ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARGI KAMIŞI (*Arundo donax* L.)'NIN TUZA TOLERANSI ÜZERİNE FARKLI ORGANİK GÜBRELERİN ETKİSİ

Naime AKAR ÇAKIROĞLU

TARIM VE YAŞAM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2021

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Naime AKAR ÇAKIROĞLU tarafından hazırlanan **"Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.)'nın Tuza Toleransı Üzerine Farklı Organik Gübrelerin Etkisi"** adlı tez çalışması 08/09/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Recep İrfan NAZLI
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çukurova Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum **"Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.)'nın Tuza Toleransı Üzerine Farklı Organik Gübrelerin Etkisi"** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (08/09/2021).

Naime AKAR ÇAKIROĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARGI KAMIŞI (*Arundo donax* L.)'NIN TUZA TOLERANSI ÜZERİNE FARKLI ORGANİK GÜBRELERİN ETKİSİ

Naime AKAR ÇAKIROĞLU

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Bu çalışma; farklı organik gübrelerin kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'nın tuza toleransı (150 mM) üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla; 2019 yılı yaz döneminde, 61 gün süreyle serada saksı koşullarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışma sonucunda tuz stresinin; incelenen özelliklerin tamamında değişen oranlarda olumsuz etki gösterdiği ve ortalama olarak değerlendirildiğinde kontrole göre; bitki boyunda %13,6, sap kalınlığında %42,6, yaprak eninde %5,2, yaprak alanında %64,0, yaş ve kuru yaprak ağırlığında sırasıyla %37,1 ve %57,8, yaş ve kuru sap ağırlığında sırasıyla %32,7 ve %35,9, kök yaş ve kuru ağırlığında ise sırasıyla %46,8 ve %41,4 oranlarında düşüşler görüldüğü tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra; YOSİ değerinde %34,7, MZİ'de %53, klorofil değerinde %16,5, yeşil aksam ve kök K^+ içeriğinde sırasıyla %52,3 ve %65,0, yeşil aksam ve kök Ca^{2+} içeriğinde sırasıyla %48,9 ve %60,2 düşüş görülürken, yeşil aksam ve kök Na^+ içeriğinde sırasıyla %1297,5 ve %1041,2, yeşil aksam ve kök Cl^- içeriğinde sırasıyla %1151,5 ve %1172,7 artış saptanmıştır. Buna karşın, tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamalarında tuz stresine kıyasla ortalama; bitki boyunda %18,1, sap kalınlığında %125,4, yaprak eninde %30,1, yaprak alanında %43,0, yaş ve kuru yaprak ağırlığında sırasıyla %85,5 ve %52,7, yaş ve kuru sap ağırlığında sırasıyla %102,3 ve %142,3, kök yaş ve kuru ağırlığında ise sırasıyla %52,6 ve %59,7, YOSİ değerinde %48,4, MZİ'de %43,3, klorofil değerinde %11,1, yeşil aksam ve kök K^+ içeriğinde sırasıyla %40,9 ve %70,4, yeşil aksam ve kök Ca^{2+} içeriğinde sırasıyla %33,1 ve %99,2, yeşil aksam ve kök Na^+ içeriğinde sırasıyla %27 ve %32,6, yeşil aksam ve kök Cl^- içeriğinde sırasıyla %23,5 ve %31,0 oranlarında iyileşmeler tespit edilmiştir. Sonuç olarak; uygulanan organik gübrelerin tuz stresinden kaynaklanan olumsuzlukları değişen oranlarda iyi yönde etkilediği ve uygulamalar arasında ahır gübresinin diğerlerine göre biraz daha ön plana çıktığı görülmektedir.

2021, 60 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Abiyotik stres, Buğdaygil, Enerji bitkileri, İyon, Organik madde

ABSTRACT

Master of Science Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS ON SALT TOLERANCE OF GIANT REED (*Arundo donax* L.)

Naime AKAR ÇAKIROĞLU

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculture and Life Sciences

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

This study was conducted in order to determine the effects of different organic fertilizers under salt stress (150 mm) conditions in giant reed (*Arundo donax* L.) ecotype. The trial was carried out according to the randomized split-plot design, in the summer of 2019, under greenhouse conditions. As a result of the study, salt stress has a negative effect on all of the examined features at varying rates and when evaluated on average, compared to the control; the rates of 13.6% in plant height, the rates of 42.6% in stem thickness, the rates of 5.2% in leaf width, the rates of 64.0% in leaf area, the rates of 37.1% in fresh leaf weight and the rates of 57.8% in dry leaf weight, the rates of 32.7% in fresh stem weight and the rates of 35.9% in dry stem weight, the rates of 46.8% in fresh root weight and the rates of 41.4% in dry root weight was determined that there were decreases, respectively. And also; while 34.7% decrease in LRWC value, 53% in MII, 16.5% in chlorophyll value, decrease 52.3% in green parts 65.0% in root K^+ content, 48.9% and 60.2% decrease in green parts and root Ca^{2+} contents, 1297.5% in green parts and 1041.2% in root Na^+ contents, respectively. However; 1151.5% and 1172.7% increase in green parts and root Cl^- contents were observed. On the other hand, in organic fertilizer applications with salt stress, the average compared to salt stress; in plant height 18.1%, in stem diameter 125.4%, in leaf width 30.1%, in leaf area 43.0%, in fresh 85.5% and in dry leaf weight 52.7%, fresh 102.3% and dry stem weight 142.3%, root fresh 52.6% and dry weight 59.7%, respectively. 48.4% in LRWC, 43.3% in MDA, 11.1% in chlorophyll, 40.9% in green parts and 70.4% in root K^+ content, 33.1% in green parts and 99.2% in root Ca^{2+} content, respectively. Improvements were determined in the Na^+ content of the parts and roots by 27% and 32.6%, respectively, and in the Cl^- contents of the green parts and roots by 23.5% and 31.0%, respectively. As a result, it is seen that the applied organic fertilizers affect the negativities caused by salt stress in a good way at varying rates, and among the applications, the bat manure stands out a little more than the others.

2021, 60 pages

Keywords: Abiotic stress, Grass, Energy plant, Ion, Organic matter

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ülkemizin sahil şeridi başta olmak üzere bazı bölgelerde doğal vejetasyonda yaygın olarak bulunan ve yüksek biyokütle verimi nedeniyle potansiyel enerji bitkisi olarak dikkat çeken kargı kamışı (*Arundo donax* L.) bitkisinde, organik gübre uygulamalarının, tuza toleransı artırmaya yönelik etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Tez çalışmamın her aşamasında benden desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübesiyle çalışmamı sabırla takip eden, yakın ilgi ve önerileriyle beni yönlendiren, çalışma şevkimi ve motivasyonumu artıran, bana her daim güvenen ve desteğini her zaman hissettiğim değerli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden bilgi, öneri ve desteğini hiç bir zaman esirgemeyen, çalışmalarımda ne zaman ihtiyaç duysam içtenlik, sabırla ve gülümsemesi ile her zaman yanımda hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Tüm yaşamım boyunca her attığım adımda maddi, manevi desteğini esirgemeyen, her daim yanımda olan bana her zaman güvenen ve inanan canım annem ve babama, eşim Ali ÇAKIROĞLU ve arkadaşım Elif KAYA'ya sonsuz teşekkür ederim.

Naime AKAR ÇAKIROĞLU
Çankırı, Eylül 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**

SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**

KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **ix**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **x**

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR ÖZETİ **5**

3. MATERYAL VE METOT **10**

3.1 Materyal **10**

3.2 Metot **12**

3.2.1 Denemenin yürütülmesi **12**

3.2.2 İncelenen özellikler ve yöntemleri **19**

3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi **23**

4. BULGULAR VE TARTIŞMA **27**

4.1 Skala Değerleri (1-5 skalası) **27**

4.2 Bitki Boyu (cm) **28**

4.3 Sap Kalınlığı (mm) **29**

4.4 Yaprak Eni (mm) **30**

4.5 Yaprak Alanı (cm^2 $bitki^{-1}$) **31**

4.6 Yaprak Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) **32**

4.7 Sap Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) **33**

4.8 Kök Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) **35**

4.9 Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ) (%) **36**

4.10 Membran Zararlanma İndeksi (MZİ) (%) **37**

4.11 Klorofil (SPAD) Değeri **38**

4.12 Yeşil Aksam ve Kök Sodyum (Na^+) İyon İçeriği (%) **39**

4.13 Yeşil Aksam ve Kök kKlor (Cl^-) İyon İçeriği (%) **40**

4.14 Yeşil Aksam ve Kök Potasyum (K^+) İyon İçeriği (%) **42**

4.15 Yeşil Aksam ve Kök Kalsiyum (Ca^{+2}) İyon İçeriği (%).....43
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....50
KAYNAKLAR.....52
ÖZGEÇMİŞ.....60

SİMGELER DİZİNİ

±	Artı veya eksi
÷	Bölü
>	Büyüktür
×	Çarpı
rpm	Dakikadaki devir sayısı
da	Dekar
dS	Desisiemens
=	Eşittir
g	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
<	Küçüktür
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mM	Milimolar
nm	Nanometre
ºC	Santigrat
cm	Santimetre
cm^3	Santimetre küp
%	Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

AA	Amino asit
AB	Avrupa birliği
ADF	Asit deterjan lif
ADL	Asit deterjan lignin
AG	Ahır gübresi
B	Bor
BC	Biyokömür
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
Cu	Bakır
EC	Elektriksel iletkenlik
Fe	Demir
HA	Hümik asit
HCl	Hidroklorik asit
K	Potasyum
KA	Kuru ağırlık
KG	Koyun gübresi
KMS	Kuru madde sindirilebilirliği
LEO	Leonardit
MDA	Malondialdehit
ME	Metabolik enerji
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NDF	Nötr deterjan lif
NYD	Nispi yem değeri
P	Fosfor
S	Kükürt
SE	Sindirilebilir enerji
SG	Solucan gübresi
TA	Taze ağırlık
TBA	Tiobarbitürük
TCA	Trikloro asetik asit
TG	Tavuk gübresi
TuA	Turgor ağırlığı
YG	Yarasa gübresi

YOSİ	Yaprak oransal su içeriği
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Dikim öncesi rizomların sökümü ve organik gübrelerin hazırlanması 13
Şekil 3.2 Dikim öncesi sapların hazırlanması 13
Şekil 3.3 Torf:perlit ortamına organik gübrelerin uygulanması 16
Şekil 3.4 Rizomların dikimi 17
Şekil 3.5 Sapların dikimi 17
Şekil 3.6 Rizomların sürmeye başlaması 18
Şekil 3.7 Bitkilerde büyüme ve gelişme-I 19
Şekil 3.8 Bitkilerde büyüme ve gelişme-II 20
Şekil 3.9 Kontrol + Tuz (150 mM NaCl) 26
Şekil 3.10 Amino asit (AA) + Tuz (150 mM NaCl) ve Ahır gübresi (AG) + Tuz (150 mM NaCl) 26
Şekil 3.11 Biyokömür (BC) + Tuz (150 mM NaCl) ve Leonardit (LEO) + Tuz (150 mM NaCl) 27
Şekil 3.12 Koyun gübresi (KG) + Tuz (150 mM NaCl) ve Solucan gübresi (SG) + Tuz (150 mM NaCl) 27
Şekil 3.13 Tavuk gübresi (TG) + Tuz (150 mM NaCl) ve Yarasa gübresi (YG) + Tuz (150 mM NaCl) 28
Şekil 3.14 Farklı organik gübre uygulamaları 28

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Organik gübre içerikleri (Anonim 2020a, b, c, d, e, f, g, h) 14
Çizelge 3.2 Organik gübre ve tuz stresi uygulama dozları 15
Çizelge 4.1 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının skala değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 29
Çizelge 4.2 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının bitki boyu değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 30
Çizelge 4.3 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının sap kalınlığı değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 31
Çizelge 4.4 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak eni değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 32
Çizelge 4.5 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak alanı değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 33
Çizelge 4.6 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak yaş ve kuru ağırlık değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 34
Çizelge 4.7 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının sap yaş ve kuru ağırlık değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 35
Çizelge 4.8 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının kök yaş ve kuru ağırlık değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 36
Çizelge 4.9 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak oransal su içeriği değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 37
Çizelge 4.10 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının membran zararlanma indeksi değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 38
Çizelge 4.11 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının klorofil değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 39
Çizelge 4.12 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök Na^+ değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 40
Çizelge 4.13 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök Cl^- değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 41
Çizelge 4.14 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök K^+ değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 42
Çizelge 4.15 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök Ca^{+2} değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 43

1. GİRİŞ

Toprakta artan tuz düzeyi, ürün verimini sınırlandıran ve tarımsal sürdürülebilirliği tehdit eden en önemli abiyotik streslerden biri olarak değerlendirilmektedir. Tuzluluk sorunu dünyadaki tarım alanlarının %10'u ve sulanan alanların yarısını ciddi düzeyde etkilemekte, tarımsal üretimde yaklaşık olarak 12 milyar $'lık bir kayba neden olmaktadır. Tuz stresi, tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin de dâhil olduğu tüm bitki büyüme ve gelişme döneminde morfolojik ve fizyolojik olarak olumsuz etkiler göstermekte ve böylece genel bitki verimliliğini sınırlandırmaktadır (Flowers *et al.* 2010, Shahzad e*t al.* 2019).

Bitkilerde tuz stresinin neden olduğu olumsuzlukların temel mekanizmasını, topraktaki yetersiz su potansiyelinden dolayı su alımının azalması ve dolayısıyla kuraklık stresi oluşturmaktadır. İyon toksisitesine yol açacak düzeyde Na^{+} ve Cl^{-} iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, spesifik iyon etkisine bağlı olarak besin maddelerinin alımı ve taşınımında ortaya çıkan dengesizlikler ve buna bağlı olarak potasyum (K^{+}) ve kısmen kalsiyum (Ca^{+2}) eksiklikleri tuz stresinin önemli zararlı etkileri arasında yer almaktadır. Tüm bu olumsuzluklar hücre ve hatta bitki ölümüne yol açan fotosentetik hızı engelleyen toksik metabolitlerin üretimine de neden olmaktadır (Sun *et al.* 2011, Shahzad *et al.* 2019, Mushtaq *et al.* 2020).

Topraktaki mikroorganizmaların enerji ve besin kaynağı olan organik maddeler mikroorganizma aktivitesini artırarak toprakta bulunan bitki besin elementlerinin yarayışlılığını ve bitkiler tarafından alımını artırmaktadır. Bunun yanı sıra, toprak reaksiyonunun değişmesine ve toprakta bulunan tuz düzeyinin yükselmesine karşı tamponlama özelliğini artırarak, bitkisel üretimde tuzun olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Güneş vd. 2007).

Kimyasal gübrelerin kullanımı; toprakta tuzluluğun artışına, toprak verimliliğinin azalmasına, su tutma potansiyelinin düşmesine ve toprakta yer alan besin elementlerinin dengesinin bozulmasına neden olarak toprağı olumsuz yönde etkilemektedir (Savci

2012). Kimyasal gübre kullanımını sınırlandırmak için, daha güvenli gıdaya erişim ve çevreye yönelik tehlikeleri en aza indirmek amacıyla, alternatif olarak organik tarım ortaya çıkmıştır (Reddy 2013). Organik tarımda, canlı organizmalar içeren ve kullanıldıkları zaman bitkilere besin akışını sağlayarak büyümeyi teşvik eden biyogübrelerin ve organik kökenli gübrelerin kullanımı daha fazla önem kazanmıştır (Malusa and Valisev 2014, Singh *et al.* 2020).

Biyogübreler; azot bağlayan, fosfor ve potasyumu çözündürerek harekete geçiren dormant veya yaşayan organizmaları içeren mikrobiyal inokulantlardır (Mahmud *et al.* 2021). Genellikle tohumlara, toprağa veya kompost materyaline uygulanan hücresel düzeydeki mikroorganizmalardır (Boraste *et al.* 2009). Bitki kök bölgesinde besin elementi hareketliliğini artırarak bu elementlerin bitkiler tarafından daha fazla alınmasını teşvik eder (Gou *et al.* 2020). Ayrıca, farklı besin döngüsünde yer alan, kök bölgesindeki yararlı mikrobiyal popülasyonun devamlılığını sağlayan ve besin maddelerine eklenen organik asitleri, enzimleri ve sinyal bileşiklerini vb. serbest bırakır (de Vives-Peris *et al.* 2020). Biyogübreler doğrudan gübre olarak tanımlanmazlar, ancak toprakta doğal olarak bulunan besin elementlerinin serbest halde salınımını artırarak mevcut potansiyeli artırırlar (Schutz *et al.* 2018). Her yıl uygulanan toplam gübre miktarı ile serbest bırakılan besin elementi miktarı kıyaslandığında, bu oranın oldukça sınırlı olduğu ve geriye kalan büyük kısmın kimyasal ve biyolojik aktivite süreci ile aktif olarak salındığı bilinmektedir. Bu nedenle, toprakta bulunan fakat kullanılamayan besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilecek uygun forma dönüşümünü artırmak için biyogübrelerin kullanımı tavsiye edilmektedir (Verma *et al.* 2017).

Organik gübreler kullanıldıklarında toprak üzerinde herhangi bir toksik etkisi olmayan ve inorganik gübrelerle kıyaslandığında daha ekonomik olan gübreler olup (Abou-Baker *et al.* 2017) toprak organik maddesinin artışına ve toprak yapısının iyileşmesine de katkı sağlamaktadırlar. Ayrıca, topraktaki organik madde miktarı abiyotik stres koşullarına karşı bitkilerin direncini artırabilmektedir (Ekbiç ve Keskin 2018). Dolayısıyla, biyogübrelerin ve organik gübrelerin kullanımı toprak yapısının iyileşmesine katkı sunarak, tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına karşı bitkilerde toleransın artışına neden olmaktadırlar.

Geleneksel olarak bilinen ve yaygın kullanımdaki enerji kaynaklarının yok olma riskinin arttığı bir sürecin başlangıcında olduğumuz bu günlerde, klasik enerji kaynakları artan ihtiyacı ve gelişen teknolojiyi beslemekte yetersiz kalmaktadır. Gelişmiş ülkeler enerji çeşitliliğini artırmakta, yaymakta ve belli enerji kaynağı türlerine büyük oranda bağımlı olmamaya çalışarak alternatif arayışlarını sürdürmektedirler (Moser and Vogel 1995).

Bunun yanında iklim değişikliğinin nedeni olarak görülen sera gazlarının enerji üretim ve dönüşüm süreçlerinin bir sonucu olmasından dolayı mevcut enerji sistemlerinin sürdürülebilirliği tehlikeye girmektedir. Bu durum enerji alanında yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ile dönüşüm teknolojileri konusundaki arayış ve girişimleri arttırmaktadır. Dünya'da tarım artık sadece gıda üretimi amacıyla yapılmamakta, enerji bitkileri tarımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Modern tarımsal planlamalarda, tarımsal üretim alanlarının %30'unun yem bitkilerine, %20'sinin ise enerji bitkilerine ayrılması hedeflenmektedir (Eser vd. 2007). Bu bağlamda enerji bitkileri; değişik ekolojik koşullarda yetiştirilebilen, çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynakları olmaları nedeniyle önemleri giderek artmakta ve tarımın enerji üretimindeki payını artırmaktadırlar.

Dünyada enerji bitkisi olarak en fazla değer gören çok yıllık serin mevsim buğdaygillerinden birisi de kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'dır (Elbersen *et al.* 2005, Lewandowski and Schmidt 2006). Kargı kamışı Akdeniz iklim koşullarında doğal olarak yetişen bir bitki olup, özellikle İtalya'da enerji bitkisi olarak yoğun ilgi görmekte ve yapılan tarla denemelerinde bir diğer model enerji bitkisi olan miskantustan daha üretken olduğu görülmektedir (Angelini *et al.* 2009, Mantineo *et al.* 2009). Nitekim Nazli vd. (2020) tarafından, üç yıl süreyle ülkemizde yürütülen çalışmada; kargı kamışında biyokütle verimini, Kızılırmak/Çankırı koşullarında 0,56-5,78 ton da^{-1} (ortalama 3,88 ton da^{-1}), Adana koşullarında 0,49-4,20 ton da^{-1} (ortalama 2,38 ton da^{-1}) olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, kargı kamışının miskantustan daha yüksek biyokütle verimine sahip olduğu bildirilmiştir. Arslan vd. (2021) ise kargı kamışının uygun koşullarda 10 ton da^{-1}'e kadar biyokütle verebileceğini ifade etmiştir.

Bu çalışmada, ağırlıklı olarak ülkemiz sahil şeridinde ve diğer bazı bölgelerde doğal vejetasyonda yaygın olarak bulunan ve yüksek biyokütle verimi nedeniyle potansiyel enerji bitkisi olarak dikkat çeken kargı kamışı (*Arundo donax* L.) bitkisinde, organik gübre uygulamalarının, tuza toleransı artırmaya yönelik morfolojik ve fizyolojik etkiler incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Walker ve Bernal (2008), kıyı pancarı (*Beta vulgaris subsp. maritima*), şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ve domates (*Lycopersicon esculentum* L.)'te 1,85 dS m^{-1} EC değerine sahip tuzlu toprak ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında; kompost ve ahır gübresinin tuz stresine tolerans ve iyon değişim kapasitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Saksı koşullarında gerçekleştirilen araştırmada, gövde kuru ağırlığının ahır gübresi kullanılan bitkilerde korunduğu, yine aynı gurupta K ve P alımının artış gösterdiği, Na^+ ve Cl^- iyon alımının ise sınırlandığı tespit edilmiştir.

Ahmad ve Jabeen (2009) tarafından, ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nde vermikompost ve biyogazlı gübrelemenin tuza tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; bitkiler 0,5 (kontrol), 4,8 ve 8,6 dS m^{-1} tuz düzeyine sahip deniz suyu ile sulanmıştır. Organik gübre kullanımı kontrol koşullarında bitki uzunluğu, yaprak alanı, bitki çapı, bitki başına tohum ağırlığı ve 1000 dane ağırlığı gibi morfolojik ve fizyolojik parametreler bakımından olumlu bir gelişme ortaya koyarken, artan tuz düzeyine paralel olarak bitki gelişimi sınırlanmıştır. Her iki organik gübre kullanımı da incelenen özelliklerde tuzun olumsuz etkisini azaltmıştır. Özellikle vermikompost kullanımı bu yönde ön plana çıkmıştır.

Sallaku vd. (2009) hıyar (*Cucumis sativus* L.)'da yaptıkları çalışmalarında; bitkileri torf, vermikompost ve torf:vermikompost karışımında yetiştirmiş ve ortama 0, 20, 50 mM NaCl olmak üzere üç farklı tuz dozu uygulamışlardır. Çalışmada hasat edilen bitkiler farklı morfolojik ve fizyolojik parametreler bakımından değerlendirilmiştir. Tuz stresi karşısında vermikompost ortamında yetiştirilen bitkilerin sadece torf ortamında yetiştirilen bitkilere oranla nispi büyüme oranı, yaprak oranı ve net asimilasyon oranı vermikompost ve karışım ortamlarında en yüksek olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda vermikompost ya da bununla gerçekleştirilecek karışımların özellikle stres koşullarında bitki gelişimini pozitif yönde etkilediği belirtilmiştir.

Ahmed vd. (2010) tarafından buğday (*Triticum aestivum* L.)'da gerçekleştirilen bir çalışmada; 0,11 ve 2,0 dS m^{-1} düzeyinde tuz ortamında yetiştirilen bitkilerde ahır

gübresi uygulanan ve uygulanmayan kontrol bitkilerinin tuza tolerans bakımından göstermiş oldukları tepkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada tuz stresi ile birlikte kuru ağırlık ve bitki boyu bakımından azalma meydan gelirken; EC değerleri bakımından artışın ortaya çıktığı görülmüştür. Farklı uygulamaların yer aldığı çalışmada, ahır gübresi kullanımı ile birlikte bu azalmanın daha düşük düzeylerde ortaya çıktığı ve kontrol bitkilerine oranla %21-78 oranında yüksek değerlerin elde edildiği ifade edilmiştir. Araştırmada ortamın EC değerlikleri de ölçülmüş, ahır gübresi kullanımına bağlı olarak ortam EC değerindeki artışın daha sınırlı kaldığı bildirilmiştir.

Çimrin vd. (2010) biber (*Capsicum annuum* L.)'de yaptıkları çalışmalarında; 2,12 dS m^{-1} tuz stresine sahip ortamda hümik asit [0 (HA0), 750 (HA1) ve 1500 (HA2) mg kg^{-1}] ve farklı düzeylerdeki fosfor [0 (P0), 50 (P1), 100 (P2) ve 150 (P3) mg kg^{-1}] uygulamalarının bitki gelişimi ve besin madde içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimleri incelemişlerdir. Araştırmada, orta düzeydeki tuz stresi koşullarında hümik asit ve fosfor uygulamalarının, tuzun olumsuz etkisini azalttığı, bitki gelişimin kontrol bitkilerine yakın bir gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte araştırıcılar, hümik asit uygulamalarının daha basit ve ucuz olması nedeniyle tuzluluğun problem olduğu alanlarda bitkisel üretimin daha aktif gerçekleştirilebilmesi için uygulanabilirliğini ifade etmişlerdir.

Walpola ve Arunakumara (2010) tarafından 18,2 (tuz) ve 0,97 (kontrol) dS m^{-1} tuz konsantrasyonuna sahip toprakta gerçekleştirilen çalışmada; ortama farklı organik gübrelerin (keçi gübresi, sığır gübresi, tavuk gübresi) ilave edilmesi ile toprak-tuz içeriği bakımından meydana gelebilecek değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda; CO_2 salınımının tuzluluk etkisi sığır gübresinde %6, keçi gübresinde %24 ve tavuk gübresinde %43 oranında ile değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte her üç hayvan gübresinin de, toprak tekstürünü düzelttiği, tuz stresindeki C ve N mineralizasyonun da kullanılan gübre türüne göre değişiklik meydana getirdiği ifade edilmiştir.

Chinsamy vd. (2013) domates (*Lycopersicon esculentum* L.)'te gerçekleştirdikleri çalışmalarında; sıvı solucan gübresi kullanımının bitkilerde tuz stresine toleransı artırdıklarını ifade etmişlerdir.

Nackley ve Kim (2015) San Fransisco'da doğal vejetasyondan topladıkları 80 farklı kargı kamışı (*Arundo donax* L.) klonunu üzerinde, 0-42 dS m^{-1} arasındaki farklı tuz konsantrasyonlarında 60 gün süreyle yapmış oldukları çalışmalarında; bütün klonların yüksek tuz dozundan etkilendiğini, tamamen ölümler olmasa da büyümede %80 oranında gerilemeler olduğunu, artan tuz konsantrasyonlarında stoma iletkenliği ve fotosentez oranındaki düşüşün yüksek tuz dozlarında 3 kat daha fazla olduğunu ve bunun büyümenin gerilemesinde etkili olduğunu, 12 dS m^{-1} tuz dozunda büyümeyi %50 oranında devam ettiren kargı kamışının tuza orta derecede toleranslı olarak sınıflandırabileceğini bildirmişlerdir.

Pompeiano vd. (2017) kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'nda tuz stresinin etkilerini belirlemek amacıyla iki aşamalı olarak yürüttükleri çalışmalarında; birinci aşamada 84 gün boyunca 128 mM, 256 mM ve 512 mM, ikinci aşamada ise 256 mM tuz konsantrasyonuna bitkileri maruz bırakmışlar ve stres uygulamasından 14 ve 49 gün sonra bazı parametreler bakımından değerlendirmişler ve Araştırma sonucunda; 28. günden itibaren bütün tuz dozlarında biyokütle üretiminde düşüşler yaşandığını, yapraklardaki prolin biyosentezinin köklere kıyasla daha fazla uyarıldığını, fotosentetik etkinliğin 42. güne kadar tuz stresinden olumsuz olarak etkilenmediğini ancak 49. günden sonra önemli bir azalma meydana geldiğini, kargı kamışının 256 mM ve 512 mM tuz konsantrasyonuna orta derecede hassas olarak değerlendirildiğini, 128 mM ve daha altındaki dozlarda özellikle marjinal alanlarda yetiştirildiğinde biyokütle veriminin fark edilebilir düzeyde yüksek olduğunu ve kargı kamışının Akdeniz iklimindeki marjinal alanların kullanımında enerji bitkisi olarak umut verici olduğunu bildirmişlerdir.

Allinson vd. (2017) tarafından sulak alan tesis etmek amacıyla yetiştirilecek kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'nda artan tuz dozlarının sap ve rizomlar üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; iyi bir alan tesisi için bitkilerin en az 3

m boylanması gerektiğini, yeni saplar meydana getirmek için sudaki tuz oranının çok yüksek olmaması gerektiğini, hem sapların hem de rizomların EC ~ 4500 µS cm^{-1}'e kadar tuzluluğa hassas olmadığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, birden çok boğuma sahip olan kargı kamışlarının yatay olarak serilmesi ile sulak alan oluşturulabileceğini, tuza dayanıklı bitkiler olmadığı sürece, bitkilerin ilk başta orta düzeyde kaliteli bir sulama suyu ile sulanması gerektiğini (EC < 1000 µS cm^{-1}), bitkilerin en azından 5 m boya ulaşana kadar orta kalite bir su ile sulanabileceğini ve ancak bundan sonra atık suların kullanılmasının mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.

de Stefano vd. (2018) İtalya'nın farklı bölgelerinden toplamış oldukları kargı kamışı kargı kamışı (*Arundo donax* L.) ekotiplerinin tuz stresine toleransını belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında; hafif (50 mm) ve yüksek (150 mM) tuz konsantrasyonlarını denemişler ve su kültüründe 10 gün süreyle 50 mM tuz dozuna maruz kalan ekotipler arasında herhangi bir fark olmadığını ancak 21 gün süreyle 150 mM tuz dozuna maruz kalan bitkiler arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda, ekotipler arasında farklılıklar olmakla birlikte, kargı kamışının tuz stresine orta derecede toleranslı olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir.

di Mola vd. (2018) yüksek sıcaklık altında 3,3-15,5 dS m^{-1} aralığındaki tuz konsantrasyonlarında kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'nın adaptasyon kabiliyetini belirlemek amacıyla yürütmüş oldukları araştırmalarında; toprak tuzluluğu arttıkça değerlerde düşüşler olduğunu, tuz stresinin sap sayısında kontrole göre %45 oranında azalmaya neden olduğunu ve bitki boyunun diğer uygulamalara göre oldukça düşük olduğunu, yaprak sayısında düşüşler tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, yaprak özsuyunda ozmotik potansiyelin tuzluluktan etkilenmediğini, yaprak oransal su içeriği ve stoma iletkenliğinin kontrole göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Biyokütle veriminin; 12,0 dS m^{-1} tuz dozuna kadar kontrolden farksız olduğunu ancak 15,5 dS m^{-1} konsantrasyonunda verim kayıplarının %50 düzeyinde olduğunu, tuzluluğa tolerans eşiğinin 11,2 dS m^{-1} olduğunu ve bu eşikten sonra nispi verim kayıplarının her dS m^{-1} başına ortalama %11,6 seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir.

Kuşvuran vd. (2019) farklı tuz konsantrasyonlarının (0-kontrol, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'nda morfolojik ve fizyolojik özelliklere etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında; tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak bitkilerde morfolojik olarak olumsuzluklar ortaya çıktığını, özellikle 100 mM tuz dozu ile birlikte bu etkinin görülmeye başlandığını, 150 mM tuz konsantrasyonu ile birlikte bitki gelişimi ve fizyolojisinin önemli düzeyde etkilendiğini ve bu dozun kritik eşik olduğunu bildirmişlerdir.

Cocozza vd. (2020) kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'nı yüksek konsantrasyonda tuz (NaCl) (200 mM) stresine, fosfor (P) ve NaCl+P uygulamasına 43 gün süreyle maruz bıraktıkları çalışmalarında; tuzluluğun fotosentezi sınırlandırarak stoma iletkenliğinde düşüşe neden olduğunu ve bitkide büyümeyi engellediğini, tuzluluk ile birlikte yüksek fosforun elektron taşıma oranını azalttığını, yapraklarda biriken Na^+ oranı arttıkça isoprene emisyonunun uyarıldığını, P ile zenginleştirilmiş substratın kargı kamışının performansı üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığını ancak yapraklardan isopren emisyonunu azalttığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, kargı kamışı uzun süre NaP'ye maruz kaldığında yapraklardaki su (H_2O_2) seviyesinde artış olduğu, karbonhidrat, fenilpropanoid ve zeaksantin üretiminin uyarıldığı ve ksantofillerde de-epoksidasyon durumunun arttığı tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Farklı organik gübre uygulamalarının tuz stresi üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışmada; bitki materyali olarak 2015 yılında Çukurova Bölgesi (Adana ve çevresi) doğal popülasyonundan toplanan ve Kızılırmak Meslek Yüksekokulu Araştırma ve Uygulama Alanı'nda klon bahçesi olarak oluşturulan kargı kamışı (*Arundo donax* L.) ekotipinden edilen rizomlar ve saplar; organik kökenli gübreler olarak da; amino asit (AA), ahır/çiftlik gübresi (AG), biyokömür/biochar/biyoçar (BC), Leonardit (LEO) [hümik ve fulvik asit (HA)], koyun gübresi (KG), solucan gübresi (SG), tavuk gübresi (TG) ve yarasa gübresi (YG) kullanılmıştır (Çizelge 3.1, Şekil 3.1, Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Dikim öncesi rizomların sökümü ve organik gübrelerin hazırlanması



Şekil 3.2 Dikim öncesi sapların hazırlanması

Çalışmada kullanılan organik gübrelerin içerikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Organik gübre içerikleri (Anonim 2020a, b, c, d, e, f, g, h)

Organik gübreler	Toplam organik madde (%)	Toplam azot (%)	Toplam fosfor (P_2O_5) (%)	Toplam potasyum (K_2O) (%)	EC (dS m^{-1})	Maksimum nem (%)	pH	Toplam hümik ve fulvik asit (%)
Amino asit (AA)*	70	3,0	-	-	-	20	2,5-4,5	-
Ahır gübresi (AG)	40-50	2,0	1,5	1,5	1-2	20	6,4-6,6	5
Biyokömür (BC)	-	1,6	0,04	0,001	0,38	0,1	7,8	4,9
Leonardit (LEO)	35	-	-	-	-	35	3-5	40
Koyun gübresi (KG)	40	2,8	2,2	1,7	-	25	6,5	4,5
Solucan gübresi (SG) **	50,2	1,56	0,7	1,31	3,17	36,1	8,2	-
Tavuk gübresi (TG)	55	2,0	3,0	-	4-6	20	6-8	-
Yarasa gübresi (YG)***	30-80	1-8	1-8	0,7-2,0	5-7	19-20	4,3-5,5	-

* Organik karbon : %14, Serbest amino asit : %29,
** C/N : 18,71, Kalsiyum (Ca) : %2,84, Magnezyum (Mg): 9590 ppm, Demir (Fe): 395,4 ppm, Çinko (Zn): 70,82 ppm, Bakır (Cu): 21,8 ppm, Mangan (Mn): 360,6 ppm, Klor (Cl): 3,52 g kg^{-1}
*** C/N : 8-15, Kalsiyum (Ca) : %3,6-12,0, Magnezyum (Mg): %0,7-2,0, Demir (Fe): %0,7-1,5, Çinko (Zn): %0,4-0,65, Bakır (Cu): %0,2-0,5, Mangan (Mn): %0,4-0,7, Sodyum (Na): %0,45-0,50, Organik azot: %5-8

3.2 Metot

3.2.1 Denemenin yürütülmesi

Araştırma, farklı organik gübre uygulamalarının [amino asit (AA), ahır/çiftlik gübresi (AG), biyokömür/biochar/biyoçar (BC), Leonardit (LEO) [hümik ve fulvik asit (HA)], koyun gübresi (KG), solucan gübresi (SG), tavuk gübresi (TG) ve yarasa gübresi (YG)] kargı kamışının, tuz stresi koşullarında, bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla; Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksekokulu Araştırma ve Uygulama Serası'nda (doğal gün ışığı, %65±5 bağıl hava nemi ve 29±2 °C gündüz, 20±2 °C gece hava sıcaklığı), 26.07.2019-23.09.2019 tarihleri arasında (61 gün süreyle), torf:perlit (2:1) karışımından oluşan ve saksılardaki nem

kaybını minimize etmek için vermikulit eklenen, 11 L kapasiteli (0,011 m^3), 57x16x12 cm boyutlarındaki plastik saksılarda (0,09 m^2), tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Organik gübreler, aşağıda yer alan uygulama dozlarına göre ön hazırlık işlemi yapıldıktan sonra torf:perlit ortamına eklenmiştir (Çizelge 3.2, Şekil 3.3).

Çizelge 3.2 Organik gübre ve tuz stresi uygulama dozları

Uygulamalar	Birim Alan	Saksı
Kontrol	-	-
Sodyum Klorür (NaCl)	150 mM	150 mM
Amino asit (AA)+Sodyum klorür (NaCl)	50 kg da^{-1} + 150 mM	4,5 g $saksı^{-1}$ + 150 mM
Ahır gübresi (AG)+Sodyum klorür (NaCl)	1500 kg da^{-1} + 150 mM	136 g $saksı^{-1}$ + 150 mM
Biyokömür (BC)+Sodyum klorür (NaCl)	200 kg da^{-1} + 150 mM	18 g $saksı^{-1}$ + 150 mM
Leonardit (LEO)+Sodyum klorür (NaCl)	50 kg da^{-1} + 150 mM	4,5 g $saksı^{-1}$ + 150 mM
Koyun gübresi (KG)+Sodyum klorür (NaCl)	1500 kg da^{-1} + 150 mM	136 g $saksı^{-1}$ + 150 mM
Solucan gübresi (SG)+Sodyum klorür (NaCl)	100 kg da^{-1} + 150 mM	9 g $saksı^{-1}$ + 150 mM
Tavuk gübresi (TG)+Sodyum klorür (NaCl)	200 kg da^{-1} + 150 mM	18 g $saksı^{-1}$ + 150 mM
Yarasa gübresi (YG)+Sodyum klorür (NaCl)	100 kg da^{-1} + 150 mM	9 g $saksı^{-1}$ + 150 mM



Şekil 3.3 Torf:perlit ortamına organik gübrelerin uygulanması

Dikimler 26.07.2019 tarihinde, her bir saksıda üç adet rizom ve sap olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4, Şekil 3.5). Rizomların sürmesinde herhangi bir sorun yaşanma ihtimaline karşı her bir saksıya üç adet sap (gövde) dikimi köklendirmeyi teşvik etmek amacıyla, 1 lt 4000 ppm IBA (Indolbutirik asit) çözeltisine (Hartmann *et al.* 2013), batırılıp çıkarıldıktan sonra gerçekleştirilmiş (Şekil 3.2), ancak rizomların sürmesinde herhangi bir sorun olmadığı için bir süre sonra bu gövdeler saksılardan alınmıştır. Dikimlerden hemen sonra bitkilere can suyu verilmiş, devamında standart besin çözeltisi ile sulamalara devam edilmiştir. Dikimlerden 7-8 gün sonra rizomlar sürgün vermeye başlamış ve toprak üzerine çıkarak gelişmelerini sürdürmeye devam etmişlerdir (Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8).



Şekil 3.4 Rizomların dikimi



Şekil 3.5 Sapların dikimi



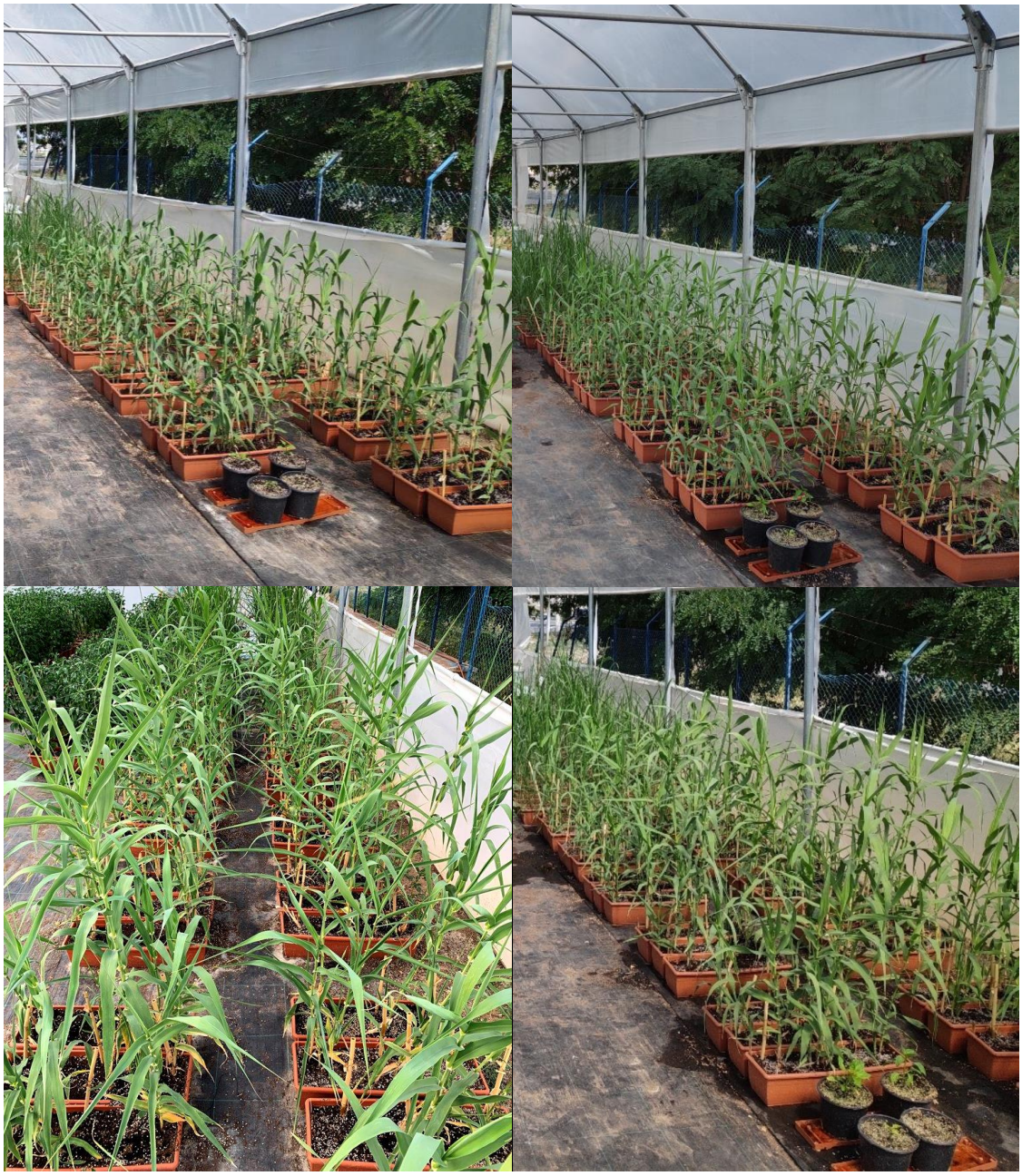
Şekil 3.6 Rizomların sürmeye başlaması

Araştırmada tuz konsantrasyonu olarak daha önce Kuşvuran vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada kritik doz olarak belirlenen 150 mM NaCl (sodyum klorür) dozu esas alınmıştır. Bitkiler deneme süresince düzenli olarak standart besin çözeltisi ile sulanmış, sulamada "drene olan çözelti/uygulanan çözelti" oranı esas alınmıştır (Schröder and Lieth 2002). Drenaj seviyeleri düzenli olarak belirlenmiş ve bitkilerin büyümesi dikkate alınarak bu oran %30-35 seviyelerinde tutulmuştur. Saksıların tamamı, bitkilerin 35-40 cm boya ulaştığı ve tuz stresi uygulamasının kademeli olarak başlatıldığı 21. güne kadar standart besin çözeltisi ile eşit miktarda sulanmış (Kusvuran and Kusvuran 2019), sonrasında, kontrol uygulaması hariç diğer uygulamalara, ilk gün 50 mM, ikinci gün 100 mM ve üçüncü gün ise final doz olan 150 mM NaCl dozu uygulamasına geçilerek, denemenin sonlandırıldığı 23.09.2019 tarihine kadar 40 gün süreyle, düzenli bir şekilde tuz stresine maruz bırakılmıştır.

Bitkilerde 150 mM tuz konsantrasyonu uygulamasının başlamasından 40 gün sonra, tuzluluktan kaynaklanan strese bağlı etkilerin görülmeye başlandığı 23.09.2019 tarihinde hasatlar gerçekleştirilmiş, hasat öncesi ve sonrasında ise bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler açısından ölçüm ve analizler yapılmıştır.



Şekil 3.7 Bitkilerde büyüme ve gelişme-I



Şekil 3.8 Bitkilerde büyüme ve gelişme-II

3.2.2 İncelenen özellikler ve yöntemleri

3.2.2.1 Skala değerleri (1-5 skalası) (1-5)

Bitkilerde morfolojik olarak meydana gelen zararlanmanın düzeyini belirlemek amacıyla bir skala oluşturulmuş ve zararlanma derecesine göre bitkilere 1-5 arasında puan verilmiştir (Kuşvuran 2010). Buna göre değerlendirme aşağıdaki gibidir.

1: Bitkilerin tuz stresinden herhangi bir şekilde etkilenmemesi (kontrol bitkileri)

2: Yapraklarda bölgesel sararma, kıvrılma ve %25 oranında nekrotik lekeler

3: Yapraklarda %25-50 arasında nekrotik lekeler ve yer yer dökülmeler

4: Yapraklarda %50-75 oranında nekrozlar ve ölümlerin görülmesi

5: Yapraklarda %75-100 oranında şiddetli nekrozlar ve/veya bitkinin tamamen ölmesi.

3.2.2.2 Bitki boyu (cm)

Bitkilerde kök boğazından büyüme ucuna kadar olan kısım metre ile ölçülmüş ve değerler cm (±0,5) cinsinden tespit edilmiştir.

3.2.2.3 Sap kalınlığı (mm)

Bitkilerde alttan ikinci ve üçüncü boğum arasında kalan bölümde sayısal kumpas yardımı ile ölçümler yapılmış ve değerler mm (±0,1) olarak belirlenmiştir.

3.2.2.4 Yaprak eni (mm)

Bitkilerde yaprağın orta kısmında ölçümler yapılmış ve değerler mm (±0,1) olarak belirlenmiştir.

3.2.2.5 Yaprak alanı (cm^2 $bitki^{-1}$)

Her bir bitkideki yaprakların tamamı CI BIO Science CI 202 model yaprak alan ölçer aleti kullanılarak ölçülmüş ve değerler cm^2 $bitki^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

3.2.2.6 Yaprak yaş ve kuru ağırlıkları (g $bitki^{-1}$)

Deneme sonunda hasat edilen bitkilerde yapraklar ayrılmış ve kontaminasyonu önlemek için saf su ile yıkandıktan sonra hassas terazide tartılarak yaprak yaş ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) saptanmıştır. Aynı örnekler 78 ºC etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra tartılarak yaprak kuru ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) belirlenmiştir.

3.2.2.7 Sap yaş ve kuru ağırlıkları (g $bitki^{-1}$)

Deneme sonunda hasat edilen bitkilerde saplar ayrılmış ve kontaminasyonu önlemek için saf su ile yıkandıktan sonra hassas terazide tartılarak sap yaş ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) tespit edilmiştir. Aynı örnekler 78 ºC etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra tartılarak sap kuru ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) belirlenmiştir.

3.2.2.8 Kök yaş ve kuru ağırlıkları (g $bitki^{-1}$)

Deneme sonunda hasat edilen bitkilerde kökler ayrılmış ve kontaminasyonu önlemek için saf su ile yıkandıktan sonra hassas terazide tartılarak kök yaş ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) tespit edilmiştir. Aynı örnekler 78 ºC etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra tartılarak kök kuru ağırlıkları (g $bitki^{-1}$) belirlenmiştir.

3.2.2.9 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%)

Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin taze ağırlıkları ölçülmüş ve sonrasında örnekler dört saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları tespit edilen yaprak örnekleri 78 ºC etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları g cinsinden tespit edilmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar Denklem (3.1)'de yer alan formül yardımıyla oranlanarak değerler % olarak hesaplanmıştır (Sanchez *et al*. 2004, Turkan *et al.* 2005).

$$YOS\text{İ}\ (\%) = \frac{TA-KA}{TuA-KA} \times 100 \qquad (3.1)$$

TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

3.2.2.10 Membran zararlanma indeksi (MZİ) (%)

Membran Zararlanma İndeksi-MZİ (Membran Injury Index-MII) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka and Kacperska-Palacz 1978, Fan and Blake 1994). Stres ve kontrol bitkilerinin alttan 3. yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC değeri belirlenmiş, aynı diskler 100°C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden Denklem (3.2)'de yer alan formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (MZİ) (%) belirlenmiştir.

$$MZ\text{İ} = \frac{\text{Lt}-\text{Lc}}{1-\text{Lc}}\ x\ 100 \qquad (3.2)$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC.

3.2.2.11 Klorofil (SPAD) değeri

Her bir bitkiden rastgele seçilen 10 adet yaprağın, SPAD-metre değerleri Minolta marka (SPAD-502 Plus, Minolta, Japonya) klorofil metre cihazı ile ölçülmüş ve ölçülen değerler doğrudan verilmiştir.

3.2.2.12 İyon analizleri

Rastgele seçilen üçer bitkiden 200 mg alınan kurutulmuş ve öğütülmüş bitki yaprak örnekleri 550 ºC kül fırınında 8 saat süreyle yakılmış, elde edilen kül %3,3'lük HCl'de çözünmüş ve mavi bantlı filtre kağıdında süzüldükten sonra Na^{+}, K^{+} ve Ca^{+2} okumaları, Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spekfotometre cihazında emisyon modunda gerçekleştirilmiştir.

Yeşil aksam Cl^{-} konsantrasyonun belirlenmesi Johnson ve Ulrich (1959)'e göre ve Mohr metodu ile yapılmıştır. Buna göre; öğütülmüş bitki örneklerinden 100 mg tartılmış, örnekler 50 mL kapasiteli santrifüj tüpüne konulmuş ve üzerine 25 mL saf su ilave edildikten sonra 10 dakika çalkanarak 4000 devir ile santrifüj edilmiştir. Eriyikten 20 mL alıp erlenmayerlere konulmuş ve üzerine 1 mL potasyum kromat indikatörü ilave edildikten sonra gümüş nitrat eriyiği ile titre edilmiştir. Klorun tamamı gümüş klorür halinde çökeldiğinde ve açık kahverengine dönüştüğünde titrasyona son verilerek Cl^{-} konsantrasyonu Denklem (3.3)'te yer alan formüle göre hesaplanmıştır.

$$Klor\ (\%) = \frac{N-B}{A} \times 100 \qquad (3.3)$$

N: Numune titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, mL
B: Blank titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, mL
A: Analiz için alınan bitki numunesi miktarı

3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi

Denemelerden elde edilen sayısal değerler, JMP version 8,0 (SAS Institute Inc., ABD) istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulup istatistiksel açıdan uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD (Least Significant Difference) çoklu karşılaştırma testi ile önemlilik dereceleri ortaya konularak $p<0,05$ düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir. Yaprak oransal su içeriğine ait sonuçlar % değerler olarak hesaplandığından, bunların varyans analizinde açı transformasyonu uygulanarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

Tuz stresi koşullarında, farklı organik gübre uygulamalarının, kargı kamışında morfolojik özellikler bakımından göstermiş olduğu etkiler Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te verilmiştir.



Şekil 3.9 Kontrol + Tuz (150 mM NaCl)



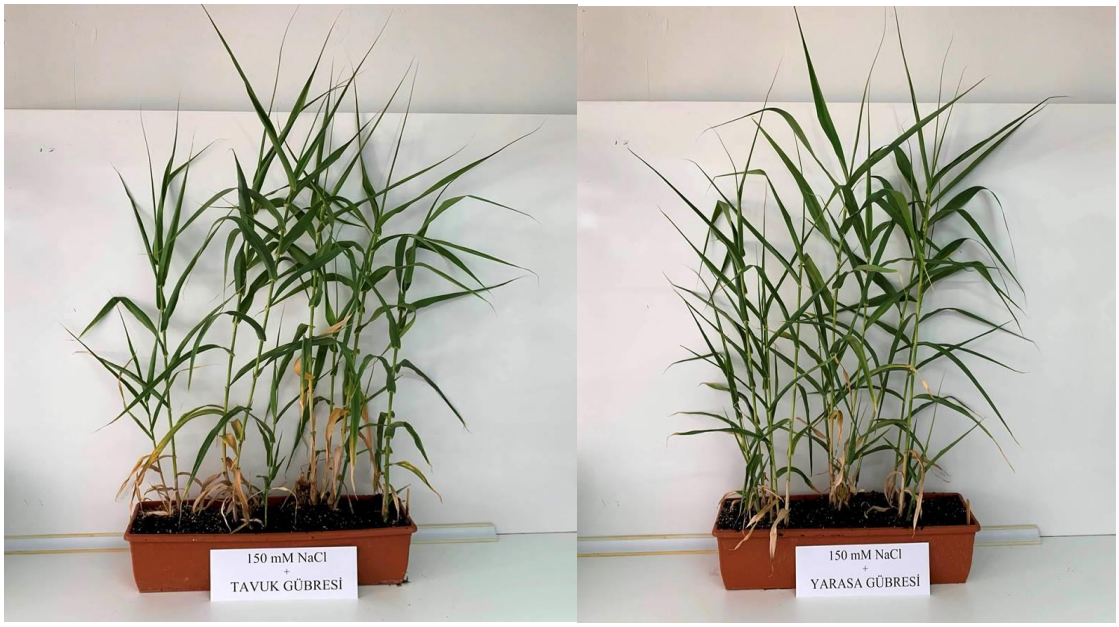
Şekil 3.10 Amino asit (AA) + Tuz (150 mM NaCl) ve Ahır gübresi (AG) + Tuz (150 mM NaCl)



Şekil 3.11 Biyokömür (BC) + Tuz (150 mM NaCl) ve Leonardit (LEO) + Tuz (150 mM NaCl)



Şekil 3.12 Koyun gübresi (KG) + Tuz (150 mM NaCl) ve Solucan gübresi (SG) + Tuz (150 mM NaCl)



Şekil 3.13 Tavuk gübresi (TG) + Tuz (150 mM NaCl) ve Yarasa gübresi (YG) + Tuz (150 mM NaCl)



Şekil 3.14 Farklı organik gübre uygulamaları

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı organik gübre uygulamalarının kargı kamışında tuza tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmadan elde edilen bulgular ve istatistiksel gruplandırmalar aşağıda yer almaktadır.

4.1 Skala Değerleri (1-5 skalası)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; skala değerleri bakımından uygulamalar arasında farklılıklar ortaya çıkmış ve istatistiksel olarak $P<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Kontrol bitkilerinin ”1” olarak kabul edildiği değerlendirmede, skala değeri yükseldikçe bitkilerde zararlanma derecesi de artış göstermektedir. Çizelge 4.1 incelendiğinde skala değerlerinin; 1,00-4,00 arasında değiştiği, en düşük değerin 1,00 ile kontrol uygulamasından elde edildiği, bunu 1,67 ile AG uygulamasının takip ettiği ve en yüksek değerin ise 4,00 ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Bununla birlikte, NaCl ile birlikte uygulanan organik gübrelerin, NaCl stresi uygulamasına kıyasla, bitkiler üzerinde %16,8 (BC) ile %66,8 (KG) oranında olumlu yönde bir etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının skala değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Skala (1-5)	Değişim (%)
Kontrol	1,00^{e}	-
Tuz	4,00^{a}	-
Tuz + Amino Asit (AA)	2,33^{b-d}	-41,75
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	1,67^{c-e}	-58,25
Tuz + Biyokömür (BC)	3,33^{ab}	-16,75
Tuz + Leonardit (LEO)	3,00^{ab}	-25,00
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	1,33^{de}	-66,75
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	3,00^{ab}	-25,00
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	2,67^{bc}	-33,25
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	3,00^{ab}	-25,00
Ortalama	2,53**	-36,47

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.2 Bitki Boyu (cm)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; bitki boyu bakımından uygulamalar arasında farklılıklar ortaya çıkmış ve istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 incelendiğinde bitki boyu değerlerinin; 90,00-136,33 cm arasında değiştiği, en yüksek değerin 136,33 cm ile KG uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan AG (126,33 cm) ve LEO (125,33 cm) uygulamalarının takip ettiği, en düşük değerin ise 9,00 cm ile BC uygulamasından elde edildiği görülmektedir. 150 mM NaCl uygulaması bitki boyunda kontrol bitkilerine oranla %13,6 düzeyinde azalmaya yol açmıştır. Tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamaları kontrol bitkilerine oranla %2 düzeyinde bir artış sağlarken; tuz stresi uygulanan bitkilere oranla bu iyileşme %18,1 oranında gerçekleşmiştir. Çalışmada yer alan organik gübreler içerinde bitki boyu bakımından en etkili uygulamalar, kontrol bitkilerine oranla sırasıyla %23,6 %14,5 ve %13,6 artış sağlayan KG, AG ve LEO uygulamaları olmuştur.

Çizelge 4.2 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının bitki boyu değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm bitki^{-1})	Değişim (%)
Kontrol	110,33±8,50^{bc}	-
Tuz	95,33±3,21^{cd}	-13,60
Tuz + Amino Asit (AA)	112,33±7,09^{bc}	1,81
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	126,33±6,51^{ab}	14,50
Tuz + Biyokömür (BC)	90,00±2,00^{d}	-18,43
Tuz + Leonardit (LEO)	125,33±10,12^{ab}	13,60
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	136,33±1,53^{a}	23,57
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	105,67±5,03^{cd}	-4,22
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	102,33±8,33^{cd}	-7,25
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	102,33±2,31^{cd}	-7,25
Ortalama	111,56±5,46**	0,27

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.3 Sap Kalınlığı (mm)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; tuz stresi sap kalınlığı bakımından kontrol bitkilerine oranla %42,6 düzeyinde azalmaya neden olmuş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 incelendiğinde sap kalınlığı değerlerinin; 3,49-9,40 mm arasında değiştiği, en yüksek değerin 9,40 mm ile KG uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan AG (9,17 mm) uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise 3,49 mm ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamaları kontrol bitkilerine oranla %29,30 düzeyinde bir artış sağlarken; tuz stresi uygulanan bitkilere oranla bu artış %125,4 oranında gerçekleşmiştir. Çalışmada yer alan organik gübreler içerinde sap kalınlığı bakımından en etkili uygulamalar kontrol bitkilerine oranla %50,3 ve %54,1 artış sağlayan AG ve KG uygulamaları olmuştur.

Çizelge 4.3 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının sap kalınlığı değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Sap Kalınlığı (mm bitki^{-1})	Değişim (%)
Kontrol	6,09±0,29^{bc}	-
Tuz	3,49±0,26^{c}	-42,62
Tuz + Amino Asit (AA)	7,27±1,39^{ab}	19,18
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	9,17±1,41^{a}	50,33
Tuz + Biyokömür (BC)	6,26±0,55^{b}	2,62
Tuz + Leonardit (LEO)	8,67±0,77^{ab}	42,13
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	9,40±0,32^{a}	54,10
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	7,44±1,46^{ab}	21,97
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	8,15±1,20^{ab}	33,61
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	6,74±0,58^{ab}	10,49
Ortalama	7,33±0,68**	19,18

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.4 Yaprak Eni (mm)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; tuz stresi yaprak eni bakımından kontrol bitkilerine oranla %5,2 düzeyinde azalmaya neden olmuş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 incelendiğinde yaprak eni değerlerinin; 22,86-32,38 mm arasında değiştiği, en yüksek değerin 32,38 mm ile LEO uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan KG (31,47 mm) ve SG (30,98 mm) uygulamalarının takip ettiği, en düşük değerin ise 22,86 mm ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamaları kontrol bitkilerine oranla %24,00 düzeyinde bir artış sağlarken, sadece tuz stresi uygulanan bitkilere oranla bu iyileşme %30,8 oranında gerçekleşmiştir. Çalışmada yer alan organik gübreler içerinde yaprak eni bakımından en etkili uygulamalar kontrol bitkilerine oranla %34,3, %30,5, %28,4 düzeyinde artış sağlayan ve aynı istatistiksel grupta yer alan LEO, KG ve SG uygulamaları olmuştur.

Çizelge 4.4 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak eni değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Eni (mm bitki^{-1})	Değişim (%)
Kontrol	24,12±0,21^{bc}	-
Tuz	22,86±2,54^{c}	-5,22
Tuz + Amino Asit (AA)	28,81±2,77^{a-c}	19,44
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	28,91±2,31^{a-c}	19,86
Tuz + Biyokömür (BC)	23,96±1,48^{bc}	-0,66
Tuz + Leonardit (LEO)	32,38±1,77^{a}	34,25
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	31,47±1,06^{a}	30,47
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	30,98±2,20^{a}	28,44
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	26,05±1,27^{a-c}	8,00
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	29,90±0,47^{b}	23,96
Ortalama	27,90±1,61**	15,85

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.5 Yaprak Alanı (cm^2 bitki^{-1})

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; tuz stresi yaprak alanı bakımından kontrol bitkilerine oranla %63,99 düzeyinde azalmaya neden olmuş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 incelendiğinde yaprak alanı değerlerinin; 314,45-873,13 cm^2 bitki^{-1} arasında değiştiği, en yüksek değerin 873,13 cm^2 bitki^{-1} ile kontrol uygulamasından elde edildiği, bunu 578,07 cm^2 bitki^{-1} ile AG uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise 314,45 cm^2 bitki^{-1} ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulaması yaprak alanında azalmaya neden olmuş ve bu azalma %64 düzeyinde meydana gelmiştir (314,45 cm^2 bitki^{-1}). Organik gübre uygulamaları tuz stresinin yaprak alanı üzerindeki olumsuz etkisini önemli ölçüde engellemiş ve ortalama olarak kontrol bitkilerine oranla %48,5 düzeyinde bir azalma meydana gelmiştir. İncelenen gübreler içerisinde en etkin uygulama %33,8 azalma ile AG uygulamasında belirlenmiştir. Bu uygulama ile sadece tuz stresi uygulamasına oranla %83,8 düzeyinde bir iyileşme tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak alanı değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Alanı (cm^2 $bitki^{-1}$)	Değişim (%)
Kontrol	873,13±45,07[a]	-
Tuz	314,45±26,52[b]	-63,99
Tuz + Amino Asit (AA)	392,43±58,63[ab]	-55,05
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	578,07±39,73[ab]	-33,79
Tuz + Biyokömür (BC)	410,05±33,56[ab]	-53,04
Tuz + Leonardit (LEO)	448,88±28,03[ab]	-48,59
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	465,65±21,80[ab]	-46,67
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	339,27±34,17[b]	-61,14
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	497,95±52,52[ab]	-42,97
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	463,95±19,80[ab]	-46,86
Ortalama	464,78±35,98[*]	-50,23

[*]: P<0,05, [**]: P<0,01, [***]Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.6 Yaprak Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g $bitki^{-1}$)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek yaş (26,80 g $bitki^{-1}$) ve kuru yaprak ağırlıkları (9,83 g $bitki^{-1}$) AG uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 incelendiğinde yaprak yaş ağırlığı değerlerinin; 10,60-26,80 g $bitki^{-1}$ arasında değiştiği, en yüksek değerin 26,80 g $bitki^{-1}$ ile AG uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan KG (26,12 g $bitki^{-1}$) uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise 10,60 g $bitki^{-1}$ ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Yaprak kuru ağırlığı değerlerinin ise; 2,70-9,83 g $bitki^{-1}$ arasında değiştiği, en yüksek değerin 9,83 g $bitki^{-1}$ ile AG uygulamasından elde edildiği, bunu 8,40 g $bitki^{-1}$ KG uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise 2,70 g $bitki^{-1}$ ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi değerlerde azalmaya neden olmuş, bu etki yaş ağırlıkta %37,1, kuru ağırlıkta ise %57,8 düzeyinde meydana gelmiştir. Tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamaları kontrol bitkilerine oranla, yaş ağırlık bakımından %16,7, kuru ağırlık değerleri bakımından ise %6,6 düzeyinde bir artış sağlamıştır. Sadece tuz stresi uygulanan bitkilere oranla bu iyileşme yaprak yaş

ağırlığı bakımından %85,5, yaprak kuru ağırlığı bakımından ise %152,7 oranında gerçekleşmiştir. Tuz stresi koşullarında kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında çalışmada yer alan organik gübreler içerisinde yaprak yaş ve kuru ağırlıkları bakımından en etkili uygulama AG uygulaması olmuş ve kontrol bitkilerine oranla yaş ve kuru ağırlıklarda %59,1 ve %53,6 düzeyinde artış sağlamıştır.

Çizelge 4.6 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak yaş ve kuru ağırlık değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)	Yaprak Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)
Kontrol	16,85±1,31^{b-d}	-	6,40±0,66^{b-e}	-
Tuz	10,60±0,52^{d}	-37,09	2,70±0,62^{f}	-57,81
Tuz+AA	14,75±1,46^{b-d}	-12,46	5,68±0,80^{c-e}	-11,25
Tuz+AG	26,80±1,33^{a}	59,05	9,83±0,30^{a}	53,59
Tuz+BC	13,53±0,56^{cd}	-19,70	4,03±0,48^{ef}	-37,03
Tuz+LEO	22,11±0,57^{ab}	31,22	8,18±0,43^{a-c}	27,81
Tuz+KG	26,12±1,90^{a}	55,01	8,40±0,37^{ab}	31,25
Tuz+SG	19,53±1,38^{a-c}	15,91	6,80±0,12^{b-d}	6,25
Tuz+TG	17,74±0,98^{b-d}	5,28	5,41±0,18^{de}	-15,47
Tuz+YG	16,70±1,52^{b-d}	-0,89	6,25±0,50^{b-e}	-2,34
Ortalama	18,47±1,15**	9,63	6,37±0,45**	-5,00

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.7 Sap Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g bitki^{-1})

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek yaş (33,30 g bitki^{-1}) ve kuru sap ağırlıkları (11,51 g bitki^{-1}) KG uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 incelendiğinde sap yaş ağırlığı değerlerinin; 10,25-33,30 g bitki^{-1} arasında değiştiği, en yüksek değerin 33,30 g bitki^{-1} ile KG uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan LEO (27,41 g bitki^{-1}) ve AG (26,49 g bitki^{-1}) uygulamalarının takip ettiği, en düşük değerin ise 10,25 g bitki^{-1} ile NaCl

uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Sap kuru ağırlığı değerlerinin ise; 2,88-11,51 g bitki^{-1} arasında değiştiği, en yüksek değerin 11,51 g bitki^{-1} ile KG uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan AG (9,44 g bitki^{-1}) ve LEO (9,33 g bitki^{-1}) uygulamalarının takip ettiği, en düşük değerin ise 2,88 g bitki^{-1} ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi bu değerlerde azalmaya neden olmuş, bu etki yaş ağırlıkta %32,7, kuru ağırlıkta ise %35,9 düzeyinde meydana gelmiştir. Tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamaları kontrol bitkilerine oranla sap yaş ağırlıkları bakımından ortalama olarak %36, sap kuru ağırlık değerleri bakımından ise %55,4 düzeyinde bir artış sağlamıştır. Sadece tuz stresi uygulanan bitkilere oranla bu iyileşme sap yaş ağırlığı bakımından %102,3, sap kuru ağırlığı bakımından ise %142,3 oranında gerçekleşmiştir. Tuz stresi koşullarında kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında çalışmada yer alan organik gübreler içerisinde sap yaş ve kuru ağırlıkları bakımından en etkili uygulamalar; AG, KG ve LEO uygulamaları olmuş ve bu uygulamalarda kontrol bitkilerine oranla sap yaş ve kuru ağırlıklarında %73,8-156,4 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Çizelge 4.7 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının sap yaş ve kuru ağırlık değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Sap Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)	Sap Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)
Kontrol	15,24±1,69^{bc}	-	4,49±0,41^{c}	-
Tuz	10,25±0,93^{c}	-32,74	2,88±0,16^{c}	-35,86
Tuz+AA	14,54±1,73^{bc}	-4,59	4,31±0,67^{c}	-4,01
Tuz+AG	26,49±0,83^{ab}	73,82	9,44±0,77^{ab}	110,24
Tuz+BC	12,63±0,61^{bc}	-17,13	4,34±0,75^{c}	-3,34
Tuz+LEO	27,41±1,25^{ab}	79,86	9,33±0,43^{ab}	107,80
Tuz+KG	33,30±1,72^{a}	118,50	11,51±1,10^{a}	156,35
Tuz+SG	18,98±0,12^{a-c}	24,54	6,35±0,60^{bc}	41,43
Tuz+TG	17,62±0,78^{a-c}	15,62	6,27±0,21^{bc}	39,64
Tuz+YG	14,92±0,72^{bc}	-2,10	4,27±0,89^{c}	-4,90
Ortalama	19,14±1,04**	25,58	6,32±0,60**	40,74

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.8 Kök Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g bitki^{-1})

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek yaş (185,07 g bitki^{-1}) ve kuru kök ağırlıkları (96,06 g bitki^{-1}) KG uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 incelendiğinde kök yaş ağırlığı değerlerinin; 88,85-185,07 g bitki^{-1} arasında değiştiği, en yüksek değerin 185,07 g bitki^{-1} ile KG uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan AG (182,30 g bitki^{-1}) ve YG (180,91 g bitki^{-1}) uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise 88,85 g bitki^{-1} ile SG uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kök kuru ağırlığı değerlerinin ise; 36,03-98,95 g bitki^{-1} arasında değiştiği, en yüksek değerin 98,95 g bitki^{-1} ile YG uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan KG (9,44 g bitki^{-1}) uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise 36,03 g bitki^{-1} ile TG uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olmuş bu etki yaş ağırlıkta %46,8, kuru ağırlıkta %41,4 düzeyinde meydana gelmiştir. Tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamalarıyla ortaya çıkan azalma kontrol bitkilerine oranla kök yaş ağırlıkları bakımından ortalama olarak %18,8, kök kuru ağırlık değerleri bakımından ise %6,5 düzeyinde belirlenmiştir. Sadece tuz stresi uygulanan bitkiler ile karşılaştırıldıklarında ise kök yaş ağırlığı bakımından %52,6, kök kuru ağırlığı bakımından %59,7 oranında iyileşme gerçekleşmiştir. Tuz stresi koşullarında kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında çalışmada yer alan organik gübreler içerisinde kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından en etkili uygulamalar; YG, KG ve AG uygulamaları olmuş ve bu uygulamalarda kontrol bitkilerine oranla kök yaş ve kuru ağırlıklarında %8,9-43,7 düzeyinde artış sağlanmıştır.

Çizelge 4.8 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının kök yaş ve kuru ağırlık değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Kök Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)	Kök Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)
Kontrol	167,36±13,82^{ab}	-	68,86±7,14^{bc}	-
Tuz	89,04±09,80^{c}	-46,80	40,34±7,28^{d}	-41,42
Tuz+AA	114,84±12,90^{bc}	-31,38	49,76±1,25^{cd}	-27,74
Tuz+AG	182,30±06,56^{a}	8,93	85,23±4,63^{ab}	23,77
Tuz+BC	137,80±19,28^{a-c}	-17,66	68,44±7,11^{bc}	-0,61
Tuz+LEO	105,02±08,84^{bc}	-37,25	44,32±3,00^{d}	-35,64
Tuz+KG	185,07±19,34^{a}	10,58	96,36±5,51^{a}	39,94
Tuz+SG	88,85±12,43^{c}	-46,91	36,17±1,28^{d}	-47,47
Tuz+TG	91,86±13,89^{c}	-45,11	36,03±3,87^{d}	-47,68
Tuz+YG	180,91±15,03^{a}	8,10	98,95±2,67^{a}	43,70
Ortalama	134,31±13,19**	-19,75	62,45±4,37**	-9,32

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.9 Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ) (%)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek YOSİ değeri %93,06 ile AG uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 incelendiğinde YOSİ değerlerinin; %60,41-93,06 arasında değiştiği, en yüksek değerin %93,06 ile AG uygulamasından elde edildiği ve diğer uygulamaların da istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı, en düşük değerin ise %60,41 ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi yaprak oransal su içeriği (YOSİ) bakımından kontrol bitkilerine oranla %34.67 düzeyinde azalmaya neden olmuştur. 150 mM NaCl uygulamasında bu değer %60,41 olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi ile birlikte organik gübre uygulamalarında kontrol bitkilerine oranla %3,0 düzeyinde bir azalma tespit edilmiş; tuz stresi uygulanan bitkilere oranla %48,4 oranında bir iyileşme gerçekleşmiştir. Çalışmada yer alan organik gübreler içerinde YOSİ bakımından en

etkili uygulamalar kontrol bitkilerine oranla %0,21 ve %0,64 artış sağlayan AA ve AG uygulamaları olmuştur.

Çizelge 4.9 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yaprak oransal su içeriği değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	Değişim (%)
Kontrol	92,47±3,15[a]	-
Tuz	60,41±7,22[b]	-34,67
Tuz + Amino Asit (AA)	92,66±1,70[a]	0,21
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	93,06±1,71[a]	0,64
Tuz + Biyokömür (BC)	91,07±4,02[a]	-1,51
Tuz + Leonardit (LEO))	88,89±4,60[a]	-3,87
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	87,82±3,57[a]	-5,03
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	91,95±3,01[a]	-0,56
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	84,80±1,54[a]	-8,29
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	87,07±2,32[a]	-5,84
Ortalama	87,02±3,28[**]	-5,89

[*]: P<0,05, [**]: P<0,01, [***]Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.10 Membran Zararlanma İndeksi (MZİ) (%)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek MZİ değeri %53,55 ile NaCl uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 incelendiğinde MZİ değerlerinin; %18,54-53,55 arasında değiştiği, en yüksek değerin %53,55 ile NaCl uygulamasından elde edildiği, bunu %47,49 ile TG uygulamasının izlediği, en düşük değerin ise %18,94 ile AG uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi koşullarında membran zararlanma indeksi (MZİ) %53,55 olarak belirlenmiştir. Organik gübre kullanımı MZİ değerlerinde %11,3-64,6 arasında azalmaya neden olmuştur. En düşük MZİ değerleri %18,94 ile AG uygulamasında ve %23,86 ile BC uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.10 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının membran zararlanma indeksi değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Membran Zararlanma İndeksi (%)	Değişim (%)
Kontrol	-	-
Tuz	53,55±3,37[a]	-
Tuz + Amino Asit (AA)	29,70±0,91[cd]	-44,54
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	18,94±2,57[e]	-64,63
Tuz + Biyokömür (BC)	23,86±4,44[de]	-55,44
Tuz + Leonardit (LEO)	38,95±1,62[bc]	-27,26
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	26,56±2,31[de]	-50,40
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	30,16±2,81[cd]	-43,68
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	47,49±2,95[ab]	-11,32
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	27,26±2,16[de]	-49,09
Ortalama	32,94±2,65[**]	-43,30

[*]: P<0,05, [**]: P<0,01, [***]Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.11 Klorofil (SPAD) Değeri

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek SPAD değeri 54,33 ile AG uygulamasında belirlenmiş olup uygulamalar arasındaki istatistiksel olarak fark önemsiz (Ö.D.) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 incelendiğinde SPAD değerlerinin; 41,27-54,33 arasında değiştiği, en yüksek değerin 54,33 ile AG uygulamasından elde edildiği, bunu kontrol (49,40) ve TG (48,17) uygulamasının izlediği, en düşük değerin ise 41,27 ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Çalışmada 150 mM NaCl uygulaması klorofil değerinde %16,5 düzeyinde azalmaya yol açmış ve 41,27 SPAD değeri olarak tespit edilmiştir. Organik gübre uygulamaları klorofil değerinde ortaya çıkan bu azalmayı ortalama olarak %7,2 düzeyinde sınırlandırmıştır. AG uygulamasında kontrol bitkilerine oranla %10 düzeyinde bir artış meydana gelmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde organik gübre kullanımı sadece tuz stresi uygulanan bitkilere oranla klorofil değerleri bakımından %11,1 düzeyinde bir artışa yol açmıştır.

Çizelge 4.11 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının klorofil değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Klorofil	Değişim (%)
Kontrol	49,40±4,07	-
Tuz	41,27±4,57	-16,46
Tuz + Amino Asit (AA)	43,80±2,65	-11,34
Tuz + Ahır Gübresi (AG)	54,33±3,01	9,98
Tuz + Biyokömür (BC)	43,73±2,04	-11,48
Tuz + Leonardit (LEO)	47,07±3,33	-4,72
Tuz + Koyun Gübresi (KG)	47,27±3,81	-4,31
Tuz + Solucan Gübresi (SG)	40,70±2,84	-17,61
Tuz + Tavuk Gübresi (TG)	48,17±1,29	-2,49
Tuz + Yarasa Gübresi (YG)	41,73±2,32	-15,53
Ortalama	45,75±2,99$^{O.D.}$	-73,96

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.12 Yeşil Aksam ve Kök Sodyum (Na^+) İyon İçeriği (%)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek yeşil aksam (%5,59) ve kök sodyum içerikleri (%3,88) NaCl uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 incelendiğinde yeşil aksam sodyum iyon içeriği değerlerinin; %0,40-5,59 arasında değiştiği, en yüksek değerin %5,59 ile NaCl uygulamasından elde edildiği, bunu %4,83 ile BC uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %0,40 ile kontrol uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kök sodyum iyon içeriği değerlerinin ise; %0,34-3,88 arasında değiştiği, en yüksek değerin %3,88 ile NaCl uygulamasından elde edildiği, bunu %3,32 ile BC uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %0,34 ile kontrol uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kargı kamışında 150 mM NaCl uygulamasına bağlı olarak bitkilerde yeşil aksam ve kök Na^+ içeriğinde artış meydana gelmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde ortalama yeşil aksam Na^+ konsantrasyonu %3,87 ve kök Na^+ konsantrasyonu %2,51 olarak belirlenmiştir. En düşük yeşil aksam ve kök Na^+ içerikleri kontrol bitkilerinde belirlenirken (%0,40 ve %0,34); en yüksek değerler sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilerde tespit edilmiştir (%5,59 ve

%3,88). Bu uygulamada yeşil aksamda %1297,5 ve kökte %1041,2 düzeyinde Na^+ iyon artışı meydana gelmiştir. Organik gübre uygulamaları (AA, AG, BC, LEO, KG, SG, TG ve YG) Na^+ iyon artışında değişen oranlarda sınırlama getirmiştir. Yeşil aksam ve kök Na^+ iyon içeriğinde meydana gelen artış ortalama olarak %405,9-1107,5 arasında yer almış ve sadece tuz uygulanan bitkilere oranla yeşil aksamda %26,9, kökte ise %32,6 düzeyinde Na^+ iyon alımı sınırlandırılabilmiştir. Yeşil aksam ve kök Na^+ iyon alımını sınırlandıran dolayısıyla bünyelerine daha düşük düzeyde toksik iyon alan uygulamalar; AG (%702,5 ve 405,9 artış) ve KG (%855,0 ve 585,3 artış) uygulamaları olmuştur. Bu gübreler sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilere oranla ortalama olarak %31,7-55,7 düzeyinde Na^+ alımına sınırlama getirmişlerdir.

Çizelge 4.12 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök Na^+ değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yeşil Aksam Na^+ (%)	Değişim (%)	Kök Na^+ (%)	Değişim (%)
Kontrol	$0,40\pm0,05^{f}$	-	$0,34\pm0,03^{f}$	-
Tuz	$5,59\pm0,39^{a}$	1297,50	$3,88\pm0,11^{a}$	1041,18
Tuz+AA	$4,50\pm0,33^{bc}$	1025,00	$3,01\pm0,33^{bc}$	785,29
Tuz+AG	$3,21\pm0,23^{e}$	702,50	$1,72\pm0,03^{e}$	405,88
Tuz+BC	$4,83\pm0,17^{b}$	1107,50	$3,32\pm0,14^{b}$	876,47
Tuz+LEO	$4,11\pm0,13^{cd}$	927,50	$2,62\pm0,13^{cd}$	670,59
Tuz+KG	$3,82\pm0,23^{de}$	855,00	$2,33\pm0,23^{d}$	585,29
Tuz+SG	$4,10\pm0,12^{cd}$	925,00	$2,61\pm0,02^{cd}$	667,65
Tuz+TG	$4,15\pm0,09^{cd}$	937,50	$2,75\pm0,11^{cd}$	708,82
Tuz+YG	$3,98\pm0,35^{cd}$	895,00	$2,56\pm0,24^{cd}$	652,94
Ortalama	$3,87\pm0,18^{**}$	963,61	$2,51\pm0,14^{**}$	710,46

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.13 Yeşil Aksam ve Kök Klor (Cl^-) İyon İçeriği (%)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek yeşil aksam (%4,13) ve kök klor içerikleri (%2,80) NaCl uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 incelendiğinde yeşil aksam klor iyon içeriği değerlerinin; %0,33-4,13 arasında değiştiği, en yüksek değerin %4,13 ile NaCl uygulamasından elde edildiği, bunu %3,56 ile SG uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %0,33 ile kontrol uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kök klor iyon içeriği değerlerinin ise; %0,22-2,80 arasında değiştiği, en yüksek değerin %2,80 ile NaCl uygulamasından elde edildiği, bunu %2,23 ile SG uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %0,22 ile kontrol uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresinin (150 mM NaCl) kargı kamışında yeşil aksam ve kök Cl^- içeriğinde artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde yeşil aksam Cl^- konsantrasyonu %2,98 ve kök Cl^- konsantrasyonu %1,84 olarak belirlenmiştir. En düşük yeşil aksam ve kök Cl^- içerikleri kontrol bitkilerinde belirlenirken (%0,33 ve %0,22); en yüksek Cl^- değerleri sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilerde tespit edilmiştir (%4,13 ve %2,80). Bu uygulamada yeşil aksamda %1151,5 ve kökte %1172,7 düzeyinde Cl^- iyon artışı meydana gelmiştir. Organik gübre uygulamaları (AA, AG, BC, LEO, KG, SG, TG ve YG) Cl^- iyon artışında değişen oranlarda sınırlama getirmiş ve yeşil aksam ve kök Cl^- iyon içeriğinde meydana gelen artış ortalama olarak %557,6-978,8 arasında ortaya çıkmıştır. Sadece tuz uygulanan bitkilere oranla yeşil aksamda %23,5 ve kökte %31,0 düzeyinde Cl^- iyon alımı sınırlandırılabilmiştir. Yeşil aksam ve kök Cl^- iyon alımını sınırlandıran dolayısıyla bünyelerine daha düşük düzeyde toksik iyon alan uygulamalar; AG (%557,6 ve %568,2 artış) ve KG (%742,4 ve %645,5 artış) uygulamaları olmuştur. Bu gübreler sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilere oranla ortalama olarak %32,7-47,5 düzeyinde Cl^- alımına sınırlama getirmişlerdir.

Çizelge 4.13 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök Cl^- değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yeşil Aksam Cl^- (%)	Değişim (%)	Kök Cl^- (%)	Değişim (%)
Kontrol	0,33±0,08^{e}	-	0,22±0,04^{d}	-
Tuz	4,13±0,11^{a}	1151,52	2,80±0,09^{a}	1172,73
Tuz+AA	3,38±0,35^{bc}	924,24	2,04±0,34^{bc}	827,27
Tuz+AG	2,17±0,07^{d}	557,58	1,47±0,32^{c}	568,18
Tuz+BC	3,45±0,22^{b}	945,45	2,12±0,12^{a-c}	863,64
Tuz+LEO	3,35±0,30^{bc}	915,15	2,02±0,17^{bc}	818,18
Tuz+KG	2,78±0,19^{cd}	742,42	1,64±0,10^{bc}	645,45
Tuz+SG	3,56±0,31^{ab}	978,79	2,23±0,29^{ab}	913,64
Tuz+TG	3,46±0,30^{b}	948,48	2,13±0,27^{a-c}	868,18
Tuz+YG	3,14±0,06^{bc}	851,52	1,81±0,05^{bc}	722,73
Ortalama	2,98±0,20**	890,57	1,85±0,14**	822,22

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.14 Yeşil Aksam ve Kök Potasyum (K^+) İyon İçeriği (%)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek yeşil aksam (%4,67) ve kök potasyum içerikleri (%2,63) kontrol uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 incelendiğinde yeşil aksam potasyum iyon içeriği değerlerinin; %2,23-4,67 arasında değiştiği, en yüksek değerin %4,67 ile kontrol uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan AG (%4,06) uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %2,23 ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kök potasyum iyon içeriği değerlerinin ise; %0,92-2,63 arasında değiştiği, en yüksek değerin %2,63 ile kontrol uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan AG (%2,20) uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %0,92 ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kargı kamışında 150 mM NaCl uygulamasına bağlı olarak bitkilerde yeşil aksam ve kök K^+ içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde yeşil aksam K^+ konsantrasyonu %3,20 ve kök K^+ konsantrasyonu %1,61 olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama yeşil aksam ve

kök K^+ içerikleri kontrol bitkilerinde belirlenirken (%4,67 ve %2,63); en düşük değerler sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilerde tespit edilmiştir (%2,23 ve %0,92). Bu uygulamada yeşil aksamda %52,3 ve kökte %65,0 düzeyinde K^+ iyon içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Organik gübre uygulamalarıyla (AA, AG, BC, LEO, KG, SG, TG ve YG) K^+ iyon içeriğindeki azalma değişen oranlarda engellenmiştir. Yeşil aksam ve kök K^+ iyon içeriğinde meydana gelen bu değişim ortalama olarak %13,1-56,3 arasında yer almıştır. Sadece tuz uygulanan bitkilere oranla yeşil aksamda %40,9 ve kökte %70,4 düzeyinde K^+ iyonun korunması sağlanmıştır. Yeşil aksam ve kök K^+ iyon içeriğini koruyabilen, başka bir ifadeyle Na^+ iyonu yerine K^+ iyonunu tercih eden bitkiler AG (%13,1 ve %16,4 azalma) ve KG (%28,3 ve %19,0 azalma) uygulamalarının gerçekleştirildiği bitkiler olmuştur. Bu gübreler sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilere oranla ortalama olarak %82,1-139,1 düzeyinde bünyedeki K^+ iyon içeriğini koruyabilmiştir.

Çizelge 4.14 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök K^+ değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yeşil Aksam K^+ (%)	Değişim (%)	Kök K^+ (%)	Değişim (%)
Kontrol	4,67±0,36^{a}	-	2,63±0,19^{a}	-
Tuz	2,23±0,06^{c}	-52,25	0,92±0,11^{c}	-65,02
Tuz+AA	3,33±0,32^{b}	-28,69	1,34±0,16^{bc}	-49,05
Tuz+AG	4,06±0,06^{a}	-13,06	2,20±0,06^{a}	-16,35
Tuz+BC	3,10±0,02^{b}	-33,62	1,15±0,05^{bc}	-56,27
Tuz+LEO	2,88±0,09^{bc}	-38,33	1,44±0,15^{b}	-45,25
Tuz+KG	3,35±0,30^{b}	-28,27	2,13±0,07^{a}	-19,01
Tuz+SG	2,68±0,20^{bc}	-42,61	1,34±0,18^{bc}	-49,05
Tuz+TG	2,84±0,09^{bc}	-39,19	1,55±0,28^{b}	-41,06
Tuz+YG	2,89±0,45^{bc}	-38,12	1,39±0,30^{bc}	-47,15
Ortalama	3,20±0,20**	-34,90	1,61±0,16**	-43,13

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

4.15 Yeşil Aksam ve Kök Kalsiyum (Ca^{+2}) İyon İçeriği (%)

Farklı organik gübrelerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; en yüksek yeşil aksam (%5,26) ve kök kalsiyum içerikleri (%3,27) kontrol

uygulamasında belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 incelendiğinde yeşil aksam kalsiyum iyon içeriği değerlerinin; %2,69-5,26 arasında değiştiği, en yüksek değerin %5,26 ile kontrol uygulamasından elde edildiği, bunu %4,27 ile AG uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %2,69 ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kök kalsiyum iyon içeriği değerlerinin ise; %1,30-3,27 arasında değiştiği, en yüksek değerin %3,27 ile kontrol uygulamasından elde edildiği, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan AG (%3,05) uygulamasının takip ettiği, en düşük değerin ise %1,30 ile NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresine bağlı olarak bitkilerde yeşil aksam ve kök Ca^{+2} içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Bitkilerde ortalama olarak yeşil aksam Ca^{+2} konsantrasyonu %3,66 ve kök Ca^{+2} konsantrasyonu %2,53 düzeyinde belirlenmiştir. En yüksek yeşil aksam ve kök Ca^{+2} içeriği kontrol bitkilerinde belirlenirken (%5,26 ve %3,27); en düşük değerler sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilerde tespit edilmiştir (%2,69 ve %1,30). Bu uygulamada yeşil aksamda %48,8 ve kökte %60,2 düzeyinde Ca^{+2} iyon içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Organik gübre uygulamalarıyla (AA, AG, BC, LEO, KG, SG, TG ve YG) Ca^{+2} iyon içeriğindeki azalma değişen oranlarda engellenmiş ve yeşil aksam-kök Ca^{+2} iyon içeriğinde meydana gelen bu değişim ortalama olarak %6,7-44,3 arasında yer almıştır. Sadece tuz uygulanan bitkilere oranla yeşil aksamda %33,1 ve kökte %99,2 düzeyinde Ca^{+2} iyonun korunması sağlanmıştır. Yeşil aksam ve kök Ca^{+2} iyon içeriğini koruyabilen, başka bir ifadeyle Na^{+} iyonu yerine Ca^{+2} iyonunu tercih eden bitkiler AG (%18,8 ve %6,7 azalma) ve KG (%22,4 ve %8,9 azalma) uygulamalarının gerçekleştirildiği bitkiler olmuştur. Bu gübreler sadece tuz uygulaması gerçekleştirilen bitkilere oranla ortalama olarak %51,7-134,6 düzeyinde bünyedeki Ca^{+2} iyon içeriğini koruyabilmiştir.

Çizelge 4.15 Tuz stresi altında farklı organik gübre uygulamalarının yeşil aksam ve kök Ca^{+2} değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yeşil Aksam Ca^{+2} (%)	Değişim (%)	Kök Ca^{+2} (%)	Değişim (%)
Kontrol	5,26±0,13^{a}	-	3,27±0,14^{a}	-
Tuz	2,69±0,10^{g}	-48,86	1,30±0,17^{e}	-60,24
Tuz+AA	3,67±0,40^{cd}	-30,23	2,22±0,13^{cd}	-32,11
Tuz+AG	4,27±0,09^{b}	-18,82	3,05±0,09^{ab}	-6,73
Tuz+BC	3,58±0,12^{c-e}	-31,94	2,10±0,18^{d}	-35,78
Tuz+LEO	2,93±0,17^{fg}	-44,30	2,61±0,23^{b-d}	-20,18
Tuz+KG	4,08±0,25^{bc}	-22,43	2,98±0,03^{a-c}	-8,87
Tuz+SG	3,45±0,22^{d-f}	-34,41	2,30±0,17^{cd}	-29,66
Tuz+TG	3,59±0,10^{c-e}	-31,75	2,80±0,14^{a-c}	-14,37
Tuz+YG	3,08±0,17^{e-g}	-41,44	2,66±0,09^{b-d}	-18,65
Ortalama	3,66±0,18**	-33,80	2,53±0,14**	-25,18

*: P<0,05, **: P<0,01, ***Aynı sütun içerisinde değişik harf ile gösterilen ortalamalar, LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır.

Kargı kamışında 150 mM NaCl kullanımı ile gerçekleştirilen tuz stresi koşullarında, bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak eni, yaprak alanı, yaş ve kuru yaprak ağırlığı, yaş ve kuru sap ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı değişen oranlarda azalma göstermiştir. Bu azalma ortalama olarak değerlendirildiğinde, bitki boyunda %13, sap kalınlığında %42, yaprak eninde %5, yaprak alanında %64, yaş ve kuru yaprak ağırlığında %37 ve %57, yaş ve kuru sap ağırlığında %32 ve %35, kök yaş ve kuru ağırlığında ise %46 ve %41 düzeyinde olmuştur.

Tuz stresi bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Tuzluluğun bu engelleyici etkisi ozmotik etki, iyon toksisitesi, fotosentez etkinliğinin azalması ve beslenme yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan fizyolojik bozukluklardan kaynaklanmaktadır (Almodares *et al.* 2008). Osmotik faz ile birlikte toprak su potansiyeli azalarak bitki gelişimi sınırlanmakta, iyonik fazda ise toksik iyon etkisi ile birlikte vakuollerde uzun süre tutulamayan toksik iyonlar hücre duvarı ya da sitoplazmada hızla birikerek hücre ölümlerine sebep olmaktadır (Acosta-Matos *et al.* 2017). Gerçekleştirilen bu çalışmada, tuz stresine bağlı olarak bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak alanı, yaprak, sap ve kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana gelmiştir. Jacoby vd. (2016) tuz stresi koşullarında bitki biyomas

değerlerindeki azalmanın, bitki bünyesine çok fazla miktarda alınan Na^+ ve Cl^- iyonlarının ozmotik dengeyi bozması, dolayısıyla bitki gelişiminin azalması ve verim kaybının ortaya çıkması ile ilişkili olduğu ifade etmiştir. Bununla birlikte Huez-López vd. (2011) tuz stresinin; kuru madde üretimi, yaprak alanı, nispi büyüme oranı ve net asimilasyon oranında azalmaya yol açtığını, toprak tuzluluğundaki artışa bağlı olarak kök kuru ağırlığında da azalma meydana geldiğini, yaprak alanı ile kuru ağırlık arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmektedirler. Yine Shahzad vd. (2019) tuz stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğunu, bitki büyüme ve gelişmesindeki azalmanın, yaprak alanındaki bu azalma ile %80 düzeyinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Organik gübre kullanımı ile tuz stresi koşullarında ortaya çıkan değişim bitki boyunda %2 düzeyinde tespit edilmiştir. Bu oranlar sap kalınlığında kontrole göre %29 artış, tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilere oranla ise %125 iyileşme; yaprak yaş ve kuru ağırlıklarında %17 artış (tuz stresi bitkilerine oranla %85 iyileşme), sap yaş ve kuru ağırlıklarında %36-55 artış (%102-142 iyileşme), kök yaş ve kuru ağırlıklarında %6-18 azalma (%52-59 iyileşme), yaprak alanında %48 azalma (%42 iyileşme) olarak belirlenmiştir.

Genel olarak organik gübre kullanımı bitki büyüme parametrelerini olumlu etkilemiştir. Organik madde topraktaki mikroorganizmaların enerji ve besin kaynağı olduğu için varlığı mikroorganizma aktivitesini artırarak bitki besin elementlerinin elverişliliğini ve alımını artırmakta, özellikle azot, fosfor ve kükürt için depo kaynağı olarak değerlendirilmektedir. El-Magd vd. (2008) organik maddenin bitki büyüme ve gelişmesindeki en önemli etkilerinden birinin, içerdikleri oksin, vitaminler ve amino asit kaynaklarına sahip olmalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Güneş vd. (2007) ise organik gübre kullanımının toprak reaksiyonunun değişmesine ve toprak tuzlulaşmasına karşı tamponlama özelliğini artırarak, bitkisel üretimde tuz zararını azalttığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada tuz stresinin olumsuz etkisini azaltmada özelikle AG ve KG uygulamalarının ön plana çıktığı belirlenmiştir. Walker ve Bernal (2008), farklı türlerde geliştirdikleri çalışmalarında kompost ve ahır gübresinin tuza tolerans üzerindeki etkilerini incelemişler, bitki büyüme parametreleri ile iyon regülasyonun sağlanmasında ahır gübresinin daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Walpola ve Arunakumara (2010) ortama farklı organik gübrelerin (keçi gübresi, sığır

gübresi, tavuk gübresi) ilave edilmesi ile toprak-tuz içeriği bakımından meydana gelebilecek değişimleri incelemişler, çalışma sonucunda, CO_2 salınımının tuzluluk etkisi ile değişim gösterdiği, sığır gübresinde %6, keçi gübresinde %24 ve tavuk gübresinde %43 oranında olduğunu belirlemişlerdir. Biberde hümik asit (Çimrin *et al.* 2010), domateste solucan gübresi (Chinsamy *et al.* 2013), marulda hümik asit (Kiran *et al.* 2013) kullanımlarının tuz stresi koşullarında bitki büyüme ve gelişmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Tuzluluğun ortaya koyduğu en önemli etkilerinden birisi; su alımının kısıtlanarak ozmotik etki ile bitki gelişiminin azalması, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanma meydana gelmesidir. Yaprak oransal su içeriği tuz ve kuraklık stresleri gibi stres koşullarında gerçekleştirilen tarama çalışmalarında kullanılabilen önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Nxele *et al.* 2017). Kargı kamışında tuz stresi YOSİ'de azalmaya neden olmuş ve kontrol bitkilerine oranla %34 düzeyinde düşüş kaydedilmiştir. Bununla birlikte tuz stresi koşullarında organik gübre kullanımı ile birlikte bu kayıp ortalama olarak %3 seviyesinde kalmış ve tuz stresine maruz bırakılmış bitkilere oranla %48 düzeyinde yaprak oransal su içeriği korunmuştur. Venkataraman vd. (2013) hücrelerde osmolit birikiminin, turgor basıncının korunmasına yardımcı olarak hücre zarı ve metabolik mekanizmalarını hücre dehidrasyonuna karşı koruduğunu vurgulamıştır. Soyergin (2006) ve Shaaban vd. (2013) ise organik gübre kullanımının toprağın su tutma kapasitesini arttırdığını ifade etmişlerdir.

Çevresel stres koşullarına maruz kalan bitkilerde, hücre membranlarında meydana gelen zararlanma ortama iyonların sızmasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda kargı kamışında gerçekleştirilen membran zararlanma indeksinde artış meydana gelmiştir. Bu artış gübre uygulanmayan bitkilerde %53 düzeyinde iken organik gübre kullanımı ile birlikte %30'a indirgenmiştir. Özellikle AG diğer gübre türlerine göre daha etkin bulunmuştur (%18 MZİ). Kıran (2019) solucan gübresi gibi organik gübre kullanımının tuz stresi koşullarında su kullanım etkinliğindeki artış ile yaprak su içeriğinin artmasına ve toksik iyon birikimindeki azalma ile MZİ değerlerinin azabileceğini ifade etmiştir.

Tuz stresi özellikle fotosistem I ve II'de oluşan zararlanma ile birlikte bitki büyüme ve gelişmesinde azalmaya, klorofil ve membran parçalanmasına, yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır (Singh *et al.* 2018). Klorofil indeksinin belirlendiği bu çalışmada SPAD değerleri tuz stresi ile birlikte azalma gösterirken, organik gübre kullanımı ile birlikte klorofil indeksinde %11 düzeyinde iyileşme belirlenmiştir. Dineshkumar vd. (2018), organik gübre kullanımının N, P ve K iyon alımını kolaylaştırdığını böylece klorofil içeriğinin korunduğunu bildirmiştir. Darini (2017) organik gübre kullanımının fotosentetik pigmentlerde artışa neden olduğunu; Asghari vd. (2018), LEO uygulamalarının tuz stresi koşullarında bitkilerdeki klorofil sentezine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir.

İyon regülasyonu, bitkilerin tuza toleransının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Tuz koşullarında bitki genotiplerinin dokularında düşük Na^+ ve Cl^- alımı yanında daha yüksek oranlarda K^+ ve Ca^{+2} seviyelerinin oluşturulması toleransın anahtar mekanizmalarını oluşturmaktadır. Genel olarak tuz stresine toleransı olan bitkiler dokularında daha yüksek K^+/Na^+ oranını oluşturma kabiliyetine sahiptirler (Daşgan and Koç 2009, Acosta-Motos *et al.* 2017). Tuz stresinin bitkilerde oluşturduğu zararlanmanın en önemli nedeni bitki bünyesinde biriken toksik iyon konsantrasyonudur (Zhang *et al.* 2018). Yüksek düzeyde Na^+ iyon alımı osmotik potansiyel dengesinin bozularak oksidadif zarara yol açmakta, hücresel ve bitki düzeyinde zarar oluşturduğu gibi moleküler anlamda da zararlanmalara neden olmaktadır (Yang *et al.* 2015, Yang and Guo 2018). Gerçekleştirilen bu çalışmada, tuz stresi ile birlikte yeşil aksam ve kök Na^+ ve Cl^- iyonlarında değişen oranlarda artış meydana gelirken; K^+ ve Ca^{+2} iyonlarında azalma kaydedilmiştir. Ancak organik gübre kullanımı ile birlikte Na^+ ve Cl^- iyon alımında sınırlama belirlenmiş, bunun aksine K^+ ve Ca^{+2} iyonlarının ise korunduğu tespit edilmiştir. Kıran vd. (2015), patlıcanda 100 mM NaCl uygulaması sonucu yeşil aksamda Cl^- iyon içeriğinde artış olduğunu, bu artışın çeşit ve genotipler arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Pinero vd. (2016) ve Baath vd. (2017) biberde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında da tuz stresinin toksik Cl^- iyonu birikimine yol açtığı ifade edilmiştir. Bitkiler potasyumun aktif absorbsiyon şeklinde alınması ve birikimi ile hücre içerisindeki ozmotik potansiyelin artmasını sağlamakta, böylece hücreye daha fazla su girişine neden olmaktadırlar (Kuşvuran vd. 2015). Bu nedenle

hücre içerisinde ozmotik dengenin korunmasında K^+ konsantrasyonunun önemi büyüktür. Tuz stresi sonucu meydana gelen kuraklık stresi, kök hücrelerinden başlayarak diğer doku ve organlara besin maddesi akışının azalmasına, böylece faklı dokularda besin elementi eksikliklerinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Tuz stresi nedeniyle ortaya çıkan su eksikliği dokularda Ca^{+2} konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır. Ca^{+2} iyonunun ksilemde taşınması ve floemdeki hareketliliğinin sınırlı olması, suyun kısıtlı olduğu durumlarda taşınımının da sınırlanmasına neden olmaktadır (Kiegle *et al.* 2000). Burhan ve Al-Taey (2018), organik madde ilavesinin sodyum yüzdesini düşürdüğünü çünkü organik maddenin sodyumun bir kısmını bir Na-organik bileşiği şeklinde depoladığını belirtmişlerdir. Çeltikte organik gübre uygulamasına bağlı olarak artan besin alımı ve yüksek K^+/Na^+ oranları gözlemlenmiştir (Chowdhury *et al.* 2019). Benzer şekilde, Mbarki vd. (2020), tuzlu koşullar altında bitkide tuza toleransının iyileştirilmesi için yürüttüğü çalışmada; çiftlik ve tavuk gübresi gibi organik madde kullanımının çeltikte bitki büyümesi, tane ve sap verimi, K^+/Na^+ oranı ve besin elementi alımını önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sonuç olarak; iklim değişikliğine bağlı olarak artan kuraklık ve beraberinde getirdiği tuzluluk bitki büyüme ve gelişmesi ile verim ve kaliteyi önemli düzeyde sınırlandırmaktadır. Bu olumsuzluklara karşı alınabilecek önlemlerin sınırlı olması ve zamanla tuzluluk problemlerin tekrar ön plana çıkması, zaman ve masraflı olması gibi nedenler ile birlikte farklı yöntemlerin kullanımına gerek duyulmaktadır. Organik gübrelerin toprak yapısına olan olumlu etkileri yanında, su tutma kapasitesini artırması, içerdikleri vitamin ve hormon gibi yardımcı materyaller, topraktaki makro ve mikro besin elementlerinin bitkinin kullanabileceği bir formda tutmaları ve çevre dostu bir uygulama olmaları gibi nedenlerden dolayı kullanımı giderek artış göstermektedir. Sahip oldukları bu özellikler aynı zamanda tuz stresinin olumsuz etkilerini sınırlandırmak amacını da beraberinde getirmektedir. Kargı kamışında gerçekleştirilen bu çalışmada farklı organik gübre kullanımının tuz stresinin olumsuzluklarını değişen oranlarda sınırlandırmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Tuz stresinin zararlı etkilerini azaltma bakımından bazı organik gübrelerin diğerlerine göre biraz daha ön plana çıktığı ve daha iyi sonuçlar verdiği dikkat çekmiştir. Buna göre tuz (NaCl) stresi uygulamasına kıyasla;

- Skala değerinde; KG %67, AG %58 ve TG %33,
- Bitki boyunda; KG %24, AG %15 ve LEO %14,
- Sap kalınlığında; KG %54, AG %50 ve TG %34,
- Yaprak eninde; LEO %34, KG %31 ve SG %28,
- Yaprak alanında; AG %84, TG %58 ve KG %48,
- Yaprak yaş ağırlığında; AG %153, KG %146 ve LEO %109,
- Yaprak kuru ağırlığında; AG %264, KG %211 ve LEO %203,
- Sap yaş ağırlığında; KG %225, LEO %167 ve AG %158,
- Sap kuru ağırlığında; KG %300, AG %228 ve LEO %224,
- Kök yaş ağırlığında; KG %108, AG %105 ve YG %103,
- Kök kuru ağırlığında; YG %145, KG %139 ve AG %111,

- YOSİ değerinde; AG %54, AA %53 ve SG %52,
- MZİ değerinde; AG %65, BC %55 ve KG %50,
- Klorofil değerinde; AG %32, TG %17 ve KG %15,
- Yeşil aksam Na^+ içeriğinde; AG %43, KG %32 ve YG %29,
- Kök aksamı Na^+ içeriğinde; AG %56, KG %40 ve YG %34,
- Yeşil aksam Cl^- içeriğinde; AG %47, KG %33 ve YG %24,
- Kök aksamı Cl^- içeriğinde; AG %48, KG %41 ve YG %36,
- Yeşil aksam K^+ içeriğinde; AG %82, KG %50 ve BC %39,
- Kök aksamı K^+ içeriğinde; AG %139, KG %132 ve TG %69,
- Yeşil aksam Ca^{+2} içeriğinde; AG %59, KG %52 ve TG %34,
- Kök aksamı Ca^{+2} içeriğinde; AG %135, KG %129 ve TG %115 oranında olumlu yönde iyileşmeye neden olmuşlardır.

Elde edilen bulgular dikkate alındığında; incelenen özellikler arasında özellikle biyokütle amaçlı enerji bitkisi kullanımında önem arz eden; bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak ve sap kuru ağırlığı gibi özelliklerde KG ve AG uygulamalarının diğerlerine kıyasla biraz daha ön plana çıktığı, bu iki organik gübreden sonra TG, LEO ve YG uygulamalarının da dikkate değer olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, bundan sonraki çalışmaların arazi koşullarında gerçekleştirilmesi ve çalışmaların verim ve verim bileşenlerini de içerecek şekilde geniş kapsamlı olarak planlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Acosta-Motos J. R., Ortuño M. F., Bernal-Vicente A., Diaz-Vivancos P., Sanchez-Blanco M. J. and Hernandez J. A. 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. Agron., 7(18): 1-38.

Abou-Baker, N. H., Ibrahim, E. A. and Abd-Eladl, M. M. 2017. Biozeolite for improving bean production under abiotic stress conditions. Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series II: For. Wood Ind. Agric. Food Eng., 10(59): 151-170.

Ahmad, R. and Jabeen, N. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pak. J. Bot., 41(3): 1373-1384.

Ahmed, B. O., Inoue, M. and Moritani, S. 2010. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. Agric. Water Manag., 97(1): 165-170.

Allinson, G. 2017. Effect of increasing salinity on development of giant reed (*Arundo donax*) from rhizome and culms. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 99(6): 743-747.

Almodares, A., Hadi, M. R. and Ahmadpour, H. 2008. Sorghum stem yield and soluble carbohydrates under different salinity levels. Afr. J. Biotechnohol., 7(22): 4051-4055.

Angelini L. G., Ceccarini L., Nasso N. N. and Bonari, E. 2009. Comparison of *Arundo donax* L. and *Miscanthus x giganteus* in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance. Biomass and Bioenerg., 33: 635-643.

Anonim, 2020a. Bitkisel menşeli amino asit içeren katı organik gübre. http://www.teostarim.com.tr/spesifik-urunler/ Erişim tarihi: 19.04.2019

Anonim, 2020b. Katı çiftlik gübresi. https://www.aydinlarmadencilik.com.tr/nif-organik-gubre/ Erişim tarihi: 11.04.2019

Anonim, 2020c. Biyokömür (biochar). http://synpet.com/tr/synpet-technologies-urunler/biochar Erişim tarihi: 11.03.2020

Anonim, 2020d. Leonardit (hümik ve fulvik asit).

https://organiksa.com.tr/magaza/toprak-duzenleyiciler/magic-leon-leonardit/ Erişim tarihi: 11.05.2020

Anonim, 2020e. Koyun gübresi. https://www.leonardit.com.tr/biyo-gubre-12 Erişim tarihi: 18.06.2020

Anonim, 2020f. Solucan gübresi (Vermikompost). http://www.temaorganiktarim.com/kati-gubre-ozellikleri-53/#kati-gubre-ozellikleri Erişim tarihi: 11.06.2020

Anonim, 2020g. Tavuk gübresi. http://www.organica.com.tr/TR/13/Organica%27nin-Analiz-Raporlari.html Erişim tarihi: 11.05.2020

Anonim, 2020h. Yarasa gübresi. https://www.turkuvazgubre.com.tr/116-turkuvaz-organik-toz-yarasa-gubreleri-kategori.html Erişim tarihi: 11.05.2020

Arslan, M. B., Gümüştaş, S. ve Yücel, A. 2021. Gizli kalmış bir enerji kaynağı: Kargı kamışı (*Arundo donax* L.). Mehmet Akif Ersoy Üniv. Fen Bilim. Enst. Derg., 12(1): 167-178.

Asghari, R., Dadashi, M., Razavi, A., Feizi, H. and Bakhtiari, S. 2018. The study of some physiological responses of saffron to salinity stress and humic acid treatment. Z. Arz. Gew. Pfl., 23(4): 162-167.

Baath, G. S., Shukla, M. K., Bosland, P. W., Steiner, R. L. and Walker, S. J. 2017. Irrigation water salinity influences at various growth stages of *Capsicum annuum*. Agr. Water Manag., 179: 246-253.

Boraste, A., Vamsi, K. K., Jhadav, A., Khairnar, Y., Gupta, N., Trivedi, S., Patil, P., Gupta, G., Gupta, M., Mujapara, A. K. and Joshi, B. 2009. Biofertilizers: A novel tool for agriculture. Int. J. Microbiol. Res., 1(2): 23-31.

Burhan, A. K. and Al-Taey, D. K. 2018. Effect of potassium humate, humic acid, and compost of rice wastes in the growth and yield of two cultivars of dill under salt stress conditions. Adv. Nat. Appl. Sci., 12(11): 1-6.

Chinsamy, M., Kulkarni, M. G. and Van Staden, J. 2013. Garden-waste-vermicompost leachate alleviates salinity stress in tomato seedlings by mobilizing salt tolerance mechanisms. Plant Growth Regul., 71(1): 41-47.

Chowdhury, S., Bhusan, D., Hashem, M. A. and Hoque, M. A. 2019. Organic amendments for mitigating soil salinity in rice. Res. Agric. Livest. Fish., 6(1): 11-17.

Cocozza, C., Brilli, F., Pignattelli, S., Pollastri, S., Brunetti, C., Gonnelli, C., Tognetti, R., Centritto, M. and Loreto, F. 2020. The excess of phosphorus in soil reduces physiological performances over time but enhances prompt recovery of salt-stressed *Arundo donax* plants. Plant Physiol. Biochem., 151: 556-565.

Çimrin, K. M., Türkmen, Ö., Turan, M. and Tuncer, B. 2010. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. Afr. J. Biotechnohol., 9(36): 5845-5851.

Daşgan, H. Y. and Koç, S. 2009. Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. J. Food Agric. Environ., 7(2): 363-372.

Darini, M. T. 2017. Studies of chemical sandy soil and physiological properties of *Aloe vera* L. plant on nutrient stress condition. Intern. J. Cur. Agri. Sci., 7: 208-212.

De Stefano, R., Cappetta, E., Guida, G., Mistretta, C., Caruso, G., Giorio, P., Albrisio, S. and Tucci, M. 2018. Screening of giant reed (*Arundo donax* L.) ecotypes for biomass production under salt stress. Plant Biosystems-An Int. J. Dealing with all Aspects of Plant Biol., 152(5): 911-917.

De Vives-Peris, Ollas, C., Gomez-Cadenas, A. and Perez-Clemente, R. M. 2020. Root exudates: from plant to rhizosphere and beyond. Plant Cell Rep., 39(1): 3-17.

Di Mola, I., Guida, G., Mistretta, C., Giorio, P., Albrizio, R., Visconti, D., Visconti, D., Fagnano, M. and Mori, M. 2018. Agronomic and physiological response of giant reed (*Arundo donax* L.) to soil salinity. Ital. J. Agron., 13(1): 31-39.

Dineshkumar, R., Kumaravel, R., Gopalsamy, J., Sikder, M. N. A. and Sampathkumar, P. 2018. Microalgae as bio-fertilizers for rice growth and seed yield productivity. Waste Biomass Valori., 9(5): 793-800.

Dlugokecka, E. and Kacperska-Palacz, A. 1978. Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injuries. Biol. Plant., 20(4): 262-267.

Ekbiç, E. ve Keskin, A. 2018. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen soğanda çay atığı kompostu uygulamalarının etkileri. Akademik Ziraat Derg., 7(1): 1-8.

Elbersen, H. W., Bakker, R. R. and Elbersen, B. S. 2005. A simple method to estimate practical field yields of biomass grasses In Europe. 14th European Biomass Conference, 17-21 October 2005, Paris, France, pp. 476-479.

El-Magd, A., Zaki, M. M. F. and Abou-Hussein, S. D. 2008. Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. Aust. J. Basic Appl. Sci., 2(1): 90-98.

Eser, V., Sarsu, F. ve Altunkaya, M. 2007. Biyoyakıt üretiminde kullanılan bitkilerin mevcut durumu ve geleceği. Biyoyakıtlar ve Biyoyakıtlar Teknolojileri Sempozyumu, Ankara, pp. 51-61.

Fan, S. and Blake, T. J. 1997. Comparison of polyethylene glycol 3350 induced osmotic stress and soil drying for drought simulation in three woody species. Trees, 11(6): 342-348.

Flowers, T. J., Galal, H. K. and Bromham, L. 2010. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. Func.t Plant Biol., 37(7): 604-612.

Gou, J. Y., Suo, S. Z., Shao, K. Z., Zhao, O., Yao, D., Li, H. P., Zhang, J. L. and Rensing, C. 2020. Biofertilizers with beneficial rhizobacteria improved plant growth and yield in chili (*Capsicum annuum* L.). World J. Microbiol. Biotechnol., 36: 86.

Güneş, A., Alpaslan M. ve İnal A. 2007. Bitki besleme ve gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, IV. Baskı, Yayın No:1351, 576 sayfa, Ankara.

Hartmann, H. T. and Kester, D. E., Davies, F. T. and Geneve, Jr., R. L. 2013. Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices, 8th ed. Prentice Hall, 921 pages, Essex.

Huez-López, M. A., Ulery, A. L., Samani, Z., Picchioni, G. and Flynn, R. P. 2011. Response of chile pepper (*Capsicum annuum* L.) to salt stress and organic and inorganic nitrogen sources: II. Nitrogen and water use efficiencies, and salt tolerance. Trop. Subtrop. Agroecosyst., 14(3): 757-763.

Jacoby, R. P., Che-Othman, M. H., Millar, A. H. and Taylor, N. L. 2016. Analysis of the sodium chloride-dependent respiratory kinetics of wheat mitochondria reveals differential effects on phosphorylating and non-phosphorylating electron transport pathways. Plant Cell Environ., 39(4): 823-833.

Johnson, C. M. and Ulrich, A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experimental Station, Bulletin 766, California.

Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek H. ve Ellialtıoğlu, Ş. Ş. 2015. Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. Tar. Bil. Araş. Derg., 8(1): 20-30.

Kiran, S., Ozkay, F., Kusvuran, S., Yetkiner, S., Murat, A. and Yurek, S. 2013. Evaluation of humic acid effects on ıon content and morphological characteristics in lettuce. Soil-Water J., 2(1): 343-350.

Kiran, S. 2019. Alleviation of adverse effects of salt stress on lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) by application of vermicompost. Acta Sci. Pol.-Hortoru Cultus, 18(5): 153-160.

Kiegle, E., Moore, C. A., Haseloff, J., Tester, M. A. and Knight, M. R. 2000. Cell-type-specific calcium responses to drought, salt and cold in the *Arabidopsis* root. Plant J., 23(2): 267-278.

Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, 356 sayfa, Adana.

Kusvuran, A. and Kusvuran, S. 2019. Using of microbial fertilizer as biostimulant alleviates damage from drought stress in guar (*Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taub.)* seedlings. Int. Lett. Nat. Sci., 76: 147-157.

Kuşvuran, A., Kuşvuran, Ş., Nazlı, R. İ. ve Tansı, V. 2019. Kargı kamışı (*Arundo donax* L.)'nda tuz stresinin morfolojik ve fizyolojik özelliklere etkisi. YYU Tar. Bil. Derg., 29(2): 233-241.

Lewandowski, I. and Schmidt, U. 2006. Nitrogen, energy and land use efficiencies of miscanthus, reed canary grass and triticale as determined by the boundary line approach. Agric. Ecosyst. Environ., 112: 335-346.

Mahmud, A. A., Upadhyay, S. K., Srivastava, A. K. and Bhojiya, A. A. 2021. Biofertilizers: A Nexus between soil fertility and crop productivity under abiotic stress. Curr. Res. Environ. Sustain., 3: 100063.

Malusa, E. and Vassilev, N. 2014 A contribution to set a legal framework for biofertilisers. Appl. Microbiol. Biotechnol., 98(15): 6599-6607.

Mantineo, M., Agosta, G. M. D., Copani, V., Patane, C. and Cosentino, S. L. 2009. Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi-arid Mediterranean environment. Field Crops Res., 114: 204-213.

Mbarki, S., Skalicky, M., Talbi, O., Chakraborty, A., Hnilicka, F., Hejnak, V., Zivcak, M., Brestic, M., Cerda, A. and Abdelly, C. 2020. Performance of *Medicago sativa* grown in clay soil favored by compost or farmyard manure to mitigate salt stress. Agronomy, 10(1): 94.

Moser, L. E. and Vogel, K. P. 1995. Switchgrass, big bluestem and indiangrass. In: Forages: An Introduction to Grassland Agriculture, 5th edn, Collins, M. (eds), pp. 409-420, Ames.

Mushtaq, Z., Faizan, S. and Gulzar, B. 2020. Salt stress, its impacts on plants and the strategies plants are employing against it: A review. J. Appl. Biol. Biotechnol., 8: 81-91.

Nackley, L. L. and Kim, S. H. 2015. A salt on the bioenergy and biological invasions debate: salinity tolerance of the invasive biomass feedstock *Arundo donax*. GCB Bioenergy, 7(4): 752-762.

Nazli, R. I., Kusvuran, A., Tansi, V., Ozturk, H. H. and Budak, D. B. 2020. Comparison of cool and warm season perennial grasses for biomass yield, quality, and energy balance in two contrasting semiarid environments. Biomass Bioenerg., 139: 105627.

Nxele, X., Klein, A. and Ndimba, B. K. 2017. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. S. Afr. J. Bot., 108: 261-266.

Pompeiano, A., Landi, M., Meloni, G., Vita, F., Guglielminetti, L. and Guidi, L. 2017. Allocation pattern, ion partitioning, and chlorophyll a fluorescence in *Arundo donax* L. in responses to salinity stress. Plant Biosyst.-An Int. J. Dealing with all Aspects of Plant Biol., 151(4): 613-622.

Pinero, M. C., Pérez-Jiménez, M., López-Marín, J. and del Amor, F. M. 2016. Changes in the salinity tolerance of sweet pepper plants as affected by nitrogen form and high CO_2 concentration. J. Plant Physiol., 200: 18-27.

Reddy, B. S. 2013. Soil Health : Issues and Concerns - A Review. (No. 131). Working Paper.

Sallaku, G., Babaj, I., Kaciu, S. and Balliu, A. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. J. Food Agric. Environ., (3-4): 869-872.

Sanchez, F. J., Andres, E. F., TenorIo, J. L. and Ayerbe, L. 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjectedto water stress. Field Crops Res., 86: 81-90.

Savci, S. 2012 An agricultural pollutant: Chemical fertilizer. Int. J. Environ. Sci. Dev., 3(1): 73.

Schröder, F. G. and Lieth, J. H. 2002. Irrigation control in hydroponics. In: Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, Savvas, D. and Passam, P. (eds) Embryo Publications, pp. 263-269, Athens.

Shaaban, A., Se, S. M., Mitan, N. M. M. and Dimin, M. F. 2013. Characterization of biochar derived from rubber wood sawdust through slow pyrolysis on surface porosities and functional groups. Procedia Eng., 68: 365-371.

Shahzad, B., Fahad, S., Tanveer, M., Saud, S. and Khan, I. A. 2019. Plant responses and tolerance to salt stress. In Approaches for enhancing abiotic stress tolerance in plants, Mirza, H., Kamrun, N., Masayuki, F., Hirosuke, O. and Tofazzal, I. pp. 61-78. CRC Press, London.

Schutz, L., Gattinger, A., Meier, M., Müller, A., Boller, T., Mader, P. and Mathimaran, N. 2018. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization-A global meta-analysis. Front. Plant Sci., 8: 2204.

Singh, R., Upadhyay, A. K. and Singh, D. P. 2018. Regulation of oxidative stress and mineral nutrient status by selenium in arsenic treated crop plant *Oryza sativa*. Ecotoxicol. Environ. Saf., 148: 105-113.

Singh, B., Upadhyay, A. K., Al-Tawaha, T. W., Al-Tawaha, A. R. and Sirajuddin, S. N. 2020. Biofertilizer as a tool for soil fertility management in changing climate. In IOP Conference Series: Earth Environ. Sci., 492(1): 012158.

Soyergin, S. 2006. Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Organik Tarım Sektörü Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar, s. 222-246.

Sun, J. K., Li, T., Xia, J. B., Tian, J. Y., Lu, Z. H. and Wang, R. T. 2011. Influence of salt stress on ecophysiological parameters of Periploca sepium Bunge. Plant Soil Environ., 57(4): 139-144.

Turkan, U., Bor, M., Ozdemir, F. and Koca, H. 2005. Differantial responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of droutght-tolerant *P. Acutifolius*

gray and drought sensetive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stres. Plant Sci., 168: 223-231.

Venkataraman, K., Sivaperuman, C. and Raghunathan, C. (eds.). 2013. Ecology and Conservation of Tropical Marine Faunal Communities, 476 pages, Springer, London.

Verma, S., Singh, A., Pradhan, S. S., Singh, R. K. And Singh, J. P. 2017. Bio-efficacy of organic formulations on crop production-A review. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 6(5): 648-665.

Walker, D. J. and Bernal, M. P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Bioresour. Technol., 99(2): 396-403.

Walpola, B. C. and Arunakumara, K. K. I. U. 2010. Effect of salt stress on decomposition of organic matter and nitrogen mineralization in animal manure amended soils. J. Agric. Sci., 5(1): 9-18.

Yang, Y. and Guo, Y. 2018. Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt-stress responses. New Phytol., 217(2): 523-539.

Yang, Y., Yu, L., Wang, L. and Guo, S. 2015. Bottle gourd rootstock-grafting promotes photosynthesis by regulating the stomata and non-stomata performances in leaves of watermelon seedlings under NaCl stress. J. Plant Physiol., 186-187: 50-58.

Zhang, H., Li, X., Zhang, S., Yin, Z., Zhu, W., Li, J., Meng, L., Zhong, H., Xu, N., Wu, Y. and Sun, G. 2018. Rootstock alleviates salt stress in grafted mulberry seedlings: physiological and PSII function responses. Front. Plant Sci., 9: 1806.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Naime AKAR ÇAKIROĞLU

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı	2017-Halen
Lisans	Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkiler Bölümü	2013-2017
Ön Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Organik Tarım Programı	2010-2012

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2012-Halen	Kızılırmak Sulama Birliği	Birlik Müdürü