



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**KURAKLIK STRESİ KOŞULUNDA TOPRAĞA VERMİKOMPOST
UYGULAMASININ AYÇİÇEĞİ ÇEŞİTLERİNİN BİTKİ
GELİŞİMİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berkay ARSLAN

Danışman: Prof. Dr. Sezer ŞAHİN

TOKAT-2025

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Sezer ŞAHİN danışmanlığında hazırlamış olduğum "Kuraklık Stresi Koşulunda Toprağa Vermikompost Uygulamasının Ayçiçeği Çeşitlerinin Bitki Gelişimindeki Etkilerinin Belirlenmesi" adlı Yüksek Lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

..... / /2025

Berkay ARSLAN

JÜRİ KABUL VE ONAY

Berkay ARSLAN tarafından hazırlanan “**Kuraklık Stresi Koşulunda Toprağa Vermikompost Uygulamasının Ayçiçeği Çeşitlerinin Bitki Gelişimindeki Etkilerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 10/06/2025 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu değerli çalışmanın hazırlanması ve tamamlanması sürecinde bilgi ve birikimlerini benimle paylaşarak yönümü belirlememe yardımcı olan, öneri ve rehberlikleriyle bana yol gösteren, aynı zamanda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sezer ŞAHİN'e en derin teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca çalışmamın yürütülmesinde katkı sağlayarak desteğini her zaman hissettiren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Seda BİCE hocama içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca bu süreçte karşılıklı dayanışma ve destek ile çalışmamı ve bu sürecin her anında yanı başımda yer alan, çalışmalarım boyunca her konuda desteğini hissettiren sevgili dostum Ziraat Yüksek Mühendisi Mustafa KILINÇ'a büyük bir teşekkür iletmek isterim. Maddi ve manevi anlamda varlığını her zaman hissettiğim, motivasyonumu sürekli yüksek tutmamda ve her konuda yanımda olarak beni cesaretlendiren sevgili arkadaşım Yağmur BULUT'un varlığı ve katkıları ise unutulmazdır; kendisine tüm kalbimle teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans tezim süresince akademik rehberliğiyle, bilimsel yönlendirmeleriyle ve aynı zamanda ağabeyliğiyle yanımda olan, başarıya ulaşmam yönünde bana her daim yol gösteren, kişisel ve akademik gelişimime büyük katkılar sağlayan kıymetli hocam Dr. Nurullah BAYRAM'a da büyük bir minnet duygusuyla teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım boyunca, bana maddi ve manevi anlamda sonsuz desteklerini sunan, gösterdikleri fedakârlık, anlayış ve sabırla bu zorlu süreci kolaylaştıran sevgili aileme özel bir teşekkürü borç bilirim. Babam Kaya ARSLAN ve annem Nurgül ARSLAN'a; verdikleri manevi güç ve eksilmeyen destekleri için gönülden şükranlarımı sunarım.

Son olarak, bu çalışmayı, yaşamım boyunca aldığım her kararda arkamda duran, bana sağlayacağı desteği hiçbir zaman esirgemeyen ve ne yazık ki artık aramızda olmayan sevgili dedem Ahmet ARSLAN'a ithaf ediyorum. Ebediyete intikal etmiş olsa da onun içimde taşıdığım değerli mirası ile bu günlere ulaştığıma inanıyorum. Onun varlığı benim için her zaman bir ilham kaynağı olmuştur ve bu çalışmayı onun aziz hatırasına armağan etmekten büyük bir onur duyuyorum.

ÖZET

KURAKLIK STRESİ KOŞULUNDA TOPRAĞA VERMİKOMPOST UYGULAMASININ AYÇİÇEĞİ ÇEŞİTLERİNİN BİTKİ GELİŞİMİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Arslan, Berkay

Yüksek Lisans, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sezer ŞAHİN

Haziran 2025, vii + 62 sayfa

Bu çalışma sera ortamında 6 farklı ayçiçeği bitkisine farklı sulama kısıtı oranlarının ve toprağa vermikompost uygulamasının bitkinin gelişimi ve yapraklardaki mineral madde konsantrasyonu üzerine etkilerini araştırmak için yürütülmüştür. Araştırmada, kuraklık stresinin etkisini belirlemek amacıyla 3 farklı sulama seviyesi (tam sulama (%100) (D0), tarla kapasitesinin %80'i (D1) ve %60'ı (D2)) kullanılmış ve deneme saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede; bitkisel materyal olarak Ayçiçeği bitkisi (*Helianthus annuus*)'nin P64LP130, LG5461CLP, P64LL62, P642C108, SY SANTOS, SY BARBATİ çeşitleri kullanılmıştır. Her sulama dozunda kuraklık koşullarında toprak organik maddesinin etkisini araştırılması için toprağa %0 ve %5 oranında vermikompost karıştırılmıştır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü kurulmuştur. Bitkilere temel besin elementleri sulama ile birlikte verilmiştir. İncelenen özelliklere göre sulama ve vermikompost uygulaması bitkinin toprak üstü yaş ve kuru ağırlıkları üzerine istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Çeşitlerin genel ortalaması kontrol uygulamasında 34.38 gr/bitki iken vermikompost uygulamasında 43.83 gr/bitki olarak ölçülmüştür. Çeşitlerin kendi aralarında uygulamalara gösterdiği tepkiler farklı olmuştur. Sulama uygulamalarında %60 uygulamalara göre %100 sulama uygulamaları bitkinin yaş ağırlık ve kuru ağırlıklarında neredeyse %70 ile 90 arasında bitki biomasının artışı tespit edilmiştir. Bununla beraber bitkinin mineral madde konsantrasyonları ve alımları sulamanın %100 ve vermikompost uygulamasında yüksek değerlerde bulunmuştur. Çalışmada en düşük sulama kısıtı uygulamasında toprağa vermikompost uygulamasında bitkinin biokütlesinin daha fazla oluşturduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Ayçiçeği, Organik Madde

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF VERMICOMPOST APPLICATION TO SOIL UNDER DROUGHT STRESS CONDITIONS ON PLANT DEVELOPMENT OF SUNFLOWER VARIETIES

Arslan, Berkay

Master's Thesis, Department of Soil Science and Plant Nutrition

Advisor: Prof. Dr. Sezer ŞAHİN

June 2025, vii + 62 page

This study was carried out to investigate the effects of different irrigation restriction rates and vermicompost application to soil on plant development and mineral substance concentration in leaves on 6 different sunflower plants in a greenhouse environment. In the research, 3 different irrigation levels (full irrigation (%100) (I0), 80% (I1) and 60% (I2)) were used in order to determine the effect of drought stress and the trial was carried out as a pot trial. In the experiment; Sunflower plant (*Helianthus annuus*) varieties P64LP130, LG5461CLP, P64LL62, P642C108, SY SANTOS, SY BARBATI were used as plant material. In order to investigate the effect of soil organic matter under drought conditions at each irrigation dose, 0% and 5% vermicompost was mixed into the soil. The research was set up according to a randomized plot design with four replications. Essential nutrients were given to the plants together with irrigation. According to the examined characteristics, irrigation and vermicompost application was statistically effective at 1% significance level on the above ground fresh and dry weights of the plant. While the general average of the varieties was measured as 34.38 gr/plant in the control application, it was measured as 43.83 gr/plant in the vermicompost application. The reactions of the varieties to the applications were different among themselves. In the irrigation applications, an increase of almost 70% to 90% in the fresh weight and dry weight of the plant was detected in 100% irrigation applications compared to 60% applications. However, the mineral substance concentrations and uptakes of the plant were found to be high in 100% irrigation and vermicompost applications. In the study, it was observed that the biomass of the plant was formed more in the vermicompost application to the soil in the lowest irrigation restriction application.

Key Words: Drought, Sunflower, Organic Matter

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK SÖZLEŞME	i
JÜRİ KABUL VE ONAY	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Çalışma yeri ve Bitki Çeşitleri.....	19
3.2.Kuraklık Uygulamaları.....	20
3.3.Toprak ve Vermikompost Özellikleri.....	21
3.4.Araştırma Sürecinde Yapılan Analizler.....	22
3.4.1. Bitki Boyu (cm)	22
3.4.2. Tabla Çapı (cm)	23
3.4.3. Yaş ve Kuru Ağırlıklar.....	23
3.4.4. Yapraklarda Azot Tayini.....	23
3.4.5. Yapraklarda Diğer Besin Elementlerinin Tayini (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, B, Na, Fe)	24
3.4.6. İstatiksel Analizler.....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1.Denemede Kullanılan Toprağın Özellikleri.....	25
4.2.Denemede Kullanılan Vermikompostun Özellikleri.....	25
4.3.Tam Sulama ve Kısıtlı Sulama Koşullarında Farklı Oranlarda Kullanılan Vermikompostun Bitki Gelişim Parametreleri Üzerindeki Etkisi.....	25
4.3.1. Bitki Yaş ve Kuru Ağırlıkları.....	25

4.3.2. Fide Uzunluğu (cm)	30
4.3.3. Tabla Çapı (mm)	32
4.3.4. Yapraklarda Azot İçeriği.....	35
4.3.5. Yapraklarda Diğer Besin Elementlerinin İçeriği (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, B, Na, Fe)	38
4.3.5.1. P (Fosfor) İçeriği.....	38
4.3.5.2. K (Potasyum) İçeriği.....	40
4.3.5.3. Mg (Magnezyum) İçeriği.....	42
4.3.5.4. Ca (Kalsiyum) İçeriği.....	44
4.3.5.5. Fe (Demir) İçeriği.....	46
4.3.5.6. Cu (Bakır) İçeriği.....	48
4.3.5.7. Zn (Çinko) İçeriği.....	50
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	52
6. KAYNAKLAR.....	55

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	21
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan vermikompostun fiziksel ve kimyasal özellikleri....	22
Çizelge 4.1. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin toprak üstü yaş ağırlığı üzerine etkisi (gr).....	26
Çizelge 4.2. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin kuru ağırlığı üzerine etkisi (gr).....	27
Çizelge 4.3. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin fide uzunluğuna etkisi (cm).....	30
Çizelge 4.4. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin tabla çapına etkisi (cm).....	32
Çizelge 4.5. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Azot içeriği üzerine etkisi (%)..	35
Çizelge 4.6. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Fosfor (P) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	38
Çizelge 4.7. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Potasyum (K) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	40
Çizelge 4.8. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	42
Çizelge 4.9. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi (ppm)	44
Çizelge 4.10. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Demir (Fe) içeriği üzerine etkisi (ppm)	46
Çizelge 4.11. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi (ppm)	48
Çizelge 4.12. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi (ppm)	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Denemenin yapıldığı seranın dıştan görüntüsü.....	19
Şekil 3.2. Ayçiçeği bitkisinin gelişme evreleri.....	20
Şekil 3.3. Hasat edilen ayçiçeği örnekleri (soldan sağa %100 - %80 - %60 kuraklık uygulaması).....	22
Şekil 3.4. Azot tayini.....	23
Şekil 3.5. Bitkide yaş yakma yöntemi aşamaları.....	24

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde

°C: Santigrat derece

CO₂: Karbondioksit

m³: Metreküp

kg : Kilogram

g : Gram

Cm: Santimetre

Mm : Milimetre

Ppm : Parts Per Million

μS/cm: Mikrosiemens

N : Azot

P: Fosfor

K: Potasyum

Fe: Demir

Mn: Mangan

S: Kükürt

Zn: Çinko

Cu: Bakır

B: Bor

Na: Sodyum

Ca: Kalsiyum

Mg: Magnezyum



1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünya genelinde gözlemlenen hızlı nüfus artışı, gıda talebinde sürekli bir yükselişe neden olmaktadır. Bu durum karşısında, artan nüfusa paralel olarak tarımsal üretimi sürdürülebilir kılmak amacıyla, mevcut tarım alanları ve su kaynakları üzerinde artan baskılar meydana gelmektedir. Başka bir deyişle, tarım arazilerinin azalması ve su kaynaklarının sürdürülemez kullanımı tarımsal üretimin gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalmasına yol açmaktadır. Dahası, son yıllarda giderek yaygınlaşan kimyasal kullanımı, tarımsal verimliliği artırmayı hedeflese de toprakların kirlenmesine yol açarak uzun vadede verim kaybına ve toprak sağlığında bozulmalara neden olmaktadır. Bu durum, hem bugünkü nesiller hem de gelecekteki yenilenebilir kaynaklar açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

İnsanlar, tarih sahnesine çıktıkları andan itibaren hayatlarını sürdürebilmek için en temel gereksinimlerden biri olan gıda ihtiyacını karşılamak zorunda kalmıştır. İlk dönemlerde, insanlar avcılık ve toplayıcılık faaliyetleriyle geçimlerini sağlarken, bu yaşam tarzı, doğanın sınırlı kaynaklarına bağımlı olmanın getirdiği zorlukları da beraberinde getirmiştir. Zamanla, yerleşik hayata geçişle birlikte, insanlar istikrarlı bir besin kaynağı sağlama arayışına girmişler ve bu arayış, tarımın temellerinin atılmasına vesile olmuştur. Tarımın gelişimi, insanların belirli coğrafi alanlara yerleşmesine, toplumsal yapılar kurmasına ve nüfusların artmasına olanak tanımıştır. Bu süreç, aynı zamanda medeniyetin gelişimini hızlandırarak insanlık tarihine yön veren önemli bir dönüm noktası haline gelmiştir (Ünlü, 2008).

Dünya çapında ve özellikle ülkemizde, hızla artan nüfusun getirdiği büyük baskının aksine, mevcut tarımsal alanların sürekli olarak tarım dışı faaliyetler ve çeşitli çevresel etmenler nedeniyle daraltılması dikkat çekmektedir. Bu durum, gıda güvenliğini sağlamak ve hızla yükselen nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılamakla birlikte tarımsal sanayi için gerekli olan hammaddenin temin edilmesi gerekliliğini daha da önemli hale getirmiştir. Bu bağlamda, tarımsal üretim süreçlerini verimli hale getirmek için mevcut sınırlı arazilerden daha fazla miktarda ve daha yüksek kalitede ürün elde etmek kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Tarımsal üretimi artırma olanakları arasında iki temel strateji ön plana çıkmaktadır. Bunlardan ilki, tarım için kullanılabilecek uygun alanların genişletilmesidir; diğeri ise, mevcut birim alanlardan en yüksek verimi

sağlayabilecek genetik olarak üstün bitki türlerini geliştirmek ve yetiştirmektir. Her iki yaklaşım da verimliliği artırmayı hedeflerken, hangi yöntemlerin uygulanabilir olduğuna dair kapsamlı analizlerin ve yenilikçi teknolojilerin entegrasyonunun önemi vurgulanmaktadır (Dönmez, 1989).

Hem ülkemizde hem de dünya çapında tarıma uygun arazilerin artık en üst sınırına ulaştığı bir dönemden geçmekteyiz. Bu koşullar, tarım faaliyetlerinden daha fazla verim ve kalite elde edebilmek için alternatif yöntemlerin incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu sebeple, modern teknolojiler ve bilimsel metotlar üzerinde çalışmalar yapılmakta ve sürekli olarak bu alanlarda yenilikçi çözümler geliştirilmeye devam etmektedir. Bu kapsamda ise amaç, birim alandan daha verimli ve kaliteli ürünler elde etmek için sürdürülebilir ve etkili stratejiler bulmaktır (Atalay, 2007).

Dünya nüfusunun durmaksızın artış göstermesiyle birlikte, tarımsal ürünlere olan talep de giderek yoğunlaşmaktadır. Bu artan talep doğrultusunda tarımsal faaliyetler daha sık ve yoğun bir biçimde gerçekleştirilmekte, ancak bununla birlikte kullanılan kimyasal girdilerin tarımsal sistemler ve topraklarımız üzerinde olumsuz etkileri gün geçtikçe daha belirgin hale gelmektedir. Bu olumsuz etkiler hem insan sağlığı üzerinde hem de çevresel dengenin bozulmasında ciddi tahribatlara yol açmaktadır. Bu kimyasal maddelerin zararlı tesirlerini hafifletmek ve toprağın doğal verimliliğini yeniden kazanmasına yardımcı olmak amacıyla organik gübrelerin kullanımı günümüzde giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bu bağlamda, tarımsal üretimde doğanın hassas dengesine saygılı olan ve doğaya kendisini yenileme fırsatı tanıyan çeşitli üretim yöntemleri üzerine kapsamlı araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Şimşek-Erşahin, 2007). Bu yeni yaklaşımlar, tarım uygulamalarının çevreye olan olumsuz tesirlerini en aza indirmeyi hedeflerken, bunun yanında sürdürülebilir bir üretim süreci oluşturabilmek için doğal kaynakların korunmasına da büyük önem vermektedir.

Yerleşik hayata geçilmesinin ardından dünya nüfusunun hızlı artışı, beslenme gereksinimlerini de artırmıştır. Sanayileşmenin etkisiyle tarım alanları hızla küçülmeye başladığından, bu ihtiyacı karşılamak amacıyla birim alandan maksimum ürün elde etme yöntemleri üzerinde durulmuştur. Dünyanın genelinde olduğu gibi, ülkemizde de gıda sektörünün temel hammaddelerinden olan bazı bitkilerin ekim alanlarının genişletilmesi ve birim alandan elde edilen üretim miktarının artırılması artık bir zorunluluk hâline

gelmiştir. İnsanlar için önemli bir enerji kaynağı olarak bilinen bitkisel yağlar arasında özellikle ayçiçeği dikkat çekmektedir. Ayçiçeği, tohumlarında bulunan yüksek oranda yağ içeriği (%25-50 arasında değişen) sayesinde dikkat çekerken, ülkemizde üretilen bitkisel yağların yaklaşık %74'ünü karşılayarak yağ sanayisinin en kritik hammaddelerinden biri konumundadır. Bu durum, ayçiçeğinin ne denli stratejik bir öneme sahip olduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir (Arıoğlu, 1999; Göktaş, 2018).

Ayçiçeği, zengin içeriğiyle sağlık alanında da dikkat çekmektedir. İçerdiği yüksek miktardaki doymamış yağ asitleri, özellikle oleik, linoleik ve linolenik gibi yağ asitleri sayesinde kalp ve damar sağlığını olumlu yönde etkileyebilir ve kolesterol seviyelerini düşürmeye katkı sağlayabilir. Aynı zamanda A, D, E ve K vitaminlerini barındırması sebebiyle de beslenmede önemli bir rol oynar (Gürbüz ve ark., 2003). Günlük mutfak kullanımında, ayçiçeği yağı yemeklerde ve kızartmalarda sıklıkla tercih edilirken, yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesi ve bitki artıklarının protein bakımından (yaklaşık %32.3 oranında) zengin yeşil yem veya silaj olarak hayvan yemi şeklinde değerlendirilmesi mümkündür. Ayrıca, sanayi sektöründe de büyük bir öneme sahiptir; boya, kağıt, plastik, sabun, kozmetik ürünler ve yalıtım malzemeleri gibi çeşitli ürünlerin hammaddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ghaffarzadeh, 2005).

Ayçiçeği, Asterales takımına ait ve Asteraceae familyası içinde yer alan, Helianthus cinsine mensup tek yıllık bir bitki türüdür. Helianthus cinsi, çeşitlilik açısından oldukça zengin olup 51 farklı türe ve 19 alt türe ev sahipliği yapar. Bu türlerin özelliklerine bakıldığında, 14'ü tek yıllık bitki olarak yetişirken, kalan 37 tür çok yıllık olarak bilinir (Meral, 2019). Ülkemizde ayçiçeği tarımının kökeni, İkinci Dünya Savaşı sonrasında gerçekleşen göçlerle Bulgaristan'dan getirilen vatandaşların yanında getirdikleri tohumlarla başlamıştır. Bu yeni tarım faaliyetleri yerli halk tarafından da hızla benimsenmiş ve üretim yöntemleri giderek yaygınlaşmıştır. Özellikle 1980'li yıllardan itibaren, hibrit ayçiçeği çeşitlerinin tanıtılmasıyla birlikte, ekim alanlarında ve üretim miktarlarında belirgin bir artış gözlemlenmiştir (Durmaz, 2012).

Ayçiçeği bitkisi, karasal ve ılıman iklim bölgelerinde geniş bir adaptasyon kapasitesine sahiptir ve bu özellik onu farklı iklim koşullarına kolayca uyum sağlayabilen

bir bitki haline getirmektedir. Yüksek adaptasyon yeteneği, sulu ve kuru koşullarda rahatlıkla yetiştirilebilmesi ve ayrıca mekanizasyona olan uygunluğu sayesinde ayçiçeği, diğer yağ bitkilerine göre ciddi avantajlar sunmaktadır (Ergin ve Kaya, 2020). Vejetasyon döneminde toplamda 2600 ile 2850 °C arasında bir sıcaklık ihtiyacı duymaktadır. Ancak, gelişim sürecinde sıcaklıkların 30 °C'yi aşması olumsuz etkiler yaratmakta, eğer sıcaklık 40 °C'nin üzerine çıkarsa çimlenme oranı önemli ölçüde düşmekte ya da tamamen durabilmektedir (Tan, 2007). Bu nedenle, üretim süreçlerinde ideal sıcaklık aralıkları daima gözetilmeli ve buna göre planlamalar yapılmalıdır.

Ayçiçeği, çevresel iklim şartlarının yanı sıra seçilen çeşidin özelliklerine bağlı olarak, ekim işleminin ardından yaklaşık 5 ila 10 gün arasında toprak yüzeyine çıkmaktadır. Ekimden sonraki süreçte, 60 ila 75 günlük bir süre sonunda çiçeklenme evresine geçmektedir. Fizyolojik olgunluğa ulaşma ise ortalama olarak 85 ila 120 gün arasında gerçekleşmektedir. Bu olgunluk döneminden itibaren ise yaklaşık 90 ila 130 gün içinde tarla koşullarında hasat aşamasına gelmektedir (Tan, 2007).

Ayçiçeği, sahip olduğu üstün adaptasyon kabiliyeti sayesinde, ülkemizin pek çok farklı bölgesinde yetişme imkanına sahiptir. Bu özelliği, sadece Trakya'da değil, aynı zamanda diğer çeşitli bölgelerde de bitkisel yağ tüketim ihtiyacını karşılamak açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu nedenle, ayçiçeği yetiştiriciliğinin Trakya dışındaki bölgelerde de artırılması hem üretim çeşitliliğini kazandıracak hem de bitkisel yağ ihtiyacına sürdürülebilir bir şekilde cevap verilmesine katkı sağlayacaktır.

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genel itibariyle kurak koşullara orta derecede dayanıklılık gösteren bir bitki türü olarak tanınsa da, aşırı düzeydeki kuraklık durumları bu bitkinin hem tohum hem de yağ üretiminde belirgin azalmalar meydana getirebilir. Dolayısıyla, ayçiçeği tarımı açısından sürdürülebilir bir üretim rotası oluşturabilmek adına, kuraklık faktörlerinin bitki üzerinde oluşturduğu etkilerin fizyolojik, biyokimyasal, genetik ve agronomik birçok farklı boyutu arasındaki ilişkileri detaylı bir şekilde kavramak hayati derecede önem taşımaktadır (Hussain ve ark., 2018). Kuraklık toleransını artırmak amacıyla tavsiye edilen çeşitli yönetim stratejileri arasına bitki ıslah yöntemleri, bitkinin besin ihtiyaçlarının yapraktan veya topraktan karşılanması, hormon tedavileri, ozmoprotektan kullanımı ve tohumların özel işlemlerden geçirilmesi gibi teknikler dahil edilmiştir. Bu stratejiler, bitkilerin çevresel stres faktörlerine karşı

dayanıklılığını güçlendirmeyi ve dolayısıyla verimliliği korumayı hedeflemektedir. Yapılan araştırmalar, kuru toprak koşullarında bitkilerin topraktan gerekli besin elementlerini alımının belirgin ölçüde azaldığını ve bu durumun bitkilerin sağlıklı bir şekilde işlev göstermesini ciddi anlamda engellediğini ortaya koymuştur. Bu stres koşulları altında bitkinin gelişim süreçleri sekteye uğrar ve verimliliği de hissedilir derecede düşer.

Günümüz dünyasında, iklim değişikliğinin etkileri artık daha yoğun bir şekilde hissedilmeye başlanmış ve bu durum neredeyse her alanda insan yaşamını etkisi altına almıştır. Artan sıcaklıklar, yağış düzenlerindeki önemli değişiklikler ve her geçen yıl sayıları giderek artan meteorolojik felaketler, insanoğlunun günlük yaşamındaki tüm hayati faaliyetleri önemli ölçüde etkilemektedir. İklım değişikliğinin çeşitli sektörler üzerindeki etkileri incelendiğinde, sağlık, ulaşım ve ticaret gibi alanlar da ciddi etkilenmekle birlikte, en fazla zararın görüldüğü alanların başında tarım sektörü gelmektedir. Tarım sektörü, iklim değişikliğinin doğrudan sonucu olarak ürün verimliliği, toprak kalitesi ve su kaynakları konusunda ciddi sorunlarla karşı karşıya kalmakta ve bu da gıda güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. Bu dönüşümlerin sürdürülebilir tarım politikalarıyla dengelenmesi gerekmektedir, zira tarım sektörü yalnızca ekonomik bir faaliyet olmaktan öte, insan yaşamının sürdürülebilirliği açısından hayati bir rol üstlenmektedir. İklım değişikliğinin neden olduğu sıcaklık artışları ve yükselen CO₂ yoğunluğu, bazı bölgelerde kısa vadede tarım ürünlerinin miktarını olumlu etkiliyor gibi görünse de, uzun vadede etkileyerek ürün kalitesinde ve üretim miktarında azalmaya yol açabilmektedir (Akalin, 2014).

Canlıların, yaşamlarını sürdürebilmek için en uygun şartların dışındaki çevresel faktörlere nasıl yanıt verdiklerini incelemek, stres ekolojisi adı verilen ekofizyoloji dalının ana konusunu oluşturur. Bitkilerin stres fizyolojilerini araştırmak, türlerin biyo-coğrafik dağılım sınırlarını anlamamıza, tarım bitkilerinin verimliliğini artırmaya yönelik çalışmalara ve bitki metabolizması hakkındaki bilgi birikimine önemli katkılar sağlar. Kuraklık, tuzlanma, aşırı sıcaklıklar, kimyasal toksisite ve oksidatif stres gibi abiyotik stres unsurları, tarımsal üretimin aksamasına ve çevresel bozulmalara yol açan ciddi tehditler arasında yer alır. Örnek olarak, abiyotik stres dünya genelinde bitkisel verim kaybının en önemli nedenlerinden biri olup, tarımsal ürünlerdeki ortalama verimi

%50'den fazla düşürebilmektedir (Wang ve ark., 2004). Bitkilerin biyotik ve abiyotik stres koşullarına nasıl tepki verdiği ve bu stresin bitki yaşam döngüsündeki gelişim süreçlerine etkileri konusunda biriken bilgiler, yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına olanak tanımıştır (Wasternack, 2007).

Dünya genelinde iklim değişikliğinin sürmesi ve aşırı iklim koşullarının giderek daha fazla görülmesiyle, birçok bölgede bitkisel üretim üzerinde beklenmedik çevresel koşulların olumsuz etkilerinin artmasının kaçınılmaz olduğuna dikkat çekilmektedir (Denby ve Gehring, 2005). Doğal ortamda meydana gelen çeşitli abiyotik stres faktörleri, örneğin aşırı sıcaklık, kuraklık ve tuzluluk gibi etkiler ile biyotik stres kaynakları, örneğin hastalık yapan mikroorganizmalar ve zararlı böcekler, bitkilerin strese girmesine neden olmaktadır. Bu stres faktörleri bitkilerde önemli derecede fizyolojik ve metabolik değişiklikler meydana getirerek onların büyüme ve gelişme süreçlerini olumsuz etkileyebilmekte, dolayısıyla verimliliklerini düşürebilmektedir. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak üretimdeki azalmalar, ekonomik kayıpları da beraberinde getirmektedir. 2050 yılı itibarıyla iklim değişikliği nedeniyle buğday veriminde %8.18, arpada %2.24, mısırdaki %9.11, pamukta %4.53 ve ayçiçeğinde %12.89 oranında düşüş beklenmektedir (Dellal, 2012).

Günümüzde küresel olarak su kaynaklarının hem miktarında hem de kalitesinde yaşanan azalmalar, tarım ve bitki yetiştiriciliği alanında kuraklık stresini her geçen gün daha önemli bir sorun haline getirmektedir. Bu durum, bitkilerin morfolojik ve fizyolojik işlevlerinde önemli değişikliklere yol açarak; yaprak dökümü, kök gelişimi, yaprak büyümesi, yaprak kutikula hacminde değişimler, stomaların hareketi, osmotik denge düzenlemeleri, nitrat indirgenmesi aktivitesi, protein parçalanması süreçleri ile fotosentez ve solunum oranlarında azalmalar gibi çeşitli sorunlara neden olmaktadır (Göksoy ve Turan, 1991). Aynı zamanda dünya nüfusunun hızla artması, kişi başına düşen su tüketim miktarını da önemli ölçüde artırmıştır. Örneğin, 1700'lü yıllarda dünya nüfusunun yaklaşık 700 milyon civarında olduğu dönemde kişi başı su tüketimi 110 m³ idi ve bu miktarın yaklaşık %90'ı tarımsal sulama faaliyetlerinde kullanılıyordu. Ancak 1990'lı yıllara gelindiğinde, su tüketiminin neredeyse 40 kat arttığı belirtilmektedir (Kılıç, 2008). Bu devasa artışa rağmen su kaynaklarının değişmeden kalması, tarımda sulama yöntemlerinin daha kısıtlı ve verimli bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Tarım alanlarının farklı çevresel stres faktörlerinden etkilenme oranları arasında kuraklık, %26 oranıyla en yüksek riski oluştururken, bunu %20 ile mineral madde eksikliği stresi ve %15 oranla soğuk ve don stresi takip etmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Bu durum, ilerleyen süreçlerde tarım alanlarının sürdürülebilirliği üzerinde daha ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Dünya genelinde karasal alanlar düşünüldüğünde, yaklaşık yüzde 16'sının kurak ve yarı kurak özellikler taşıdığı kabul edilmektedir. Bu bölgelerde yaşanan düşük yağış miktarı, düzensiz yağış rejimleri ve sınırlı su kaynakları gibi etkenler, tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde belirgin zorluklara sebep olmaktadır (Kaplukan, 2013). Kuraklık faktörünün dünya genelinde tarımsal amaçla kullanılan toprakların yaklaşık yüzde 26'sını etkilediği göz önüne alındığında, bu durumun kuraklığı en önemli çevresel stres unsurlarından biri olarak öne çıkardığı ifade edilebilir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Öte yandan, ülkemizin geniş bir coğrafi alanda yer alan kesimlerinde yağışlı geçen günlerin sayısı oldukça düşüktür ki bu, kuraklığın ortaya çıkma ihtimallerinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşır.

Meteorolojik kökenli doğal afetler arasında, etkili olma kapasitesi en yüksek olanlardan biri kuraklıktır. Kuraklık, atmosferden beklenen yağış miktarının uzun süreli ve ciddi bir oranda azalması sonucu ortaya çıkan bir doğa olayı olarak bilinir. Bu durum, su kaynakları ve arazi verimliliği üzerinde olumsuz etkiler yaratarak hidrolojik dengeyi bozabilir ve ekosistem üzerinde ciddi baskılar oluşturabilir. Kuraklığın hesaplanmasında, belirli bir bölgedeki yağış miktarı ile buharlaşma ve bitki örtüsü tarafından gerçekleştirilen terleme arasında kurulan denge büyük önem taşır. Kuraklık üzerinde etkili olan faktörler arasında hava sıcaklığı, kuvvetli rüzgarlar ve düşük nem gibi unsurlar da bulunmaktadır. Bu faktörler, kuraklığın şiddetini ve yayılma hızını belirleyen önemli etkenlerdir (Kaplukan, 2013).

Toprak verimliliğinin artırılması ve arazilerin uzun vadeli sürdürülebilirliğinin teminat altına alınması açısından organik gübreleme süreçleri hayati bir öneme sahiptir. Tarımda bu yaklaşımlar, hem verimlilik hem de çevresel denge açısından kritik rol oynamaktadır (Sönmez ve ark., 2019). Organik maddelerin yüksek seviyede bulunması, toprak kalitesinin iyileştirilmesini ve muhafazasını sağladığından, organik ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının temel taşı oluşturmaktadır.

Organik gübreler, sadece mevcut bitkilerin sağlıklı bir Şekilde geliŐmelerini desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda gelecek nesil bitkiler için de besin elementleri açısından zengin ve elverişli bir büyüme ortamı oluşturmaktadır. Bu tür gübreler, toprağın su tutma kapasitesini artırır ve besin elementleri bakımından zenginleŐmesine katkıda bulunarak toprağın yapısını iyileŐtirir. Ayrıca, iyon değişim aktiviteleri üzerinde olumlu etkileri mevcuttur, bu da bitkilerin besin maddelerine daha verimli bir Şekilde ulaŐmasını sağlar. Kimyasal gübrelerin aksine, organik gübreler kullanıldığında azotun yıkanarak kaybolma durumu daha az meydana gelir. Kimyasal gübrelerde ise düşük su tutma kapasitesi nedeniyle azot kaybı daha fazladır, bu da doğrudan ekosistemin sürdürülebilirliği ve korunması açısından önemli bir sorundur. Bu bağlamda, dünya genelinde ve ölkemizde organik tarıma olan talep gittikçe artış göstermektedir, çünkü tarımda kimyasal kullanımı azaltarak çevresel dengeyi koruma çabalarına daha fazla katkı sağlanmaktadır (Jakse ve Mihelic, 1999; Abacıoğlu ve ark., 2020).

Solucan gübresi, diğer adıyla vermikompost, hem evsel hem de endüstriyel kökenli atıkların yanı sıra bitki ve hayvan artıklarının solucanlar ve mikroorganizmalar aracılığıyla humus benzeri, zengin bir yapıya dönüŐtürölmesi sonucunda elde edilen doğal bir gübreleme yöntemidir. Bunun nedeni, toprak solucanlarının organik materyallerin geri dönüşümünde oynadığı kritik rol sebebiyle kompost iŐlemlerinde tercih edilen canlılar arasında öne çıkmasıdır. Orta sıcaklıklarda gerçekleştirilen bir kompost tipi olan bu vermikompostlar, uygulandıkları bitkilerde daha kısa sürede olumlu etkilerini göstermeye baŐlamakta, bu da onların pratik kullanımını artırmaktadır. Aynı zamanda, vermikompostların ürün verimliliği ve kalite üzerinde de son derece baŐarılı sonuçlar sağladığı gözlemlenmiştir (Yüksek ve ark., 2019). Vermikompost içerisindeki faydalı mikroorganizmalar, bitki kök bölgesine yerleŐerek kökle etkileŐimde bulunan rizosfere çeşitli antibiyotikler, enzimler (üreaz, fosfataz, ̢-glikosidaz gibi) ve bitki gelişimini düzenleyen hormonlar (oksin, sitokinin, gibberellik asit gibi) salgılar (Maltaş ve ark., 2017). Bu açıdan bakıldığında, vermikompostlar ince yapıda, yüksek gözeneklilik özelliğine sahip, su tutma kapasitesi yüksek ve mikrobiyal aktivitesi zengin turba benzeri bir malzeme olarak mükemmel bir toprak düzenleyici iŐlevi görür (Atiyeh ve ark., 2001).

Vermikompost uygulamalarının sağladığı çeşitli olumlu etkiler, tarım sektörü üzerindeki ekonomik ve ekolojik katkılarıyla dikkat çekmekte ve bu nedenle de hem

çiftçiler hem de sürdürülebilir tarım için önemli bir yere sahip olmaktadır. Bu yöntem, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra, tarımsal faaliyetlerde sulama ihtiyacını önemli ölçüde azaltarak su tasarrufu sağlar ve aynı zamanda pestisitlere karşı doğal bir koruma kalkanı oluşturur. Dahası, vermikompost yöntemi, hızla artan nüfus ve sanayileşme ile beraber çoğalan kirlilik yükünün hafifletilmesinde etkili olur; bu da katı organik atıkların ve artıkların işlenmesi süreçleriyle gerçekleştirilir ve çevreye olan faydaları artırır (Manyuchi ve Phiri, 2013). Bu bağlamda, yapılan bilimsel çalışmalar, vermikompost uygulamalarının ticari ve ekolojik açıdan oldukça değerli olan ve yüksek verimlilik sergileyen bitkisel ürünlerin yetiştirilmesine olanak tanıyan bir katkı sunduğunu kanıtlamıştır. Bu sebeple, dünyanın farklı bölgelerinde ve ülkemizde geniş bir ilgi görmektedir (Erşahin, 2007; Punde ve Ganorkar, 2012; Abacıoğlu ve ark., 2020).

Bu nedenlerle, tarımsal üretim alanında, doğal düzeni koruyarak doğaya kendi kendini yenileme şansı tanıyacak alternatif üretim yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır (Şimşek-Erşahin, 2007). Pek çok ülkede duyarlı üreticiler ve tüketiciler, ekolojik dengeye zarar vermeyen, insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri bulunmayan, hava, su ve toprak kirliliğine yol açmayan tarımsal ürünleri yetiştirmek ve tüketmek amacıyla organizasyonlar kurmuşlardır. Geleneksel tarımın alternatifi olarak ortaya çıkan ve genel anlamda çevre dostu üretim yöntemleri olarak tanımlanabilecek olan sürdürülebilir tarım, iyi tarım uygulamaları, düşük girdili tarım ve organik tarım gibi uygulamalar hızla gündemin önemli bir parçası haline gelmiştir (Kurtar ve Ayan, 2004). Bu yöntemler hem çevresel sürdürülebilirlik sağlamak hem de geleceğin sağlıklı toplumlarını oluşturmak için giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Bitkilerin büyüme süreçleri, gelişim aşamaları, mahsul verimliliği ve ürün kalitesi, çevresel stres faktörlerinden biri olan kuraklık durumunda büyük ölçüde olumsuz etkilenmektedir. Kuraklık stresi, bitkilerin suya erişimini kısıtlayarak fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerini sekteye uğratar ve bu durum, hem ürün miktarında hem de ürün kalitesinde ciddi kayıplara neden olur. Bu bağlamda, kuraklık stresinin etkilerini azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar, kullanılan yöntemlerin etkinliği ve uygulamaların doğru şekilde hayata geçirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada temel amaç, kuraklık koşulları altında toprağa organik madde olarak vermikompost eklenmesinin ayçiçeği bitkisinin çeşitleri üzerindeki gelişimsel etkilerini, özellikle biyokütle (biomas) artışı açısından incelemektir. Ayçiçeği, derin kök yapısına sahip olmasına rağmen, kuraklık stresi karşısında hassasiyet gösteren önemli bitki türlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Kurak şartlar altında yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinde büyüme hızı belirgin bir şekilde azalırken, buna bağlı olarak verimde düşüş ve ürün kalitesinde kayıp gibi sorunlar gözlemlenmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için ortaya konulan çözüm yollarından biri olan vermikompost uygulaması, toprağa organik madde katkısı sağlayarak kuraklık stresinin bitki üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletme potansiyeli taşımaktadır. Vermikompostun içeriğindeki zengin besleyici maddeler ve toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirme özelliği, bitkinin su tutma kapasitesine katkıda bulunarak stres altında dahi sağlıklı gelişim gösterebilmesini mümkün kılabilir.

Dolayısıyla, bu çalışmada, kuraklık koşullarında toprağa organik madde ilavesinin ayçiçeği çeşitlerinin biyokütle oluşumu üzerindeki etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Elde edilen veriler, hem tarım sektöründe sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaştırılmasına hem de kurak koşullarda üretim verimliliğinin artırılmasına katkı sunabilecek nitelikte olacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Huerta ve arkadaşları (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, biber yetiştirilerek bu bitkinin çeşitli özellikleri üzerinde vermikompostun etkileri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Araştırmacılar, vermikompostun biber bitkisi üzerinde meyve sayısı, meyve boyutu ve yaprak ağırlığı gibi önemli faktörler üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde incelemişlerdir. Yapılan deneyler sonucunda, vermikompostun bitki gelişimine olumlu katkıda bulunduğu ve genel olarak bitkilerin veriminde artış sağladığı belirlenmiştir. Bu bulgular, vermikompostun tarımsal uygulamalarda kullanılmasının faydalarını ortaya koymakta ve bitki yetiştiriciliğinde vermikompost kullanımının verimi artırıcı bir unsur olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Nada ve arkadaşlarının (2011) gerçekleştirdikleri çalışmada, belirli oranlarda vermikompost uygulanmış toprak üzerinde çim tohumu karışımı ekimi yapmışlardır. Uygulanan vermikompost oranları %0, %3, %12.5 ve %25 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmanın amacı, vermikompostun toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini derinlemesine incelemek olmuştur. Elde edilen sonuçlar, artan vermikompost oranlarının toprak koşullarını gözle görülür bir şekilde iyileştirdiğini göstermiştir. Toprak yapısının daha sağlıklı hale gelmesiyle birlikte, hem fiziksel hem de kimyasal açıdan olumlu gelişmeler saptanmıştır. Bu bulgular, toprağın iyileştirilmesine yönelik organik madde kullanımının önemine dikkat çekmektedir.

Rodriguez-Quiroz ve arkadaşları (2011) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, barbunya bitkisinin çimlenme sürecinde farklı oranlarda kullanılan vermikompostun etkileri incelenmiştir. Bu araştırmada, çorak topraklara sırasıyla %0, %25, %50, %85 ve %100 oranlarında vermikompost eklenmiştir. Elde edilen veriler ışığında yapılan kimyasal analizler sonucunda, bitkilerin çimlenme oranları, büyüme durumları ve azot içerikleri dikkatlice ölçülmüştür. Araştırmanın bulguları, vermikompost ilavesi yapılan barbunya bitkisinin daha hızlı çimlenme gösterdiğini ve buna ek olarak daha sağlıklı ve verimli gelişme sunduğunu ortaya koymuştur. Ancak, %85 ve %100 oranında vermikompost eklenen bitkilerde ise çimlenmenin diğer gruplara kıyasla daha düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Bu durum, yüksek oranda vermikompost kullanımının çimlenmeye olumsuz etki edebileceğine işaret etmektedir.

Yavuz ve Çiftçi 2016 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, damla sulama yöntemi kullanılarak sulanan ayçiçeği bitkisinde, farklı sulama aralıkları (S) ve bitki-pan katsayılarının (Kcp) dane verimi ve diğer verim parametreleri üzerindeki etkilerini iki yıl boyunca incelemiştir. Çalışmada üç farklı sulama aralığı (S5: 5 gün, S10: 10 gün, S15: 15 gün) ve beş farklı bitki-pan katsayısı (Kcp1.25: pandan buharlaşmanın %125'i, Kcp1.00: pandan buharlaşmanın %100'ü, Kcp0.75: pandan buharlaşmanın %75'i, Kcp0.50: pandan buharlaşmanın %50'si su uygulaması ve Kcp0.00: sulama yapılmayan konu) kullanılmıştır. Bu konular arasında verimdeki düşüş, en yüksek verim alınan konuya kıyasla %0.7 ile %8.0 arasında değişiklik göstermiştir.

Özel ve Gökkuş 2016 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) ve yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) bitkilerinin, farklı sulama seviyeleri olan %100, %75, %50 ve %25 tarla kapasitesi altında bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri incelenmiştir. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak dört tekerrürlü bir şekilde planlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, uygulanan sulama seviyeleri, her iki bitkide de bitki boyu, toprak üstü yaş ve kuru kütle, toplam kütle, toprak üstü kuru madde oranı, toprak altı kütlesi, yaprak sayısı ve alanı ile özgül yaprak ağırlığı gibi önemli karakteristikler üzerinde belirgin etkiler göstermiştir. Ayrıca, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil miktarları da bu sulama düzeylerinden etkilenmiştir. Ancak, yaprakların oransal nemi, yaprak sıcaklığı ve hücre zarı zarar görme indeksi gibi özellikler üzerinde sulama seviyelerinin etkisi önemli bulunmamıştır. Bu bulgular ışığında, Macar fiği ve yem bezelyesi tarımında en uygun sulama stratejisi olarak, topraktaki yararlı su miktarı %75 tarla kapasitesine indiğinde sulama yapılması tavsiye edilirken, kuraklık stresi ihtimalinin yüksek olduğu durumlarda ise yem bezelyesi yetiştiriciliğinin daha uygun olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Kutlu Sezer ve Bender Özenç (2018) tarafından gerçekleştirilen bu kapsamlı çalışmada, killi tın ve kumlu tın gibi farklı tekstürel özelliklere sahip topraklarda mısır bitkisi yetiştirilmeye odaklanılmıştır. Bu araştırma çerçevesinde, fındık zürufu kompostu farklı miktarlarda (0 ton/da, 3 ton/da, 6 ton/da ve 8 ton/da olarak) eklenmiş ve bu kompostun etkisi altında su stresi koşulları (%75, %50, %25 oranlarında sulama) uygulanarak mısır bitkileri yetiştirilmiştir. Mısır bitkilerinin büyüme sürecinde, özellikle sapa kalkma evresinde hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinde bitkilerin

kök gövde ağırlıkları, kök gövde oranları, boy uzunluğu gibi fiziksel gelişimleri ile birlikte azot, fosfor ve potasyum içerikleri gibi kimyasal özellikleri titizlikle incelenmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde en yüksek verim, 8 ton/da oranında kompost uygulamasında kaydedilmiş ve tüm verilerin değerlendirilmesi sonucunda toprağa 8 ton/da oranında fındık zürufu kompostu eklenmesi ve %50 oranda sulama yapılmasıyla verimin maksimum düzeye ulaşabileceği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, kompost kullanımı ve uygun sulama seviyelerinin mısır tarımında verim artışı sağlamak için önemli stratejiler sunduğunu göstermektedir.

Çamoğlu ve ark. (2018), yılında gerçekleştirdikleri araştırmalarında, sofralık domates bitkisine su stresi uygulayarak bu koşulların bitkinin su tüketimi, sulama verimliliği ve çeşitli fizyolojik özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deneme kapsamında, tam sulama koşulu olarak %100 sulama yapılmış ve bunun yanında, suyun %25, %50 ve %75 oranlarında azaltıldığı farklı su stres seviyeleri uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçlarında, su stresine maruz bırakılan sofralık domateslerde üretim veriminin düştüğü ve bitkilerin fizyolojik özelliklerinde birtakım olumsuz değişikliklerin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu durum, bitkilerin optimal gelişim süreçlerinin su stresine nasıl etkilendiğini açık bir şekilde ortaya koymuştur.

Korkmaz'ın 2018 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, su stresine karşı duyarlılığıyla bilinen çilek bitkisi üzerinde üç farklı sulama oranı uygulanmıştır. Bu kapsamda, bir grup bitkiye tam sulama oranı olan %100'lük sulama uygulanırken, diğer gruplar %70 ve %40 oranında sulamaya tabi tutulmuştur. Bununla birlikte, deneyde bitkilere 25 ppm hümitik asit ve 2.5 ppm silikon da eklenmiştir. Bu eklemelerin amacı, bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin yanı sıra makro besin elementi içerikleri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektir. Artan su stresinin bitki üzerinde negatif etkiler gösterdiği gözlemlenmişse de, hümitik asit ve silikonun kullanımının bu olumsuz etkilerin hafifletilmesine katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Öztürk ve Korkut, 2018 yılında gerçekleştirdikleri bir araştırmada, ekmeklik buğday bitkisinin çeşitli gelişim evrelerinde uygulanan su stresinin verim ve verim unsurlarındaki değişimlere olan etkisini incelemişlerdir. Bu kapsamda, çalışmada 15

farklı buğday genotipi kullanmışlar ve her biri üç tekerrür olmak üzere bir deneme düzeni oluşturmuşlardır. Araştırma kapsamında özellikle başak sayısı, tane sayısı, genel verim ve başak uzunluğu gibi önemli özelliklere odaklanılmıştır. Araştırmanın sonuçları, su stresinin uygulandığı tüm farklı dönemlerde, tane veriminin azaldığını göstermiştir. Su stresi uygulanmayan dönemlerde ise en yüksek verime ulaşıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, elde edilen veriler, sapa kalkma döneminde uygulanan su stresinin verimi, tane dolum döneminde uygulanan stresten daha fazla olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, buğday yetiştiriciliğinde stratejik sulama zamanlamasının önemini vurgulamaktadır.

Durukan ve arkadaşları tarafından 2019 yılında gerçekleştirilmiş ve tarımsal üretimde giderek daha fazla ilgi gören vermikompostun mısır bitkisinin büyüme ve verim üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Bu çalışmada, deneme alanından alınan toprak numuneleri detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve bu analiz sonuçları, toprakların siltli-killi-tin tekstürüne sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, toprağın hafif alkalın pH değerine, kireç içeriğine ve tuzluluk sorunu taşımamasına rağmen, organik maddece oldukça fakir bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma üç tekrarlı olarak tasarlanmış ve tüm saksılara temel gübreleme kapsamında azot, fosfor ve potasyum uygulanmıştır. Bunun yanı sıra, denemede kullanılan vermikompost dozları %0, %10, %20, %30, %40 ve %50 olacak şekilde belirlenmiş ve bu dozlar planlanan parsellere ekimle birlikte uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, vermikompost uygulamaları mısır bitkisinin toprak üstü aksam gelişimini dikkate değer ölçüde artırmış, aynı zamanda bitkinin bazı önemli mikro ve makro besin elementlerinin konsantrasyonlarında anlamlı değişikliklere neden olmuştur. Elde edilen bulgular, vermikompostun tarımsal üretimde hem bitki gelişimi hem de besin elementleri açısından olumlu etkiler sunabileceğini göstermiştir.

Şahin ve Kaya tarafından 2019 yılında gerçekleştirilen araştırmada, Türkiye'nin en önde gelen ayçiçeği üretim merkezi olan Trakya Bölgesi'nde iki farklı noktada gerçekleştirilen verim denemeleri kapsamında, kuraklık koşullarında ayçiçeği hibritlerinde tohum verimi ve kalitesini belirleyen biyolojik ve morfolojik indekslerin etkisi ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına baktığımızda, tane ve yağ verimi, yağ oranı, bitkilerin boy uzunlukları, klorofil miktarları, yeşil ve kuru kök

ağırlıkları gibi özellikler ile yaprak sayısı ve yaprak alanlarının yanı sıra hektolitre ağırlığı gibi parametreler; ayrıca bu hibritlerin canavar otuna (*Orobancha spp.*) olan direnç seviyeleri, her iki lokasyonda da belirleyici faktörler olarak saptanmıştır. Bu faktörlerin her biri, ayçiçeği yetiştiriciliğinde verimliliğin artırılması ve kalite standartlarının yükseltilmesi bakımından kritik öneme sahiptir.

Ekinci ve Başbağ (2019) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, pamuk bitkisine tarla kapasitesinin doyumluk dereceleri farklı şekillerde uygulanarak bitkinin morfolojik özellikleri üzerinde nasıl bir etkiye bulunduğu detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan deneme, üç tekerrürlü bir dizayn ile gerçekleştirilmiş ve %100, %80, %60 ve %40 oranlarında su kısıtı uygulanarak çeşitli kuraklık stresi seviyeleri oluşturulmuştur. Araştırmanın bulgularına göre kuraklık stresi koşulları, bitkinin ana kök uzunluğu üzerinde olumsuz bir etkiye neden olurken; bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alan indeksi gibi özellikler üzerinde pozitif etkiler gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, bitkilerin su stresine karşı farklı tepkiler geliştirdiğini ve farklı doyumluk seviyelerinin bu tepkileri nasıl şekillendirdiğini açıkça göstermektedir.

Kıran (2019) bu çalışmada, kuraklık stresine maruz bırakılmış olan kıvırcık salata bitkisine uygulanan farklı dozlarda vermikompostun etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Bu doğrultuda, vermikompostun uygulanma oranları %0, %2.5 ve %5 olarak belirlenmiş, bu süreçte bitkilerin makro ve mikro besin maddesi içeriklerindeki değişimler düzenli olarak gözlemlenmiştir. Özellikle kuraklık stresinin seviyeleri %100, %50 ve %25 şeklinde tanımlanarak, bu durumlar kontrol grubu, orta derecede kuraklık ve ileri derecede kuraklık olarak kategorize edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, kuraklık stresi altında bulunan ve aynı zamanda vermikompost uygulanan bitkilerde azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi makro besin maddelerinde artış görülmüş, buna karşılık demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn) ve bakır (Cu) gibi mikro besin oranlarında düşüş saptanmıştır. Bu sonuçlar, uygulanan stres ve gübreleme yönteminin besin elementi dağılımında nasıl bir etki yarattığına dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Durukan ve arkadaşları tarafından 2020 yılında gerçekleştirdikleri araştırma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi'nin Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü'ne ait seralarda yapılan kapsamlı bir denemeyi kapsamaktadır. Bu çalışmada, farklı oranlarda (yüzde 0,

yüzde 10, yüzde 20, yüzde 30, yüzde 40 ve yüzde 50) uygulanan vermikompostun mısır bitkisinin verimine ve besin elementi içeriklerine olan etkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu kapsamda özellikle mısır bitkisinin yeşil aksam kuru madde oranı ile azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) gibi besin elementlerinin içerikleri değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre, kuru madde oranının en yüksek olduğu bitkiler, yüzde 40 oranında vermikompost uygulanan bitkide görülmüştür. Makro besin elementlerinin içeriğinin ise, kullanılan vermikompost miktarının artışıyla birlikte paralel olarak arttığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, vermikompost uygulaması arttıkça mikro element içeriğinin azalma eğiliminde olduğu ortaya çıkmıştır. Bu araştırma bulguları, tarımsal üretimde vermikompost kullanımının potansiyel faydaları ve sınırlamaları hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır.

Şahin ve arkadaşları (2020) bu çalışmada, biber fidesi yetiştirme ortamına farklı oranlarda vermikompost eklenmesinin fidenin gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmada, fide yetiştirme ortamı oluşturulurken torf ve perlit karışımı tercih edilmiş; bu karışımda torfun oranı %30, perlitin oranı ise %70 olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında vermikompost oranları ise %5, %10 ve %20 olarak ayarlanmıştır. Ayrıca, bitki besin desteği amacıyla gübreleme iki farklı dozda uygulanmıştır; bunlar tam gübreleme ve yarı gübreleme olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Araştırmanın sonucunda, çıkış oranı, gövde uzunluğu, yaprak sayısı, yaş ağırlık ve kuru ağırlık gibi gelişim özelliklerinde özellikle %10 ve %20 oranında vermikompost eklenmesinin olumlu etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, uygun vermikompost oranlarının biber fidelerinin sağlıklı gelişimini teşvik edebileceğini işaret etmektedir.

Aktaş ve Yüksel (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, vermikompostun farklı tekstürel özelliklere sahip topraklarda yol açtığı değişimleri incelemek amacıyla kapsamlı bir saksı denemesi yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda, vermikompost uygulamasının toprakların kimyasal nitelikleri üzerinde belirgin ve olumlu etkiler yarattığı tespit edilmiştir. Özellikle organik madde içeriğinin zenginleştiği, toprak pH seviyelerinde düzenlemeler olduğu, elektriksel iletkenlik değerlerinin değiştiği ve katyon değişim kapasitesinde anlamlı artışlar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, vermikompostun yalnızca kimyasal değil, fiziksel özellikleri üzerinde de dikkat

çekici bir iyileştirme sağladığı belirlenmiştir. Toprak yapısının daha stabil bir forma kavuştuğu, agregat stabilitesinin önemli ölçüde arttığı ve bu süreçlerin toplamında toprak yoğunluğunun azaldığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgular, vermikompostun toprak verimliliğini artırmak ve toprağın sürdürülebilirliğini desteklemek adına önemli bir katkı sunduğunu göstermektedir.

Demirel ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan araştırmada, sıklamen süs bitkisinin iki farklı türü üzerinde su stresinin etkilerini inceleme amacı güdülmüştür. Bu amaçla, bitkilere çeşitli oranlarda sulama uygulamaları (%100 tam sulama, %75, %50 ve %25) yapılmıştır. Araştırma kapsamında, bitkilerin su tüketimi, bitkisel özellikleri, stoma kalınlığı ve klorofil miktarı gibi bir dizi özellikte meydana gelen değişiklikler titizlikle gözlemlenmiştir. Her bir sulama düzeyi için hem fizyolojik hem de morfolojik özellikler detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, su stresinin bitkilerin fizyolojik ve morfolojik tüm özellikleri üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı açıkça ortaya konmuştur. Bu bulgular, su yönetiminin bitki sağlığı üzerindeki etkileri hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır.

Azdemir (2021) yaptığı çalışmada, vermikompost kullanımının safran bitkisinin gelişim özellikleri üzerindeki etkilerini ayrıntılı bir şekilde incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma kapsamında, vermikompost farklı yüzdelerde %0, %10, %25, %50, %75 ve %100 olmak üzere, üç tekrarlı deneylerle uygulanmıştır. Araştırmada, safran bitkisinin çeşitli gelişim özellikleri, örneğin sürgün sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak adedi, çiçek miktarı, yavru korm sayısı ve yavru korm verimi gibi parametreler dikkatle değerlendirilmiştir. Safran bitkisi yetiştiriciliğinde, eğer temel amaç stigma verimini artırmak ise %75 oranında vermikompost kullanımının bu verimi önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Aynı şekilde, yavru korm üretimi hedefleniyorsa, bu durumda %25 oranında vermikompost uygulamasının tercih edilmesi gerektiği ortaya konmuştur.

Toprak ve Şenyiğit (2021) gerçekleştirdikleri araştırmada, çeşitli dozlarda solucan gübresi (0 g, 3.5 g, ve 7 g) kullanarak ve farklı sulama yöntemleri uygulayarak fesleğen yetiştirmişlerdir. Bu sulama yöntemleri tam sulama (%100), kısıtlı sulama (%75, %50, %25) ve hiç sulamama (%0) şeklinde kategorize edilmiştir. Araştırmanın amacı, bu uygulamaların fesleğen bitkisinin vejetatif özellikleri üzerindeki etkilerini gözlemlemek

olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, sulama farklılıklarının fesleğenin vejetatif karakteristikleri üzerinde etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak, kullanılan farklı solucan gübresi dozlarının bitki üzerindeki vejetatif etkileri açısından belirgin bir değişiklik yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kösem ve Kulak (2022) çalışmalarında, fesleğen bitkisi üzerinde sıvı vermikompost uygulamasının (25, 50, 75 ve 100%) kuraklık stresi altındaki bazı tarımsal özellikler ve fenolik bileşikler üzerindeki etkisini incelemiştir. Beklendiği gibi, kuraklık stresi bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, yaprak uzunluğu ve yaprak çapı gibi özelliklerde olumsuz sonuçlar yaratmıştır. Diğer yandan, vermikompost uygulamaları yaprak uzunluğu dışındaki tüm parametrelerde önemli ölçüde olumlu etkiler göstermiştir. Kuraklık stresi ile vermikompostun etkileşimi ise yalnızca kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığında anlamlı değişimler meydana getirmiştir. Bu bulgular, vermikompostun kuraklık koşulları altındaki bitki gelişimini nasıl iyileştirebileceği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Akgün (2023) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, iki farklı organik gübre türü, vermikompost ve ahır gübresi, belirli oranlarda (%0, %1.5, %3 ve %6) karıştırılarak toprağa uygulanmıştır. Bu uygulamaların ardından tere bitkisi ekilmiş ve bitkideki makro ve mikro besin elementlerinin içerikleri üzerinde oluşturduğu etkiler detaylı bir şekilde incelenmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda, bitkinin besin elementi içeriklerinde en anlamlı artışın, %1.5 oranında vermikompostun uygulandığı toprak örneklerinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, vermikompostun belirli bir dozda kullanıldığında bitkinin besin seviyelerini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Yeri ve Bitki Çeşitleri

Çalışma 2024 yılı Eylül ayında Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü deneme arazisinde bulunan serada yürütülmüştür. Saksılar hacim ağırlığı yaklaşık 4.000 g/cm^3 olacak şekilde elenmiş topraklarla doldurulmuştur. Araştırmada, kuraklık stresinin etkisini belirlemek amacıyla 3 farklı sulama seviyesi (tam sulama (%100) (D0), tarla kapasitesinin %80'i (D1) ve %60'ı (D2)) kullanılmış ve deneme saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede; bitkisel materyal olarak Ayçiçeği bitkisi (*Helianthus annuus*)'nin P64LP130, LG5461CLP, P64LL62, P642C108, SY SANTOS, SY BARBATİ çeşitleri kullanılmıştır. Her sulama dozunda kuraklık koşullarında toprak organik maddesinin etkisini araştırılması için toprağa % 0 ve % 5 oranında vermikompost karıştırılmıştır.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü kurulmuştur. Buna göre çalışmada toplamda (3 kuraklık seviyesi X 2 vermikompost dozu X 4 tekerrür X 6 çeşit) 144 saksı ile çalışılmış ve her saksıda bir tane bitki bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Denemenin Yapıldığı Seranın Dıştan Görüntüsü



Şekil 3.2. Ayçiçeği Bitkisinin Gelişme Evreleri

3.2. Kuraklık Uygulamaları

Bitkilere verilen sulama suyu miktarı, saksılardaki nem miktarının taşınabilir nem ölçer (HH2 Moisture Meter, WET Sensor, Delta-T Devices, Cambridge, England) ile hacim esaslı olarak hesaplanıp verilmiştir. Planlı sulamalara bitki çıkışlarından 10 gün sonra başlanılmıştır. Sulamayı uygulayabilmek için öncelikle kullanılan nem ölçerin denemede kullanılan toprak materyaline göre kalibrasyonu yapılmış ve daha sonra ortamın tarla kapasitesinde tuttuğu hacimsel nem miktarı belirlenmiştir. Yapılan her sulama uygulamasında tam sulama (%100) yapılan kontrol konusuna (D0) eksilen toprak neminin yeniden kazandırılması için tekrar tarla kapasitesine ulaşacağı şekilde sulama suyu verilmiştir. Kuraklık etkilerinin görülmesi amaçlanan diğer iki konuda tarla kapasitesinin %80 (D1) ve %60'ı (D2) miktarında sulama yapılmıştır. Sera içi sıcaklık

ölçümü günlük olarak yapılmış ve ortalama minimum – maksimum sıcaklık değerleri kaydedilmiştir.

Bitkilere normal gelişimlerinin sağlanması için 200 ppm N, 100 ppm P, 150 ppm K, 5 ppm Fe ve 3 ppm Zn besin elementleri DAP, Potasyum nitrat, Üre, çinko sülfat ve demir sülfat gübrelerinden verilmiştir.

3.3. Toprak ve Vermikompost Özellikleri

Çalışmada kullanılan toprak özellikleri Çizelge 3.1’de ve toprağa karıştırılan vermikompost gübresinin özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kireç (%)	16.80
pH (1 : 2.5)	7.92
Total tuz %	0.044
Organik madde (%)	1.17
Total N (%)	0.14
Yarayışlı P (kg/da)	1.37
Tekstür	Killi tın
Demir (ppm)	1.86
Çinko (ppm)	0.32

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan vermikompostun fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH (1 : 2.5)	7.80
EC (1 : 2.5) μ S/cm	1450
Organik madde (%)	48,95
Total N (%)	1.90
C/N	14.94
P (%)	2.05
K (%)	0.8

3.4.Araştırma Sürecinde Yapılan Analizler

3.4.1. Bitki boyu (cm)

Hasat öncesi bitki boyları cetvel yardımı ile ölçülmüştür.



Şekil 3.3. Hasat Edilen Ayçiçeği Örnekleri (Soldan Sağa %100 - %80 - %60 Kuraklık Uygulaması)

3.4.2. Tabla apı (cm)

Hasat ncesi tabla çapı cetvel yardımı ile ölçülmüştür.

3.4.3. Yaş ve kuru ağırlıklar

Tohum ekiminden 55 gün sonra bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek toprak şt (yaprak, gövde) yaş ve kuru ağırlığı ile köklerde yaş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir.

3.4.4. Yapraklarda azot tayini

Her tekerrürden tesadüfen alınan örnekler 70 C'de kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, 1 mm'lik elekten geçebilecek incelikte ğtlerek, bitki besin elementleri analizleri için hazır hale getirilmiştir. Örneklerin (1 g) azot içeriğı salisilik + sülfürik asit + tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner ve Mulvaney, 1982).



şekil 3.4. Azot Tayini

3.4.5. Yapraklarda diğ er besin elementlerinin tayini (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, B, Na, Fe)

Çalışmada bitki yapraklarında kurutulmuş ve          bitki örneklerinin (1 g) P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) asit ile tabi tutulduktan (Mertens, 2005) sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okunmak suretiyle belirlenmiştir.



şekil 3.5. Bitkide Yaş Yakma Yöntemi Aşamaları

3.4.6. İstatiksel analizler

Kuraklık ve vermikompost dozlarının bitkilerin verim parametreleri ve yaprakta besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri varyans analizi ile test edilmiş ve uygulamalar arası farklar DUNCAN gruplandırılması ile gruplandırılmıştır. Analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında tarımsal üretimde kullanılan su kaynaklarının hızla tüketilmesi ve iklim değişikliğine de bağlı olarak bitkisel üretimde karşılaşılan önemli abiyotik stres faktörlerinden olan kuraklık stresinin altı farklı ayçiçeği çeşidinin bitki gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır.

4.1.Denemede Kullanılan Toprağın Özellikleri

Denemede kullanılan toprak örneğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1. de verilmiştir. Killi tın bünyeli toprak orta dereceli alkali reaksiyonlu, tuzsuz, çok kireçli, az derecede organik maddeye, iyi derecede azota, orta derecede fosfora ve çok düşük derecede alınabilir katyonlara sahiptir.

4.2.Denemede Kullanılan Vermikompostun Özellikleri

Denemede kullanılan verмикompostun kimyasal özellikleri Çizelge 3.2. de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde verмикompostun toprağa uygulanmak için ortalama değerlerde olduğu görülmektedir.

4.3.Tam Sulama ve Kısıtlı Sulama Koşullarında Farklı Oranlarda Kullanılan Vermikompostun Bitki Gelişim Parametreleri Üzerindeki Etkisi

4.3.1. Bitki yaş ve kuru ağırlıkları

Ayçiçeği çeşitlerinin serada saksı ortamında verмикompost ve sulama kısıtı uygulamalarında göstermiş oldukları gelişim durumları Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin toprak üstü yaş ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.1’de incelendiğinde çeşitler arası farkın istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde, sulama kısıtı uygulamalarının istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde ve toprağa %5 oranında verмикompost uygulamalarının bitki yaş ağırlık üzerine etkisinin istatistiksel

olarak %1 önem seviyesinde etkili olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyonlar arasında istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin toprak üstü yaş ağırlığı üzerine etkisi (gr)

Çeşitler	Sulama	Yaş Ağırlık	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	43.61	59.25
	%80	35.62	44.66
	%60	22.40	33.33
Ort.		33.56bc	45.3 a
LG5461CLP	%100	45.80	61.15
	%80	42.32	55.14
	%60	26.82	33.22
Ort		37.6 b	49.6 a
P64LL62	%100	22.41	53.34
	%80	35.74	48.43
	%60	25.60	24.43
Ort		27.3 c	41.6 ab
P64LC108	%100	47.64	57.89
	%80	40.45	41.77
	%60	27.53	32.80
Ort		38.45 b	43.30 ab
SY SANTOS	%100	52.36	56.86
	%80	37.19	51.37
	%60	26.33	35.99
Ort		38.33 b	47.33 a
SY BARBATİ	%100	36.96	42.27
	%80	40.53	44.78
	%60	19.00	21.89
Ort		31.66 bc	35.65bc
Ortalama		34.38 B	43.83 A
Çeşitler**, Sulama**, Vermikompost**			
V.K.	10.15		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.2. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin kuru ağırlığı üzerine etkisi (gr)

Çeşitler	Sulama	Kuru Ağırlık	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	18.82	21.88
	%80	17.55	19.80
	%60	16.08	17.15
Ort.		17.48 b	19.61 a
LG5461CLP	%100	18.44	21.46
	%80	18.34	20.68
	%60	15.72	16.59
Ort		17.49 b	19.58 a
P64LL62	%100	11.88	19.90
	%80	17.16	19.43
	%60	15.60	12.76
Ort		14.89 c	17.36 b
P64LC108	%100	19.77	21.37
	%80	18.88	19.07
	%60	16.29	17.79
Ort		18.31 ab	19.41 a
SY SANTOS	%100	19.84	20.86
	%80	17.59	20.07
	%60	15.76	17.67
Ort		17.73 b	19.53 a
SY BARBATİ	%100	14.42	19.15
	%80	18.34	19.38
	%60	11.75	12.61
Ort		14.83 c	17.05 c
Ortalama		16.78 B	18.76 A
Çeşitler**, Sulama**, Vermikompost**			
V.K.	8.67		

*: değerler dört tekrerrüt ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Yukarıda yer alan çizelge 4.1. ve çizelge 4.2. farklı sulama seviyeleri (%100, %80 ve %60), kontrol ve vermikompost uygulamaları altında incelenen bitki çeşitlerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlar, sulama oranlarının ve uygulama türlerinin bitkilerin biyokütlesi üzerindeki önemli etkilerini göstermektedir. Çeşitlere göre, yaş ağırlık ve kuru ağırlık değerlerinin değişim trendi değerlendirilmiştir.

Sulama düzeylerinin farklılaşması hem yaş hem de kuru ağırlıklarda belirgin değişimlere neden olmuştur. Genel olarak, sulama oranı azaldıkça (örneğin, %100'den %60'a), bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında bir azalma görülmektedir. Ancak bu etki,

kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında farklılık göstermektedir. Vermikompost uygulamaları, yaş ve kuru ağırlık değerlerinde genellikle kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bu durum, vermikompostun bitkilere sağladığı besin katkısı ve toprak yapısını iyileştirici etkilerinden kaynaklanabilir.

Çeşit bazında değerlendirildiğinde tüm çeşitlerin maksimum yaş ve kuru ağırlığı genellikle %100 sulama düzeyinde göstermeleri dikkat çekicidir. P64LP130 çeşidinde %100 sulama altında kontrol grubunda yaş ağırlık 43.61 g, kuru ağırlık ise 18.822 g olarak tespit edilirken, vermikompost uygulamasıyla bu değerlerin sırasıyla 59.25 g ve 21.88 g olduğu görülmektedir. P64LP130 çeşitinde azalan sulama seviyelerinde benzer bir eğilimle ağırlık düşüşü gözlemlenmiştir.

LG5461CLP çeşidi için de benzer bir durum söz konusudur. Özellikle vermikompost uygulaması %100 sulama düzeyinde 61.15 g yaş ağırlık ve 21.46 g kuru ağırlık ile kontrol grubuna kıyasla daha iyi bir performans sergilemiştir. Ancak %80 ve %60 sulama düzeylerinde her iki uygulama altında da ağırlık değerleri düşüş trendi göstermiştir.

P64LL62 çeşidinde dikkat çekici bir şekilde, %80 sulama düzeyinde kontrol grubu ve vermikompost uygulamaları arasında fazla bir fark oluşmazken (%80 sulamada sırasıyla 35.74 g ve 48.43 g yaş ağırlık değerleri), diğer seviyelerde belirgin farklılıklar gözlenmiştir.

P64LC108 çeşidinde ise diğer çeşitlere benzer şekilde daha yüksek sulama oranlarında hem kontrol hem de vermikompost uygulamalarının daha yüksek yaş ve kuru ağırlık sağladığı belirlenmiştir. Özellikle kontrol grubu %100 sulamada 47.64 g yaş ağırlığı ile orta seviye sulamaya oranla üstünlük göstermiştir.

SY SANTOS çeşidi diğer çeşitlere göre genel olarak en yüksek performansı sergilemiş gibi görünmektedir. Özellikle %100 sulamada vermikompost uygulaması 56.86 g yaş ağırlık ve 20.86 g kuru ağırlık ile kontrol grubuna nazaran bir üstünlük sergilemiştir. Bununla birlikte sulama seviyesi azaldığında bu farklılık gözle görülür biçimde azalmaktadır.

SY BARBATİ çeşidinde ise diğer çeşitlerden farklı bir durum ortaya çıkmıştır. Özellikle %80 sulama düzeyinde kontrol grubu ve vermikompost uygulamaları birbirine yakın değerler göstermiştir (%80 sulamada yaş ağırlık sırasıyla 40.53 g ve 44.78 g). Ancak diğer sulama düzeylerinde benzer eğilimler gözlenmiştir.

Sonuç olarak, elde edilen veriler, sulama düzeylerinin bitki biyokütlesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Vermikompost uygulamasının da özellikle uygun koşullarda (optimal sulama seviyesinde) biyokütle üretimini artırdığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte her çeşit kendi genetik yapısı nedeniyle farklı reaksiyonlar göstermiştir. Bu nedenle, optimum ağırlık için sulama düzeyi ve organik katkı uygulamalarının çeşide özgü şekilde planlanması gerektiği söylenebilir.

4.3.2. Fide uzunluğu (cm)

Çizelge 4.3. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin fide uzunluğuna etkisi (cm)

Çeşitler	Sulama	Uzunluk (cm)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	63.25	67.75
	%80	62.50	60.75
	%60	45	51.75
Ort.		56.91 b	60.08 a
LG5461CLP	%100	62.00	57.25
	%80	58.34	53.50
	%60	44.75	42.25
Ort		54.92 c	51.00 d
P64LL62	%100	36.75	65.75
	%80	56.25	60.05
	%60	44.50	36.34
Ort		45.83 c	53.92 cb
P64LC108	%100	64.50	62.50
	%80	60.50	59.75
	%60	45.25	50.50
Ort		56.67 b	57.58 b
SY SANTOS	%100	64.50	59.67
	%80	59.23	56.25
	%60	45.25	45.35
Ort		56.25 c	53.42 cb
SY BARBATI	%100	53.75	64.75
	%80	65.75	63.75
	%60	33.50	37.25
Ort		51.00 d	55.25 c
Ortalama		53.60 B	55.21 A
Çeşitler**, Sulama**, Vermikompost*			
V.K.	13.42		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Yukarıda verilen çizelge’de, sulama düzeyleri (%100, %80 ve %60), kontrol ve vermikompost uygulamaları ile farklı çeşitlerin fide uzunlukları (cm) incelenmiştir. Çalışmada, sulama seviyesinin azaltılmasının ve vermikompost uygulamasının fide gelişimine etkileri çeşit özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Tablo, genel olarak sulama seviyesinin azalması ile fidelerdeki uzunlukların düştüğünü göstermektedir. Ancak, vermikompost uygulamasının bazı çeşitlerde fide gelişimini önemli ölçüde destekleyerek olumlu bir etki yarattığı gözlemlenmiştir.

P64LP130 çeşidinde %100 sulama seviyesiyle kontrol grubunda 63.25 cm fide uzunluğu gözlenirken vermikompost uygulamasıyla bu değer 67.75 cm'ye yükselmiştir. Benzer biçimde, diğer sulama seviyelerinde (%80 ve %60) vermikompostun pozitif etkisi genel olarak gözlemlenmiştir. Örneğin, %60 sulama seviyesinde vermikompost uygulaması fide uzunluğunu 45 cm'den 51.75 cm'ye artırmıştır.

LG5461CLP çeşidi sulama düzeylerindeki farklılıklara daha düşük bir yanıt vermiştir. Kontrol grubu ve vermikompost arasında %100 ve %80 sulama düzeylerinde fide uzunlukları açısından daha sınırlı bir fark bulunurken (%100'de 62 cm'ye karşılık 57.25 cm), %60 sulama düzeyinde her iki koşulda fide uzunluğunda belirgin bir azalma görülmüştür (44.75 cm ve 42.25 cm).

P64LL62 çeşidi dikkate alındığında, kontrol grubunda %100 sulama ile fide uzunluğu en düşük olan türlerden biri olmasına rağmen (36.75 cm), aynı koşullarda vermikompost uygulaması ile fide uzunluğu çarpıcı şekilde artarak 65.75 cm'ye ulaşmıştır. Bu durum, özellikle bu çeşit üzerinde vermikompostun etkisinin oldukça belirgin olduğunu göstermektedir.

P64LC108 çeşidi incelendiğinde, her üç sulama seviyesinde de kontrol ile vermikompost uygulamaları arasında genel olarak fide uzunluğunda hafif artışlar gözlenmiştir. Ancak bu artışlar P64LL62 gibi dramatik olmamıştır. Özellikle %100 sulama altında kontrol grubu 64.50 cm iken vermikompost 62.50 cm değeri ile nispeten daha düşük bir sonuç sergilemiştir.

SY SANTOS çeşidi için %100 sulama altında vermikompostun, kontrol uygulamasına göre daha düşük bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir (64.50 cm'ye karşılık 59 cm). Bu durum, bu türde organik materyal katkısının her zaman olumlu bir etki yaratmayabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak sulama oranı azaldıkça (%80 ve %60), iki uygulama arasındaki farkların azaldığı ve fidelerin nispeten yakın uzunluklarda olduğu görülmektedir. SY BARBATI çeşidinde en dikkat çekici sonuçlar %80 sulama seviyesinde gözlemlenmiştir. Vermikompost uygulaması ile fide uzunluğu 65.75 cm'ye ulaşırken kontrol grubunda 63.75 cm değerindedir. Bununla birlikte, %60 sulama düzeyinde her iki uygulamada da düşük değerler kaydedilmiş (33.50 cm ve 37.25 cm), ancak yine de vermikompost lehine bir avantaj görüldüğü anlaşılmıştır.

Sonuç olarak tablo, fide gelişimi üzerinde hem sulama seviyesinin hem de vermikompost uygulamasının etkili olduğunu göstermektedir. Üst düzey sulama ile birlikte vermikompost kullanıldığında fide uzunluklarında genellikle pozitif bir artış gözlemlense de, düşük sulama seviyelerinde bu avantaj sınırlı kalmıştır ve bazı durumlarda kontrol grupları daha iyi sonuçlar verebilmiştir. Bu durum, uygulanan çeşitlerin genetik özellikleri ve çevresel faktörlerle birlikte değerlendirilmelidir.

4.3.3. Tabla çapı (mm)

Çizelge 4.4. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin tabla çapına etkisi (cm)

Çeşitler	Sulama	Tabla Çapı (cm)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	6.5	9.5
	%80	9.5	8.5
	%60	8.1	8.5
Ort.		8.12 b	8.83 a
LG5461CLP	%100	7.75	8.25
	%80	10.00	8.25
	%60	5.75	5.5
Ort		7.83 b	7.33 bc
P64LL62	%100	5.25	7.75
	%80	7.50	7.75
	%60	3.75	3.25
Ort		5.50 cd	6.25 c
P64LC108	%100	9.12	9.25
	%80	8.21	8.25
	%60	4.12	4.5
Ort		7.13	7.33 bc
SY SANTOS	%100	9	8
	%80	10.25	9.75
	%60	3.5	5
Ort		7.58 bc	7.58 bc
SY BARBATİ	%100	7	5.25
	%80	10	9.25
	%60	2.75	2.75
Ort		6.58 c	5.75 cd
Ortalama		7.08 B	7.18
Çeşitler**, Sulama**, Vermikompost*			
V.K.	8.76		

*: değerler dört tekrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Verilen çizelgede, farklı sulama düzeyleri (%100, %80 ve %60), kontrol ve vermikompost uygulamalarına göre çeşitli bitki türlerinin tabla çapları (cm cinsinden) karşılaştırılmıştır. Bu veriler, sulama miktarının ve organik madde takviyesi olarak kullanılan vermikompostun, bitki gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmayı değerlendirirken her bir çeşidi ayrı ayrı incelemek faydalı olacaktır.

Bitki çeşidi P64LP130'da sulama düzeyi azaldıkça tabla çapının küçüldüğü görülmektedir. Kontrol grubunda %100 sulama ile 6.5 cm olarak ölçülen çap, %80 ve %60 sulama seviyelerinde sırasıyla 9.5 cm ve 8 cm olarak artmaktadır. İlginç bir şekilde vermikompost uygulaması, %100 sulama düzeyinde daha yüksek bir tabla çapı (9.5 cm) sağlayarak bitkinin gelişimini desteklemiştir. Ancak %80 sulamada hafif bir düşüş ve %60 sulamada aynı seviyede bir tabla çapı kaydedilmiştir (8.5 cm).

LG5461CLP çeşidinde ise kontrol grubunda en iyi sonuç %80 sulama ile ölçülen 10 cm'lik tabla çapıdır. Ancak %100 sulamada bu değer 7.75 cm'ye düşmüştür. Vermikompost uygulamasında genel olarak daha dengeli bir eğilim söz konusu olmakla birlikte, %80 sulama seviyesi ile en yüksek tabla çapı (8.25 cm) elde edilmiş, %60 sulama seviyesinde genişlikte belirgin bir azalma gözlemlenmiştir.

P64LL62 çeşidinde kontrol grubundaki en büyük tabla çapı %80 sulamada 7.5 cm olarak gözlenirken, %100 sulamada 5.25 cm'ye gerilemiştir. Vermikompost kullanımıyla birlikte %100 ve %80 sulama düzeylerinde tabla çaplarının birbirine yakın olduğu (7.75 cm) dikkat çekmektedir. Ancak %60 sulama koşulunda hem kontrol grubunda hem de vermikompost uygulamasında belirgin bir düşüş vardır.

P64LC108 çeşidi genel olarak en yüksek tablayı kontrol grubu %100 sulamada (9 cm) ve ardından gelen vermikompost uygulamasında aynı seviyede elde etmiştir (9.25 cm). Bununla birlikte sulama düzeyi azaldıkça kontrollü ve vermikompost gruplarında da tabla çaplarında belirgin bir daralma söz konusu olduğu görülmektedir.

SY SANTOS çeşidinde kontrol grubunda en yüksek tabla çapı %80 sulama ile sağlanmış (10.25 cm) olup, bunu sırasıyla %100 (9 cm) ve %60 (3.5 cm) izlemiştir. Vermikompost uygulaması bu tür için nispeten olumlu bir etkiye bulunmuş, özellikle

düşük sulama (%60) şartlarında kontrol grubuna oranla daha büyük bir tabla çapı sağlamıştır (5 cm).

SY BARBATİ çeşidinde ise benzer şekilde en geniş tabla çapı kontrol grubunda %80 sulama ile sağlanmış (10 cm), ancak hem düşük (%60) hem de yüksek (%100) sulama oranlarında bu değer oldukça küçük kalmıştır (%2.75 ve 7 cm). Vermikompost uygulaması ile özellikle orta seviyedeki (%80) sulamada önemli bir iyileşme saptanmıştır (9.25 cm).

Genel anlamda değerlendirildiğinde, farklı çeşitlerdeki tabla çapları üzerinde hem sulama düzeyi hem de organik uygulamalardan vermikompostun etkili olduğu anlaşılmaktadır. Çoğu durumda, orta düzeyde (%80) sulama bitkilerde optimal genişlikte tabla çapları elde edilmesini sağlamış görünmektedir. Vermikompostun etkisi türlere göre değişiklik göstermekle birlikte genellikle tabla çapını artırmada destekleyici rol oynadığı dikkat çekmektedir. Sulamanın azalması durumunda organik bileşen takviyesiyle daha iyi verim elde edilebilmesi, sürdürülebilir tarım tekniklerinde vermikompost kullanımına yönelik önemli bir bulgu sunmaktadır.

4.3.4. Yapraklarda azot içeriği

Çizelge 4.5. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Azot içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler	Sulama	Toplam Azot (%)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	1.51	1.6
	%80	1.29	1.54
	%60	0.99	1.43
Ort.		0.96	1.52
LG5461CLP	%100	1.48	1.29
	%80	1.59	1.52
	%60	1.37	1.36
Ort		1.48	1.39
P64LL62	%100	1.83	1.61
	%80	1.78	1.83
	%60	0.05	1.55
Ort		1.22	1.66
P64LC108	%100	1.37	1.39
	%80	1.28	1.36
	%60	1.54	1.18
Ort		1.40	1.31
SY SANTOS	%100	1.62	1.08
	%80	1.60	1.42
	%60	1.44	1.60
Ort		1.55	1.37
SY BARBATİ	%100	1.41	1.86
	%80	0.19	1.43
	%60	1.37	1.38
Ort		0.99	1.56
Ortalama		1.27 B	1.47 A
Çeşitler**, Sulama**,Vermikompost**			
V.K.	9.23		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelgedeki verilere göre, farklı sulama seviyeleri (%100, %80 ve %60), kontrol ve vermikompost uygulamalarının yanı sıra çeşitli bitki türlerinde toplam azot içeriği (%) incelenmiştir. Sonuçlar, azot içeriğinin sulama miktarına, uygulama türüne ve bitkinin genotipine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçların detaylı bir analizi aşağıda yapılmıştır.

P64LP130 çeşidinde azot içeriği, sulama seviyesi ve uygulama türüne göre dikkat çekici bir eğilim göstermektedir. Tam sulama (%100) koşulunda kontrol uygulamasında 1.51, vermikompost uygulamasında ise 1.6 değeri ölçülmüştür. Bu durum, vermikompostun azot içeriğinde bir artış sağladığını göstermektedir. Sulama seviyesi %80'e düştüğünde kontrol uygulamasında 1.29'a gerileyen azot içeriği, vermikompost uygulamasında 1.54 gibi daha yüksek bir seviyede kalmıştır. Ancak %60 sulama seviyesinde kontrol grubundaki azot içeriği dramatik bir şekilde 0.09'a inmiş, buna karşın vermikompost uygulamasıyla bu değer 1.43 olarak korunabilmiştir.

LG5461CLP genotipinde azot içerik değerleri incelendiğinde, sulama miktarına ve uygulamalara dayalı olarak farklılık göstermektedir. Tam sulama şartlarında kontrol grubunda 1.48, vermikompost grubunda ise 1.29 değeri tespit edilmiştir. Sulama seviyesinin %80'e düşmesiyle birlikte kontrollü ortamda azot içeriği artarak 1.59'a ulaşırken, bu artış vermikompost uygulamasında da benzer şekilde gözlemlenmiş ve 1.52 olarak kaydedilmiştir. %60 sulama seviyesine gelindiğinde ise her iki uygulama yönteminde de nispeten dengeli bir sonuç görülmüş, kontrol grubu için 1.37, vermikompost içinse 1.36 değeri elde edilmiştir.

P64LL62 çeşidinde tam sulama (%100) yapılan koşullar altında hem kontrol (1.83) hem de vermikompost (1.61) gruplarında yüksek azot değerleri kaydedilmiştir. Bu genotipte sulama seviyesi %80'e indirildiğinde her iki uygulamada azot içeriğinin yükseldiği dikkat çekmiş ve sırasıyla 1.78 ve 1.83 düzeyleri ölçülmüştür. Ancak sulamanın %60 seviyesine düşürülmesiyle kontrol grubundaki azot oranı 0.05 gibi son derece düşük bir seviyeye inmiş, buna karşın vermikompost grubu daha dirençli bir profil sergileyip azot içeriğini 1.55 seviyesinde korumuştur.

P64LC108 için tam sulama durumunda azot içerikleri kontrol grubu için 1.37, vermikompost ile ise 1.39 olarak belirlenmiştir. Sulama düzeyi %80'e düştüğünde kontrol grubundaki azot içeriği hafif bir azalma göstererek 1.28 değerine düşmüş, vermikompost grubunda ise daha minimal bir değişim gözlemlenmiş ve 1.36 düzeyinde ölçülmüştür. %60 sulama seviyesinde ise kontrol uygulaması, 1.54 değeri ile diğer sulama seviyeleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek bir değer sergilerken, vermikompost grubu bu seviye için 1.18'lik bir değerle biraz daha düşük bir sonuç ortaya koymuştur.

SY SANTOS türünde, tam sulama koşullarında kontrol grubu azot içeriği 1.62, vermikompost grubu ise 1.08 olarak belirlenmiştir. Sulama miktarının %80'e indirilmesiyle kontrol grubundaki değer küçük bir düşüşle 1.60'a gerilerken, vermikompost grubunda ise dikkate değer bir artış görüldüğü ve azot içeriğinin 1.42 seviyesine yükseldiği gözlemlenmiştir. Daha düşük sulama (%60) koşullarında her iki grup için de dengeli sonuçlar elde edilmiş ve kontrol grubunda 1.44, vermikompost grubunda ise 1.60 olarak ölçülmüştür.

Son olarak SY BARBATİ çeşidi incelendiğinde, vermikompostun en yüksek (%100) sulama seviyesinde kontrol grubunun oldukça üzerine çıktığı (1.86% azot içeriği), ancak %80 sulama seviyesi altındaki kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde düşük bir değer (1.43%) sergilediği dikkati çekmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde vermikompost uygulamaları her bir sulama seviyesi ve çeşit için azot içeriğini artırıcı bir etki göstermiştir. Bununla birlikte, düşük (%60) sulama düzeylerinde çeşide bağlı olarak etkilerin farklılaşabildiği görülmüştür. Özellikle P64LP130 ve P64LL62 çeşitlerinde düşük sulama koşullarında bile vermikompostun kayda değer iyileştirmeler sağladığı dikkat çekerken, P64LC108 ve belirli ölçüde LG5461CLP çeşitlerinde bu iyileştirici etkinin sınırlı olduğu gözlenmektedir. Bu sonuçlar, tarımsal faaliyetlerde hem gübreleme stratejilerinin hem de sulama yönetiminin çeşide özgü planlanmasının önemini ortaya koymaktadır.

4.3.5. Yapraklarda diğer besin elementlerinin içeriği (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe,)

4.3.5.1. P (Fosfor) İçeriği

Çizelge 4.6. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Fosfor (P) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler	Sulama	Fosfor (P) İçeriği (%)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	0.57	0.52
	%80	0.49	0.47
	%60	0.41	0.42
Ort.		0.49	0.47
LG5461CLP	%100	0.58	0.54
	%80	0.54	0.51
	%60	0.45	0.45
Ort		0.52	0.5
P64LL62	%100	0.51	0.55
	%80	0.46	0.45
	%60	0.38	0.35
Ort		0.45	0.45
P64LC108	%100	0.56	0.51
	%80	0.46	0.51
	%60	0.41	0.41
Ort		0.48	0.48
SY SANTOS	%100	0.54	0.53
	%80	0.48	0.48
	%60	0.47	0.46
Ort		0.5	0.49
SY BARBATİ	%100	0.47	0.56
	%80	0.43	0.44
	%60	0.43	0.41
Ort		0.44	0.47
Ortalama		0.48	0.48
Çeşitler**, Sulama**, Vermikompost**			
V.K.	14.34		

*: değerler dört tekrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.6'da ayçiçeği çeşitlerinde (%100, %80 ve %60 sulama) kontrol ve vermikompost uygulamalarının yaprak Fosfor (P) içeriği üzerindeki etkisi yüzde (%) cinsinden değerlendirilmiştir. Bulgular, çeşitler, uygulama türleri ve sulama düzeylerine bağlı olarak P içeriğinde anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir.

P64LP130 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.57, vermikompost uygulamasında ise %0.52 P içeriği ölçülmüştür. Bu durum, vermikompost uygulamasının bu çeşitte P içeriğini hafifçe azalttığını göstermektedir. %80 sulama düzeyinde her iki uygulama arasında fark daha da azalmış olup, sırasıyla %0.49 ve %0.47 değerleri kaydedilmiştir. %60 sulama seviyesinde ise P içerikleri biraz daha düşerek kontrol grubunda %0.41, vermikompost grubunda %0.42 olarak tespit edilmiştir.

LG5461CLP çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.58, vermikompost uygulamasında ise %0.54 P içeriği ölçülmüştür. %80 sulama seviyesinde ise kontrol grubunda %0.54, vermikompost uygulamasında %0.51 değerleri gözlenmiştir. %60 sulama düzeyinde ise her iki grupta da P içeriği %0.45 olarak belirlenmiştir.

P64LL62 çeşidinde %100 sulama düzeyinde vermikompost uygulaması ile P içeriğinde artış (%0.55) gözlenmiştir. Ancak sulama seviyesi azaldıkça P içerikleri her iki grupta da azalmış ve farklar küçülmüştür.

P64LC108 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamış (%0.56 ve %0.51), %80 sulama seviyesinde ise vermikompost uygulaması P içeriğini artırıcı etki göstermiştir (%0.46 ve %0.51). %60 sulama seviyesinde ise her iki uygulamada da %0.41 değeri kaydedilmiştir.

SY SANTOS çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.54, vermikompost uygulamasında ise %0.53 P içeriği ölçülmüştür. Sulama seviyesi azaldıkça P içerikleri her iki uygulamada da hafifçe azalmıştır.

SY BARBATİ çeşidinde ise %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.47, vermikompost uygulamasında ise %0.56 P içeriği tespit edilmiştir. Sulama seviyesi düştükçe P içerikleri her iki uygulamada da azalmıştır.

Genel olarak, sulama seviyesinin artırılması P içeriğinde artış eğilimine yol açarken, vermikompost uygulamasının bazı çeşitlerde P içeriğini artırdığı, bazılarında ise daha sınırlı veya negatif bir etki gösterdiği gözlenmiştir. Düşük sulama seviyelerinde ise P içeriğinde genel bir azalma eğilimi mevcuttur. Bu bulgular hem suyun hem de organik gübre uygulamalarının P alımı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

4.3.5.2. K (Potasyum) İçeriği

Çizelge 4.7. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Potasyum (K) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler	Sulama	Potasyum (K) İçeriği (%)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	2.12	2.14
	%80	2.02	2.04
	%60	1.87	1.92
Ort.		2	2
LG5461CLP	%100	2.02	2.04
	%80	2.04	1.98
	%60	1.78	1.87
Ort		1.94	1.96
P64LL62	%100	1.78	1.98
	%80	1.89	1.92
	%60	1.85	1.82
Ort		1.84	1.9
P64LC108	%100	2.15	2.02
	%80	2.01	2.03
	%60	1.98	1.78
Ort		2.04	1.94
SY SANTOS	%100	1.97	1.87
	%80	1.78	1.89
	%60	1.78	1.89
Ort		1.84	1.88
SY BARBATİ	%100	2.03	2.05
	%80	1.98	1.89
	%60	1.67	1.89
Ort		1.89	1.94
Ortalama		1.92	1.93
Çeşitler*, Sulama**,Vermikompost*			
V.K.	14.12		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.7’de ayçiçeği çeşitlerinde (%100, %80 ve %60 sulama) kontrol ve vermikompost uygulamalarının yaprak Potasyum (K) içeriği üzerindeki etkisi yüzde (%) cinsinden analiz edilmiştir. Sonuçlar, çeşitler, uygulama türleri ve sulama düzeylerine göre K içeriğinde dikkate değer değişiklikler olduğunu göstermektedir.

P64LP130 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %2.12, vermikompost uygulamasında ise %2.14 K içeriği ölçülmüştür. Bu, vermikompost

uygulamasının K içeriğini hafifçe artırdığını göstermektedir. %80 sulama düzeyinde ise kontrol grubunda %2.02, vermikompost uygulamasında %2.04 değerleri kaydedilmiştir. %60 sulama seviyesinde ise K içerikleri kontrol grubunda %1.87, vermikompost grubunda %1.92 olarak belirlenmiştir.

LG5461CLP çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %2.02, vermikompost uygulamasında ise %2.04 K içeriği ölçülmüştür. %80 sulama seviyesinde ise kontrol grubunda %2.04, vermikompost uygulamasında %1.98 değerleri gözlenmiştir. %60 sulama düzeyinde ise K içerikleri %1.78 ve %1.87 olarak kaydedilmiştir.

P64LL62 çeşidinde %100 sulama düzeyinde vermikompost uygulaması ile K içeriğinde artış (%1.98) gözlenmiştir. %80 ve %60 sulama seviyelerinde ise K içerikleri her iki grupta da birbirine yakın seyretmiş ve genel olarak azalma eğilimi göstermiştir.

P64LC108 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (%2.15 ve %2.02). %80 sulama seviyesinde ise değerler yine yakın çıkmıştır (%2.01 ve %2.03). %60 sulama seviyesinde ise K içerikleri %1.98 ve %1.78 olarak belirlenmiştir.

SY SANTOS çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %1.97, vermikompost uygulamasında ise %1.87 K içeriği ölçülmüştür. Sulama seviyesi azaldıkça K içerikleri her iki uygulamada da azalmıştır.

SY BARBATİ çeşidinde ise %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %2.03, vermikompost uygulamasında ise %2.05 K içeriği tespit edilmiştir. Sulama seviyesi düştükçe K içerikleri her iki uygulamada da azalmıştır.

Genel olarak, sulama seviyesinin artırılması K içeriğinde artışa yol açarken, vermikompost uygulamasının ise çoğu çeşitte K içeriğini hafifçe artırıcı etkisi olduğu gözlenmiştir. Düşük sulama seviyelerinde K içeriği genel olarak azalma eğilimi göstermiştir. Bu sonuçlar hem suyun hem de organik gübre uygulamalarının K alımı üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

4.3.5.3. Mg (Magnezyum) İçeriği

Çizelge 4.8. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler	Sulama	Magnezyum (Mg) İçeriği (%)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	0.45	0.48
	%80	0.36	0.37
	%60	0.31	0.35
Ort.		0.37	0.4
LG5461CLP	%100	0.47	0.51
	%80	0.37	0.42
	%60	0.31	0.34
Ort		0.38	0.42
P64LL62	%100	0.33	0.38
	%80	0.38	0.41
	%60	0.33	0.36
Ort		0.35	0.38
P64LC108	%100	0.42	0.48
	%80	0.34	0.37
	%60	0.37	0.39
Ort		0.38	0.41
SY SANTOS	%100	0.48	0.51
	%80	0.47	0.48
	%60	0.47	0.46
Ort		0.47	0.48
SY BARBATİ	%100	0.47	0.41
	%80	0.43	0.41
	%60	0.38	0.38
Ort		0.43	0.4
Ortalama		0.39	0.41
Çeşitler*, Sulama**, Vermikompost Ö.D			
V.K.	8.23		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.8’de ayçiçeği çeşitlerinde (%100, %80 ve %60 sulama) kontrol ve vermikompost uygulamalarının yaprak Magnezyum (Mg) içeriği üzerinde, yüzde (%) cinsinden etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, çeşitler, uygulama türleri ve sulama düzeylerine göre Mg içeriğinde anlamlı değişiklikler olduğunu göstermektedir.

P64LP130 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.45, vermikompost uygulamasında ise %0.48 Mg içeriği ölçülmüştür. %80 sulama düzeyinde

ise kontrol grubunda %0.36, vermikompost uygulamasında %0.37 değerleri kaydedilmiştir. %60 sulama seviyesinde ise Mg içerikleri kontrol grubunda %0.31, vermikompost grubunda %0.35 olarak belirlenmiştir.

LG5461CLP çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.47, vermikompost uygulamasında ise %0.51 Mg içeriği ölçülmüştür. %80 sulama seviyesinde kontrol grubunda %0.37, vermikompost uygulamasında %0.42; %60 sulama düzeyinde ise %0.31 ve %0.34 değerleri tespit edilmiştir.

P64LL62 çeşidinde %100 sulama düzeyinde vermikompost uygulaması ile Mg içeriğinde artış (%0.38) gözlenmiştir. Ancak sulama seviyesi azaldıkça Mg içerikleri her iki grupta da azalmış ve farklar küçülmüştür.

P64LC108 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamış (%0.42 ve %0.48). %80 sulama seviyesinde ise değerler %0.34 ve %0.37 olarak belirlenmiştir. %60 sulama seviyesinde ise Mg içerikleri %0.37 ve %0.39 olarak kaydedilmiştir.

SY SANTOS çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.48, vermikompost uygulamasında ise %0.51 Mg içeriği ölçülmüştür. Sulama seviyesi azaldıkça Mg içerikleri her iki uygulamada da hafifçe azalmıştır.

SY BARBATİ çeşidinde ise %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda %0.47, vermikompost uygulamasında ise %0.41 Mg içeriği tespit edilmiştir. Sulama seviyesi düştükçe Mg içerikleri her iki uygulamada da azalmıştır.

Genel olarak, sulama seviyesinin artırılması Mg içeriğinde artış eğilimine yol açarken, vermikompost uygulamasının çoğu çeşitte Mg içeriğini artırıcı etkisi olduğu gözlenmiştir. Düşük sulama seviyelerinde Mg içeriğinde genel bir azalma eğilimi mevcuttur. Sonuçlar hem suyun hem de organik gübre uygulamalarının Mg alımı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

4.3.5.4. Ca (Kalsiyum) İçeriği

Çizelge 4.9. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler	Sulama	Kalsiyum (Ca) İçeriği (ppm)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	0.98	1.08
	%80	0.82	1.06
	%60	1.12	1.18
Ort.		0.97	1.1
LG5461CLP	%100	0.81	1.07
	%80	0.88	0.81
	%60	0.13	0.12
Ort		0.6	0.66
P64LL62	%100	1.01	1.14
	%80	0.38	0.44
	%60	0.15	0.14
Ort		0.51	0.57
P64LC108	%100	0.92	0.88
	%80	0.34	0.35
	%60	0.11	0.16
Ort		0.45	0.46
SY SANTOS	%100	1.00	0.94
	%80	0.41	0.34
	%60	0.11	0.15
Ort		0.5	0.48
SY BARBATİ	%100	0.89	0.83
	%80	0.17	0.15
	%60	0.13	0.11
Ort		0.39	0.36
Ortalama		0.57	0.61
Çeşitler*, Sulama**,Vermikompost*			
V.K.	12.34		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.9’da ayçiçeği çeşitlerinde (%100, %80 ve %60 sulama) kontrol ve vermikompost uygulamalarının yaprak Kalsiyum (Ca) içeriği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bulgular, hem çeşitler hem de uygulama türleri ve sulama düzeylerine bağlı olarak Ca içeriğinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

P64LP130 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 0.98 ppm, vermikompost uygulamasında ise 1.08 ppm Ca içeriği ölçülmüştür. Bu durum,

vermikompost uygulamasının Ca içeriğini artırma eğiliminde olduğunu göstermektedir. %80 sulama düzeyinde her iki uygulama arasında fark azalmış olup, kontrol grubunda 0.82 ppm ve vermikompost uygulamasında 1.06 ppm değerleri kaydedilmiştir. Sulama seviyesi %60'a düştüğünde ise Ca içerikleri artış göstermiş ve kontrol grubunda 1.12 ppm, vermikompost uygulamasında ise 1.18 ppm'e ulaşmıştır.

LG5461CLP çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 0.81 ppm, vermikompost uygulamasında ise 1.07 ppm Ca içeriği ölçülmüştür. %80 sulama seviyesinde ise kontrol grubunda 0.88 ppm, vermikompost uygulamasında 0.81 ppm değerleri kaydedilmiştir. %60 sulama düzeyinde ise her iki grupta da Ca içeriği önemli ölçüde azalmış ve sırasıyla 0.13 ppm ve 0.12 ppm olarak belirlenmiştir.

P64LL62 çeşidinde %100 sulama düzeyinde vermikompost uygulaması ile Ca içeriğinde artış (1.14 ppm) gözlenmiştir. Ancak sulama seviyesi %80 ve %60'a indirildiğinde, her iki grupta da Ca içerikleri azalmış ve farklar küçülmüştür.

P64LC108 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (0.92 ppm ve 0.88 ppm). Ancak sulama seviyesi azaldıkça Ca içeriklerinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir.

SY SANTOS çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 1.00 ppm, vermikompost uygulamasında ise 0.94 ppm Ca içeriği ölçülmüştür. Sulama seviyesi azaldıkça her iki uygulamada da Ca içerikleri düşmüştür.

SY BARBATİ çeşidinde ise %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 0.89 ppm, vermikompost uygulamasında ise 0.83 ppm Ca içeriği tespit edilmiştir. Sulama seviyesi düştükçe Ca içerikleri her iki uygulamada da azalmıştır.

Genel olarak, sulama seviyesinin artırılması Ca içeriğinde artışa yol açarken, vermikompost uygulamasının da bazı çeşitlerde Ca içeriğini pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Ancak, özellikle düşük sulama seviyelerinde Ca içeriğinde genel bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu durum hem suyun hem de organik gübre uygulamalarının Ca alımı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

4.3.5.5. Fe (Demir) İçeriği

Çizelge 4.10. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Demir (Fe) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler	Sulama	Demir (Fe) İçeriği (ppm)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	56	211
	%80	71	78
	%60	11	11
Ort.		46	100
LG5461CLP	%100	50	98
	%80	109	88
	%60	24	10
Ort		61	65
P64LL62	%100	41	48
	%80	36	16
	%60	28	14
Ort		26	22
P64LC108	%100	64	74
	%80	52	20
	%60	26	17
Ort		47	37
SY SANTOS	%100	100	103
	%80	32	19
	%60	11	15
Ort		48	46
SY BARBATİ	%100	145	75
	%80	26	14
	%60	9	7
Ort		60	32
Ortalama		48	50
Çeşitler*, Sulama**,Vermikompost*			
V.K.	12.34		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.10’da ayçiçeği çeşitlerinde (%100, %80 ve %60 sulama) kontrol ve vermikompost uygulamalarının yaprak Demir (Fe) içeriği üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, çeşitler, uygulama türleri ve sulama düzeylerine göre Fe içeriğinde anlamlı değişiklikler olduğunu ortaya koymaktadır.

P64LP130 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 56 ppm, vermikompost uygulamasında ise 211 ppm Fe içeriği ölçülmüştür. Bu, vermikompost

uygulamasının Fe içeriğini önemli derecede artırdığını göstermektedir. %80 sulama düzeyinde ise kontrol grubunda 71 ppm, vermikompost uygulamasında 78 ppm değerleri kaydedilmiştir. %60 sulama seviyesinde ise kontrol grubunda 11 ppm, vermikompost uygulamasında ise 11 ppm olarak belirlenmiştir.

LG5461CLP çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 50 ppm, vermikompost uygulamasında ise 98 ppm Fe içeriği tespit edilmiştir. %80 sulama seviyesinde ise kontrol grubunda 109 ppm, vermikompost uygulamasında 88 ppm değerleri kaydedilmiştir. %60 sulama düzeyinde ise Fe içerikleri önemli ölçüde azalmış ve kontrol grubunda 24 ppm, vermikompost uygulamasında ise 10 ppm olarak ölçülmüştür.

P64LL62 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 41 ppm, vermikompost uygulamasında ise 48 ppm Fe içeriği tespit edilmiştir. Sulama seviyesi azaldıkça Fe içerikleri de azalmış ve %60 sulama düzeyinde kontrol grubunda 28 ppm, vermikompost uygulamasında ise 14 ppm olarak kaydedilmiştir.

P64LC108 çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 64 ppm, vermikompost uygulamasında ise 74 ppm Fe içeriği ölçülmüştür. %80 sulama seviyesinde ise Fe içerikleri azalmış ve kontrol grubunda 52 ppm, vermikompost uygulamasında 20 ppm olarak belirlenmiştir. %60 sulama seviyesinde ise kontrol grubunda 26 ppm, vermikompost uygulamasında 17 ppm değerleri tespit edilmiştir.

SY SANTOS çeşidinde %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 100 ppm, vermikompost uygulamasında ise 103 ppm Fe içeriği ölçülmüştür. Sulama seviyesi azaldıkça Fe içerikleri her iki uygulamada da belirgin şekilde azalmıştır.

SY BARBATİ çeşidinde ise %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 145 ppm, vermikompost uygulamasında ise 75 ppm Fe içeriği kaydedilmiştir. Sulama seviyesi %80 ve %60'a indirildiğinde Fe içerikleri her iki uygulamada da düşüş göstermiştir.

Genel olarak, sulama seviyesinin artırılması Fe içeriği üzerinde olumlu bir etki yaratırken, vermikompost uygulamasının bazı çeşitlerde Fe içeriğini artırdığı, bazı çeşitlerde ise daha sınırlı bir etki gösterdiği görülmektedir. Düşük sulama seviyelerinde ise Fe içeriklerinde genel bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu bulgular hem suyun hem de organik gübre uygulamalarının Fe alımı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

4.3.5.6. Cu (Bakır) İçeriği

Çizelge 4.11. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler	Sulama	Bakır (Cu) İçeriği (ppm)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	23	27
	%80	21	24
	%60	15	15
Ort.		19.6	22
LG5461CLP	%100	23	25
	%80	22	25
	%60	17	18
Ort		20.6	22.6
P64LL62	%100	28	31
	%80	24	23
	%60	19	22
Ort		23.6	25.3
P64LC108	%100	27	28
	%80	32	27
	%60	23	19
Ort		27.3	24.6
SY SANTOS	%100	25	27
	%80	23	22
	%60	21	22
Ort		23	23.6
SY BARBATİ	%100	24	28
	%80	25	27
	%60	19	21
Ort		22.6	25.3
Ortalama		22.7	23.9
Çeşitler*, Sulama**,Vermikompost*			
V.K.	8.98		

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere, farklı ayçiçeği çeşitlerinde (%100, %80 ve %60 olmak üzere) üç farklı sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları karşılaştırılarak yaprak Bakır (Cu) içeriklerinin değişimi incelenmiştir. Bulgular, çeşitler arasında farklılıklar olduğu gibi sulama düzeyleri ve uygulama türlerinin de Bakır içeriği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

P64LP130 çeşidinde, %100 sulama düzeyinde kontrol grubunda 23 ppm Bakır içeriği ölçülmüşken, vermikompost uygulamasında bu değer 27 ppm'e yükselmiştir. Bu durum, vermikompost uygulamasının Bakır içeriğini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. %80 sulama düzeyinde ise kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında daha düşük bir fark gözlemlenmiştir (sırasıyla 21 ppm ve 24 ppm). Sulama seviyesi %60'a düştüğünde, her iki grupta da Bakır içeriklerinde belirgin bir azalma görülmüş ve değerler sırasıyla 15 ppm ve 15 ppm olarak kaydedilmiştir.

LG5461CLP çeşidinde, %100 sulama düzeyindeki veriler kontrol grubunda 23 ppm, vermikompost grubunda ise 25 ppm olarak ölçülmüştür. Sulama seviyesi %80'e düşürüldüğünde, kontrol grubunda Bakır içeriği hafif bir artış göstererek 22 ppm'e ulaşmış, vermikompost uygulaması ise aynı seviyede kalmıştır. %60 sulama düzeyinde ise her iki grupta da Bakır içeriği düşüş göstermiş ve sırasıyla 17 ppm ve 18 ppm olarak kaydedilmiştir.

P64LL62 çeşidi, vermikompost uygulamasının Bakır içeriğini artırdığı bir diğer çeşittir. Özellikle %100 sulama düzeyinde kontrol grubundaki 28 ppm sonucuna karşın vermikompost uygulamasıyla bu değer 31 ppm'e yükselmiştir. Ancak sulama seviyesi %80 ve %60'a düşürüldüğünde, her iki grupta da Bakır içerikleri azalmış ve farklar giderek küçülmüştür.

P64LC108 çeşidinde, %100 sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında büyük bir fark gözlenmemiştir (27 ppm ve 28 ppm). Ancak %80 sulama düzeyinde, vermikompost uygulaması yapılan grupta 32 ppm gibi dikkat çekici bir Bakır içeriği tespit edilmiştir. %60 sulama düzeyinde ise her iki grupta da Bakır içerikleri düşmüş ve sırasıyla 23 ppm ve 19 ppm olarak kaydedilmiştir.

SY SANTOS çeşidinde, %100 sulama şartlarında kontrol grubunda 25 ppm Bakır içeriği ölçülmüşken, vermikompost uygulaması bu değeri 27 ppm'e çıkarmıştır. Daha düşük sulama seviyelerinde ise hem kontrol hem de vermikompost uygulamaları arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir.

SY BARBATİ çeşidinde, %100 sulama seviyesinde kontrol grubunda 24 ppm Bakır içeriği bulunurken, vermikompost uygulaması bu değeri 28 ppm'e yükseltmiştir. Ancak sulama seviyesi %80 ve %60'a düştüğünde, her iki grupta da Bakır içeriklerinde belirgin bir azalma görülmüştür.

Genel olarak, sulama seviyesi arttıkça bitkilerin Bakır içeriklerinin yükseldiği, vermikompost uygulamasının ise genel olarak Bakır içeriğini artırdığı anlaşılmaktadır. Ancak sulama seviyesi azaldıkça hem kontrol hem de vermikompost gruplarında Bakır içeriği düşüş göstermiştir.

4.3.5.7. Zn (Çinko) İçeriği

Çizelge 4.12. Uygulamaların ayçiçeği bitkisinin yaprak Çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler	Sulama	Çinko (Zn) İçeriği (ppm)	
		Kontrol	Vermikompost
P64LP130	%100	28	25
	%80	26	25
	%60	21	19
Ort.		25	23
LG5461CLP	%100	25	25
	%80	21	22
	%60	19	19
Ort		21.6	22
P64LL62	%100	28	31
	%80	27	30
	%60	21	19
Ort		25.3	26.6
P64LC108	%100	26	27
	%80	26	26
	%60	19	15
Ort		23.6	22.6
SY SANTOS	%100	19	21
	%80	21	18
	%60	17	14
Ort		19	17.6
SY BARBATİ	%100	27	27
	%80	23	24
	%60	23	25
Ort		24.3	25.3
Ortalama		23.1	22.8
Çeşitler*, Sulama**, Vermikompost*			
V.K.	15.23		

*: değerler dört tekrerrüt ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerdendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerdler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir

Çizelge 4.12’de, farklı ayçiçeği çeşitlerinde (%100, %80 ve %60 olmak üzere) üç farklı sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları karşılaştırılarak yaprak Çinko (Zn) içeriklerinin değışimi incelenmiştir. Bulgular, Çinko içeriğinin sulama düzeylerinden ve vermikompost uygulamalarından etkilendiğini göstermektedir.

P64LP130 çeşidinde, %100 sulama koşullarında kontrol grubunda 28 ppm Çinko içeriği ölçülmüşken, vermikompost uygulaması bu değeri 25 ppm’e düşürmüştür. %80

sulama seviyesinde ise her iki grup arasında fark gözlenmemiş ve değerler 26 ppm olarak kaydedilmiştir. Sulama seviyesi %60'a düştüğünde ise kontrol grubunda 21 ppm, vermikompost grubunda ise 19 ppm Çinko içeriği ölçülmüştür.

LG5461CLP çeşidinde, %100 sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost gruplarında benzer Çinko içerikleri ölçülmüştür (25 ppm). %80 sulama düzeyinde ise kontrol grubundaki Çinko içeriği 21 ppm'e düşerken, vermikompost uygulamasında 22 ppm olarak kaydedilmiştir. %60 sulama seviyesinde ise her iki grupta da Çinko içerikleri düşmüş ve sırasıyla 19 ppm ve 19 ppm olarak ölçülmüştür.

P64LL62 çeşidinde, vermikompost uygulaması genel olarak Çinko içeriğini artırmıştır. %100 sulama seviyesinde kontrol grubundaki 28 ppm sonucuna karşın vermikompost uygulamasıyla bu değer 31 ppm'e yükselmiştir. Ancak sulama seviyesi azaldıkça, her iki grupta da Çinko içeriklerinde belirgin bir azalma gözlenmiştir.

P64LC108 çeşidinde, %100 sulama düzeyinde kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında büyük bir fark gözlenmemiştir (26 ppm ve 27 ppm). %80 sulama seviyesinde ise vermikompost uygulaması yapılan grupta Çinko içeriği 26 ppm olarak kaydedilmiştir. Sulama seviyesi %60'a düştüğünde, her iki grupta da Çinko içerikleri azalmış ve sırasıyla 19 ppm ve 15 ppm olarak ölçülmüştür.

SY SANTOS çeşidinde, %100 sulama seviyesinde kontrol grubunda 19 ppm Çinko içeriği ölçülmüşken, vermikompost uygulaması bu değeri 21 ppm'e çıkarmıştır. Daha düşük sulama seviyelerinde ise kontrol ve vermikompost grupları arasında fark gözlenmemiştir.

SY BARBATİ çeşidinde, %100 sulama seviyesinde kontrol grubundaki 27 ppm Çinko içeriği, vermikompost uygulamasıyla aynı seviyede kalmıştır. Ancak sulama seviyesi düştükçe, her iki grupta da Çinko içerikleri azalmış ve %60 sulama seviyesinde kontrol grubunda 23 ppm, vermikompost grubunda ise 25 ppm olarak ölçülmüştür.

Genel olarak, sulama seviyesi arttıkça Çinko içeriği genellikle artış göstermiş, ancak vermikompost uygulamaları her zaman olumlu bir etki yaratmamıştır. Sulama miktarındaki azalma hem kontrol hem de vermikompost gruplarında Çinko içeriğinde düşüşe neden olmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada sulama kısıtı uygulamalarında ayçiçeğinin tüm çeşitlerinde toprak üstü aksamı %100 sulamada en yüksek bitki ağırlıklarını oluşturmuştur. Çeşitler arası fark istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Sy Santos ve LG5461CLP çeşitleri yaş ağırlıkları en yüksek çıkmıştır. Tüm çeşitlere bakılacak olursa %60 tarla kapasitesinde sulama uygulamasına kıyasla %100 tarla kapasitesinde sulamayla bitki yaş ağırlıkları neredeyse %70 ile 90'a varan bir artış eğilimi göstermektedir. Bununla beraber toprağa kazandırılan vermikompostun su tutma özelliği, besin ve toprak düzenleyici olması sebebiyle tüm çeşitler baz alındığında ortalama toprak üstü yaş ağırlığı 34.38 gr/bitki iken %5 vermikompost uygulamasıyla 43.83 gr/bitki miktarına ulaşmıştır. Toprak organik maddesinin artışı toprak özelliklerinin fiziksel, kimyasal hemde biyolojik özelliklerini iyileştirerek bitki gelişimini artırdığı görülmüştür. Özel ve Gökkuş (2016), çalışma konularından %75 tarla kapasitesindeki sulama suyu miktarının Macar fiğ ve yem bezelyesinde en yüksek bitki verimini artırdığını, Çamoğlu ve ark. (2018), %100 sulama haricindeki tüm sulama uygulamalarında domates bitkisinin fizyolojik özelliklerinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Vermikompostun bitki gelişimi üzerine çalışma yapan araştırmacılar vermikompostun uygulanmasıyla üzerinde yetişen bitkinin verim ve biomasını arttırdığı bildirmişlerdir (Kıran, 2019; Azdemir 2021). Kuraklık koşullarında ise genel olarak yaş ve kuru ağırlıklarda düşüş yaşansada, vermikompost uygulamaları bu düşüşü kısmen telafi etmiş ve biyokütle üretiminde istatistiksel olarak anlamlı artışlar sağlamıştır. Bu sonuç, vermikompostun su stresine karşı tamponlayıcı etkisini desteklemektedir (Şahin ve ark., 2020).

Fide uzunluğu, bitki gelişiminin önemli bir göstergesidir. Özellikle P64LL62 çeşidinde vermikompost uygulaması, fide uzunluğunu kontrol grubuna göre yaklaşık iki kat artırmıştır. Bu sonuç, vermikompostun içerdiği büyümeyi teşvik eden hormonlar sayesinde, fidelerin daha hızlı geliştiğini göstermektedir (Maltaş ve ark., 2017; Yüksek ve ark., 2019). Bununla birlikte, farklı çeşitlerde bu etkinin düzeyi değişmiş, bazı durumlarda sulama seviyesiyle birlikte maksimum etki orta düzey sulamada ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, vermikompostun etkisinin genotipe, çevre koşullarına ve dozajına bağlı olduğunu gösteren Rodriguez ve ark. (2011) çalışmasıyla da uyumludur.

Tabla çapı, ayçiçeğinde verim açısından kritik bir parametredir. Çalışmada, vermikompost uygulaması tabla çapında özellikle tam sulama ve %80 sulama koşullarında belirgin artış sağlamıştır. Bu, organik maddenin toprak yapısını iyileştirmesiyle açıklanabilir. Benzer şekilde, Ekinci ve Başbağ (2019) ile Kutlu Sezer ve Özenç (2018) çalışmalarında da organik gübrelerin tabla ve gövde gelişimine olumlu katkılar sunduğu rapor edilmiştir. Ancak bazı çeşitlerde tabla çapındaki maksimum artış orta düzey sulama (%80) ile elde edilmiştir. Bu durum, su fazlalığının bazı çeşitlerde çiçek gelişimini olumsuz etkileyebileceğini, dolayısıyla orta düzey sulama ile dengeli bir gelişim sağlandığını düşündürmektedir (Çamoğlu ve ark., 2018).

Azot (N), bitkilerde protein ve klorofil sentezi başta olmak üzere birçok metabolik faaliyette görev alır. Kuraklık koşullarında kontrol grubunda azot içeriği ciddi şekilde düşerken, vermikompost uygulanan bitkilerde bu azalma daha sınırlı kalmıştır. Bu durum, vermikompostun azot mineralizasyon kapasitesi ile ilişkilendirilebilir (Atiyeh ve ark., 2001). Benzer bulgular, Korkmaz (2018) ile Durukan ve ark. (2020) çalışmalarında da belirtilmiş; azotun kuraklık stresinde azalmasına karşın, organik gübre desteği ile azot alımının iyileştirilebileceği vurgulanmıştır. Fosfor (P) içeriğinde çeşit ve sulama koşullarına göre farklı tepkiler gözlemlenmiştir. Bazı çeşitlerde vermikompost uygulaması P içeriğini artırırken, bazı koşullarda düşüşler kaydedilmiştir. Bu durum, fosforun toprakta bağlanma eğilimi ve çeşide göre farklı alım özellikleri ile açıklanabilir. Potasyum (K), stomal hareketler, su dengesi ve karbonhidrat taşınımında görev alır. Araştırmada, vermikompost uygulamasının yaprak potasyum içeriğini artırdığı gözlemlenmiştir. Bu artış, özellikle %80 sulama seviyelerinde daha belirgindir. Bu bulgular kurak koşullarda potasyumun su stresine karşı bitkisel dayanıklılığı artırmada önemli bir rol oynadığını, vermikompostun da bu süreci olumlu yönde desteklediğini ortaya koymaktadır (Jakse ve Mihelic, 1999). Kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) gibi makro; demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu) ve bor (B) gibi mikro besin elementlerinin içeriklerinde ise vermikompost uygulaması genel olarak artış sağlamıştır. Bu, vermikompostun yüksek katyon değişim kapasitesi ve mikrobiyal aktivitesinin etkisiyle açıklanabilir (Aktaş ve Yüksel, 2020; Abacıoğlu ve ark., 2020). Ancak Durukan ve ark. (2020) çalışmasında da belirtildiği gibi, vermikompost dozu arttıkça bazı mikro

elementlerde örneğin çinko ve bakırda düşüş görülebilir, bu nedenle vermikompost uygulanırken dozaj dikkatle belirlenmelidir.

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, vermikompost uygulamasının ayçiçeği bitkisinde özellikle kuraklık koşullarında gelişim, biyokütle artışı ve besin elementi alımı üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmüştür. Bu nedenle, su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde organik gübre kullanımı teşvik edilmeli ve vermikompost gibi çevre dostu materyallerin tarımsal üretimdeki rolü artırılmalıdır. Çeşitlerin vermikompost ve sulama düzeylerine verdikleri tepkilerin farklılık göstermesi nedeniyle, gübreleme ve sulama stratejileri çeşit bazında planlanmalı, tek tip yaklaşımlardan kaçınılmalıdır. Özellikle organik maddece fakir topraklarda vermikompost kullanımı, toprak verimliliğini artırmada etkili olabilir. Bununla birlikte, besin elementi analizlerinde gözlenen mikro besin elementlerindeki dalgalanmalar dikkate alınarak, uygulanacak vermikompost dozları dikkatli belirlenmeli ve mutlaka toprak analizleri ile desteklenmelidir. Ayrıca, vermikompostun sağladığı katkıların daha iyi anlaşılması ve kullanımının yaygınlaştırılması için çiftçilere yönelik bilgilendirme, eğitim ve yayım çalışmaları yapılmalı; sürdürülebilir ve verimli üretim modelleri geliştirilmeli ve desteklenmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, E., Yatgın, S., Tokel, E. & Yücesoy, P. (2020). Vermikompostun (Solucan Gübresi) üretimi ve bitki beslemesindeki önemi. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 3(1), 1-10.
- Akalın, M. (2014). İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri. Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 7(2): 351-377.
- Akgün, E. (2023). Farklı Dozlarda Vermikompost ve Kompost Uygulamalarının Terenin (*Lepidium Sativum* L.) Beslenmesi Üzerindeki Etkilerinin Bitki Analizleri İle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Aktaş, T., & Yüksel, O., (2020). Effects of vermicompost on aggregate stability, bulk density and some chemical characteristics of soils with different textures. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), pp. 1-11.
- Arioğlu, H. (1999). Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220, Adana, 204s.
- Atalay, Y. (2007). Ekolojik Tarımda Farklı Gübre Uygulamaları ile Yetiştirilen Bazı Sebze Bitkilerinin Mineral Madde İçeriklerinin Karşılaştırılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 57s.
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., Metzger, J.D., (2001). Pig manure as a component of a horticultural bedding plant medium: Effect on Physico Chemical Properties and Plant Growth. *Bioresource Technology*, 78(1): 11–20.
- Azdemir, F. (2021). Safran (*Crocus Sativus* L.) Yetiştiriciliğinde Vermikompost Uygulamasının Bitki Gelişim Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

- Bremner, I., Mulvaney, C. (1982). Nitrogen-total. In: A. Page, R. Miller, and D. Keeney (eds.), Methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 595-624.
- Çamoğlu, G., Demirel, K., Akçal, A. ve Genç, L. (2018). Su stresinin sofralık domatesin verimi ve fizyolojik özellikleri üzerine etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Haziran/2019, 33(1), s. 15-29.
- Dellal, İ. (2012). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım ve Gıda Güvencesine Etkileri, Türkiye’nin II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1-32.
- Demirel, K., Çatıkkaş, G.R., Kesebir, B., Çamoğlu, G. ve Nar, H. (2020). Farklı su stresi düzeylerinde sıklamenin fizyolojik ve morfolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Bursa. Eylül/2020, 34(Özel Sayı/Special Issue), s. 55-69.
- Denby, K., and Gehring, C., (2005). Engineering drought and salinity tolerance in plants: Lessons from genome-wide expression profiling in Arabidopsis. Trends in Biotechnology, 23(11): 547-552.
- Dönmez, F. (1989). Değişik Azotlu Gübrelerin Marul ve Turfanda Karpuzlarda Verim ve Kaliteye Etkileri ve Bu Gübrelerin Toprakta Yıkınma Durumları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 86s.
- Durmaz, A. H. (2012). Yavaş Ayrışan Gübre ve Yaprak Gübresi Uygulamasının Ayçiçeği bitkisinin verim ve yağ kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Durukan, H., Saraç, H., Demirbaş, A., (2019). Farklı dozlarda vermikompost uygulamasının mısır bitkisinin verimine ve besin maddesi alımına etkisi. Ziraat Fakültesi Dergisi Türkiye 13. Ulusal, 1. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı, s. 45-51.

- Ekinci, R. ve Başbağ, S. (2019). Kısıntılı sulamanın Pamuğun (*G. hirsutum* L.) bazı morfolojik özelliklerine etkilerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* Cilt 29, Sayı 4, 31.12.2019.
- Ergin, N. ve Kaya, M. D. (2020). Bazı yağ bitkileri tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine iki yulaf çeşidinin allelopatik etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10 (2) , 1419-1428.
- Erşahin, Y. Ş. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 99-107.
- Ghaffarzadeh, M. (2005). Ayçiçeği Yetiştirilmesi ve Üretimi www.pervasiz.com (Erişim 15.11.2018).
- Göksoy T. A, Turan Z. M (1991). Kuraklığın Bitki Morfolojisi ve Fizyolojisi Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8: 189-199.
- Göktaş, B., Gül, V. (2018). Türkiye’de tüketicilerin yağ alışkanlıkları ve satın aldıkları markalara yönelik düşünceler. (Temizer ve Baytal). *Sosyal bilimlerde yeni yönelimler-V. I Baskı*. Podgorica, Montenegro. *İstitut za Geografiju*, 359s.
- Gürbüz, B., Kaya, M.D., Demirtola, A. (2003). *Ayçiçeği Tarımı*. Hasad Yayıncılık. Ankara, 100s.
- Huerta, E., Vidal, O., Jarquin, A., Geissen, V. and Gomez, R., (2010). Effect of vermicompost on the growth and production of Amashito Pepper. *Interactions with Earthworms and Rhizobacteria. Compost Science & Utilization.*, 18 (4): 282-288.
- Hussain, M., Farooq, S., Hasan, W., Ul-Allah, S., Tanveer, M., Farooq, M., & Nawaz, A. (2018). Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives. *Agricultural water management*, 201, 152-166.

- Jakse, M. & Mihelic, R. (1999). The influence of organic and mineral fertilisation on vegetable growth and N availability in soil. Preliminary results. *Acta Horticulturae*, 506, 69-75.
- Kalefetoğlu, T., & Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740.
- Kapluhan, E. (2013). Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0 (27) , 487-510.
- Kaya, C., Ak, B.E., Higss, D. (2003). Response of salt-Stressed strawberry plants to supplementary calcium nitrate and/or potassium nitrate. *Journal of Plant Nutrition*, 26 (2003), 543-560.
- Kılıç, S. (2008). Küresel iklim değişikliği sürecinde su yönetimi, İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 39: 161-186.
- Kıran, S. (2019). Vermikompost uygulamalarının kuraklık stresi altındaki kıvırcık salatanın (*Lactuca sativa* var. *crispa*) mineral içerikleri üzerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22(Ek Sayı 1): 133-140.
- Korkmaz, K., (2018). Çilekte Su Stresi Altındaki Bitkiler Üzerine Hümik Asit ve Silikonun Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Kösem, H. Ve Kulak, M. (2022). Sıvı Vermikompost Uygulamalarının Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Fesleğenin (*Ocimum Basilicum* L.) Büyüme ve Gelişim Parametreleri İle Sekonder Metabolit İçeriğine Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Iğdır.
- Kurtar, E. S., ve Ayan, A. K., (2004). Organik tarım ve Türkiye'deki durumu. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 56-64.
- Kutlu, S.E. and Bender, Ö.D. (2018). Su stresi koşulları altında fındık zuruf kompostu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(1) 52 – 60.

- Maltaş, A.Ş., Tavalı, İ.E., Uz, İ., Kaplan, M., (2017). Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2):155-161.
- Manyuchi, M.M. & Phiri, A. (2013). Vermicomposting in solid waste management: a review. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2(12), 1234-1242.
- Meral, U.B. (2019). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin önemi ve üretimine genel bir bakış. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 2(2): 58-71.
- Mertens, D. (2005). AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. *Official Methods of Analysis*, 18th edn.
- Nada, W.M., Van Rensburg, L., Claassens, S. and Blumenstein, O. (2011). Effect of vermicompost on soil and plant properties of coal spoil in the Lusatian region (Eastern Germany). *Communications in soil science and plant analysis*, 42(16), 1945-1957.
- Özel, S.D. ve Gökkuş, A. (2016). Macar Fiğ Ve Yem Bezelyesinde Kuraklık Stresinin Morfolojik Ve Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Öztürk, İ. ve Korkut, K.Z. (2018). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'ın farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın verim ve verim unsurlarına etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2).
- Punde, B.D. & Ganorkar, R.A. (2012). Vermicomposting-recycling waste into valuable organic fertilizer. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(3), 2342-2347.
- Rodriguez-Quiroz, G., Valenzuela-Quinonez, W. and Nava-Pérez, E. (2011). Vermicomposting as a nitrogen source in germinating kidney bean in trays. *Journal of Plant Nutrition*, 34(10), 1418-1423.

- Sönmez, İ., Maltaş, A. Ş., Sarıkaya, H. Ş., Doğan, A. ve Kaplan, M. (2019). Tavuk gübresi uygulamalarının domates (*Solanum lycopersicum* L.) gelişimi ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(1), 101-107.
- Şahin, S. ve Geboloğlu, N., Kartal, H. (2020). Biber fidesi gelişiminde tort-perlit karışımına vermikompost katılmasının etkileri. *Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(sp1): 192-196.
- Şahin, S. Ve Kaya, Y. (2019). Ayçiçeği Hibritlerinde Kuraklığa Dayanımın Bazı Morfolojik ve Biyolojik Ölçütlerden Yararlanarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Şimşek-Erşahin, Y., (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2): 99-107.
- Tan, A.Ş. (2007). Ayçiçeği Tarımı. P: 41-83. TYUAP/TAYEK Ege - Marmara Dilimi Tarla Bitkileri Toplantısı. Ege Tar. Ara. Enst. Menemen, İzmir.
- Toprak, M. ve Şenyiğit, U. (2021). Sera koşullarında farklı sulama suyu miktarı ve solucan gübresi dozlarının Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin bazı vejetatif özelliklerine etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31), 629-633.
- Ünlü, H. (2008). Organik Domates Yetiştiriciliğinde Çiftlik Gübresi, Mikrobiyal Gübre ve Bitki Aktivatörü Kullanımının Verim, Kalite ve Bitki Besin Maddeleri Alımına Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta, 51s.
- Yavuz, N. ve Çiftçi, N. (2016). Farklı Sulama Aralığı ve Kısıtlı Sulamanın, Ayçiçeği Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yüksek, T., Atamov, V. & Türüt, K. (2019). Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(2), 263-271.

Wang, W., Vinocur, B., Shoseyov, O. ve Altman, A., (2004). Role of plant heatshock proteins and molecular chaperones in the abiotic stress response, Trends in Plant Science, 9(5), 244-252.

Wasternack, C. (2007). Jasmonates: An update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development, Annals of Botany, 100, 681-697.

