ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HÜMİK ASİT UYGULAMASININ MİSKANTUS (*Miscanthus* × *giganteus*)'UN KURAKLIĞA TOLERANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Serkan YILDIZ

TARIM VE YAŞAM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2021

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Serkan YILDIZ tarafından hazırlanan **"Hümik Asit Uygulamasının Miskantus (*Miscanthus* × *giganteus*)'un Kuraklığa Toleransı Üzerindeki Etkisi"** adlı tez çalışması 10/09/2021 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 **:** Doç. Dr. Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Ege 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 **"Hümik Asit Uygulamasının Miskantus (*Miscanthus* × *giganteus*)'un Kuraklığa Toleransı Üzerindeki 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 (10/09/2021).

Serkan YILDIZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HÜMİK ASİT UYGULAMASININ MİSKANTUS (*Miscanthus* × *giganteus*)'UN KURAKLIĞA TOLERANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Serkan YILDIZ

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

Danışman: Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Kuraklık, bitki büyüme ve gelişimi ile bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli çevresel faktörlerden birisidir. Bu çalışma, farklı sulama seviyeleri altında ([%100 sulama (S0-kontrol), %75 sulama (S1), %50 sulama (S2), %25 sulama (S3), %0 sulama (S4)] hümik asit (HA) uygulamasının miskanthus (*Miscanthus x giganteus*)'un kuraklığa tolerans üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla; sera koşullarında plastik saksılarda, 2019 yılında 58 gün süreyle, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada; farklı sulama seviyeleri bitki gelişimini değişen oranlarda olumsuz yönde etkilemiş, bitki büyüme parametreleri (bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak eni, yaprak sayısı ve alanı, yaprak, sap, kök yaş ve kuru ağırlıkları) bakımından kontrol bitkilerine oranla %3-86 arasında azalma meydana gelmiştir. Bununla birlikte, hümik asit uygulamaları bitkilerin kuraklık stresine toleransını artırmış ve büyüme parametrelerinde kontrol bitkilerine oranla ortaya çıkan azalma %7-45 düzeyinde kalırken, HA uygulanmayan bitkilere göre ortalama %8-34 oranında iyileşme sağlamıştır. Farklı sulama seviyeleri fizyolojik parametreler (YOSİ, YSP, MZİ ve Klorofil) üzerinde de benzer etkiye sahip olmuş ve kontrol bitkilerine kıyasla %1-278 arasında azalma meydana gelmiştir. Hümik asit uygulamaları fizyolojik parametreler bakımından da olumlu etkide bulunmuş ve kontrol bitkilerine göre ortalama %9-61 arasında azalma tespit edilirken, HA uygulanmayan bitkilere göre ortalama %11-33 oranında iyileşme sağlamıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; hümik asidin miskantus'ta kuraklığa tolerans bakımından etkin olduğu ve kullanımının stresin etkisini hafifletici yönde etkili olduğu belirlenmiştir.

2021, 43 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Abiyotik stres, Biyokütle, Buğdaygil, Enerji, Organik

ABSTRACT

Master of Science Thesis

THE EFFECT OF HUMIC ACID APPLICATION ON DROUGHT TOLERANCE OF MISCANTUS (*Miscanthus* × *giganteus*)

Serkan YILDIZ

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Drought is one of the most important environmental factors limiting plant growth, development and plant production. This study was conducted to determine drought tolerance of the effects of humic acids under different irrigation levels ([100% irrigation (S0-control), 75% irrigation (S1), 50% irrigation (S2), 25% irrigation (S3), 0% irrigation (S4)]) in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*). It was carried out in plastic pots under greenhouse conditions during the 58 days in 2019, according to the randomized plot design with three replications. In the study, different irrigation levels had a negative effect on plant growth at varying rates, and a decrease was observed between 3% and 86% rates when compared to control plants in terms of plant growth parameters (plant height, stem thickness, leaf width, number, and area of leaves, leaf, and stem, root fresh and dry weights). Additionally, humic acid treatments improved plants' resistance to drought stress, and the reduction in growth parameters when compared to control plants stayed between 7% and 45%, while an average improvement of between 8% and 34% was obtained when compared to plants without HA. When compared to control plants, different irrigation amounts had a comparable impact on physiological markers (LRWC, LWP, MII, and Chlorophyll) and reduced between 1% and 278%. Humic acid treatments also showed a beneficial impact on physiological indicators, with an average decrease of 9-61% compared to control plants and an average improvement of 11-33% compared to plants without HA. According to the study, humic acid is helpful in promoting drought tolerance in miscanthus and in alleviating the impacts of stress.

2021, 43 pages

Keywords: Abiotic stress, Biomass, Grass, Energy, Organic

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

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 anneme, babama ve kardeşlerime, örnek aldığım insan olan dayım; Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Abdullah İNCİ 'ye sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak gerek iş hayatında gerek yüksek lisans eğitim aşamasında her zaman yanımda olan, 'yapabilirsin, çabalamayı bırakma.' diyen, varlığından güç aldığım, yaşam kaynağım olan canım eşim Merve Nur YILDIZ ve biricik oğlumuz Artun Kaan YILDIZ'a sonsuz teşekkür ederim.

Serkan YILDIZ
Çankırı, Eylül 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
SİMGELER DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **vii**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **3**
3. MATERYAL VE METOT **5**
3.1 Materyal **5**
3.2 Metot **6**
3.2.1 Denemenin yürütülmesi **6**
3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi **15**
4. BULGULAR VE TARTIŞMA **19**
4.1 Skala Değerleri (1-5) **19**
4.2 Bitki Boyu (cm bitki^{-1}) **20**
4.3 Sap Kalınlığı (mm bitki^{-1}) **21**
4.4 Yaprak Eni (mm bitki^{-1}) **22**
4.5 Yaprak Sayısı (adet bitki^{-1}) ve Yaprak Alanı (cm^2 bitki^{-1}) **23**
4.6 Yaprak Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g bitki^{-1}) **25**
4.7 Sap Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g bitki^{-1}) **26**
4.8 Kök Yaş ve Kuru Ağırlıkları (g bitki^{-1}) **27**
4.9 Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ) (%) **28**
4.10 Yaprak Su Potansiyeli (YSP) (MPa) **29**
4.11 Membran Zararlanma İndeksi (MZİ) (%) **30**
4.12 Klorofil İndeksi (SPAD) Değeri **31**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **37**
KAYNAKLAR **38**
ÖZGEÇMİŞ **43**

SİMGELER DİZİNİ

>	Büyüktür
dS	Desisiemens
da	Dekar
EC	Elektriksel İletkenlik
g	Gram
ha	Hektar
<	Küçüktür
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
nm	Nanometre
%	Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Klon bahçesinden rizomların temini 15
Şekil 3.2 Çalışmada yer alan uygulamalar 16
Şekil 3.3 Torf:perlit karışımının hazırlanması ve hümik asidin uygulanması 17
Şekil 3.4 Rizomların saksılara dikimi ve can suyu verilmesi 18
Şekil 3.5 Rizomlarda sürme başlangıcı ve toprak üzerine çıkış 19
Şekil 3.6 Bitki gelişim aşamaları-I 19
Şekil 3.7 Bitki gelişim aşamaları-II 20
Şekil 3.8 Bitki gelişim aşamaları-III 20
Şekil 3.9 Kontrol (%100 SK) ve Kontrol (%100 SK) + Hümik Asit (HA) 26
Şekil 3.10 S1 (%75 SK) ve S1 (%75 SK) + Hümik Asit (HA) 26
Şekil 3.11 S2 (%50 SK) ve S2 (%50 SK) + Hümik Asit (HA) 27
Şekil 3.12 S3 (%25 SK) ve S3 (%25 SK) + Hümik Asit (HA) 27
Şekil 3.13 S4 (%0 SK) ve S4 (%0 SK) + Hümik Asit (HA) 28
Şekil 3.14 Farklı sulama seviyeleri ve hümik asit uygulamaları 28

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının skala değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 29
Çizelge 4.2 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının bitki boyu değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 30
Çizelge 4.3 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının sap kalınlığı değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 32
Çizelge 4.4 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak eni değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 33
Çizelge 4.5 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak sayısı ve yaprak alanı değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 34
Çizelge 4.6 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak yaş ve kuru ağırlıkları değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 35
Çizelge 4.7 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının sap yaş ve kuru ağırlıkları değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 37
Çizelge 4.8 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının kök yaş ve kuru ağırlıkları değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 38
Çizelge 4.9 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak oransal su içeriği değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 39
Çizelge 4.10 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak su potansiyeli değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 40
Çizelge 4.11 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının membran zararlanma indeksi değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 41
Çizelge 4.12 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının klorofil indeksi değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar 43

1. GİRİŞ

Kuraklık bitkisel üretimi olumsuz etkileyen en önemli abiyotik stres koşullarından birisi olarak değerlendirilmektedir. Tarımsal anlamda kuraklık, belirli bir bitkinin büyüme dönemi içerisinde, kök bölgesindeki suyun, söz konusu bitkinin tam olarak büyüyüp gelişmesi için yeterli olmaması şeklinde tarif edilebilir (Güneş vd. 2007).

Çeşitli abiyotik stresler arasında kuraklık, genotip, süre ve yoğunluk ile bitki gelişim aşamasına bağlı olarak bitki büyümesini ve gelişmesini engelleyen buna bağlı olarak ürün verimliliğini diğer ekolojik bileşenlerden daha fazla sınırlayan en dinamik ve en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir (Anjum *et al.* 2011). Bununla birlikte artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanması ve sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için verimliliğin artırılması da gerekmektedir. Kuraklık, çimlenme, bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı, kuru madde üretimi, çiçek ve meyve tutumu, olgunlaşma gibi birçok bitki büyüme ve gelişme süreçlerinde değişikliklere yol açmaktadır (Anjum *et al.* 2017a). İklim değişikliğine bağlı olarak kuraklık dönemleri, yoğunluk ve süresinde de artışlar meydana gelmekte, su kaynaklarının giderek yok olması daha fazla ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle bitkisel ürünlerin kuraklığa toleransının artırılmasına yönelik tedbir ve çözümlerin belirlenmesi kritik bir konu haline gelmiştir (Shen *et al.* 2020a).

Hümik asit (HA), toprak, humus, turba, oksitlenmiş linyit ve kömür gibi çeşitli kaynaklarda bulunan hümik maddelerin temel bir bileşini olup, suda çözünebilir bir organik asittir. Toprak mikroorganizma popülasyonu ve toprak yapısı üzerinde birçok faydalı etkiye sahip olan HA, hücreler üzerinde hücre zarı geçirgenliğini, fotosentez oranını, mineral madde alımını, protein sentezini ve hormon aktivitelerini artırmakta etkili olmakta, kuraklık stresine toleransın sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Shen *et al.* 2020a).

Birçok araştırıcı tarafından hümik asitlerin (HA) bitki büyümesi ve gelişimini teşvik ettiği, uygun konsantrasyonlarda uygulandığında gelişimi pozitif yönde etkilediği

bildirilmiştir. Araştırmacılar hümik asitlerin bitkilerde hücre zarının geçirgenliğini artırarak besin elementlerinin alımına yardımcı olduğunu yapılarındaki hormon benzeri maddelerden dolayı bitki gelişmesine olumlu etki yaptığını ortaya koymuşlardır (Kıran vd. 2014).

Çok yıllık buğdaygiller içerisinde enerji bitkisi olarak en fazla tercih edilen iki türden birisi olan miskantus (*Miscanthus x giganteus*) Güney Asya orijinli bir bitki olmasına karşın daha çok Avrupa kıtasında tanınmaktadır (Heaton *et al.* 2004). Yüksek biyokütle verimi ve kalitesi nedeniyle katı yakıt olmaya en uygun bitkilerden birisi olarak ifade edilmesinin yanında, biyoetanol verim potansiyeli ve sera gazı salınımını azaltmada etkin olması bakımından tek yıllık bitkilerden daha üstün oldukları ifade edilmektedir. Bir sıcak mevsim buğdaygili olan miskantus daha etkin olan C4 fotosentez sistemine sahip oldukları için, yüksek miktarda su, azot ve ışık kullanım etkinlikleri sayesinde, yeterli nem koşullarında serin mevsim buğdaygillerinden daha verimli olabilmektedir (Lewandowski *et al.* 2003 a, b).

Bu çalışmada; hümik asidin miskantus bitkisinde kuraklığa tolerans özelliği üzerindeki etkileri araştırılarak, özellikle bir sıcak mevsim bitkisi olan ve yüksek biyokütle verimi için yaz dönemi boyunca sulanması gereken miskantus bitkisinde, hümik asidin kuraklık stresi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Clifton-Brown vd. (2001) İsveç, Danimarka, Almanya, İngiltere ve Portekiz'de 15 farklı miskantus genotipi ile yürüttükleri çalışmalarında; en yüksek kuru madde veriminin 4,1 t da^{-1} ile Portekiz'de alındığını, ancak büyüme sezonu boyunca meydana gelen kurak iklim şartlarından dolayı sulama yapıldığını ve bütün ülkelerde sulama yapılmaksızın yetiştiricilik yapılması halinde verimin oldukça düşük olacağını belirtmişlerdir.

Price vd. (2004), İngiltere'nin yedi farklı bölgesinde yürüttükleri çalışmalarında miskantustan 0,05-2,4 t da^{-1} arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişler, bölgeler bazında toprakta kullanılabilir su miktarını ise 102,7-243,0 mm arasında belirlemişlerdir. Araştırıcılar, kullanılabilir su miktarının önemli bir çevresel etmen olduğunu ve suyun yetersiz olmasının miskantusun potansiyel verimine ulaşmasını sınırlayabileceğini bildirmişlerdir.

Gauder vd. (2012), 14 yıl boyunca Almanya'nın güneybatısında *M. sinensis, M. sacchariflorus ve M. x giganteus* türlerine ait 15 farklı genotipin verim potansiyellerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; en yüksek ortalama kuru madde verimini 1,41 t da^{-1} ile *Miscanthus x giganteus* türünden elde ettiklerini ve büyüme sezonu içerisinde meydana gelen yağış miktarının kuru madde verimini büyük ölçüde etkilediğini, bitkilerin kuraklık stresi yaşamaları halinde ışığın etkisinin ve fotosentezin kısıtlanabileceğini, dolayısıyla sulamaya ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

Geren vd. (2014), Bornova koşullarında iki yıl süreyle yürüttükleri çalışmada miskantusun bölge koşullarına çok iyi derecede adapte olabildiğini ve kuru madde veriminin ise 1,71-2,44 t da^{-1} arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar sulamanın miskantusun biyokütle verimi üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu, iyi bitki tesisi ve tatmin edici bir biyokütle verimi elde etmek için sulamanın mutlaka yapılması gerektiğini tavsiye etmişlerdir. Bununla birlikte, Avrupa koşullarında, sulama yapılmadan yetiştirilen *Miscanthus* x *giganteus*'un, sulu koşullarda yapılan üretime göre sonbahar mevsimindeki verim kaybının %84, kış mevsimindeki verim kaybının ise %26 olduğunu ifade etmişlerdir.

Nazli vd. (2020), aralarında miskantusun da yer aldığı 10 farklı bitki türü ile iki farklı lokasyonda (Adana ve Kızılırmak/Çankırı) 3 yıl süre ile yürütmüş oldukları çalışmalarında; miskantusta kuru madde verimini Adana lokasyonunda, 0,24-1,39 t da^{-1} (ortalama 0,93 t da^{-1}), Kızılırmak/Çankırı lokasyonunda ise 0,14-3,97 t da^{-1} (ortalama 1,93 t da^{-1}) olarak tespit etmişlerdir. Bununla birlikte; miskantus, dallı darı ve kargı kamışı parsellerine vegetatif büyüme dönemleri boyunca, üç yılda, 308,9-668,3 m^3 da^{-1} arasında su verildiğini, masraflar içerisinde en yüksek girdinin sulama ve işçilik maliyetleri olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar, bu bitkilerden tatmin edici düzeyde biyokütle üretiminin gerçekleştirilebilmesi için bu türlerin özellikle yaz aylarında yoğun sulamaya ihtiyaç duymalarının, ülkemizdeki kuru sıra dışı tarım alanlarında biyokütle enerjisi üretimi amacıyla yetiştirilmelerini engelleyen en büyük etken olarak karşılarına çıktıklarını bildirmişlerdir.

Abdulameer ve Ahmed (2019), farklı su stresi koşulları altında (%50, %60 ve %70 su kısıtlaması), bazı hümik asit dozlarının (0, 4, 6 ve 8 kg da^{-1}) mısırın büyüme parametrelerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında; en yüksek bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak indeksi, kuru madde ve bitki büyüme oranını değerlerinin 8 kg da^{-1} hümik asit uygulamasından elde edildiğini, suyun %70 oranında kısıtlanması halinde incelenen özelliklerde en düşük değerlerin saptandığını, suyun %50 ve %60 oranında kısıtlanması halinde istatistiksel bir farklılık olmadığını, %60 su kısıtlaması ile birlikte dekara 8 kg hümik asit uygulanmasının en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, toprağa uygun miktarda hümik asit uygulanmasının bitkinin su stresine karşı toleransını artırdığını, hümik asit uygulanmayan parsellere göre mısırın büyüme parametrelerinde önemli artışlara neden olduğunu ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışmada bitki materyali olarak; 2014 yılında Avusturya'dan ithal edilen ve Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksekokulu Araştırma ve Uygulama Alanı'nda klon bahçesi olarak oluşturulan miskantus (*Miscanthus* x *giganteus*) bitkilerinden elde edilen rizomlar (Şekil 3.1); hümik asit materyali olarak da %40 hümik madde, %35 organik madde, 3-5 pH ve %35 oranında nem içeriğine sahip ticari bir ürün kullanılmıştır (Anonim 2020).



Şekil 3.1 Klon bahçesinden rizomların temini

3.2 Metot

3.2.1 Denemenin yürütülmesi

Araştırma; miskantus (*Miscanthus x giganteus*)'ta hümik asit uygulamasının, farklı sulama seviyesi/kuraklık stresi/su kısıtı koşullarında (K: %100 SK, S1: %75 SK, S2: %50 SK, S3: %25 SK ve S4: %0 SK) (Şekil 3.2), bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerine etkilerini 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), 26.07.2019-20.09.2019 tarihleri arasında (58 gün süreyle), torf:perlit (2:1) karışımından oluşan, 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.



Şekil 3.2 Çalışmada yer alan uygulamalar

* SK=SK: Saksı kapasitesi, S: Sulama, HA: Hümik asit



Şekil 3.3 Torf:perlit karışımının hazırlanması ve hümik asidin uygulanması

Karahan vd. (2014), saksılar topraktaki suyu kapillar kuvvetler yardımıyla toprak profilinin içine doğru çeken alt toprak katmanları içermediklerinden dolayı, tarla kapasitesinin seralarda saksılara uygulanamayacağını; bunun yerine Kirkham (2005)'a göre sulamadan sonra toprakta kalan ve drenajın durduğu zamanki suyun miktarını belirtmek için "saksı kapasitesi" terimi kullanabileceğini bildirmiştir. Bu nedenle; tarla kapasitesi (SK) yerine benzer durumu tanımlayan saksı kapasitesi (SK) ifadesine yer verilmiştir.

Dikim öncesinde torf:perlit karışımı saksılara aktarılmış ve toz halinde bulunan hümik asit materyali, dekara 50 kg gelecek şekilde (Nazli *et al.* 2014) her bir saksıya 4,5 g olarak uygulanmıştır (Şekil 3.3). Rizomların dikimleri 26.07.2019 tarihinde, her bir saksıya üç adet rizom gelecek şekilde gerçekleştirilmiş (Şekil 3.4), dikim sonrasında bitkilere can suyu uygulanmış ve daha sonra sulamalar litre başına mg (mg L^{-1}) dozunda; 172,20 azot (N), 52,70 fosfor (P), 328,44 (K), 26,30 magnezyum (Mg), 120,30 kalsiyum (Ca), 22,47 kükürt (S), 1,68 demir (Fe), 0,85 mangan (Mn), 0,44 B (Bor), 0,30

çinko (Zn) ve 0,85 bakır (Cu) içeriğine sahip standart besin çözeltisiyle yapılmaya başlanmıştır (Daşgan ve Abak 1999, Kusvuran and Kusvuran 2019).



Şekil 3.4 Rizomların saksılara dikimi ve can suyu verilmesi

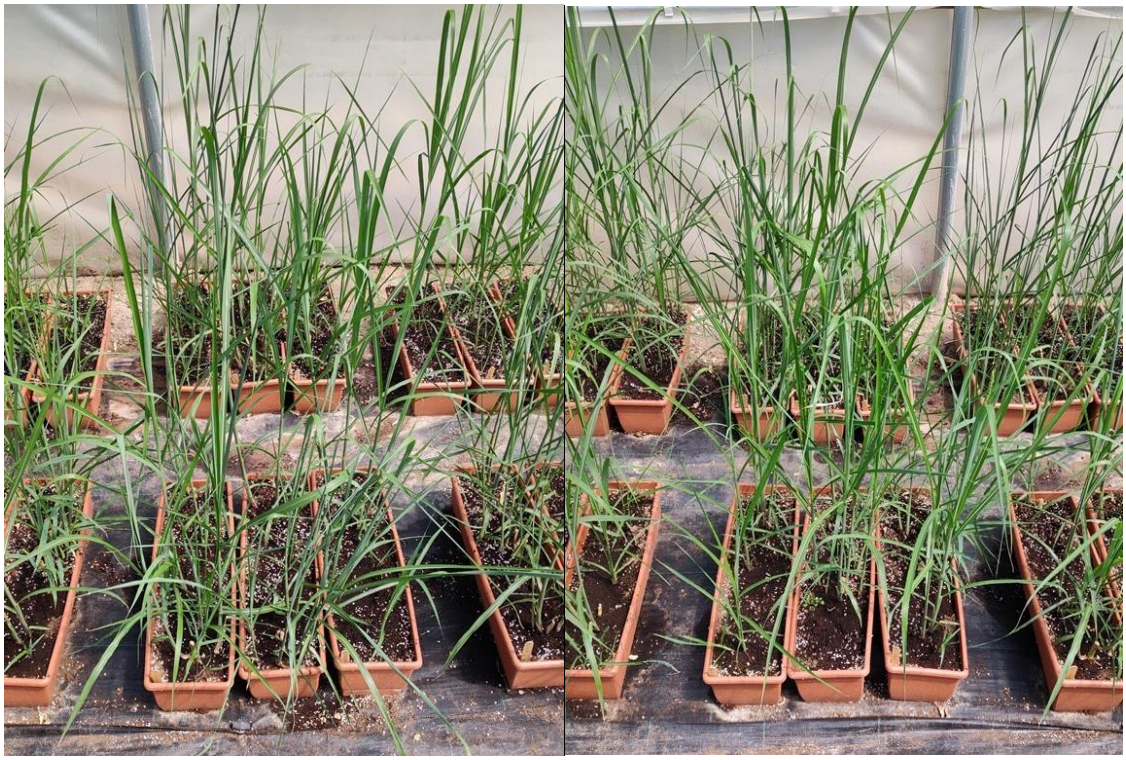
Rizomlar, dikimden sekiz gün sonra sürmeye başlayarak toprak üzerine çıkmış ve sonrasında gelişmelerini sürdürmeye devam etmişlerdir (Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8).



Şekil 3.5 Rizomlarda sürme başlangıcı ve toprak üzerine çıkış



Şekil 3.6 Bitki gelişim aşamaları-I



Şekil 3.7 Bitki gelişim aşamaları-II



Şekil 3.8 Bitki gelişim aşamaları-III

Dikimlerden 25 gün sonra, bitkiler 30-35 cm boya ulaşana kadar standart besin çözeltisi ile sulanmaya devam edilmiş, bu dönemle birlikte kuraklık stresi uygulamalarına başlanmıştır. Kuraklık stresi için; saksı kapasitesinin (SK) %100, %75, %50, %25 ve %0 düzeyi alınmış, %100 oranı kontrol uygulaması olarak kabul edilmiştir. Uygulama öncesi her saksıda saksı kapasitesini belirlemek için, saksılar su ile doymuş hale getirilmiş ve buharlaşmayı önlemek için saksıların üzerleri kapatılarak serbest drenaja bırakılmıştır. Sulamada "drene olan çözelti/uygulanan çözelti" oranı esas alınmıştır (Schröder and Lieth 2002). Drenaj durduktan sonra saksılar tartılarak ağırlık olarak saksı kapasitesi (SK) tespit edilmiştir. Her bir saksıya verilecek sulama suyu miktarının belirlenmesi için sulamadan hemen önce her bir saksı ayrı ayrı tartılarak mevcut ağırlık ile saksı kapasitesi ağırlığı arasındaki fark bulunmuş, belirlenen bu fark kullanılan katsayılarla (%100, %75, %50, %25, %0) çarpılarak her bir saksı için verilecek sulama suyu miktarı belirlenmiştir. Farklı kuraklık stresi/su kısıtı uygulamalarına; denemenin sonlandırıldığı 20.09.2019 tarihine kadar, 33 gün süreyle, düzenli bir şekilde devam edilmiştir. Kuraklıktan kaynaklanan strese bağlı etkilerin görülmeye başlandığı 20.09.2019 tarihinde hasatlar gerçekleştirilmiş, hasat öncesi ve sonrasında ise bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından ölçüm ve analizler yapılmıştır.

3.2.2 İncelenen Özellikler ve Yöntemleri

3.2.2.1 Skala Değerleri (1-5 skalası)

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 sayısı (adet bitki^{-1})

Her bir bitki üzerinde bulunan yaprakların tamamı sayılmış ve değerler adet bitki^{-1} olarak tespit edilmiştir.

3.2.2.6 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.

3.2.2.7 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.

3.2.2.8 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.

3.2.2.9 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.

3.2.2.10 Yaprak oransal su içeriği (%)

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).

$$YOS\dot{I}\ (\%) = \frac{TA-KA}{TuA-KA} \times 100 \quad (3.1)$$

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

3.2.2.11 Yaprak su potansiyeli (YSP) (MPa)

Skye Instruments Marka SKPM 1400/40 Model Dijital 40 Bar Yaprak Su Potansiyel Cihazı'ndan yararlanılarak megapascal (MPa) olarak ölçülmüştür. Koparılan yaprakların sapı keskin bir bıçak ile ölçüm öncesinde kesilmiş ve örneklemenin hemen ardından okuma yapılmıştır. Kesik yüzey su ile kaplandığında okunan basınç değeri YSP olarak kaydedilmiştir (Köksal vd. 2010).

3.2.2.12 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 1997). 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.

$$MZ\dot{I} = \frac{\mathrm{Lt-Lc}}{\mathrm{1-Lc}}\ x\ 100 \quad (3.2)$$

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

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

3.2.2.13 Klorofil indeksi (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.

3.2.3 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.

Farklı sulama seviyesi/kuraklık stresi/su kısıtı koşullarında (K: %100 SK, S1: %75 SK, S2: %50 SK, S3: %25 SK ve S4: %0 SK) hümik asit uygulamasının, miskantusta morfolojik olarak göstermiş olduğu etkiler Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te verilmiştir.



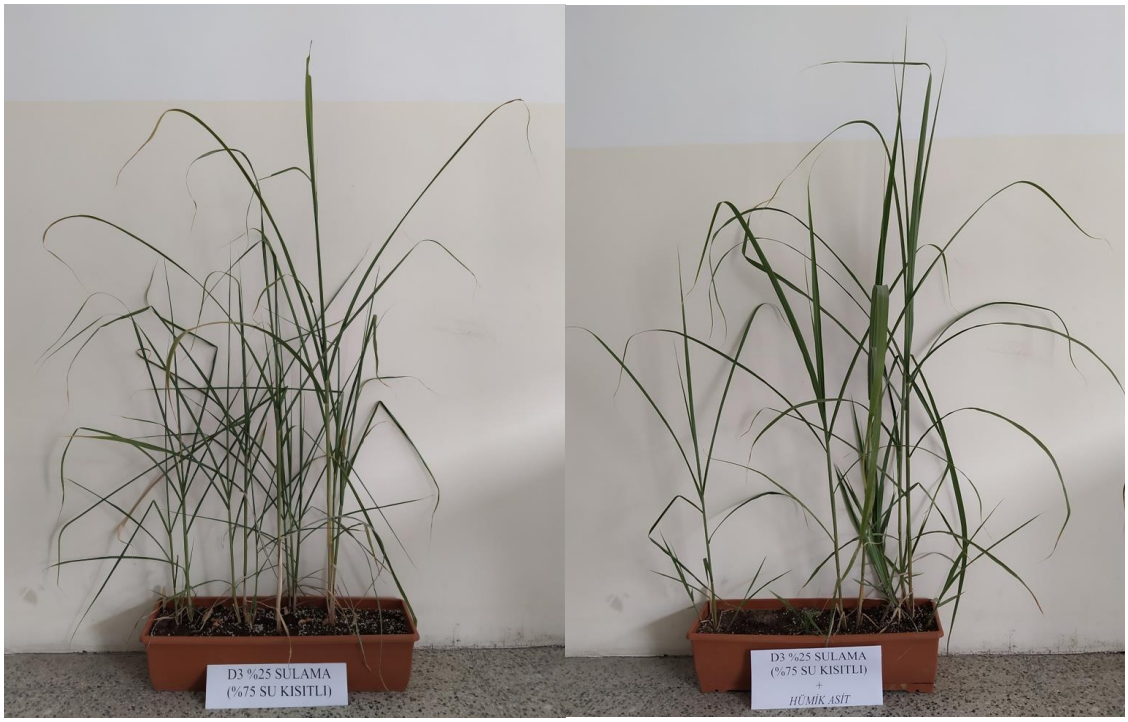
Şekil 3.9 Kontrol (%100 SK) ve Kontrol (%100 SK) + Hümik Asit (HA)



Şekil 3.10 S1 (%75 SK) ve S1 (%75 SK) + Hümik Asit (HA)



Şekil 3.11 S2 (%50 SK) ve S2 (%50 SK) + Hümik Asit (HA)



Şekil 3.12 S3 (%25 SK) ve S3 (%25 SK) + Hümik Asit (HA)



Şekil 3.13 S4 (%0 SK) ve S4 (%0 SK) + Hümik Asit (HA)



Şekil 3.14 Farklı sulama seviyeleri ve hümik asit uygulamaları

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hümik asit uygulamasının miskantus (*Miscanthus x giganteus*)'un kuraklığa toleransı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, 5 farklı sulama seviyesine (K: %100 SK, S1: %75 SK, S2: %50 SK, S3: %25 SK ve S4: %0 SK) yer verilmiş ve hümik asit (HA) dekara 50 kg gelecek şekilde her bir saksıya 4,5 g olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, ortalamalar ve istatistiksel gruplandırmalar aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.1 Skala Değerleri (1-5)

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; skala değerleri bakımından, uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.1), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak skala değerlerinde artışlar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.1 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının skala değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Skala (0-5)	Değişim (%)
K (%100 SK)	1,00^{e}	-
S1 (%75 SK)	1,33^{e}	-
S2 (%50 SK)	2,00^{d}	-
S3 (%25 SK)	3,33^{b}	-
S4 (%0 SK)	4,00^{a}	-
K (%100 SK) + HA	1,00^{e}	-
S1 (%75 SK) + HA	1,00^{e}	-
S2 (%50 SK) + HA	1,00^{e}	-
S3 (%25 SK) + HA	2,00^{d}	-
S4 (%0 SK) + HA	2,66^{c}	-
Ortalama	1,93**	-

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

Bitkilerin stres karşısında göstermiş oldukları tepkilerin görsel bir değerlendirmesi olan skala değerlendirmesinde; zararlanma arttıkça skala değeri de artış göstermiştir. En yüksek skala değeri S4 uygulamasında "4,00" olarak belirlenmiştir. HA uygulaması bitkilerde zararlanmayı önemli ölçüde azaltmış dolayısıyla skala değerleri de azalmıştır.

4.2 Bitki Boyu (cm bitki^{-1})

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; bitki boyu değerleri bakımından, uygulamalar arasında istatistiksel olarak $P<0,01$ önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.2), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak bitki boyunda azalmalar meydana gelmiştir. Bu grup içerisinde en yüksek bitki boyu kontrol bitkileri ile S1 sulama seviyesinde 129,33 ve 130,00 cm bitki^{-1} olarak belirlenmiştir. Su kısıtına bağlı olarak bitki boyu değerlerinde azalma meydana gelmiş ve kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %23,97, S3 seviyesinde %28,86 ve S4 sulama seviyesinde %42,53 oranında gerçekleşmiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin bitki boyu üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %16,51 düzeyinde engellemiştir.

HA uygulanan kontrol bitkilerinde uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla bitki boyunda %4,87 oranında artış sağlanmıştır. Yine S1+HA sulama seviyesinde HA uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla bitki boyunda %5,41 düzeyinde artış tespit edilmiştir. S2+HA, S3+HA ve S4+HA sulama seviyelerinde bitki boyunda kontrol bitkilerine kıyasla meydana gelen değişim sırasıyla; %2,32, %18,04 ve %32,48 düzeyinde gerçekleşmiştir.

HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla bitki boyu değerlerinde sırasıyla; %28,48, %15,22 ve %17,49 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Çizelge 4.2 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının bitki boyu değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm bitki^{-1})	Değişim (%)
K (%100 SK)	129,33±6,81^{ab}	-
S1 (%75 SK)	130,00±5,00^{ab}	0,52
S2 (%50 SK)	98,33±4,16^{cd}	-23,97
S3 (%25 SK)	92,00±5,29^{de}	-28,86
S4 (%0 SK)	74,33±5,51^{f}	-42,53
K (%100 SK) + HA	135,00±5,20^{a}	4,38
S1 (%75 SK) + HA	136,33±0,58^{a}	5,41
S2 (%50 SK) + HA	126,33±5,51^{b}	-2,32
S3 (%25 SK) + HA	106,00±4,58^{c}	-18,04
S4 (%0 SK) + HA	87,33±5,03^{e}	-32,48
Ortalama	111,50±4,77**	-15,32

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

4.3 Sap Kalınlığı (mm bitki^{-1})

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; sap kalınlığı değerleri bakımından, uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.3), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak sap kalınlığında azalmalar meydana gelmiştir. Bu grup içerisinde en yüksek sap kalınlığı kontrol bitkileri ile S1 sulama seviyesinde 7,15 ve 7,57 mm bitki^{-1} olarak belirlenmiştir. Su stresine bağlı olarak sap kalınlığı değerlerinde azalma meydana gelmiş ve kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %14,97, S3 seviyesinde %18,04 ve S4 sulama seviyesinde %32,17 oranında gerçeklemiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin sap kalınlığı üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %7,60 düzeyinde engellemiştir.

HA uygulanan kontrol bitkilerinde, uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla sap kalınlığında %3,92 düzeyinde artış sağlanmıştır. Yine S1+HA sulama düzeyinde HA uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla sap kalınlığında %9,93 düzeyinde artış tespit edilmiştir. HA uygulanan S2+HA, S3+HA ve S4+HA sulama seviyelerinde sap kalınlığında kontrol bitkilerine kıyasla meydana gelen değişimler sırasıyla; %6,43, %12,59 ve %25,45 düzeyinde belirlenmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu

sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla sap kalınlığı değerlerinde sırasıyla; %10,03, %6,66 ve %9,90 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Çizelge 4.3 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının sap kalınlığı değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Sap Kalınlığı (mm bitki^{-1})	Değişim (%)
K (%100 SK)	7,15±0,62^{ab}	-
S1 (%75 SK)	7,57±0,24^{ab}	5,87
S2 (%50 SK)	6,08±0,76^{cd}	-14,97
S3 (%25 SK)	5,86±0,29^{cd}	-18,04
S4 (%0 SK)	4,85±0,47^{e}	-32,17
K (%100 SK) + HA	7,43±0,09^{ab}	3,92
S1 (%75 SK) + HA	7,86±0,98^{a}	9,93
S2 (%50 SK) + HA	6,69±0,47^{bc}	-6,43
S3 (%25 SK) + HA	6,25±0,20^{c}	-12,59
S4 (%0 SK) + HA	5,33±0,41^{de}	-25,45
Ortalama	6,51±0,45**	-9,99

*: 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 bitki^{-1})

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; yaprak eni değerleri bakımından, uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.4), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak yaprak eninde azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulanmayan grup içerisinde en yüksek yaprak eni kontrol bitkileri ile S1 sulama seviyesinde 14,05 ve 15,11 mm bitki^{-1} olarak belirlenmiştir. Su stresi ile birlikte yaprak eni değerlerinde azalma meydana gelmiş ve bu değişim kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %10,68, S3 seviyesinde %15,66 ve S4 sulama seviyesinde %40,50 oranlarında gerçekleşmiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin yaprak eni üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %13,13 düzeyinde iyileştirmiştir.

HA uygulanan kontrol bitkilerinde, uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla %11,25 düzeyinde yaprak eninde artış sağlanmıştır. S1+HA sulama düzeyinde ise HA

uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla %17,22 düzeyinde yaprak eninde artış tespit edilmiştir. S2+HA, S3+HA ve S4+HA sulama seviyelerinde bitki boyunda kontrol bitkilerine oranla meydana gelen değişim sırasıyla %0,57, %8,47 ve %26,41 düzeyinde gerçekleşmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla yaprak eni değerlerinde sırasıyla; %11,31, %8,52 ve %23,68 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Çizelge 4.4 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak eni değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Eni (mm bitki^{-1})	Değişim (%)
K (%100 SK)	14,05±0,57^{c}	-
S1 (%75 SK)	15,11±0,22^{bc}	7,54
S2 (%50 SK)	12,55±0,89^{e}	-10,68
S3 (%25 SK)	11,85±1,01^{e}	-15,66
S4 (%0 SK)	8,36±0,42^{g}	-40,50
K (%100 SK) + HA	15,63±0,14^{ab}	11,25
S1 (%75 SK) + HA	16,47±0,69^{a}	17,22
S2 (%50 SK) + HA	13,97±0,54^{cd}	-0,57
S3 (%25 SK) + HA	12,86±0,93^{de}	-8,47
S4 (%0 SK) + HA	10,34±0,90^{f}	-26,41
Ortalama	13,12±0,63**	-7,36

*: 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 Sayısı (adet bitki^{-1}) ve Yaprak Alanı (cm^2 bitki^{-1})

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; yaprak sayısı ve yaprak alanı değerleri bakımından, uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.5), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak her iki değerde de değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulanmayan grup içerisinde en yüksek yaprak sayısı ve yaprak alanı kontrol bitkilerinde 9,00 adet bitki^{-1} ve 591,93 cm^2 bitki^{-1} olarak belirlenmiştir. Su stresine bağlı olarak yaprak sayısı ve yaprak alanı değerlerinde azalma meydana gelmiş ve kontrol bitkilerine kıyasla; S1 seviyesinde %3,67 ve %3,77; S2 seviyesinde %18,56 ve %45,28; S3 seviyesinde %37,00 ve %68,44; S4 sulama seviyesinde ise %44,44 ve %86,09 gerçekleşmiştir. HA

uygulamaları kuraklık stresinin yaprak sayısı ve yaprak alanı üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %15,52-18,01 düzeyinde engellemiştir.

HA uygulanan kontrol bitkilerinde, uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla; yaprak sayısında %11,11 ve yaprak alanında ise %9,27 artış sağlanmıştır. Yine S1+HA sulama düzeyinde HA uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla %3,67 düzeyinde artış meydana gelirken, yaprak alanı bakımından %2,31 düzeyinde azalma kaydedilmiştir. S2+HA, S3+HA ve S4+HA sulama seviyelerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısı değerlerinde %11,11 %14,78 ve %33,33; yaprak alanı değerlerinde ise %37,17, %61,00 ve %83,01 düzeyinde azalma meydana gelmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla sırasıyla; yaprak sayısında %9,14, %35,27 ve %20,00; yaprak alanı değerlerinde ise %14,83, %23,57 ve %22,15 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Çizelge 4.5 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak sayısı ve yaprak alanı değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Sayısı (adet bitki^{-1})	Değişim (%)	Yaprak Alanı (cm^2 bitki^{-1})	Değişim (%)
K	9,00±1,00^{a-c}	-	591,93±40,01^{ab}	-
S1	8,67±1,53^{b-d}	-3,67	569,62±52,00^{b}	-3,77
S2	7,33±0,58^{e}	-18,56	323,88±38,04^{c}	-45,28
S3	5,67±0,58^{f}	-37,00	186,84±26,15^{d}	-68,44
S4	5,00±0,58	-44,44	82,33±5,21^{e}	-86,09
K + HA	10,00±1,53	11,11	646,83±59,96^{a}	9,27
S1 + HA	9,33±0,58^{ab}	3,67	538,26±4,04^{b}	-2,31
S2 + HA	8,00±0,00^{c-e}	-11,11	371,90±57,73^{c}	-37,17
S3 + HA	7,67±0,58^{de}	-14,78	230,88±3,23^{d}	-61,00
S4 + HA	6,00±0,00^{f}	-33,33	100,57±7,95^{e}	-83,01
Ortalama	7,67±0,69**	-16,46	368,30±29,43**	-41,98

*: 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})

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; yaprak yaş ve kuru ağırlıkları değerleri bakımından, uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.6), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak her iki değerde de değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. Bu grup içerisinde en yüksek yaş ve kuru yaprak ağırlığı değerleri kontrol bitkileri (15,56 ve 4,53 g bitki^{-1}) ile S1 sulama seviyesinde (15,73 ve 4,64 g bitki^{-1}) belirlenmiştir. Su stresine bağlı olarak yaş ve kuru yaprak ağırlık değerlerinde azalma meydana gelmiş ve kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %11,95 ve %18,76, S3 seviyesinde %40,17 ve %27,81, S4 sulama seviyesinde ise %74,23 ve %65,56 oranlarında gerçekleşmiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin yaş ve kuru yaprak ağırlıkları üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %16,03-20,49 düzeyinde engellemiştir.

Çizelge 4.6 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak yaş ve kuru ağırlıkları değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)	Yaprak Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)
K	15,56±0,36^{c}	-	4,53±0,33^{a-c}	-
S1	15,73±0,68^{c}	1,09	4,64±1,57^{ab}	2,43
S2	13,70±0,59^{d}	-11,95	3,68±0,77^{bc}	-18,76
S3	9,31±0,44^{f}	-40,17	3,27±0,59^{cd}	-27,81
S4	4,01±0,49^{h}	-74,23	1,56±0,07^{e}	-65,56
K + HA	18,15±0,79^{a}	16,65	5,08±0,93^{a}	12,14
S1 + HA	16,86±0,35^{b}	8,35	5,12±0,15^{a}	13,02
S2 + HA	14,25±0,99^{d}	-8,42	4,19±0,27^{a-c}	-7,51
S3 + HA	11,65±0,91^{e}	-25,13	3,59±0,58^{bc}	-20,75
S4 + HA	5,84±0,62^{g}	-62,47	2,03±0,84^{de}	-55,19
Ortalama	12,51±0,62**	-21,81	3,77±0,61**	-18,67

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

HA uygulanan kontrol bitkilerinde, uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla, yaş yaprak ağırlığında %16,65 ve kuru yaprak ağırlığında ise %12,14 artış sağlanmıştır. Yine S1+HA sulama düzeyinde HA uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla yaş yaprak

ağırlığında %8,35 ve kuru yaprak ağırlığında ise %13,02 artış tespit edilmiştir. S2+HA, S3+HA ve S4+HA sulama seviyelerinde yaş yaprak ağırlığı değerlerinde kontrol bitkilerine kıyasla sırasıyla; %8,42, %25,13 ve %62,47; kuru yaprak ağırlığı değerlerinde ise sırasıyla; %7,51, %20,75 ve %55,19 düzeyinde azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla sırasıyla; yaş ağırlıkta %4,01, %25,13 ve %45,64; kuru ağırlık değerlerinde ise %13,86, %9,79 ve %30,13 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

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

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; sap yaş ve kuru ağırlıkları değerleri bakımından, uygulamalar arasında istatistiksel olarak $P<0,01$ önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.7), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak her iki değerde de değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. Bu grup içerisinde en yüksek yaş ve kuru sap ağırlığı değerleri, kontrol bitkileri (30,07 ve 6,25 g bitki^{-1}) ile S1 sulama seviyesinde (31,43 ve 6,29 g bitki^{-1}) belirlenmiştir. Su stresine bağlı olarak yaş ve kuru sap ağırlığı değerlerinde azalma meydana gelmiş ve kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %34,19 ve %32,64, S3 seviyesinde %47,69 ve %44,48, S4 sulama seviyesinde ise %74,43 ve %75,20 oranlarında gerçekleşmiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin yaş ve kuru sap ağırlıkları üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %21,66-31,95 düzeyinde engellemiştir.

HA uygulanan kontrol bitkilerinde yaş sap ağırlığında %4,89 ve kuru sap ağırlığında ise %8,48 oranında artış sağlanmıştır. Yine S1+HA sulama düzeyinde HA uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla yaş sap ağırlığında %11,31 ve kuru sap ağırlığında %8,80 artı oranında artışlar tespit edilmiştir. S2+HA, S3+HA ve S4+HA sulama seviyelerinde kontrol bitkilerine oranla yaş sap ağırlığı değerlerinde sırasıyla; %10,74, %23,21 ve %64,48; kuru sap ağırlığı değerlerinde ise %22,24, %34,88 ve %63,84 düzeyinde azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla sırasıyla; yaş ağırlıkta %35,62, %46,79 ve %38,88; kuru ağırlık değerlerinde ise %15,44, %17,29 ve %45,81 düzeyinde iyileşmeler sağlanmıştır.

Çizelge 4.7 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının sap yaş ve kuru ağırlıkları değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Sap Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)	Sap Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)
K	30,07±2,36^{b}	-	6,25±0,64^{a}	-
S1	31,43±0,82^{ab}	4,52	6,29±0,79^{a}	0,64
S2	19,79±1,60^{e}	-34,19	4,21±0,70^{bc}	-32,64
S3	15,73±0,30^{f}	-47,69	3,47±0,69^{c}	-44,48
S4	7,69±0,68^{h}	-74,43	1,55±0,16^{d}	-75,20
K + HA	31,54±1,79^{ab}	4,89	6,78±0,20^{a}	8,48
S1 + HA	33,47±0,82^{a}	11,31	6,80±0,22^{a}	8,80
S2 + HA	26,84±1,08^{c}	-10,74	4,86±0,58^{b}	-22,24
S3 + HA	23,09±1,59^{d}	-23,21	4,07±0,64^{bc}	-34,88
S4 + HA	10,68±0,98^{g}	-64,48	2,26±0,69^{d}	-63,84
Ortalama	23,03±1,20**	-26,00	4,65±0,53**	-28,37

*: 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})

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; kök yaş ağırlığı değeri bakımından P<0,05 ve kök kuru ağırlığı değeri bakımından ise uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.8), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak her iki değerde de değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. Bu grup içerisinde en yüksek yaş ve kuru kök ağırlığı değerleri aynı istatistiksel grupta yer alan kontrol bitkileri (51,01 ve 19,18 g bitki^{-1}) ile S1 sulama seviyesinde (51,90 ve 19,85 g bitki^{-1}) belirlenmiştir. Su stresine bağlı olarak yaş ve kuru kök ağırlık değerlerinde azalma meydana gelmiş ve kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %32,60 ve %15,69, S3 seviyesinde %51,95 ve %32,59, S4 sulama seviyesinde ise %60,85 ve %61,57 oranlarında gerçeklemiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %31,21-34,44 düzeyinde engellemiştir.

HA uygulanan kontrol bitkilerinde, uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla; yaş kök ağırlığında %22,76 ve kuru kök ağırlığında ise %26,33 artış sağlanmıştır. Yine S1+HA sulama düzeyinde HA uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla yaş kök ağırlığında

%18,74 ve kuru kök ağırlığında %37,54 oranında artış tespit edilmiştir. S2+HA, S3+HA ve S4+HA sulama seviyelerinde kontrol bitkilerine oranla yaş kök ağırlığı değerlerinde sırasıyla; %18,94, %24,94 ve %43,40; kuru ağırlık değerlerinde ise %5,84, %26,59 ve %34,15 düzeyinde azalmalar tespit edilmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla sırasıyla; yaş ağırlıkta %20,27, %56,22 ve %44,57; kuru ağırlık değerlerinde ise %11,69, %8,89 ve %71,37 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Çizelge 4.8 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının kök yaş ve kuru ağırlıkları değerlerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Kök Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)	Kök Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})	Değişim (%)
K	51,01±5,49^{ab}	-	19,18±1,65^{b}	-
S1	51,90±3,33^{ab}	1,74	19,85±0,52^{b}	3,49
S2	34,38±4,79^{bc}	-32,60	16,17±0,64^{cd}	-15,69
S3	24,51±5,40^{c}	-51,95	12,93±1,97^{e}	-32,59
S4	19,97±3,96^{c}	-60,85	7,37±0,81^{f}	-61,57
K + HA	62,62±5,63^{a}	22,76	24,23±2,08^{a}	26,33
S1 + HA	60,57±4,52^{a}	18,74	26,38±1,12^{a}	37,54
S2 + HA	41,35±4,92^{a-c}	-18,94	18,06±0,94^{bc}	-5,84
S3 + HA	38,29±5,16^{a-c}	-24,94	14,08±1,22^{de}	-26,59
S4 + HA	28,87±4,76^{bc}	-43,40	12,63±1,35^{e}	-34,15
Ortalama	41,35±4,79*	-21,05	17,09±1,23**	-12,12

*: 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) (%)

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; yaprak oransal su içeriği değeri bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.9), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulanmayan bitkiler içerisinde en yüksek YOSİ değeri; aynı istatiksel grup içerisinde yer alan kontrol bitkileri ile S1 sulama seviyesinde %92,73 ve %91,67 olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresi ile birlikte YOSİ değerlerinde azalma meydana gelmiş ve bu azalma kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %21,19, S3 seviyesinde %25,47 ve S4 sulama seviyesinde %37,54 oranında

gerçekleşmiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin yaprak oransal içeriği üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %10,51 düzeyinde engellemiştir. HA uygulanan kontrol bitkilerinde, uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla; %1,88 düzeyinde artış görülmüş, bunu %0,04 artış ile S1+HA uygulaması izlemiştir. Bununla birlikte, S2+HA, S3+HA ve S4+HA uygulamalarında kontrol bitkilerine kıyasla %9,62-28,11 düzeyinde azalma tespit edilmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında, HA uygulanmayan bitkilere oranla yaprak oransal su içeriği değerlerinde sırasıyla; %14,68, %11,05 ve %15,09 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Çizelge 4.9 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak oransal su içeriği değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ) (%)	Değişim (%)
K (%100 SK)	92,73±2,38^{a}	-
S1 (%75 SK)	91,67±1,73^{a}	-1,14
S2 (%50 SK)	73,08±2,43^{cd}	-21,19
S3 (%25 SK)	69,11±2,23^{de}	-25,47
S4 (%0 SK)	57,92±2,81^{f}	-37,54
K (%100 SK) + HA	94,47±0,92^{a}	1,88
S1 (%75 SK) + HA	92,77±2,01^{a}	0,04
S2 (%50 SK) + HA	83,81±3,62^{b}	-9,62
S3 (%25 SK) + HA	76,75±3,22^{c}	-17,23
S4 (%0 SK) + HA	66,66±4,79^{e}	-28,11
Ortalama	79,90±2,61**	-15,38

*: 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 Yaprak Su Potansiyeli (YSP) (MPa)

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; yaprak su potansiyeli içeriği değeri bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.10), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulanmayan bitkiler içerisinde en yüksek YSP değeri kontrol bitkilerinde -0,18 MPa olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresi ile birlikte YSP değerlerinde azalma meydana gelmiş ve bu azalma kontrol bitkilerine kıyasla; S1 seviyesinde %11,11, S2 seviyesinde %127,78, S3 seviyesinde %177,78 ve S4 sulama seviyesinde %277,78 oranında gerçekleşmiştir. HA uygulamaları kuraklık

stresinin yaprak su potansiyeli üzerindeki olumsuz etkisini ortalama %32,84 düzeyinde iyileştirmiştir.

Çizelge 4.10 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının yaprak su potansiyeli değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Su Potansiyeli (YSP) (MPa)	Değişim (%)
K (%100 SK)	-0,18±0,02^{ab}	-
S1 (%75 SK)	-0,20±0,03^{b}	11,11
S2 (%50 SK)	-0,41±0,03^{e}	127,78
S3 (%25 SK)	-0,50±0,02^{f}	177,78
S4 (%0 SK)	-0,68±0,03^{g}	277,78
K (%100 SK) + HA	-0,15±0,01^{a}	-16,67
S1 (%75 SK) + HA	-0,16±0,02^{ab}	-11,11
S2 (%50 SK) + HA	-0,26±0,03^{c}	44,44
S3 (%25 SK) + HA	-0,31±0,04^{d}	72,22
S4 (%0 SK) + HA	-0,43±0,03^{e}	138,89
Ortalama	-0,33±0,02**	91,36

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

Yaprak su potansiyelinde K+HA uygulaması ile S1+HA uygulamasında %11,11-16,67 düzeyinde artış göstermiş, başka bir deyişle negatif değerde azalma kaydedilmiştir. Bununla birlikte S2+HA, S3+HA ve S4+HA uygulamalarında kontrol bitkilerine oranla sırasıyla; %44,44,%72,22 ve %138,89 düzeyinde azalma tespit edilmiştir. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında (S2, S3 ve S4), HA uygulanmayan bitkilerine oranla sırasıyla; %36,59, %38,00 ve %36,76 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

4.11 Membran Zararlanma İndeksi (MZİ) (%)

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; membran zararlanma indeksi değeri bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.11), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulanmayan grup içerisinde en yüksek MZİ değeri S4 sulama seviyesinde %49,25 olarak belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda

ise MZİ değerleri S1 seviyesinde %25,68, S2 seviyesinde %34,11 ve S3 seviyesinde %37,96 şeklinde gerçekleşmiştir. HA uygulamaları, kuraklık stresi sonucu artış gösteren MZİ değerlerinde sınırlama getirmiştir. Buna göre S1+HA uygulamasında MZİ değeri %20,58, S2+HA uygulmasında %29,57, S3+HA uygulamasında %33,13 ve S4+HA uygulamasında %40,12 düzeyinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.11 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının membran zararlanma indeksi değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Membran Zararlanma İndeksi (MZİ)	Değişim (%)
K (%100 SK)	-	-
S1 (%75 SK)	25,68±1,21^{e}	-
S2 (%50 SK)	34,11±3,38^{c}	-
S3 (%25 SK)	37,96±2,46^{b}	-
S4 (%0 SK)	49,25±0,96^{a}	-
K (%100 SK) + HA	-	-
S1 (%75 SK) + HA	20,58±0,99^{f}	-
S2 (%50 SK) + HA	29,57±0,94^{d}	-
S3 (%25 SK) + HA	33,13±2,80^{c}	-
S4 (%0 SK) + HA	40,12±1,15^{b}	-
Ortalama	33,80±1,73**	-

*: 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 Klorofil İndeksi (SPAD) Değeri

Miskantus bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada; klorofil indeksi değeri bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde farklılıklar tespit edilmiş (Çizelge 4.12), su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. HA uygulanmayan bitkiler içerisinde en yüksek klorofil indeksi aynı istatiksel grup içerisinde yer alan kontrol bitkileri ile S1 sulama seviyesinde 40,57 ve 41,20 SPAD olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresi ile birlikte klorofil indeksi değerlerinde azalma meydana gelmiş ve bu azalma kontrol bitkilerine kıyasla; S2 seviyesinde %9,29, S3 seviyesinde %16,27 ve S4 sulama seviyesinde kontrol bitkilerine

oranla %25,56 oranında gerçekleşmiştir. HA uygulamaları kuraklık stresinin klorofil indeksi üzerindeki olumsuz etkisini ortalama olarak %24,76 düzeyinde engellemiştir.

Çizelge 4.12 Kuraklık stresi altında hümik asit uygulamasının klorofil indeksi değerinde ortaya koyduğu değişimler, ortalamalar ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Klorofil İndeksi (SPAD)	Değişim (%)
K (%100 SK)	40,57±2,96^{b-d}	-
S1 (%75 SK)	41,20±6,04^{b-d}	1,55
S2 (%50 SK)	36,80±1,93^{c-e}	-9,29
S3 (%25 SK)	33,97±4,24^{de}	-16,27
S4 (%0 SK)	30,20±0,75^{e}	-25,56
K (%100 SK) + HA	47,83±5,73^{ab}	17,89
S1 (%75 SK) + HA	50,73±2,51^{a}	25,04
S2 (%50 SK) + HA	44,17±5,76^{a-c}	8,87
S3 (%25 SK) + HA	41,63±1,29^{b-d}	2,61
S4 (%0 SK) + HA	40,27±4,77^{b-d}	-0,74
Ortalama	40,74±3,60**	0,46

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

HA uygulanan kontrol bitkilerinde, uygulanmayan kontrol bitkilerine oranla; %17,89 düzeyinde klorofil indeksinde artış tespit edilmiştir. Yine S1+HA, S2+HA ve S3+HA uygulamalarında kontrol bitkilerine kıyasla sırasıyla; %25,04, %8,87, %2,61 oranında klorofil indeksinde artış tespit edilmiştir. S4+HA uygulamasında ise azalma meydana gelmiş ancak bu azalma %0,74 gibi düşük bir seviyede kalmıştır. HA uygulamasının gerçekleştirildiği bu sulama gruplarında (S1+HA, S2+HA, S3+HA ve S4+HA), HA uygulanmayan bitkilere oranla sırasıyla; %23,13, %20,03, %22,55 ve %33,34 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Miskantusta gerçekleştirilen bu çalışmada, farklı kuraklık düzeyleri ile HA uygulamasının bitki büyüme ve gelişmesindeki etkisi incelenmiştir. Kuraklık stresi diğer abiyotik stres faktörlerinde olduğu gibi bitki büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara yol açarken; bitkide morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri de beraberinde getirmektedir. Farklı düzeylerdeki kuraklık stresi (S1, S2, S3 ve S4) bitkide boy, sap kalınlığı, yaprak, sap ve kök yaş ve kuru ağırlıklarında, yaprak sayısı ve

yaprak alanında azalmaya neden olmuştur. Bu azalma ortalama olarak %3 ile %86 arasında değişim göstermiştir. Değişimin en fazla meydana geldiği kuraklık uygulaması suyun tamamen kesildiği S4 düzeyinde meydana gelmiş ve bu uygulamada incelenen parametreler bakımından kontrol bitkilerine göre %32 ile %86 oranında azalma kaydedilmiştir.

Kuraklık stresi, bitki boyu ile bitki yaş ve kuru ağırlığında azalmaya yol açarak bitki büyüme ve gelişmesini sınırlandırmaktadır (Abobatta 2019). Kısıtlı su stresi, düşük turgor basıncı nedeniyle hücre genişlemesini ve hücre büyümesini büyük ölçüde engellemektedir (Jaleel *et al.* 2009). Kuraklık stresi koşullarında bitki boyu ve sap kalınlığındaki azalmanın en önemli nedeni hücre genişlemesi ve uzamasındaki azalmadan kaynaklanmaktadır (Anjum *et al.* 2017b). Kök sistemi, kuraklık stres koşullarına uyumun sağlanmasındaki en önemli bitki organıdır. Daha fazla su miktarının rezerve edilmesini sağlayan kök sistem mimarisi, kuraklığa tolerans için en önemli kriterlerden biridir (Abobatta 2019). Kuraklık stresi sonucu, yaprak alanındaki azalma ve toprak su potansiyelindeki azalma ile birlikte bitki başına yaprak sayısında da azalma meydana gelmektedir (Anjum *et al.* 2017b). Bitkinin uygun koşullarda büyümesi durumunda, daha yüksek yaprak alanı oranı, fotosentez oranını arttırdığından, bitkilerde daha yüksek yaprak alanı oranı meydana gelmektedir. Yüksek yaprak alanının sınırlı suyun bulunduğu koşullardaki en büyük dezavantajı, transprasyon oranının yüksek olması nedeni ile su kaybının daha fazla olmasıdır. Böylece yaprak alanı oranı yüksek fotosentez oranı ile büyümeye yardımcı olurken, aynı zamanda daha yüksek su kaybına da neden olmaktadır (Deepak *et al.* 2019). Ancak, bitkiler su kaybını azaltmak, su alımını artırmak ve doku su durumunu koruyarak kuraklık stresiyle başa çıkmak için bazı morfolojik değişiklikler göstermektedir (Shen *et al.* 2020b). Kuraklık stresinde yapraklar, köklerden daha fazla etkilenmektedir. Birçok araştırıcı tarafından hümik asitlerin (HA) bitki büyümesi ve gelişimini teşvik ettiği, uygun konsantrasyonlarda uygulandığında gelişimi pozitif yönde etkilediği bildirilmiştir. Araştırmacılar hümik asitlerin bitkilerde hücre zarının geçirgenliğini artırarak besin elementlerinin alımına yardımcı olduğunu ve yapılarındaki hormon benzeri maddelerden dolayı bitki gelişmesine olumlu etki yaptığını ortaya koymuşlardır (Kıran vd. 2014). Bu çalışmada HA uygulaması kuraklık stresinin olumsuz etkisini önemli ölçüde sınırlandırmıştır.

Uygulamanın gerçekleştirildiği bitkilerde kontrol bitkilerine oranla azalma %7-45 oranlarında gerçekleşmiş ve HA uygulanmayan bitkilere oranla, kuraklık stresi koşullarında %7-34 oranlarında iyileşme sağlanmıştır. Bijanzadeh vd. (2019), HA'nın bitki gelişimini iyileştirmek, stres toleransını arttırmak ve diğer hormon seviyelerini düzenlemek için bir büyüme düzenleyici olarak kullanılabileceğini ve HA uygulamalarının kuraklık stresinin ortaya koyduğu olumsuzlukları sınırlandırdığını ifade etmişlerdir. Kiran vd. (2019) kavunda kuraklık stresine toleransın sağlanmasında hümik asidin etkisini inceledikleri çalışmalarında, stres koşullarında sürgün yaş ve kuru ağırlıkları ve yaprak alanında azalma meydana geldiğini, 2000 ppm HA uygulaması ile incelenen parametrelerde artış meydana geldiğini vurgulamışlardır. Khodadadi vd. (2020) şeker pancarında gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında HA uygulamasının kök gelişimini teşvik ettiğini, bunun yanı sıra yaprak alan indeksinde artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Zhang vd. (2013) ve Hatami (2017) HA'nın, şelatlama özellikleri ile azot ve çinko gibi besin alımını artırabileceğini ve su kaybını azaltarak bitki büyümesini destekleyebileceğini rapor etmişlerdir.

Bitkiler kuraklık stresinde toleransı sağlayabilmek için tolerans, kaçış, doku ve hücre dehidrasyonundan kaçınma gibi farklı mekanizmalar kullanırlar. Su stresi durumunda, metabolizmanın devamlılığının sağlanabilmesi için yeterli hücre turgorunun korunması gerekmektedir (Deepak *et al.* 2019). Yaprak oransal su içeriği (YOSİ), kuraklık stresinde önemli bir indikatör olarak kabul edilmektedir. Hücre hacmi ile sıkı bir ilişkide olan YOSİ değeri, transprasyon oranı ile yaprağa sağlanan su arasındaki dengenin sağlanabilmesini gösteren bir değer olarak da düşünülmektedir. Miskantus'ta YOSİ, kuraklık stresine bağlı olarak azalma göstermiştir. Bu azalma özellikle S4 düzeyinde yaklaşık olarak %38 düzeyinde olmuştur. YOSİ'deki bir azalma, turgor kaybının bir yansıması olup, bu daha sonra sınırlı hücre genişlemesine ve sonuç olarak bitki büyümesinde azalmaya neden olmaktadır (Castillo *et al.* 2013). Yine Okunlola vd. (2017) YOSİ'nin kuraklığa toleransın belirlenmesinde önemli bir gösterge olduğunu, kuraklık stresi ile birlikte YOSİ değerlerinde azalma meydana geldiğini ifade etmektedir. Kuraklık stresi; su içeriğinin azalması, azalan yaprak su potansiyeli (YSP) ve turgor kaybı, stomaların kapanması ve hücre büyümesinde azalma ile karakterize olmuştur (Jaleel *et al.* 2009). Bu çalışmada, yaprak su potansiyeli de kuraklık stresi

koşullarında negatif yönde artış göstermiştir. Acosta-Motos vd. (2017) kuraklık stresi altındaki bitkilerde önemli derecede negatif yaprak ve bitki özsuyu potansiyel değerleri ortaya çıktığını ifade etmiştir. Kuraklık stresi koşullarında HA uygulanmayan bitkilerde kontrol bitkilerine oranla YOSİ'de ortaya çıkan değişim %1-38, YSP'de ise %11-278 düzeyinde olup; YOSİ ve YSP'deki kaybın, dolayısıyla negatif yöndeki artışın en fazla görüldüğü uygulama S4 sulama düzeyinde meydana gelmiştir. HA uygulaması bitkilerde YOSİ ve YSP değerlerinin korunmasında etkili olmuş ve HA uygulanmayan bitkilere oranla %11 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır. YOSİ ve YSP değerleri, çevredeki ortamdan su emme yeteneğini yansıtmakta ve genellikle bitkilerin kuraklığa dayanıklılığını belirlemek için kullanılmaktadır. Cao vd. (2015) ve Li vd. (2017) kuraklık stresinin bitkilerde yaprak oransal su içeriği ve yaprak su potansiyeli oranını azalttığını ve HA gibi organik maddelerin uygulanması ile bu semptomların hafifletebileceğini bildirmişlerdir. Shen vd. (2020b), hümik asidin temel yapısının bir aromatik halka, bir alisiklik halka ve bir karboksil grubu olduğunu; bir hidroksil grubu veya karbonil grubu gibi hidrofilik bir grubun, bitkinin su tutma kapasitesini artırmak için bağlandığını bildirmiştir.

Genel olarak, hücre zarlarının birçok abiyotik stresin ilk hedefi olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bitkide kuraklığa karşı toleransının ana bileşeni, hücre zarının bütünlüğünü ve stabilitesini korumaktır (Abobatta 2019). Oksidatif stres genellikle aktif oksijen türevlerinin yoğunluğuna bağlı olarak membran proteinleri ve lipitlerin yapısında meydana gelen bozulmalar nedeniyle hücre zararlanmasına neden olmaktadır. Artan stres koşullarına bağlı olarak MZİ değerleri de artış göstermiştir. Bu değerler %26-49 arasında değişmekle birlikte en yüksek değer S4 uygulamasında belirlenmiştir. Kuraklık stresi ile birlikte HA uygulaması MZİ değerlerinde %13-20 oranında azalmaya imkân sağlamıştır. Shen vd. (2020b) darıda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında HA uygulamasının, membran zararlanmasını önemli ölçüde azalttığını ve plazma membran sisteminde kuraklıktan kaynaklanan hasarı etkili bir şekilde hafiflettiğini ifade etmişlerdir.

Klorofil, fotosentez için başlıca kloroplast bileşenlerinden biridir. Kuraklık stresi altında klorofil içeriğindeki azalma, pigment fotooksidasyonunun ve klorofil bozulmasının tipik

bir belirtisi olarak kabul edilmektedir. Bununa birlikte ortaya çıkan azalma kuraklık stresinin süresi ve şiddetine göre de değişiklik göstermektedir (Rahdari and Hoseini 2012). Farklı kuraklık düzeylerinin yer aldığı bu çalışmada, klorofil indeks değerleri artan kuraklık düzeyine bağlı olarak azalma göstermiştir. Bu azalma %2-26 arasında değişmiş, en yüksek değişim, dolayısıyla klorofil indeksinde kontrol bitkilerine oranla en fazla azalma, S4 seviyesinde belirlenmiştir. HA uygulaması ile bu azalma yerini kontrol bitkilerine oranla %9 düzeyinde artışa bırakmıştır. Dolayısıyla klorofil indeksi bakımından HA uygulaması ile değerlerde ortalama olarak %25 oranında artış sağlanmıştır. Liu vd. (2014) kuraklık stresi koşullarında hümik asidin buğdayda klorofil içeriği ve Zn değerini artırdığını buna karşılık transprasyon oranında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Kiran vd. (2019) kavunda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında HA uygulaması ile klorofil içeriğinde artış meydana geldiğini, Fe ve Mn gibi mikro besinlerin alımını şelatlayarak bunları bitkinin alımı için hazır hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Şeker kamışında üç farklı sulama düzeyinin yer aldığı bir çalışmada; kuraklık şiddetindeki artış ile klorofil içeriğinde azalma meydana geldiği, buna karşın HA uygulaması ile klorofil içeriğinde artış olduğunu bildirilmiştir (Khodadadi *et al.* 2020)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; miskantusta kuraklık stresine toleransta hümik asit kullanımının etkisinin incelendiği bu çalışmada; %100 (K), %75 (S1), %50 (S2), %25 (S3) ve %0 (S4) sulama seviyelerine yer verilmiştir. Bitkilerde kuraklık stresi ile birlikte bitki büyüme parametreleri (bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak eni, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak, sap ve kök yaş ve kuru ağılıkları) ve fizyolojik parametreler (yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli, klorofil indeksi) bakımından olumsuzluklar ve kontrol bitkilerine oranla değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. Bu değişim en fazla S4 sulama seviyesinde ortaya çıkmıştır. Hümik asit uygulaması kuraklık stresinin olumsuz etkilerini sınırlandırabilmiş ve incelenen parametrelerde olumlu yönde artışlar meydana gelmiştir. Elde edilen bulgular çerçevesinde;

- Miskantusta, sulama seviyeleri ile birlikte farklı doz hümik asit uygulamalarının da incelenmesi,
- Tez çalışmasında yer alan parametrelerin yanı sıra biyokimyasal açıdan da uygulama etkinliklerinin incelenmesi,
- Çalışmanın arazi koşullarında verim ve verim parametreleri bakımından da değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2020. Leonardit (hümik ve fulvik asit). https://organiksa.com.tr/magaza/toprak-duzenleyiciler/magic-leon-leonardit/ Erişim tarihi: 28.05.2020

Abdulameer, O. Q. and Ahmed, S. A. 2019. Role of humic acid in improving growth characters of corn under water stress. Iraqi J. Agric. Sci., 50(1): 420-430.

Abobatta, W. F. 2019. Drought adaptive mechanisms of plants–a review. Adv. Agric. Environ. Sci., 2(1): 62-65.

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.

Anjum, S. A., Xie, X. Y., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. Afr. J. Agric. Res., 6(9): 2026-2032.

Anjum, S. A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., Hussain, S., Shahzad, B., Zohaib, A., Abbas, F., Saleem M. F., Ali, I. and Wang, L. C. 2017a. Drought induced changes in growth, osmolyte accumulation and antioxidant metabolism of three maize hybrids. Front. Plant Sci., 8(69): 1-12.

Anjum, S. A., Ashraf, U., Zohaib, A., Tanveer, M., Naeem, M., Ali, I., Tabassum, T. and Nazir, U. 2017b. Growth and development responses of crop plants under drought stress: A review. Zemdirbyste, 104(3): 267-276.

Bijanzadeh, E., Naderi, R. and Egan, T. P. 2019. Exogenous application of humic acid and salicylic acid to alleviate seedling drought stress in two corn (*Zea mays* L.) hybrids. J. Plant Nutr., 42(13): 1483-1495.

Cao, B. L., Ma, Q., Zhao, Q., Wang, L. and Xu, K. 2015. Effects of silicon on absorbed light allocation, antioxidant enzymes and ultrastructure of chloroplasts in tomato leaves under simulated drought stress. Sci. Hortic., 194: 53-62.

Castillo, P., Escalante, M., Gallardo, M., Alemano, S. and Abdala, G. 2013. Effects of bacterial single inoculation and co-inoculation on growth and phytohormone production of sunflower seedlings under water stress. Acta Physiol. Plant, 35(7): 2299-2309.

Clifton-Brown, J. C., Lewandowski, I., Andersson, B., Basch, G., Christian, D. G., Kjeldsen, J. B., Jorgensen, U., Mortensen, J. V., Riche, A. B., Schwarz, K. U., Tayebi, K. and Teixeira, F. 2001. Performance of 15 miscanthus genotypes at five sites in Europe. J. Agron., 93(5): 1013-1019.

Daşgan, H. Y. ve Abak, K. 1999. Topraksız kültür kavun yetiştiriciliğinde azot ve potasyum düzeyleri ile farklı substratların verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, s. 310-314, Ankara.

Deepak, S. B., Thakur, A., Singh, S., Bakshi, M. and Bansal, S. 2019. Changes in crop physiology under drought stress: A review. J. Pharmacogn. Phytochem., 8: 1251-1253.

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

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.

Gauder, M., Graeff-Hönninger, S., Lewandowski, I. and Claupein, W. 2012. Long-term yield and performance of 15 different *miscanthus* genotypes in Southwest Germany. Ann. Appl. Biol., 160: 126-136.

Geren, H., Avcıoğlu, R., Kavut, Y. T., Tan, K. ve Sargın, S. 2014. Akdeniz iklimi koşullarında yetiştirilen bazı çokyıllık sıcak mevsim buğdaygil cinslerinin yıllık sıcak mevsim buğdaygilleri ile silolanabilir verim, yem kalitesi ve biyoetanol verimi yönünden karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51: 243-251.

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.

Hatami, H. 2017. The effect of zinc and humic acid applications on yield and yield components of sunflower in drought stress. J. Adv. Agric. Technol., 4(1): 36-39.

Heaton, E., Voigt, T. and Long, S. P. 2004. A quantitative review comparing the yields of two candidate C4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. Biomass Bioenergy, 27: 21-30.

Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M. and Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R. A. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Int. J. Agric. Biol., 11(1): 100-105.

Karahan, G., Erşahin, S. ve Öztürk, H. S. 2014. Toprak koşullarına bağlı olarak tarla kapasitesi dinamiği. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Derg., 30(1): 1-11.

Khodadadi, S., Chegini, M. A., Soltani, A., Ajam Norouzi, H. and Sadeghzadeh Hemayati, S. 2020. Influence of foliar-applied humic acid and some key growth regulators on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under drought stress: Antioxidant defense system, photosynthetic characteristics and sugar yield. Sugar Tech., 22: 765-772.

Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş. ve Ellialtıoğlu, Ş. 2014. Ağır metal içeriği yüksek sularla sulanan patlıcan bitkilerine uygulanan humik asidin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. Türk Tarım-Gıda Bil. Tekn. Derg., 2(6): 280-288.

Kiran, S., Furtana, G. B., Talhouni, M. and Ellialtıoglu, S. S. 2019. Drought stress mitigation with humic acid in two *Cucumis melo* L. genotypes differ in their drought tolerance. Bragantia, 78: 490-497.

Kirkham, M. B. 2005. Principles of soil and plant water relations, Elsevier Academic Press, 520 pages, Boston.

Köksal, E. S., Üstün, H. ve İlbeyi, A. 2010. Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg., 24(1): 25-36.

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.

Lewandowski, I., Scurlock, J. M. O., Lindvall, E. and Christou, M. 2003a. "The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe". Biomass Bioenergy, 25: 335-361.

Lewandowski, I., Clifton-Brown, J. C., Andersson, B., Basch, G., Christian, D. G., Jørgensen, U., Jones, M. B., Riche, A. B., Schwarz, K. U., Tayebi, K. and Teixeira, F. 2003b. Environment and harvest time affects the combustion qualities of miscanthus genotypes. J. Agron., 95: 1274-1280.

Li, Z., Tan, X., Lu, K., Zhang, L., Long, H. and Lv, J. 2017. Effects of drought stress on growth, gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters of two species of tung oil. J. Ecol., 37: 1515-1524.

Liu, W., Liu, J., Rula, S. and Hou, G. 2014. Effect of humic acid water-soluble fertilizer on wheat photosynthetic characteristics and yield under water stress. Chinese Agric. Sci. Bul., 3: 196-200.

Nazli, R. I, Kusvuran, A., Inal, I., Demirbas, A. and Tansi, V. 2014. Effects of different organic materials on forage yield and quality of silage maize (*Zea mays* L.). Turk. J. Agric. For., 38: 23-31.

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 Bioenergy, 139 (105627): 1-24.

Okunlola, G. O., Olatunji, O. A., Akinwale, R. O., Tariq, A. and Adelusi, A. A. 2017. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. Sci. Hortic., 224: 198-205.

Price, L., Bullard, M., Lyons, H., Anthony, S. and Nixon, P. 2004. Identifying the yield potential of *Miscanthus x giganteus:* an assessment of the spatial and temporal variability of M. x giganteus biomass productivity across England and Wales, Biomass Bioenergy, 26: 3-13.

Rahdari, P. and Hoseini, S. M. 2012. Drought stress: A review. Int. J. Agron. Plant Prodi, 3(10): 443-446.

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 stres. Field Crops Res., 86: 81-90.

Schröder, F. G. and Lieth, J. H. 2002. Irrigation control in hydroponics. In: Savvas D, Passam P (Eds) Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications. Athens, Greece, 263-269.

Shen, J., Guo, M., Wang, Y., Yuan, X., Dong, S., Song, X. E. and Guo, P. 2020a. An investigation into the beneficial effects and molecular mechanisms of humic acid on foxtail millet under drought conditions. PloS One, 15(6): 1-14.

Shen, J., Guo, M. J., Wang, Y. G., Yuan, X. Y., Wen, Y. Y., Song, X. E., Dong, S. and Guo, P. Y. 2020b. Humic acid improves the physiological and photosynthetic characteristics of millet seedlings under drought stress. Plant Signal. Behav., 15(8): 1774212.

Turkan, I., 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.

Zhang, L., Gao, M., Zhang, L., Li, B., Han, M., Alva, A. K. and Ashraf, M. 2013. Role of exogenous glycinebetaine and humic acid in mitigating drought stress-induced adverse effects in *Malus robusta* seedlings. Turk. J. Bot. 37: 920-929.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Serkan YILDIZ

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı	2018-Halen
Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Bölümü	2010-2014

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2015-Halen	Çankırı Aile ve Sosyal Hiz. İl Müdürlüğü Çocuk Evleri	Bakım Personeli