup>2</sup> 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 Kuru 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.

### 3.1.2. 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

İldeki 370 015 hektar işlenebilir tarım arazisinin 355 947 hektarı (% 96,20) tarla arazisi, 10651 (% 2,88) ise sebze arazisi ve 3 416 hektarı (% 0,92) meyve ve bağ arazisidir (Anonim, 2008).

### 3.1.3. İpsala İlçesinin Tarımsal Varlığı

İlçenin tarım arazisi 560 100 da olup, bunun % 39,27'sini sulu tarım arazisi, % 60,72'sini kuru tarım arazisinden oluşmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge: 3.1. İpsala ilçesinin köylerindeki tarım arazilerinin dağılımı, da (Anonim, 2010).

Tarımsal Alan	Sulu Alan	Kuru Alan	Toplam
Merkez	35 000	29 012	64 012
Ahırköy	500	1 785	2 285
Balabancık	8 000	7 550	15 550
Esetçe	4 000	13 765	17 765



Hacıköy	-	38 798	38 798
İbriktepe	2 000	36 500	38 500
Karaağaç	5 000	6 049	11 049
Kocahıdır	8 500	21 920	30 420
Koyuntepe	18 000	22 989	40 989
Kumdere	7 500	8 827	16 327
Aliçopehlivanköy	3 500	21 490	24 990
Korucuköy	-	14 653	14 653
K.Doğanca	300	1 946	2 246
Paşaköy	12 600	5 110	17 710
Pazardere	-	10 186	10 186
Sarıcaali	19 700	7 569	27 269
Sarpdere	1 500	22 130	23 630
Sultanköy	16 700	20 940	37 640
Tevfikiye	3 800	4 588	8 388
Turpçular	6 100	18 986	25 086
Yapıldak	2 000	13 279	15 279
Y. Karpuzlu	65 300	2 600	67 900
Hıdırköy	-	9 428	9 428
Toplam Arazi	220 000	340 100	560 100

İpsala ilçesinde yetiştirilen ürünler arasında ortalama 220 000 da ile ilk sırada çeltik tarımı yer almaktadır. Aşağıdaki Çizelge 3.2’de ise İpsala ilçesi çeltik tarımına ilişkin bazı bilgiler verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi son üç yılda çeltik ekim alanı, verim ve toplam üretim değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır.



Çizelge: 3.2. İpsala ilçesinde çeltik yetiştiriciliğine ilişkin sayısal veriler (Anonim, 2010).

Ekiliş alanı, da	Dekara verim, kg/ da	Üretim, ton	Yıl
198.000	900	178.200	2008
201.457	900	181.311	2010

### 3.1.4. Uzunköprü İlçesinin Tarımsal Varlığı

İlçenin tarım arazisi 758 240 da olup, bunun % 94'ünü tarım arazisi, % 2'sini bağ ve bahçe arazisi, % 4'ünü de sebze arazileri oluşturmaktadır (Çizelge 3.3). tarla tarımının da büyük bir bölümünü çeltik yetiştiriciliği oluşturmaktadır.

Çizelge: 3.3. Uzunköprü ilçesi tarım arazilerinin kullanıma göre dağılımı, da (Anonim, 2010b).

Tarla	Bağ -Bahçe	Sebze	Toplam
720 220	17 140	20 880	758 240
% 94	% 2	% 4	% 100

### 3.1.5. Meriç İlçesinin Tarımsal Varlığı

Meriç ilçesinde tarım arazilerinin büyük çoğunluğunu 80 000 dekar ile çeltik ekilişi ilk sırada yer alırken; bunu buğday, ayçiçeği, mısır, kavun, karpuz gibi bitkilerde ekiliş sırasında yer almaktadır.

Çizelge: 3.4. Meriç ilçesi tarım arazilerinin kullanıma göre dağılımı, da (Anonim 2010b).

Tarla	Bağ -Bahçe	Sebze	Toplam
191.379	7.522	18.375	217.276
% 88	% 4	% 8	% 100

### 3.2. Materyal

Bu araştırmada kullanılan bitki örnekleri, Edirne ili, İpsala, Meriç ve Uzunköprü ilçelerinin çeltik üretimi yapılan Balabancık, Küplü ve Salarlı köylerinden ve Meriç Nehri, Meriç+ Ergene Nehri ve Pompaj su kaynağının sulamada kullanıldığı 36 farklı çeltik tarlasından Jones ve ark. (1991)'nın bildirdiği şekilde Haziran ayı içerisinde alınmıştır. Bitki örneklerinin alındığı tarlalara ilişkin bazı bilgiler Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge: 3.5. Bitki örneklerinin alındığı tarlalara ilişkin bazı bilgiler.

Örnek No	İlçesi	Köyü	Mevkii	Sulama Suyu Kaynağı	Çiftçinin Adı
1	İpsala	Balabancık	Böğürtlen	Meriç + Ergene Nehri	Sinan Sakarya
2	İpsala	Balabancık	Böğürtlen	Meriç + Ergene Nehri	Sinan Sakarya
3	İpsala	Balabancık	Böğürtlen	Meriç + Ergene Nehri	Sinan Sakarya
4	İpsala	Balabancık	Böğürtlen	Meriç + Ergene Nehri	Sinan Sakarya
5	İpsala	Balabancık	Böğürtlen	Meriç + Ergene Nehri	Sinan Sakarya
6	İpsala	Balabancık	Böğürtlen	Meriç + Ergene Nehri	Sinan Sakarya
7	İpsala	Balabancık	Taş Ocakları	Meriç + Ergene Nehri	Hüseyin Filiz
8	İpsala	Balabancık	Taş Ocakları	Meriç + Ergene Nehri	Hüseyin Filiz
9	İpsala	Balabancık	Taş Ocakları	Meriç + Ergene Nehri	Hüseyin Filiz



10	İpsala	Balabancık	Taş Ocakları	Meriç + Ergene Nehri	Hüseyin Filiz
11	İpsala	Balabancık	Taş Ocakları	Meriç + Ergene Nehri	Hüseyin Filiz
12	İpsala	Balabancık	Taş Ocakları	Meriç + Ergene Nehri	Hüseyin Filiz
13	Meriç	Küplü	Meriç Kenarı	Meriç Nehri	İbrahim Ege
14	Meriç	Küplü	Meriç Kenarı	Meriç Nehri	İbrahim Ege
15	Meriç	Küplü	Meriç Kenarı	Meriç Nehri	İbrahim Ege
16	Meriç	Küplü	Meriç Kenarı	Meriç Nehri	İbrahim Ege
17	Meriç	Küplü	Meriç Kenarı	Meriç Nehri	İbrahim Ege
18	Meriç	Küplü	Meriç Kenarı	Meriç Nehri	İbrahim Ege
19	Meriç	Küplü	Kumtepe	Meriç Nehri	İbrahim Ege
20	Meriç	Küplü	Kumtepe	Meriç Nehri	İbrahim Ege
21	Meriç	Küplü	Kumtepe	Meriç Nehri	İbrahim Ege
22	Meriç	Küplü	Kumtepe	Meriç Nehri	İbrahim Ege
23	Meriç	Küplü	Kumtepe	Meriç Nehri	İbrahim Ege
24	Meriç	Küplü	Kumtepe	Meriç Nehri	İbrahim Ege
25	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
26	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
27	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
28	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
29	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege



30	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
31	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
32	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
33	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
34	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
35	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege
36	Uzunköprü	Salarlı	Kum Ocağı	Sondaj Kuyusu	İbrahim Ege

### **3.3. Yöntem**

#### **3.3.1. Bitki Örneklerinde Bazı Ağır Metal (Cd, Co, Cr, Ni, Pb) ve Mikro Element (Cu, Fe) Analizleri**

Bitki örneklerinin Cd, Co, Fe, Cu, Cr, Ni, Pb, Cu ve Fe içerikleri, analizler için hazırlanan bitki örneklerinin önce yaş yakılması ve daha sonra ICP- OES'de okunmasıyla belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Çeltik Bitkisinin Bazı Ağır Metal ve Mikro Besin Elementi Kapsamı**

İpsala, Meriç ve Uzunköprü ilçelerinde yetiştirilen ve Meriç + Ergene Nehri, Meriç Nehri ve Pompaj su kaynağı ile sulanan tarlalardan gübrelemeden önce ve kardeşlenme döneminde alınan çeltik bitkisi örneklerinin Cd, Co, Cr, Ni, Pb, Cu ve Fe içerikleri Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te verilmiştir.



Çizelge: 4.1. Meriç+Ergene Nehri ile sulanan çeltik bitkisinin bazı ağır metal ve mikro besin elementi kapsamı, (mg kg<sup>-1</sup>.)

Örnek no	Cd	Co	Cr	Ni	Pb	Cu	Fe
1	1.186	3.811	2.969	5.068	5.131	14.66	179.20
2	1.152	3.772	3.055	4.225	5.304	14.72	176.20
3	1.143	3.913	2.990	3.083	5.767	13.81	159.60
4	1.332	4.667	2.816	5.122	5.482	15.98	178.70
5	1.313	2.980	3.686	10.170	4.767	25.30	233.90
6	1.373	3.475	3.590	8.823	5.573	25.82	236.90
7	1.344	2.900	3.408	9.045	5.637	26.11	242.40
8	1.290	2.830	3.544	9.113	5.227	24.98	238.10
9	1.113	1.887	3.951	5.777	5.794	22.01	219.20
10	1.208	1.950	3.863	5.956	5.125	20.85	219.60
11	1.164	1.688	3.590	6.522	5.527	20.74	217.50
12	1.184	1.479	3.055	5.690	4.907	21.09	224.70
Max.	1.373	4.667	3.951	10.170	5.794	26.11	242.40
Min.	1.113	1.479	2.816	3.083	4.767	13.81	159.60

Çizelge: 4.2. Meriç Nehri ile sulanan çeltik bitkisinin bazı ağır metal ve mikro besin elementi kapsamı, (mg kg<sup>-1</sup>.)

Örnek no	Cd	Co	Cr	Ni	Pb	Cu	Fe
1	0.250	1.107	4.773	4.965	0.840	14.20	307.30
2	0.235	0.440	5.189	4.430	4.439	13.94	303.90
3	0.200	1.099	4.554	3.797	4.809	14.10	309.70
4	0.196	0.952	4.814	4.069	5.751	13.88	303.00
5	0.420	0.615	2.264	4.217	1.234	17.34	200.10
6	0.466	0.223	1.867	4.046	1.848	16.22	195.30
7	0.563	0.260	2.379	3.851	0.011	16.73	204.00
8	0.394	0.354	2.537	4.268	0.997	16.83	209.60
9	0.414	0.609	3.097	2.527	1.486	13.23	171.90
10	0.189	0.851	2.673	2.519	6.571	12.16	168.20
11	0.021	0.629	2.508	2.116	3.974	12.08	165.80
12	0.004	0.335	2.798	2.955	2.571	12.29	166.80
Max.	0.563	1.107	5.189	4.965	6.571	17.34	309.70
Min.	0.004	0.223	1.867	2.116	0.011	12.08	165.80



Çizelge: 4.3. Sondaj suyu ile sulanan çeltik bitkisinin bazı ağır metal ve mikro besin elementi kapsamı, (mg kg<sup>-1</sup>.)

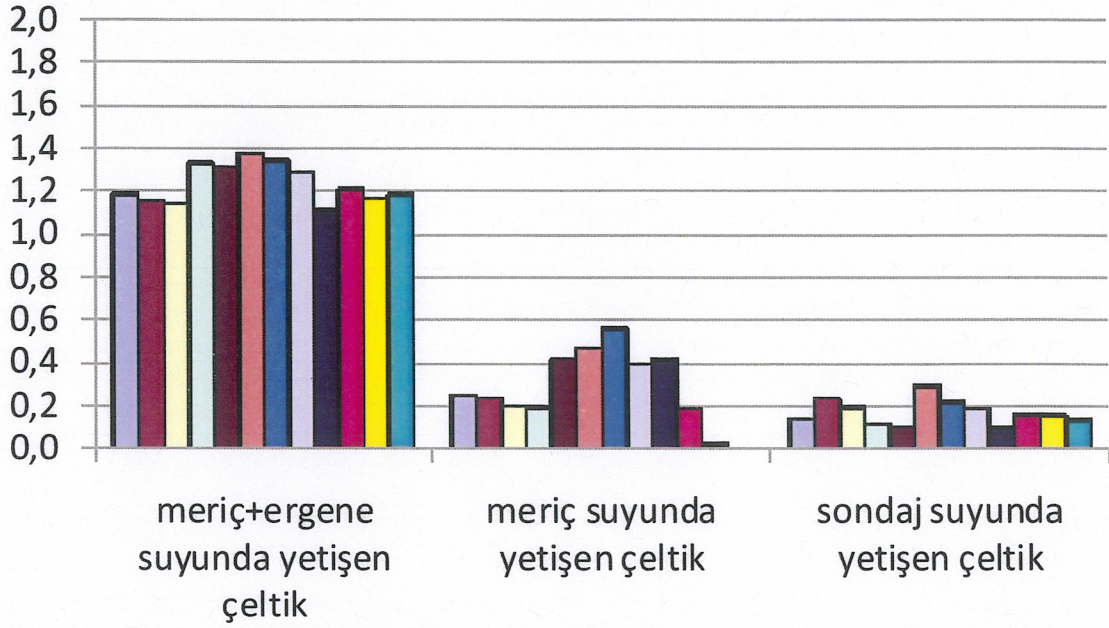
Örnek no	Cd	Co	Cr	Ni	Pb	Cu	Fe
1	0.140	0.820	3.712	3.170	4.593	19.87	275.60
2	0.234	0.845	3.409	3.201	3.457	19.84	275.30
3	0.194	0.852	3.619	4.477	5.365	20.79	274.70
4	0.115	0.779	3.521	3.104	1.185	18.37	259.90
5	0.103	0.846	3.605	4.040	4.727	12.03	225.50
6	0.292	1.274	3.858	5.725	9.439	13.50	256.90
7	0.216	0.999	3.332	5.046	6.431	11.74	230.90
8	0.185	0.649	2.915	5.035	4.906	12.15	240.20
9	0.093	0.818	3.388	3.102	4.777	19.17	362.00
10	0.157	0.545	3.905	3.889	4.420	16.59	299.90
11	0.155	0.658	4.015	4.600	3.821	18.71	345.40
12	0.132	1.059	3.934	2.898	3.589	16.29	302.10
Max.	0.292	1.274	4.015	5.725	9.439	20.79	362.00
Min.	0.093	0.545	2.915	2.898	1.185	11.74	225.50

#### 4.1.1. Kadmiyum (Cd)

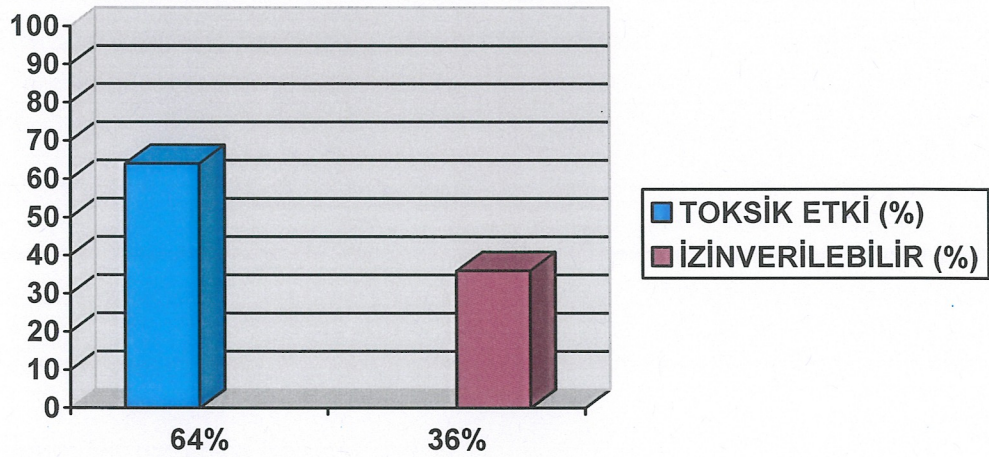
Bitki örneklerinin su kaynaklarına göre minimum ve maximum Cd içerikleri Meriç + Ergene Nehri'nde 1,113 mg kg<sup>-1</sup> – 1,373 mg kg<sup>-1</sup>; Meriç Nehri'nde 0,004 mg kg<sup>-1</sup> – 0,563 mg kg<sup>-1</sup>; Sondaj suyunda ise 0,093 mg kg<sup>-1</sup> – 0,292 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Söz konusu bu



değerler Şekil 4.1’de de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Şekil 4.1’den de görüleceği gibi Cd kirliliğinin en yüksek olduğu değerler Meriç + Ergene Nehir suyu ile sulanan bitki örneklerinde saptanmıştır. Araştırma alanındaki bitki örneklerinin Cd kapsamaları Çizelge 4.2’ye göre değerlendirildiğinde araştırma alanındaki Cd toksisitesinin % 64 gibi yüksek bir değerde olduğu anlaşılmaktadır (Şekil. 4.2).



Şekil: 4.1. Bitki örneklerinin Cd içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi, (mg kg<sup>-1</sup>.)



Şekil: 4.2. Çeltik bitkisinde Cd toksisitesi, (%)



Aynı bölgede bir araştırma yapan Tok ve ark. (2005) çeltik bitkisinin toprak üstü aksamındaki Cd kirliliğinin araştırmanın yapıldığı yıllarda izin verilebilir değerlerde olduğunu saptamışlardır. Ancak geçen süre içinde ağır metal kirliliği artan Ergene Nehri'nin çeltik sulamasında kullanıldığı tarlalarda artık günümüzde Cd kirliliğinin önemli boyutlara ulaşmış olduğu bu araştırma ile ortaya çıkarılmıştır.

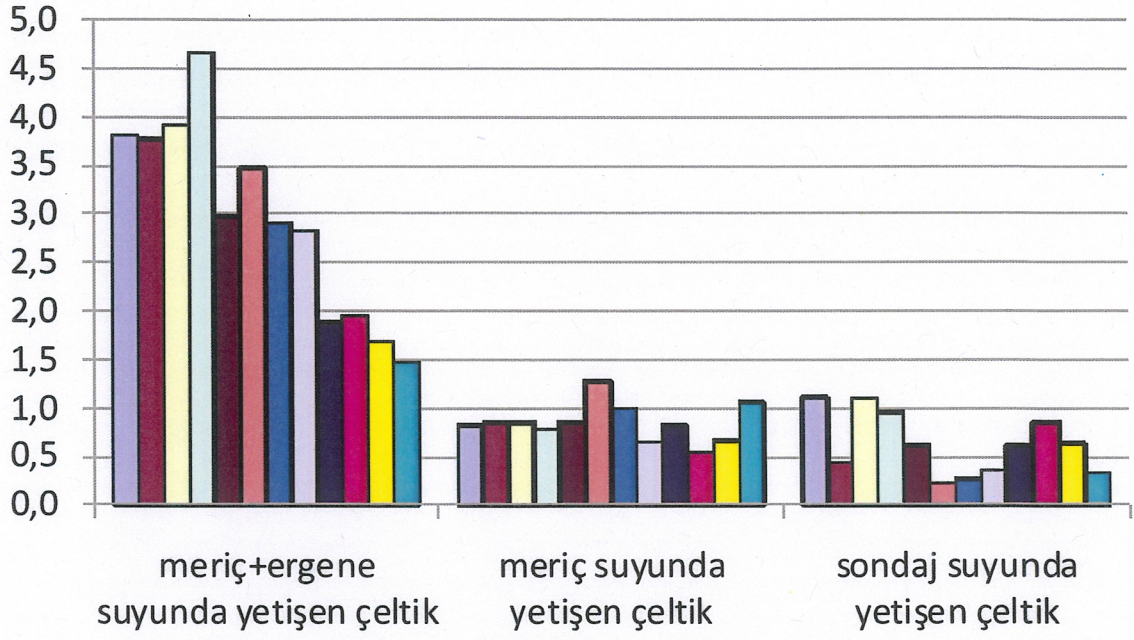
Çizelge: 4.4. Çeltik bitkisinde Cd elementi için sınır değerleri, (Kabata – Pendias and Pendias, 2000).

Cd, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değerlendirme
< 0,2	İzin verilebilir
> 0,2	Toksik

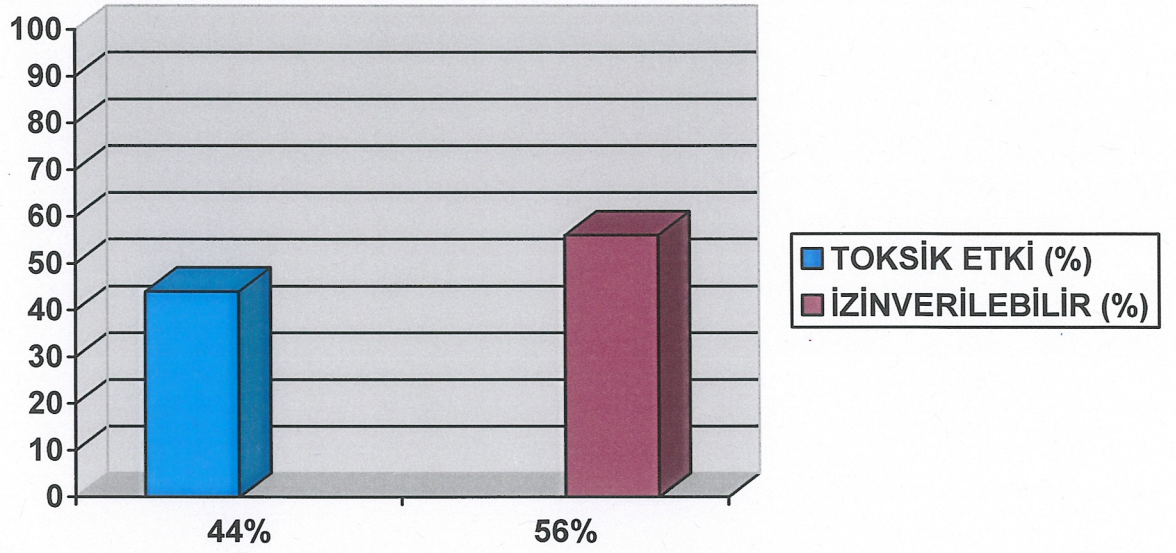
#### 4.1.2. Kobalt (Co)

Bitki örneklerinin su kaynaklarına göre minimum ve maximum Co değerleri; Meriç + Ergene Nehri'nde 1,479 mg kg<sup>-1</sup> – 4,667 mg kg<sup>-1</sup>; Meriç Nehri'nde 0,545 mg kg<sup>-1</sup> – 1,274 mg kg<sup>-1</sup>; Sondaj suyunda 0,223 mg kg<sup>-1</sup> – 1,107 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.3'den de görülmektedir. Şekil 4.3'e göre çeltik bitkisindeki Co konsantrasyonunun en yüksek olduğu değerler Meriç + Ergene Nehri suyu ile sulanan tarlalardan alınan bitki örneklerinde saptanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.5'e göre değerlendirildiğinde araştırma alanındaki Co toksisitesinin % 44 gibi yüksek bir değerde olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.4).





Şekil: 4.3. Bitki örneklerinin Co içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi, (mg kg<sup>-1</sup>.)



Şekil: 4.4. Çeltik bitkisinde Co toksisitesi, (%.)



Çizelge: 4.5. Çeltik bitkisinde Co elementi için sınır değerleri, (Kabata –Pendias and Pendias, 2000).

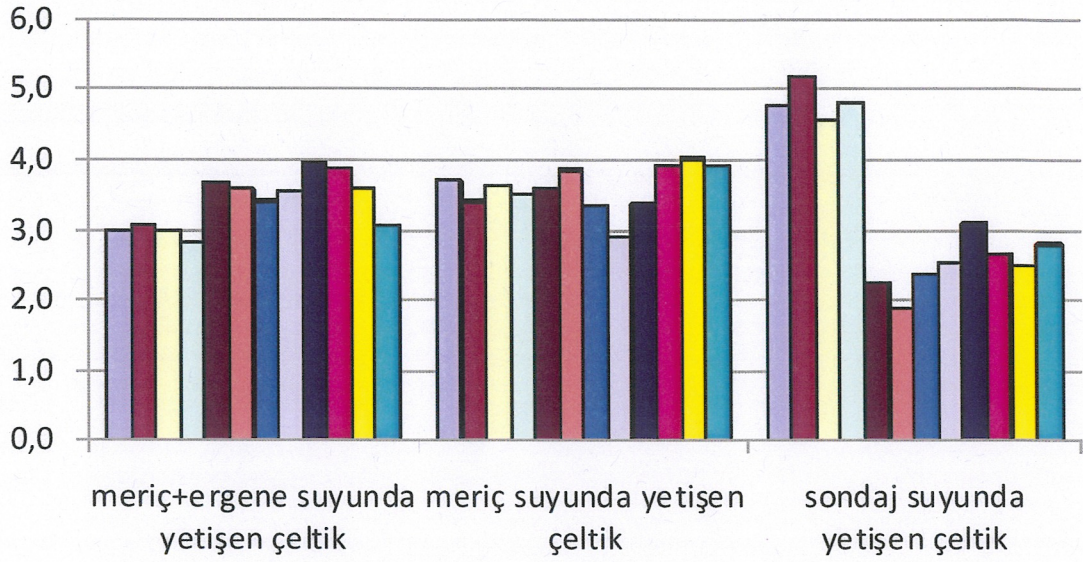
Co,( mg kg <sup>-1</sup> )	Değerlendirme
< 1	İzin verilebilir
>1	Toksik

Delibaş ve ark. (2008) İpsala Ovasında yaptıkları bir araştırmada çeltik bitkisinin toprak üstü aksamında ve köklerinde herhangi bir Co kirliliği belirleyememişlerdir. Ancak aradan geçen zaman Ergene Nehri'nin hızla kirlendiğini ve söz konusu bu kirliliğin bitkiye doğrudan yansıdığını göstermektedir.

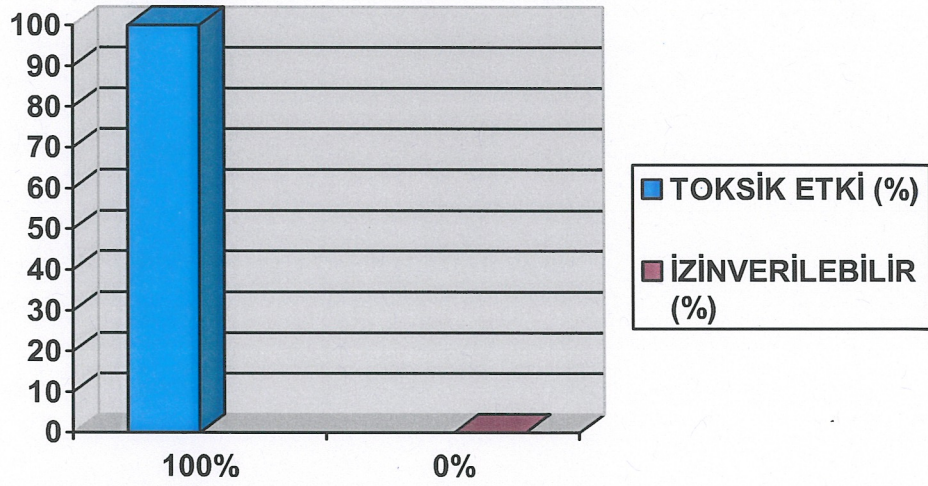
#### 4.1.3. Krom (Cr)

Bitki örneklerinin su kaynaklarına göre minimum ve maximum Cr değerleri; Meriç + Ergene Nehri'nde 2,816 mg kg<sup>-1</sup> – 3,686 mg kg<sup>-1</sup>; Meriç Nehri'nde 2,915 mg kg<sup>-1</sup> –4,015 mg kg<sup>-1</sup>; Sondaj suyunda 1,867 mg kg<sup>-1</sup> – 5,189 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Söz konusu bu değerler Şekil 4.5'den de görülmektedir. Şekil 4.5'de Cr kirliliği için Cd ve Co kirliliğinden farklı bir durum ortaya çıkmaktadır. Çeltik bitkisinde Cr kirliliği için su kaynakları arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Burada dikkati çeken durum örneklerin tamamında Cr toksisitesinin saptanmış olmasıdır (Şekil 4.6). Bitkilerin Cr içerikleri Çizelge 4.6'ya göre değerlendirilmiştir.





Şekil: 4.5. Bitki örneklerinin Cr içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi, (mg kg<sup>-1</sup>.)



Şekil: 4.6. Çeltik bitkisinde Cr toksisitesi,( %).

Çizelge: 4.6. Çeltik bitkisinde Cr elementi için sınır değerleri, (Kabata –Pendias and Pendias, 2000).

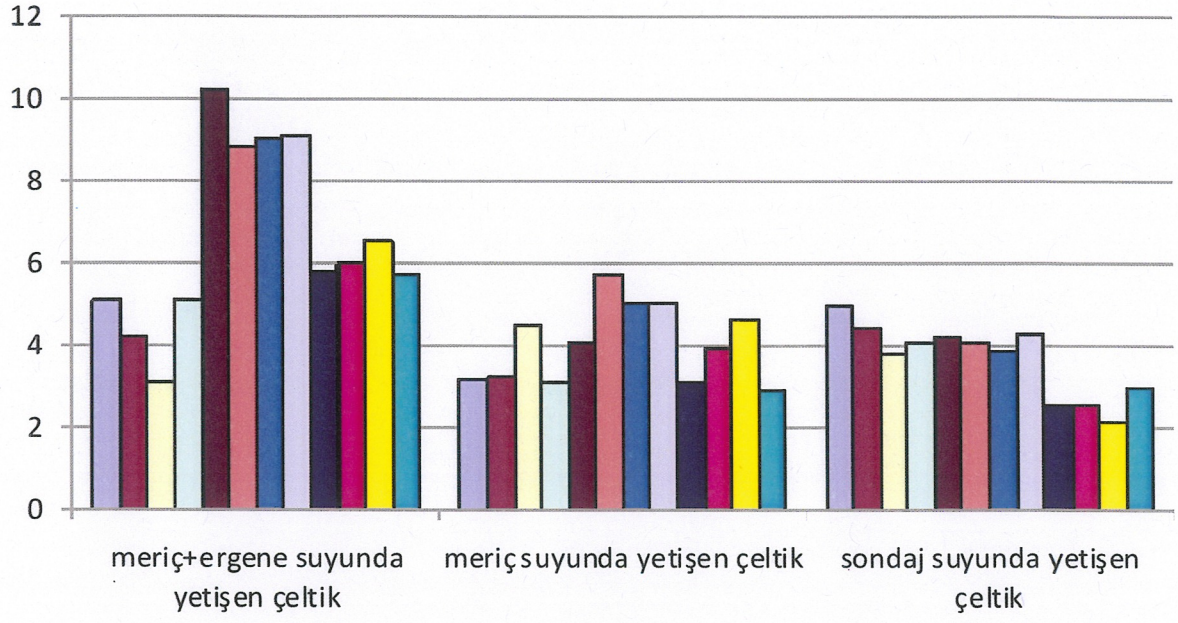
Cr, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değerlendirme
< 0,5	İzin verilebilir
> 0,5	Toksik



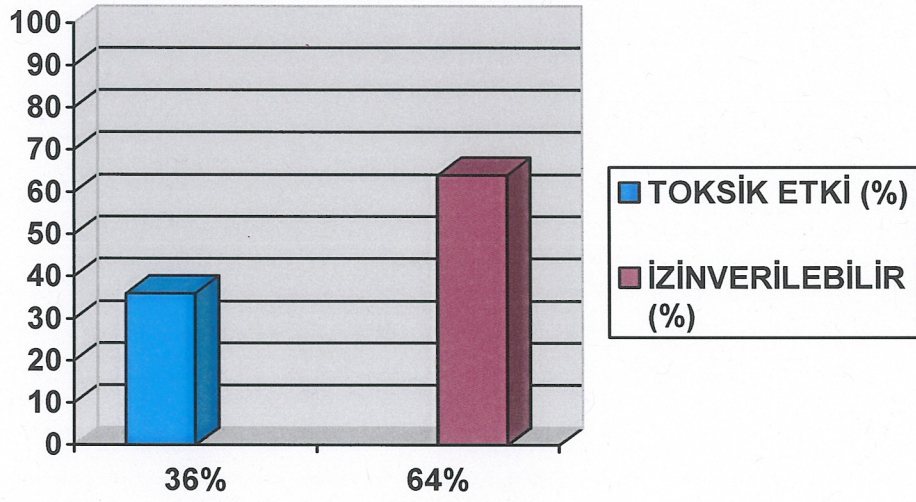
Bu araştırmanın sonuçlarına göre İpsala yöresinde yetiştirilen çeltik bitkisinin sulama sularındaki Cr kirliliğinden önemli ölçüde etkilendiği ve örneklerin tamamında Cr kirliliğinin saptandığı görülmüştür.

#### 4.1.4. Nikel (Ni)

Bitki örneklerinin su kaynaklarına göre minimum ve maximum Ni içerikleri; Meriç + Ergene Nehri'nde  $3,083 \text{ mg kg}^{-1}$  –  $10,170 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Meriç Nehri'nde  $2,898 \text{ mg kg}^{-1}$  –  $5,725 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Sondaj suyunda  $2,116 \text{ mg kg}^{-1}$  –  $4,965 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.7'den de görülmektedir. Çeltik bitkisinde Ni kirliliği için en yüksek değerler Meriç + Ergene Nehri suyunun kullanıldığı tarlalardan alınan örneklerde belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 4.7'ye göre değerlendirildiğinde araştırma alanındaki Ni toksistesinin % 36 düzeyinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.8). Bu araştırma bulguları bölgede daha önce bir araştırma yapan Tok ve ark. (2005)'in bulgularıyla paralellik taşımaktadır. Tok ve ark. (2005) İpsala ovasında Ergene Nehri suyu ile sulanan çeltik bitkisinin kök ve toprak üstü aksamlarında Ni kirliliğinin önemli boyutlarda olduğunu ortaya koymuşlardır.



Şekil: 4.7. Bitki örneklerinin Ni içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi, (mg kg<sup>-1</sup>.)



Şekil: 4.8. Çeltik bitkisinde Ni toksisitesi, (%).

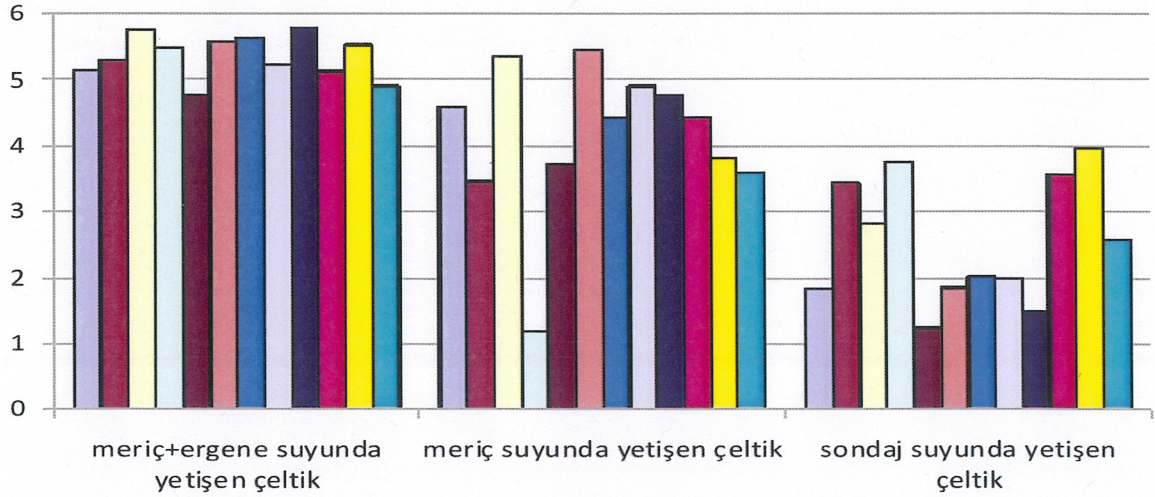


Çizelge: 4.7. Çeltik bitkisinde Ni elementi için sınır değerleri, (Kabata –Pendias ve Pendias 2000).

Ni, mg kg <sup>-1</sup>	Değerlendirme
<5	İzin verilebilir
>5	Toksik

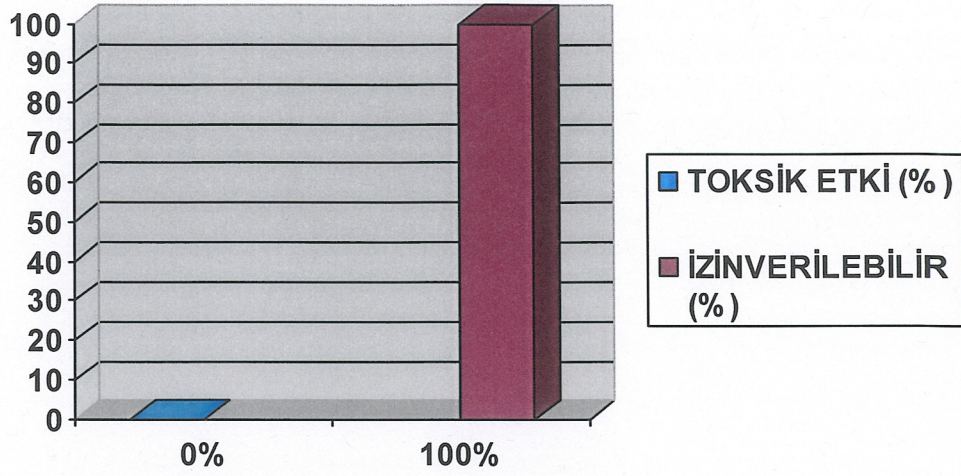
#### 4.1.5. Kurşun (Pb)

Bitki örneklerinin su kaynaklarına göre minimum ve maximum Pb değerleri; Meriç + Ergene Nehri'nde 4.767 mg kg<sup>-1</sup> – 5.794 mg kg<sup>-1</sup>; Meriç nehri'nde 1.185 mg kg<sup>-1</sup> –9.439 mg kg<sup>-1</sup>; Sondaj suyunda 0.011 mg kg<sup>-1</sup>– 6.571 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Şekil 4.9). Söz konusu bu değerler Çizelge 4.8'e göre değerlendirildiğinde bitki örneklerinin hiçbirinde Pb toksisitesi saptanamamıştır (Şekil. 4.10). Benzer şekilde Tok ve ark. (2005) İpsala ovasında Ergene Nehri suyu ile sulanan çeltik bitkisinin toprak üstü aksamında Pb kirliliği saptayamamışlardır. Ancak aynı araştırmacı grubu bitkinin köklerinde Pb kirliliğinin önemli boyutlarda olduğunu ortaya çıkarmışlardır.



Şekil: 4.9. Bitki örneklerinin Pb içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi, (mg kg<sup>-1</sup>.)





Şekil: 4.10. Çeltik bitkisinde Pb toksisitesi, (%).

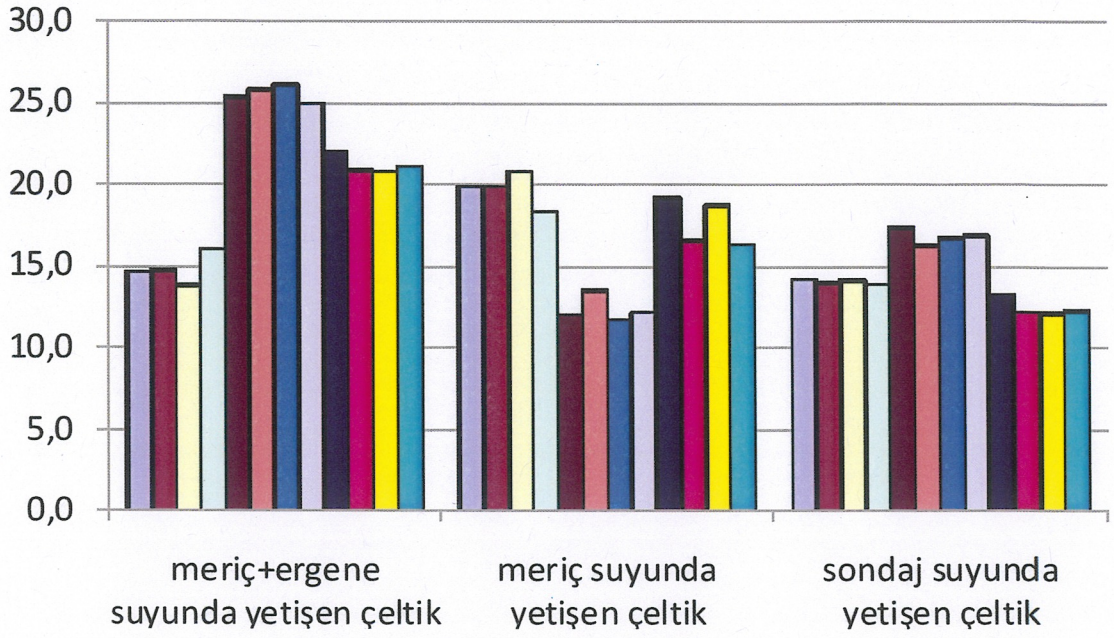
Çizelge: 4.8. Çeltik bitkisinde Pb elementi için sınır değerleri, (Kabata –Pendias and Pendias, 2000).

Pb, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değerlendirme
<10	İzin verilebilir
>10	Toksik

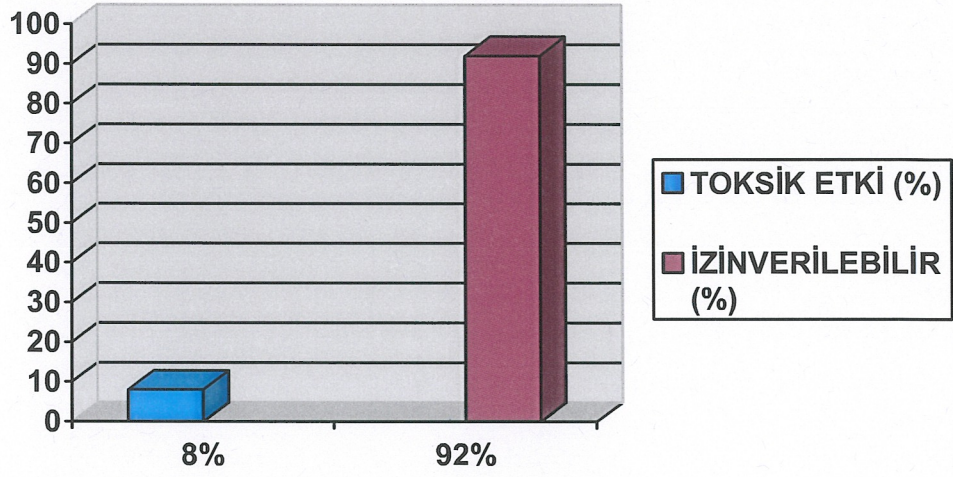
#### 4.1.6. Bakır (Cu)

Bitki örneklerinin su kaynaklarına göre minimum ve maximum Cu değerleri; Meriç + Ergene Nehri'nde 13,81 mg kg<sup>-1</sup> – 26,11 mg kg<sup>-1</sup>; Meriç Nehri'nde 11,74 mg kg<sup>-1</sup> –20,79 mg kg<sup>-1</sup>; Sondaj suyunda 12,08 mg kg<sup>-1</sup> – 17,34 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.11'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Şekil 4. 11'deki Cu değerleri Çizelge 4.9' a göre değerlendirildiğinde araştırma alanındaki Cu tosisitesi % 8 oranında bulunmuştur (Şekil 4.12). Tok ve ark. (2005) bölgedeki Cu kirliliğinin araştırmanın yapıldığı yıllarda sadece bitkinin kökü ile sınırlı olduğunu saptamışlardır. Ancak yıllar geçtikçe kirlilik düzeyi artan Ergene Nehri'ndeki Cu kirliliği Çeltik bitkisinin sadece köklerinde değil toprak üstü aksamına da geçmeye başlamıştır.





Şekil: 4.11. Bitki örneklerinin Cu içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi, (mg kg<sup>-1</sup>.)



Şekil: 4.12. Çeltik bitkisinde Cu toksisitesi, (%).

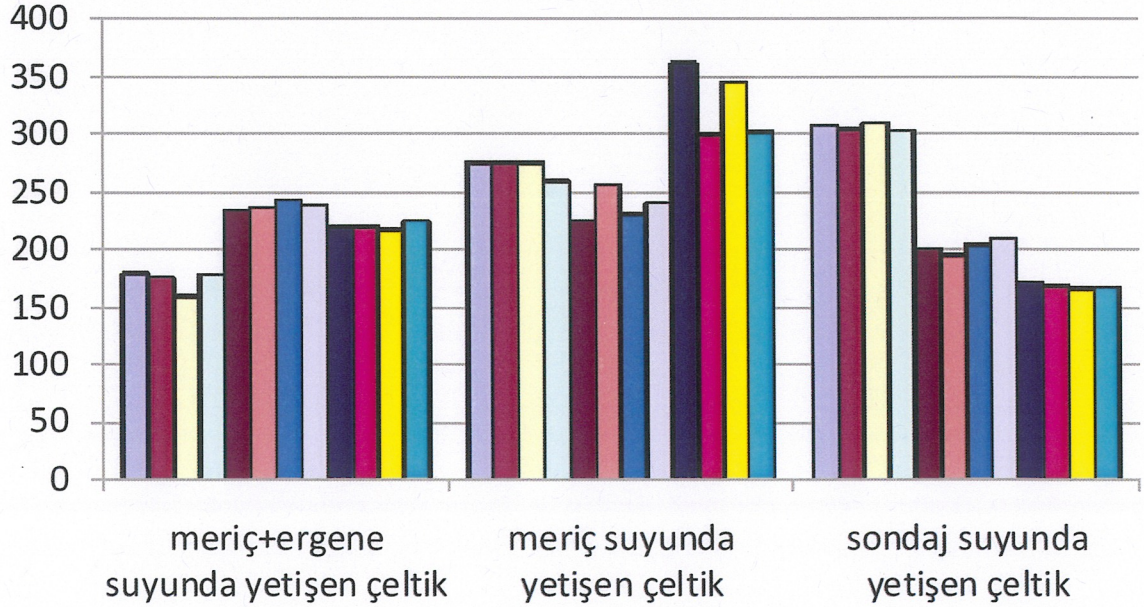


Çizelge: 4.9. Çeltik bitkisinde Cu elementi için sınır değerleri, (Kabata –Pendias and Pendias, 2000).

Cu, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değerlendirme
< 7	Az
>12	Toksik

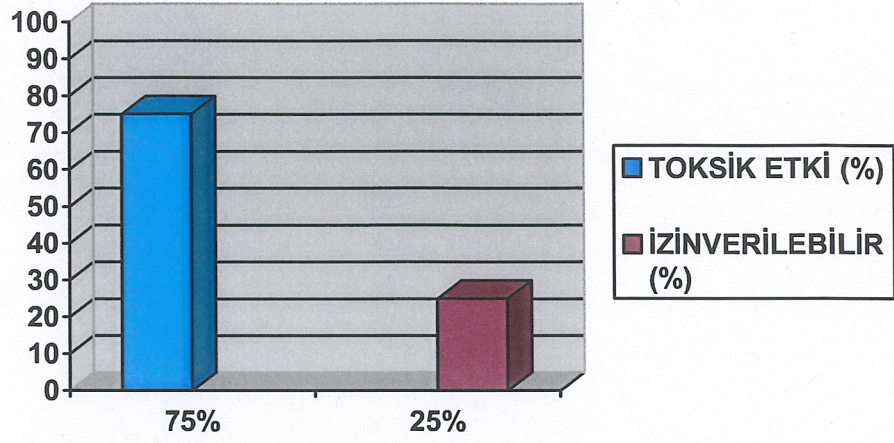
#### 4.1.7. Demir (Fe)

Bitki örneklerinin su kaynaklarına göre minimum ve maximum Fe değerleri; Meriç + Ergene Nehri'nde 159,6 mg kg<sup>-1</sup> – 242,4 mg kg<sup>-1</sup>; Meriç Nehri'nde 225,5 mg kg<sup>-1</sup> –362,0 mg kg<sup>-1</sup>; Sondaj suyunda 165,8 mg kg<sup>-1</sup> – 209,6 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Şekil 4.13'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Şekil 4.13 incelendiğinde en yüksek Fe değerlerinin Meriç Nehri ile sulanan bitki örneklerinde olduğu görülmektedir. Bitkilerin Fe içerikleri Çizelge 4.' a göre değerlendirildiğinde araştırma alanında yer alan çeltik bitkisinde Fe toksisitesinin % 75 olduğu görülmektedir (Şekil 4.14).



Şekil: 4.13. Bitki örneklerinin Fe içeriklerinin su kaynaklarına göre değişimi, (mg kg<sup>-1</sup>).





Şekil: 4.14. Çeltik bitkisinde Fe toksisitesi, (%).

Çizelge: 4.10. Çeltik bitkisinde Fe elementi için sınır değerleri, (Kabata –Pendias and Pendias, 2000).

Fe, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değerlendirme
< 75	Az
>150	Toksik



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Buğday, ayçiçeği, mısır, kavun ve karpuz yetiştiriciliğın yapıldığı İpsala yöresinde 200000 dekarlık bir alan ve 900 kg da<sup>-1</sup> verim ortalamasıyla ilk sırada çeltik almaktadır. Çeltik bitkisinin yöre tarımı için ekonomik değeri çok büyüktür.

İpsala yöresinde; farklı su kaynaklarıyla yetiştirilen çeltik bitkilerinden alınan örneklerde yapılan kimyasal analizler sonucunda; ağır metallerin çeltik bitkisindeki izin verilebilir değerler içerisinde değerlendirildiğinde bazı ağır metallerin toksik düzeylerde olduğu belirlenmiştir.

Kadmiyum (Cd) elementi 0,2 mg kg<sup>-1</sup>'in üstündeki değerlerde çeltik bitkisi için toksisite belirlenmiş olup; yapılan bitki analizlerinde yöredeki Cd toksisitesinin % 64'lük bir değerde olduğu belirlenmiştir. Kadmiyum toksistesinin büyük bir bölümü Meriç + Ergene Nehri ile sulanan bitkilerde saptanmıştır. Toksisitenin en az olduğu su kaynağı ise sondaj sulama suyu ile sulanan bitkiler olarak belirlenmiştir.

Kobalt (Co) elementinin çeltik bitkisi için toksik etki düzeyinin 1,0 mg kg<sup>-1</sup>'in üzerindeki değerlerde olduğu bilinmektedir. Yapılan bitki analizlerinde Co toksisitesinin % 44 gibi bir değerde olduğu tespit edilmiştir. Kobalt toksistesinin de beklenildiği gibi Meriç + Ergene Nehri ile sulanan bitkilerde daha yoğun olduğu görülmüştür.

Krom (Cr) elementinin çeltik bitkisindeki toksik etki düzeyi 0,5 mg kg<sup>-1</sup>'in üzerinde değerlerde söz konusudur. Araştırma alanından alınan bitki örneklerinin tamamında vebitki % 100'lük bir oranda Cr toksisitesinin olduğu ortaya çıkmıştır. Yöredeki su kaynakları arasında Cr toksisitesi bakımından herhangi bir fark bulunamamıştır. Bu durum yöredeki toprak ve su kirliliğinin yer altı sularını da etkilediğini göstermektedir.

Nikel (Ni) elementinin 5,0 mg kg<sup>-1</sup>'in üzerindeki değerlerde çeltik bitkisi için toksik etki yaptığı bilinmektedir. Yapılan çeltik bitkisi örneklerinin analiz sonuçlarına göre % 36'luk bir ortalama ile Ni toksisitesinin olduğu saptanmıştır. Kadmiyum ve Co toksisitsinde olduğu



gibi bitkinin en yüksek Ni içerikleri Meriç + Ergene Nehri ile sulanan bitki örneklerinde saptanmıştır.

Kurşun (Pb) elementi  $10,0 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in, üzerinde değerlerde çeltik bitkisinde toksik etki yapmaktadır. Araştırma alanından alınan çeltik bitki örneklerinde diğer ağır metallerin aksine herhangi bir Pb kirliliğine rastlanılamamıştır. Ancak yörede daha önce yapılan araştırmalarda çeltik bitkisinin köklerinde Pb toksisitesi saptanmıştır. Bu sonuç Pb'nin köklerden toprak üstü aksamlara hızlı bir biçimde taşınmadığını düşündürmektedir.

Bakır (Cu) elementinin çeltikteki toksisite sınır değeri  $25,0 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in ve üzerindeki değerlerde olduğu bilinmektedir. Araştırma alanından alınan çeltik bitkisindeki kimyasal analizlerinde Cu toksisitesinin % 8 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Diğer bazı ağır metal değerlerinde olduğu gibi en yüksek toksisite değerleri Meriç + Ergene Nehri'nin suyu ile sulanan bitki örneklerinde saptanmıştır.

Demir (Fe) elementinin çeltik bitkisi için toksisite sınır değeri  $200,0 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir. Bitki örneklerinin Fe kapsamı bu kritik değer ile karşılaştırıldığında araştırma alanındaki Fe toksisitesinin % 75 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Demir toksisitesi bakımından sulama suyu kaynakları arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Çeltik bitkisindeki ağır metal kirliliği ve toksisitesi değerleri genel olarak Meriç + Ergene Nehri suyu ile sulanan tarım arazilerinde daha yüksek düzeydedir. Sadece Meriç Nehri suyu ile sulanan arazilerde orta düzeyde ve sondaj suyu ile sulanan arazilerde düşük seviyede olduğu saptanmıştır. Bu sonuç sulama suyu kaynaklarının kirlilik düzeylerini de ortaya koyması bakımından önemli ve anlamlıdır.

İpsala yöresinde çeltik sulamasında kullanılan Meriç + Ergene Nehri suyundaki bazı ağır metal içeriklerinin yüksek düzeylerde olmasının nedeni, söz konusu bu su kaynağına başta Saray, Çerkezköy, Çorlu, Muratlı ve Lüleburgaz ilçeleri ve çevrelerindeki sanayi ve endüstri tesislerinin her türlü kimyasal atıklarını kontrolsüz bir biçimde nehre boşaltmasıdır. Ayrıca söz konusu bu sanayi tesislerinin Ergene Nehri'ni bir çeşit atıksu uzaklaştırma ve tahliye kanalı olarak düşünmeleri ve bunun bir sonucu olarak bölgeyi boydan boya kat eden



Ergene Nehri'nde her geçen gün kirlilik sorununun artmasına neden olmaktadır. Ayrıca çeltik tarımındaki aşırı ve bilinçsiz kimyasal gübre kullanılması ve kötü kaliteli su kullanımı ile bu alanlarda bitki hastalıklarına karşı bitkinin direnci azaltmakta, ürünün kalitesi bozulmakta ve sonuçta bölgedeki çevresel sorunlar artarak devam etmektedir.

İpsala yöresinde ekonomik olarak büyük önemi olan çeltik tarımının sürdürülebilirliği ve yapılmasında bu araştırma sonuçlarına göre özellikle Ergene Nehri'nin mevcut durumu itibarıyla sulama amaçlı kullanılması mümkün görülmemektedir. Nehir sulama amaçlı kullanılmadan önce acil olarak ıslah edilmelidir.

Diğer taraftan İpsala yöresinde çeltik tarımının niteliğinin artırılması için su kirliliğine sebep olan sanayi kuruluşlarının atıkları ile kentsel atıkların kirliliğe yol açmayacak şekilde uzaklaştırılması için gerekli arıtma tesislerinin kurulması, mutlak arıtma ünitelerinin faaliyete geçirilmesi ve bunların denetlenerek çalışabilirliği sağlanmalıdır.

Uzun yıllar çeltik tarımı yapılan bölgede yetiştirilen diğer tarımsal ürünlerle münavebe yapılması, sürdürülebilir toprak verimliliği, ürün kalitesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi açısından alternatif tarım sistemi olarak dikkate alınmalıdır.



## 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 No: TUBAP- 456, Edirne.

Ağca, N.; (1998). Atıksuların Toprak Ekosistemine Etkileri, Kayseri 1. Atıksu Eğitim Sempozyumu Bildiri Kitabı, s: 5-8, Kayseri.

Alloway, BJ.; (1995). Cadmium In BJ Alloway (Ed.). Heavy Metals in Soils. Blackie, London.

Anonim, 2008, Edirne Tarım İl Müdürlüğü Çalışma Raporu.

Anonim, 2010a, İpsala İlçe Tarım Müdürlüğü istatistikleri.

Anonim, 2010b, Uzunköprü İlçe Tarım Müdürlüğü istatistikleri.

Anonim, 2010c, Meriç İlçe Tarım Müdürlüğü istatistikleri.

Asri, FÖ., ve Sönmez, S., 2006, Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi, Cilt 23 (2): 36- 45.

Bergmann, V., 1993, "Emahrungsstörungen bei Kulturpflanzen", Dritte, Erweiterte Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena, Stutugart.

Bowen, HJM., 1966, Trace Element in Biochemistry, Academic Press, London.

Brohi, AR., Aydeniz, A., Karaman, MR., ve Erşahin, S., 1994, Bitki Besleme, GOP Üniv., Ziraat Fak. Yayınları, Tokat.

Carrigan, RA., and Erwin, TC., 1951, Cobalt Determination in Soils by Spectrographic Analysis Following Chemical Preconcentration. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 15: 145- 149.

Chapman, HD., 1971, Proc. Intern. Symp. Soil Fert. Evaln. New Delhi 1: 927-947.

Clarkson, TW., 1992, Principles of Risk Assesment, Adv. Dent. Res., Vol. 6: 22-27.



Çalışkan, S., 2007, Çorlu ve Civarında Yetişen Bitkilerde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bil. Enst., Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çorlu.

Dağdeviren, Ş.; 2007, Çorlu ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi ve Sonuçların Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.

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 Üniv. Bilimsel Araştırma Projesi (TÜBAP- 715), Edirne.

DSİ, 2003, Meriç deltası sulak alanının iyileştirilmesi (rehabilitasyonu) üzerinde araştırmalar, Edirne.

Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D., ve Zengin, M., 2004, Heavy metal contents od pinus radiata trees of İzmit (Turkey). Asian J. of Chemistry, Vol: 16 (2): 1129-1134.

Gerendas JJ, C. Polacco C, Freyermuth SK and Sattelmacher B (1999). Significance of nickel for plant growth and metabolism. J. Plant Nutr. Soil sci. 162: 241-256.

Gidirişlioğlu, A., ve Çakır, 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 Çukur, A., 1984, Hazar Gölü'nde Ağır Metal Kirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araş. Merk. Sempozyumu, 11- 15 Haziran, Erzurum.

Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu. Ö., ve Çobanoğlu, D., 2004, Ağır metal iyonlarının (Cu, Pb, Hg, Cd) *Clivia sp.* bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. F. Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi, 16 (2): 177-182.



Haktanır, K., ve Arcak, S., 1998, Çevre Kirliliği, Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları, Ankara.

Hasselbach, G., 1992, Ergebnisse Zum Schwermetalltransfer Boden/Pflanze aufgrund von Gefabversuchen und Chemischen Extraktionverfahren mit Boden aus Langjahrigen.

Işık, N., Konca, R., ve Gümüş, Y., 1996, Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Bursa.

Jones, JR., Wolf, B., and Mills, HA., 1991, Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. USA.

Kabata – Pendias, A., Pendias, H., 2000, Trace Elements in Soils and Plants, 3<sup>rd</sup> Edition CRC Pres, Boca Raton, Ann Arbor, London.

Kacar, B., ve İnal, A., 2008, Bitki Analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, Ankara.

Kacar, B., ve Katkat, AV., 2007, Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayınları No: 1119.

Lindsay, WL, and Norvell, WA, 1978, Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganase and copper. Soil Sci. Soc.Am.J. 42:421- 428.

McLaughlin, MJ., Parker, DR., and Charke, JM., 1999. Metals and Micronutrients -Food Safety Issues, Field Crops Research, Vol: 60: 143-163.

Mengel, K., and Kirkby, EA., 2001, Principles of Plant Nutrition, 5<sup>th</sup> ed. IPI, P.O. Box, CH- 3048 Worblaufen- Bern/ Switzerland.

Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., ve Kaptan, H., 1993, Toprak Bilimi (Çeviri), Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın. No: 73. Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana.

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 İlmi 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. J. of Environmental Protection and Ecology, 6 (3): 550- 562, Thessaloniki, Greece.

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

Topbaş MT, Brohi AR ve Karaman MR (1998). Çevre Kirliliği. Çevre Bakanlığı Yay. Ank.

Uzunoğlu, O; (1999). Gediz Nehri'nden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Celal Bayar Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, 73 s, Manisa.

Veselov D, Kudoyarova G, Symonyan M and Veselov S (2003). Effect of Cadmium on ion uptake, traspiration and cytokinin content in wheat seedlings. Bulgarian J. Plant Physiology, Special Issue, 353-359.

Viarengo, A; (1985). Biochemical Effects of Trace Metals. Marine Pollution Bulletin. Vol: 16 (4): 153-158.

Zheljazkov VD and Nielsen NE (1996). Effect of Heavy Metals on Peppermint and Cornmint. Plant and Soil, Vol: 178: 59-66.



## 7. ÖZGEÇMİŞ

25 Nisan 1985 tarihinde Edirne ili İpsala ilçesi Balabancık Köyünde doğdum. İlk eğitimim köy okulunda tamamladıktan sonra, orta ve lise eğitimimi Çanakkale’de tamamladım.

2004 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünü kazanarak lisans eğitimimi 2008 yılı temmuz döneminde tamamladım.

2008 yılında Namık Kemal Üniversitesi’nde yüksek lisans programına başvurduğum ve kabul edildim. 2011 yılı güz dönemi itibariyle yüksek lisansımı tamamladım.