

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MISIR YAĞINDA ARSENİK VE SELENYUM İÇERİĞİNİN
FARKLI SULAMA DÜZEYLERİNE BAĞLI DEĞİŞİMİ**

Sermet KOÇ

**Danışman
Prof. Dr. Ahmet Ali İŞILDAR**

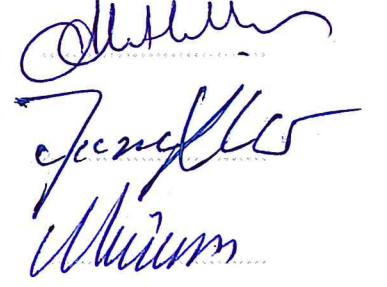
**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2014**

© 2014 [Sermet KOÇ]

TEZ ONAYI

Sermet KOÇ tarafından hazırlanan "Mısır Yağında Arsenik ve Selenyum İçeriğinin Farklı Sulama Düzeylerine Bağlı Değişimi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	Prof. Dr. Ahmet Ali İŞILDAR Süleyman Demirel Üniversitesi
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Yusuf UÇAR Süleyman Demirel Üniversitesi
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Metin MÜJDECİ Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Sermet KOÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Deneme toprağı.....	11
3.1.2. Deneme bitkisi	11
3.1.3. Arsenik ve selenyum kimyasalları.....	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi	11
3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemleri	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	16
4.1. Verim.....	16
4.2. Ham Yağ İçeriğı	17
4.3. Yağ Arsenik ve Selenyum İçeriğı	18
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	22
KAYNAKLAR	23
ÖZGEÇMİŞ	27

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MISIR YAĞINDA ARSENİK VE SELENYUM İÇERİĞİNİN FARKLI SULAMA DÜZEYLERİNE BAĞLI DEĞİŞİMİ

Sermet KOÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Ali İŞILDAR

Bu çalışmada, mısır tane ham yağlarındaki arsenik ve selenyum miktarlarının, farklı sulama düzeyleri için nasıl bir değişim gösterdiği incelenmiştir. Ham yağlar, Isparta-Kuleönü Serenler serisinden alınmış, sodyum selenit (Na_2SeO_3) ve sodyum arsenat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) uygulanmış bir toprakta yetiştirilen Mısır (*Zea Mays*, Bora) bitkilerinden elde edilmiştir. Sulama uygulamaları, yarıyıllı nemin yaklaşık % 50 ± 10 tüketildiğinde; S_1 , toprak nem açığının tarla kapasitesi düzeyine değin tamamen giderilmesi, S_2 : % 90 S_1 , S_3 : % 80 S_1 ve S_4 : % 70 S_1 olarak gerçekleştirilmiştir. Mısır tane verimleri 49.40-110.15 gr bitki⁻¹ aralığında değişmiş, en yüksek verim S_2 uygulaması ve en düşük verim ise S_4 uygulaması için elde edilmiştir. İstatiksel olarak S_1 ve S_2 uygulamaları, S_3 ve S_4 uygulamaları arasında farklılık bulunmamış ancak S_1 ve S_2 uygulamaları ile S_3 ve S_4 uygulaması arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Farklı sulama düzeyleri için mısır taneleri ham yağ içerikleri % 3.13-3.29 aralığında bulunmuş ve farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Ham yağ As ve Se içerikleri için de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Keza sulama düzeyleri genelinde, As konsantrasyonunun 0.95- 1.13 mg kg⁻¹ ve Se konsantrasyonunun ise 0.95 – 1.00 mg kg⁻¹ aralıklarında değişmesi söz konusudur. Özellikle ham yağ ve As ve Se içerikleri arasında oluşabilecek farklılıkları bu çalışma koşullarında ve yer verilen su kısıtı düzeylerinde belirlemenin mümkün olmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle benzer çalışmaların sürdürülmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Arsenik, Selenyum, Su kısıtı.

2014, 27 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE CHANGES OF ARSENIC AND SELENIUM CONTENTS IN CORN CRUDE OILS BY DIFFERENT IRRIGATION LEVELS

Sermet KOÇ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Ali IŞILDAR

In this study, the changes in the amount of arsenic and selenium in crude oils of corn grains according to different irrigation levels were examined. The crude oils obtained from corn plants grown in the soil that were taken of Isparta-Kuleönü Stiles series and applied sodium selenite (Na_2SeO_3) and sodium arsenate heptahydrate ($\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Irrigation applications were as follows: S_1 : % 100 (to increase the level of the field capacity moisture content of the soil) and S_2 : % 90 S_1 , S_3 : % 80 S_1 , S_4 : % 70 S_1 when about % 50 ± 10 of available moisture was consumed.

Corn grain yields ranged between 49.90 and 110.15 g plant⁻¹. The highest and the lowest yields were obtained from S_2 and S_4 , respectively. While there were no differences between S_1 and S_2 , and between S_3 and S_4 ; treatments S_1 and S_2 were statistically different from S_3 and S_4 . Crude oil contents were in the range of 3.13 to 3.29, however these differences were not statistically significant. Similar results were obtained for the content of As and Se.

Likewise at different irrigation levels, the concentration of As and Se ranged from 0.95 to 1.13 mg kg⁻¹ and 0.95 to 1.00 mg kg⁻¹, respectively. It was observed that determining possible differences for As and Se contents in crude oils were not possible at these irrigation levels and study conditions. Therefore, further studies are needed.

Keywords: Corn, Arsenic, Selenium, Water scarcity.

2014, 27 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusu için beni yönlendiren, karşıma çıkan her türlü zorluk ve engelin üstesinden gelmemi sağlayan, engin tecrübe ve bilgisini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet Ali İŞILDAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Metin MÜJDECİ, Dr. Hüseyin ŞENOL, Araş. Gör. Pelin ALABOZ, Araş. Gör. Talip ÇAKMAKCI, Ziraat Mühendisi Yahya SEÇKİN, Ziraat Mühendisi Gizem AKSOY, Ziraat Mühendisi Melahat ÖZKUL, Ziraat Mühendisi Gizem UÇAR, Ziraat Mühendisi Rabia ERSAN' a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Varlığıyla bana her zaman destek veren eşim Evren KOÇ'a, tez çalışmalarım sırasında aramıza katılan oğlum Emre Kağan KOÇ'a, ailem ve tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Sermet KOÇ
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Mısır gelişme dönemi ve hasadından kesitler	13
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan öğütme değirmeni	13
Şekil 3.3. Öğütülmüş mısır taneleri ve yağ çıkarma işlemi	14
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan mikrodalga yakma cihazı	15
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan ICP-OES cihazı	15

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan sulama düzeyleri	12
Çizelge 3.2. Mikrodalga yağ yağ yakma programı	14
Çizelge 3.3. Yağ As ve Se dedeksiyon limitleri.....	14
Çizelge 4.1. Farklı düzeylerde sulama uygulamalarının mısır verimi üzerine etkisi	17
Çizelge 4.2. Mısır ham yağ oranı	17
Çizelge 4.3. Mısır ham yağ arsenik ve selenyum içeriği	18

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

As	Arsenik
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cl	Klor
cm	Santimetre
Co	Kobalt
Cr	Krom
CSP	Cathodic Stripping Potentiometry
Cu	Bakır
da	Dekar
dPSA	Derivative potentiometric stripping analysis
EC	Elektriksel İletkenlik
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
EPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
Fe	Demir
g	Gram
GFAAS	Grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrofotometre
ha	Hektar
Hg	Civa
IARC	Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (Endüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi)
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
Mg	Magnezyum
mg	Mili gram
ml	Mili litre
mmhos	Mili mos
mmol	Mili mol
Mn	Mangan
N	Azot
ng	Nano gram
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun
ppm	Parts per million (Milyonda bir kısım)
S ₁	Tarla kapasitesi düzeyine göre nem açığının tamamı uygulanması
S ₂	Tarla kapasitesi düzeyine göre nem açığının % 90'ının (S ₂ : 0.90 S ₁) uygulanması
S ₃	Tarla kapasitesi düzeyine göre nem açığının % 80'inin (S ₃ : 0.80 S ₁) uygulanması
S ₄	Tarla kapasitesi düzeyine göre nem açığının % 70'inin (S ₄ : 0.70 S ₁) uygulanması
Se	Selenyum
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
vd.	Ve diğerleri
Zn	Çinko

μmol	Mikro mol
μg	Mikro gram

1. GİRİŞ

Topraklarda kirletici elementlerin giderilmesine yönelik fitoekstraksiyon yöntemi uygulamalarını içeren çalışmalarda, elemente özel bazı bitkiler yanında mısır bitkisinin de zengin vejetatif aksamı nedeniyle geniş yer tuttuğu gözlenmektedir. Konuyla ilgili söz konusu bitkisinin seçiminde diğer önemli bir etken de, gerek insan ve gerekse hayvan tüketiminde önemli bir paya sahip olmasıdır. Keza Türkiye'de de mısır yetiştiriciliği, yem bitkisi ve tane üretimi amaçlı olarak oldukça geniş bir alanda (6226094 da alanda 4600000 ton tane ve toplam 3540882 da alanda ise 302014 ton hasıl ve 14956457 ton silajlık) sürdürülmektedir (TÜİK, 2012).

Topraklarda doğal ya da antropojenik yollarla ortaya çıkan ağır metaller üzerinde daha yoğun bir şekilde çalışılırken, sıklıkla metal olarak belirtilen ancak bir metaloid olan arsenik ve ametal olan selenyumla ilgili çalışmalar daha sınırlı düzeyde sürdürülmektedir. Günlük tolere edilebilir alım seviyesi <400 µg olarak bilinen selenyumun söz konusu dozun aşılması durumlarında sağlık açısından deri ve tırnak rahatsızlıkları ile diğer bazı rahatsızlıklara neden olduğu belirtilmektedir (Kabata ve Mukherjee, 2007). Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) kuruluşlarınca kanser yapıcı olarak bildirilen inorganik arseniğin ise; havadan solunum, içme suyu ve bir kısım besin kaynakları (deniz mahsulleri, kümes hayvanları, mantar ve pirinç) aracılığı ile günlük olarak alınan miktarının 3.5 mg olduğu bildirilmekte ve oral yolla uzun süreli inorganik arseniğe maruz kalmanın deride değişim ve kanser gelişimi ve ayrıca bazı organlarda (karaciğer, mesane ve akciğer) kanser riskini artırdığı ifade edilmektedir (Anonymous, 2007a). Arsenik için İngiltere içme suyu standardı kapsamında oral indeks doz 0.3 µg kg⁻¹ vücut ağırlığı⁻¹ gün⁻¹ olarak belirtilmiştir (Anonymous, 2007b). Dolayısıyla her iki elemente özgü farklı ve kapsamlı çalışmalardan elde edilecek bulguların önem arz edeceği ortadadır.

Arsenik miktarının bakir topraklarda 0.1-40 mg kg⁻¹ değiştiği, ortalama 5-6 mg kg⁻¹ düzeyinde bulunduğu belirtilmekte ve ayrıca bölgesel olarak önemli ölçüde farklılaşabildiği bildirilmektedir. Diğer taraftan dünya genelindeki toprakların selenyum içeriği için ortalama 0.33 mg kg⁻¹lık bir değer verilmekte ve geniş bir aralıkta değiştiği 0.005-3.5 mg kg⁻¹ ifade edilmektedir. İnsan ve hayvanlarda eser

miktarlarda gerekli görülen selenyumun bitkiler için mutlak gerekli olmadığı, ancak arsenikte olduğu gibi düşük düzeylerinin bitki gelişimini teşvik ettiği bilinmektedir. Bazı toprak özelliklerine bağlı olarak söz konusu elementlerin bulunuş formları, elverişlilikleri ve dolayısıyla bitki gelişimi üzerine etkinlikleri farklılaşabilmektedir. Toprakta arsenik yarayırlılığını etkileyen önemli özellikler arasında tekstür, organik madde içeriği, demir ve alüminyum oksitler, toprak reaksiyonu ve P içeriği sayılırken su etkisindeki topraklarda bulunan arsenit (AsIII) formunun bitkiler için toksik olduğu bildirilmektedir. Yine toprakta selenyum bulunuş formlarını ve davranışlarını toprak reaksiyonu ve oksidasyon potansiyeli başta olmak üzere kil, hidroksitler ve organik madde gibi diğer unsurlar etkilemektedir. Islak topraklarda selenyür formu çoğunlukta olan selenyumun inorganik formlarının bitkiler için yarayırlılıkları selenatlar> selenit> selenyür şeklinde sıralanmaktadır. Bitki yaprak selenyum içeriklerinin genellikle 25-100 µg kg⁻¹ aralığında değiştiği, selenyum için akümülatör özelliğine sahip bazı bitkilerde ise 1000 mg kg⁻¹ üzerine çıkabildiği belirtilmektedir. Bitki As içeriği değerlendirmeleri için ise kaynaklarda bazı farklılaşmalar gözlenmektedir. Keza bitki As içeriğinin normal koşullarda <0.01-5 ppm aralığında bulunduğu ancak türlere ve çevre koşullarına göre değişebildiği ya da kültür bitkilerinde As içeriğinin çoğunlukla 0.1-10 µg g⁻¹ aralığında olduğuna ilişkin açıklamalara yer verilmektedir (Anonymous, 1977; Anonymous, 2007a; Anonymous, 2007b; Kabata ve Mukherjee, 2007; Kacar, 2009).

Bitkilerce besin elementlerinin alımı üzerine toprak su içeriğinin etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalar çoğunlukla su stresi oluşturma temellidir ve genellikle çok düşük düzeylerde yararlı ve ötesinde toksik olabilecek elementleri kapsamamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada; farklı sulama düzeylerinin mısır tane ham yağlarındaki arsenik ve selenyum içerikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitki gelişimiyle ilgili pek çok element üzerinde sürdürülen çalışmalar giderek daha özel bir hal almaktadır. Geçmişte gerekli ve gerekli olmadığı ya da düşük düzeylerde bulunmasının yararlı olduğu bildirilen kimi elementlerin bugün bitki, insan ve hayvanlardaki toksik etkileri, üzerinde daha çok durulan konular haline gelmiştir. Bu kapsamda ağır metal elementleri ve yarı-metal arsenik ve metal olmayan selenyum önemli yer tutmaktadır.

Amin ve Sherif (2001), tarafından toprağa farklı düzeylerde (0, 10, 20, 30, 40 ton/fed.) kompostlanmış kanalizasyon atığı uygulamanın mısır tane Pb, Cd, Ni ve Cr içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Mineral gübre uygulanmış ve gübresiz kontrol uygulamaları için tane Pb içerikleri 3.75 ve 4.01, Ni 8.21 ve 9.62, Cd 0.05 ve 0.00 ve Cr 1.45 ve 1.32 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Artan biyogübre uygulamalarında, Cd dışındaki diğer elementler için en düşük dozda (10 ton/fed.) önemli bir artış ve sonraki iki dozda azalış ve son dozda (40 ton/fed.) yine önemli bir artış gerçekleştiği bildirilmiştir.

Grieve vd. (2001), Lesquerella fendleri (Gray) bitkisinde gelişme ve Se birikimi üzerine farklı tuz bileşimine sahip sulama sularının (EC 1.7, 4, 8 ve 13 dS m⁻¹, ve hakim anyonlar Cl⁻ ve Cl⁻+SO₄⁻²) etkilerini inceledikleri bir çalışmada; yaprak Se konsantrasyonlarının Cl temelli sulama sularından istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilenmediği ancak karışık tuz içeren sulama sularının kullanıldığı durumda ise 218 mg kg⁻¹'den 13 mg kg⁻¹'a düşmesine neden olduğu ve bunun SO₄⁻² ve SeO₄⁻² rekabetiyle ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Demirezen ve Aksoy (2005), tarafından Kayseri bölgesi bal örnekleri üzerinde yapılan bir araştırmada; Cd, Pb, Ni, Zn ve Cu konsantrasyonları sırasıyla 0.11-0.18, 0.1-0.85, 0.2-0.8, 2.2-11 ve 0.15-0.66 ppm aralıklarında belirlenmiştir. Çinko ve Cd değerlerinin Przybylowski ve Wilenzyńska, (2001) tarafından bildirilen değerlere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Siltli tın ve kumlu tın tekstürlü iki farklı toprağa sırasıyla 110, 180, 225 ve 255 mg As kg⁻¹ ve 25 ve 60 mg As kg⁻¹ (Na₂HAsO₄.7H₂O) uygulanarak çözünebilir As konsantrasyonlarının sırasıyla 1.1, 2.8, 4.7 ve 7.1 ve 4.2 ve 6.9 mg kg⁻¹ olmasının sağlandığı ve ayçiçeği, mısır, ingiliz çimi ve kolza bitkilerini içeren bir çalışmada; mısır tohumları için As içeriğinin kumlu toprakta 0.1- 0.2 mg kg⁻¹ olarak belirlendiği bildirilmiştir (Gulz, 2002).

Hajiboland ve Boniadi (2005), tarafından Cu'nun mısır, ayçiçeği ve çeltik bitkilerinin gelişimi, kök ve sürgünlerde birikiminin hidrofonic ortamda incelendiği bir çalışmada 0, 25, 50, 75 ve 100 µmol Cu(SO₄) dozlarına yer verilmiştir. Uygulama düzeylerine paralel olarak sürgün Cu içerikleri artmış ve mısır için 8-154, ayçiçeği için 5-233 ve çeltik için 45-695 mg kg⁻¹ aralığında bulunmuştur. Bitkiler arasında çeltiğin en yüksek Cu alım ve taşınım oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Hardal, buğday, mısır ve pirinç bitkilerinde, farklı düzeylerde sodyum selenit (0, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 10, 15, 20, 25 µg Se g⁻¹) uygulamalarının kritik Se düzeyleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; saksı kuru madde verimlerinin, hardal, mısır ve buğday için 4-5 µg g⁻¹ ve pirinç için ise 10 µg g⁻¹ Se uygulamalarına değin büyük ölçüde değişmediği ancak söz konusu değerlerin üzerine çıkılmasıyla hardalda 0.4 g, mısırdaki 1.2 g, buğdayda 0.6 g ve pirinçte 3.9 g'a kadar düştüğü gözlenmiştir. Bitki toprak üstü kısımlarının Se içerikleri; uygulama düzeylerine paralel artarak hardal için 0.55-136.86 µg g⁻¹, mısır için 1.90-161.21 µg g⁻¹, buğday için 0.38-52.89 µg g⁻¹ ve pirinç için 1.28-57.97 µg g⁻¹ aralığında değişmiştir (Rani vd., 2005).

Angle vd. (2003), tarafından Ni hiperakümülatörleri *Alyssum murale* ve *Berkheya coddii* ve Zn hiperakümülatörleri *Thlaspi caerulescens* türleri (AB 300 ve AB336)'nin toprakların su tutma kapasitelerinin % 30, 40, 60, 80 ve 100 düzeylerindeki nem içerikleri itibariyle etkinliklerinin incelendiği bir çalışmada; yaprak Zn içeriğinin AB 300 ve AB336 için % 60 nem düzeyinde en yüksek bulunduğu gözlenmiş ve *Alyssum murale*'de su kısıtının azalmasıyla Ni içeriğinin arttığı önemli farklılığın % 60 düzeyindeki su uygulamasında gerçekleştiği ve daha ileri artışların neden olduğu farklılıkların önemli bulunmadığı gözlenmiştir. Yüksek

nem içeriği koşullarında söz konusu bitkilerin iyi bir gelişme göstereceği ve metal biriktirme etkinliklerinin devam edeceği değerlendirilmesine yer verilmiştir.

Singh ve Singh (2004), tarafından -0.03 Mpa için % 10.7 ve -1.5 Mpa için % 3.2 nem içeriğine sahip tınlı kum bir toprakta; farklı sulama seviyelerinin -0.05-0.10 Mpa ($W_1= 20$ mm) -0.10-0.5 Mpa ($W_2=14$ mm), -0.50-1.00 Mpa ($W_3= 10$ mm), -1.00-1.50 Mpa ($W_4= 8$ mm) ve kontrol (W_5), Dalbergia sissoo fidanlarının kök, gövde ve yaprak element içerikleri üzerine etkilerine yer verilen bir çalışmada; su stresinin artmasıyla yaprak Ca ve Mn ile gövde Fe içeriklerinin düzenli bir artış ve gövde P ve Ca içeriklerinin ise düzenli bir azalış gösterdiği gözlenmiştir.

Rui vd. (2005), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada; su stresinin artmasıyla mısır bitkisi kuru ağırlığında ve yaprak Cu içeriğinde azalma ortaya çıktığı ve bitkinin farklı aksamalarında Ca, Mg, Mn içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Benzer bulguların Bin vd., (2005) tarafından da belirlendiği ve 1 yaşındaki Japon eriği fidanlarına tarla kapasitesi'nin % 20, 40, 60 ve 80'i düzeylerinde su uygulanmasını kapsayan bir çalışmada; kök Cu konsantrasyonu denemenin başında artmış daha sonra toprak su içeriğinin azalmasıyla (% 40 ve % 20) azalmıştır. Ancak saptaki Cu ve kök ve yaprakta Mg, Mn ve Zn toprak su içeriğinin azalmasıyla artmış, fakat yaprak Cu konsantrasyonu azalmıştır.

Azizian vd. (2011), tarafından farklı sulama suyu Cd içerikleri (0, 10, 20 ve 40 mg L⁻¹) ve sulama aralıklarının (1, 2 ve 4 gün) marulda verim ve kimyasal bileşim (K, P, Fe, Cu, Mn, Zn ve Cd) üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; K içeriği üzerine sulama aralığı ve Cd'un önemli bir etkisi bulunamamış, diğer elementler için sulama aralığının artmasıyla konsantrasyonların azaldığı belirlenmiştir. Bir gün sulama aralıklı Cd uygulanmış bitkiler için elde edilen P konsantrasyonu değerlerinin önemli ölçüde daha düşük olduğu ve Cd alımının günlük sulamalar altında diğer uygulamalardan daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Azizian vd. (2013), tarafından farklı sulama suyu Cd içerikleri (0, 5, 10 ve 20 mg L⁻¹) ve sulama aralıklarının (1, 3 ve 7 gün) mısır bitkisi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; 7 gün sulama aralıklı su stresi koşullarında sap ve yaprakta P ve Zn'un

önemli düzeyde daha yüksek ve 1 günlük sulama aralığı için sap ve yaprakta daha düşük Mn konsantrasyonları belirlenmiştir.

Wei ve Chen (2006), Çin-Hunan eyaleti arsenik maden ocağı bölgesi civarındaki topraklarda yetişen kuzgun otu (*Pteris vittata*) ve eğrelti otu (*Pteris cretica*) bitkilerinin arsenik alımı ve biriktirme potansiyelini incelemiştir. Söz konusu bitkiler için As konsantrasyonlarının sırasıyla 3-704 mg kg⁻¹ ve 149-694 mg kg⁻¹, biyoakümülyasyon faktörlerinin 0.06-7.43 ve 1.34-6.62 ve translokasyon faktörlerinin 0.17-3.98 ve 1.0-2.61 aralıklarında değiştiğini belirlemiştir.

Orta ve yüksek düzeylerde ağır metal içeren 4 farklı toprakta (Helwan, Tounsey, Max ve bir çiftlik toprağı) mısır (*Zea mays*), ayçiçeğı (*Helianthus annuus*), ak darı (*Sorghum bicolor*), domuz ayrığı (*Cynodon dactylon*) ve *Conyza discoridies* bitkilerinin yetiştirilmesini kapsayan bir çalışmada; bitki sürgünlerindeki en yüksek Pb konsantrasyonları (184 ve 172 mg kg⁻¹) Tounsey toprağında yetiştirilen ak darı ve *C.discoridies* bitkilerinde belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu bitkilerin kök ve sürgünlerindeki Zn konsantrasyonları ile *C.discoridies* bitkisinin Cu konsantrasyonunun, diğer bitkilerden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Abou-Shanab vd., 2007).

Nijerya-Asaba ve Ozoro lokasyonlarında toprağın 0, 5.2, 10.4, 20.8, 41.6 ml düzeylerinde ham petrol yağı ile kirletilmesi sonrası; mısır tohumlarının ağır metal içerikleri, kontrole göre uygulama düzeyine paralel artmış ve en yüksek uygulama düzeyinde sırasıyla Zn 9.28-8.27, Cu 8.39-8.36, Pb 6.01-5.45 Cr 12.08- 12.61, Ni 6.14-5.41 ve Cd 7.21-7.22 mg kg⁻¹ daha yüksek bulunmuştur (Agbogidi vd., 2007).

January vd. (2008), Cd, Cr ve Ni (her biri 30 mg L⁻¹) elementlerinin alımı üzerine EDTA'nın (0.265 mg L⁻¹) etkisini, söz konusu elementlerin alımı ve taşınımı üzerine As (30 mg L⁻¹) elementinin etkisini ve Cd, Cr, Ni ve As elementleri ile Cd, Cr, Ni, As ve Fe (30 mg L⁻¹) elementlerinin birleşik etkilerini hidrofonic ortamda incelemiştir. Sundance ayçiçeğı çeşidinde EDTA kullanılmadığı durumdaki element alım sırasının Cr> Cd> Ni, Cr> Cd> Ni> As ve Fe>> As> Cd> Ni> Cr ve EDTA kullanıldığı durumda ise Cr> Cd> Ni ve Fe>> As> Cd> Cr> Ni şeklinde

gerçekleştirdiğini belirtmişler ve As alım ve translokasyonunun diğer elementlerden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Nejat vd. (2009), tarafından su stresi ve selenyum uygulamalarının mısırdaki verim ve verim bileşenleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; iki farklı çeşit, sulama yapılan ve yapılmayan ve çiçeklenme döneminde Se (sodyum selenit) uygulanan ve uygulanmayan koşullarda yetiştirilmiştir. Kuraklık stresi koşullarında Se uygulanmadığı durumda tane verimi 6.711 kg ha^{-1} iken Se uygulamasıyla tane veriminin 8.125 kg ha^{-1} 'a yükseldiği ve normal sulanan koşullarda ise söz konusu verim değerlerinin sırasıyla 15.701 ve $16.513 \text{ kg ha}^{-1}$ olarak gerçekleştiği bulunmuştur.

Mukhtar vd. (2010), tarafından kirlenmiş sularda ayçiçeği bitkisinin fitoremediasyon etkinliğini belirlemek üzere, hidrofonic sistemde $0, 15$ ve 30 mg L^{-1} Ni ve Pb konsantrasyonlarına ve EDTA kullanımına yer verilen bir çalışmada; söz konusu elementlerin yapraklardaki konsantrasyonları kontrol uygulamasında belirleme düzeylerinin altında ve artan uygulama düzeyine paralel olarak EDTA kullanılmayan ortamlar için ise 16.44 ve 19.43 mg kg^{-1} Ni ve 23.71 ve 26.72 mg kg^{-1} Pb olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Mısır ve buğday bitkileri için hidrofonic sistemde $0, 0.01, 0.1$ ve 1 mg L^{-1} Cd uygulamalarının; antioksidant enzim sistemi, sürgün ve köklerde Cd konsantrasyonu, prolin içeriği ve yaprak klorofil içeriği üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; mısır kök ve yapraklarındaki Cd düzeyinin arttığı belirlenmiştir (Bao vd., 2011).

Chaves vd. (2011), tarafından toprağa farklı düzeylerde Cd ($0, 10, 20, 30$ ve 40 mg dm^{-3}), Zn ve Cu ($0, 20, 40, 60$ ve 80 mg dm^{-3}) elementlerinin uygulandığı ve ayçiçeği bitkisi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; bitki kuru madde miktarının önemli düzeyde etkilenmediği, yaprak Zn, Cd ve Cu içeriklerinin sırasıyla $18.40-76.25 \text{ mg kg}^{-1}$, $0-59.18 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $0.28-2.68 \text{ mg kg}^{-1}$ aralıklarında belirlendiği bildirilmiştir.

Ding vd. (2011), tarafından Çin-Henan-Ningling bölgesinde As'ten etkilenmiş paddy toprakta yetiştirilen mısırların farklı dokularında As birikiminin incelendiği bir

çalışmada; yaprak, gövde, çiçek yaprağı ve tohumlar için belirlenen As konsantrasyon değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği bulunmuş, yaprak ve tohum As konsantrasyonlarının sırasıyla 0.196-1.193 mg kg⁻¹ ve 0.001-0.019 mg kg⁻¹ aralıklarında değiştiği belirlenmiştir.

Sajedi vd. (2011), tam sulama ve vejetatif dönem (V8), tohum oluşum (R2) ve tane olgunlaşma öncesi (R4) dönemlerinde su stresi uygulamaları ile ilk vejetatif dönemde (V6) mikroelement gübresi (Biomim 212) ve Se (20 g ha⁻¹ sodyum selenit) uygulamalarına yer verilen bir çalışmada; tane verimlerini R2 ve R4 su stresi koşullarında Se uygulanmadığı durumda sırasıyla 6019.26 ve 5386.99 ve uygulandığı durumda ise 6462.83 ve 6369.29 kg ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Sadece Se uygulamasının etkisi değerlendirildiğinde ise Se uygulanması durumunda 6419.87 kg ha⁻¹ ve uygulanmaması durumunda ise 6479.82 kg ha⁻¹lık tane verimi elde edildiğini bildirmişlerdir.

Farklı mısır çeşitlerinde Pb ve Cd birikimini inceleyen Zhang vd., (2012) hibrit mısır çeşitlerinin gövde ve yapraklarındaki Cd konsantrasyonlarının 15, 30 ve 50 mg kg⁻¹lik uygulama düzeyleri için sırasıyla 0.17-8.19, 11.98-19.40 ve 9.95-24.82 mg kg⁻¹ aralıklarında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Zaimoğlu ve Atilla (2012), tarafından mısır bitkisinin gelişimi ve enzim aktivitesi üzerine Cr'un etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada; Cr (VI) konsantrasyonu 0.25 ila 1.25 mmol aralığında değişen sulama suyu kullanılmıştır. Bitki kök Cr içeriklerinin diğer kısımlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiş ve sulama suyu konsantrasyonunun 1.0 mmol düzeyine kadar olan yaprak ve gövde Cr içerikleri artışları önemli bulunmuştur.

Sodyum selenit (Na₂SeO₃) ve sodyum arsenat heptahidrat (Na₂HAsO₄.7H₂O) uygulanmış killi-tın bir toprakta yetiştirilen ayçiçeği ve mısır bitkilerinin arsenik ve selenyum içeriği ile yaprak spektral yansıma verileri arasındaki ilişkilerin farklı sulama düzeyleri için değişiminin incelendiği bir çalışmada; verilen sulama suyu miktarının azaltılmasının genel olarak yaprak As içeriğinde azalışa, Se içeriğinde ise artışa neden olduğu belirlenmiştir (Alaboz, 2013).

Yağların elementel içeriklerine ilişkin çalışmaların oldukça sınırlı olduğu gözlenmektedir. Bu çalışmalar, genellikle mevcut ya da bu alana uyarlanan bazı analiz yöntemleri kullanılarak elde edilen verilerin doğruluğunun test edilmesine yöneliktir. Diğer belirtilmesi gereken önemli bir husus da çalışmaların büyük çoğunlukla rafine yağlar üzerinde gerçekleştirilmiş olması ve aynı ürünlerden elde edilen yağların elementel içerikleri arasında oldukça önemli sayılabilecek farklılıkların bulunmasıdır.

Ayçiçeği, sebze, susam, salata, zeytin, üzüm çekirdeği, kanola, mısır, fıstık, domuz ve palmye yağ örneklerini kapsayan bir çalışmada, As içeriklerinin dedeksiyon limitinin (0.015 ppm) altında kaldığı bildirilmiştir (Chen vd., 2003).

Bazı ticari yağlar (fıstık, soya, ayçiçeği, pirinç, mısır ile üzüm salkım ve çekirdek yağlarında) için Se içeriğinin belirlenmesine yönelik bir yöntemin (CSP, Cathodic Stripping Potentiometry) grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrofotometre (GFAAS) yöntemiyle karşılaştırıldığı ve verilerin tutarlılığının incelendiği çalışmada; söz konusu yağların Se içerikleri, GFAAS yönteminde sırasıyla 310.5, 465.7, 228.3, 93.1, 325.5, 153.9 ve 295.2 ng g⁻¹ iken CSP yönteminde 315.2, 459.6, 223.9, 100.3, 332.2, 144.0 ve 293.3 ng g⁻¹ olarak belirlenmiştir (Dugo vd., 2003). Yine (Dugo vd., 2004), tarafından bir başka çalışmada; fıstık, ayçiçeği, soya, mısır, pirinç, üzüm çekirdeği ve fındık yağlarında Cd, Cu, Zn, Pb konsantrasyonları, dPSA (derivative potentiometric stripping analysis) yöntemiyle belirlenmiştir. İncelenen yağlar arasında mısırın, ortalama en düşük Cu ve Zn konsantrasyonlarına (53.80 ve 51.45 µg kg⁻¹) ve en yüksek Cd konsantrasyonuna (4.90 µg kg⁻¹) sahip olduğu bulunmuştur.

Bulgaristan-Plovdia bölgesinde 3 yıl süre ile yürütülen tarla denemelerinde 3 farklı hibrit ayçiçeği yetiştirilmiş ve yağlarında Zn ve Cd'un içerikleri belirlenmiştir. Çalışılan her iki bölgede de, yağ Zn ve Cd içeriklerinin ülkede izin verilen yasal sınırların altında olduğu belirlenmiştir (Tahsin ve Yankov, 2007).

İspanya'da farklı yaş gruplarındaki insanların As, Cd, Hg ve Pb alımını belirlemek ve daha önce yapılmış sürvey çalışma sonuçlarıyla karşılaştırmak amacıyla Katalonya'nın 12 şehrinden rastgele alınan ayçiçeği yağı örnekleri üzerinde yapılan

bir çalışmada; 70 kg ağırlığındaki bir erkeğin söz konusu elementler için günlük ortalama alım miktarlarının sırasıyla 261.01, 9.8, 45.13, 12.61 µg olduğu tahmin edilmiş ve söz konusu değerlerin önceki (2000) survey çalışmasında 223.59, 15.73, 21.22 ve 28.37 µg olduğu belirtilmiştir (Marti-Cid vd., 2008).

Pehlivan vd. (2008), tarafından marketlerde satılan soya, fındık, badem, zeytin, ayçiçeği ve mısır yağ örnekleri kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada; mısır yağları için Cu konsantrasyonu 0.0082-0.0138, Fe 0.0039-0.0352, Mn 0.0012-0.0017, Cr 0.0006- 0.0007, Cd 0.0002-0.0013, Ni 0.0015-0.0096 ve Zn 0.0229-0.0330 mg kg⁻¹ olarak bulunurken, Pb ve Co 0.0000 mg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir. Türkiye'de zeytin, fındık, ayçiçeği, mısır yağları ile margarin ve tereyağı için 60 örnek üzerinde yürütülen bir başka çalışmada; mısır yağları için Zn ve Cd 3.08±0.3 ve 0.0009±0.00001 mg kg⁻¹ ve Pb ve Cu dedeksiyon limitinin altında bulunmuştur (Mendil vd., 2009).

Üstbaş vd. (2009), tarafından Trakya bölgesini temsilen Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerinden alınan 90 adet ayçiçeği tohumu örneği üzerinde yürütülen bir çalışmada; tohumlardan ekstrakte edilen ham yağlar mikrodalgada yakılmış ve atomik absorpsiyon spektrofotometre aracılığı ile Cu, Fe, Cd ve Pb konsantrasyonları belirlenmiştir. Ham yağlardaki Pb içeriği; Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli bölgeleri için bazı örneklerde belirlenebilir düzeyin altında ve belirlenebilenlerin ise sırasıyla 0.10-0.65, 0.12-0.70 ve 0.25-0.52 ppm aralıklarında değiştiği bulunmuştur. Diğer Cd, Cu ve Fe içeriklerinin ise belirlenebilir düzeyin üzerinde bulunanlar için söz konusu bölgelerde sırasıyla 0.03-0.26, 0.05-0.56 ve 3.47-6.18 ppm, 0.02-1.75, 0.03-0.63, 3.09-6.38 ppm ve 0.03-0.30, 0.07-0.33 ve 3.02-5.44 ppm aralıklarında değiştiği belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Toprağı

Çalışmada Isparta-Kuleönü Serenler serisi kapsamındaki (Akgül vd., 2001) bir arazinin (UTM36 S; 293740, 4193876), 0-25 cm derinliğinden alınmış, killi-tın (% 20.4 kum, % 44.5 silt ve % 35.1 kil) bünyeli, % 1.19 CaCO₃ ve % 1.76 organik madde içeren, 1:1 toprak-su süspansiyonunda pH'sı 7.75 ve elektriksel iletkenliği 0.300 mmhos cm⁻¹ olan bir toprak kullanılmıştır (Alaboz, 2013).

3.1.2. Deneme bitkisi

Çalışmada kullanılan mısır (*Zea mays*) çeşidi Bora'dır.

3.1.3. Arsenik ve Selenyum Kimyasalları

Çalışmada toprağa uygulanan kimyasallar sodyum selenit (Na₂SeO₃) ve sodyum arsenat heptahidrat (Na₂HAsO₄.7H₂O)'tır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Bu çalışma arsenik ve selenyum uygulanmış bir toprakta ayçiçeği ve mısır yetiştirilmesini kapsayan denemeler üzerinde yürütülen araştırmalardan biridir. Deneme toprağından her saksıya 4 mm'lik elekten geçen 18.5 kg'lık kısımlar konulmuş ve 2 mg Se kg⁻¹ toprak⁻¹ (Na₂SeO₃) ve 10 mg As kg⁻¹ toprak⁻¹ (Na₂HAsO₄.7H₂O) çözelti halinde uygulanmıştır. Açık arazi koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemede, mısır (*Zea Mays*, Bora) tohumları, toprağın nem bakımından uygun olduğu 22.05.2012 tarihinde her saksıya 3'er adet ekilmiş ve 30 kg da⁻¹ amonyum nitrat ile 3 kg da⁻¹ monoamonyum fosfattan oluşan temel gübreleme yapılmıştır. Tek bitkinin bırakıldığı 07.06.2012 tarihindeki

seyreltme sonrası 26.06.2012 tarihinde üst gübre olarak 30 kg da⁻¹ amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır. Sulamalar bitkilerin yaklaşık 20 cm yüksekliğe ulaşmasına değin, watermark nem sensörlerinden yararlanılarak, yarayışlı nemin yaklaşık % 50±10 tüketildiğinde (tarla kapasitesi ve solma noktası; % 28.90 ve 16.04) nem açığının tamamının verilmesi şeklinde gerçekleştirilmiş ve daha sonraki dönemlerde kısıntılı sulama uygulanmıştır. Kısıntılı sulama uygulamaları Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir. Bitkilerde mücadele amacıyla decis ve proclain kullanılmış ve mısır koçanlarında kuş zararının önlenmesi amacıyla hasada yakın dönemde bitkiler ağ ile koruma altına alınmıştır (Alaboz, 2013).

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan sulama düzeyleri

Sulama Uygulama Düzeyi	Uygulanan Su Miktarı
S ₁	Toprak nem içeriğinin tarla kapasitesi düzeyine çıkarılması
S ₂	0.9 S ₁
S ₃	0.8 S ₁
S ₄	0.7 S ₁

Mısır koçanları 10.09.2012 tarihinde gövdeden ayrılarak hasat edilmiş ve daha sonra laboratuvara nakledilmişler ve daha sonra taneler koçanlardan ayrılmışlardır (Şekil 3.1).





Şekil 3.1. Mısır gelişme dönemi ve hasadından kesitler

3.2.2. Laboratuvar analiz yöntemleri

Verim: Koçanlarından ayrılan mısır taneleri 65°C'de kurutularak saksı verimleri elde edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Yağ İçeriği: Mısır taneleri agat değirmen aracılığı ile öğütülmüş (Şekil 3.2) ve aynı örneklerin 20'şer gramlık 3 alt örneği kullanılarak 250 ml n-hegzan eşliğinde soxhlet ekstraksiyon cihazı (Şekil 3.3) yardımıyla yağ ekstrakte etme işlemi gerçekleştirilmiştir (Nas vd., 2001).



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan öğütme değirmeni



Şekil 3.3. Öğütülmüş mısır taneleri ve yağ çıkarma işlemi

As ve Se: Yağ örneklerinden 0.4 g'lık kısımlar tartılarak, 10 ml HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ eşliğinde Çizelge 3.1'de verilen program kapsamında Berghof Speedwave DAK100 mikrodalga cihazında (Şekil 3.4) yakılmış ve Çizelge 3.2'de belirtilen dalga boylarında ICP-OES cihazında (Şekil 3.5) belirlenmişlerdir.

Çizelge 3.2. Mikrodalga yağ yaş yakma programı

	1	2	3
Sıcaklık (C°)	160	190	50
Sıcaklığa Ulaşma Süresi (dak.)	5	3	15
Zaman (dak.)	15	15	10

Çizelge 3.3. Yağ As ve Se dedeksiyon limitleri

Element Adı	Dalga Boyu, λ	Dedeksiyon Limiti $\mu\text{g l}^{-1}$
As	189.042	7.9
Se	196.090	9.6



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan mikrodalga yakma cihazı



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan ICP-OES cihazı.

İstatistik Analiz: *Minitab 16* istatistik paket programı kullanılarak verim, ham yağ içeriği, ham yağ As ve Se miktarlarının sulama düzeylerine bağlı değişimleri karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Verim

Mısır tane verimi üzerine farklı düzeylerde sulama suyu uygulamalarının önemli etkilerinin olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Tarla kapasitesine göre nem açığının % 90'ı düzeyinde sulama suyu uygulamasında (S_2) en yüksek ($110.15 \text{ g bitki}^{-1}$) ve % 70'i düzeyinde sulama suyu uygulamasında (S_4) ise en düşük ($49.40 \text{ g bitki}^{-1}$) tane verimleri elde edilmiştir. Artan su kısıtı (S_3 ve S_4) tane veriminde önemli azalmalara yol açmıştır. Yıldırım ve Kodal (1998), tarafından, toprak neminin % 50'si tüketildiğinde tarla kapasitesi düzeyine çıkarma (S_0) ve bunun % 0-200 aralıklarında değişen su uygulamaları altında yetiştirilen mısır bitkisi için tane verimleri 1991-1993 yılları itibariyle 1107 , 974 ve 997 kg da^{-1} olarak belirlenirken daha az su uygulanan % 0, % 25, % 50 ve % 75 düzeyleri için verimde önemli farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir. Sodyum arsenat heptahidrat uygulanarak kirletilen kumlu-tın ve siltli-tın topraklarda bazı bitkilerin (ayçiçeği, mısır, ingiliz çimi ve kolza) arsenik biriktirme özelliklerinin inceleyen Gulz, (2002) tarafından; siltli-tın toprakta arsenik uygulama düzeyindeki artışla azalan tane verimi 16 ± 3.2 ve $1 \pm 0.3 \text{ g saksı}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve kumlu-tın toprakta ise 36 ± 12.7 ve $43 \pm 7.9 \text{ g saksı}^{-1}$ aralığında değiştiği bulunmuştur. Diğer taraftan mısır bitkisinde su stresi ve selenyum uygulamalarının etkilerini araştıran Nejat vd., (2009) su stresi altında, Se uygulanmayan koşullar için tane verimi 6.711 kg ha^{-1} iken uygulanan koşullarda 8.125 kg ha^{-1} 'a olarak belirlemişlerdir. Normal sulanan koşullarda ise söz konusu tane verimi değerlerinin sırasıyla 15.701 ve $16.513 \text{ kg ha}^{-1}$ olarak gerçekleştiği bulunmuştur. Sajedi vd. (2011), tam sulama (kontrol) ve vejetatif dönem (V8), tohum oluşum (R2) ve tane olgunlaşma öncesi (R4) dönemlerinde su stresi uygulamaları ile ilk vejetatif dönemde (V6) mikroelement gübresi (Biomin 212) ve Se (20 g ha^{-1} sodyum selenit) uygulamalarına yer verilen bir çalışmada; Tane verimi değerleri, tam sulama (kontrol), V8, R2 ve R4 uygulamaları için sırasıyla 7076.44 , 6603.75 , 4241.05 ve $5878.14 \text{ kg ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Genel olarak sulama ve farklı sulama dönemlerini kapsayan su stresi uygulamaları ile arsenik ya da selenyum uygulamalarına yönelik çalışmalarda, verimin etkilendiği gözlenmektedir.

Çizelge 4.1. Farklı düzeylerde sulama uygulamalarının mısır verimi üzerine etkisi, g bitki⁻¹.

Uygulama	Verim
S ₁	99.85 A
S ₂	110.15 A
S ₃	69.70 B
S ₄	49.40 B
Ort.	82.28
Varyasyon Kaynakları	F= 12.07 P =0.001

4.2. Ham Yağ İçeriği

Çalışmada mısır tohum ham yağ içeriklerinin farklı sulama düzeyleri için % 3.13-3.29 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Tohum ham yağ içeriği su kısıtının arttığı S₃ ve S₄ uygulamalarında daha yüksek olmakla birlikte farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Dolayısıyla gerek S₁ ve S₂ uygulamaları gerekse S₃ ve S₄ uygulamaları arasında farklılığın olmaması ve söz konusu sulama düzeyi grupları arasındaki farklılığın niceliksel olarak oldukça küçük bulunması çalışmada yer verilen sulama düzeylerinin ham yağ içeriği üzerinde pek etkili olmadığı değerlendirilmesine yol açmaktadır. Nitekim, farklı sulama aralıkları (10, 14 ve 18 gün) ve dört farklı N ve P uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi, verim ve tane kimyasal bileşenleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada da; 10, 14 ve 18 gün aralıklarla yapılan sulamalar için ortalama % yağ içeriği değerlerinin % 6.91, 6.55 ve 6.34 şeklinde belirlendiği ve 14 ve 18 gün aralıklı uygulamalar için farklılığın önemli bulunmadığı bildirilmiştir (İbrahim ve Hala, 2007).

Çizelge 4.2. Mısır ham yağ oranı, %

Uygulama	Yağ
S ₁	3.15
S ₂	3.13
S ₃	3.29
S ₄	3.29
Ort.	3.22
Varyasyon Kaynakları	F= 1.11 P =0.371

4.3. Yağ Arsenik ve Selenyum İçeriği

Mısır tohumu ham yağlarının arsenik ve selenyum içeriklerinin farklı sulama suyu düzeyleri için değişimi Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Mısır tohumu ham yağ As içeriklerinin 1.13-0.95 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve söz konusu değerlerin en yüksek S₁ ve en düşük S₄ uygulamalarında belirlendiği gözlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunmasa da, su kısıtı uygulamasının küçük bir azalışa neden olduğu ortadadır. Mısır tohumu ham yağ Se içeriklerinin ise 0.95-1.0 mg kg⁻¹ aralığında değiştiği bulunmuş; su kısıtının artmasına bağlı olarak uygulamalar için 0.96, 0.95, 0.98 ve 1.0 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Farklı sulama suyu düzeyleri S₃ ve S₄ için küçük artışlar gözlenmekle birlikte farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.3 Mısır ham yağ arsenik ve selenyum içeriği, mg kg⁻¹.

Uygulama	As	Se		
S ₁	1.13	0.96		
S ₂	1.03	0.95		
S ₃	1.05	0.98		
S ₄	0.95	1.00		
Ortalama	1.04	0.97		
Varyasyon kaynakları	P	F	P	F
Uygulama	0.104	3.02	0.935	0.14

Bitkilerin farklı organlarında gerçekleşen elementel birikimlere ilişkin çalışmaların; çoğunlukla doğal olarak mevcut ya da yapay olarak gerçekleştirilen ve artan dozların bitkiye yansımalarını içerdiği gözlenmektedir. Amin ve Sherif (2001), tarafından artan biyogübre uygulamalarına yer verilen bir çalışmada; mısır tanesinde, Cd dışındaki diğer elementler (Pb, Ni ve Cr) için en düşük dozda (10 ton/fed.) önemli bir artış ve sonraki iki dozda azalış ve son dozda (40 ton/fed.) yine önemli bir artış gerçekleştiği bulunmuştur. Yine Mısır, ayçiçeği ve çeltik bitkilerinin hidrofonic ortamda 0, 25, 50, 75 ve 100 µmol Cu(SO₄) dozları kullanılarak yetiştirilmesi koşullarında uygulama düzeylerine paralel olarak sürgün Cu içeriklerinin arttığı ve mısır için 8-154, ayçiçeği için 5-233 ve çeltik için 45-695 mg kg⁻¹ aralığında bulunduğu bildirilmiştir (Hajiboland ve Boniadi, 2005). Çin-Hunan eyaleti arsenik maden ocağı bölgesi civarındaki topraklarda, kuzgun otu (*Pteris vittata*) ve eğrelti otu (*Pteris cretica*) bitkilerinin arsenik alımı ve biriktirme potansiyelini inceleyen

(Wei ve Chen, 2006) söz konusu bitkiler için As konsantrasyonlarının sırasıyla 3-704 mg kg⁻¹ ve 149-694 mg kg⁻¹ değiştiğini belirlemiştir. January vd. (2008),'nin Cd, Cr, Ni, As ve Fe (30 mg L⁻¹) elementlerinin farklı kombinasyonlarının hidrofonic ortamda etkilerini inceledikleri çalışmalarında; Sundance ayçiçeği çeşidinde EDTA kullanılmadığı durumdaki element alım sırasının Cr> Cd> Ni, Cr> Cd> Ni> As ve Fe>> As> Cd> Ni> Cr ve EDTA kullanıldığı durumda ise Cr> Cd> Ni ve Fe>> As> Cd> Cr> Ni şeklinde gerçekleştiği bulunmuştur.

Farklı sulama düzeyleri ya da su kısıtı uygulamalarının, bitkide elementel birikimler üzerine etkilerine ilişkin çalışmaların daha sınırlı olduğu gözlenmekte ve bitki türüne ve aynı bitkinin farklı organlarına bağlı olarak değişebilmesine yol açtığı gözlenmektedir. Bu kapsamda; toprakların su tutma kapasitelerinin % 30, 40, 60, 80 ve 100 düzeylerinde Alyssum murale ve Berkheya coddii ve Thlaspi caerulescens türleri (AB 300 ve AB336)'nin etkinliklerinin incelendiği bir çalışmada; yaprak Zn içeriği AB 300 ve AB336 için en yüksek % 60 nem düzeyinde bulunmuş ve Alyssum murale'de su kısıtının azalmasıyla Ni içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Angle vd., 2003). Diğer taraftan Dalbergia sissoo fidanlarının kök, gövde ve yaprak element içerikleri üzerine farklı sulama seviyelerinin (-0.05-0.10 Mpa (W₁= 20 mm) -0.10-0.5 Mpa (W₂=14 mm), -0.5-1.00 Mpa (W₃= 10 mm), -1.00 -1.50 Mpa (W₄= 8 mm) ve kontrol (W₅), etkilerine ilişkin bir çalışmada; su stresinin artmasıyla yaprak Ca ve Mn ile gövde Fe içeriklerinin düzenli bir artış ve gövde P ve Ca içeriklerinin ise düzenli bir azalış gösterdiği belirlenmiştir (Singh ve Singh, 2004). Bin vd. (2005), tarafından tarla kapasitesi'nin % 20, 40, 60 ve 80'i düzeylerinde su uygulamalarına yer verilen bir çalışmada ise, stres düzeyinin artması ile bitki kök, gövde ve yapraklarında Mg, Mn ve Zn miktarlarının arttığı, yapraklarda Cu konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir.

Azizian vd. (2011), tarafından farklı sulama suyu Cd içerikleri (0, 10, 20 ve 40 mg L⁻¹) ve sulama aralıklarına (1, 2 ve 4 gün) yer verilerek marulda verim ve kimyasal bileşim üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; marul K içeriği üzerine sulama aralığı ve Cd'un önemli bir etkisi bulunamamış, diğer elementlerin (P, Fe, Cu, Mn, Zn ve Cd) sulama aralığının artmasıyla konsantrasyonların azaldığı belirlenmiştir. Benzer çalışmanın bu kez mısır üzerinde farklı sulama suyu Cd içerikleri (0, 5, 10 ve 20 mg L⁻¹) ve sulama aralıklarının (1, 3 ve 7 gün) yapılması sonrasında; 7 günlük

sulama aralığı için, sap ve yaprakta P ve Zn'un önemli düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiş ve 1 günlük sulama aralığı için sap ve yaprakta daha düşük Mn konsantrasyonları bulunmuştur (Azizian vd., 2013).

Arsenik ve selenyumun toprakta bulunuş formları ve yarayırlılığını tekstür, organik madde içeriği, demir ve alüminyum oksitler, toprak reaksiyonu, P ve ıslaklık gibi özelliklerin önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Siltli tın ve kumlu tın tektürlü iki farklı toprağa sırasıyla 110, 180, 225 ve 255 mg kg⁻¹ ve kumlu toprağa ise 25 ve 60 mg kg⁻¹ düzeylerinde As uygulanmıştır. Mısır tohumları için As içeriğinin, siltli tın toprakta belirleme limitinin altında kaldığı, kumlu toprakta ise 0.1-0.2 mg kg⁻¹ düzeyinde belirlendiği bildirilmiştir (Gulz, 2002). Keza yine toprakta yarayırlı fosforun artmasının bitki Se ve As alımını artırdığına ilişkin çalışma sonuçları söz konusudur (Gulz, 2002; Nakamaru ve Sekine, 2008). Dolayısıyla bu çalışmada kullanılan toprağın As ve Se içeriklerinin (8.72 mg kg⁻¹ ve dedeksiyon limitinin altında) ve ilave edilen miktarlarının düşük ve P içeriğinin yüksek olması, ham yağ için elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Yağlarda ağır metallerin araştırılmasına yönelik çalışmalarda önemli farklılıklar gözlenmektedir. Kimi çalışmalar ham yağlar üzerinde yürütülürken kimileri de marketlerde rafine edilmiş olanlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca elde edilen verilerin birbirlerinden önemli düzeyde farklılıklar gösterebildiği gözlenmiştir. Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli bölgeleri ayçiçeği tohumlarından çıkarılan ham yağlarda Pb içeriği 0.1-0.7 mg kg⁻¹, Cd 0.02-1.75 mg kg⁻¹ ve Cu 0.03-0.63 aralığında değişirken (Üstbaş vd., 2009) kirlenmiş bir toprakta kompost ve vermikompost uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Angelova vd., 2012) kontrol uygulaması için Pb, Zn ve Cu içerikleri 0.28, 0.25, 3.37 mg kg⁻¹ ve Cd, dedeksiyon limitinin altında bulunmuştur. Market yağları üzerinde yapılan çalışmalarda; (Pehlivan vd., 2008) ayçiçeği yağlarının Pb, Cu, Zn ve Cd içeriklerini sırasıyla 0.0000-0.0026, 0.0114-0.0231, 0.0184-0.0541 ve 0.0007-0.0045 mg kg⁻¹ olarak belirlerken, (Mendil vd., 2009) sırasıyla 0.01, 0.11, 1.10 ve 0.00376 mg kg⁻¹ olarak bulmuştur. Aynı elementler için elde edilen değerler arasında önemli farklılıklar göze çarpmaktadır. Yine Dugo vd., (2004) tarafından yapılan bir başka çalışmada; ortalama en düşük Cu ve Zn konsantrasyonlarının (53.80 ve 51.45 µg kg⁻¹) mısır yağı

için elde edildiği ve aynı zamanda söz konusu yağ için en yüksek Cd konsantrasyonu ($4.90 \mu\text{g kg}^{-1}$) elde edildiği bildirilmiştir.

Ticari yağlar üzerinde farklı amaçlara yönelik olarak gerçekleştirilen ve İspanya-Katalonya'da ayçiçeği yağı örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada; 70 kg ağırlığındaki bir erkeğin günlük ortalama As alım miktarı $261.01 \mu\text{g}$ olarak tahmin edilmiş ve bu değer in önceki (2000) survey çalışmasında da $223.59 \mu\text{g}$ olarak bulunduğu belirtilmiştir (Marti-Cid vd., 2008). Yöntem karşılaştırmasını içeren ve farklı yağların Se içeriklerinin CSP (Cathodic Stripping Potentiometry) ve grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrofotometresi aracılığı ile belirlenmelerini kapsayan diğer bir çalışmada ise mısır yağı için elde edilen değerlerin 325.5 ng g^{-1} ve 332.2 ng g^{-1} olduğu belirtilmiştir (Dugo vd., 2003).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı sulama düzeylerinin, 2 mg Se kg⁻¹ toprak⁻¹ (Na₂SeO₃) ve 10 mg As kg⁻¹ toprak⁻¹ (Na₂HAsO₄.7H₂O) uygulanmış killi tın bünyeli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi tane verimi, ham yağ içeriği ve ham yağda As ve Se içerikleri üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada; mısır tane verimleri 49.40-110.15 gr arasında değişmiş ve tarla kapasitesine göre nem açığının %80 (S₃) ve %70 (S₄) düzeylerinde giderildiği uygulamaların verimi olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Farklı düzeylerde sulama suyu uygulamalarının, % 3.13-3.29 aralığında değişen ham yağ içerikleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Ham yağlarda belirlenen As ve Se içerikleri 0.95-1.13 mg kg⁻¹ ve 0.95 –1.00 mg kg⁻¹ aralıklarında değişmiş, uygulanan su miktarındaki azalışın As içeriğinde bir azalış ve Se içeriğinde ise bir artış trendinin ortaya çıkmasına neden olmakla birlikte farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Tarla kapasitesine göre nem açığının %70-100 aralığında değişen düzeylerde giderilmesiyle, özellikle ham yağ içeriği ve yağ As ve Se içeriklerinde önemli farklılıkların elde edilememesi; daha geniş aralıklı ve daha düşük düzeylerdeki su kullanımlarıyla gerçekleştirilebilecek diğer çalışmalar için önemli bulgular niteliği taşımaktadır. Keza ileride bu kapsamda yapılacak çalışmaların, gerek insan sağlığı yönüyle daha düşük düzeylerde element alımını ve gerekse ıslah amaçlı fitoekstraksiyon etkinliğini artırmaya yönelik su uygulama düzeylerinin belirlenmesini sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abou-Shanab, R., Ghanem, N., Ghanem, K., Al-Kolaibe, A., 2007. Phytoremediation Potential of Crop and Wild Plants For Multi-Metal Contaminated Soils. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(5), 370-376.
- Agbogidi, O.M., Eruotor, P.G., Akparobi, S.O., Nnaji, G.U., 2007. Heavy Metal Contents of Maize (*Zea Mays L.*) Grown in Soil Contaminated with Crude Oil. *International Journal of Botany*, 3 (4), 385-389.
- Akgül, M., Başayığit, L., Uçar, Y., Müjdecı, M., 2001. Atabey Ovası Toprakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 15, Araştırma Serisi Yayın, 1, Isparta.
- Alaboz, P., 2013. Ayçiçeği ve Mısır Bitkilerinde Arsenik ve Selenyum İçeriği ile Spektrometre Yansıma Değerleri İlişkisinin Farklı Sulama Düzeylerine Bağlı Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 40s, Isparta.
- Amin, A.W., Sherif, F.K., 2001. Heavy Metal Contents in Maize as Affected by Sewage Sludge Application I-Morphological Characters and Yield. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4 (12) 1451-1455.
- Angelova, V.R., Ivanova, R.V., Ivanov, K.I., Perifanova-Nemska, M.N., Uzunova, G.I., 2012. Potential of Sunflower (*Helianthus annuus L.*) for Phytoremediation of Soils Contaminated with Heavy Metals. Erişim Tarihi: 20.04.2012. http://www.pearltrees.com/#/N-play=2&N-fa=3188536&N-u=1_340073&N-p=74411944&N-s=1_4649035&N-f=1_4649035.
- Angle, J.S., Baker, A.J.M., Whiting, S.N., Chaney, R.L., 2003. Soil Moisture Effects on Uptake of Metals by *Thlaspi*, *Alyssum*, and *Berkheya*. *Plant and Soil*, 256, 325-332.
- Anonymous, 1977. Arsenic. Committee on Medical and Biologic Effects of Environmental Pollutants, Division of Medical Sciences Assembly of Life Sciences National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C. Erişim Tarihi: 24.02.2014. http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=9003&page=R1.
- Anonymous, 2007a. Agency for toxic substances and disease registry. Public health statement. Arsenic, CAS#: 7440-38-2. Erişim Tarihi: 24.02.2014. www.atsdr.cdc.gov
- Anonymous, 2007b. Environment Agency. Soil Guideline Values for inorganic arsenic in soil. Science report SC050021/arsenic SGV. Erişim Tarihi: 25.02.2014. http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/SCHO04_09BPVY-e-e.pdf.

- Azizian, A., Amin, S., Maftoun, M., Emam, Y., Noshadi, M., 2011. Response of Lettuce to Cd-Enriched Water and Irrigation Frequencies. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5 (10), 884-893.
- Azizian, A., Amin, S., Maftoun, M., Emam, Y., Noshadi, M., 2013. Response of Corn to Cadmium and Drought Stress and Its Potential Use for Phytoremediation. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15, 357-368.
- Bao, T., Sun, L., Xue, Q., 2011. Cadmium Accumulation and Antioxidative Defenses in Leaves of *Zea Mays* L.. *Advances Materials Research*, 183- 185, 99-103.
- Bin, W.G., Quan, Y.A., Liang, C.F., Mao, J., Xia, P.J., 2005. The Effect of Water Stress on Nutrient Element Contents in Root, Stem and Leaf of Ginkgo. *Journal of Nanjing Forestry University*, 06-004. (Abstract).
- Chaves, L.H.G., Estrela, M.A., De Souza, R.S., 2011. Effect on Plant Growth and Heavy Metal Accumulation by Sunflower. *Journal Of Phytology*, 3 (12), 04-09.
- Chen, S.S., Cheng, C.C., Chou, S.S., 2003. Determination of Arsenic in Edible Oils by Direct Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Journal of Food and Drug Analysis*, 11 (3), 214-219.
- Demirezen, D. ve Aksoy, A., 2005. Determination of Heavy Metals in Bee Honey Using by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4), 569-575.
- Ding, D., Li, W., Song, G., Qi, H., Liu, J., Tang, J., 2011. Identification of QTLs for Arsenic Accumulation in Maize (*Zea Mays* L.) Using a RIL Population. *Plos One*, 6 (10), e25646.
- Dugo, G., La Pera, L., La Torre, G.L., Giuffrida, D., 2004. Determination of Cd (II), Cu (II), Pb (II), and Zn (II) Content in Commercial Vegetable Oils Using Derivative Potentiometric Stripping Analysis. *Food Chem*, 87, 639-645.
- Dugo, G., Pera, L.L., Polcino, D., Saitta, M., 2003. Determination of Selenium Content in Different Types of Seed Oils by Cathodic Stripping Potentiometry (CSP). *J. Agric. Food Chem*, 51 (19), 5598-5601.
- Grieve, C.M., Poss, J.A., Suarez, D.L., Dierig, D.A., 2001. Lesquerella Growth and Selenium Uptake Affected by Saline Irrigation Water Composition. *Industrial crops and products*, 13, 57-65.
- Gulz, P.A., 2002. Arsenic Uptake of Common Crops Plants from Contaminated Soils and Interaction with Phosphate. Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Doctoral Dissertation, 99s, Zurich. Erişim Tarihi: 21.08.2013. <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:26399/eth-26399-02>.

- Hajiboland, R., Boniadi, H. 2005. Accumulation of Cu in Root Apoplasm and Re-translocation to Young Leaves in Rice, Maize and Sunflower with Different Toxicity Tolerance. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8 (11), 1599-1609.
- Ibrahim, S.A., Hala, K., 2007. Growth, Yield and Chemical Constituents of Corn (*Zea Maize L.*) as Affected by Nitrogen and Phosphors Fertilization under Different Irrigation Intervals. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (10), 1112-1120.
- January, M.C., Cutright, T.J., Keulen, H.V., Wei, R., 2008. Hydroponic Phytoremediation of Cd, Cr, Ni, As, and Fe: Can *Helianthus annuus* hyperaccumulate multiple metals. *Chemosphere*, 70, 531-537.
- Kabata, A.P. and Mukherjee, A.B., 2007. Trace Elements from Soil to Human, 550s, Berlin: Springer-Verlag. http://books.google.com.tr/books/about/Trace_Elements_from_Soil_to_Human.html?id=JYAq9X9phnYC&redir_esc=y.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın Evi, 468, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, 1241, 892s, Ankara.
- Marti-Cid, R., Llobet, J.M., Castel, V., Domingo, J.L., 2008. Dietary Intake of Arsenic, Cadmium, Mercury and Lead by the Population of Catalonia, Spain. *Biol Trace Elem Res.*, 125 (2), 120–132.
- Mendil, D., Uluözlü, O.D., Tüzen, M., Soylak, M., 2009. Investigation of The Levels of Some Element in Edible Oil Samples Produced in Turkey By Atomic Absorption Spectrometry. *J Hazard Mater*, 165 (1-3), 724-728.
- Mukhtar, S., Bhatti, H.N., Khalid, M., Hao, M.A., Shahzad, S.M., 2010. Potential of Sunflower (*Helianthus Annuus L.*) For Phytoremediation of Nickel (Ni) and Lead (Pb) Contaminated Water. *Pak. J. Bot.*, 42 (6), 4017-4026.
- Nakamaru, Y.M. and Sekine, K., 2008. Sorption Behavior of Selenium and Antimony in Soils a Function of Phosphate Ion Concentration. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54, 332-341.
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 005, 329s, Denizli.
- Nejat, F., Dadniya, M., Shirzadi, M.H., Lak, S., 2009. Effect of Drought Stress and Selenium Application on Yield and Yield Components of Two Maize Cultivars. *Plant Ecophysiology*, 2, 95-102.
- Przybylowski, P., Wilenzynka, A., 2001. Honey as an Environmental Marker. *Food Chemistry*, 74, 289-291.

- Pehlivan, E., Arslan, G., Gode, F., Altun, T., Özcan, M.M., 2008. Determination of Some Inorganic Metals in Edible Vegetable Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES). *Grasas Y Aceites*, 59 (3), 239-244.
- Rani, N., Dhillon, K.S., Dhillon, S.K., 2005. Critical Levels of Selenium in Different Crops Grown in an Alkaline Silty Loam Soil Treated With Selenite-Se. *Plant and Soil*, 277, 367–374.
- Rui, L.Y., Gong, S.F., Hong, X.W., da G.T., 2005. Effects of Water Stress On Contents of Mid- element and Micro Element in Summer Maize (Harvest Stage). *Journal of Laiyang Agricultural College*. 02-014. (Abstract).
- Sajedi, N., Madani, H., Naderi, A., 2011. Effect of Microelements and Selenium on Superoxide Dismutase Enzyme, Malondialdehyde Activity and Grain Yield Maize (*Zea Mays* L.) Under Water Deficit Stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(2), 153-159.
- Singh, B., Singh, G., 2004. Influence of Soil Water Regime on Nutrient Mobility and Uptake by *Dalbergia Sissoo* Seedlings. *Tropical Ecology*, 45(2), 337-340.
- Tahsin, N., Yankov, B., 2007. Research on Accumulation of Zinc (Zn) and Cadmium (Cd) in Sunflower Oil. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 109-112.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), 2012. İstatistiksel Tablolar ve Dinamik sorgulama. Erişim Tarihi: 11.09.2013. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- Üstbaş, Y., Taşan, M., Geçgel, Ü., 2009. Trakya Bölgesinde Üretilen Ayçiçeği Tohumu (*Helianthus annuus* L.) Yağlarında Bakır, Demir, Kadmiyum ve Kurşun İçeriklerinin Belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 6 (1), 55-63.
- Wei, C.Y., Chen, T.B., 2006. Arsenic Accumulation by Two Brake Ferns Growing on an Arsenic Mine and Their Potential in Phytoremediation. *Chemosphere*, 63, 1048-1053.
- Yıldırım, Y.E., Kodal, S., 1998. Ankara Koşullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22, 65-70
- Zaimoğlu, Z., Atilla, P. 2012. The Uptake and Translocation of Hexavalent Chromium and Effects on Growth and Enzyme Activity of *Zea Mays* L.. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (3-4) 982-986.
- Zhang, Z., Jin, F., Wang, C., Luo, J., Lin, H., Xiang, K., Liu, L., Zhao, M., Zhang, Y., Shen, Y., Pan, G., 2012. Difference Between Pb and Cd Accumulation in 19 Elite Maize Inbred Lines and Application Prospects. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Doi, 10.1155/2012/271485.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sermet KOÇ

Doğum Yeri ve Yılı : Milas, 1980

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : sermetkoc@hotmail.com

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Aydın-Söke Ziraat Teknik Lisesi, 1998

Lisans : Ankara Üni, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama

Mesleki Deneyim

Isparta Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü 2000-..... (halen)

Yayınları