

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KENTSEL ATIK SULARIN KARAMBA (*Lolium multiflorum* cv. Caramba)
BİTKİSİNİN AĞIR METAL VE BAZI BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Zübeyir AĞIRAĞAÇ
DANIŞMAN: Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ

VAN-2018

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KENTSEL ATIK SULARIN KARAMBA (*Lolium multiflorum* cv. Caramba)
BİTKİSİNİN AĞIR METAL VE BAZI BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Zübeyir AĞIRAĞAÇ

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL – 2018 –
7399 No’lu proje olarak desteklenmiştir

VAN-2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ danışmanlığında, Zübeyir AĞIRAĞAÇ tarafından sunulan “**Kentsel Atıksuların Karamba (*Lolium multiflorum* cv. Caramba) Bitkisinin Ağır Metal ve Bazı Besin Elementi İçeriğine Etkisi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 20/12/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Ösmetullah ARVAS

İmza:



ÜYE: Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ

İmza:



ÜYE: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Macit ERTUŞ

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/....../..... tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza
.....
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Zübeyir AĞIRAĞAÇ

ÖZET

KENTSEL ATIK SULARIN KARAMBA (*Lolium multiflorum* cv. Caramba) BİTKİSİNİN AĞIR METAL VE BAZI BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

AĞIRAĞAÇ, Zübeyir
Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ
Aralık 2018, 55 sayfa

Bu araştırmada, Van/Edremit İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyunun farklı konsantrasyonlarda Karamba bitkisinin gelişimi ile uygulamalar sonrası bitki ve toprağın bazı besin elementi içeriklerine etkisi araştırılmıştır. Deneme 2018 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü iklim odasında saksılarda; tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada atık suların Karamba bitkisinin gelişimine etkisini belirlemek için % 100 saf su (kontrol), %25 atıksu + %75 saf su, %50 atıksu + %50 saf su ve %75 atıksu + %25 saf su şeklinde uygulama yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, Van İli atık su konsantrasyonlarının Karamba'nın çıkışı ve ortamdaki çekilmesi üzerine etkisi bulunmamış, bitki boyu, yaş ve kuru ot miktarlarını arttırdığı belirlenmiştir. Bitki ve hasat sonrası toprakta element konsantrasyonları genel olarak artmıştır. Hasat sonrası toprakta pH düşmüş ancak EC değerinde artış belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, Van/Edremit İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi suyunun kısa süreli bitki yetiştiriciliğinde kullanılabileceğine, ancak uzun süreli kullanımının belirlenmesi için farklı bitki gruplarıyla daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Atık su, Bitki gelişimi, Element konsantrasyonu, Karamba.



ABSTRACT

THE EFFECT OF URBAN WASTE WATERS ON HEAVY METALS AND ON SOME NUTRIENT CONTENTS OF THE CARAMBA PLANT (*Lolium multiflorum* cv. Caramba)

AĞIRAĞAÇ, Zübeyir

M. Sc. Thesis, Field Crops Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ

December 2018, 55 pages

In this study, the effects of different concentrations of the outflow water of Van/Edremit Advanced Biological Waste-Water Treatment Plant on the growth of Caramba plant and on some nutrient contents of plant and soil after the application are investigated. The experiment was carried out with three replications in the pots according to the experimental design of random plots in the climate chamber of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yüzüncü Yıl University in 2018. In order to determine the effect of wastewater on the development of Caramba plant, 100% pure water (control), 25% waste water + 75% pure water, 50% waste water + 50% pure water and 75% waste water + 25% pure water were applied. According to the results of the study, the waste water concentrations of Van province did not have any effect on the germination and decrease of Caramba, and it was determined that the waste water concentrations increase plant height, green and dry grass amount. It has been determined that the element concentrations in plant and in soil after harvest increase in general. The decrease in pH value was observed in post-harvest soil, while the increase in EC value was determined. As a result of the research, it is thought that Van/Edremit Advanced Biological Waste-Water Treatment Plant water can be used in short-term plant growing but long-term studies with different plant groups are needed to determine its long-term use.

Keywords: Waste water, Plant growth, Element concentration, Caramba.



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi, bilgi, hoşgörü ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ'ye ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen bir diğer hocam Doç. Dr. Ösmetullah ARVAS'a teşekkür ederim. Çalışmam esnasında bilgi desteğini hiç esirgemeyen VASKİ'ye ve Ahmet DURAK'a teşekkür ederim. Ayrıca eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgi dolu aileme teşekkür ederim.

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde FYL – 2018 – 7399 No'lu proje kapsamında finansal destekte bulunan Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Proje Başkanlığına teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

2018

Zübeyir AĞIRAĞAÇ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Deneme toprağı.....	15
3.1.2. Denemede kullanılan atık su.....	16
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Deneme planı.....	19
3.2.2. Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemler.....	20
3.2.2.1. Bitki boyu (cm)	20
3.2.2.2. Yaş ağırlık (g/saksı)	20
3.2.2.3. Kuru ağırlık (g/saksı).....	21
3.2.2.4. Bitkide bazı element konsantrasyonları (ppm).....	21
3.2.2.5. Hasat sonrası toprak örneklerinde pH ve EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$).....	22
3.2.2.6. Hasat sonrası toprak numunelerinde bazı element konsantrasyonları (ppm).....	22
3.2.2.7. Verilerin değerlendirilmesi.....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Artan miktarda atık su ile sulanan karamba bitkisinin gelişimi.....	25
4.1.1. Çıkış ve ortamdan çekilme.....	25
4.1.2. Bitki boyu (cm).....	26
4.1.3. Yaş ağırlık (g/saksı)	28

	Sayfa
4.1.4. Kuru ağırlık (g/saksı)	30
4.2. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karamba bitkisinin bazı besin elementi alımı.....	32
4.3. Artan miktarda atık suyla sulanan karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın bazı özellikleri.....	40
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	45
KAYNAKLAR.....	47
ÖZ GEÇMİŞ.....	55



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri.....	16
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan atık suyun bazı özellikleri.....	18
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan atık suyun alındığı tarihlerdeki bazı özellikleri.....	19
Çizelge 4.1. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört gözlemdeki çimlenme sayılarına ait varyans analiz tablosu	24
Çizelge 4.2. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört gözlemdeki çimlenme sayılarına ait varyans analiz tablosu	24
Çizelge 4.3. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin çıkış (adet) ortalama değerleri ve Duncan grupları.....	26
Çizelge 4.4. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört biçim dönemindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu	26
Çizelge 4.5. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört biçim dönemindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu	27
Çizelge 4.6. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin bitki boyu (cm) ortalama değerleri ve Duncan grupları.....	28
Çizelge 4.7. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört biçim dönemindeki yaş ağırlığa ait varyans analiz tablosu.....	29
Çizelge 4.8. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört biçim dönemindeki yaş ağırlık ait varyans analiz tablosu	29
Çizelge 4.9. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin yaş ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları	30
Çizelge 4.10. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört biçim dönemindeki kuru ağırlığa ait varyans analiz tablosu	31
Çizelge 4.11. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört biçim dönemindeki kuru ağırlığa ait varyans analiz tablosu.....	31
Çizelge 4.12. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin kuru ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları.....	32
Çizelge 4.13. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin fosfor, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	33

Çizelge**Sayfa**

- Çizelge 4.14. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin fosfor, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....34
- Çizelge 4.15. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu34
- Çizelge 4.16. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....35
- Çizelge 4.18. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin mangan, nikel ve lityum konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....36
- Çizelge 4.19. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin alüminyum, selenyum ve molibden konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu36
- Çizelge 4.20. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin alüminyum, selenyum ve molibden ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....37
- Çizelge 4.21. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin vanadyum, kobalt ve arsenik konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu37
- Çizelge 4.22. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin vandyum, kobalt ve arsenik konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları...38
- Çizelge 4.23. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....39
- Çizelge 4.24. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....40
- Çizelge 4.25. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın bazı özelliklerine ait değerler.....41
- Çizelge 4.26. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu41
- Çizelge 4.27. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın mangan, bor, alüminyum konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu41
- Çizelge 4.28. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın berilyum, nikel, kobalt konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu42

Çizelge**Sayfa**

- Çizelge 4.29. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın arsenik, kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu42
- Çizelge 4.30. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın bazı özelliklerine ait değerler ve Duncan grupları.....43





ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Denemede kullanılan atık suyun alındığı yerin görünüm.....	17
Şekil 1.2. Bitki biçim dönemi şekli.....	21
Şekil 1.3. Toprak analizleri şekli.....	22





SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
ADF	Asit Deterjan Fiber
ADL	Asit Deterjan Lignin
AKM	Askıda Katı Madde
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
Be	Berilyum
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Cl	Klor
cm	Santimetre
Co	Kobalt
Cu	Bakır
ÇKM	Çözünmüş Katı Madde
DSY	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
EC	Elektriksel iletkenlik
E.Coli	Escherichia Coli
F	Flor
Fe	Demir
g	Gram
HP	Ham Protein

IC	İyon Kromatografisi
ICP	İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma
K	Potasyum
KM	Kuru Madde
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
ME	Metabolize olabilir enerji değeri
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Na	Sodyum
NDF	Nötral Deterjan Fiber
Ni	Nikel
NO₃	Nitrat
OES	Optik emisyon spektrometresi
P	Fosfor
Pb	Kurşun
pH	Hidrojenin Gücü
ppm	Milyonda Bir
SAR	Sodyum Absorbsiyon Oranı
Se	Selenyum
SO₄	Sülfat
TAKM	Toplam Askıda Katı Madde
Zn	Çinko
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Su canlı yaşamının devamı için vazgeçilmez olduğundan artan nüfusla birlikte suya ihtiyaçta gün geçtikçe artmaktadır. Yetersiz su kaynakları ve kaynakların kalitesinin bozulması dünyada kaygıyla karşılanmakta ve bu durum geleceğin başlıca sorunu olacağı tartışılmaktadır (Polat, 2013). Nüfusun hızla artmasına paralel olarak beslenme ihtiyacını karşılamak için tarımsal suya ihtiyaç da giderek artmaktadır. Türkiye'nin tarım arazisi, 78 milyon olan ülke yüz ölçümünün 28 milyon hektarını oluşturmakta ve bu alanın ekonomik olarak sulanabilecek 8.5 milyon hektarlık alanın 6.09 milyon hektarı sulamaya açılabilmiştir (Anonim 2015). Giderek artan su ihtiyacına nedeni ile tarımsal sulama ihtiyacının karşılanması için alternatif su kaynaklarının değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Özellikle arıtılmış atık suların kullanılabilir kaliteye getirildikten sonra tarımsal alanlarda kullanılması su kaynağı ihtiyacını ortadan kaldırmak için önemli bir alternatif olacaktır.

Sulanabilir alanların artırılması amaçlanırken, sulama suyu kaynakları aynı kalmakla birlikte son zamanlarda çevre kirliliğinin yanında doğal dengeninde bozulması sonucu, dünya sıcaklık değerlerinde artmış ve bazı bölgelerde, özellikle Akdeniz ikliminin hakim olduğu ülkelerde, düşük yağışlardan dolayı su kaynaklarında azalma gözlenmektedir (Çakmak ve ark. 2005).

Ülkemizdeki toprak potansiyeli su kaynaklarına oranla daha fazladır. Bu nedenle su, sulanabilir alanların genişletilebilme olanağının bulunması karşısında, bitkisel üretimi kısıtlayan en önemli faktör kabul edilmektedir. Sorunun çözümü için ya havzalar arası su iletimi gibi maliyeti yüksek yatırımlara gidilmeli; veya atık su kullanımı teşvik edilmeli, sulama sistemlerinin işletilmesinde yetersiz ve iklimin uygun olduğu yerlerde tamamlayıcı sulama teknikleri kullanılmalıdır; bunlarla ilgili araştırma ve planlamalar şimdiden yapılmalıdır (Çakmak ve Kendirli 2002; Kanber ve Ünlü, 2008).

Fakat fazla miktarda kullanılan su çok önemli sorunlara yol açmaktadır. Örneğin, yer altı su kaynakları gittikçe azalmakta, diğer su kaynakları kirlenmekte; böylelikle sulu tarım alanlarında çevresel sorun meydana gelmektedir. Bundan dolayı yenilenebilir doğal kaynaklardan biri olan su, belirli alanlarda bu özelliğini kaybetme

riski ile karşı karşıyadır. Değınilen durumun bir sonucu olarak, yeni su kaynaklarının sağlanması ve geliştirilmesi, çok pahalı hatta imkansız hale gelmektedir. Daha kötüsü, toplumun büyük bir bölümü, gelecekte, yeterli gıda üretiminde suyun engelleyici faktör olacağı ile ilgilenmemektedir (Çakmak ve Kendirli, 2001; IFPRI, 2004).

Ülkemizde turistik yapılaşmanın ve yatırımların yoğunlaştığı Ege-Akdeniz kesiminde arıtma tesislerin çıkış suları site yerleşimlerinde bahçe, park sulaması için değerlendirilirken, bazı yerlerde de stabilizasyon havuzlarında biriktirilerek tarımsal amaçla kullanılmaktadır. Tarım, su ve atık su sektörlerinde finansman ve teşvikle ilgili uygulamaların bu bağlamda mevzuatla güçlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, Ülkemizde şeker ve kağıt fabrikalarından kaynaklanan atık suların sulama işleminde kullanılması da yaygın ve uygun olan bir yöntemlerdir (Anonim, 2007; Aslan 2008)

Ulusal sulama suyu kalite standartları 1991 (Anonim, 1991) yılından bu yana yürürlükte olmasına rağmen, Türkiye’de önemli düzeyde su kıtlığı ile yüz yüze gelmediğinden dolayı, arıtılmış atık suların yeniden kullanımı henüz tam anlamıyla gündeme gelmemiştir. Yakın gelecekte, Türkiye için atık suyun yeniden kullanımı en önemli çevresel konu halini alacaktır (WHO, 2006; Arslan ve Alaton, 2007).

Kentsel atıksuların suda çözülmüş veya asılı halde inorganik ve organik madde içeriği suya oranla çok daha düşük konsantrasyonlardadır. Atık su içeriğinde bulunan organik maddeleri proteinler, deterjanlar, sabun, karbonhidratlar, lignin, yağlar, sentetik deterjanlar ve bunların ayrışmasından meydana gelen ürünler ile çeşitli doğal ve sentetik organik kimyasallar yer almaktadır. Kentsel atık suların bünyesinde evsel ve endüstriyel kaynaklı inorganik maddelerde bulunmaktadır. Evsel ve endüstriyel atık sular kıyaslandığında özellikle endüstriyel atık sular çinko, bakır, arsenik, krom, civa gibi toksik etkiye sahip elementler içerirler. Bu elementler insan sağlığı üzerinde toksik değerlere ulaşmasa bile bitki üzerinde toksik etkiye neden olabilirler. İnsan sağlığı açısından atık suların en büyük risklerinden biri patojenlerdir (Pescod, 1992).

Ülkemizde kaba yemin en önemli kaynağı çayır ve meralarıdır. Çayır ve meraları, aşırı ve erken otlatma, geç otlatma ve bakım işlerinin yapılamaması nedeni ile önemli ölçüde tahrip olmuştur. Bununla birlikte son zamanlarda entansif ve yarı entansif tarıma daha fazla uyum gösteren melez ve kültür hayvanlarımızın sayısında da yerli ırklara kıyasla önemli artışlar meydana gelmiştir. Dolayısı ile gittikçe entansif tarıma daha yatkın hale gelen mevcut hayvan varlığımızın kaba yem ihtiyacını

karşılama için yem bitkileri ekim alanlarının ve verimlerinin arttırılması zorunluluk haline gelmiştir (Yolcu ve Tan, 2008).

Yem bitkileri kaba yemin ana kaynağı olup en ucuz besin kaynağıdır. Ayrıca hayvan beslenmesinde kullanılan yem bitkileri içerdikleri mineral ve vitaminler sayesinde kaliteli hayvansal ürün elde edilmektedir. Yem bitkileri hayvan varlığımızın kaba yem ihtiyacını karşılamada, önemli bir role sahip olup sürdürülebilir kaba yem üretiminin olmazsa olmazıdır. Tarımsal faaliyetler içerisinde çok önemli bir yere sahip olan yem bitkileri tarımı, bitkisel ve hayvansal üretimin sigortası konumundadır. Tarım arazilerinde üretilen otlar öncelikle hayvanlar tarafından kullanılmakta et, süt vb. ürünlere dönüştürülerek bu ürünlerden de insanlar yararlanmaktadır (Soya ve ark., 2004). Yem bitkileri, ucuz bir kaynak olması, hayvanların mide mikro florası için gerekli besin maddelerini içermesi, mineral ve vitaminlerce zengin olması, hayvanların üreme gücünü artırması ve yüksek kalitede hayvansal ürün sağlaması bakımından hayvan beslemede önemlidir (Serin ve Tan, 2001).

Yem bitkileri üretimimiz, ülkemiz hayvan popülasyonunu yeterince beslemeye yönelik nitelik ve nicelikte değildir. Bu noktada, ruminantların suca zengin yem ihtiyaçlarının yıl boyu karşılanamamasının yanında, mevsimsel olarak bile tedarik edilmesinde büyük sıkıntılarla karşılaşmaktadır. Hâlbuki günümüzde kaliteli, ucuz ve bol kaba yem kaynağı olarak kullanılabilen yüksek verimli kültür yem bitkileri geliştirilmiştir. Bunlardan biri, İtalyan çimi (*Lolium multiflorum*)'nin bir varyetesi olan Karamba (*Lolium multiflorum* cv. caramba)'dır. Gelişmiş ülkelerde hayvancılıkta yaygın şekilde kaba yem olarak kullanılan karamba yem bitkisi geniş yapraklı, çok lezzetli, kuru madde, protein, kolay çözünebilir. Karbonhidratlar, mineral maddeler bakımından zengin olması ve biçim zamanına kadar bitki gövdesinin çabuk kabalaşmayıp taze kalması gibi özellikleri nedeniyle ülkemizdeki hayvancılığın kaba yem sorununu çözmede yardımcı olabilir gözükmektedir (Lenuweit ve Gharadjedaghi, 2002; Kuşvuran ve Tansı, 2005).

İtalyan Çimi'nin bir çeşidi olan halk dilinde "süt otu" olarak bilinen Karamba bitkisi Türkiye toprak ve iklim koşullarına iyi adaptasyon sağlayan tek yıllık bir yem bitkisidir. Süt otu orta kaliteli mera bitkilerine kıyasla HP, kolay fermente olabilen karbonhidrat ve mineral açısından daha zengin bir yapı gösterir. Lezzetli, sindirilebilir oranı yüksek ve fazla miktarda ME(Metabolize olabilir enerji değeri) içeriğine sahip

olup, yılda birden fazla biçim özelliğine sahiptir (Kesiktaş, 2010; Baldinger ve ark., 2011). Ruminant hayvan beslemede otlatılarak ya da biçimi yapılarak taze kullanılabilirdiği gibi, silajı yapılarak veya kurutularak da kullanılabilirdiği belirtilmektedir (Bernard ve ark., 2002; Cooke ve ark., 2008). Yapılan araştırmalarda İtalyan Çimleri'nin yüksek oranda (% 71-78) KM sindirilebilir özelliğine sahip olduğu (Catanese ve ark., 2009; Amaral ve ark., 2011), süt bileşimini ve verimini olumlu yönde etkilediği (McCormick ve ark., 1990; McCormick ve ark., 1998; Miller ve ark., 2001), çiftlik hayvanlarının canlı ağırlık artışında etkili olduğu (Zaman ve ark., 2002; Van Niekerk ve ark., 2008) belirtilmektedir.

Besin madde kompozisyonu yüksek sindirilebilirlik oranı ve enerji değerine sahip olan süt otu, hayvanların gereksinimlerini rahatlıkla karşılayabilir niteliktedir ve, lezzetli olmasından dolayı yüksek tüketilebilirlik potansiyeline sahiptir. Örneğin yetişkin bir inek günde ortalama 100-150 kg Karamba otunu tüketebilir. Besi sığırları, ham düveler ve özellikle "süt otu" olarak verimi artırıcı açısından laktasyon dönemindeki ineklerin beslenmesinde kullanımı uygundur (Tıknaçoğlu, 2006).

Genel olarak buğdaygil kaynaklı kaba yemlerinin, süt ineklerinde ME ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamadığı belirtildi (Hopkins ve ark., 2002), rahat sindirilme özelliği sayesinde süt veriminde meydana getirdiği artış ve besin madde içeriği ile kuru madde oranı yüksek olmasından dolayı beside kondüsyon düşüklüğüne sebep olmayıp canlı ağırlık artışı sağladığı, tüylerde parlaklık meydana getirdiği, ve dışkıda herhangi bir olumsuzluğa sebebiyet vermediği bildirilmektedir (Anonim, 2010).

Bu çalışmanın amacı hızlı büyüme ve gelişme özelliğine sahip Karamba (süt otu) bitkisinin Van ili kentsel atıksuları ile yetiştirme potansiyelini belirlemek ve bitkideki besin elementi ve ağır metal birikimini tespit etmektir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Tek yıllık buğdaygil yem bitkisi olan İtalyan çimi (*Lolium multiflorum*)'nin bir varyetesi olan Karamba (*Lolium multiflorum* cv. *caramba*), oldukça yüksek bir verime sahiptir. Avrupa orjinlidir ve ılıman iklim koşullarına kolay adapte olur. Bu özelliği sayesinde dünyanın ve ülkemizin hemen her bölgesinde yetiştiriciliği yapılabilir. İdeal gelişme sıcaklığı 18-24 °C olup 6-32 °C arasında her sıcaklıkta gelişebilmektedir. Dona karşı dayanıklıdır. Akdeniz ve Ege bölgelerinde kış aylarının iklim koşullarında tek yıllık çim yetiştiriciliğinin çok sayıda avantajı vardır (Lenuweit ve Gharadjedaghi, 2002; Kuşvuran ve Tansı, 2005).

Karamba bitkisinde suda çözünebilir karbonhidratların özellikle frukton ve sükrozların oranı oldukça yüksektir bu durum bitkinin daha çok vejetatif dokularında görülür. Bunlar yeni oluşacak bitkiler için fotosentetik kapasitenin yeniden oluşmasına yardımcı olarak suda çözünebilir karbonhidrat kaynakları olarak destekte bulunurlar (Sandrin ve ark, 2006). Karamba bitkisi yapraklanma evresinde vitamin ve mineral içeriği açısından oldukça iyi durumdadır (Bernard ve ark, 2002; Humphrey ve ark, 2006).

Bazı tek yıllık çim bitkilerinin morfolojik ve yem değerlerinin incelendiği bir çalışmada bitki materyali olarak Karamba bitkisi seçilmiştir. Çalışma Ankara koşullarında yapılmış ve bitki 3 defa biçilmiştir. Karamba bitkisinin birinci, ikinci ve üçüncü biçimindeki yeşil ot verimleri sırasıyla 193.99 kg/da, 313.89 kg/da ve 254.05 kg/da olarak bulunmuştur (Darvishi, 2009).

Karaman ilinde Kesiktaş (2010), tarafından yapılan bir çalışmada karambanın yeşil ot verimi 1334.6-1814.5 kg/da, kuru ot verimi ise sırası ile 398.7-550.2 kg/da olarak bulunmuştur.

Özelçam ve ark (2015), yaptıkları bir çalışmada Karamba bitkisinin üç farklı formunda (taze, silajı ve kuru ot) HP miktarını % 12.83-8.91 arasında, NDF içeriğini % 57.41-63.70 düzeyinde, ADF ve ADL içeriklerini ise sırasıyla % 35.32-43.29 ve % 5.55-8.86 arasında bildirmişlerdir. Üç farklı formunun KM ve organik madde (OM) sindirilebilirliklerinin ise sırasıyla % 73.01-79.58 ve % 74.44-81.37 arasında olduğu ve bu iki parametre yönünden önemli bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Çalışma

sonucunda, Karamba bitkisinin taze olarak, silajı yapılarak ya da kurutulularak ruminant beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Azotlu gübrenin yeşil ot, ham protein ve kuru madde verimleri üzerine yapılan bir çalışmada bitki materyali olarak Karamba bitkisi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek yeşil ot, ham protein ve kuru madde oranı en yüksek azot dozu uygulamasından elde edilmiştir. İlk yıl sıra aralıklarının yeşil ot verimi hariç diğer özellikler üzerinde önemli bir etkisi olamamıştır. İkinci yıl yapılan gözlemlerde sıra aralığı arttıkça kurum madde oranı ve ham protein oranının azaldığı saptanmıştır (Özaslan-Parlak ve ark 2007).

Karamba bitkisi ülkemizde uygun iklim ve bakım koşullarında kuru-sulu arazi şartlarında yılda 10-20 ton/da yeşil ot, 2-3 ton/da kuru ot alınabileceği saptanmıştır (Anonim, 2010).

Çukurova koşullarında yapılan bir çalışmada Karamba otunun yeşil ot verimi 3102 kg/da, kuru ot verimi ise ortalama olarak 695 kg/da olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada bildirilen Ege, Çukurova ve Samsun koşullarında yapılan bazı araştırmalarda da, yıllık yeşil ve kuru ot verimlerinin aynı bölgelere göre sırasıyla 504-1932 kg/da, 2306-8944 kg/da, 2400-3500 kg/da ve 560-728 kg/da, 587-1180 kg/da ve 153-574 kg/da arasında bulunduğu belirtilmiştir (Kuşvuran ve Tansı 2005).

İtalyan çimleri avantajlarının incelendiği bir çalışmada, mısır ile münavebeli ekilebilmesi, mısır hasadından sonra toprakta arta kalan azotu iyi kullanabilmesi, toprak erezyonunu azaltması, hayvanların yem ihtiyacını lezzetiyle ve besin içeriğiyle karşılayabilmesi, çiçeklenme başlangıcında hasat edildiğinde hızla kurumması, kurşun, bakır, çinko, kadmiyum, florür, klorür, için biyolojik akümülatör olması önemli avantajlarındandır (Lenuweit ve Gharad Jedaghi, 2002; Kuşvuran ve Tansı 2005).

İtalyan çim silajına farklı enerji kaynakları (dane ya da ezme mısır, kaba mısır unu) eklenmesi, tek başına kullanımına oranla hayvanlarda performansı arttıracığı ve süt verimi ya da kompozisyonu üzerine herhangi bir olumsuz etkide bulunmayacağı gösterilmiştir (Cooke ve ark, 2009).

Ayrıca İtalyan çiminin yonca ile karışımı hayvanın performansını, karkas kalitesini ve otlatma sezonunun uzunluğunu iyileştirmede etkili olduğu da belirtilmektedir (Lemus, 2009). Dünya nüfusu hızla artmakta ve su kaynakları giderek azalmaktadır.

Bu durum atık suların özellikle tarımda kullanımını gündeme getirmekte ve yaygınlaştırmaktadır.

Örneğin Meksika'da 250.000 hektarlık alan atıksu ile sulanmaktadır. Tunus'ta 2000'li yıllarda geri kazanılmış atıksu miktarının, tüm yer altı su kaynaklarının %10'una tekabül edeceği tahmin edilmektedir (Al-Shammiri ve ark 2005).

Ürdün'de arıtım işleminden geçmiş atık suların %100'ü kullanılmaktadır. Güney Kıbrıs'ta bu oran %25'tir Aynı şekilde Çin, Vietnam, Pakistan, Ürdün, Hindistan, Suudi Arabistan gibi ülkelerde' de atık suyun tekrardan kullanımı konusunda çalışmalar giderek artmaktadır (Fatta, 2005).

Atıksuların geri kazanılmasında kullanılacak teknoloji seviyesi, geri kazanılacak suyun kullanılma amaçları ile doğru orantılıdır. Eğer tarımsal veya yeşil alan sulamasında kullanılacak ise biyolojik arıtma çıkışının iyi bir şekilde dezenfeksiyonu yeterli olabilir. Doğrudan veya dolaylı bir geri kazanım söz konusu ise daha ileri arıtma alternatifleri (membran teknolojileri, aktif karbon ve ileri oksidasyon yöntemleri vb.) kullanılmalıdır (Anonim 2011).

İtalya'da yapılan bir çalışmada aktif çamur sisteminden çıkan suyu kullanarak yapılan seri çalışan Filtrasyon + Perasetik asit + UV 'den oluşan pilot sistemde arıtılma işlemi yapılmıştır. Buna göre, TAKM, bulanıklık, KOİ, toplam koliform, E.Coli, Giardia, Cryptosporidium değerleri ölçülerek pilot sistemin verimi incelenmiştir. Sonuç olarak, tamamen giderilemese de filtrasyon ile bahsedilen mikroorganizmaların önemli derecede giderildiği, %89 oranında AKM, % 45- 60 oranında bulanıklık giderimi tespit edilmiştir. Bu sistemden çıkan sular, fidanlıklardaki 3 tip bitkiye verilmiş ve bitkilerin büyüme hızları gözlenmiş, ileri arıtma sisteminden çıkan suyun, bitki gelişiminde gübre desteği almış şebeke suyu ile aynı etkiyi yaptığı saptanmıştır (Lubello ve ark 2004).

Karataş ve ark (2005). İzmir ilinde oluşan evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların arıtıldıktan sonra denize deşarj edilmesi yerine Menemen Ovasında sulama suyu olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu amaçla, biyolojik arıtma işleminden geçirilen İzmir evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların, bazı sulama suyu kalite parametreleri yönünden sulamaya uygunluğu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği ve ilgili literatür ışığında incelenmiştir. Sonuç olarak İzmir kentsel arıtılmış atık suyunun, toplam tuz, EC, ÇKM, SAR, DSY ve Cl açısından bir çok bitkinin tolerans

sınırını aştığı ve dolayısıyla mevcut durumuyla bu suların sulamada kullanımının mümkün olmadığını belirtmişlerdir.

Doğan (2003). Şanlıurfa' da yaptığı bir çalışmada, şehir merkezinden geçen, evsel ve sanayi atık sularının döküldüğü Karakoyun deresi suyu ile sulanan soğan bitkisinde toksik element birikimini araştırmıştır. Çalışmada, kullanılan atık suda, As, Cu ve Cd elementlerinin sulama suları için sınır değerlerinin üzerinde olduğu vurgulanmıştır. Sonuçta, araştırmacılar, soğan bitkisinde biriken Cd miktarının, daha önce yapılmış çalışmaların ışığında, insan sağlığı için zararlı etkileri bulunacağını bildirmiştir.

Mersin ilinde farklı noktalardan alınan su örnekleri ile yetiştirilen bazı sebzelerde yüksek oranda bakır (Cu) ve mangan (Mn) bulunduğu saptanmıştır. Değerlerin yüksek olması, tarımsal alanlarda pestisit ve gübrelerin yoğun şekilde kullanılmasından kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir (Kumbur ve ark 2008).

Atık su ve gübre uygulamasına bağlı olarak bitkilerde gelişimin arttığı belirtilmiştir (Özcan 2007, Day ve Tucker 1977). atık suyun tahıl üretiminde verimi artırdığını bu yüzden sulama suyu olarak kullanılabileceğini saptamışlardır.

Huma ve ark. (2012). Evsel ve endüstriyel atık suların çeşitli bitkilerin (*Brassica juncea* L., *Brassica napus* L., *Coriandrum sativum* L., *Nigella sativa* L., *Trigonella foenum – graecum* L., *Hordeum vulgare* L.) tohum çimlenmesi ve fide büyümesini önemli oranda etkilediğini saptamışlardır.

Akın ve ark (2013). Farklı bor konsantrasyonuna sahip Porsuk, Kocasu ve Emet Çayları' nın (Kütahya) sularını, lahanana (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) bitkisinin bazı çimlenme parametreleri ve fide gelişimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Borun lahananın kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerinde olumsuz, gövde gelişimi üzerinde olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca Emet Çayında ki bor miktarının bitki yetiştirmek için tehlikeli boyutta olduğu tespit edilmiştir.

Gaziantep'te Organize Sanayi Bölgesi atık suları ile sulanan domates (*Lycopersicon esculentum* L), biber (*Capsicum annuum* L.), patlıcan (*Solanum melongena* L.) ve mısır (*Zea mays* L.) gibi bitkilerin farklı organlarında (kök, gövde, yaprak) kurşun (Pb) birikimlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, Pb miktarının kontrol grubuna göre atık su uygulananlarda arttığını ve Pb miktarının kök > gövde > yaprak şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Gaziantep Organize Sanayi

Bölgesi atık sularının tarımsal alanlar için sulama suyu olarak kullanılmasının uygun olmadığını bildirmişlerdir (Kafadar ve Saygıdeğer 2010).

Fendri ve ark (2013). İşlenmiş ve işlenmemiş kentsel atık suyun *Avena sativa* L. (yulaf)'nın tohum çimlenmesi, fide büyümesi, amilaz ve lipaz faaliyetleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, işlenmemiş atık suyun doğada yüksek oranda toksik etkiye sahip olduğu, çimlenme ve fide büyümesi üzerine olumsuz etki gösterdiği belirtilmiştir. Lipaz ve amilaz faaliyetlerinin işlenmemiş atık su ile yulaf tohumlarında azaldığı bildirilmiştir.

Şahin ve ark (2011). Dokuz Sele Çayı'na (Ulubey-Uşak) karışan sanayi atıkları ile sulanan bazı kültür bitkilerinin çimlenme ve gelişmesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sanayi atık suyu ile sulanan, mısır (*Zea mays* L.), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve yemlik pancarın (*Beta vulgaris* L. ssp. *crassa* Mansf.) çimlenme, boy ve ağırlık artışının önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak atık su çimlenme ve gelişme üzerine olumsuz etkiye neden olduğundan dolayı bu bitkiler için sulama suyu olarak kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir.

Aybeke ve ark (2000). zeytinyağı fabrikası atık suyu ile yetiştirilen buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kök ucu hücrelerinde mitoz bölünme ve total protein miktarını incelemişlerdir. Zeytinyağı fabrikası atık suyunun farklı uygulama dozları ile sulanan buğday tohumlarında çimlenme oranının düştüğü, ayrıca mitotik anormalliklerin ve sıklığının arttığını saptamışlardır. Buğdayda ki protein miktarlarında uygulama dozu ve süresine bağlı olarak düşüş saptamışlardır.

Güneysu (2004). Çanakkale ilindeki sanayi kuruluşu atık sularının ekonomik öneme sahip bitki türü olan *Allium cepa* L. (soğan), *Vicia faba* L. (bakla), *Phaseolus vulgaris* L. (fasulye), *Capsicum annuum* L. (biber), *Lycopersicon esculentum* L. (domates) üzerinde enzimatik ve genetiksel değişimlerini incelemiştir. Çalışmada, farklı dozlarda uygulanan atık suyun soğan ve bakla kök ucu meristem hücrelerinde, konsantrasyona bağlı olarak çeşitli kromozom anomalilerine neden olduğunu saptamıştır. Anafazda kutup kayması, kalgın kromozom, fragment oluşumu ve düzensiz kromozom dağılımı tespit edilmiştir. Ayrıca 4 bitki türünde kontrole göre peroksidaz enzim aktivitesinde azalma olduğu saptanmıştır.

Gaziantep atık sularından etkilenen toprak ve bu topraklarda yetişen patlıcan, biber ve domates sebzelerinin yenen kısımlarında Cu, Co, Mn, Zn ve Fe' in

konsantrasyonlarını belirlemek ve sağlık risklerini açığa çıkarmak için yapılan çalışmada, Cu, Co, Mn, Zn ve Fe' in bazı noktalarda ulusal ve uluslararası sınır değeri aştığı, toprak numunelerinde ise sınır değeri aşmadığı tespit edilmiştir. Ancak uzun sureli atık suya maruz kalmış toprak ve bitkilerde metal konsantrasyonlarında artışa neden olacağı bildirilmiştir (Deveci, 2012).

ğl bitkisinin atıksu ile yapılan sulamaların sonucunda sulama sayısı ile doğrusal olarak Zn Pb Ni Mn Cr Fe Cu ve Cd yoğunluğunun arttığı sonucuna ulaşmışlardır (Chaudri ve ark., 1992). Atık sular ile sulama yapılan mısır bitkisinin ağır metal alımı ve ürün miktarına toprak kirlenmesinin etkisi konulu araştırmalarında, toprak kirliliğindeki artış ile orantılı olarak bitki bünyesinde Zn Cd Pb ve Cu ieriğininde arttığı, bu artışın bakır ve kurşuna göre kadmiyum ve inkoda daha da belirgin olduğu saptanmıştır (Metz ve ark., 1992).

Kore Zn-Pb maden ocağı çevresindeki eltik arazilerindeki su, bitki ve topraktaki mevsimlik metal değişimi ve çevresel kirliliği ile ilgili yapılan çalışmada; maden ocağında bulunan metallerin dışarı akmasından dolayı; metallerin boşaltıldığı uygulama alanındaki numunelerden, maden ocağı çevresindeki eltik tarlaları toprağında ve sulama sularında Zn Pb Cu ve Cd; yoğunlukları daha yüksek olduğu saptanmıştır (Jung ve ark., 1997). Madencilik alanları çevresinde elde edilen pirinç bitki gövdesi, yaprak ve hububatta yüksek düzeyde metal seviyesi belirlenmiştir (Jung ve ark., 1997).

Soya bitkisi tohumlarının gelişiminde metal kirletici maddelerden Cd ve Ni etkilerinin incelendiği çalışmada; kadmiyum ve nikelin klorit tuzları, soya bitkisinin gelişiminde kullanılan ozeltinin içine eklendiler ve kirletici maddelere bitkilerin verdiği yanıt incelenmiştir. Kullanılan her iki metalde bitki biomass ve tohum üretimi önem arz edecek derecede azaltmıştır. Birikimin köklerde diğer kısımlara oranla daha çok olduğu tespit edilmiştir. Nikel bütün bitki parçasında, özellikle tohumlarda kadmiyuma oranla daha hareketli olduğu; olgun tohumların dokuları içinde nikelin en yüksek konsantrasyonları, eksen ve testada belirlemişlerdir (Malan ve ark., 1998).

Arıtılmış sular; tarımsal sulama ve arazi sulaması, endüstriyel uygulamalar, yüzey sularına verme ve yeraltı sularına deşarj, şehir temizliği, yangın, inşaat gibi klasik uygulamalarda tatlı suların yerine kullanılabilecek kaynaklar olarak öne çıkmaktadır (Meneses ve ark., 2010).

Atık su kullanımı yaygın biçimde ve farklı amaçlar için son zamanlarda dünya genelinde artış göstermektedir. Özellikle su eksikliğine tedbir amaçlı, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde tarımsal alan sulamada, kullanım miktarı her geçen gün artmaktadır (Hamoda 1998; Hamdy ve Lacirigniola 1999; Shatanawi ve ark. 2010).

Atık sular alternatif su kaynaklarının en önemli su guruplarından biridir ve bunlar arasında en önemlisi arıtılmış sulardır. (Aşık ve ark., 1997). Atık suların asırlardır sulama amacı ile kullanıldığı bilinmekte olup, günümüz su kaynaklarının azalması ile birlikte daha da önem arz etmektedir. (Filibeli ve Yüksel, 1994). Atık suların sulama amacıyla kullanılması durumunda atık suyun tuzluluk değerleri göz önünde bulundurulmalı ve kontrollü olarak kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Çay, 2013). Yapılan bir çalışmada, atık suların reaksiyonunu (pH) 12 veya daha yukarı çıkaracak miktarda kireç ilave edilmesi ile mikroorganizmalar için uygun olmayan ortamların oluşturulduğu, bunun sonucu olarak da arıtma çamurunun ayrışmadan kaldığı ortaya konmuştur (Akyarlı ve Şahin, 2005).

Toprak bünyesine atık sularla bulaşan ağır metaller, toprakta birikmektedir. Biriken bu ağır metaller toprak Ph değerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir ve ağır metallerin topraktaki aktiviteleri genellikle toprağın Ph değeri ile ters orantılı olarak değişmektedir (Sarı, 2009).

Endüstriyel atık sular ağır metal içeriği bakımından önemli bir kirletici olarak, ya hiç arıtılmadan ya da bir ön arıtmadan sonra kanalizasyon sistemine boşaltılmaktadır. Su ortamında bulunan ve belirli bir yoğunluğu aşan her madde canlılar için zarar teşkil etmektedir. Bazı maddeler az miktarda olmasına rağmen toksik etki gösterebilmektedir. Bunların başında kadmiyum (Cd), kobalt (Co), nikel (Ni), krom (Cr), bakır (Cu), çinko (Zn), arsenik (As), kurşun (Pb), mangan (Mn), gümüş (Ag) ve selenyum (Se) gibi ağır metaller sayılabilir (Yıldız, 2004).

Kurşun endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerde yaygın olarak kullanılmasından dolayı çevrede sık rastlanılan bir elementtir. Otomobil endüstrisi, batarya ve benzin katkısı olarak tetraetil ve tetrametil olarak kullanılmasının yanı sıra kurşun içeren pestisitlerin kullanılmasıyla da topraklara ulaşabilmektedir. Kurşun elementi bitkiler için mutlak gerekli değildir ve toprakta 15-40 ppm dozunda bulunur, topraktaki kurşun konsantrasyonu 150 ppm'in altındaysa insan ve bitki sağlığı açısından tehlike oluşturmaz. Ancak 300 ppm'i aştığında potansiyel olarak insan sağlığı açısından

tehlikelidir (Dürüst ve ark., 2004). Kurşun elementi, hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini olumsuz etkilemesi, stoma hareketlerini ve yaprak alanını azaltması nedeniyle bitki su ilişkisini etkilemektedir. Ayrıca kökler tarafından tutulması ve kök gelişimini azaltması nedeniyle bitkilerin katyon ve anyon alımını azaltmakta dolayısıyla besin alımını etkilemektedir (Sharma ve Dubey, 2005).

Bitki bünyesinde toksik seviyeye ulaşan kromun bitkide etkilediği ilk fizyolojik olay tohum çimlenmesidir. Krom, amilaz aktivitesi ve embriyoya şeker taşınmasını azaltması ve proteaz aktivitesini arttırması sonucunda tohum çimlenmesini engeller. Yapılan bir çalışmada toprakta 500 ppm Cr+6 bulunmasının, fasulye tohumlarının çimlenmesini % 48, 20 ve 80 ppm Cr+6 bulunması ise şeker kamışı bitkisinde tomurcuk çimlenmesini %32-57 oranında azalttığı belirlenmiştir (Jain ve ark., 2000).

Krom kök hücrelerinin bölünme ve uzamasını engelleyerek kök gelişimini engeller. Bu durum topraktan alınan bitki besin maddesi ve suyun azalmasına yol açarak bitki büyüme ve gelişmesini azaltır. Dolayısıyla önemli düzeyde verim ve kalite azalması görülür (Khan ve ark., 2000).

Bakır ve Çinko gibi ağır metaller normal bitki büyümesi ve gelişmesi için kofaktör olarak gereklidir, ancak bu mikro besin elementleri ile Kadmiyum, Nikel ve Kurşun gibi ağır metallerin fazlalığı bitkilerde toksik etki yapmaktadır (Doğan, 2003).

Nikel 'in toprakta bulunan toplam tolere edilebilir seviyesi 100 mg/kg civarındadır. Bitkilerin normal koşullarda Nikel içerikleri kuru madde üzerinden 1 mg/kg'yi aşmamaktadır. Bitkilerde Nikel güçlü bir toksit etkisi yapar. Nikel' in ağır metaller içerisinde, özellikle çinko' dan 8 kat daha fazla zehirli olduğu bilinmektedir. Nikel zehirlenmesinin bitkiler üzerinde belirtileri; tahıllarda yapraklar üzerinde boydan boya solgun sarı çizgiler oluşumu, bitki köklerinde tahribat, daha sonra tüm yaprakta beyazlaşmadır. Yüksek dozlarda ise yaprak uçlarında yanma başlamaktadır (Yıldız, 2004).

Çinko, kanalizasyon suları, sanayi bölgelerinden bırakılan endüstriyel atık sular, ve asitli yağışların Çinko üzerine yapmış olduğu aşındırıcı etki sonucu çevrede konsantrasyonu artan ve toksik düzeylere ulaşan bir elementtir. Zn oranı toprakta fazla miktarda bulunduğu zaman Zn zehirlenmesi ortaya çıkmaktadır. Arıtma çamurları ve katı atıklar çok yüksek Zn içeriğine sahip olup, depolanması veya araziye verilmesi halinde topraklarda Zn birikimi ve toksik belirtiler görülmektedir. Zn zehirlenmesi

yaygın olarak görülmeyen bir durumdur. Zn fazlalığı Cu'nun fonksiyonunu engeller. Metal halde bulunan Zn'nin erime noktasının üzerinde bir ısıya maruz kalması sonucu ortaya çıkan çinko oksit buharlarının solunması sonucu, önemli zararlar meydana gelebilmektedir. Yüksek oranlarda çinko klorür dumanları öldürücü etki gösterebilmektedir (Yıldız, 2004).

Kadmiyum'un, daha düşük oranları bitkiler, omurgasızlar ve omurgalılar için Çinko, Kurşun veya Bakır'dan çok daha yüksek oranda toksik olduğu bilinmektedir. Fitotoksisite, ağırlıklı olarak bitki türlerine ve ortamdaki kadmiyum oranına bağlıdır. Bitkilerde Kadmiyum zehirlenmesi tipik belirtileri, solma, kırmızı-turuncu yaprak rengi, büyümede azalma pirinç ve turp gibi farklı türler için belirlenmiştir. Kadmiyum, bitkinin metabolik süreçlerine müdahale eder, kök büyümesini engeller, iç ve dış kök yapılarında hasara, kökte hidroluk su iletkenliğinin azalmasına, besin absorpsiyonu ve besin dengesizliğine, klorofil içeriğinin azalmasına, stomaların açılması ve iletkenliğin azalmasına neden olur, fotosentez ile ilgili enzimatik faaliyetlere müdahale eder. Ağaç türlerinin de topraktaki Cd'ye duyarlı olduğu bildirilmiştir, ancak duyarlılık tarımsal ve bahçe bitkilerini etkileyen miktarlardan çok daha yüksek oranlardadır (Sarkar, 2002).

Herhangi bir işleme tabi tutulmamış atık suların sulama amacıyla kullanılması, su orjinli hastalık faktörlerinin artmasına neden olur. İnsan sağlığı ve Patojenler üzerine etkileri incelendiğinde, arıtılmış ve arıtılmamış atık sulara bağlı olarak ortaya çıkan enfeksiyonlar su yoluyla taşınan, yıkanarak giderilebilen, suyla bağlantılı vektörlerden kaynaklanan hastalıklar ve kötü sağlık koruma önlemlerinden dolayı meydana gelen enfeksiyonlar olmak üzere beş ana sınıf içinde gruplandırılabilir. Atık sular bünyesinde çok sayıda hastalık etmeni mikroorganizma (patojen) barındırmaktadır (Salgot, 2001).

Arıtma çamuru, oluştuğu endüstriyel kuruluşun çeşidine göre içinde; organik bileşikler, asitler, alkaliler, metal tuzları, fenoller, oksitleyiciler, boyalar, sülfatlar, hidrokarbonlar, yağlar, Fe, Cu, Al, Hg, Cd, As, Co, Pb, Cr, organik fosfor ve azot gibi maddeler içerebilmektedir (Taşatar, 1997).

Arıtma çamurları uygun stabilizasyon işlemlerinden(ısıt, biyolojik ,sürelî depolama vb) geçtikten sonra etkileri önemli derecede azalmakta ve verim açısından düşük potansiyele sahip topraklarda toprak düzenleyiciler olarak kullanılabilir (Tolay ve ark., 2000).

Tarla koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütölen bir çalışmada arıtma çamurunun arpa bitkisi üzerine etkileri ve bazı toprak yapısı üzerine etkileri incelenmiştir. Materyal olarak kullandıkları arıtma çamurunu 0, 20, 40 ve 60 t/ha olarak uygulamışlardır. Analizler için toprağın 8, 15 ve 25 cm derinliklerinden örnekler almışlardır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında arıtma çamurunun toprak pH'sını azalttığı, EC ve organik madde miktarlarının arttığı, alınabilir P, mikro besin elementleri ve ağır metallerin arttığını saptamışlardır (Mohammad ve Battikhi, 1997).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü iklim odasında yürütüldü. Denemede bitki materyali olarak *Lolium multiflorum* cv. Caramba kullanıldı. Araştırmada sulama materyali olarak Van İli Edremit İlçesi İleri Biyolojik Arıtma Tesisi çıkış noktasından alınan atıksu kullanıldı.

3.1.1. Deneme toprağı

Denemede kullanılan toprak örnekleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs alanında bulunan deneme alanından temin edilmiştir. 0-30 cm derinlikten alınan topraklar çuvalar ile Tarla Bitkileri Bölümü'ne getirilmiş ve serilerek kuru duruma gelene kadar bekletilmiştir. Daha sonra elekten geçirilerek iyice karıştırılmış, analizler için gerekli örnek alınarak kalan kısmı deneme saksılarına yerleştirilmiştir.

Toprak örneklerindeki kum, kil ve silt (%) fraksiyonları hidrometrik yöntemle belirlenmiş ve tekstür üçgeni yardımı ile tekstür sınıfına ulaşılmıştır (Bouyoucos, 1951; Anonim, 1951). Toprak reaksiyonu (Mclean, 1982), elektiriksel iletkenlik (Richards, 1954) ve organik madde (Nelson ve Sommer, 1982) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde belirlenmiştir.

Toprak örnekleri mikrodalga parçalama yöntemi (Advanced Microwave Digestion System, Ethos Easy) ile parçalanmıştır. Yaş yakma sonucu elde edilen numunede alüminyum (Al), bor (B) ve molibden (Mo) konsantrasyonları indüktif olarak eşleştirilmiş plazma- kütle spektrometresi (ICP-MS) ve demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), kobalt (Co), nikel (Ni), berilyum (Be), selenyum (Se), vanadyum (V), arsenik (As), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve krom (Cr) konsantrasyonları indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri

Özellikler	Miktarlar
Tekstür sınıfı	Tınlı
Kum (%)	20
Kil (%)	46
Silt (%)	34
Ph	8.26
EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)	346.2
Organik Madde (%)	1.57
Demir (Fe) (ppm)	102.2
Bakır (Cu) (ppm)	0.113
Çinko (Zn) (ppm)	0.213
Mangan (Mn) (ppm)	2.471
Bor (B) (ppm)	0.665
Alüminyum (Al) (ppm)	308.7
Molibden (Mo) (ppm)	-
Berilyum (Be) (ppm)	0.0009
Selenyum (Se) (ppm)	-
Vanadyum (V) (ppm)	-
Nikel (Ni) (ppm)	0.448
Kobalt (Co) (ppm)	0.071
Arsenik (As) (ppm)	0.116
Kurşun (Pb) (ppm)	0.026
Kadmiyum (Cd) (ppm)	0.0006
Krom (Cr) (ppm)	0.377

3.1.2. Denemede kullanılan atık su

Denemede kullanılan atık su Edremit/Van İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyundan her sulama için ayrı ayrı su alınmıştır. Aynı gün plastik bidon içerisine alınan atık su iklim odasına getirilerek sulama suyu olarak kullanılmıştır. Her sulama için alınan atık suda pH ve EC analizi yapılmış ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği' nde (Anonim,1991) belirtildiği şekilde saklanmıştır. Yönetmelikte belirtilen saklama sürelerine sadık kalınarak biriken numuneler karma haline getirilerek analizler yapılmıştır. Deneme süresince saklama koşul ve sürelerine dikkat edilmiştir.

Edremit/Van İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, toplam 24.772,12 m² saha üzerine kurulmuş olup, tesisin çalışmaya başlama tarihi 11.12.2014'dür. Birinci aşamada 50.000 kişiye hizmet vermekte olan tesisin arıtma kapasitesi 10.400 m³/gündür. İkinci aşamada ise 100.000 kişiye hizmet verecek olan tesis 21.840 m³/gün

atık su arıtacaktır. Atık su arıtma tesisi karbon gideriminin yanı sıra azot ve fosfor giderimini de gerçekleştirmektedir. Prosesin Üniteleri; Terfi Merkezi, İnce ve Kaba Izgara, Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucular, Debimetre ve Anaerobik Havuz, Havalandırma Havuzları, Çamur Susuzlaştırıcı Binası, Son Çöktürme Havuzu, Ana Dağıtım ve Dağıtım, Geri Devir ve Toplama, Çıkış Yapısından oluşmaktadır. Tesis çıkış suyu kalitesi Avrupa Birliği Standartları'na uygundur. Tesisten çıkan arıtılmış su Van Gölü'ne verilmektedir (VASKİ, 2018).

Denemede sulama suyu olarak kullanılan arıtma tesisi çıkış suyunda reaksiyon (Mclean, 1982) ve elektiriksel iletkenlik (Richards, 1954) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde belirlenmiştir. Alüminyum (Al), bor (B) ve molibden (Mo) konsantrasyonları indüktif olarak eşleştirilmiş plazma- kütle spektrometresi (ICP-MS) ve demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), lityum (Li), nikel (Ni), kobalt (Co), berilyum (Be), selenyum (Se), vanadyum (V), arsenik (As), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve krom (Cr) konsantrasyonları indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 3.2'de verilmiştir. Ayrıca atık suyun alındığı tarihlerdeki bazı özelliklerine ait değerler VASKİ'den alınmış ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Denemede kullanılan atık suyun alındığı yerin görünüm.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan atık suyun bazı özellikleri

Özellikler	Miktarlar	Sınır Değerler*
pH	7.81	6.5-9
EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)	654	250-3000
Demir (Fe) (ppm)	-	5-20
Bakır (Cu) (ppm)	4.21	0.2-5
Çinko (Zn) (ppm)	8.84	2-10
Mangan (Mn) (ppm)	9.02	0.2-10
Bor (B) (ppm)	-	0.5-2
Alüminyum (Al) (ppm)	0.06	5-20
Molibden (Mo) (ppm)	-	0.01-0.05
Berilyum (Be) (ppm)	-	0.1-0.5
Selenyum (Se) (ppm)	-	0.02-0.02
Lityum (Li) (ppm)	2.39	2.5-2.5
Vanadyum (V) (ppm)	0.68	0.1-1
Nikel (Ni) (ppm)	3.93	0.2-20
Kobalt (Co) (ppm)	0.283	0.05-5
Arsenik (As) (ppm)	0.891	0.1-2
Kurşun (Pb) (ppm)	0.159	5-10
Kadmiyum (Cd) (ppm)	0.025	0.01-0.05
Krom (Cr) (ppm)	1.070	0.1-1

*AATTUT 2010

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan atık suyun alındığı tarihlerdeki bazı özellikleri

Atık Su Alım Tarihleri	Su pH	Kullanılan Atık Suyu Ait Bazı Değerler*					
		İletkenlik (µS/cm)	Çözülmüş Oksijen (mg O ₂)	Bulanıklık	Anlık KOİ	BOİ	Toplam AKM (mg/l)
19.12.2017	7.91	1134	2.85	5.06	-	-	3
27.12.2017	7.87	1156	2.78	6.07	-	-	4
04.01.2018	7.88	1149	2.90	6.00	-	-	4
12.01.2018	7.80	1123	2.26	5.06	-	-	1
20.01.2018	7.83	1336	2.58	5.70	-	-	1
28.01.2018	7.95	1200	2.91	9.28	-	-	5
05.02.2018	7.75	986	3.34	10.00	-	-	6
13.02.2018	7.77	1026	3.04	19.60	-	-	9
21.02.2018	7.81	1122	2.64	19.00	33	-	8
01.03.2018	7.90	1156	3.00	15.00	32	-	7
09.03.2018	7.91	1187	2.28	11.00	33	-	6
17.03.2018	7.88	1191	2.20	9.50	35	-	2
25.03.2018	7.85	1058	2.15	8.00	33	19.8	6
02.04.2018	7.88	1081	1.93	4.00	35	21.0	0
10.04.2018	7.87	1038	2.07	7.00	36	-	2
18.04.2018	7.90	1030	2.01	6.00	33	-	2
26.04.2018	7.80	1065	2.08	6.00	32	-	2
04.05.2018	8.01	1020	2.11	5.00	32	-	2
12.05.2018	8.04	1124	1.93	12.00	35	21.0	6
20.05.2018	8.11	1127	1.90	13.00	34	-	5
28.05.2018	7.94	1095	2.49	9.00	37	22	5
05.06.2018	8.05	1030	2.55	11.00	36	-	6

*Van Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü kayıtları.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Deneme 2018 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü iklim odasında; tesadüf parselleri deneme desenine göre yüksekliği 22,5 cm, taban çapı 7,5 cm ve üst çapı 10 cm olan saksılarda üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprağın doygunluk derecesi belirlenmiş ve

uygulama öncesi toprak numunesi alınmıştır. Araştırmada kentsel atıksuların Karamba bitkisinin gelişimine etkisini belirlemek için % 100 saf su (kontrol), %25 atıksu + %75 saf su, %50 atıksu + %50 saf su ve %75 atıksu + %25 saf su şeklinde uygulama yapılmıştır. Ekimden önce temel gübreleme olarak, bütün saksılara hacim hesabı ile azot, fosfor ve potasyum uygulanmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Her bir saksıya 15 adet tohum gelecek şekilde ekim yapılmış ve ekimden hemen sonra sulama belirlenen uygulamalar ile yapılmış ve bu sulama 8 gün ara ile tekrarlanmıştır. Her sulama için arıtma tesisinden yeni atık su alınmış ve her sulama suyundan analiz için numune alınarak uygun koşullarda saklanılmıştır. Ekimden 5 gün sonra 3 gün ara ile bir ay boyunca çimlenme sayımları yapıp kaydedilmiştir. Ekimden 29 gün sonra saksılardaki bitkiler 10 adet kalacak şekilde seyreltilmiş ve ardından ilk biçim gerçekleştirilmiştir. İlk biçimden sonra 8 gün ara ile deneme sonuna kadar ortamdan çekilme takibi yapılmıştır. Daha sonraki biçimler 20 gün ara ile yapılmış ve her biçimden hemen önce bitki boyu, biçim sonrası yaş ot, kuru ot miktarları belirlenmiştir. Karamba uygun hava koşullarında 20 günde bir biçime gelmektedir (Anonim 2018).

Her biçimden elde edilen materyal paketlenerek analiz için bekletilmiştir. Biçimlerden elde edilen bitki materyalleri paçal yapılarak element analizine tabi tutulmuştur. Deneme 6 ay sürmüş ve son toprak numuneleri alınmıştır. Bitki örneklerinde ve uygulama öncesi ve sonrası alınan toprak numunelerinde yapılan ölçüm ve analizler aşağıda belirtilmiştir.

3.2.2. Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemler:

3.2.2.1. Bitki boyu (cm):

Her bir saksıda bulunan bitkilerden rastgele seçilen beş bitkinin boyları cetvel yardımıyla cm olarak ölçülerek ortalaması alınıp kaydedilmiştir.

3.2.2.2. Yaş ağırlık (g/saksı):

Her bir saksıda bulunan bitkiler toprak yüzeyinden 3 cm yükseklikten makas yardımıyla kesilerek ayrı ayrı hassas terazide tartılmış ve kaydedilmiştir. Biçim yüksekliği otlama kriteri baz alınarak yapılmıştır.



Şekil 1.2. Bitki biçim döneminden bir görüntü.

3.2.2.3. Kuru ağırlık (g/saksı):

Her bir saksıda bulunan yaş ağırlığı alınan bitkiler ayrı ayrı kese kağıtlarına koyulup etiketlenmiş ve 70 °C’de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir.

3.2.2.4. Bitkide bazı element konsantrasyonları (ppm):

Her biçim sonrası alınan bitki numunelerinde Kacar ve İnal (2008)’ın bildirdiği şekilde, yaş yakma yöntemi ile elde edilen ekstraktlarda alüminyum (Al) ve molibden (Mo) konsantrasyonları indüktif olarak eşleştirilmiş plazma- kütle spektrometresi (ICP-MS) ve fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), kobalt (Co), nikel (Ni), lityum (Li), selenyum (Se), vanadyum (V), arsenik (As), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve krom (Cr) konsantrasyonları İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde belirlenmiştir.

3.2.2.5. Hasat sonrası toprak örneklerinde pH ve EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$):

Her bir saksıda uygulama sonrası alınan toprak numunelerinde toprak reaksiyonu (Mclean, 1982) ve elektiriksel iletkenlik (Richards, 1954) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde belirlenmiştir.



Şekil 1.3. Toprak analizleri.

3.2.2.6. Hasat sonrası toprak numunelerinde bazı element konsantrasyonları (ppm):

Her bir saksıdan hasat sonrası alınan toprak numunelerinde Kacar ve İnal (2008)'in bildirdiği şekilde, yaş yakma yöntemi ile elde edilen ekstraktlarda alüminyum (Al), bor (B) ve molibden (Mo) konsantrasyonları indüktif olarak eşleştirilmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) ve demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), kobalt (Co), nikel (Ni), berilyum (Be), selenyum (Se), vanadyum (V), arsenik (As), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve krom (Cr) konsantrasyonları İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde belirlenmiştir.

3.2.2.7. Verilerin değerlendirilmesi

İstatistiksel analizler, IBM SPSS Statistics, Version 22.0 yazılımı (IBM Corp.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çıkış, bitki boyu, yaş ot verimi ve kuru ot verimine ait değerler her biçimde ayrı ayrı analize tabi tutulmuştur. Bitki materyalindeki element ve

hasat sonrası topraktaki element konsantrasyonlarına ait değerlerde ayrı ayrı istatistiki analiz yapılmıştır. İstatistiki analiz olarak ANOVA ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir.





4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karamba bitkisinin gelişimi

4.1.1. Çıkış ve ortamdaki çekilme

Farklı oranlarda atık su ve saf su (kontrol) ile sulanarak yetiştirilen Karamba bitkisinin çıkış gözlemleri 4 günde bir takip edilmiş ve alınan değerlere ait varyans analiz tabloları Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Çalışma sonuçlarına uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre atık su kullanımının bitkinin çıkışı üzerine bir etkisi bulunmamıştır.

Çizelge 4.1. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört gözlemdeki çıkış sayılarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Uygulamalar	3	1.194	0.000	2.750	0.306	0.661	1.000	0.270	0.925
Hata	8	2.167	1.500	1.750	2.000				
Genel	11								

Çizelge 4.2. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört gözlemdeki çıkış sayılarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		5	6	7	8	5	6	7	8
Uygulamalar	3	2.528	0.306	0.889	0.556	0.170	0.752	0.229	0.330
Hata	8	1.167	0.750	0.500	0.417				
Genel	11								

Çalışmada çıkış takibi 29 gün devam etmiş ve 3 günde bir bütün saksılarda çıkış yapan bitkiler belirlenerek kayıt altına alınmıştır. Elde edilen sonuçlara ait ortalama değerler Çizelge 4.3.'de verilmiştir. İstatistiki analiz her sayım dönemi için ayrı ayrı yapılmış ve 8 sayım döneminde de ortalamalar arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Çıkış gözlemlerinin tamamlanması sonrasında her saksıdaki bitki sayısı 10 adet olacak şekilde seyreltilmiştir. Her biçim öncesi saksılardaki bitkiler sayılarak ortamdaki

çekilme belirlenmiştir. Yapılan sayımlarda deneme süresince ortamdan çekilen bitki olmamıştır.

Çizelge 4.3. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin çıkış (adet) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Çıkış Sayım Dönemleri							
	1	2	3	4	5	6	7	8
%100S	4.0	6.0	9.7	11.0	13.3	13.7	14.3	14.3
%75S+%25AS	5.3	6.0	11.7	11.7	14.0	14.3	15.0	15.0
%50S+%50AS	5.0	6.0	10.0	11.7	12.0	13.7	13.7	14.0
%25S+%75AS	5.3	6.0	9.7	11.3	12.3	14	14.3	14.7

4.1.2. Bitki boyu

Araştırmada farklı oranlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin 8 biçim dönemindeki bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4. ve Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Her biçim dönemindeki verilere ait istatistiki analizler ayrı ayrı yapılmıştır. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre ikinci ve altıncı biçimlerde farklı sulama uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Birinci biçimde uygulamaların etkisi %5 seviyesinde önemli, diğer biçim dönemlerinde ise sulama uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört biçim dönemindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Uygulamalar	3	2.667	1.454	5.483	17.134	0.048*	0.413	0.001**	0.000**
Hata	8	0.830	1.354	0.385	0.433				
Genel	11								

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Birinci biçim döneminde en yüksek bitki boyu %100S (kontrol) uygulamasından 32.4 cm olarak alınmış ve bunu %50S+%50AS, %25S+%75AS uygulamaları aynı gruba oluşturacak şekilde takip etmiştir. En düşük bitki boyu ise 30,3 cm ile %75S+%25AS sulama uygulamasından alınmıştır.

Çizelge 4.5. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört biçim dönemindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		<u>Biçim Dönemleri</u>				<u>Biçim Dönemleri</u>			
		5	6	7	8	5	6	7	8
Uygulamalar	3	10.954	34.373	3.384	3.757	0.000**	0.490	0.006**	0.000**
Hata	8	0.447	38.945	0.384	0.153				
Genel	11								

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Üçüncü biçim döneminde en yüksek bitki boyu 29.9 cm ile %25S+%75AS uygulamasında belirlenmiş ve bunu aynı grupta olarak %50S+%50AS uygulaması takip etmiştir. En düşük bitki boyu ise %75S+%25AS sulama uygulamasından 26.8 cm olarak ölçülmüştür. Dördüncü biçim döneminde en yüksek bitki boyu %25S+%75AS sulama uygulamasından 29.6 cm, en düşük bitki boyu ise %100S ve %75S+%25AS uygulamalarından 24.5 cm olarak belirlenmiştir. Beşinci biçim döneminde en yüksek bitki boyu %100S ve %25S+%75AS uygulamalarından sırasıyla 24.6 cm ve 24.0 cm olarak alınmıştır. Bu dönemdeki en düşük bitki boyu ise %50S+%50AS uygulamasında tespit edilmiştir. Yedinci biçim döneminde en yüksek bitki boyu kontrol uygulamasından 23.7 cm olarak ölçülmüş ve bunu aynı grupta olan %25S+%75AS uygulaması 23.0 cm ile takip etmiştir. En düşük bitki boyları ise %50S+%50AS ve %75S+%25AS uygulamalarından sırasıyla 21.4 cm ve 22.0 cm olarak belirlenmiştir. Sekizinci biçim dönemine ait bitki boylarına bakıldığında en yüksek bitki boyu kontrol parsellerinden 25,3 cm olarak belirlenmiş ve bunu aynı grupta bulunan %25S+%75AS ve %50S+%50AS uygulamaları takip etmiştir. Bu biçim dönemindeki en düşük bitki boyu ise %50S+%50AS uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.).

Araştırma sonuçları farklı konsantrasyonlarda sulama suyu olarak kullanılan atık suyun bitki boyuna etkisinin çalışma süresince oldukça değişken olduğunu göstermiştir. En yüksek miktarda uygulanan atık suyun bitki boyunu genel olarak arttırdığını göstermiştir. İlk biçim dönemlerinde daha az belirgin olan bu durum çalışma ilerledikçe daha belirgin olarak görülmüştür. Saf su ile sulanan kontrol grubu ile en yüksek konsantrasyonda kullanılan atık suyun bitki boyu üzerine etkisi, diğer uygulamalara göre daha benzer olmuştur. Bhati ve Singh (2003), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. üzerinde sadece tekstil atık suyunun bitki büyümesini ve gelişimini azalttığı, belediye atık suyu ve tekstil atık suyunun birlikte kullanımının büyüme ve gelişim artışına neden

olduğunu, belediye atık suyu ile sulanan fidelerin en yüksek büyüme ve gelişmeye neden olduğunu bildirmişlerdir. Atık suyun bitki büyümesi ve gelişimi üzerine belirledikleri farklı etkilerin, kullanılan farklı atık sularda bulunan kimyasal maddelerin özellikle metal iyonların farklılığından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Yine bir başka çalışmada bira fabrikası atık suyunun mısır, ayçiçeği ve susam bitkilerinin bitki boyunu, uygulanan bira atık suyunun yüksek konsantrasyonlarının arttırdığı belirlenmiştir (Senthilraja ve ark., 2013).

Çizelge 4.6. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin bitki boyu (cm) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Biçim Dönemleri							
	1	2	3	4	5	6	7	8
%100S	32.4a	28.5	28.1b	24.5c	24.6a	21.1	23.7a	25.3a
%75S+%25AS	30.3b	27.6	26.8c	24.5c	22.4b	14.3	22.0bc	22.8c
%50S+%50AS	31.5ab	27.9	29.0ab	26.3b	20.3c	20.8	21.4c	24.2ab
%25S+%75AS	30.7ab	26.8	29.9a	29.6a	24a	21.3	23.0ab	24.9ab

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

4.1.3. Yaş Ağırlık

Araştırmada farklı oranlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin 8 biçim dönemindeki yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Her biçim döneminde elde edilen verilere ait istatistiki analizler ayrı ayrı yapılmıştır. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre farklı sulama uygulamalarının bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Birinci ve yedinci tartımda uygulamaların etkisi %5 seviyesinde önemli, diğer biçim dönemlerinde ise sulama uygulamalarının bitki yaş ağırlığına etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Birinci biçim döneminde en yüksek yaş ağırlık %25S+%75AS uygulamasından 7.42 g/saksı olarak alınmış ve bunu aynı gurupta bulunan %75S+%25AS ve %50S+%50AS takip etmiştir. En düşük yaş ağırlığı ise 6.81g/saksı değeri ile %100S uygulaması almıştır. İkinci biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlığı 7.09 g/saksı değeri ile %50S+%50AS uygulaması oluşturmuş ve en düşük yaş ağırlık değerini yine aynı guruptan olan 6.66 g/saksı değeri ile %75S+%25AS uygulaması oluşturmuştur.

Çizelge 4.7. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört biçim dönemindeki yaş ağırlığa ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Uygulamalar	3	0.245	0.129	0.849	0.621	0.046*	0.001**	0.004**	0.000**
Hata	8	0.058	0.008	0.082	0.006				
Genel	11								

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.8. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört biçim dönemindeki yaş ağırlık varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		5	6	7	8	5	6	7	8
Uygulamalar	3	0.209	0.113	0.010	0.360	0.000**	0.000**	0.044*	0.000**
Hata	8	0.005	0.005	0.002	0.005				
Genel	11								

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Üçüncü biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlık 5.34 g/saksı değeri ile %25S+%75AS uygulaması oluşturmaktadır. En düşük yaş ağırlık değeri ise 4.10 g/saksı değeri ile %100S uygulaması oluşturmaktadır. Dördüncü biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlık 2.79 g/saksı %50S+%50AS uygulamasından ve bunu aynı grupta bulunan %25S+%75AS uygulaması takip etmektedir. En düşük yaş ağırlık değeri ise 1.95 g/saksı değeri ile %100S uygulaması oluşturmaktadır. Beşinci biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlık değeri 2.69 g/saksı değeri ile %25S+%75AS uygulaması oluşturmaktadır ve bunu sırası ile aynı grubu oluşturacak şekilde %100S ve %50S+%50AS takip etmektedir. En düşük değeri ise 2.13 g/saksı değeri ile %75S+%25AS uygulaması oluşturmaktadır. Altıncı biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlık 2.52 g/saksı değeri ile %25S+%75AS uygulaması oluşturmaktadır ve bunu aynı grupta yer alan %50S+%50AS ve %100S uygulamaları takip etmektedir. En düşük yaş ağırlık değerini ise 2.08 g/saksı değeri ile %75S+%25AS uygulaması takip etmektedir. Yedinci biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlık değerini 2.74 g/saksı ile %25S+%75AS uygulaması oluşturmaktadır ve bunu aynı grupta olacak şekilde %50S+%50AS uygulaması takip etmektedir. En düşük yaş ağırlık değerini ise 2.61

g/saksı değeri ile %100S uygulaması oluşturmaktadır. Sekizinci biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlık 3.52 g/saksı değeri ile %25S+%75AS uygulaması oluşturmaktadır. En düşük yaş ağırlık değerini 2.78 g/saksı değeri ile %100S uygulaması oluşturmaktadır.

Araştırma sonuçları farklı oranlarda sulama suyu olarak kullanılan atık su ve saf suyun bitki yaş ağırlığına etkisinin çalışma süresince oldukça değişken olduğunu göstermektedir. En yüksek miktarda uygulanan atık suyun bitki yaş ağırlığını arttırdığı saptanmıştır. Şahin ve ark.(2011) sanayi atıklarının karıştığı su ile sulanan bazı kültür bitkilerinin (mısır, ayçiçeği, fasulye ve yemlik pancar) çimlenme, boy ve ağırlık artışının önemli olduğunu saptamışlardır. Yapılan başka bir çalışmada Angin ve ark. (2005) tarla koşullarında lahana ve patates bitkilerinde atık su sulaması ile ilgili olarak ürün miktarının arttığını bildirmişlerdir. Tahıl üreticiliğinde atık su kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada atık suyun verimi arttırdığı saptanmıştır. Sonuç olarak atık suyun sulama açısından olumsuz bir etkisinin olmadığı sulama amaçlı kullanılabilceği bildirilmiştir (Day ve Tucker 1977).

Çizelge 4.9. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin yaş ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Biçim Dönemleri							
	1	2	3	4	5	6	7	8
%100S	6.81b	7.08a	4.10b	1.95b	2.68a	2.40a	2.61b	2.78c
%75S+%25AS	7.37a	6.66b	4.35b	1.98b	2.13b	2.08b	2.62b	2.86c
%50S+%50AS	7.04ab	7.09b	4.60b	2.79a	2.57a	2.43a	2.64ab	3.28b
%25S+%75AS	7.42a	7.04b	5.34a	2.72a	2.69a	2.52a	2.74a	3.52a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

4.1.4. Kuru ağırlık

Çalışmada farklı konsantrasyonlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin 8 biçim dönemindeki bitki kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10. ve Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre farklı sulama uygulamalarının bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri altı biçim döneminde önemli, iki biçim döneminde ise önemsiz bulunmuştur. Dördüncü tartımda uygulamaların etkisi %5 seviyesinde önemli, diğer biçim dönemlerinde ise sulama uygulamalarının bitki kuru ağırlığına etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin ilk dört biçim dönemindeki kuru ağırlığa ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Uygulamalar	3	0.001	0.001	0.003	0.002	0.630	0.302	0.01**	0.042*
Hata	8	0.001	0.001	0.000	0.000				
Genel	11								

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.11. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin son dört biçim dönemindeki kuru ağırlığa ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		5	6	7	8	5	6	7	8
Uygulamalar	3	0.004	0.002	0.001	0.008	0.009**	0.009**	0.01**	0.000**
Hata	8	0.001	0.000	0.000	0.000				
Genel	11								

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Üçüncü biçim dönemindeki en yüksek kuru ağırlık miktarı 0.62 g/saksı değeri ile %75S+%25AS uygulamasından elde edilmiş ve bunu aynı grupta olup %25S+%75AS uygulaması takip etmektedir. En düşük değer ise %100S ve %50S+%50AS uygulamalarına aittir. Dördüncü biçim dönemindeki en yüksek kuru ağırlık miktarı 0.40 g/saksı değeri ile %25S+%75AS uygulamasına ait olup onu aynı grupta olup sırası ile %50S+%50AS ve %75S+%25AS uygulamaları takip etmektedir. En düşük kuru ağırlık değeri ise 0.34 g/saksı değeri ile %100S uygulamasına aittir. Beşinci biçim döneminde elde edilen en yüksek kuru ağırlık miktarı 0.44 g/saksı değeri ile %25S+%75AS uygulamasına aittir. En düşük ağırlık miktarı ise %50S+%50AS, %75S+%25AS ve %100S uygulamaları oluşturmaktadır. Altıncı biçim dönemindeki en yüksek kuru ağırlık miktarı 0.31 g/saksı değerine sahip uygulama oluşturmaktadır ve bunu aynı grupta olan %50S+%50AS uygulaması takip etmektedir. En düşük ağırlık değerini ise 0.25 g/saksı değerine sahip %100S uygulaması meydana getirmektedir.

Yedinci biçim dönemindeki en yüksek kuru ağırlık miktarını 0.40 g/saksı değeri ile %25S+%75AS uygulaması oluşturmaktadır ve bunu aynı grupta olup %50S+%50AS uygulaması takip etmektedir. En düşük kuru ağırlık değerini 0.36

g/saksı değerine sahip ve aynı grupta olan %75S+%25AS ve %100S uygulamaları oluşturmaktadır. Sekizinci biçim dönemindeki en yüksek kuru ağırlık değeri 0.49 g/saksı değerine sahip %25S+%75AS uygulaması oluşturmaktadır. En düşük ağırlık miktarını ise aynı grupta olan %100S ve %75S+%25AS uygulamaları oluşturmaktadır.

Çalışma sonuçları farklı konsantrasyonlarda sulama suyu olarak kullanılan atık su ve saf suyun (kontrol) bitki kuru ağırlığına etkisinin çalışma süresince oldukça değişken olduğunu göstermektedir. En yüksek miktarda uygulanan atık suyun bitki kuru ağırlığını genel olarak arttırdığı belirtilmiştir. Uygulamalarda genel olarak saf su ile sulanan kontrol grubu en düşük, en yüksek atık su konsantrasyonu ile sulanan uygulamalar en yüksek kuru ağırlık değerlerini göstermiştir. Konya bölgesinde mısır bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılan atık su etkilerinin incelendiği çalışmada, atık suyun kuru madde miktarını artırdığı, koçan boyu, eni ve boyuna bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Verim ve koçanda dane sayısının atık su ile sulanan uygulamalar ile temiz su kullanılan uygulamalarla aynı olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda atık suların arıtılarak ve seyreltilerek mısır tarımında kullanılabileceği belirtilmiştir (Çay, 2013).

Çizelge 4.12. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin kuru ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Biçim Dönemleri							
	1	2	3	4	5	6	7	8
%100S	0.71	0.75	0.55c	0.34b	0.36b	0.25c	0.36b	0.37c
%75S+%25AS	0.72	0.75	0.62a	0.37ab	0.36b	0.26bc	0.36b	0.39c
%50S+%50AS	0.71	0.78	0.57bc	0.37ab	0.38b	0.28ab	0.39a	0.43b
%25S+%75AS	0.74	0.79	0.60ab	0.40a	0.44a	0.31a	0.40a	0.49a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

4.2. Artan Miktarlarda Atık Su ile Sulanan Karamba Bitkisinin Bazı Besin Elementi Alımı

Araştırmada farklı oranlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinde bulunan besin elementleri konsantrasyonu ve önemlilik değerleri belirlenmiştir. Çizelge 4.13.' te fosfor, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonlarına ait varyans analiz tablosu verilmiştir. Tabloya göre uygulamaların Karamba bitkisinin fosfor, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonları üzerine etkisi istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01).

Çizelge 4.13. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin fosfor, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		P	Ca	Mg	P	Ca	Mg
Uygulamalar	3	300409	1459676	1008223	0.001*	0.000*	0.000*
r		3	3	3			
Hata Genel	8	188860	182600	126631			
	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.14.'te verilen elementler arasındaki fark değerlerine bakıldığında fosfor elementinde en yüksek değer 19823 ppm ile %25 S+%75 AS uygulaması oluşturmakta bunu aynı grupta olup sırası ile %50 S+%50 AS ve %75 S+%25 AS uygulamaları takip etmektedir. En düşük değer ise 17519 ppm değeri ile %100S uygulaması oluşturmaktadır. Kalsiyum elementi için bakıldığında en yüksek değer 44092 ppm değeri ile %25 S+%75 AS uygulaması oluşturmakta en düşük değeri ise 39528 ppm değerli %100S uygulaması oluşturmaktadır. Magnezyum elementi için bu değerler incelendiğinde, en yüksek değer 23307 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulaması oluşturmaktadır. En düşük değer ise 18895 ppm değerine sahip %100S uygulaması oluşturmaktadır. Bu değerler incelendiğinde atık su konsantrasyonu en yüksek olan uygulamalardaki P, Ca ve Mg elementlerinin konsantrasyonu en fazla, saf su ile sulanan uygulamaların ise en düşük olduğu saptanmıştır. Krolofil sentezinde yapı elementi olarak işlev gören magnezyum ayrıca bazı enzim sistemlerinde aktivatör işlevi görmekte ve karbon, protein metabolizmasında görev almaktadır (Kacar ve İnal 2010). Toprağın asitlik derecesi arttıkça bitkilerdeki kalsiyum eksikliğide artmaktadır.

Kalsiyum bitkilerde organik asitlerin etkisini nötralize etmektedir (Bayraktar ve Günay 1996). Fosfor bitki fizyolojisinde enerji kontrolü, kromozom ve genlerin yapı taşı işlevini üstlenmesi ve besinlerin taşınmasında aktif rol oynar. Ayrıca çiçeklenmeyi teşvik etmek ve ürün miktarını arttırmanın yanında saçak kök oluşumu ve bitkide olgunlaşma süresini kısaltmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Çizelge 4.14. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin fosfor, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Fosfor (ppm)	Kalsiyum (ppm)	Magnezyum (ppm)
%100S	17519b	39528d	18895c
%75 S+%25 AS	18994a	40343c	20378b
%50 S+%50 AS	19392a	43235b	20931b
%25 S+%75 AS	19823a	44092a	23307a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 4.15. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		Fe	Cu	Zn	Fe	Cu	Zn
Uygulamalar	3	0.016	183	542	0.000**	0.000**	0.000**
Hata	8	0.000	3	4			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.15.'te verilen demir, bakır ve çinko elementlerine ait varyans analiz tablosu incelendiğinde önemlilik değerleri istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.16.'te verilen elementler arasındaki fark değerlerine bakıldığında demir elementi için en yüksek değer 0.5067 ppm değeri ile %25 S+%75 AS uygulamasına ait olduğu en düşük değer ise %75 S+%25 AS ve %75 S+%25 AS uygulamalarına ait olduğu saptanmıştır. Bakır elementinde en yüksek miktar 115.1333ppm %25 S+%75 AS uygulamasına ait ve bunu aynı grupta olan %50 S+%50 AS uygulaması takip etmektedir. En düşük değer ise 97.38 ppm değerine sahip %100S uygulamasına aittir. Bu değerler çinko elementi için incelendiğinde en yüksek değer 67.47 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulaması ve bu uygulamayı aynı grupta olan %25 S+%75 AS uygulaması takip etmektedir. En düşük değer ise 38.67 ppm değerine sahip %100S uygulaması oluşturmaktadır. Bu araştırma sonucu incelendiğinde atık su konsantrasyonu en yüksek olan uygulamalardaki Fe, Cu ve Zn elementlerinin miktarı en fazla, saf su ile sulanan uygulamaların ise en düşük miktarda olduğu belirtilmiştir. Çinko ve Bakır gibi ağır metaller bitki gelişmesi ve büyümesi için kofaktör olarak işlev görürler ancak bunların fazlalığı toksik etki göstermektedir

(Doğan, 2003). Çinko toprak bünyesinde fazla miktarda biriktiği zaman toksik etki oluşturur ve bakır alımını olumsuz etkiler (Yıldız, 2004). Demir çoğu enzimlerin sisteminde prostetik grup olarak işlev gören hemin maddelerinin yapıtaşı olması sebebi ile bitkilerdeki fizyolojik işlevlerde etkin rol alır. Bu elementin bitkilerdeki eksiklik belirtileri başta genç yapraklar olmak üzere yaprak damarları arasında sararma olarak görülmektedir (Jones ve Mills 1991).

Çizelge 4.16. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Demir (ppm)	Bakır (ppm)	Çinko (ppm)
%100S	0.3447c	97.38c	38.67c
%75 S+%25 AS	0.3630bc	106.80b	58.99b
%50 S+%50 AS	0.3913b	112.23a	66.85a
%25 S+%75 AS	0.5067a	115.13a	67.47a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 4.17. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin mangan, nikel ve lityum konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		Mn	Ni	Li	Mn	Ni	Li
Uygulamalar	3	5007	28	0.509	0.000**	0.000**	0.000**
Hata	8	52	0.109	0.012			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.17.'te verilen mangan, nikel ve lityum elementlerine ait varyans analiz tablosu incelendiğinde önemlilik değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Çizelge 4.18.'te verilen elementler arasındaki fark değerlerine bakıldığında Mangan elementi için en yüksek değer 504.17 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasına ait olduğu saptanmıştır. En düşük değer ise 412.90 ppm miktarına sahip %100S uygulamasından elde edilmiştir. Bu değerler nikel elementi için incelendiğinde en yüksek değer 43.46 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasına ait olduğu en düşük değer ise 36.22 ppm değerine sahip %100S uygulamasına ait olduğu saptanmıştır. Lityum elementi için bu durum incelendiğinde en yüksek değere sahip uygulama 3.51 ppm değerli %25 S+%75 AS uygulaması olduğu,

en düşük değer ise 2.52 ppm değerine sahip %100S uygulaması olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak atık su konsantrasyonu en yüksek olan uygulamalardaki Mn, Ni ve Li elementlerinin miktarı en fazla, saf su ile sulanan uygulamaların ise en düşük miktarda olduğu belirtilmiştir. Bitkilerde nikel fazlalığı toksik etki oluşturur. Nikel ağır metallerin arasında, özellikle çinko' dan sekiz kat daha fazla toksik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir(Yıldız, 2004). Mangan bitki gelişimi için gerekli olan mikro besin elementlerinden biridir. Klorofil oluşumu ve enzim reaksiyonlarında aktif rol oynar. Bitkilerdeki eksikliği Mg eksikliği ile benzerlik göstermekte olup özellikle ge yapraklarda sarı noktalar ve damarlar arasında sararmalar olarak görülür (Kıl ve Paksoy 2014).

Çizelge 4.18. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin mangan, nikel ve lityum konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Mangan (ppm)	Nikel (ppm)	Lityum (ppm)
%100S	412.90d	36.22c	2.52c
%75 S+%25 AS	427.10c	41.20b	2.85b
%50 S+%50 AS	463.73b	41.58b	3.04b
%25 S+%75 AS	504.17a	43.46a	3.51a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 4.19.'te verilen alüminyum, selenyum ve molibden elementlerine ait varyans analiz tablosu incelendiğinde önemlilik değerleri istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olarak saptanmıştır. Çizelge 4.20.'de verilen elementler arasındaki fark değerlerine bakıldığında alüminyum elementi için en yüksek değer 0.6180 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.19. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin alüminyum, selenyum ve molibden konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			nemlilik Değeri		
		Al	Se	Mo	Al	Se	Mo
Uygulamalar	3	0.060	0.244	0.000	0.000**	0.000**	0.006**
Hata	8	0.001	0.012	0.000			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

En düşük değer ise 0.2710 ppm değerine sahip %100S uygulamasından elde edilmiştir. Selenyum elementinde en yüksek değer 2.4743 ppm değerli %25 S+%75 AS uygulamasına ait olup en düşük değer ise aynı grupta olan %75 S+%25 AS ve %100S uygulamalarına aittir. Molibden elementi incelendiğinde en yüksek değerin 0.0083 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasına ait olduğu bunu aynı grupta bulunan %50 S+%50 AS uygulamasının takip ettiği belirtilmiştir. En düşük değer ise aynı grupta yer alan %75 S+%25 AS ve %100S uygulamalarına ait olduğu saptanmıştır. Bu değerler göz önünde bulundurulduğunda en yüksek atık su konsantrasyonu ile sulama yapılan uygulamalardaki Al, Se ve Mo elementleri içeriklerinin en fazla miktarda bulunduğu, saf su kullanılan kontrol grupları ise en düşük element içeriğine sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.20. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin alüminyum, selenyum ve molibden ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Alüminyum (ppm)	Selenyum (ppm)	Molibden (ppm)
%100S	0.2710c	1.8477c	0.0067b
%75 S+%25 AS	0.4400b	1.9393c	0.0073b
%50 S+%50 AS	0.4533b	2.2267b	0.0082a
%25 S+%75 AS	0.6180a	2.4743a	0.0083a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 4.21.'de verilen vanadyum, kobalt ve arsenik elementlerine ait varyans analiz tablosu incelendiğinde önemlilik değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olarak bulunmuştur. Çizelge 4.22.'de verilen elementler arasındaki fark değerlerine bakıldığında vanadyum elementi için en yüksek miktar 2.0657 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasında bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin vanadyum, kobalt ve arsenik konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			nemlilik Değeri		
		V	Co	As	V	Co	As
Uygulamalar	3	0.327	0.170	2	0.000**	0.000**	0.000**
Hata	8	0.003	0.004	0.088			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

En düşük değer ise 1.3073 ppm değerine sahip %100S uygulamasından elde edilmiştir. Kobalt elementi için bu durum incelendiğinde en yüksek değer 2.7813 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasına ait olup bunu aynı grupta olan %50 S+%50 AS uygulaması takip etmektedir. En düşük değer ise aynı grupta yer alan %75 S+%25 AS ve %100S uygulamalarında saptanmıştır. Arsenik elementi arasındaki değer farklarına bakıldığında en yüksek değerin 5.7977 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasına ait olduğu ve bunu aynı grupta olan %50 S+%50 AS uygulamasının takip ettiği gözlemlenmiştir. En düşük değer ise 4.3420 ppm değerine sahip %100S uygulamasından elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde genel olarak saf su ile sulama yapılan uygulamaların V, Co ve As içerikleri en az, en yüksek atık su konsantrasyonu ile sulama yapılan uygulamaların ise en fazla olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.22. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin vandyum, kobalt ve arsenik konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Vanadyum (ppm)	Kobalt (ppm)	Arsenik (ppm)
%100S	1.3073c	2.2947b	4.3420c
%75 S+%25 AS	1.8420b	2.3670b	5.3317b
%50 S+%50 AS	1.9157b	2.6877a	5.7977ab
%25 S+%75 AS	2.0657a	2.7813a	5.7977a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 4.23.'te verilen kurşun, kadmiyum ve krom elementlerine ait varyans analiz tablosu incelendiğinde önemlilik değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli düzeyde olduğu bulunmuştur ($P < 0.01$). ppm değerine sahip %100S uygulaması olarak belirlenmiştir. Kadmiyum elementi için bu durum incelendiğinde en yüksek değerin

Çizelge 4.24.'te verilen elementler arasındaki fark değerlerine bakıldığında kurşun elementi için en yüksek değer 0.663 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulaması olarak belirlenmiş olup en düşük değer ise 0.008 0.4977 ppm değerli %25 S+%75 AS uygulamasında olduğu en düşük değerin ise 0.2527 ppm değerine sahip %100S uygulamada olduğu saptanmıştır. Krom elementi için en yüksek değer 14.636 ppm değerine sahip %25 S+%75 AS uygulamasında bulunmuş ve bunu aynı grupta bulunan %50 S+%50 AS uygulaması takip etmektedir.

Çizelge 4.23. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		Pb	Cd	Cr	Pb	Cd	Cr
Uygulamalar	3	0.251	0.032	30	0.000**	0.000**	0.000**
Hata	8	0.001	0.001	0.316			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

En düşük değer ise 8.010 ppm uygulamasında saptanmıştır. Genel olarak tüm sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek konsantrasyona sahip atık su uygulamalarının besin elementi içeriğinin fazla olduğu, saf su ile sulanan uygulamaların besin elementi içeriğinin az olduğu saptanmıştır. Krom bitki kök gelişimini olumsuz etkiler bu sebepten bitki topraktan yeteri miktarda su ve besin maddesi alamaz ve önemli derecede verim ve kalite düşüşü görülür (Khan ve ark., 2000). Kurşun zehir düzeyi bazı bitkilerde oldukça önemli etkiye sahiptir bu yüzden bitkilerdeki kurşun miktarı birikimi insan sağlığı açısından doğrudan bir öneme sahiptir. Bazı bitkiler bünyesinde bulundurdukları fazla miktardaki kurşunu göstermezler, gayet sağlıklı görünürler ve bu yüzden insanlar tarafından tereddütsüz tüketilir ve tehlike arz ederler (Yıldız, 2004).

Kentsel arıtma çamurları olduğu endüstriyel kuruluşun çeşidine göre bünyesinde, Fe, Cu, Al, Cd, As, Co, Pb, Cr, organik bileşikler, organik fosfor gibi maddeleri bulundurabilmektedirler. (Taşatar, 1997. Atık sular kullanılan suyun kalitesi ve süresine bağlı olarak yarar ve zarar değeri değişmektedir. Yaptığımız çalışmanın sonuçları bize diğer çalışmalarda olduğu gibi atık su uygulama süresinin önemli olduğunu belirtmektedir, sulama süresi uzadıkça ağır metal birikimide artar. (Deveci 2012).

Gaziantep atık sularının toprak üzerine etkisi ve bazı sebzelerin (patlıcan, domates ve biber) tüketilen kısımlarında demir, kobalt, mangan, çinko ve demir konsantrasyonlarını saptamak ve sağlık risklerini belirlemek için yapılan çalışmada, Fe, Cu, Mn, Zn ve Co' ın bazı noktalarda sınır değerlerini aştığı, toprak örneklerinde ise sınır değerlerini aşmadığı belirtilmiştir. Atık su kullanım süresinin uzaması durumunda bitkilerde ve toprakta metal birikiminin artacağı aktarılmıştır (Chaudri ve ark. 1992).

Bitki materyali olarak üçgül bitkisini kullandıkları bir çalışmada sulama suyu olarak kullanılan atık suyun sulama sayısına orantılı olarak Zn, Cd, Cu, Fe, Cr, Mn, Ni

ve Pb konsantrasyonlarının arttığını bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada mısır bitkisi yetiştiriciliğinde atıksu kullanımı, mısır bitkisinin ağır metal alımı ve toprak kirlenmesinin ürün miktarına etkisi incelenmiştir ve sonuç olarak toprak kirliliğindeki artış miktarı ile orantılı olarak bitki bünyesinde Cu, Cd, Pb ve Zn içeriğinde arttığı, meydana gelen bu artışın kurşun ve bakıra göre çinko ve kadmiyumda daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Metz ve ark. 1992).

Sillanapaa (1982. Dünyada türkiyeninde aralarında bulunduğu 1768 toprak örneği analiz edilmiş ve sonuç olarak dünya topraklarının bitkiye yararlı demir konsantrasyonları 10.0-1995 ppm, bakır konsantrasyonu 0.20-86.6 ppm, mangan konsantrasyonu 1.0-286.0 ppm, çinko konsantrasyonları 0.07-186.4 ppm arasında değerler gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışmada türkiyeden 249 adet toprak numunesi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre demir konsantrasyonu 13.0-558.0 ppm, mangan konsantrasyonu 3.4-84.0 ppm, bakır konsantrasyonu 0.9-15.5 ppm, çinko konsantrasyonu ise 0.12-3.65 ppm aralığında değiştiğini belirtmiştir. İnsan ve hayvan beslenmesinde gerekli olan selenyum ve kobalt gibi elementler bitki büyümesi için mutlak gerekli değildir. Arsenik, kurşun, krom, nikel, kadmiyum gibi elementler canlılar açısından toksik etkiye sahiptirler ve kirlenici olarak adlandırılırlar (Webber 1981).

Çizelge 4.24. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Kurşun (ppm)	Kadmiyum (ppm)	Krom (ppm)
%100S	0.008d	0.2527c	8.010c
%75 S+%25 AS	0.460c	0.3647b	9.715b
%50 S+%50 AS	0.562b	0.4217b	13.736a
%25 S+%75 AS	0.663a	0.4977a	14.636a

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

4.3. Artan Miktarlarda Atık Su ile Sulanan Caramba Bitkisinin Hasadı Sonrası Toprağın Bazı Özellikleri

Farklı konsantrasyonlarda atıksu ile sulanan Karamba bitkisinin hasadından sonra, hasat sonu toprağın bazı özellikleri incelenmiş ve elde edilen değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26, Çizelge 4.27 , Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29' da

verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toprağın pH, EC değerleri ile çinko, mangan, alüminyum, kurşun ve krom konsantrasyonları %1, bor nikel, kobalt, arsenik ve kadmiyum konsantrasyonları istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Uygulamaların organik madde ile demir bakır ve berilyum konsantrasyonları üzerine etkisi önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.25. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın pH, EC ve organik madde miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		Biçim Dönemleri			Biçim Dönemleri		
		pH	EC	Organik Madde	pH	EC	Organik Madde
Uygulamalar	3	0.085	52135	0.242	0.000**	0.000**	0.387
Hata	8	0.000	244.72	0.211			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.26. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		Biçim Dönemleri			Biçim Dönemleri		
		Fe	Cu	Zn	Fe	Cu	Zn
Uygulamalar	3	6.599	0.000	0.000	0.359	0.255	0.002**
Hata	8	5.344	0.000	0.000			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.27. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın mangan, bor, alüminyum konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		Biçim Dönemleri			Biçim Dönemleri		
		Mn	B	Al	Mn	B	Al
Uygulamalar	3	0.008	0.000	779.379	0.000**	0.015*	0.000**
Hata	8	0.000	0.000	1.271			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.28. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın berilyum, nikel, kobalt konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			Önemlilik Değeri		
		Biçim Dönemleri			Biçim Dönemleri		
		Be	Ni	Co	Be	Ni	Co
Uygulamalar		0.000	0.000	.000	0.616	0.032*	0.045*
Hata		0.000	0.000	.000			
Genel							

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.29. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın arsenik, kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				Önemlilik Değeri			
		Biçim Dönemleri				Biçim Dönemleri			
		As	Pb	Cd	Cr	As	Pb	Cd	Cr
Uygulamalar	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037*	0.003**	0.055*	0.003**
Hata	8	0.000	0.000	0.000	0.000				
Genel	11								

*P<0.05 düzeyinde önemlidir.

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Artan konsantrasyonlarda sulama suyu olarak kullanılan atık suyun topraktaki pH düzeyini deneme süresi sonunda kontrol parsellerine göre bir miktar düşürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Özellikle pH değeri yüksek topraklarda bu durum bitki yetiştiriciliği açısından oldukça önemlidir. Yüksek pH değeri bitkilerin toprakta bulunan bazı besin elementlerinden yararlanma derecesini düşürmektedir. Sulama suyu olarak kullanılan atık suyun pH durumuna göre toprağın pH değerini düşürdüğü, yükselttiği veya etkilemediği bilinmektedir (Shahalam ve ark., 1998; Uyanöz, 2000).

Yapılan çalışma sonrasında her parselden alınan toprak örneklerinin EC değerleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre kullanılan atık su konsantrasyonu arttıkça toprakların EC değeri de artmıştır. Yine hasat sonrası alınan toprak örneklerinde atık su kullanımının toprağın organik maddesini kontrol grubuna göre bir miktar arttırdığı belirlenmiştir. Atık suların tarımda kullanımını sınırlayan faktörlerin en önemlilerinde biri de toprak tuzluluğunun artmasına neden olmasıdır. (FAO, 2003). Aşık ve Katkat (2005), atık suların sulama suyu olarak kullanılmasının alternatif olarak değerlendirilebileceği, ancak bu suların kullanılması durumunda toprakta tuz birikimi

sorununun ortaya çıkabileceğini ve tuza hassas bitkilerin yetiştiriciliğinde sorunlar yaşanabileceğini belirtmişlerdir. Akın ve Aşık (2018), Bursa’da Nilüfer Çay’ı ve farklı arıtma tesisleri atık sularının toprağa etkilerini inceledikleri çalışmada farklı atık suların toprağın EC değerini farklı oranlarda arttırdığını, toprak EC değerindeki artışların atık suların veya su kaynaklarının tuzluluğu ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Kırımhan ve ark. (1982), kanalizasyon ve et kombinasyonu atık sularıyla uzun zaman sulanan alanlarda organik madde miktarlarının artış gösterdiğini saptamışlardır.

Çizelge 4.30. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karamba bitkisinin hasadı sonrası toprağın bazı özelliklerine ait değerler ve Duncan grupları*

Özellikler	%100S	%75S+%25A	%50S+%50A	%25S+%75A
		S	S	S
pH	8.436a	8.316b	8.106c	8.090c
EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)	218.4d	357.8c	453.2b	523.0a
Organik Madde (%)	1.060	1.616	1.626	1.640
Demir (Fe)	96.9	93.8	96.2	97.1
Bakır (Cu)	0.114	0.113	0.113	0.108
Çinko (Zn)	0.179c	0.192b	0.206a	0.204a
Mangan (Mn)	2.177d	2.201c	2.260b	2.287a
Bor (B)	0.652a	0.643cb	0.648ab	0.637c
Alüminyum (Al)	41.32d	56.02c	68.32b	78.71a
Molibden (Mo)	-	-	-	-
Berilyum (Be)	0.001	0.001	0.003	0.003
Selenyum (Se)	-	-	-	-
Vanadyum (V)	-	-	-	-
Nikel (Ni)	0.382b	0.402a	0.388b	0.386b
Kobalt (Co)	0.061b	0.063a	0.063a	0.064a
Arsenik (As)	0.100b	0.104ab	0.112a	0.108ab
Kurşun (Pb)	0.232b	0.238a	0.226c	0.225c
Kadmiyum (Cd)	0.0004a	0.0003b	0.0004a	0.0003b
Krom (Cr)	0.349b	0.343c	0.356a	0.354ab

* Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir.

Hasat sonrası toprakların bazı element konsantrasyonlarına bakıldığında atık su kullanımının kontrol parsellerine göre topraktaki demir, bakır ve bor konsantrasyonunu düşürdüğü, çinko, mangan, alüminyum, nikel, kobalt, arsenik, kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonlarını bir miktar arttırdığı ve molibden, selenyum ve berilyum konsantrasyonlarını etkilemediği belirlenmiştir. Erzurum ili kentsel atık suları ile sulanan topraklar üzerinde yapılan bir çalışmada atık sular içerisinde eser miktarda bulunan kobaltın toprakta birikmediği, Cu, Fe, Mn ve Zn gibi metallerin kontrol

parselleriyle kıyaslandığında önemli miktarda biriktiğini ortaya koymuşlardır (Kırımhan ve ark. 1983). Kalavrouziotis ve ark.(2008) sera koşullarında yürütmüş oldukları araştırmada kentsel atık sularla yapılan sulama sonucunda topraklardaki Mn, Fe, B, Co ve Ni değişiminin önemsiz olduğunu bulmuşlardır. Yine aynı şekilde atık su uygulaması ile yapılan bir başka çalışmada toprakların Fe, Cu, Mn ve Zn içeriklerinin farklı toprak derinliklerinde kontrole göre 2-14 kat artış gösterdiği belirlenmiştir (Angin ve ark., 2005). (Arısoy ve Zengin 2001) Konya Ovası ana tahliye kanalı civarında yapılan bir çalışmada, toprak ve bitki örneklerindeki Cd birikiminin insan ve hayvan sağlığı açısından önemli olmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde ettikleri kadmiyum ortalamaları toprakta 10.85, yaprakta 31.27 ve dane de ise 21.28 ppb (kuru madde) olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular arasındaki farklı sonuçlar farklı illerdeki kanalizasyon atık sularının ve işletme atık sularının içerdiği elementlerden kaynaklanmaktadır. Van İli İleri Biyolojik Arıtma Tesisi çıkış suyu kısa süreli sulamalarda toprak içeriğinde risk oluşturabilecek kirliliğe neden olmamıştır. Ancak uzun süreli kullanımı sonucunda topraklarda oluşturacağı değişiklikler farklı bitkilerle araştırılmalıdır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Van /Edremit İlçesi ileri biyolojik arıtma tesisi atık suyu ile sulamanın Karamba bitkisinin gelişimi ile içerdiği bazı elementlere etkisi ve uygulamalar sonucunda hasat sonrası topraklarda biriken bazı elementlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Artan konsantrasyonlarda uygulanan atıksuyun bitkinin çıkışını ve ortamdaki çekilmesine etkisinin olmadığı, buna karşılık en yüksek konsantrasyonla sulamanın bitki boyunu arttırdığı belirlenmiştir. Uygulamaların yaş ot miktarına etkisi önemli bulunmuş olup, özellikle çalışmanın ilerleyen dönemlerinde yüksek konsantrasyonlarla atık su sulamasının yaş ot miktarını arttırdığı belirlenmiştir. Yedinci ve sekizinci biçimlerde en yüksek yaş ot %25S+%75AS uygulamasından sırasıyla 2.74 ve 3.52 g/saksı olarak alınırken en düşük yaş ot %100S uygulamasından sırasıyla 2.61 ve 2.78 g/saksı olarak belirlenmiştir. Uygulanan atık su sulaması sonucunda kuru ot miktarında etkilenmiş ve artan atık su konsantrasyonlarına bağlı olarak alınan kuru ot miktarları da artmıştır. Özellikle dördüncü biçimden sonra bu fark daha da belirginleşmiş olup sekizinci biçimde en yüksek kuru ot %25S+%75AS uygulamasından 0.49 g/saksı, en düşük ise %100S uygulamasından 0.37 g/saksı olarak belirlenmiştir. Bitkinin besin element konsantrasyonları da artan atık su konsantrasyonlarına bağlı olarak artmıştır. Bu artışlar kısa vadede bitki yetiştiriciliğinde sınır değerlere ulaşmamakla birlikte daha uzun vadeli yetiştiricilikte ifade edebileceği anlam, bu konu üzerinde çalışılması gerektiğini düşündürmektedir. Özellikle nikel, kurşun, kadmiyum, krom gibi element konsantrasyonları artışı dikkatle incelenmesi gerekir. Uygulamalar sonrası alınan toprak örneklerinde pH değeri düşmüş ancak EC değerinde artış saptanmıştır. EC değerinin artışı sınır değerlerin altında olmakla birlikte uzun süreli atık su ile sulamalarda yine bu durum dikkate alınmalıdır. Toprak element içeriklerinde çalışma süresi sonunda çok büyük farklılıklar belirlenmemiştir.

Sonuç olarak yaşamın devamlılığı açısından çok önemli olan su kaynaklarının giderek azalması ve kalitesinin bozulması ilerleyen dönemde atık suların yeniden kullanılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Bu çalışma ile Van İli kanalizasyon çıkış suyunun tarımda kullanılma olanaklarına ön bir çalışma ile ışık tutulmaya çalışılmıştır. Bu konuda farklı bitki gruplarıyla daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.



KAYNAKLAR

- Akın, B., Leblebici, S., Bingöl, N.A., 2013. Porsuk, kocasu ve emet çayları' na (kütahya) ait suların lahana (*brassica oleracea* var. *capitata* l.) bitkisinin bazı çimlenme parametreleri ve fide gelişimi üzerine etkisi. **Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **32**: 13 – 26.
- Akyarlı, A., Şahin, H., 2005. Arıtma çamurlarının bertarafında kireç kullanımı. **1. Ulusal Arıtma Çamuru Sempozyumu**. 2–25 Mart 2005, İzmir. 182–191.
- Amaral, G.A., Kozloski, G.V., Santos, A.B., Castagnino, D.S., Fluck, A.C., Farenzena, R., Alves, T.P., Mesquita, R., 2011. Metabolizable protein and energy supply in lambs fed annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) supplemented with sources of protein and energy. **J. Agric. Sci**, **149**:519-527.
- Angin, İ., Yağanoğlu, A.V., Turan, M., 2005. Effects of long-term wastewater irrigation on soil properties. **Journal of Sustainable Agriculture**, **26**(3): 31-42.
- Anonim, 1991. **Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği** (7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmi gazetede yayınlanmıştır).
- Anonim, 2007. **Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye Çevre Durum Raporu**, Yayın No:5, Ankara, 77.
- Anonim, 2010. Karamba yem bitkisi. <http://www.torunoglutohum/caramba>. Erişim tarihi:18.11.2018.
- Anonim, 2011. **Türkiye Çevre Durum Raporu**, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 356.
- Anonim, 2015. **Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2015 yılı faaliyet raporu**.
- Anonim, 2018. Karamba yem bitkisi. <http://ulusoyseed.com.tr/urunler/yem-bitkileri/caramba-mix>. Erişim tarihi: 23.12.2018
- Akın, H. F., Aşık, B. B., 2018. Nilüfer çayı ve farklı arıtma tesisleri atıksularının, toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. **U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**, **32**(1):15-30.
- Al-Shammiri, M., Al-Saffar, A., Bohamad, S., Ahmed, M., 2005 .Waste water quality and reuse in irrigation in Kuwait using microfiltration technology in treatment, **Desalination**, **185**: 213-225.
- Angin, İ., Yağanoğlu, A.V., Turan, M., 2005. Effects of long-term waste water irrigation on soil properties. **Journal of Sustainable Agriculture**, **26**(3): 31-42.
- Aşık, B. B., Katkat, A.V., 2005. Gıda sanayii arıtma tesisi atık suyunun sulama suyu olarak kullanım olanağı. **Uludag.Üniv.Zir.Fak.Derg**, **19**(2): 23-31.
- Arısoy, R. Z., Zengin, M., 2001. Konya ovası ana tahliye kanalı civarı ve çumra yöresindeki hububat alanlarında kadmiyum birikimi. **Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **15**(28).
- Arslan-Alaton, I., Gürel, M., Eremektar, G., Övez, S., Tanık, A., Orhon, D., 2005. **Türkiye'de Sürdürülebilir Atıksu Yönetimi: Mevcut Durum, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri**. Arıtılmış Evsel Atıksuların Tarımsal Sulamada Kullanılması Çalışmayı. MEDAWARE Projesi. 9-10 Haziran 2005, ODTÜ, Ankara.
- Aslan, V., 2008. Türkiye'de su potansiyeli ve atıksuların geri kullanımı. **TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi**. 20-22 Mart 2008, Ankara. 273-277.
- Aşık, Ş., Avcı, M., Balcı, A., 1997. Atık suların sulamada kullanım stratejileri. **6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri Kitabı**. 5–8 Haziran 1997, Bursa. 564–

- 576.
- Aybeke, M., Olgun, G., Sıdal, U., Kolankaya, D., 2000. Zeytinyağı fabrikası atık suyunun buğday (*triticum aestivum* l.) kök ucu hücrelerindeki mitoz bölünme ve total protein miktarı üzerine etkisi. *Turk J Biol*, **24**: 127 – 140.
- Baldinger, L., Baumung, R., Zollitsch, W., Knaus, W.F., 2011. Italian ryegrass silage in winter feeding of organic dairy cows: forage intake, milk yield and composition. *J. Sci, Food Agric*, **91**: 435-442.
- Bayraktar, K., Günay, B., 1996. *Sebze Yetiştirme*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 245, İzmir. 360.
- Bernard, J.K., West, J.W., Trammell, D.S., 2002. Effect of replacing corn silage with annual ryegrass silage on nutrient digestibility, intake, and milk yield for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, **85**: 2277-2282.
- Bhati, M., Singh, G., 2003. Growth and mineral accumulation in *Eucalyptus camaldulensis* seedlings irrigated with mixed industrial effluents. *BioresourceTechnology*, **88**: 221 – 228.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer for marking mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, **43**: 434-437.
- Catanese, F., Distel, R.A., Arzadun, M., 2009. Preferences of lambs offered Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) herbage as choices. *Grass Forage Sci*, **64**: 304-309.
- Cooke, K.M., Bernard, J.K., West, J.W., 2008. Performance of dairy cows fed annual ryegrass silage and corn silage with steam-flaked or ground corn. *J. Dairy Sci*, **91**: 2417-2422.
- Cooke, K.M., Bernard, J.K., West, J.W., 2009. Performance of lactating dairy cows fed ryegrass silage and corn silage with ground corn, steamflaked corn, or hominy feed. *J. Dairy Sci*, **92**(3): 1117-1123.
- Chaudri, A.M., McGrath, S.P., Giller, K.E., 1992. Metal tolerance of isolates of rhizobium leguminosarum biovar trifoli from soil contaminated by past applications of sewage sludge. *Soil Biology and Biochemistry*, **24**(2): 83-85.
- Çakmak, B., Kendirli, B., 2001. Tarımda atık su kullanımı. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, **332**: 31-37.
- Çakmak, B., Kendirli, B., 2002. Sürdürülebilir tarımda sulama ve çevre. tarım ve köyisleri bakanlığı. *Türktarım Dergisi*, **145**: 21-23.
- Çakmak, B., Aküzüm, T., Çiftçi, N., Zaimoglu, Z., Acar, B., Sahin, M., Gökalp, Z., 2005. Su kaynaklarının geliştirme ve kullanımı. *TMMOB-ZMO VI. Teknik Kongresi*. 3-7 Ocak 2005, Ankara. 191-211.
- Çay, Ş., 2013. *Konya Kentsel Atık Suların Tarımsal Sulamada Kullanılması ve Mısır Bitkisi Yetiştiriciliğine Etkileri*(doktora tezi, basılmamış). ÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Darvishi, A., 2009. *Bazı Tek Yıllık Çim (Lolium Multiflorum Lam) Çeşitlerinin Morfolojik Özellikleri ve Yem Verimleri*(yüksek lisans tezi). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 1-48.
- Day, A.D., Tucker, T.C., 1977. Effects of treated wastewater on growth, fibre, protein and amino acid content of sorghum grains. *Journal of Environmental Quality*, **6**(3): 325–327.
- Deveci, T., 2012. *Gaziantep’ te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe Konsantrasyonlarının ICP-MS ile Tayini*. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.

- Doğan, M., 2003. Şanlıurfa'da karakoyun deresi atık suları ile sulanan soğanda (*Allium cepa* L.) toksik element birikimi üzerine bir araştırma. *Ekoloji Çevre Dergisi*, **12**(48): 1-3.
- Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D., Zengin, M., 2004. Heavy metal contents of pinus radiata trees of izmit (Turkey). *Asian Journal of Chemistry*, **16** (2): 1129-1134.
- FAO, 2003. The State of Food Insecurity in the World. Food and Agriculture Organization of the *United Nations Viale delle Terme di Caracalla*, 00100 Rome, Italy.
- Fatta, D., 2005. *Good Practice Examples on the Utilization of Treated Wastewater for Irrigation Purposes*. University of Cyprus Civil and Environmental Engineering.
- Fendri, I., Ben Saad, R., Khemakhem, B., Ben Halima, N., Gdoura, R., Abdelkafi, S., 2013. Effect of treated and untreated domestic wastewater on seed germination, seedling growth and amylase and lipase activities in *Avenasativa* L. *J Sci Food Agric*, **93**(7): 1568-74.
- Filibeli, A., Yüksel, N., 1994. Tarımsal sulama suyu ihtiyacı için atık su potansiyelinin değerlendirilmesi. *Gökova Körfezi Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Semp.* 139–152.
- Güneysu, E., 2004. *Çanakkale İlindeki Sanayi Kuruluşu Atık Sularının Ekonomik Öneme Sahip Bitki Türleri Üzerinde Enzimatik ve Genetiksel Değişimlerin İncelenmesi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Hamoda, M.F., Abu Qdais, H.A., Newham, J., 1998. Evaluation of municipal solid waste composting kinetics. *Resources, Conservation and Recycling*, **23**(4):209-223.
- Hamdy, A., Lacirignola, C., 1999. *Mediterranean Water Resources: Major Challenges Towards the 21st Century*, Ciheam Iam-B Tecnomack-Bari Italy. 570.
- Hopkins, C., Marais, J.P., Goodenough, D.C.W., 2002. A comparison, under controlled environmental conditions, of a *Lolium multiflorum* selection bred for high dry-matter content and non-structural carbohydrate concentration with a commercial cultivar. *Grass and Forage Sci*, **57**: 367-372.
- Huma, Z., Naveed, S., Rashid, A., Ullah, A., Khattak, I., 2012. Effects of domestic and industrial waste water on germination and seedling growth of some plants, current opinion in agriculture curr. *Opin. Agric*, **1**(1): 27–30.
- Humphreys, M.W., Yadav, R.S., Cairns, A.J., Turner, L.B., Humphreys, J., Skot, L., 2006. A changing climate for grassland research. *New Phytol*, **169**: 926.
- Jain, R., Srivastava, S., Madan, V.K., 2000. Influence of chromium on growth and cell division of sugarcane. *Indian J. Plant Physiol*, **5**: 228-31.
- Jones, JB., Wolf, B., Mills, HA., 1991. *Plant Analysis Handbok*. Micro-Macro Publusing, Inc., USA. 213.
- Jung, M.C., Thornton, I., 1997. Environmental contamination and seasonal variation of metals in soils, plants and waters in the paddy fields around a Pb-Zn mine Korea. *The Science of the Total Environment*, **198**: 105-121.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri. 63.
- Kacar, B., İnal, A., 2010. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayınları No: 1241.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2007. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Nobel Yayınları No: 119.

- Kafadar, F.N., Saygıdeğer, S., 2010. Gaziantep ilinde organize sanayi bölgesi atık suları ile sulanan bazı tarım bitkilerinde kurşun (pb) miktarlarının belirlenmesi, *Ekoloji Dergisi*, **75**: 41-48.
- Kanber, R., Ünlü, M., 2008. Türkiye’de sulama ve drenaj sorunları. *Genel Bakış, Sulama ve Drenaj Konferansı*. DSİ VI. Bölge Müdürlüğü. Adana.
- Kalavrouziotis, I.K., Robolas, P., Koukoulakis, P.H., Papadopoulos, A.H., 2008. Effects of municipal reclaimed wastewater on the macro and micro-elements status of soil and of Brassica oleracea var. Italica, and B. oleracea var. *Gemmifera. Agricultural Water Management*, **95**: 419-426.
- Karataş, B., Akkuzu, E., Asık, S., 2005. İzmir kentsel arıtılmış atıksularının sulamada kullanım olanaklarının değerlendirilmesi. *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.*, **4**(3): 111-122.
- Kesiktaş, M., 2010. *Karaman’da Farklı Ekim Zamanları ve Azotlu Gübre Dozu Uygulamalarının İtalyan Çiminin (Lolium Multiflorum Westerwoldicum Caramba) Yem Verimine Etkisi*(yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 1-59.
- Khan, A.G., Kuek, C., Chaudhry, T.M., Khoo, C.S., Hayes, W.J., 2000. Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. *Chemosphere*, **41**: 197-207.
- Kıl, R., Paksoy, M., 2014. Organik ve inorganik gübrelerin karnabaharda bitki gelişimi ve verime etkisi. *10. Sebze Tarımı Sempozyumu*. 2- 4 Eylül, Tekirdağ.
- Kırımhan, S., Sağlam, M.T., Karakaplan, S., 1982. Erzurum’ da kentsel atık sular ile sulanan tarım topraklarında kimyasal kirlenme I, azot, fosfor ve potasyum durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **13**(3): 123-135.
- Kırımhan, S., Sağlam, M.T., Karakaplan, S., 1983. Erzurum’ da kentsel atık sular ile sulanan tarım topraklarında kimyasal kirlenme II., toprakta ve bitkide ağır metal birikimi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **14**(3-4): 13-22.
- Kumbur, H., Özsoy, H.D., Özer, Z., 2008. Mersin ilinde tarımsal alanlarda kullanılan kimyasalların su kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi, *Ekoloji Dergisi* **68**: 54-58.
- Kuşvuran, A., Tansı, V., 2005. Çukurova koşullarında farklı biçim sayısı ve azot dozunun tek yıllık çimin (Lolium multiflorum cv. Caramba) ot ve tohum verimine etkisinin saptanması. *Türkiye VI. Tarla Bitk. Kong.* 5- 9 Eylül, Cilt **II**, Antalya. 797-802.
- Lemus, R., 2009. Utilization of annual ryegrass. Forage news, mississippi state uni., extension service. *January*, 1-4.
- Lenuweit, U., Gharadjedaghi, B., 2002. *Biologische Basisdaten Zu Lolium Perene, Lolium Multiflorum, Festuca Pratensis Und Trifolium Repens*. Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH, Bayreuth, Texte des Umweltbundesamtes, 7 – 8.
- Lubello, C., Gori, R., Nicese, F.P., Ferrini, F., 2004. Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. *Water Research*, **38**: 2939–2947.
- Malan, H.L., Farrant, J.M., 1998. Effects of the pollutants cadmium and nickel on soybean seed development. *Seed Science Research*, **8**: 445-453.
- Meneses, M., Pasqualino, J.C., Castells, F., 2010. Environmental assesment of urban wastewater reuse: treatment alternatives and applications. *Chemosphere*, **81**: 266-272.

- Metz, R., Wilke, B.M., 1992. Influence of soil pollution in fields irrigated with sawage on growth, yield and heavy metal uptake of maize in a pot trial. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt Universität zu Berlin. Reihe Agrarwisserr*, **41**(3): 29-33.
- Mclean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. methods of soil analysis, part 2. chemical and microbiological properties. *American Soc. Ag. Inc. Pub*, **9**: 199-223.
- Mccormick, M.E., Morgan, E.B., Brown, T.F., Saxton, A.M., 1990. Relationships between silage digestibility and milk production among Holstein cows. *In: Proc. Forage Grassland Conf.* Am. Forage Grassland Council, Belleville, VA, USA. 60-64.
- Mccormick, M.E., Cuomo, G.J., Blouin, D.C., 1998. Annual ryegrass stored as balage, haylage or hay for lactating dairy cows. *J. Prod. Agric*, **11**: 293-300.
- Miller, L.A., Moorby, J.M., Davies, D.R., Humphreys, M.O., Scollan, N.D., MacRae, J.C., Theodorou, M.K., 2001. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from latelactation dairy cows. *Grass Forage Sci*, **56**: 383-394.
- Mohammad, A.M., Battikhi, A.M., 1997. Effect of sewage sludge on some soil properties and barley plant in muwagar area. *Agricultural Sciences*, **24**(2): 204-216.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. methods of soil analysis, part 2. chemical and microbiological properties, ed: a.l. page. *American Soc. Ag. Inc. Pub*, **9**: 181-196.
- Özcan, S., 2007. Bazı çim bitkilerinin yetiştirilmesi üzerine farklı gübrelemenin ve arıtılmış atık su ile sulamanın etkileri. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **3**(1): 23-28.
- Özaslan Parlak, A., Akgül, F., Gökkuş, A., 2007. Ankara şartlarında farklı sıra aralığı ile ekim ve azoile ekim ve azotla gübrelemenin tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* L.)'in ot veri L.)'in ot verimi ve kalitesine etkileri. *Türkiye 7.Tarla Bitkileri Kongresi*. 139-148.
- Özelçam, H., Kırkpınar, F., Tan, K., 2015. Chemical composition, in vivo digestibility and metabolizable energy values of Caramba (*Lolium multiflorum* cv. *Caramba*) fresh, silage and hay. *Asian Australas. J. Anim. Sci*, **28** (10): 1427-1432.
- Pescod, M.B., 1992. *Wastewater Treatment and Use in Agriculture*. Irrigation and Drainage Paper, No. 47, FAO, Rome, 125.
- Polat, A., 2013. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği için arıtılan atıksuların yeniden kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, **6**(1): 58-62.
- Reuse for plant nurseries irrigation. *Water Research*, **38**: 2939-2947.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. *United State Department of Agriculture, Agriculture Handbook No:60*, 69-82.
- Salgot, M., 2001. Hygienic aspects of desars: water circuits, in: decentralized sanitation and reuse, *Integrated Envir. Tech. Series*. IWA Publishing, London. 469-484.
- Sandrin, C.Z., Domingos, M., Figueiredo-Ribeiro, R.C.L., 2006. Partitioning of water soluble carbohydrates in vegetative tissues of *Lolium multiflorum* Lam. ssp. *Italicum* cv. Lema. *Braz. J. Plant Physiol*, **18**(2): 299-305.
- Sarı, T., 2009. *Edirne ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*(yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

- Sarkar, B., 2002, Heavy metals in the environment, Chapter 8. *Mercury*(Bibudhendra Sarkar). Marcel Dekker Inc, USA. 231-263.
- Serin, Y., Tan, M., 2001. *Yem Bitkileri Kültürüne Giriş*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi., Yayın No: **206**, Erzurum. 217.
- Senthilraja, K., Jothimani, P., Rajannan, G., 2013. Effect of brewery wastewater on growth and physiological changes in maize, sunflower and sesame crops. *Ijlsr*, **1**(1): 36–42.
- Shahalam, A., Abuzahra, B.M., Jaradat, A., 1998. Wastewater irrigation effect on soil, crop and environmental pilot scale study at Irbid, Jordan. *Water, Air, and Soil Pollution*, **106**(3-4): 425-445.
- Shatanawi, M.R., Hamdy, A., Smadi, H., 2010. Urban wastewater: Problems, risks and its potential use for irrigation. *Proceedings of the International Workshop Alger*. Algeria. 15-45.
- Sharma, P., Dubey, R.S., 2005. Lead toxicity in plants. *Braz. J. Plant Physiol*, **17**(1): 3552.
- Sillanpää, M., 1982. *Micronutrients and the Nutrient Status of Soils*. A Global Study, FAO Soils Bulletin. No. 48. FAO, Rome, Italy.
- Soya, H., Avcioğlu, R., Geren H., 2004. *Yem Bitkileri*. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. PK. 212, Kadıköy-İstanbul. 223.
- Şahin Dönmez, M., Ceylan, Ö., Konuk, M., 2011. Dokuz sele çayı' na (ulubey - uşak) bırakılan sanayi atıklarının bazı kültür bitkilerinin çimlenme ve büyümeleri üzerine etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **4**(2): 157–163.
- Uyanöz, R., 2000. *Konya'da Sulama Suyu Olarak Kullanılan Atıksuların Tarım Topraklarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özelliklerine Etkileri*(doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Taşatar, B., 1997. *Endüstriyel Nitelikli Arıtma Çamurlarının Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri*(doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tıknazoğlu, B., 2006. *Yem Bitkileri Tarımı ve Silaj Yapımı*. Samsun Tarım İl Müdürlüğü, Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi, Yayın: 62.
- Tolay, U., Yavuzşefik, Y., Tolay, M., Söğüt, N., 2000. Atık çamurlarının bitki üretiminde kullanılması üzerine araştırmalar. *Turk J Agric For*, **24**: 705-712.
- Webber, J., 1981. Trace metals in agriculture, In: Lepp NW, editor. Effect of heavy metal pollution on plants: Metals in the environment, London New Jersey: *Applied Sci Publ*, **II**: 84-159.
- WHO., 2006. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. *Water Reuse in Agricultural*, **II**.
- Van Niekerk, W.A., Hassen, A., Coertze, R.J., 2008. Diet quality, intake and growth performance of South African Mutton Merino sheep on Triticum×Secale and Lolium multiflorum pastures at different grazing pressures. *Trop. Grassl*, **42**:54-59.
- VASKİ - Van Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
- Yolcu, H., Tan, M., 2008. Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *Ankara Üni. Zir.Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, **14**(3): 303-312.
- Yıldız, S., 2004. *Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metal Kirliliğinin ICP-AES Tekniği ile İncelenmesi*(yüksek lisans tezi). SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 1-51.

Zaman, M.S., Mir, Z., Mir, P.S., El-Meadawya, A., McAllister, T.A., Cheng, K.J., Zobell, D., Mathison, G.W., 2002. Performance and carcass characteristics of beef cattle fed diets containing silage from intercropped barley and annual ryegrass. *Anim. Feed Sci. Technol*, **99**: 1-11.





ÖZ GEÇMİŞ

1994 yılında Şanlıurfa'nın Siverek ilçesinde doğdu. İlk orta ve lise eğitimini aynı şehirde tamamladıktan sonra 2012 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nde okumaya hak kazandı. 2016 yılında lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih:/...../20.....

Tez Başlığı / Konusu:

KENTSEL ATIK SULARIN KARAMBA(Lolium multiflororum cv. Caramba) BİTKİSİNİN AĞIR METAL VE BAZI BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

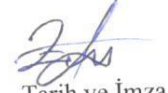
Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 79 sayfalık kısmına ilişkin, 28/12/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 7 (yüzde yedi) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.


Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Zübeyir AĞIRAĞAÇ

Öğrenci No:169101034

Anabilim Dalı: Tarla Bitkileri

Programı: Tarla Bitkileri

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR


Prof. Dr. Seyda ZORER GELEBİ
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)