

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

**ARITMA TESİSİ ATIK SUYUNUN AK ÜÇGÜL (*Trifolium repens*) + ÇAYIR
SALKIMOTU (*Poa pratensis*) KARIŞIMININ PERFORMANSI ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hülya EK
DANIŞMAN: Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ

VAN-2019

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

**ARITMA TESİSİ ATIK SUYUNUN AK ÜÇGÜL (*Trifolium repens*) + ÇAYIR
SALKIMOTU (*Poa pratensis*) KARIŞIMININ PERFORMANSI ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hülya EK

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL – 2018 –
7405' No'lu proje olarak desteklenmiştir

VAN-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ danışmanlığında, Hülya EK tarafından sunulan “**Aritma Tesisi Atık Suyunun Ak Üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır Salkımotu (*Poa pratensis*) Karışımının Performansı Üzerine Etkisi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 10/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Ösmetullah ARVAS

İmza:

Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ

İmza:

Dr. Öğr. Üyesi Nizamettin TURAN

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
Hülya EK

ÖZET

ARITMA TESİSİ ATIK SUYUNUN AK ÜÇGÜL (*Trifolium repens*) + ÇAYIR SALKIMOTU (*Poa pratensis*) KARIŞIMININ PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

EK, Hülya
Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ
Haziran 2019, 56 sayfa

Bu araştırmada, ak üçgül ve çayır salkım otu bitkilerinden oluşan karışımın Van/Edremit İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyunun farklı konsantrasyonları ile sulanmasının karışımın performansı üzerine 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 ak üçgül ve çayır salkımotu karışımının gelişimine etkisini belirlemek için % 100 saf su (kontrol), % 25 atık su + % 75 saf su, % 50 atık su + % 50 saf su ve % 75 atık su + % 25 saf su şeklinde uygulama yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, Van İli atık su konsantrasyonlarının ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin çıkışı ve ortamdan çekilmesi üzerine etkisi bulunmamıştır. Bitkilerin bitki boyu her biçim döneminde atık su uygulama miktarına bağlı olarak artış göstermiştir. Ak üçgülün yaş ağırlığı atık su uygulamalarına bağlı olarak artmış, çayır salkım otunda ise atık su uygulamalarının etkisi görülmemiştir. Bitkilerin ve hasat sonrası toprağın element konsantrasyonları genel olarak artmıştır. Hasat sonrası alınan toprak örneklerinde atık su uygulamaları ile pH değerinde bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Atık su uygulama konsantrasyonları arttıkça toprağın EC değerinde de artış belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında, Van/Edremit İleri Biyolojik Atık su Arıtma Tesisi çıkış suyunun bitki büyüme ve gelişmesi üzerine olumlu etkileri belirlenmiş ancak toprak üzerine etkileri için uzun süreli çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Atık su, Ak üçgül, Bitki gelişimi, Çayır salkımotu. Element konsantrasyonu,



ABSTRACT

THE EFFECT OF THE TREATMENT PLANT WASTEWATER ON THE MIXTURE PERFORMANCE OF WHITE CLOVER (*Trifolium repens*) + KENTUCKY BLUEGRASS (*Poa pratensis*)

EK, Hülya

Master's Thesis, Department Field of Crops

Supervisor: Prof. Şeyda ZORER ÇELEBİ

June 2019, Pages 56

In this study, the effect of different concentrations of effluent of Van/Edremit Advanced Biological Wastewater Treatment Plant on the performance of mixture of White Clover and Kentucky Bluegrass was investigated. The experiment was carried out in pots in climatic rooms with randomized parcel design in three replications in Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, and Department of Field Crops in 2018. In the study, 100 % pure water (control), 25 % wastewater + 75 % pure water, 50 % wastewater + 50 % pure water and 75 % wastewater + 25 % pure water were applied to determine the effect of wastewater on the development of White Clover and Kentucky Bluegrass mixture. According to the results of the study, the wastewater concentrations of Van Province had no effect on the emergence and withdrawal of White Clover and Kentucky Bluegrass plants. The plant height of the plants increased depending on the amount of wastewater application in each harvesting period. The wet weight of the White Clover increased due to the wastewater applications, whereas the effect of wastewater applications was not observed in the Kentucky Bluegrass. Elemental concentrations of plants and soil after harvest were generally increased. It was determined that there was a decrease in the pH value of the soil samples taken after harvest with waste water applications. As the concentrations of waste water application increased, the EC value of the soil increased. According to these results, positive effects of Van/Edremit Advanced Biological Wastewater Treatment Plant effluent on plant growth and development were determined, however, it was concluded that long-term studies are needed for its effects on soil.

Keywords: Element concentration, Kentucky bluegrass, Plant growth, Waste water, White clover.



ÖN SÖZ

Öncelikle bu tez çalışmam, boyunca bana yardım eden, beni yönlendiren, bilgisini, ilgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen saygı değer danışmanım Sayın Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ve çalışmamın başından beri bana yol gösteren desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Ösmetullah ARVAS'a teşekkür ederim. Çalışmam esnasında gerekli olan bilgi ve desteği esirgemeyen VASKİ'ye ve Ahmet DURAK'a teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarım sırasında ve tez yazım aşamasında beni yalnız bırakmayan sevgili arkadaşlarım Zübeyir AĞIRAĞAÇ ve İhsan TASLI'ya teşekkür ediyorum. Ayrıca beni her zaman her konuda destekleyen, hiçbir zaman yalnız bırakmayan, hep yanımda olan aileme sonuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde FYL – 2018 – 7405 No'lu proje kapsamında finansal destekte bulunan Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Proje Başkanlığına teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne de teşekkürlerimi sunarım.

2019

Hülya EK



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Deneme toprağı.....	13
3.1.2. Denemede kullanılan atık su.....	14
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Deneme planı.....	18
3.2.2. Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemler.....	19
3.2.2.1. Bitki boyu (cm)	19
3.2.2.2. Yaş ağırlık (g/saksı)	19
3.2.2.3. Kuru ağırlık (g/saksı).....	19
3.2.2.4. Bitkide bazı element konsantrasyonları (ppm).....	19
3.2.2.5. Hasat sonrası toprak örneklerinde pH ve EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$).....	20
3.2.2.6. Hasat sonrası toprak numunelerinde bazı element konsantrasyonları (ppm).....	20
3.2.2.7. Verilerin değerlendirilmesi.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
4.1. Artan Miktarda Atık Su ile Sulanan Ak Üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır Salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) Bitkilerinden Oluşan Karışımda Gelişim.....	21
4.1.1. Çıkış ve ortamdaki çekilme.....	21
4.1.2. Bitki boyu (cm).....	23

	Sayfa
4.1.3. Yaş ağırlık (g/saksı)	26
4.1.4. Kuru ağırlık (g/saksı)	29
4.2. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) karışımında bitkilerin bazı besin elementi ve ağır metal alımı.....	33
4.3. Artan Miktarda Atık Suyla Sulanan Ak Üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır Salkımotu (<i>Poa partensis</i>) Bitkilerinden Oluşan Karışımın Hasadı Sonrası Toprağın Bazı Özellikleri.....	43
5. SONUÇ.....	49
KAYNAKLAR.....	55
ÖZ GEÇMİŞ.....	57

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri.....	14
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan atık suyun bazı özellikleri.....	16
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan atık suyun alındığı tarihlerdeki bazı özellikleri.....	17
Çizelge 4.1. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül ve Çayır Salkımotu bitkilerinin gözlem dönemlerindeki çıkış gücüne ait varyans analiz tablosu.....	21
Çizelge 4.2. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül ve Çayır Salkımotu bitkilerinin çıkış gücü (adet) ortalama değerleri ve Duncan grupları.....	22
Çizelge 4.3. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül ve Çayır Salkımotu bitkilerinin gözlem dönemlerindeki ortamdan çekilmelerine ait varyans analiz tablosu	23
Çizelge 4.4. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu bitkilerinin ortamdan çekilme(adet)ortalama değerleri ve Duncan grupları	23
Çizelge 4.5. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül'ün biçim dönemlerindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu	24
Çizelge 4.6. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Çayır Salkımotu'nun biçim dönemlerindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu	24
Çizelge 4.7. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımın biçim dönemlerindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu.....	24
Çizelge 4.8. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu ve karışımın boy (cm) ortalama değerleri ve Duncan grupları..	25
Çizelge 4.9. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül'ün biçim dönemlerindeki yaş ağırlık varyans analiz tablosu	26
Çizelge 4.10. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Çayır Salkımotu'nun biçim dönemlerindeki yaş ağırlık varyans analiz tablosu.....	27
Çizelge 4.11. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımın biçim dönemlerindeki yaş ağırlık varyans analiz tablosu	27

Çizelge 4.12. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu bitkilerinin yaş ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları	28
Çizelge 4.13. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül'ün biçim dönemlerindeki kuru ağırlık varyans analiz tblosu	30
Çizelge 4.14. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Çayır salkımotu'nun biçim dönemlerindeki kuru ağırlık varyans analiz tablosu.....	30
Çizelge 4.15. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımın biçim dönemlerindeki kuru ağırlık varyans analiz tablosu.....	30
Çizelge 4.16. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu bitkilerinin kuru ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları	32
Çizelge 4.17. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin çinko (Zn), arsenik (As) ve selenyum (Se) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	33
Çizelge 4.18. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin çinko (Zn), arsenik (As) ve selenyum (Se) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	33
Çizelge 4.19. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin çinko (Zn), arsenik (As) ve selenyum (Se) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....	34
Çizelge 4.20. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve alüminyum (Al) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	35
Çizelge 4.21. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve alüminyum (Al) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	35
Çizelge 4.22. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve alüminyum (Al) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları	36
Çizelge 4.23. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin magnezyum (Mg), molibden (Mo) ve lityum (Li) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	36

Çizelge 4.24. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin mangan (Mg), molibden (Mo) ve lityum (Li) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	37
Çizelge 4.25. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin molibden (Mo), lityum (Li) ve magnezyum (Mg) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları	38
Çizelge 4.26. Artan miktarlarda atıksu ile sulanan üçgül bitkisinin mangan (Mn), kalsiyum (Ca) ve krom (Cr) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	38
Çizelge 4.27. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin mangan (Mn), kalsiyum (Ca) ve krom (Cr) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	38
Çizelge 4.28. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin kalsiyum (Ca), krom (Cr) ve mangan (Mn) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları	39
Çizelge 4.29. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin nikel (Ni), demir (Fe) ve kobalt (Co) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	40
Çizelge 4.30. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin nikel (Ni), demir (Fe) ve kobalt (Co) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	40
Çizelge 4.31. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin demir (Fe), kobalt (Co) ve nikel (Ni) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....	41
Çizelge 4.32. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin bakır (Cu) ve fosfor(P) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	41
Çizelge 4.33. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin bakır (Cu) ve fosfor (P) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu	42
Çizelge 4.34. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin bakır (Cu), fosfor (P) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları.....	43

Çizelge 4.35. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın pH, EC ve organik madde miktarına ait varyans analiz tablosu.....	43
Çizelge 4.36. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>) +Çayır salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	44
Çizelge 4.37. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın mangan, bor, alüminyum konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	44
Çizelge 4.38. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın berilyum, nikel, kobalt konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	44
Çizelge 4.39. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın arsenik, kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu.....	45
Çizelge 4.40. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>) + Çayır salkımotu (<i>Poa pratensis</i>) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın bazı özelliklerine ait değerler ve Duncan grupları.....	46





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
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
ÇKM	Çözünmüş Katı Madde
DSY	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
EC	Elektriksel iletkenlik
E.Coli	Escherichia Coli
HP	Ham Protein
IC	İyon Kromatografisi
ICP	İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma
NDF	Nötral Deterjan Fiber
OES	Optik emisyon spektrometresi
SAR	Sodyum Absorbsiyon Oranı
TAKM	Toplam Askıda Katı Madde
pH	Hidrojenin Gücü
Ppm	Milyonda Bir
Cm	Santimetre
%	Yüzde

SİMGELER	AÇIKLAMALAR
-----------------	--------------------

Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
Be	Berilyum
Co	Kobalt
Cu	Bakır
F	Flor
Fe	Demir
G	Gram
Mo	Molibden
Na	Sodyum
Ni	Nikel
NO₃	Nitrat
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Se	Selenyum
SO₄	Sülfat
Zn	Çinko



1. GİRİŞ

Yem bitkileri kaba yemin ana kaynağı olup en ucuz besin kaynağıdır. Ayrıca hayvan beslenmesinde kullanılan yem bitkileri içerdikleri mineral ve vitaminlerce zengin olmaları sayesinde kaliteli hayvansal ürün elde edilmektedir. Yem bitkileri hayvan varlığımızın kaba yem ihtiyacını karşılamada, önemli bir yere sahip olup sürdürülebilir kaba yem üretiminin vazgeçilmezidir. 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 önemli bir yere sahiptir (Serin ve Tan, 2001).

Dünyada ve ülkemizde mevcut tarım alanlarını artırma imkanı bulunmadığından nüfusun sürekli ve hızla artmasından dolayı bitkisel üretimle uğraşanlar minimum tarım alanından maksimum ürün elde etme yollarını aramaya yönelmişlerdir. Bu yollardan biri de karışık ekim sistemidir. Bir yetiştirme periyodunda aynı tarım arazisinde, aynı anda iki ya da daha fazla bitki türünün birlikte yetiştirilmesine karışık ekim denir (Pekşen ve Gülümser, 1995).

Yem bitkileri yetiştiriciliğinde karışık ekimin avantaj ve dezavantajları vardır. Avantaj: Ekim hataları tüm bitki türlerini aynı oranda etkilemediğinden, karışımların verimi genelde daha yüksektir. Karışımlarda en az bir baklagil türünün bulunmasından dolayı daha kaliteli ot ürünü alınır ve bu otun besleme değeri oldukça yüksektir. Karışımındaki buğdaygiller toprak erozyonunu, baklagiller ise don kabarmasının önüne geçerler. Karışımların yabancı otlara karşı rekabet güçleri daha yüksektir. Bazı baklagillerden kaynaklanan şişme riski azalır. Buğdaygiller sahip oldukları özellikler sayesinde bazı baklagillerin yatmasını ve çürümmesini önler. Karışımlardan elde edilen otlar hayvanların verim potansiyellerini artırır. Karışımında baklagillerin bulunması topraktaki organik madde ve azot oranını artırır.

Dezavantajları: Tohumların tane iriliği farklı olduğu için karışımın ekimi zordur. Karışımındaki bitkilerin fide gelişim dönemleri farklılık gösterir. Kuvvetli fide yapısına sahip türler diğer türleri bastırabilir. Hayvanlar tarafından baklagiller daha çok tüketildiği için baklagillerin sürekliliğini sağlamak oldukça zordur. N'lu gübreler buğdaygillerde, P ve K' lı gübreler baklagillerde daha çok olumlu sonuçlar verdiği için gübreleme oldukça zordur. Biçim dönemleri farklı olduğu için istenilen verimi elde etmek zorlaşır (Açıkgöz, 2001).

Doğal otlatma alanlarında saf bir bitki türüne rastlamak oldukça zordur, genellikle birkaç türün baskın, diğer türlerinde farklı oranlarda bulunduğu karışımlar yaygındır. Bu durum yem bitkileri yetiştiriciliği içinde geçerlidir(Açıkgöz, 1991).

Yem bitkisi yetiştiriciliğinde uygulanacak karışık ekim sisteminde karışıma girecek türler, bu türlerin oranları ve hasat zamanı gibi temel bilgilerin bilinmesi oldukça önemlidir. Çünkü buğdaygiller erken ilkbaharda daha hızlı gelişim gösterir. Dolayısıyla botanik kompozisyonda baklagil oranına bağlı olarak elde edilen otun besin içeriği ile protein miktarı azalmaktadır (İptaş ve Yılmaz,1998).

Karışık ekimlerin silaj kalitesi oldukça yüksektir. Yalnız silaj için karışım halinde yetiştiricilik yapılacaksa bitkilerin biçim dönemlerinin uyuşması gerekir. Baklagiller protein içeriği bakımından zengin fakat tek başlarına silolanabilmeleri güçleşir. Buğdaygiller ise karbonhidrat bakımından zengin, kolay hazmedilmelerine karşın protein oranları düşüktür. Bu nedenle bu iki bitki grubunun fermentasyonunu garanti altına alacak oranlarda karıştırılarak silolanması daha uygundur (Kılıç, 1986).

Karışımlarda kullanılacak bitki türlerinin belirlenmesinde birçok ayırıcı özellik göz önünde bulundurulur. Bu özellikler içerisinde en önemlisi, karışımlarda en az bir baklagil ve bir buğdaygil olacak şekilde karışımın ayarlanmasıdır. Buna ek olarak karışımların tohum veya ot üretimine elverişli olması, biçim dönemlerinin uygun olması, otlatma amacı ile yapılan karışımların lezzet ve rekabet açısından benzerlik göstermesi, türlerin toprak ve iklim isteklerinin uygun olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu konularla ilgili farklı yerlerde değişik yem bitkileriyle bir çok araştırma yürütülmüştür.

Çayır salkım otu hayvanların severek tercih ettiği yem değeri yüksek olan azalıcılar sınıfında bulunan bir yem bitkisidir. Çayır ve mera alanlarında genellikle suyun bol olduğu yerlerde yetişmektedir (Anonim, 2008). Çayır salkım otunun mera

islah çalışmalarının yanı sıra oyun alanları, parklar ve golf sahalarında da kullanıldığı belirtilmektedir (Elçi, 2005). Serin iklim bitkisi olan çayır salkım otunun yoğun kök tabakasına sahip olmasından dolayı kışa oldukça dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Varoğlu, 2015; Akdeniz, 2018).

Ak üçgül (*Trifolium repens* L.), dünya genelinde geniş bir yayılım alanı gösteren, genellikle otlatma amacıyla kullanılan, besleyici değeri oldukça yüksek olan çok önemli bir baklagil yem bitkisidir. Yatık gelişmesi ve stolon yapıya sahip olması nedeniyle otlatma ve çiğnenmeye karşı oldukça dayanıklı olan ak üçgül, yem bitkisi üretiminde vazgeçilemez bir yere sahiptir (Açıkgöz, 2001; Acar, Ayan, 2012).

(Erdemli 2007). *Trifolium* cinsine ait türlerin, tür sayısının fazla olması, değişik iklim ve toprak şartlarına adapte olması ve kendi kendilerini tohumlayabilme özelliklerinden dolayı hayvan beslenmesi açısından en önemli iki cinsten biri olduğunu bildirmiştir. (Açıkgöz, 2003). Ak üçgül, arıcılıkta çok önemli bir yere sahiptir. Doğal olarak yetişen vejetasyonlarda oldukça sık olarak rastlanan ak üçgül, bal arıları için yetiştirilebilecek en önemli bitkilerdendir. Sulu alanlarda ekimi yapılacak ak üçgül, bal arıları için oldukça iyi çiçek tozu ve bal özü kaynağı oluşturmaktadır.

Temiz su kaynakları özellikle kurak ve yarı kurak iklimlere sahip ülkelerde, giderek hızla artan nüfusun içme ve kullanma suyu gereksinimlerini karşılamak için yetersiz kalmaktadır. Nüfus ile doğru orantılı olarak artan yiyecek gereksinimi ise, beraberinde tarımsal alanlarda genişleme ve üretimde artış sağlama zorunluluğunu getirmektedir. Günümüzde yetersiz olan temiz su kaynaklarına alternatif olarak tarımda sulama suyu ihtiyacını karşılamak için evsel atık sularının tekrar kullanıma sunulması akılcı bir çözüm seçeneği olmuştur. Kent nüfusuyla birlikte su kullanımının da artması, çok miktarda atık su oluşumuna neden olmuştur. Çevre sağlığının korunması ve su kirliliğinin önlenmesi, günümüzün en önemli temel sorunlarından birisidir. Bunun yanı sıra, kentsel atık sularının güvenli ve yararlı bir şekilde uzaklaştırılma gerekliliği de kentsel toplumların önemle üzerinde durdukları bir diğer konudur. Atık suların uygun bir strateji ile kontrollü olarak tarımda kullanılması, bu suların faydalı bir forma dönüştürülerek uzaklaştırılması için iyi ve yararlı bir yol göstermektedir. Ayrıca, atık suların kullanılması ve kaliteli suların sulama dışındaki kullanım amaçları için korunmasını da sağlamaktadır. Kentsel atık suların uygun stratejilerle yeniden kullanımı ile yer üstü su kaynaklarının kirlenmesi önlenmiş olur. Bu sayede sadece değerli temiz

su kaynakları korunmakla kalmaz aynı zamanda, atık suların içerdiği bitki besin maddeleri de bitki yetiştiriciliğinde önemli bir avantaj sağlar. Atık sularının içerdiği azot ve fosfor tarımsal gübre gereksinimini azaltmakta veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Atık suların sulamada kullanılması ile bitki yetiştiriciliği için yararlı olan toprak mikroorganizmalarının metabolik aktiviteleri artmaktadır (Pescod, 1992; Toze, 2006).

Kentsel atık sular, normal suya oranla çok daha küçük konsantrasyonda suda asılı veya çözülmüş halde organik ve inorganik maddeler içerirler. Atık sularda bulunan organik maddeler arasında; karbonhidratlar, ligninler, yağlar, sabun, sentetik deterjanlar, proteinler ve bunların ayrışmasından oluşan ürünler ile çeşitli doğal ve sentetik organik kimyasallar yer almaktadır. Kanalizasyon sistemleriyle toplanan kentsel atık sular içerisinde, gerek evsel gerekse de endüstriyel kaynaklı çeşitli inorganik maddeler de bulunmaktadır. Özellikle endüstriyel atık suların kanalizasyon sistemine verilmesi durumunda arsenik, kadmiyum, krom, bakır, kurşun, cıva, çinko gibi toksik etkiye sahip inorganik maddeler bünyesinde barındırabilirler. Toksik kimyasalların konsantrasyonu insan sağlığını etkilemeyecek düzeyde olsa bile, bitkiler üzerinde toksik etkiye bulunabilirler. İnsan sağlığı yönünden bakıldığında atık suların tarımsal sulamada kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli kirleticiler patojen mikroorganizmalardır (Pescod, 1992).

Küresel iklim değişiminin yakın gelecekteki etkileri, su kaynakları üzerinde var olan rekabetin daha da artacağını göstermektedir. Hem sulama, hem de doğada ekolojik sistemler için yaşamsal önem taşıyan su miktarı giderek azalmaktadır. Sulama amacıyla kullanılacak temiz su kaynaklarına talebin azaltılmasında, atık suların arıtılarak yeniden kullanılması olası çözümlerden biridir. Atık suların yeniden kullanılmasından kaynaklanan sağlık risklerini bertaraf etmek için ise, su kalitesine ilişkin standartların geliştirilmesi ve atık suların bu standartları sağlayacak düzeyde arıtılması gereklidir (Blumenthal, 2000).

Bu çalışmanın amacı arıtma tesisi atık suyunun ak üçgül (*trifolium repens*) + çayır salkımotu (*poa pratensis*) karışımının performansı üzerine etkisini belirlemek ve bitkideki besin elementi ve ağır metal birikimini tespit etmektir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Hayvan varlığımızın yeterli ve dengeli olarak beslenememesinde, çayır-mera alanlarının yeterli seviyede olmaması, yem bitkileri ekim alanlarının toplam tarla arazisi içindeki payının az olması ve yem ihtiyacının karşılandığı diğer kaynaklarının da yetersiz olması gibi sorunlar karşımıza çıkmaktadır. Hayvancılık yapan işletmeler için gerekli yem üretiminin, yine işletmelerce sağlanması önemli bir ekonomik tedbir olmakla birlikte, farklı bitkisel üretim aktivitelerinde bulunan tarım kesiminin ana geçim kaynağını oluşturan bitki grubu dışında ikinci ürünün tarımsal üretim faaliyetlerince de özendirilmesi oldukça önemlidir (Soya, 2003).

Hayvansal üretimin yetersiz olmasına neden olan sorunların başında yem, özellikle de kaliteli kaba yem açığı gelmektedir (Ayan ve ark. 2006). Bu nedenle yem bitkileri tarımı yapılan alanlar bir yandan artırılırken, diğer yandan da birim alandan daha fazla verim ve kaliteli ürün alınmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır (Tosun 1996). Kaba yem ihtiyacımızı karşılamak için öncelikle yapılması gereken iş mevcut tarım alanlarımız içerisinde yem bitkileri ekim alanlarının payının artırılmasıdır. Bu konuda tarımsal üretimde ileri düzeyde olan ülkelerin yem bitkileri tarımının durumu bize ışık tutmalıdır. Yem bitkileri içerisinde çok önemli yere sahip olan üçgüller ot üretiminde kullandıkları gibi taban mera tesisinde, yeşil sahaların kurulmasında ve toprak muhafazasında da kullanılırlar (Serin ve Tan 2001).

Yem bitkileri, çayır mera ve tarım arazilerinden elde edilmektedir. Yem bitkileri bu alanlarda yalın olarak ekilebildiği gibi karışım şeklinde de ekilebilir. Karışımlar genellikle baklagil-buğdaygil şeklinde düzenlenir. Karışık ekim; yapay mera tesisi, yem üretimi, arkadaş bitki, destek bitki, alt bitki ve örtü bitkisi gibi farklı amaçlar doğrultusunda yapılmaktadır. Bu sayede birim alandan elde edilen verim ve kalite de artmaktadır (Acar ve ark, 2006).

Yapılan son düzenlemelere rağmen Türkiye’de, hala kaliteli kaba yem açığı bulunmaktadır. Bu nedenle kültürü yapılan diğer tarla bitkileri ile rekabete girebilecek, üstün özelliklere sahip yeni yem bitkisi türlerinin geliştirilerek üretimin artırılması ve bunun neticesinde tarla bitkileri içerisindeki yem bitkisi ekim alanlarının diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi istenilen seviyeye ulaştırılması ülkemiz adına büyük bir kazanç

olacaktır (Açıkgöz ve ark., 2005; Gündüz, 2013). Örneğin; Ankara da kurak koşullar altında yapay mera tesisi amacıyla yürütülen bir çalışmada, *M. sativa*, *O. Sativa*, *B. inermis* ve *A. cristatum* türleri yalnız, ikili ve dördümlü karışımlar şeklinde ekilmiştir. En yüksek yeşil ot, kuru ot ve kuru madde verimleri yonca+kılçiksız brom karışımından (sırasıyla; 1605.04, 504.29 ve 471.38kg/da) elde edilmiştir (Albayrak, 2003). İtalya’da yapılan bir çalışmada *Trifolium alexandrinum*, *T. incarnatum*, *T.resupinatum* ve *T.squarrosom* arpa veya italyan çimi ile birlikte ekilmiştir. 4 yılın ortalaması olarak sulu koşullarda en yüksek yeşil ot verimi, arpa % 10-20 başaklanma döneminde hasat edildiğinde *T.squarrosom*+arpa ‘dan (840 kg/da) elde edilirken, sulama yapılmayan şartlarda *T.alexandrinum*+arpa’dan (685 kg/da) elde edilmiştir (Martinello, 1999).

Çayır salkım otu; çok sık ve ince yapılı bir yeşil alan oluşturur. Yaprakları tipik kayak şeklinde, tüysüz mavi-yeşil renklidir. Suya çok fazla ihtiyaç duyan bir bitki olup serin ve nemli bölgelerde çok iyi gelişim gösterir. Sıcak dönemlerde sulama yapıldığı halde büyümesi yavaşlar. İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde yüksek verim ve çok iyi bir yeşil alan oluşturur. Kışa dayanıklılığı oldukça yüksektir. Gölgeye çok dayanıklı olmadığından, tam güneş ışığı alan veya yarı gölge alanlara ekilmelidir. Basılmaya ve çiğnenmeye orta-iyi derecede dayanıklıdır. Çayır salkım otu park ve bahçeler, oyun ve spor alanları için yapılan karışımlarda çok kullanılır. Tohumla üretilir. Tohumları küçük olduğu için çimlenmesi geç olup, fideleri çok zayıftır (Açıkgöz, 1994).

(Anonim, 2008). Çayır salkım otunun mera ıslah çalışmalarının yanı sıra oyun alanları, parklar ve golf sahalarında da kullanıldığı da belirtilmektedir (Elçi, 2005). Serin iklim bitkisi olan çayır salkım otunun yoğun kök tabakasına sahip olmasından dolayı kışa dayanıklı olduğu belirtilmiştir. İnce, uzun, kuvvetli rizomlarıyla yayılır. Uzun ömürlüdür. Gençlik devresinde gelişmesi yavaştır. *Lolium perenne* L. ile ekildiği zaman bu özelliği nedeniyle baskı altında kalabilir. Ekildiği alana iyice yerleştikten sonra rizomlarıyla hızla yayılıp gelişerek kendisini çabuk yenileyebildiğinden şiddetli ezilmelere ve kurağa karşı dayanabilir. Çim alanların açılmış veya bozulmuş kısımlarında hızla gelişim göstererek bu kısımların onarımlarını sağlar. Kumlu topraklar ve dik şevlerde erozyonu engelleyen özelliği nedeniyle yaygın olarak kullanılır (Uzun 1997).

Yem bitkileri içerisinde çok önemli yere sahip olan üçgüllü ot üretiminde kullanıldıkları gibi taban mera tesisinde, yeşil sahaların kurulmasında ve toprak

muhafazasında da kullanılırlar (Serin ve Tan 2001). Türkiye İstatistik Kurumu verilerinde üçgül yetiştiriciliğine dair 2004 yılına kadar herhangi bir kayıt bulunmazken 2004 ve 2005 yıllarında sırası ile 2 000 ve 1 910 ha ekim alanı ve bu alanlarda sırası ile 20 000 ve 11 300 ton kuru ot üretimi kayıtlara geçmiştir (Anonim 2006).

Ak üçgül (*Trifolium repens* L.), dünya genelinde geniş bir yayılış alanı gösteren, genellikle otlatma amacıyla kullanılan, besleyici değeri oldukça yüksek olan çok önemli bir baklagil yem bitkisidir. Yatık gelişmesi ve stolon yapıya sahip olması nedeniyle otlatma ve çiğnenmeye karşı oldukça dayanıklı olan ak üçgül, yem bitkisi üretiminde vazgeçilemez bir yere sahiptir (Açıkgöz, 2001; Acar ve Ayan, 2012).

Ak üçgül bitkisinin genetik olarak çeşitlilik göstermesi sonucu, çeşit geliştirme amaçlı ıslah çalışmalarında bu çeşitlilikten faydalandığı ve verim, kalite ve dayanıklılık düzeyinde başarılı sonuçlar alındığı belirtilmektedir (Zhang ve ark., 2010; Smýkal ve ark., 2015).

Harran ovası sulu koşullarında yürütülen bir çalışmada, iki yılın ortalaması olarak, ak üçgülden 3067- 5011 kg/da yaş ot, 797 – 1302 kg/da kuru ot verimi elde edilmiştir (Şılbır ve ark. 1994).

İzmir ekolojik şartlarında yürütülen bir çalışmada, ak üçgül tomurcuklanma başlangıcı, çiçeklenme ve çiçeklenme sonrasında biçildiğinde sırasıyla 1497, 1761 ve 1669 kg/da yaş ot, 329, 342 ve 508 kg/da kuru ot verimi elde edilirken; biçim çağlarına göre bitkinin ham protein miktarı % 22.1, % 29.0 ve % 20.3 olarak belirlenmiştir (Avcıoğlu ve ark. 1999).

ABD'nin İdoha eyaletinde çayır üçgülü ve ak üçgülün fosforlu gübre gereksinimini ve potansiyel kullanımlarını belirlemek üzere yapılan bir araştırmada, dekara 0, 4, 8 ve 12 kg fosfor düşecek şekilde gübreleme yapılmıştır. Ak üçgülden verilen fosfor miktarı ile verim arasında pozitif ilişkiler belirlenmiş, bu değerler 1982'de $r = 0.76$, 1983'de $r = 0.65$ ve 1984'de $r = 0.81$ olmuştur (Mahler ve Menser, 1988).

Karışık ekimler iklim ve çevreden meydana gelebilecek zararları en aza indirir (Lithourgidis ve ark., 2011), ortaya çıkabilecek hastalık ve zararlıları azaltır, bunlardan kaynaklanacak olan verim azalmasının da önüne geçerler (Musa ve ark., 2010).

Lithourgidis (2006). 2003-2005 yılları arasında Yunanistan'ın kuzey bölgesinde sürdürdükleri çalışmalarında, adi fiğ'in triticale ve yulaf ile oluşturduğu farklı oranlardaki karışımlarda artan baklagil oranının yeşil ot, kuru madde ve ham protein

verimi üzerinde olumsuz, yeşil otta fiğ oranı, NDF ve ADF oranları üzerinde de olumlu etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Agegnehu (2006). 2001-2004 yılları arasında 3 yıl süreyle Etiyopya'da sürdürdükleri çalışmalarında arpa + bakla karışımlarında, karışımdaki baklagil oranının sırasıyla %0.0-12.5-25.0- 37.5-50.0 ve 62.5 olduğu oranlarda, baklagil bitki boyunun 119-113-117-118-117 ve 117 cm; yeşil ot veriminin 2396-2549-2612-2987, 2854 ve 2965 kg/da olduğunu ve baklagil oranındaki artışın, yeşil otta baklagil oranını yükselttiğini kaydetmişlerdir.

Karışım halindeki ekimlerde, iklim ve toprak isteklerinin daha esnek olduğu, türlerin birbirlerinin gelişmesini hızlandırdığı; yalın ekim ise tek bitki bazında verim, kalite ve kullanılabilme kolaylığı bakımından daha üstündür. Karışık ekimlerde, karışımların oluşturulmasında kullanılacak bitkilerin seçimi kadar, karışım oranları ve biçim zamanları elde edilecek yemin kalitesi ve verimi gibi kriterler çok önemlidir. Çünkü tahıllar, kardeşlenebilme özelliklerinden dolayı birim alandaki bitki sıklığını arttırmakta; hasat sırasında elde edilen otun içindeki oranları ekimdeki oranlarından yüksek çıkabilmektedir. Sonuçta otun verimi artmakta; ancak ham protein oranı ve ham protein verimi azalmaktadır (Aşık 2006).

Karışımların verim ve kalitesi, yalın ekimlerden daha yüksektir (Casler, 1988). Bitki örtüsü öldürerek kurulan yapay meralarda verim en az iki kat artmaktadır (Tosun ve ark., 1977; Tosun ve ark., 1989). Altın (1982)'a göre ikili karışımlar, yalın ekimlere ve üçlü karışımlara göre daha verimli iken, bazı araştırmacılara göre de (McGinnies ve Townsend) tüm karışım kombinasyonları yalın ekimlerden daha verimlidir. Çoklu karışımlar, değişken çevre şartlarına basit karışımlardan daha iyi adapte olarak, yetiştirme sezonu boyunca daha düzenli ve sürekliliği devam eden daha fazla kuru madde üretebilmektedir (Deak ve ark., 2007).

Atık su arıtma çamurlarının tarımda değerlendirilmesi, çevre kirliliğinin önlenmesi ve sahip olunan doğal kaynakların korunması açısından etkin bir geri dönüştürme prosesidir. Bu metot diğer değerlendirme metotları ile kıyaslandığında en ucuz (EEA, 2005; Jantzen ve Woerd, 2007) atık dönüştürme yöntemidir. Fakat arıtılan atık suyun tipine ve arıtma işlemine bağlı olarak arıtma çamurları farklı oranlarda toksik organik kimyasalları, tuzları, ağır metalleri ve hastalık yapıcı mikroorganizmaları

içermektedir. Bu durum atık su arıtma çamurunun tarımsal amaçlı kullanımını kısıtlayan en önemli faktördür.

Arıtma çamurunun toprağa uygulanması, toprağın hem fiziksel hemde kimyasal özelliklerini iyileştirmekte ve bitkisel verimi önemli ölçüde artırmaktadır. Ancak, arıtma çamurunun toprağa uygulanması mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), krom (Cr), kobalt (Co), nikel (Ni), kurşun (Pb), selenyum (Se) ve kadmiyum (Cd) gibi ağır metallerin yüksek oranlarda bulunabilmesi bakımından tehlike arz etmektedir. Bu elementlerin bazılarının yüksek oranda bulunması bitkilere toksik etki yapabilmekte iken, kimileri de gıda zincirinde birikerek insan ve hayvan sağlığına karşı büyük bir tehdit oluşturabilmektedir (Bozkurt ve ark., 2000). Bu nedenle, arıtma çamurunun özellikleri ile uygulama sonrası, bitki ve topraktaki ağır metal düzeyleri ve bitki besin maddeleri, bitki türüne, iklim ve toprak koşullarına göre deneysel olarak belirlenmelidir.

Bununla birlikte atık su arıtma tesislerinde ortaya çıkan çamurlar bünyesinde azot, fosfor ve diğer mikro besin maddelerini barındırır. Arıtma çamurunun bu özelliği nedeniyle tarımsal alanlarda gübre olarak kullanılmasına neden olmuştur (Soumare vd., 2003 ve 2003).

Birçok çalışma, ekim alanına uygun oranlarda arıtma çamuru ve kompostunun uygulanması ile; bitki büyümesinin, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin geliştiğini (Angın ve Yağanoğlu, 2009), erozyona uğramış bazı toprakların mikro element içeriklerinin (Yakupoğlu ve Özdemir, 2007) ve toprakların kullanılabilir besin maddeleri seviyelerinin (Akyarlı ve Şahin, 2005) arttığını göstermiştir.

Ancak, yüksek ağır metal içeriğine sahip arıtma çamurlarının aynı alana uzun yıllar boyunca uygulanması, bu elementlerin topraklardaki hareket kabiliyetlerinin sınırlı olmasından dolayı, toprağın ağır metal içeriğinin artmasına neden olabilen önemli bir risk faktörüdür (Ingelmo 1998). Bu nedenle tarımsal alanlara uygulanacak arıtma çamurlarının seçiminde bu faktörün göz önünde bulundurulması, sürdürülebilir toprak yönetimi için oldukça önemlidir.

Dünyada bugün toplam su arzının önemli bir kısmı (yaklaşık % 66'sı) tarımsal sektör tarafından talep edilmektedir. 20. yüzyıl boyunca beslenmesi gereken insan sayısı 1.5 milyardan 6 milyarın üzerine çıkınca tarımsal faaliyetler için kullanılan su miktarı da 5.7 kat artmıştır. 2025'li yıllarda tarımsal faaliyetler için arz edilen su miktarının 3189 km³ /yıla, net su tüketiminin ise 1.2 kat artarak 2152 km³ /yıla ulaşması

beklenmektedir. Yine 2025’li yıllarda endüstriyel su tüketiminin 1.4, evsel su tüketiminin ise 1.5 kat artması beklenmektedir (Karakaya ve Gönenç, 2004).

İklim değişikliğinin ülkemizdeki su kaynaklarına olan etkisi Hardley merkezi model sonuçlarına göre CO₂ salınımlarının kontrol edilmediği senaryoya göre 2080’li yıllara kadar akar sularının yıllık akımlarında yaklaşık % 20-50 azalma, CO₂ birikimlerinin 750 ve 550 ppm’de tutulduğu senaryolara göre ise sırasıyla yaklaşık %5-25 ve %0 -15 azalma tahmin edilmektedir (Önder ve Önder, 2007).

Arıtılmış atık sular okul bahçelerinin, parkların, peyzaj alanlarının, spor alanlarının sulanmasında, süs bahçelerinde, sanayi sektöründe soğutma, yıkama, kazan beslemede, golf sahalarının sulanmasında, yol kenarlarının sulanmasında, çeşmeler, süs havuzları ve şelaleler gibi dekoratif su yapılarında, yangın söndürme gibi işlemlerde yoğun olarak kullanılmakta; böylece hem artan su ihtiyacı karşılanmakta hem de temiz su kaynaklarında tasarruf sağlanmaktadır (Kitiş ve ark., 2009; Özbay ve Kavaklı, 2008).

Gerekli tedbirler ve teknik önlemler alınmadan, standartlar çerçevesinde arıtılmamış atık suyun sulamada kullanılmasının arıtılmamış atık su ile uzun süre temas eden ve bu su ile sulanan sebzeleri tüketen kişilerin sağlığında ciddi bir risk yaratması, yeraltı suyunda kirliliğe sebep olması, toprakta kimyasal kirleticilerin birikimine neden olması ve dolayısıyla toprağın tamponlama kapasitesi ile pH’ını değiştirebilmesi, ağır metal birikimine neden olması, hastalıkların yerleşeceği bir ortam yaratması, sulama sistemlerine zarar verebilmesi, atık suyu taşıyan kanallarda ötrifikasyona neden olması gibi olası riskleri vardır (Kendirli ve ark., 2003; Kayıkcıoğlu, 2012).

Arıtma çamurunun içeriği bölgeden bölgeye ve arıtma biçimine bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle organik madde, azot ve fosforca zengin olduğu ve kontrollü olarak toprağa verilebileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Hakerlerler, 1980; Anaç ve ark. 1993).

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).

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

Üçgül bitkisinin atık su ile yapılan sulamaların sonucunda sulama sayısı ile doğrusal olarak Zn Pb Ni Mn Cr Fe Cu ve Cd yoğunluğunun arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Chaudri ve ark., 1992).

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).

Atık su arıtma tesislerinden her yıl büyük miktarlarda atık çamur çıkmaktadır. Atık çamurlar içeriğinde patojen ve zehirli maddeler barındırdığından çamuru ortadan kaldırma veya işlenmesi mühendisler için karışık bir çevre problemi olmaktadır (Spinoza and Vesilind, 2001).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü iklim odasında yürütülen çalışmada bitki materyali olarak baklagil yem bitkisi olan Ak üçgül (*Trifolium repens*) ve buğdaygil yem bitkisi olan Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) kullanıldı. Araştırmada sulama materyali olarak Van İli Edremit İlçesi sınırları içerisinde bulunan İleri Biyolojik Arıtma Tesisi'nin geri devir hattından alınan atıksu kullanıldı.

3.1.1. Deneme toprağı

Denemede kullanılan toprak numuneleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs sınırları içerisinde bulunan Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanından temin edilmiştir. Toprak numunesi burgu aleti kullanılarak 0-30 cm derinlikten alınıp Tarla Bitkileri Bölümü'ne getirilmiş uygun kurutma ve ufalama işlemi yapıldıktan sonra elekten geçirilmiştir. Elekten geçirilen toprak numunesi iyice karıştırılmıştır. Bu toprağın bir kısmı çalışmada kullanılmak üzere saksılara doldurulmuş arta kalan kısım analizler için bekletilmiştir.

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

Toprak numunelerini parçalamak için mikrodalga parçalama yöntemi (Advanced Microwave Digestion System, Ethos Easy) kullanılmıştır. Yaş yakma işlemi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmış olup işlem sonucunda elde edilen numunelerde 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) ve alüminyum (Al), bor (B) ve molibden (Mo) konsantrasyonları indüktif olarak eşleştirilmiş plazma- kütle spektrometresi (ICP-MS) ile 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 kullanılacak olan atık su, her sulama zamanında Van/Edremit İleri Biyolojik Atık Su Arıtma tesisi çıkış suyundan temin edilmiştir. Her sulama işleminde kullanılacak olan atık suyun pH ve EC analizi yapılmış ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği' nde (Anonim,1991) belirtildiği şekilde uygun koşullarda saklanmıştır. Yönetmelikte belirtilen saklama sürelerine ve koşullarına sadık kalınarak biriken numuneler paçal haline getirilerek analizler yapılmıştır. Gerekli testler yapıldıktan sonra tesisten alınan su aynı gün

içerisinde plastik bidon kullanılarak iklim odasına taşınmış ve sulama amaçlı kullanılmıştır.

Van/Edremit İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi, toplam saha alanı 24.772,12 m² olup, tesis 11.12.2014 tarihinde faaliyete geçmiştir. İlk etapta 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 giderimine ek olarak 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).

pH sulardaki aktif H⁺ iyonu konsantrasyonunu göstermektedir. Bu nedenle toprakların kimyasal özelliklerini etkileyebilir. Asit topraklar pH'sı 4.8'den düşük olan sularla belirli bir süre sulandığında, çözümlenir demir, mangan ya da alüminyum derişimleri bitkiler için zehirli düzeylere ulaşabilir. Aynı şekilde, tuz içeriği yüksek olan asit veya nötr sular da toprakların pH'sını düşürdüğünden bu elementleri zehirli duruma geçirebilirler (Karataş ve ark., 2005). Ayrıca sulama suyunun, pH'sının yüksek olması ile birlikte yüksek sıcaklık ve sertliğe maruz kalan boru hatlarında emitörlerin tıkanmasına ve akış hızının düşmesine neden olduğu daha önceki araştırmalarla teyit edilmiştir (Cirelli et al., 2012).

Bedbabis ve arkadaşlarının (2015) yaptıkları çalışmada; arıtılmış atık su ile sulama yapıldığında toprak pH'sında kısa ve ani artışlara neden olduğu, uygun dozlar kullanıldığında olumsuz bir etkisinin olmadığı, eğer arıtılmış atıksu yüksek oranda bikarbonat içeriyorsa sulama yoluyla topraklara uygulanmasının toprak pH'sını artırabildiği gözlemlenmiştir.

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

** : Sınır değerlerinin altında

***:Sınır değerlerinin üstünde

Denemede sulama suyu olarak kullanılan atık su arıtma tesisi çıkış suyunda reaksiyon (Mclean, 1982) ve elektrikselsel iletkenlik (Richards, 1954) dereceleri 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.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan atık suyun alındığı tarihlerdeki bazı özellikleri

Atık Su Alım Tarihleri	Kullanılan Atık Suyu Ait Bazı Değerler*						
	pH	İletkenlik (µS/cm)	Çözünmüş 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

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü iklim odasında yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak ak üçgül (*Trifolium repens*) + çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkileri kullanılmıştır. Araştırmada sulama materyali olarak kullanılacak atık su Van İli Edremit İlçesi İleri Biyolojik Arıtma Tesisi'nden temin edilmiştir.

Deneme, 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. Araştırmada kentsel atık suların ak üçgül ve çayır salkım otu bitkilerinin gelişimine etkisini belirlemek için % 100 saf su (kontrol), % 25 atık su + % 75 saf su, % 50 atık su + % 50 saf su ve % 75 atık su + % 25 saf su şeklinde uygulama yapılmıştır. Ekimden önce temel gübreleme olarak, kontrol grubuna (% 100 saf su) hacim hesabı ile azot, fosfor ve potasyum uygulanmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Her bir saksıya 6 adet ak üçgül+14 adet çayır salkım otu tohumu gelecek şekilde ekim yapılmış ve saksılar % 65 nem, 22/18 °C gündüz/gece sıcaklığı ve 16/8 saatlik gündüz/gece fotoperiyoda ayarlı iklim odasına yerleştirilmiştir. Ekimden hemen sonra ilk sulama yapılmış ve sulama işlemi 7 gün ara ile her defasında getirilen atık suyun bir kısmı analiz için alınmış ve geri kalan su ile sulama işlemi yapılmıştır. Ekimden 5 gün sonra ilk filizler görülmeye başlanmış ve 3 gün ara ile bir ay boyunca çimlenme, 8 gün ara ile deneme sonuna kadar ortamdaki çekilme takibi yapılmıştır.

Ekimden bir ay sonra biçim olgunluğuna gelen bitkiler önce bitki boyu ölçülmüş ve sonra biçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem 30 gün ara ile tekrarlanmış ve biçimden hemen sonra yaş ot, etüvde uygun sıcaklıkta kurutulduktan sonra kuru ot miktarları belirlenmiştir. Her biçimden elde edilen materyaller ayrı ayrı paketlenerek analiz için bekletilmiştir. Deneme 4 ay sürmüş olup son toprak numuneleri analiz için alınmıştır. Uygulama öncesinden alınan ve uygulama sonrasında alınan toprak numuneleri ve bitki örneklerinde Al, As, Cd, Pb, Cr, Co, Na, Ni, P, K, Mg, Mn, Se, Mo, Zn, B, Fe, F, Cu, Cl, Ca Be içerikleri, Kacar ve İnal (2008)'ın bildirdiği şekilde, yaş yakma yöntemi ile elde edilen ekstraktlarda İyon Kromatografi (IC) ve İndüktif Olarak

Eşleştirilmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile belirlenmiştir. Ayrıca toprakta atık suların tarımda kullanımını sınırlayan önemli etmenlerden EC, SO₄, toplam tuz konsantrasyonu pH, NO₃ miktarları belirlenmiştir.

3.2.2. Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemler:

3.2.2.1. Bitki boyu (cm):

Her bir saksıda bulunan bitkilerden her çeşit kendi arasında rastgele seçilen beş bitkinin boyları cetvel yardımıyla cm olarak ölçülmüş ve ortalaması yazılmıştır.

3.2.2.2. Yaş ağırlık (g/saksı):

Otlama kriteri göz önüne alınarak yapılan biçme işleminde biçim yüksekliği 3 cm olarak belirlenmiş olup, bitkiler her çeşit ayrı ayrı olmak üzere makas yardımı ile biçilip hassas terazide tartılıp ve çıkan sonuçlar not edilmiştir.

3.2.2.3. Kuru ağırlık (g/saksı):

Hassas terazide ağırlıkları tartılıp kaydedilen bitkiler kese kağıdı kullanılarak 70 °C'de etüvde kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi bitkiler sabit ağırlığa gelinceye kadar devam etmiş ve sabit ağırlığa gelen örnekler hassas terazide tartılarak ağırlıkları not edilmiştir.

3.2.2.4. Bitkide bazı element konsantrasyonları (ppm):

Her biçim sonrası alınan bitki numuneleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Kacar ve İnal (2008)'in 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) yardımı ile elde edilmiştir.

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

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

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

Çalışma sonunda her bir saksıdan alınan toprak numuneleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Kacar ve İnal (2008)'ın 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 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 Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımda gelişim

4.1.1. Çıkış ve ortamdaki çekilme

Farklı oranlarda atık su ve saf su (kontrol) ile sulanarak yetiştirilen ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımda ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin çıkış gözlemleri 4 günde bir, bir ay boyunca takip edilmiş ve sekiz gözlem döneminden alınan değerlere ait varyans analiz tabloları Çizelge 4.1., Çizelge 4.2., Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir. Çalışma sonuçlarına uygulanan varyans analizine göre, gözlem dönemleri her iki bitkinin çıkışı üzerine etkili olup, atık su uygulamalarının iki bitkinin de çıkışı üzerine bir etkisi bulunmamıştır (Çizelge 4.1). Elde edilen sonuçlara göre ak üçgül tüm atık su uygulama miktarlarında beşinci gözlem döneminde neredeyse tüm çıkışını tamamlamıştır. Çayır salkımotu ilk üç gözlemde hiç çıkış yapmamış, ancak sekizinci gözlem döneminde bütün atık su uygulama miktarlarında çıkışını tamamlamıştır (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.1. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül ve Çayır Salkımotu bitkilerinin gözlem dönemlerindeki çıkış gücüne ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Üçgül		Çayır Salkımotu	
		Kareler ortalaması	F değeri	Kareler ortalaması	F değeri
Gözlem Dönemi	7	61.14	83.74**	231.76	589.9**
Uygulamalar	3	0.84	1.16	0.44	1.12
Gözlem Dönx Uyg.	21	0.28	0.39	0.47	1.20
Hata	63	0.73		0.39	
Genel	94				

**P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çıkış işlemi tamamlandıktan sonra tüm saksılarda beş adet ak üçgül, on adet çayır salkımotu kalacak şekilde seyreltme yapılmış ve bir hafta sonra biçimlere başlanmıştır. Mera otlatma periyotları taklit edilerek yirmi günde biçim işlemi tekrarlanmıştır. Her biçim öncesinde bitkiler sayılmış ve atık su uygulamalarının bitkilerin ortamdaki çekilmesine etkileri belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara uygulanan istatistiki analiz sonuçlarına göre gözlem dönemlerinin ve farklı atık su uygulama miktarlarının ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin ortamdaki çekilmesi üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3.). Ak üçgülden üçüncü sayım döneminde %25S+%75AS uygulamasında ortamdaki çekilme olmuş, dördüncü gözlem döneminde %50S+%50AS uygulamasından, altıncı gözlem döneminde de kontrolden ortamdaki çekilme olmuştur (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.2. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu bitkilerinin çıkış gücü (adet) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Gözlem Dönemleri	Uygulamalar				Biçim Dönem Ort.
	%100S	%75S+%25AS	%50S+%50AS	%25S+%75AS	
Ak Üçgül					
1	1.00	0.33	0.66	1.00	0.75d
2	2.00	2.33	2.33	2.66	2.33c
3	4.00	4.33	4.00	4.33	4.16b
4	7.00	5.33	5.66	6.00	6.07a
5	6.66	6.33	6.33	6.66	6.50a
6	6.66	6.33	6.33	6.66	6.50a
7	6.66	6.66	6.33	6.66	7.58a
8	6.66	6.66	6.33	7.00	6.60a
Uygulama Ort.	5.16	4.79	4.75	4.95	
Çayır Salkım Otu					
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00f
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00f
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00f
4	1.25	1.33	2.66	1.33	1.61e
5	2.66	3.66	4.00	4.66	3.75d
6	6.66	6.66	6.66	6.33	6.58c
7	9.66	9.33	9.66	9.66	9.58b
8	12.33	12.00	12.00	12.00	12.10a
Uygulama Ort.	5.16	4.79	4.75	4.95	

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

S: Saf su

AS: Atık Su

Çizelge 4.3. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül ve Çayır Salkımotu bitkilerinin gözlem dönemlerindeki ortamdaki çekilmelerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Üçgül		Çayır Salkımotu	
		Kareler ortalaması	F değeri	Kareler ortalaması	F değeri
Gözlem Dönemi	7	0.18	0.57	0.37	1.51
Uygulamalar	3	0.33	1.01	0.16	0.68
Gözlem Dönx Uyg.	21	0.20	0.63	0.06	0.27
Hata	63	0.32		0.25	
Genel	94				

Çizelge 4.4. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu bitkilerinin ortamdaki çekilme (adet) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Gözlem Dönemleri	Uygulamalar				Biçim Dönem Ort.
	%100S	%75S+%25AS	%50S+%50AS	%25S+%75AS	
Ak Üçgül					
1	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
2	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
3	5.00	5.00	5.00	4.66	4.91
4	5.00	5.00	4.66	4.66	4.83
5	5.00	5.00	4.66	4.66	4.83
6	4.66	5.00	4.66	4.66	4.75
7	4.66	5.00	4.66	4.66	4.75
8	4.66	5.00	4.66	4.66	4.75
Uygulama Ort.	4.87	5.00	4.79	4.77	
Çayır Salkım Otu					
1	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00a
2	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00a
3	9.66	10.00	10.00	9.66	9.83ab
4	10.05	9.66	9.66	9.66	9.78ab
5	9.66	9.66	9.33	9.66	9.58b
6	9.66	9.66	9.33	9.66	9.58b
7	9.66	9.66	9.33	9.66	9.58b
8	9.66	9.66	9.33	10.00	9.60ab
Uygulama Ort.	9.80	9.79	9.62	9.77	

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

4.1.2. Bitki boyu

Araştırmada farklı oranlarda atık su ile sulanan ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin karışım boyları ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bitki boylarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.,

Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre biçim dönemlerinin, atık su uygulamalarının ve biçim dönemi ve atık su uygulama interaksiyonlarının ak üçgül ve çayır salkımotunun bitki boyu üzerine etkisi %1 seviyesinde önemli, karışımda ise biçim dönemleri ve atık su uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli, interaksiyon ise önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül'ün biçim dönemlerindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	10.60	82.61**
Uygulamalar	3	12.41	96.68**
Biçim Dönx Uyg.	21	0.96	7.54**
Hata	63	0.12	
Genel	94		

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.6. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Çayır Salkımotu'nun biçim dönemlerindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	17.61	138.28**
Uygulamalar	3	0.94	7.39**
Biçim Dönx Uyg.	21	0.78	6.16**
Hata	63	0.12	
Genel	94		

*P<0.05 düzeyinde önemlidir. **P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.7. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül + Çayır Salkımotu karışımının biçim dönemlerindeki bitki boyuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	11.73	11.64**
Uygulamalar	3	4.53	4.50**
Biçim Dönx Uyg.	21	0.69	0.69
Hata	63	1.00	
Genel	94		

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Ak üçgülde en yüksek bitki boyu altıncı biçim döneminde 10.59 cm olarak elde edilirken en düşük bitki boyu birinci biçim döneminden 7.61 cm olarak alınmıştır. Çayır salkımotunda ise en yüksek bitki boyu altıncı biçim döneminden 12.49 cm olarak alınmış, en düşük bitki boyu ise birinci biçim döneminden 8.87 cm elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu ve karışımın boy (cm) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Biçim Dönemleri	Uygulamalar				Biçim Dönem Ort.
	%100S	%75S+%25AS	%50S+%50AS	%25S+%75AS	
Ak Üçgül					
1	6.80	7.46	7.76	8.43	7.61e
2	8.96	10.70	9.66	10.70	10.00c
3	8.70	9.70	10.13	11.43	9.99cb
4	9.62	8.73	9.93	11.10	9.83c
5	8.93	8.73	9.20	10.63	9.37d
6	10.10	9.93	10.20	12.13	10.59a
7	9.96	10.20	10.70	10.10	10.24b
8	9.06	9.93	11.23	11.90	10.26b
Uygulama Ort.	9.04d	9.42c	9.85b	10.70a	
Çayır Salkım Otu					
1	9.66	8.73	8.00	9.10	8.87g
2	12.63	11.53	11.50	11.70	11.84cb
3	10.83	11.70	12.16	11.30	11.50ed
4	11.90	11.96	11.30	11.03	11.57cd
5	11.73	12.10	12.20	12.36	12.10b
6	12.83	12.96	11.80	12.36	12.49a
7	9.93	9.23	9.80	10.53	9.87f
8	11.66	11.36	10.63	11.50	11.25e
Uygulama Ort.	11.42a	11.20b	10.92c	11.21ba	
Karışım					
1	8.23	8.10	7.88	8.76	8.24d
2	10.80	11.11	10.58	11.20	10.92ab
3	9.76	10.70	11.15	11.36	10.74bac
4	8.31	10.35	10.61	11.06	9.95c
5	10.33	10.41	10.70	11.50	10.73bac
6	11.46	11.45	11.00	12.25	11.54a
7	9.95	9.71	10.25	10.31	10.05bc
8	10.36	10.65	10.93	11.70	10.75bac
Uygulama Ort.	9.84b	10.31b	10.38ab	10.95a	

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

Karışım değerlendirildiğinde en yüksek bitki boyu altıncı biçim döneminde %25S+%75AS uygulamasından, 12.25 cm olarak belirlenmiş ve bunu sekizinci biçim döneminde %25A+%75AS uygulamasından 11.70 cm, beşinci biçim döneminde %25A+%75AS uygulamasından 11.50 cm, altıncı biçim döneminde %100S (kontrol)

uygulamasından 11.46 cm ve altıncı biçim döneminde % 75S+% 25AS uygulamasından 11.45 cm biçim dönemleri takip etmiştir. En düşük bitki boyu birinci biçim döneminden 7.88 cm olarak % 50S+% 50AS uygulamasından alınmıştır.

4.1.3. Yaş Ağırlık

Araştırmada farklı oranlarda atık su ile sulanan ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin ayrı ayrı ve karışımın yaş ağırlıkları değerlendirilmiş ve yaş ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9., Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre biçim dönemlerinin, atık su uygulamalarının ve biçim dönemi ve atık su uygulama interaksyonlarının ak üçgül ve karışımın yaş ağırlığı üzerine etkisi %1 seviyesinde önemli, çayır salkımotu'nda ise önemsiz olduğu belirtilmiştir.

Ak üçgül sekizinci ve yedinci biçim dönemlerinde en yüksek yaş ağırlık miktarı %100S uygulamasından 2.06 ve 1.69 (g/saksı) olarak elde edilmiştir. Bunu takip eden sekizinci(1.68), yedinci(1.64), üçüncü(1.62), dördüncü(1.45), ikinci (1.44) biçim dönemlerinden % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiştir. En düşük yaş ağırlık miktarı birinci biçim döneminden 0.51 ve dördüncü biçim döneminden 0.92 (g/saksı) olarak %100S uygulamasından elde edilmiştir. Ak üçgül için genel bir değerlendirme yapıldığında en yüksek yaş ağırlık sekizinci biçim dönemide ve %100S uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.9. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak Üçgül'ün biçim dönemlerindeki yaş ağırlık varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	0.41	28.68**
Uygulamalar	3	0.11	7.82**
Biçim Dönx Uyg.	21	0.13	9.36**
Hata	63	0.01	
Genel	94		

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.10. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Çayır Salkımotu'nun biçim dönemlerindeki yaş ağırlık varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
BiçimDönemi	7	0.02	0.97
Uygulamalar	3	0.01	0.61
Biçim Dönx Uyg.	21	0.02	0.94
Hata	63	0.02	
Genel	94		

Çizelge 4.11. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karışım'ın biçim dönemlerindeki yaş ağırlık varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	0.43	22.41**
Uygulamalar	3	0.13	6.86**
Biçim Dönx Uyg.	21	0.12	6.43**
Hata	63	0.01	
Genel	94		

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çayır salkımotu için en yüksek yaş ağırlık miktarı dördüncü biçim döneminde %100S uygulamasından 0.67 (g/saksı) olarak elde edilirken, yedinci biçim için ise en yüksek yaş ağırlık miktarı % 25S+% 75AS ve % 50S+%5 0AS uygulamasından 0.34 ve 0.31 (g/saksı) olarak elde edilmiştir. İkinci biçim için en yüksek yaş ağırlık miktarı %100S uygulamasından 0.33 (g/saksı) elde edilmiştir. Üçüncü biçim döneminde en yüksek yaş ağırlık miktarı % 100S ve % 50S+%50AS uygulamalarında eşit olup 0.28 (g/saksı), altıncı ve beşinci biçim dönemlerinde en yüksek yaş ağırlık miktarı 0.28 ve 0.27 (g/saksı) olarak % 50S+% 50AS uygulamasından elde edilmiştir. En düşük yaş ağırlık miktarı sekizinci biçimde % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak çayır salkımotu değerlendirildiğinde en yüksek yaş ağırlık miktarının dördüncü ve yedinci biçimlerden elde edildiği, uygulama olarakta en yüksek miktarının % 100S ve % 25S+% 75AS uygulamasından alındığı görülmektedir.

Çizelge 4.12. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu bitkilerinin yaş ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Biçim Dönemleri	Uygulamalar				Biçim Dönem Ort.
	% 100S	% 75S+% 25AS	% 50S+% 50AS	% 25S+% 75AS	
Ak Üçgül					
1	0.51	1.37	1.15	1.20	1.06e
2	1.36	1.40	1.41	1.44	1.40c
3	1.35	1.46	1.42	1.62	1.46cb
4	0.92	1.37	1.31	1.45	1.24d
5	1.13	1.22	1.19	1.15	1.17d
6	1.20	1.06	1.14	1.36	1.19d
7	1.69	1.36	1.33	1.64	1.50b
8	2.06	1.45	1.40	1.68	1.64a
Uygulama Ort.	1.26c	1.34b	1.30cb	1.42a	
Çayır Salkım Otu					
1	0.24	0.25	0.19	0.20	0.22b
2	0.33	0.26	0.21	0.26	0.26ba
3	0.28	0.24	0.28	0.27	0.27ba
4	0.67	0.25	0.27	0.26	0.27a
5	0.24	0.22	0.27	0.26	0.25b
6	0.24	0.21	0.28	0.22	0.24b
7	0.16	0.19	0.31	0.34	0.25b
8	0.14	0.19	0.25	0.23	0.20b
Uygulama Ort.	0.30	0.22	0.26	0.26	
Karışım					
1	0.76	1.62	1.35	1.40	1.28d
2	1.69	1.67	1.62	1.71	1.67b
3	1.63	1.70	1.70	1.89	1.73b
4	1.18	1.62	1.59	1.71	1.50c
5	1.37	1.44	1.47	1.42	1.43c
6	1.44	1.27	1.43	1.58	1.43c
7	1.86	1.55	1.64	1.98	1.76ba
8	2.21	1.64	1.66	1.92	1.85a
Uygulama Ort.	1.50b	1.57b	1.56b	1.68a	

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

Çayır salkımotu için en yüksek yaş ağırlık miktarı dördüncü biçim döneminde %100S uygulamasından 0.67 (g/saksı) olarak elde edilirken, yedinci biçim için ise en yüksek yaş ağırlık miktarı % 25S+% 75AS ve % 50S+% 50AS uygulamasından 0.34 ve 0.31 (g/saksı) olarak elde edilmiştir. İkinci biçim için en yüksek yaş ağırlık miktarı % 100S uygulamasından 0.33 (g/saksı) elde edilmiştir. Üçüncü biçim döneminde en yüksek yaş ağırlık miktarı % 100S ve % 50S+% 50AS uygulamalarında eşit olup 0.28

(g/saksı), altıncı ve beşinci biçim dönemlerinde en yüksek yaş ağırlık miktarı 0.28 ve 0.27 (g/saksı) olarak % 50S+% 50AS uygulamasından elde edilmiştir. En düşük yaş ağırlık miktarı sekizinci biçimde % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak çayır salkımotu değerlendirildiğinde en yüksek yaş ağırlık miktarının dördüncü ve yedinci biçimlerden elde edildiği, uygulama olarak en yüksek miktarının % 100S ve % 25S+% 75AS uygulamasından alındığı görülmektedir.

Karışımda sekizinci biçim döneminde en yüksek yaş ağırlık miktarı 2.21 (g/saksı) olarak % 100S ve 1.92 (g/saksı) % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiştir. Yedinci biçim dönemlerinde en yüksek yaş ağırlık 1.98 (g/saksı), 1.86 (g/saksı) olarak % 25S+% 75AS ve % 100S uygulamasından elde edilmiştir. İkinci ve üçüncü biçim dönemindeki en yüksek yaş ağırlık miktarı % 25S+% 75AS uygulamasından 1.89 (g/saksı) ve 1.71 (g/saksı) olarak elde edilmiştir. Dördüncü biçim döneminden % 25S+% 75AS uygulamasından en yüksek, % 100S uygulamasından en düşük yaş ağırlık miktarı elde edilmiştir. Beşinci biçim döneminde en yüksek yaş ağırlık % 50S+% 50AS uygulamasından, en düşük % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Altıncı ve en düşük % 75S+% 25AS uygulamasından elde edilmiştir. Karışımın geneli incelendiğinde en yüksek yaş ağırlık miktarı sekizinci biçimden, uygulama olarak en yüksek % 100S uygulamasından elde edilmiştir.

Tarım açısından arıtılmış atık suların kullanımı'nın birçok avantajı vardır. Arıtılmış atık sular bitki besin elementi olan nütrientleri içerdiğinden üretim oranının artmasını sağlar (Büyükkamacı, N.).

4.1.4. Kuru ağırlık

Araştırmada farklı oranlarda atık su ile sulanan ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin ayrı ayrı ve karışımın kuru ağırlıkları değerlendirilmiş ve kuru ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13., Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre biçim dönemlerinin, atık su uygulamalarının ve biçim dönemi ve atık su uygulama interaksiyonlarının ak üçgül için %1 oranında önemli, çayır salkımotu ve karışım için bu interaksiyonların önemsiz olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.13. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül'ün biçim dönemlerindeki kuru ağırlık varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	0.03	34.98**
Uygulamalar	3	0.01	15.12**
Biçim Dönx Uyg.	21	0.00	6.63**
Hata	63	0.00	
Genel	94		

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.14. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Çayır salkımotu'nun biçim dönemlerindeki kuru ağırlık varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	0.00	0.77
Uygulamalar	3	0.00	1.80
Biçim Dönx Uyg.	21	0.00	0.72
Hata	63	0.00	
Genel	94		

Çizelge 4.15. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Karışım'ın biçim dönemlerindeki kuru ağırlık varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Biçim Dönemi	7	0.39	0.56
Uygulamalar	3	0.32	0.46
Biçim Dönx Uyg.	21	0.37	0.53
Hata	63	0.71	
Genel	94		

Ak üçgül için birinci ve ikinci biçim dönemlerindeki en yüksek kuru ağırlık miktarı % 75S+% 25AS uygulamasından elde edilirken, üçüncü biçim için % 25S+% 75AS uygulamasından en yüksek kuru ağırlık elde edilmiştir. Bu üç biçim dönemindeki en düşük kuru ağırlık miktarı % 100S uygulamasından birinci biçim döneminden elde edilmiştir. Dördüncü biçim döneminde en yüksek kuru ağırlık % 25S+% 75AS uygulamasından, en düşük miktar % 100S uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Beşinci biçim döneminde en yüksek miktar % 50S+% 50AS uygulamasından, altıncı biçim döneminde ise en yüksek kuru ağırlık miktarı % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiştir. Yedinci biçim döneminde en yüksek kuru ağırlık % 25S+% 75AS

uygulamasından, sekizinci biçim için ise bu durum % 100S uygulamasında görülmektedir. Yedinci ve sekizinci biçimde en düşük kuru ağırlık miktarı % 75S+% 25AS uygulamasından elde edilmiştir. Ak üçgül genel olarak değerlendirilecek olunursa en yüksek kuru ağırlık miktarı sekizinci biçim döneminde ve % 100S uygulamasından alındığı görülmektedir.

Çayır salkımotu için beşinci biçime kadar en yüksek kuru ağırlık miktarı % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Altıncı biçim döneminde en yüksek kuru ağırlık % 50S+% 50AS uygulamasından, en düşük miktar ise % 100S ve % 75S+% 25AS uygulamalarından elde edilmiştir. Yedinci biçim için en yüksek % 50S+% 50AS ve % 25S+% 75AS uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Sekizinci biçim için en düşük kuru ağırlık miktar % 100S uygulamasından elde edilmiş olup diğer uygulamalardan eşit miktarda kuru ağırlık elde edilmiştir. Çayır salkımotu genel olarak değerlendirildiğinde biçim dönemi olarak en yüksek miktar beşinci biçim dönemi, uygulama olarak en yüksek miktar % 100S uygulamasından elde edilmiştir.

Karışım için birinci biçim döneminde en yüksek kuru ağırlık miktarı % 75S+% 25AS uygulamasından, en düşük % 100S uygulamasından elde edilmiştir. İkinci biçim için en yüksek miktar % 75S+% 25AS ve % 25S+% 75AS uygulamalarından elde edilmiştir. Üçüncü biçim dönemi için en yüksek kuru ağırlık miktarı % 25S+% 75AS uygulamasından, en düşük miktar % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Dördüncü ve beşinci biçim dönemlerinde en yüksek kuru ağırlık % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Altıncı ve yedinci biçim dönemleri için % 25S+% 75AS uygulaması ön plana çıkarken, sekizinci biçim dönemi için % 100S uygulamasından en yüksek kuru ağırlık miktarı elde edilmiştir. Karışım genel olarak değerlendirildiğinde en yüksek kuru ağırlık miktarı biçim dönemi olarak dördüncü, beşinci ve sekizinci biçim dönemleri, uygulama olarak % 100S uygulamasından alındığı belirtilmiştir.

Mısır bitkisi kullanılarak yapılan bir saksı çalışmasında elde edilen sonuçlara göre; arıtma çamuru ve TSP kombinasyonlarının kullanımı mısır bitkisinin, bitki yeşil aksamını, toplam kuru ağırlık miktarını, çinko ve demir konsantrasyonunu önemli derecede artırdığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan arıtma çamurunun bitki fosfor ihtiyacını tam olarak karşılayamadığı ancak demir ve çinko ihtiyacının büyük çoğunluğunu karşıladığı saptanmıştır (Çimrin ve ark., 2000). Arıtma çamurunun arazide kullanımını engelleyen faktörler; patojenler, metaller ve toksik organik maddelerdir.

Aritma çamurunun içeriğindeki zengin azot ve fosfor elementleri sayesinde gübre özelliği kazanmakta ve ticari öneme sahip olmaktadır (Anonim, 2017). Yapılan bir saksı çalışmasında bitki materyali olarak arpa kullanılmış ve gübre olarak Ankara Atık Su Arıtma Tesisi çamur farklı dozlarda kullanılmış. Çalışma sonunda elde edilen verilerde arıtma çamuru uygulamasının arpa kuru madde miktarını artırdığı ve bitkiye önemli derecede N sağladığı saptanmıştır(Arcaç ve ark. 2000).

Çizelge 4.16. Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımda Ak Üçgül, Çayır Salkımotu bitkilerinin kuru ağırlık (g/saksı) ortalama değerleri ve Duncan grupları*

Biçim Dönemleri	Uygulamalar				Biçim Dönem Ort.
	% 100S	% 75S+% 25AS	% 50S+% 50AS	% 25S+% 75AS	
Ak Üçgül					
1	0.11	0.29	0.22	0.22	0.21e
2	0.31	0.36	0.32	0.35	0.33ab
3	0.27	0.36	0.30	0.37	0.33b
4	0.17	0.31	0.30	0.34	0.27c
5	0.22	0.23	0.25	0.23	0.23de
6	0.25	0.22	0.24	0.29	0.25dc
7	0.33	0.28	0.29	0.35	0.31b
8	0.40	0.32	0.33	0.38	0.35a
Uygulama Ort.	0.25c	0.30ab	0.28b	0.31a	
Çayır Salkım Otu					
1	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04
2	0.09	0.05	0.05	0.05	0.06
3	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05
4	0.15	0.05	0.05	0.05	0.08
5	0.21	0.04	0.05	0.06	0.09
6	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05
7	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05
8	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Uygulama Ort.	0.09a	0.05b	0.05ab	0.05ab	
Karışım					
1	0.16	0.33	0.27	0.27	0.26
2	0.40	0.41	0.37	0.41	0.40
3	0.34	0.42	0.36	0.43	0.38
4	2.20	0.36	0.36	0.40	0.94
5	0.44	0.28	0.31	0.29	0.33
6	0.30	0.26	0.30	0.34	0.305
7	0.38	0.33	0.35	0.41	0.37
8	0.44	0.37	0.38	0.43	0.40
Uygulama Ort.	0.65	0.35	0.34	0.37	

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

4.2. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) karışımında Bitkilerin Bazı Besin Elementi ve Ağır Metal Alımı

Araştırmada farklı oranlarda atık su ile sulanan ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda bitkilerde ayrı ayrı bulunan besin elementleri konsantrasyonları belirlenmiştir. Çizelge 4.13.' te üçgülün Çizelge 4.14'de çayır salkımotunun çinko, arsenik ve selenyum konsantrasyonlarına ait varyans analiz tablosu, verilmiştir. Tablolara göre uygulamaların üçgül bitkisinin çinko ve arsenik konsantrasyonları üzerine etkisi istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli selenyum konsantrasyonuna ise etkisi önemsiz bulunmuştur. Çayır salkımotunun çinko, arsenik ve selenyum konsantrasyonları üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.17 Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin çinko (Zn), arsenik (As) ve selenyum (Se) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Zn	As	Se	Zn	As	Se
Uygulamalar	3	178.16	0.51	0.07	144.8**	29.9**	0.53
Hata	8	1.22	0.02	0.14			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.18. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin çinko (Zn), arsenik (As) ve selenyum (Se) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Zn	As	Se	Zn	As	Se
Uygulamalar	3	296.09	0.95	0.09	540.43**	118.22**	86.80**
Hata	8	0.54	0.00	0.00			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Ak üçgülde en yüksek çinko konsantrasyonu % 25S+% 75AS uygulamasından 56,53 ppm olarak, en düşük çinko konsantrasyonu ise % 100S (kontrolden) elde edilmiştir. Arsenik konsantrasyonu ise artan atık su uygulama miktarları ile artmış ve en yüksek arsenik konsantrasyonu % 25S+% 75AS uygulamasından 3.36 ppm olarak alınmıştır. En düşük arsenik konsantrasyonu ise 2.39 ppm olarak %100S(kontrolden) alınmıştır.

Çayır salkımotunda en yüksek çinko atık suyun en yüksek uygulama miktarı olan % 25S+% 75AS uygulamasından alınmış ve en düşük çinko ise % 100S(kontrolden) alınmıştır. Arsenik konsantrasyonlarında ise en yüksek 3.30 ppm ile % 25S+% 75AS atık su uygulamasından alınmış, en düşük konsantrasyon ise % 100S (kontrol) ve % 75S+% 25AS uygulamalarında belirlenmiştir. Hayvan besleme açısından önemli yere sahip olan selenyumun ise en yüksek konsantrasyonu % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiştir. Çinko elementi tüm canlılar için olmazsa olmaz elementlerden biridir. Enzimlerin faaliyetlerinde ve yapısında etkin rol almaktadır. Çinko sadece yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu toksik etki yapar (Karaçağıl D., 2013).

Çizelge 4.19. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin çinko (Zn), arsenik (As) ve selenyum (Se) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Üçgül			Çayır Salkımotu		
	Zn	As	Se	Zn	As	Se
% 100S	37.89d	2.39d	0.87	33.83d	2.12c	0.40d
% 75S+% 25AS	45.62c	2.77c	1.00	38.72c	2.18c	0.70b
% 50S+% 50AS	48.62b	3.04b	0.98	45.98b	2.84b	0.63c
% 25S+% 75AS	56.53a	3.36a	1.24	56.69a	3.30a	0.83a

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

Farklı oranlarda atık su ile sulanan ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda bitkilerde Çizelge 4.16.' te üçgülün Çizelge 4.17'de çayır salkımotunun kadmiyum, kurşun ve alüminyum konsantrasyonlarına ait varyans analiz tablosu, verilmiştir. Tablolara göre uygulamaların üçgül bitkisinin kadmiyum, kurşun ve alüminyum konsantrasyonları üzerine etkisi istatistiki açıdan % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Aynı şekilde çayır salkımotunun kadmiyum, kurşun ve alüminyum konsantrasyonları üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01).

Çizelge 4.20 Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve alüminyum (Al) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Cd	Pb	Al	Cd	Pb	Al
Uygulamalar	3	0.00	0.16	0.10	61.32**	1504.03**	445.34**
Hata	8	0.00	0.00	0.00			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.21. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve alüminyum (Al) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Cd	Pb	Al	Cd	Pb	Al
Uygulamalar	3	0.00	0.18	0.02	166.65**	1425.79**	160.53**
Hata	8	0.00	0.00	0.00			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Ak üçgülde kadmiyum konsantrasyonu en yüksek % 25S+% 75AS uygulamasından 0.15 ppm olarak bulunmuş, en düşük miktarlar ise % 100S ve % 75S+% 25AS uygulamalarından elde edilmiştir. Kurşun konsantrasyonu en yüksek olan uygulama 0.53 ile % 25S+% 75AS uygulamasıdır. En düşük miktarlar kadmiyumda olduğu gibi % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Alüminyum konsantrasyonu en yüksek olan % 25S+% 75AS uygulamasına ait 0.55 ppm değeridir. En düşük konsantrasyon değeri % 100S uygulamasına aittir. Çayır salkımotunda kadmiyum konsantrasyonu en düşük % 100S uygulamasında olup diğer uygulamalarda eşit miktarda çıkmıştır. Kurşun konsantrasyonu en yüksek 0.56 ppm değer ile % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiş olup, en düşük değer 0.00 ppm değer ile % 100S(kontrol) gurubundan elde edilmiştir. Alüminyum konsantrasyonu en yüksek % 25S+% 75AS uygulamasından 0.41 ppm olarak bulunmuş, en düşük değer ise yine % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Yapılan bu incelemeler sonucu atık su konsantrasyonu en yüksek olan uygulamalardaki Cd, Pb ve Al elementlerinin konsantrasyonu en fazla, saf su ile sulanan uygulamaların ise en düşük olduğu saptanmıştır.

Kurşun bulunduğu her durumda ekolojik sisteme zarar veren ağır metallere biridir. Atmosferde metal veya bileşik şeklinde bulunabilir. WHO'ya göre ortamda izin verilen kurşun maksimum değer 0.1 mg/m³' tür (Özkan G., 2009). Ağır metaller içerisinde suda çözünme özelliği en fazla olan kadmiyum elementidir. Suda erken çözünme özelliğinden dolayı hızlı yayılım gösterir. Kadmiyum insan yaşamı için gerekli değildir. Gübre ve pestisitlerde bulunduğundan kadmiyum toprak yapısına kolay karışır (Özkan G., 2009).

Çizelge 4.22. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve alüminyum (Al) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Üçgül			Çayır Salkımotu		
	Cd	Pb	Al	Cd	Pb	Al
% 100S	0.09c	0.00d	0.12d	0.09b	0.00d	0.22d
% 75S+% 25AS	0.09c	0.36c	0.21c	0.16a	0.40c	0.25c
% 50S+% 50AS	0.11b	0.48b	0.35b	0.16a	0.49b	0.39b
% 25S+% 75AS	0.15a	0.53a	0.55a	0.16a	0.56a	0.41a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir

Farklı oranlarda atık su ile sulanan ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda bitkilerde Çizelge 4.16.' te üçgülün Çizelge 4.17'de çayır salkımotunun magnezyum, molibden ve lityum konsantrasyonlarına ait varyans analiz tablosu, verilmiştir. Tablolara göre uygulamaların üçgül bitkisinin molibden ve lityum konsantrasyonları üzerine etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Çayır salkımotunun magnezyum, molibden ve lityum konsantrasyonları üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01).

Çizelge 4.23. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin magnezyum (Mg), molibden (Mo) ve lityum (Li) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Mg	Mo	Li	Mg	Mo	Li
Uygulamalar	3	106366.778	0.00	1.66	0.15	26.07**	349.66**
Hata	8	714506.667	0.00	0.00			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.24. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin mangan (Mg), molibden (Mo) ve lityum (Li) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Mg	Mo	Li	Mg	Mo	Li
Uygulamalar	3	3520821.42	0.00	2.72	208.03**	17.70**	1458.50**
Hata	8	16924.33	0.00	0.00			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Ak üçgül bitkisinde en yüksek molibden konsantrasyonu % 25S+% 75AS ve % 50S+% 50AS uygulamalarından 0.04 ppm olarak elde edilirken bu durum çayır salkım otu için 0.01 ppm değer ile % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiştir. En düşük molibden konsantrasyonu ak üçgül için % 75S+% 25AS uygulamasından, çayır salkımotu için 0.00 ppm değer ile % 100S(kontrol), % 75S+% 25AS ve % 50S+% 50AS uygulamalarından elde edilmiştir. Lityum konsantrasyonu ak üçgül bitkisi için en yüksek konsantrasyonu 3.09 ppm ile % 25S+% 75AS değerinden sağlanmış, çayır salkım otu için aynı şekilde % 25S+% 75AS uygulaması ile 2.95 ppm olarak elde edilmiştir. En düşük lityum konsantrasyonu ak üçgül için kontrol gururbu 1.51, çayır salkım otu için 1.09 ppm ile % 75S+% 25AS uygulamasından elde edilmiştir. Magnezyum konsantrasyonu ak üçgül bitkisi için 22171.0 ppm ile % 75S+% 25AS uygulamasından, en düşük konsantrasyonu 21773.0 ppm ile % 50S+% 50AS uygulamasından elde edilmiştir. Çayır salkımotu en yüksek magnezyum konsantrasyonu % 25S+% 75AS uygulamasından 16014.3 ppm olarak elde edilmiş olup en düşük 13772.7 ppm ile % 100S(kontrol) gurubundan elde edilmiştir. Magnezyum klorofil, phytin ve pektinin yapı taşıdır.

Magnezyum ATP yapımında önemli rol üstlenmektedir. Magnezyum noksanlığında klorofil miktarı düşer ve dolayısı ile fotosentez miktarı da düşer. Bitki gelişimi geriler istenilen ürün miktarı elde edilmez (Foth, 1984). Molibden noksanlığında rhizobium bakterilerin aktivitesi düşer ve bitkiler bodur kalır. Molibden fazlalığı bitkilerde herhangi bir zararlı etkiye neden olmazken özellikle meralarda otlayan hayvanlarda toksik etki yapar azalır (Boşgelmez, 2001).

Çizelge 4.25. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin molibden (Mo), lityum (Li) ve magnezyum (Mg) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Üçgül			Çayır Salkımotu		
	Mo	Li	Mg	Mo	Li	Mg
% 100S	0.03b	1.51c	21899.3	0.00c	1.15c	13772.7c
% 75S+% 25AS	0.02c	2.15b	22171.0	0.00c	1.09c	13987.3c
% 50S+% 50AS	0.04a	2.98b	21773.0	0.00b	2.54b	15375.3b
% 25S+% 75AS	0.04a	3.09a	22125.3	0.01a	2.95a	16014.3a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir

Ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda farklı sulama oranları ile sulanan bitkilerde ayrı ayrı bulunan besin elementleri konsantrasyonları belirlenmiştir. Çizelge 4.22.' de üçgülün Çizelge 4.23'te çayır salkımotu'nun molibden, kalsiyum ve krom konsantrasyonlarına ait varyans analiz tablosu, verilmiştir. Tablolara göre uygulamaların üçgül ve çayır salkımotu bitkisinin mangan, kalsiyum ve krom konsantrasyonları üzerine etkisi istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin mangan (Mn), kalsiyum (Ca) ve krom (Cr) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Mn	Ca	Cr	Mn	Ca	Cr
Uygulamalar	3	1573239.77	1187562.11	3.50	21.09**	13.55**	74.90**
Hata	8	74579.08	87651.08	0.04			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir. **P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.27. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin mangan (Mn), kalsiyum (Ca) ve krom (Cr) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Mn	Ca	Cr	Mn	Ca	Cr
Uygulamalar	3	1017616.22	51068053.2	4.69	203.87**	489.24**	165.61**
Hata	8	4991.41	104382.3	0.02			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Ak üçgül bitkisinde en yüksek kalsiyum konsantrasyonu 42930.3 ppm ile % 25S+% 75AS uygulamasından, en düşük konsantrasyon ise 41477.7 ppm değeri ile % 100S(kontrol) gurubundan elde edilmiştir. Kalsiyum konsantrasyonu çayır salkımotu için en yüksek 36816.3 ppm değeri ile % 25S+% 75AS uygulamasından, en düşük

27287.3 ppm ile % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Krom ak üçgül ve çayır salkımotu için en yüksek konsantrasyonu % 25S+% 75AS uygulamasından 6.58 ppm ve 6.18 ppm değerler ile sağlamaktadır. Mangan en yüksek konsantrasyonu ak üçgül için 400.43 ppm ile % 25S+% 75AS uygulamasından, en düşük değeri ise 224.17 ppm ile % 100S uygulamasından elde edilmiştir. Çayır salkımotunda mangan konsantrasyonu en yüksek % 25S+% 75AS uygulaması olup 356.86 ppm dir. En düşük konsantrasyon 215.43 ppm ile % 100(kontrol) gurubu uygulamasına aittir. Yapılan incelemeler sonucu atık su konsantrasyonu yüksek olan uygulamalar (% 25S+% 75AS) Ca, Cr ve Mn besin elementleri konsantrasyonu açısından % 100S(kontrol) gurubuna oranla daha zengin olduğu saptanmıştır.

Krom elementinin bitki yapısında hareketi sınırlıdır. Tarım topraklarında izin verilebilir toplam Cr düzeyi 100 mg/Kg ve tolare edilebilir Cr seviyesi ise 1 mg/Kg civarındadır. Eksikliğinde yapraklarda yanık lekeleri oluşur ve fazla kullanımı bitkilerde toksik etkiye neden olabilir (Karaçağıl D., 2013). Yeterli miktarda kalsiyum içermeyen topraklarda ürün miktarı düşer ve ürünlerin protein miktarı azalır. Kalsiyum eksikliğinde bitkilerde bitkinin gelişmesi durur, yaprak uçları kolay kurur, kırılır ve belli bi süreden sonra ölür (Boşgelmez vd, 2001). Bitkilerde mangan eksikliğinin en çok hissedildiği bölge fotosentezin meydana geldiği kloroplastlardır. Mangan elementi eksikliğinde hücre yapıları bozulur, hücreler küçülür. Noksanlık en çok genç yapraklarda etkisini gösterir (Plaster, 1992).

Çizelge 4.28. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin kalsiyum (Ca), krom (Cr) ve mangan (Mn) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Üçgül			Çayır Salkımotu		
	Ca	Cr	Mn	Ca	Cr	Mn
% 100S	41477.7c	3.97d	224.17d	27287.3d	3.36d	215.43d
% 75S+% 25AS	42020.3bc	4.97c	261.03c	31302.7c	4.54c	237.86c
% 50S+% 50AS	42525.7ab	5.40b	334.77b	34458.7b	5.66b	256.43b
% 25S+% 75AS	42930.3a	6.58a	400.43a	36816.3a	6.18a	356.86a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir

Ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda farklı sulama miktarları ile sulanan bitkilerde Çizelge 4.25.' de üçgülün Çizelge 4.26'da çayır salkımotu'nun nikel, demir ve kobalt konsantrasyonlarına ait varyans analiz tablosu, verilmiştir. Tablolara göre uygulamaların üçgül ve çayır salkımotu bitkisinin nikel,

demir ve kobalt konsantrasyonları üzerine etkisi istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.29. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin nikel (Ni), demir (Fe) ve kobalt (Co) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Ni	Fe	Co	Ni	Fe	Co
Uygulamalar	3	18460.63	0.00	0.24	97.82**	39.16**	70.15**
Hata	8	188.71	0.00	0.00			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir. **P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.30. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin nikel (Ni), demir (Fe) ve kobalt (Co) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Ni	Fe	Co	Ni	Fe	Co
Uygulamalar	3	11695.05	0.02	0.08	209.65**	117.65**	22.69**
Hata	8	55.78	0.00	0.00			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Ak üçgül bitkisinde demir konsantrasyonu incelendiğinde en yüksek değer 0.50 ppm ile % 25S+% 75AS uygulamasına, en düşük değer ise % 75S+% 25AS ve % 100S uygulamalarına ait olduğu görülmüştür. Bu durum çayır salkımotu için en yüksek 0.55 ppm değeri ile % 25S+% 75AS uygulamasına ait olup, en düşük değer 0.33 ppm ile % 100S (kontrol) gurubuna aittir. Kobalt konsantrasyonu ak üçgül için en yüksek % 25S+% 75AS uygulamasında olup en düşük değer 1.21 ppm ile % 100S uygulamasına aittir. Çayır salkımotu için en yüksek kobalt konsantrasyonu 1.63 ppm değeri ile % 25S+% 75AS uygulamasına aittir. En düşük değer ise 1.27 ppm ile % 100S uygulamasına aittir. Nikel konsantrasyonu ak üçgül bitkisi için en yüksek % 25S+% 75AS uygulamasında olup 28.39 ppm değerine sahiptir, en düşük değere sahip uygulama 15.32 ppm değeri ile % 100S(kontrol) gurubudur. Çayır salkımotu bitkisinde en yüksek nikel konsantrasyonu % 25S+% 75AS uygulamasında olup 31.25 ppm değerine sahiptir, en düşük konsantrasyon değeri 19.89 ppm değeri ile % 100S

uygulanmasına aittir. Diğer sonuçlarda da olduğu gibi % 25S+% 75AS uygulamasına ait veriler, kontrol grubuna ait verilere oranla daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.31. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin demir (Fe), kobalt (Co) ve nikel (Ni) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Üçgül			Çayır Salkımotu		
	Fe	Co	Ni	Fe	Co	Ni
% 100S	0.39c	1.21d	15.32d	0.33d	1.27b	19.89d
% 75S+% 25AS	0.39c	1.42c	18.70c	0.36c	1.29b	21.77c
% 50S+% 50AS	0.43b	1.64b	21.87b	0.41b	1.36b	24.83b
% 25S+% 75AS	0.50a	1.87a	28.39a	0.55a	1.63a	31.25a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir

Nikel elementi bitkiler tarafından absorbe edilir ve yiyeceklerden insan vücuduna geçer. Nikel elementinin insan sağlığı açısından en önemli riski solunum kanseridir (Özkan G., 2009). Demir elementi yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerin başında gelmektedir. Demir elementi bitkilerde klorofilin yapısına katılır eksikliğinde bitkilerde kloroz hastalığı görülür (Özkan G., 2009).

Ak üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinden oluşan karışımda farklı sulama oranları ile sulanan bitkilerde Çizelge 4.29.' de üçgülün Çizelge 4.30'da çayır salkımotu'nun bakır ve fosfor konsantrasyonlarına ait varyans analiz tablosu, verilmiştir. Tablolara göre uygulamaların ak üçgül bitkisinin fosfor konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiki açıdan % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çayır salkımotu bakır ve fosfor konsantrasyonu açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.32. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül bitkisinin bakır (Cu) ve fosfor(P) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		F Değeri	
		Cu	P	Cu	P
Uygulamalar	3	174.16	1573239.778	407.15	21.09**
Hata	8	0.42	74579.083		
Genel	11				

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.33. Artan miktarlarda atık su ile sulanan çayır salkımotu bitkisinin bakır (Cu) ve fosfor (P) konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		F Değeri	
		Cu	P	Cu	P
Uygulamalar	3	38.93	1017616.22	475.79**	203.87**
Hata	8	0.08	4991.41		
Genel	11				

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Bakır konsantrasyonu ak üçgül bitkisi için en yüksek 86.14 ppm değeri ile % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiş olup, en düşük değer ise 70.59 ppm değeri ile %100S uygulamasından elde edilmiştir. Bakır konsantrasyonu çayır salkımotu için en yüksek değeri 75.43 ppm değeri ile % 25S+% 75AS uygulamasından sağlanmıştır. En düşük değer ise 67.06 ppm değeri ile % 75S+% 25AS uygulamasından sağlanmıştır. Ak üçgül bitkisinin en yüksek fosfor konsantrasyonu % 25S+% 75AS ve % 50S+% 50AS uygulamalarına ait olup 18771.7 ppm değerindedir. En düşük değer % 100S uygulamasında 17685.7 ppm değeridir. Çayır salkımotu bitkisinin fosfor içeriği en yüksek olduğu uygulama 17656.33 değerine sahip % 25S+% 75AS uygulamasıdır. En düşük konsantrasyon değerine sahip uygulama 16380.00 ppm değerine sahip % 75S+% 25AS uygulamasıdır. Bakır ve fosfor konsantrasyon verileri diğer besin elementlerine benzer şekilde en yüksek miktarlar % 25S+% 75AS uygulamasından elde edilmiş ve en düşük miktar yine % 100S uygulamasından elde edilmiştir.

Bakır vücuda alındığında böbrek, karaciğer ve beyin bölgesinde hasarlara neden olabilir. Dünya sağlık örgütü içme sularında 2 mg/L sınır değeri olarak belirlenmiştir(Özkan G., 2009). Fosfor noksanlığı genç bitkilerde daha çok etki gösterir. Eksikliğinde daha çok çiçek, tohum ve meyve gibi organlar zarar görür. Ağaçlarda sürgün ve tomurcuk oluşumu düşer. Bitkinin dış etmenlere karşı direnci düşer, kök gelişimi geriler (Foth, 1984). (Taşatar, 1997).Çeşitli endüstriyel kuruluşlardan elde edilen arıtma çamurları içeriğinde 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 içerebilirler.

Çizelge 4.34. Artan miktarlarda atık su ile sulanan üçgül ve çayır salkımotu bitkilerinin bakır (Cu), fosfor (P) konsantrasyonuna ait ortalama değerler ve Duncan grupları*

Uygulamalar	Üçgül		Çayır Salkımotu	
	Cu	P	Cu	P
% 100S	70.59c	17685.7b	68.84c	16653.00c
% 75S+% 25AS	71.22c	17697.3b	67.06d	16380.00d
% 50S+% 50AS	81.04b	18771.7a	70.29b	17286.67b
% 25S+% 75AS	86.14a	18771.7a	75.43a	17656.33a

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir

4.3. Artan Miktarlarda Atık Su ile Sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) Bitkilerinden Oluşan Karışımın Hasadı Sonrası Toprağın Bazı Özellikleri

Artan miktarlarda atıksu ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımın hasadından sonra, alınan örneklerinde bazı özellikleri incelenmiş ve analizler sonucu elde edilen değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34, Çizelge 4.35, Çizelge 4.36, Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38’ da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre atık su uygulamalarının toprağın berilyum, kurşun kadmiyum üzerine etkisi önemsiz, toprak organik maddesi üzerine etkisi % 5 seviyesinde önemli diğer incelenen tüm özellikler üzerine ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.35. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın pH, EC ve organik madde miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		pH	EC	Organik Madde	pH	EC	Organik Madde
Uygulamalar	3	0.0982	42500	0.0003	346.6**	631.0**	9.27*
Hata	8	0.0002	67.352	0.0000			
Genel	11						

*P<0.05 düzeyinde önemlidir. **P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.36. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın demir, bakır ve çinko konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Fe	Cu	Zn	Fe	Cu	Zn
Uygulamalar	3	137.78	0.0001	0.0009	330.0**	46.330**	46.250**
Hata	8	0.418	0.000	0.000			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.37. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın mangan, bor, alüminyum konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Mn	B	Al	Mn	B	Al
Uygulamalar	3	0.0126	0.0007	1118.5	26.780**	17.260**	1176.4**
Hata	8	0.0004	0.000	0.630			
Genel	11						

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.38. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın berilyum, nikel, kobalt konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			F Değeri		
		Biçim Dönemleri			Biçim Dönemleri		
		Be	Ni	Co	Be	Ni	Co
Uygulamalar		5.277	0.0008	0.000	3.170	16.080**	96.750**
Hata		1.666	0.0000	0.000			
Genel							

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.39. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın arsenik, kurşun, kadmiyum ve krom konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				F Değeri			
		As	Pb	Cd	Cr	As	Pb	Cd	Cr
Uygulama	3	0.000	0.000	7.500	0.002	117.8**	1.40	2.25	698.2**
Hata	8	0.000	0.000	3.33	0.000				
Genel	11								

**P<0.01 düzeyinde önemlidir

Artan miktarlarda sulama suyu olarak kullanılan atık su toprak pH'sında kontrole göre düşüşe neden olmuştur. Atık su uygulama miktarının artışına paralel olarak toprak pH'sı da düşmüştür. En düşük toprak pH değeri 8.10 ve 8.07 olarak sırasıyla % 50S+% 50AS ve % 25S+% 75AS uygulamalarından alınmıştır. En yüksek pH ise % 100S(kontrol) parselinden 8.43 olarak belirlenmiştir. Toprakta pH artışı bitki yetiştiriciliğinde istenmeyen bir durumdur. Türkiye topraklarının büyük bölümünün pH'sı 7'nin üzerinde olup kireç içerikleri de yüksektir (Güçdemir, 2006). Sulama suyunun özellikle yüksek pH'ya sahip topraklarda daha dikkatle kullanılması gerekmektedir. Ancak çalışmada kullandığımız atık su bölge için problem olan pH yüksekliğinde kısa vadeli uygulama sonucunda bir miktar düşüş yaratmıştır. Bu sonuç tarımsal üretim açısından önemlidir. Atık su uygulama miktarlarına bağlı olarak toprak EC miktarı da artmıştır. En yüksek EC değeri 505.0 olarak en yüksek atık su uygulamasından alınmıştır. Saf su ile sulanan kontrol parselleri ise 228.7 EC değerine sahiptir. Arıtılmış su ile 8 yıl boyunca sulanan topraklarda ciddi tuzlanma görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre atık su kullanımı tarım topraklarında tuzlanma problemi yaratabilir. Bu nedenle, atık su kullanılmasında bu suların temiz su kaynakları ile karıştırılarak kullanılmasının daha uygun olacağı öngörülmektedir. Atık su kullanılması durumunda kullanılacak alanların tuzluluk miktarının önceden belirlenmesi ve kullanım dönemlerinde analizlerin yapılması gereklidir. (Çay, 2013)

Yapılan çalışmada organik madde miktarı en yüksek atık su kullanım miktarı artmış diğer uygulamalar ve kontrol parselleri de benzer değere sahip olmuştur. Kırımhan ve arkadaşları (1982), uzun süre atık suya maruz kalan topraklarda organik maddenin arttığını belirlemişlerdir. Kullanılan atık suların kullanım miktarına bağlı

olarak toprak organik madde oranı da artmıştır. Araştırmacılar kullanılan atık suyun organik madde miktarı nedeni ile bu artışın normal olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda kısa süreli sulama sonucunda sadece en yüksek kullanım miktarında artış sağlanmış, ancak uzun süreli kullanımda bu artışın daha belirgin olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.40. Artan miktarlarda atık su ile sulanan Ak üçgül (*Trifolium repens*) + Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) bitkilerinden oluşan karışımın hasadı sonrası toprağın bazı özelliklerine ait değerler ve Duncan grupları*

Özellikler	%100S	%75S+%25AS	%50S+%50AS	%25S+%75AS
Ph	8.43a	8.36b	8.10c	8.07c
EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)	228.7d	361.7c	440.9b	505.0a
Organik Madde (%)	1.613b	1.62b	1.62b	1.64a
Demir (Fe)	88.76d	96.73c	102.16b	103.80a
Bakır (Cu)	0.106d	0.113c	0.116b	0.121a
Çinko (Zn)	0.18c	0.21ba	0.22a	0.21b
Mangan (Mn)	2.24b	2.37a	2.36a	2.39a
Bor (B)	0.64b	0.65b	0.65b	0.68a
Alüminyum (Al)	45.71d	61.69c	78.32b	89.88a
Molibden (Mo)	-	-	-	-
Berilyum (Be)	0.001a	0.001b	0.009b	0.001ab
Selenyum (Se)	-	-	-	-
Vanadyum (V)	-	-	-	-
Nikel (Ni)	0.38b	0.42a	0.41a	0.42a
Kobalt (Co)	0.06c	0.06b	0.06a	0.06ba
Arsenik (As)	0.10c	0.11b	0.11a	0.11a
Kurşun (Pb)	0.02	0.02	0.02	0.02
Kadmiyum (Cd)	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005
Krom (Cr)	0.31d	0.35c	0.36b	0.36a

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

Artan miktarlarda atık su ile sulanan karışımın hasat sonrası toprağında molibden, selenyum ve vanadyum konsantrasyonu tespit edilememiştir. Demir, bakır, çinko, mangan, bor alüminyum konsantrasyonu artan atık su kullanımı ile artmış, berilyum miktarı ise azalmıştır (Çizelge 4.39.). Kentsel atık suların tarım alanlarında doğru planlama ile kullanımı, çevre koruma açısından önemli bir konudur. Bu uygulama ile hem temiz su kaynaklarının korunması sağlanmış olur hem de atık suların içerdiği besin elementleri tekrar tarımsal döngü içerisine alınmış olur. Atık suların tarımsal sulamada kullanılması ile bitki yetiştiriciliği için yararlı olan toprak mikroorganizmalarının metabolik aktiviteleri artmaktadır (Pescod, 1992; Toze, 2006).

Yapılan çalışmada, hasat sonrası toprak örneklerinde nikel, kobalt, arsenik ve krom miktarları artan atık su kullanım miktarı ile artmış ve kurşun ve kadmiyum miktarında bir değişiklik olmamıştır. (Çizelge 4.39).

Atık suyun içindeki çözülmüş tuzlar, ağır metal ve benzeri toksik maddeler atık suyun alındığı bölgenin şartlarına göre ve kullanıldığı alanlardaki toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumuna göre birikim oluşturabilir ve alanda yetiştirilen bitkiler tarafından bünyelerine alınabilir ya da suda kalabilir. Bu sebeplerden dolayı arıtılmış atık suların tarımsal alanda sulama suyu olarak kullanılması veya bu yolla bertarafı düşünüldüğünde suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik değerleri açısından kullanılabilirliğini sınır değerlere uygunluğunun tespit edilmesi ve kullanılacak alandaki toprak durumunun çok iyi tespit edilmiş olması gereklidir (Kitis et al.,2004).

Yüksek konsantrasyonlarının ortamda bulunmasının toksisiteye neden olduğu bazı elementler bitkilerin büyüme ve gelişmesi için gereklidir. Bu elementlerden bazıları Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Co ve bazı durumlarda Ni'dir. Kadmiyum, kurşun, civa ve krom gibi bazı elementler ise sanayi ve atık sularla artan miktarlarda ekosisteme dahil olmaktadır ve çevre açısından önemli tehdit oluşturmaktadır (Dağdeviren, 2007). Kobalt toksisitesi belirlenen topraklarda yetişen bitkilerde demir eksikliği görülmekte, buna bağlı olarak klorosis görülmektedir. Kobalt için topraklarda bulunma sınır değeri 40 mg/kg'dır (Tok, 1997). Arseniğin insanlar tarafından yüksek miktarda alınması öldürücü etkiye sahiptir. Arsenik zehirlenmesinde kas güçsüzlüğü, el ve ayaklarda his kaybı ve deride renk değişikliği görülür (Anonim, 2008). Nikel 7-35 mg/kg miktarında vücuda alındığında kusma, ishal, karaciğer sıkıntıları hissedilir (Tunçok, 2008). Bütün bunların ışığında arıtılmış suların tarımsal alanlarda kullanımında suyun ve toprağın analizleri büyük önem taşımaktadır.



5. SONUÇ

Bu araştırmada, ak üçgöl ve çayır salkım otu bitkilerinden oluşan karışımın Van/Edremit İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi ıkış suyunun farklı konsantrasyonları ile sulanmasının karışımın performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada uygulamaların ardından son hasattan sonra alınan toprak örneklerinde toprağın bazı özellikleri ve bazı besin elementi içeriği ile bazı ağır metal birikimlerinin belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına gözlem dönemleri her iki bitkinin çıkışı üzerine etkili olup, atık su uygulamalarının iki bitkinin de çıkışı üzerine bir etkisi bulunmamıştır. Alınan sonuçlara göre ak üçgöl tüm atık su uygulama miktarlarında beşinci gözlem döneminde neredeyse tüm çıkışını tamamlamıştır. Çayır salkımotu ilk üç gözlemden hiç çıkış yapmamış, ancak sekizinci gözlem döneminde bütün atık su uygulama miktarlarında çıkışını tamamlamıştır. Bütün gözlem dönemlerinde uygulanan atık su konsantrasyonlarının her iki bitkinin ortamdan çekilmesi üzerine ise etkisi bulunmamıştır. Atık su uygulamaları bitki boyu üzerine etkili olup her iki bitki de ve karışım değerlendirilmesinde en yüksek bitki boyu en yüksek atık su uygulama miktarı olan %25S+%75AS'dan elde edilmiştir. Çalışmada atık su uygulamaları ak üçgölün yaş ağırlığı ve karışım değerlendirilmesinde önemli olup yine atık su uygulama konsantrasyonu arttıça yaş ağırlıkta artış sağlanmıştır. Atık su uygulamalarının çayır salkım otunun yaş ağırlığına etkisi gözlenmemiştir. Kuru ağırlıkta ise artış ak üçgölde daha belirgin olmakla beraber çayır salkım otuda atık su uygulamalarına tepki vermiştir. Her iki bitkinin incelenen besin elementi ve ağır metal konsantrasyonları artan atık su uygulamalarından etkilenmiştir. Ak üçgöl bitkisinde selenyum, magnezyum ve bakır konsantrasyonu üzerine atık su uygulamalarının etkisi görölmemiştir. Sonuçlar kısa süreli yetiştiricilik için değerlendirildiğinden uzun süreli uygulamalarda bitkilerin özellikle ağır metal içeriklerinin sınır değerlerinin üzerine ıkabilirliği tespit edilmesi gereken bir konudur. Hasat sonrası alınan toprak örneklerinde pH değerleri artan atık su uygulamalarında düşmüştür. Bu durum alkalın toprakların iyileştirilmesi açısından dikkate değer olarak düşünülmektedir. Bununla beraber hasat sonrası toprakta uygulamalara bağlı olarak EC değerindeki artış ise uzun vadeli uygulamalarda problem olabileceği kanısına varılmıştır.

Dünyada temiz su kaynaklarının giderek kısıtlı hale gelmesi atık suların özellikle tarımsal alanlarda kullanılması düşüncesini doğurmuştur. Bu bağlamda farklı topraklara sahip ve farklı atık su kaynaklarının bölgesel anlamda değerlendirilmesi üzerine yapılan ve yapılacak olan çalışmalar yaşamın devamlılığı açısından önemlidir. Bu çalışma ile bölge için bu konuya bir ön çalışma olarak dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Sonuçların daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için arazi koşullarında uzun süreli uygulamalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.



KAYNAKLAR

- AATTUT, 2010. *Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Usuller Tebliği*, T.C. Resmi Gazete, 27527, 20.03.2010.
- Acar, Z., Ayan, İ., 2012. *Yem Bitkileri Kültürü*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 2, Samsun.
- Açıkgöz., E., 1994. *Çim Alanlar Yapım ve Tekniği*. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Böl. Çevre Peyzaj Mimarlığı Ltd. Şti. Yayınları No:4, 203.
- Açıkgöz, E., 1991. *Yem bitkileri*. Uludağ Üniv. Basımevi. Bursa.
- Açıkgöz, E., 2003. Üçgül (*Trifolium*) türleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3(4): 29-30.
- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A., Uraz, D., 2005. Yem bitkileri üretimi ve sorunları. **Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi**, 503-518.
- Akdeniz, H., Hosafıoğlu, İ., Keskin, B., 2018. Impact of different sowing rates and cutting times on quality properties of kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L. cv. Geronimo). *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 8(1): 301-308.
- Akyarlı, A., Şahin, H., 2005. Arıtma çamurunun bertarafında kireç kullanımı. *I.Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu*, 191-200.
- Albayrak, S., 2003. *Ankara Ekolojik Koşullarında Yapay Mera Kurulması Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi. A Ü, Fen Bil Ens, Ankara.
- Altın, M., 1987. Sulu koşullarda bazı yem bitkileri ile bunların karışımlarının değişik azot seviyelerindeki kuru ot verimleri. *DOĞA TU Tar. ve Or. D.* 11 (2): 249- 261.
- Altın, M., Gökkuş, A., 1988. Erzurum sulu şartlarında bazı yem bitkileri ile bunların karışımlarının değişik ekim şekillerindeki kuru ot verimleri üzerine bir araştırma, *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 12 (1): 24-36.
- Altın, M., 1982. Bazı yem bitkileri ile bunların karışımlarının değişik ekim şekillerindeki kuru ot ve ham protein verimleri, türlerin ham protein oranları ve karışımların botanik kompozisyonları. I. Kuru ot ve ham protein verimleri. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 6 (2): 93-107.
- Anaç, D. A., Hakerlerler, H., İrget, M.E., 1993. Yağ fabrikası arıtma tesisi atıklarının zeytinliklerde organik gübre olarak kullanılması. *E.Ü.Z.F.Derg*, 30(3): 25- 32.
- Angın, İ., Yağanoğlu, A.V., 2011. Effects of sewage sludge application on some physical and chemical properties of a soil affected by wind erosion. *J. Agr. Sci. Tech*, 13: 757-768.
- Anonim. 2006. Bitkisel Üretim İstatistikleri 2006. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu
- Anonim http://web.deu.edu.tr/erdintrderskati_atikers_notkompost. Erişim tarihi: 05.12.2017.
- Anonim 2008. Türkiye'nin Çayır Ve Mera Bitkileri. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı. Koord.: Yunus Serin. 468
- Arcak, S., Türkmen, C., Karaca, A., Erdoğan, E. A., 2000. Study on potential agricultural use of sewage sludge of Ankara waste water treatment plant. *International Symposium on desertification (ISD)*. 13-17 Haziran, Konya.

- Avcioğlu, R., Soya, H., Geren, H., Demircioğlu, G., Salman, A., 1999. Hasat dđnemlerinin bazı değerli yembitkilerinin verimine ve yem kalitesine etkileri üzerinde araştırmalar. **Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi**, 3: 29-34.
- Ayan, İ., Acar, Z., Manga, İ., Özyazıcı, M. A., 1997. Samsun koşullarında engebeli ve yüzlek topraklarda sulanmaksızın bazı çok yıllık yem bitkileri karışımlarının yetiştirilebilme olanakları üzerinde bir araştırma. **Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kong.** 386-390.
- Bozkurt, M.A., Erdal, İ., Çimrin, K.M., Karaca, S., Sağlam, M., 2000. Kentsel arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısır bitkisinin besin elementi ve ağır metal kapsamına etkisi. **A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bil. Der.** 6(4): 35-43.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Savaşçı, S., Paslı, N., 2001. **Ekoloji –II.** Başkent Klişe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Blumenthal, U.J., Duncan Mara, D., Peasey, A., Ruiz-Palacios, G., Stott, R., 2000. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: Recommendations for Revising WHO Guidelines. **Bulletin of the World Health Organization**, 78 (9): 1104-1116.
- 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.
- Casler, M.D., 1988. Performance of orchardgrass, smooth brome grass, and ryegrass in binary mixtures with alfalfa. **Agronomy Journal**, 80: 509-514.
- Çay, ř., 2013. **Konya Kentsel Atık Suların Tarımsal Sulamada Kullanılması ve Mısır Bitkisi Yetiştiriciliğine Etkileri** (Doktora Tezi Basılmamış). Ç.Ü, Fen Bilimleri, Adana. 2013.
- Çimrin, K.M., Bozkurt, M.A., Erdal, İ., 2000. Kentsel arıtma çamurunun tarımda fosfor kaynağı olarak kullanılması. **Ziraat Fakóltesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 10(1):85-90.
- Dağdeviren, Ğ., 2007. **Çorlu ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi ve Sonuçların Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi.** T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Edirne.
- Dabkeviēienē, G., Dabkeviēius, Z., 2005. Evaluation of wild red clover (*Trifolium pratense* L.) ecotypes and hybrid populations (*Trifolium pratense* L. *Trifolium diffusum* Ehrh.) for clover rot resistance (*Sclerotinia trifoliorum* Erikss.). **BIOLOGIJA**, 3: 54–58.
- Deak, A., Hall, M.H., Sanderson, M., Archibadl, D.D., 2007. Production and nutritive value of grazed simple and complex forage mixtures. **Agronomy Journal**, 99: 814-821.
- E.E.A., 2005. European Environment Agency. **European Environment Outlook**, 59. Copenhagen.
- Elçi, ř., 2005. **Baklagil ve Buğgaygil Yem Bitkileri.** Mart Matbaası, Ankara.
- Erdemli, S., Çolak, E., Kendir, H., 2007. Determination of some plant and agricultural characteristics in persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) **Tarım Bilimleri Dergisi**, 13(3): 240-245.
- Eyüpoğlu, H., Bilgin, N., Üstün, H., Tomul, F., Tansel, S., Arslan, B., 1999. Ankara atıksu arıtma tesislerinden elde edilen biyokatının tarımda ve çim tesis alanlarında değerlendirilmesi ile arıtılmış atıksuyunun aulamaya uygunluğunun belirlenmesi.

- I. Dönem (Nisan-Eylül 1999) Faaliyet Raporu.** Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Geçit, H., Çiftçi, C., Emeklier, H., İncikarakaya, S., Adak, M., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C., Kendir, H., 2009. **Tarla Bitkileri**, A.Ü Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1569, Ankara.
- Güçdemir, İ.H., 2006. **Türkiye gübre ve gübreleme rehberi**. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 231, Ankara. 5.
- Hakerlerler, H., 1980. Kentsel atıkların gübre olarak değerlendirilmeleri. **E.Ü.Z.F.Derg**, **17(3)**: 113-131.
- Ingelmo, F., Canet, R., Ibanez, M.A., Pomares, F., García, J., 1998. Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. **Bioresource Technology**, **63**: 123-129.
- İptaş, S., Yılmaz, M., 1998. Tokat şartlarında yetiştirilen değişik macar fiği+arpa karışım oranlarının verim ve kaliteye etkileri. **Ege Tarımsal Araştırma Dergisi**, **8** (2): 106-114.
- Karaçağıl, D., 2013. **İstanbul'da Belirlenmiş Sahil Şeritlerinde Toprak Kalitesi ve Ağır Metal Kirliliği**. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 4-8-11-12.
- Kılıç, A., 1986. **Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri)**. Bilgehan Basımevi, İzmir.327.
- Kırımhan, S., Sağlam, M.T., Karakaplan, S., 1982. Erzurum'da kentsel atık sular ile sulanan tarım topraklarında kimyasal kirlenme: 1. azot, fosfor ve potasyum durumu. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **13**: 3-4.
- Kitis, M., Beyhan, M., Yiğit, N.Ö., Civelekoğlu, G., 2004. Kentsel ve endüstriyel atıksuların arıtılıp geri kazanımı uygulama alanları ve problemler. **9. Ulusal Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu**. İTÜ, 2-4 Haziran, İstanbul.
- Lubello, C., Gori, R., Nicese, F.P., Ferrini, F., 2004. Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. **Water Research**, **38**: 2939-2947.
- Mahler, R.L., Menser, H.A., 1988. Forage production on andic soils: 2. The influence of phosphorus fertilization on red and white clover. **Soil and Fertilizer**, **51**: 08445.
- Manga, İ., Acar, Z., 1988. **Yem kültürünün genel ilkeleri**. OMÜ, Yay. No: 37, Samsun.
- Manga, İ., Özyazıcı, M.A., Ayan, İ., Acar, Z., 1995. Çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nde tohum verimi ve tohumun bazı özellikleri üzerine farklı sıra aralığı ve fosfor dozlarının etkileri. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi**, **10(3)**: 105-118.
- Martinello, P., 1999. Effects of irrigation and harvest management on dry-matter yield and seed yield of annual clovers grown in pure and in mixtures with graminaceous species in a mediterranean environment. **Grass and Forage Sci.**, **54**: 52-61.
- McGinnies, W.J., Townsend, C.E., 1983. Yield of three range grasses grown alone and in mixtures with legumes. **Journal of Range Management**, **36(3)**: 399- 401.
- Pekşen, E., Gülümser, A., 1995. Karışık ekimin karadeniz bölgesi tarımındaki önemi ve bazı yemeklik baklagil ve buğdaygil bitkilerinin karışık ekimde kullanılabilme imkanları. **Karadeniz Bölgesi Tarımının Geliştirilmesinde Yeni Teknikler Kongresi**, **21** 3 Temmuz 2010, Samsun (3): 307-315.
- Pescod, M.B., 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. **Irrigation and Drainage Paper**, **47**:125.

- Plaster, E.J., 1992. *Soil Science and Management*. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Sarı, T., 2009. *Edirne ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*(yüksek lisans tezi).Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Serin, Y., Tan, M., 2001. *Baklagil Yem Bitkileri*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 190, Erzurum. 177.
- Serin, Y., Tan, M., 2001. *Baklagil Yem Bitkileri*. Atatürk Üniv, Ziraat Fak, Ders Yayınları No:190, Erzurum.
- Smýkal, P., Coyne, C.J., Ambrose, M.J., Maxted, N., Schaefer, H., Blair, M.W., Berger, J., Greene, S.L., Nelson, M.N., Besharat, N., Vymyslický, T., Toker, C., Saxena, R.K., Roorkiwal, M., Pandey, M.K., Hu, J., Li, Y.H., Wang, L.X., Guo, Y., Qiu, L.J., Redden, R.J., Varshney, R.K., 2015. Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, **34** (1-3): 43-104.
- Soumare, M., Tack, F.M.G., Verloo, M.G., 2003. Characterization of malian and belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application, *Waste Management*, **23**: 517-522.
- Soumare, M., Demeyer, A., Tack, F.M.G., Verloo, M.G., 2002. Chemical characteristics of malian and belgian solid waste composts. *Bioresource Technology*, **81**:97-101.
- Soya, H., Geren, H., Avcıoğlu, R., 2003. İtalyan çimi ve tüylü fiğ karışımlarında hasat zamanlarının verim ve bazı verim özelliklerine etkisi üzerinde araştırmalar. *Ege Üniv. Bil. Araş. Projesi*, **28**.
- Spinoza, L., Vesilind, P.A. 2001. *Sludge into Biosolids*. Processing, Disposal and Utilization, IWA Publishing, United Kingdom.
- Şılbr, Y., Polat, T., Baytekin, H., Avcıoğlu, R., 1994. Bazı çok yıllık baklagil yembitkilerinin harran ovası sulu şartlarına adaptasyonu ve verim komponentlerinin saptanması. *Tarla Bitkileri Kongresi*, 24-26 Ekim 2016, Şanlıurfa **3**: 1-5.
- Taşatar, B., 1977. *Endüstriyel Nitelikli Arıtma Çamurlarının Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara. 1997.
- Taylor, N.L., Dade, E., Garrison, C.S., 1966. Factors involved in seed production of red clover clones and their polycross progenies at two diverse locations. *Crop Science*, **6**: 535-538.
- Tok, H.H., 1997. *Çevre Kirliliği*. Anadolu Matbaacılık, İstanbul. 1997.
- Tosun, F., Manga, İ., Altın, M., Serin, Y., Gökkuş, A., 1989. Değişik kapasitede yapılan otlatmaların tabi ve suni meraların kuru ot verimi ve yenen ot miktarı ile hayvan başına ve dekara canlı ağırlık artışına etkileri. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **4**: 67-92.
- Toze, S., 2006. Reuse of Effluent Water-Benefits and Risks. *J. of Agricultural Management*, **80**: 147-159.
- Özkan, G., 2009. *Endüstriyel Bölge Komşuluğunda Kıyusal Kırsal Alandaki Hava Kalitesi; Muallimköy'de Partikül Maddede ve Topraktaki Ağır Metal Kirliliği*. Yüksek Lisans Tezi, GYTE Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze. 12-22.
- Özkaynak, İ., 1977. Yem bitkileri tohum üretimi. *Çayır-Mer'a ve Yem Bitkileri Semineri*, Erzurum.

- Uzun, G., 1997. *Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı*. Yardımcı Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Ofset ve Teksir Atölyesi. Adana.
- Varoğlu, H., Avcıoğlu, R., Değirmenci, R., 2015. Kamışsı yumak (*festuca arundinaceae*), çayır salkım otu (*poa pratensis*), kırmızı yumak (*festuca rubra*) ve ingiliz çimi (*lolium perenne*) çeşitlerinin çim alan özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **24** (2):85-95.
- Yakupoğlu, T., Özdemir, N., 2007. Erozyona uğramış topraklara uygulanan arıtma çamuru ve çay endüstrisi atığının toprakların mikro element içeriklerine etkileri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **22**(2): 207-213.
- Yıldız, S., 2004. *Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metal Kirliliğinin ICP-AES Tekniği İle İncelenmesi*(yüksek lisans tezi). SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 1-51.
- Zhang, X., Zhang, Y.J., Yan, R., Han, J.G., Fuzeng- Hong, F., Cao, K., 2010. Genetic variation of White clover (*Trifolium repens* L.) collections from China detected by morphological traits, RAPD and SSR. *African Journal of Biotechnology*, **9**(21): 3032- 3041.



ÖZ GEÇMİŞ

1992 yılında Diyarbakır'ın bismil ilçesinde doğdu. İlk orta ve lise eğitimini aynı şehirde tamamladıktan sonra 2011 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nde okumaya hak kazandı. 2015 yılında lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı.



