

***Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch Bitki Atıklarında *Eisenia fetida* Solucanının Gelişimi ve Elde Edilen Solucan Gübresinin *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. Bitkisinde Bazı Büyüme Parametrelerine Etkisinin Tespit Edilmesi\***

**Development of *Eisenia fetida* Worms in *Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch Plant Wastes and Determination of the Effect of Obtained Vermicompost on Some Growth Parameters of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.**

 Turan YÜKSEK<sup>1</sup>,  Feyzanur SOYYIĞIT<sup>1</sup>

**Özet**

Bu çalışmanın amacı, *Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch (İran sarmaşığı) bitki atıklarında *Eisenia fetida*'nın (kırmızı Kalifornia solucanı) gelişimi ve elde edilen solucan gübresinin *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Küba kekiği) taksonunda bazı büyüme parametrelerine etkisinin tespit edilmesidir. Denemelerde kullanılan İran sarmaşığı bitkisi Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Zihni Derin Yerleşkesinden, kırmızı Kalifornia solucanı ise Turan Yüksek'in solucan üretim laboratuvarından temin edilmiştir. Denemelerde *H. colchica*'dan (İran sarmaşığı) elde edilen 3 farklı (yaprak (%100), meyve (%100), dal (%100)) atık solucan besi ortamı olarak kullanılmıştır. Atıklar bitkiden alındıktan sonra bir ay süreyle plastik poşet içinde ve karanlık ortamda çürütülmüştür. Daha sonra atıklardan alınan besinler tesadüf parselleri deneme desenine uygun ve üç tekrarlı olarak 40x40x20 cm ebatlarına sahip plastik kaplara aktarılmış ve bu kapların her birine ağırlıkları belirlenen 30'ar adet solucan yerleştirilmiş ve gübre oluşumu tamamlandıktan (13 hafta) sonra gübre hasat edilmiştir. Bitki parametrelerine ait ölçümler: bitki çapı dijital çap ölçer ile boy gelişimi cetvel ile ölçülmüş, yaprak ve yandal sayıları adet olarak sayılmıştır. Bitki kök boğazından kesilmiş, kökler yıkanmış, tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. *H. colchica* (İran sarmaşığı) (%100) yaprak ortamında solucan ağırlığı düzensiz bir gelişim seyri göstermiştir. Solucan gübresi uygulanan bitkilerdeki boy ve çap gelişimleri sırasıyla %58 ve %63 daha yüksek olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki büyümesi, *Eisenia fetida*, İran sarmaşığı, Küba kekiği.

**Abstract**

The aim of this study is to determine the development of *Eisenia fetida* (Red California Worm) in *Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch (Persian Ivy) plant wastes and the effect of the obtained vermicompost on some growth parameters of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Cuban Thyme). The persian ivy plant used in the trials was obtained from the Zihni Derin campus of Recep Tayyip Erdoğan University, and the red California worm was obtained from the worm production laboratory of Turan Yüksek. Three different wastes (leaf (100%), fruit (100%), branch (100%)) obtained from *H. colchica* (Persian Ivy) were decomposed in plastic bags for one month. Then, the growing medium were transferred to plastic containers with 40x40x20 cm dimensions in three repetitions, according to randomized plots trial design, and 30 worms were placed in containers and the fertilizer was harvested after the completion of the fertilizer formation. Measurements of plant parameters: Plant diameter was measured with a digital caliper, height growth was measured with a ruler, and the number of leaves and lateral branches were counted as pieces. The above and below ground biomass were determined by weighing. *H. colchica* (Persian Ivy) (100%) worm weight in the leaf medium showed an irregular developmental course. Height and diameter developments in the plants applied vermicompost were 58% and 63% higher, respectively.

**Keywords:** Plant growth, *Eisenia fetida*, Persian Ivy, Cuban Thyme.

Geliş Tarihi:06.04.2023, Düzeltme Tarihi: 12.06.2023, Kabul Tarihi: 15.06.2023

Adres: <sup>1</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü  
 E-mail: feyzanur\_soyyigit21@erdogan.edu.tr

\*Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 2209/A projesi kapsamında desteklenmiştir.

## 1. Giriş

Bitki üretimde verimi artırmak için bol miktarda kimyasal gübre ve daha az miktarda organik gübre kullanılmaktadır. Bu amaçla bilinçsizce uygulanmakta olan kimyasal gübreler üretim maliyetini artırırken; diğer yandan toprak, su, flora ve fauna, insan ve ekosistem sağlığı açısından tehlike unsuru oluşturmaktadır. Bitkisel üretimde verimliliğin ve kalitenin artması amacıyla, kimyasal gübrelerin yanı sıra organik gübrelerin, toprak düzenleyicilerin, organomineral ve mikrobiyal gübrelerin kullanımı artmaktadır (Oğuztürk ve ark., 2021; Pulatkan, 2022).

Organik gübreler; bitki için yararlı besin maddelerini bünyesinde barındıran, asıl amacı toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini düzenleyen ve topraktaki besin elementlerinin bitkiler tarafından daha kolay alınmasını sağlayan gübrelerdir (Demirtaş ve ark., 2012; Yıldırım ve ark., 2022). Organik gübreleme ile toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal yapısı düzelmekte, su tutma kapasitesi artmakta, havalanması sağlanmakta, mikrobiyal aktiviteler hızlanmakta, toprağa besin elementleri kazandırılmakta ve ekosistemin sağlığı korunmaktadır. Bitkisel üretimin sürdürülebilirliği için organik üretim yöntemlerinin teşvikiyle elde edilen yaklaşımların yaygın hale gelmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla organik kökenli atıklarının vermikompost tekniği ile geri kazanılarak katı ve sıvı solucan gübresine dönüştürülmesi ve bu gübrelerin bitkisel üretimde kullanılması ekosistem sağlığında etkili olduğu görülmüştür (Umut, 2019). Kırmızı Kaliforniya solucan türünün organik kökenli atıkların vermikompost tekniği ekonomik önemi olan ürünlere dönüştürebilme yeteneğinin anlaşılması, başta Avrupa ülkeleri olmak üzere, Hindistan ve Amerika'da vermikültür adı verilen yeni bir tarımsal üretim sektörünün doğmasını sağlamıştır. Vermikültür değişik amaçlar için toprak solucanlarının kültürünün yapılması durumudur (Erşahin, 2007). Vermikompost terimi, solucanların kullandığı organik atık ve atıkları kompostlaştırma işlemi sonucunda elde edilen ürün için kullanılmakla beraber, vermikompost ürünü genelde vermikest (solucan dışkısı; gübresi) veya kısaca kest olarak adlandırılmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996). Vermikompost, organik materyallerin solucanlar tarafından sindirilmesi ile oluşan, bitki büyümesi, toprak ıslahı, bitki sağlığı ve çevreye olan diğer birçok olumlu etkilerin sağlandığı bir materyaldir. Vermikompost, solucanlar aracılığıyla, organik atıkların gübreye dönüştürülmesi olarak da tanımlanabilir. Bu sistem organik katı atıkların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Joshi ve Pal Vig, 2010; Bellitürk, 2016). Vermikompostun elde edilmesinde farklı tür organik atıklar kullanılabilir. Bunların içerisinde büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıkları,

organik evsel atıklar, ölü bitkisel atıklar ve daha birçok diğer atıklar yer alabilmektedir (Yüksek, 2019). Vermikompost yöntemi kullanılarak özellikle farklı ülkelerde hayvan, kanalizasyon atıkları, bitki ve endüstriyel atıklar geri kazandırılmaktadır. Günümüzde vermikompost, tarımın sürdürülebilirliğine katkı sağlayan, toprağın tekstür ve strüktür yapısını iyileştirerek toprak kalitesini arttıran, bitki büyüme ve gelişimini olumlu yönde etkileyen ve artan katı atıkların ayrıştırılarak çevreye yararlı hale getirilmesini sağlayan ekolojik bir oluşum olmasına rağmen; ülkemizde atıkların geri kazandırılması ve solucan maması olarak kullanılması konusundaki çalışmalar henüz başlangıç aşamasında olduğu belirtilmiştir (Yüksek ve ark., 2017). Ülkemiz koşullarında inek gübresi atığı (Yüksek ve ark., 2019a), çay atığı, çay atığı-inek gübresi, çay lifi, talaş ve gazete kağıdı atıkları (Yüksek ve ark., 2017), fındık zurufu ve çay atığı karışımları (Yüksek ve ark., 2017), belediye atıksu çamuru ve toprak karışımlarından solucan gübresi üretimi (Yüksek ve Çemberci, 2022) ve fındık kabuğu, hazel ve çay atığı karışımlarından ağır metallerin uzaklaştırılması (Yüksek, 2022), Bakır- Krom- Arsenik CCA karışımı ile emprenye edilmiş tel direği atıklarından bakır, krom ve arseniğin uzaklaştırılması (Mohammed, 2018) çalışmalarında vermikompost tekniği başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Atıkların vermikompost tekniği ile solucan gübresine dönüştürülmesine ilaveten elde edilen farklı tip solucan gübrelerinin bitki büyümesine etkileri konusunda yapılan çalışmalar da artarak devam etmektedir. Solucan gübresinin bitki büyümesine olan etkilerini belirlenmesi amacıyla Yüksek ve ark., (2019b) yılında yaptıkları çalışmada torf ve solucan gübresi uygulamalarının *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Küba kekiği) bitkisinin gelişimi üzerinde etkisini araştırılmışlardır. Araştırma sonucunda, bitki gelişiminde 10 gr katı solucan gübresinin uygulandığı deneme ortamlarından en iyi sonucun elde edildiği belirtilmiştir.

Yüksek ve Çemberci (2022) yılında yaptıkları bir çalışmada farklı tip besi ortamlarının (atıksu çamuru (%50) + killi toprak (%50) ve atıksu çamuru (%100)) *Eisenia fetida* (kırmızı Kaliforniya solucanı) popülasyon değişimine ve elde edilen solucan gübresinin *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata' (Kafkas gülü) taksonun da bazı bitki büyüme parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda atık çamurundan elde edilen vermikomposttaki kalsiyum (Ca), çinko (Zn), toplam organik karbon (TOC), inorganik karbon (IC), vb. değerlendirilen parametrelerin tamamında %9-25 arasında değişen oranlarda artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Parametreler arasındaki en az artış sodyum (Na) miktarında, en fazla artış ise IC değerlerinde meydana gelmiştir. Ca, Zn, TOC ve IC değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu tespit etmişlerdir. Solucan gübresi uygulamaları ile en yüksek kök boyu, kök ağırlığı, kök boğaz çapı, boy gelişimi,

yaprak ağırlığı, çiçek ağırlığı, gövde ağırlığı, en fazla yaprak sayısı oranına ve toprak üstü biyomas ağırlığına; atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) besi ortamından elde edilen solucan gübresinin uygulandığı bitkilerde ulaşımlardır. Bademkıran ve ark. (2018) yılında yaptıkları çalışmada farklı katı ve sıvı solucan gübresi dozlarının nergis (*Narcissus cv. 'Royal Connection'*) taksonunun gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada 10 farklı parametre (hasada gelme süresi, tam çiçeklenme süresi, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak sayısı, bitki boyu, çiçek sayısı, çiçek boyu, sap kalınlığı) incelenmiştir. En yüksek bitki boyuna %2 sıvı solucan gübresinin uygulandığı denemelerde, en büyük yaprak uzunluğuna %1 sıvı solucan gübresi uygulanan denemelerde rastlanmıştır. Çalışma sonucunda nergis taksonunun gelişiminde sıvı solucan gübresi uygulamasının başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Özkaya (2021) yılında yaptığı çalışmada 4 farklı toprak türü (tarla toprağı (%100), orman toprağı (%100), fidanlık toprağı (%80) + koyun gübresi (%20), özel yapılmış toprak (sıkıştırılmış odun talaşının yakılmasından elde edilen kül) ile beslenen *Eisenia fetida* (kırmızı Kaliforniya solucanı) solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda en az solucan sayısına (A) %100 orman toprağı besi ortamında, en fazla solucana ise %100 tarla toprağı besi ortamında rastlanmıştır. Besi ortamlarından elde edilen solucan gübresindeki en fazla azot değerine fidanlık toprağı ile %100 tarla toprağından elde edilen solucan gübresinde, en yüksek pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) değerine (B) Özel topraktan elde edilen solucan gübresinde, en yüksek organik madde %'sine tarla toprağından elde edilen solucan gübresinde rastlamıştır.

Ülkemizde atıkların vermikompost tekniğı ile solucan gübresine dönüştürülmesi ve elde edilen gübrenin bitki gelişimi üzerine yürütülen çalışmalar artarak devam etmektedir. Ancak yapılan literatür araştırmalarında hem peyzaj hem de tıbbi ve aromatik değere sahip olan *Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch (İran sarmaşığı) bitki atıklarının vermikompost tekniğı ile geri kazanımı ve elde edilen solucan gübresinin *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Küba kekiğı) bitkisinin büyüme ve gelişmesine etkileri konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla beraber atık çeşitlerinin çok fazla olması bu konuda daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir. Araştırmanın hipotezi: farklı atıklardan (*Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch (İran sarmaşığı) yaprak, meyve ve yeşil sürgün) elde edilen solucan mamasının solucan gelişimine etkisi yoktur (i), atıklardan elde edilen solucan gübresinin bitki büyümesine etkisi yoktur (ii). Araştırmanın hedefleri: *Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch (İran sarmaşığı) yaprak (%100), meyve (%100) ve dal (%100) besi ortamlarında solucan sayısı ve ağırlığının tespit edilmesi (i), atıklardan elde edilen solucan

gübresinin bazı bitki büyüme parametrelerine etkisinin tespit edilmesidir. Bu çalışmanın amacı *Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch (İran sarmaşığı) bitki atıklarında kırmızı Kalifornia solucanının gelişimi ve elde edilen solucan gübresinin *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Küba kekiği) bazı büyüme parametrelerine etkisinin ortaya konulmasıdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Denemelerde kullanılan *Hedera colchica* (K.Koch) K.Koch (İran sarmaşığı) bitkisi Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Zihni Derin Yerleşkesinden, *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Küba kekiği) bitkisi RTE Üniversitesi, Zihni Derin Yerleşkesinde bulunan ve peyzaj mimarlığı bölümüne ait olan bitki üretim serasından temin edilmiştir. *Eisenia fetida* (kırmızı Kalifornia solucanı) ise Prof. Dr. Turan Yüksek'in solucan üretim laboratuvarından temin edilmiştir. Solucan besleme kutuları marketlerden satın alınmıştır.

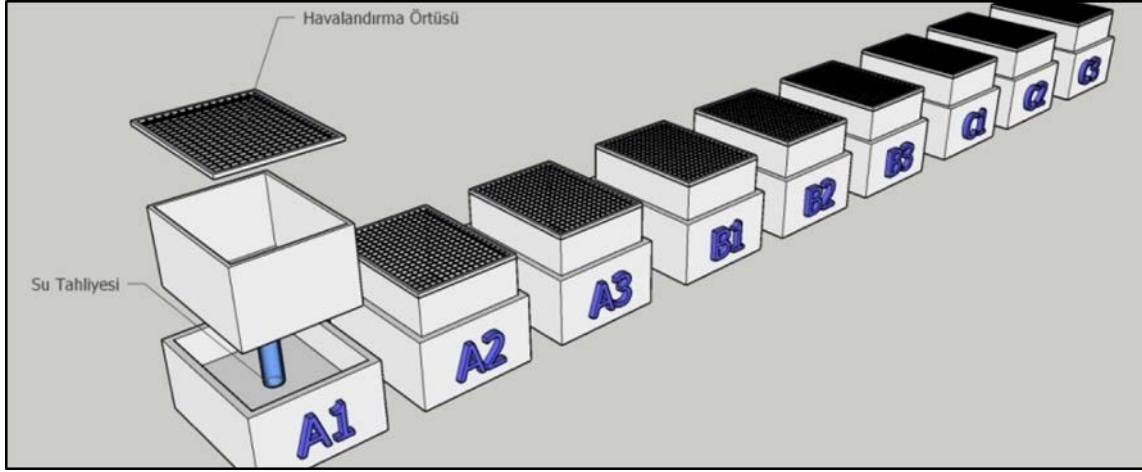
### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Solucan Mama Hazırlama, Besleme ve Gübre Üretimi

Bu çalışma 2021-2022 yılları arasında yürütülmüş olup denemelerde *H. colchica* (İran sarmaşığı) bitkisinin farklı kısımlarından elde edilen 3 farklı (yaprak (%100), meyve (%100), dal (%100)) besi ortamları kullanılmıştır. Bu amaçla toplanan *H. colchica* (İran sarmaşığı) bitkisi yaprak, meyve ve dallarına ayrılmış canlı materyalin gevşemesi ve mama haline gelmesi için ince parçalara ayrıldıktan sonra polietilen poşetlere konulmuş, poşetin içi nemlendirilip kapatıldıktan sonra 30 gün süreyle çürümeye bırakılmıştır. Süre sonunda poşetlerden çıkarılan besleme mamalarının her birinden 1 kg mama alınarak 40x40x20 cm ebatlarında, üstü ince tül veya sineklikle örtülmüş, altında tül ile korunmuş sıvı gübre tahliye deliği bulunan plastik kaplara konulmuştur. Daha sonra besleme kaplarının her birine ağırlıkları belirlenen 30'ar adet *Eisenia fetida* türü solucan yerleştirilmiş ve besi nemi %50±5 oluncaya kadar çeşme suyu ilave edilmiştir. Solucanların mamaya olan tepkisi 6 saat süreyle izlenmiş ve solucanlar içine yerleştikten sonra kutuların üst kapakları kapatılmıştır. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine uygun ve üç tekrarlı yürütülmüştür (Çizelge 1; Şekil 1). Besi ortamlarındaki solucan sayısı ve ağırlığı 7 gün aralıklarla 90 gün süreyle takip edilmiştir. Doksan gün sonra besi ortamında meydana gelen değişiklikler gözlemlenmiş ve gübre oluşumu tamamlandığı için besi ortamındaki solucan göç ettirilmiş ve katı ve sıvı gübreler hasat edilmiştir.

**Çizelge 1.** Denemelerde kullanılan besi ortamları.

Deneme No	Denemelerde Kullanılacak Besi Ortamları	Tekrar Sayısı		
A	<i>Hedera colchica</i> (K.Koch) K.Koch (%100) Yaprak	A1	A2	A3
B	<i>Hedera colchica</i> (K.Koch) K.Koch (%100) Meyve	B1	B2	B3
C	<i>Hedera colchica</i> (K.Koch) K.Koch (%100) Dal	C1	C2	C3

**Şekil 1.** Solucan besleme ve gübre üretim düzeneği (Tasarım Fikir/Konsept: T. Yüksek; Çizim: F. Soyyiğit).

### 2.2.2. Solucan Gübresinin Bitkiye Uygulanması ve Bazı Bitki Büyüme Parametrelerinin Ölçülmesi

*H. colchica* (İran sarmaşığı) bitki aksamlarından elde edilen katı ve sıvı solucan gübresinin *P. amboinicus* (Küba kekiği) taksonu üzerindeki gelişimini gözlemlemek amacıyla tesadüf deneme desenine uygun %100 torf ortamında 3 tekrarlı deneme kurulmuştur (Şekil 2). Denemelerde 10 gr katı solucan gübresi başlangıçta ve tek seferde uygulanmış olup 10 ml sıvı solucan gübresi büyümenin 30. ve 60. günlerinde olmak üzere 2 kez uygulanmıştır.

**Şekil 2.** *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Küba kekiği) deneme deseni.

Bitki boy ve çap değişimleri 15 günde bir cetvel ve hassas dijital çap ölçer ile 90 gün boyunca ölçülerek kayıt altına alınmıştır. 13. haftanın sonunda bitkiler buldukları

ortamlardan çıkarılmış, toprak kısım yıkanarak uzaklaştırıldıktan sonra bitki kök boyu milimetrik altlık üzerine dikey yerleştirilerek dijital kumpas ile ölçülmüş, yaprak ve yandal sayımı yapılarak kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bitkiler kök boğazından kesilmiş ve hassas terazi yardımı ile toprak üstü ve toprak altı biyomas miktarları tespit edilmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Ölçüm için kullanılan materyaller ve ölçüm gösterimi.

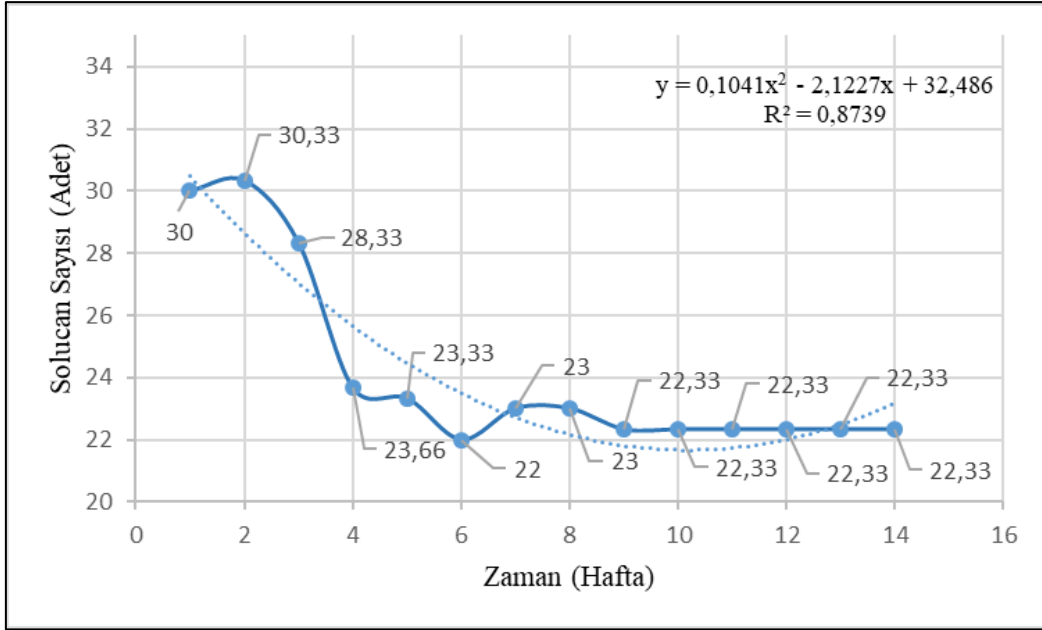
### 2.2.3. İstatistiksel Analiz

Kontrol ve gübre uygulanan denemelerdeki çap ve boy gelişimlerinde fark olup olmadığı Independent T testi kullanılarak 0.05'lik bir önem düzeyinde SPSS-23 analiz programında istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Besi Ortamlarındaki Solucan Sayı ve Ağırlıklarında Meydana Gelen Değişimler

*H. colchica* (İran sarmaşığı) (%100) yaprak ortamında solucan sayıları 14 hafta sonunda %25.56 oranında azalmıştır. *H. colchica* (İran sarmaşığı) (%100) yaprak ortamında solucan sayılarının zamana göre değişiminde  $R^2 = 0.8739$  polinomvari bir değişim göstermiştir (Şekil 4).

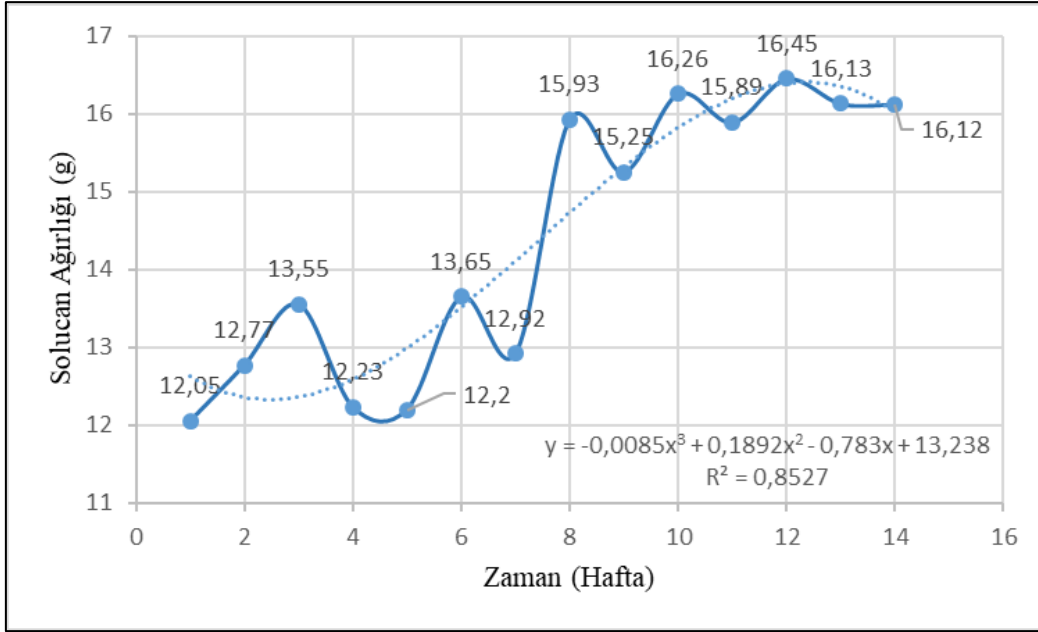


**Şekil 4.** *Hedera colchica* (İran sarmaşığı) (%100) yaprak ortamındaki solucan sayılarının değişimi.

*H. colchica* (İran sarmaşığı) (%100) yaprak ortamında solucan ağırlığı ilk 3 hafta artmış, 4. haftadan 5. haftaya kadar azalmış, 6. hafta tekrar artmış ve 7. hafta azalmıştır. 8. hafta artış gösteren solucan ağırlığı 9. hafta azalmış ve 10. hafta tekrar artış göstermiştir. 11. hafta azalan solucan ağırlığı 12. hafta artmış ve sonrasında azalmıştır (Şekil 5). *H. colchica* (İran sarmaşığı) (%100) yaprak ortamında solucan ağırlığının zamana göre değişiminde  $R^2 = 0.8527$  polinomvari bir değişim göstermiştir.

*H. colchica* (İran sarmaşığı) (%100) meyve ve (%100) dal ortamlarında kurulan denemelerde solucanların yaşamadığı gözlemlenmiştir.





Şekil 5. *Hedera colchica* (İran sarmaşığı) (%100) yaprak ortamındaki solucan ağırlıklarının değişimi.

### 3.2. Gübrelemenin *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (Küba kekiği) Bitki Gelişimine Etkisi

Bitki çap gelişimleri 45 gün süre ile birbirlerine yakın seyrederken; 45. günden sonra gübre uygulanan bitkilerdeki çap gelişimi gübre uygulanmayan kontrol denemesi bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli seviyede farklı olmuştur (Çizelge 2). *P. amboinicus* (Küba kekiği) bitkilerinde boy gelişimi solucan gübresi uygulanan denemelerdeki bitki boy gelişimi kontrol bitkilerine kıyasla daha hızlı bir gelişim göstermiş ve denemenin 15. günü itibariyle boy gelişimleri arasında istatistiksel olarak önemli seviye fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

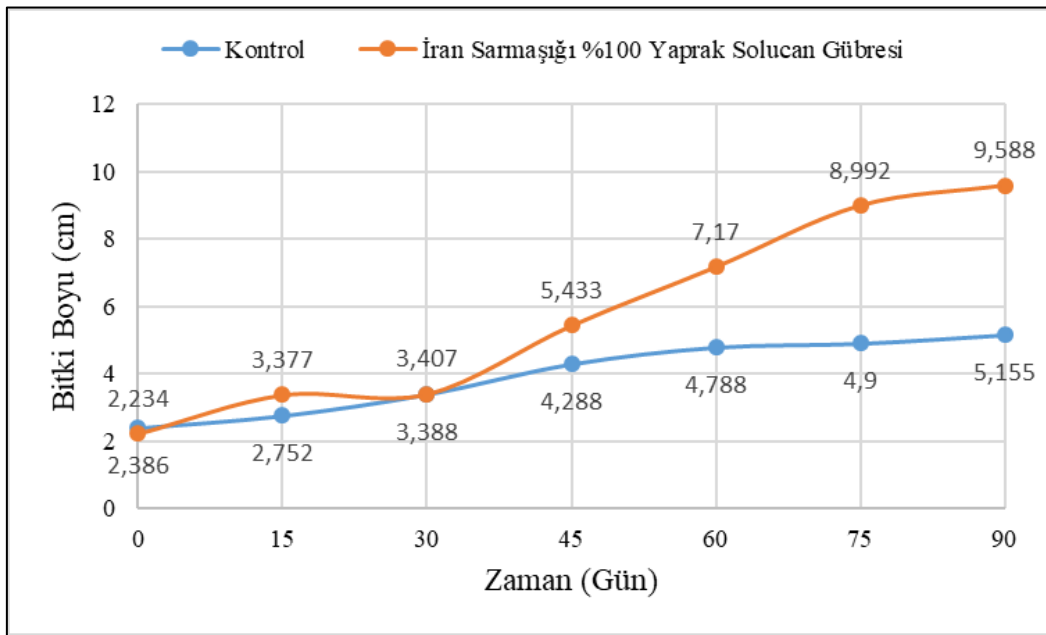
Çizelge 2. Bitki çap ve boy gelişimine ait T testi sonuçları.

Bitki Özellikleri		N	X	Std. Sapma	F	Sig. (2-tailed)	Önem Seviyesi
H <sub>0</sub> - Çap	Kontrol Gübresi	9 27	0.203 0.214	0.0125 0.0378	0.005	0.333	N.S.
H <sub>1</sub> - Çap	Kontrol Gübresi	9 27	0.209 0.221	0.0358 0.0457	0.894	0.463	N.S.
H <sub>2</sub> - Çap	Kontrol Gübresi	9 27	0.302 0.335	0.0534 0.0572	0.725	0.138	N.S.
H <sub>3</sub> - Çap	Kontrol Gübresi	9 27	0.352 0.382	0.0945 0.0648	2.144	0.320	N.S.
H <sub>4</sub> - Çap	Kontrol Gübresi	9 27	0.400 0.493	0.0509 0.0784	1.034	0.002	**
H <sub>5</sub> - Çap	Kontrol Gübresi	9 27	0.407 0.523	0.0384 0.0564	1.623	0.000	***

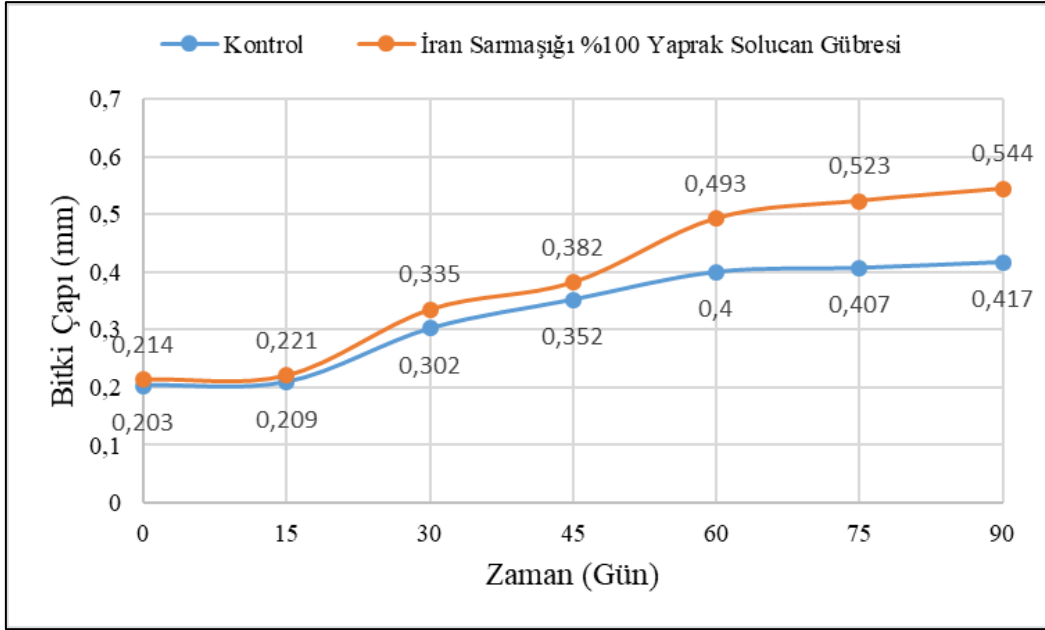
Bitki Özellikleri		N	X	Std. Sapma	F	Sig. (2-tailed)	Önem Seviyesi
H <sub>6</sub> -Çap	Kontrol	9	0.417	0.0364	1.807	0.000	***
	Gübresi	27	0.544	0.0442			
H <sub>1</sub> -Boy	Kontrol	9	2.386	0.1955	1.188	0.155	N.S.
	Gübresi	27	2.234	0.2913			
H <sub>2</sub> -Boy	Kontrol	9	3.388	0.3073	1.431	0.000	***
	Gübresi	27	3.407	0.4070			
H <sub>3</sub> -Boy	Kontrol	9	4.288	0.5464	0.116	0.884	***
	Gübresi	27	5.433	0.6207			
H <sub>4</sub> -Boy	Kontrol	9	4.788	0.6132	1.6920	0.000	***
	Gübresi	27	7.170	0.8479			
H <sub>5</sub> -Boy	Kontrol	9	4.900	0.0543	6.043	0.000	***
	Gübresi	27	8.992	1.2716			
H <sub>6</sub> -Boy	Kontrol	9	5.155	1.0417	3.152	0.000	****
	Gübresi	27	9.588	1.2906			

Çap: cm, Boy: cm, H: Hafta, N: Örnek sayısı, X: Aritmetik ortalama, N.S.: Non significant, önemsiz, \*\*: 0.01 fark ile önemli, \*\*\*: 0.000 fark ile önemli

Denemelerin yürütüldüğü 90 gün sonunda *H. colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak solucan gübresinin uygulandığı denemelerdeki bitki boy ve çap değişimleri kontrole göre sırasıyla %56.66 (Şekil 6) ve %23.35 (Şekil 7) daha fazla olmuştur.

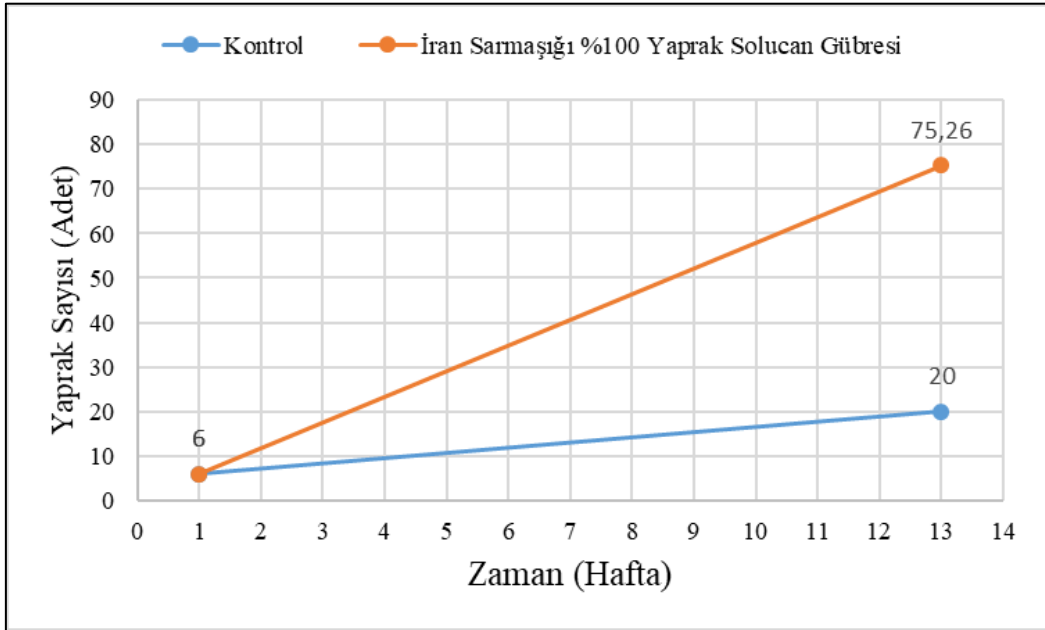


Şekil 6. *Hedera colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak solucan gübresinin bitki boy değişimine etkisi.



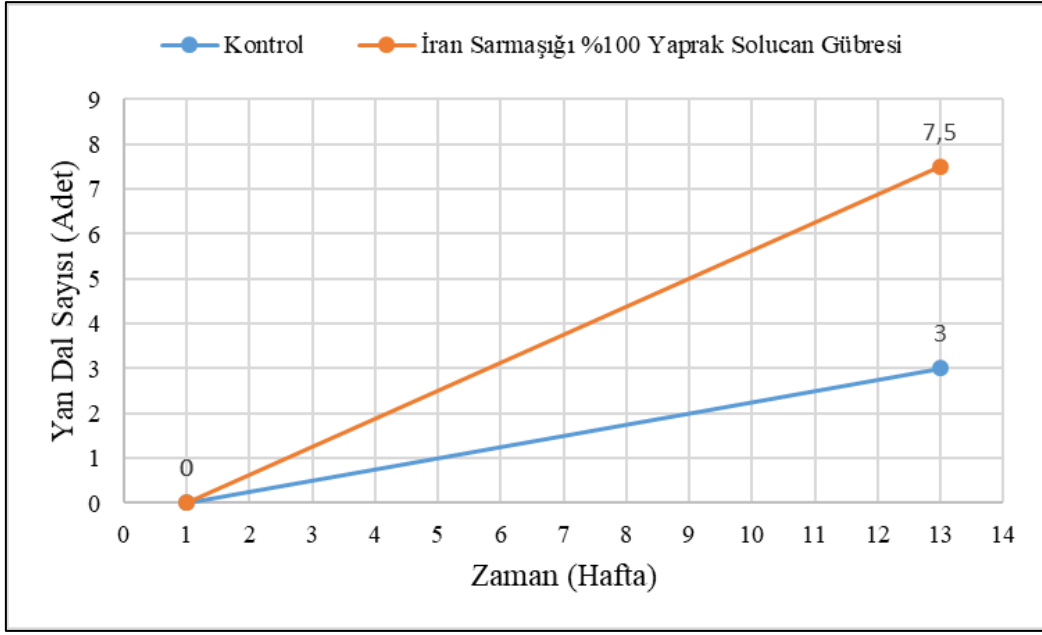
**Şekil 7.** *Hedera colchica* (İran sarmasığı) %100 yaprak solucan gübresinin bitki çap değişimine etkisi.

*H. colchica* (İran sarmasığı) %100 yaprak solucan gübresinin bitki yaprak sayısı değişimine etkisi incelendiğinde doksan gün sonunda gübre uygulanmış denemelerdeki yaprak sayısı kontrol denemelerine kıyasla %73.42 daha fazla olmuştur (Şekil 8).



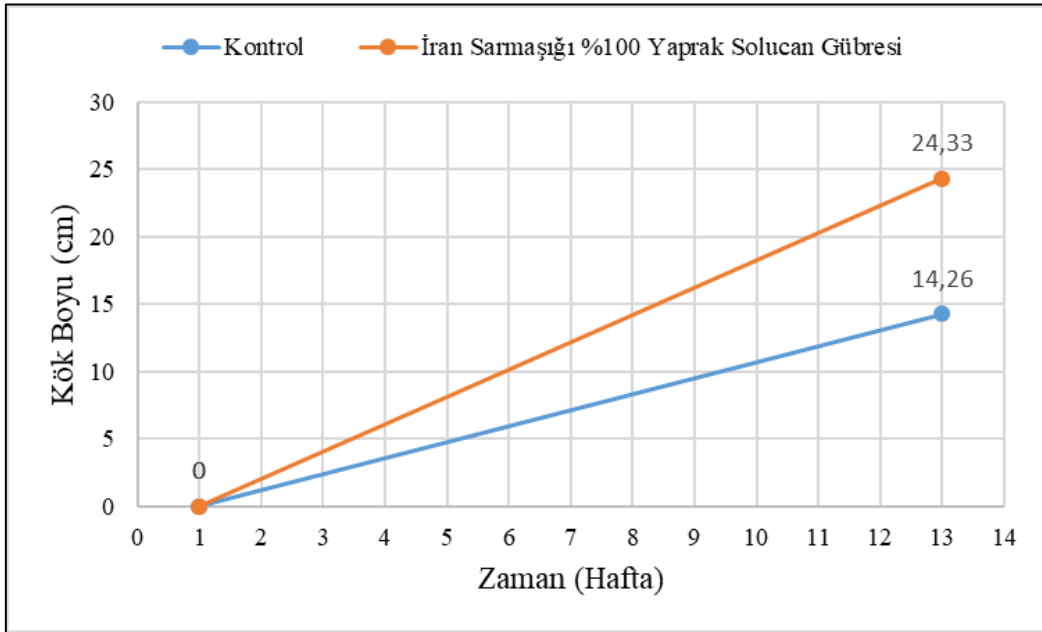
**Şekil 8.** *Hedera colchica* (İran sarmasığı) %100 yaprak solucan gübresinin yaprak sayısı değişimine etkisi.

Solucan gübresi uygulanan denemelerdeki bitki yan dal sayısı kontrol denemelerine kıyasla doksan gün sonunda %60 oranında daha fazla olmuştur (Şekil 9).



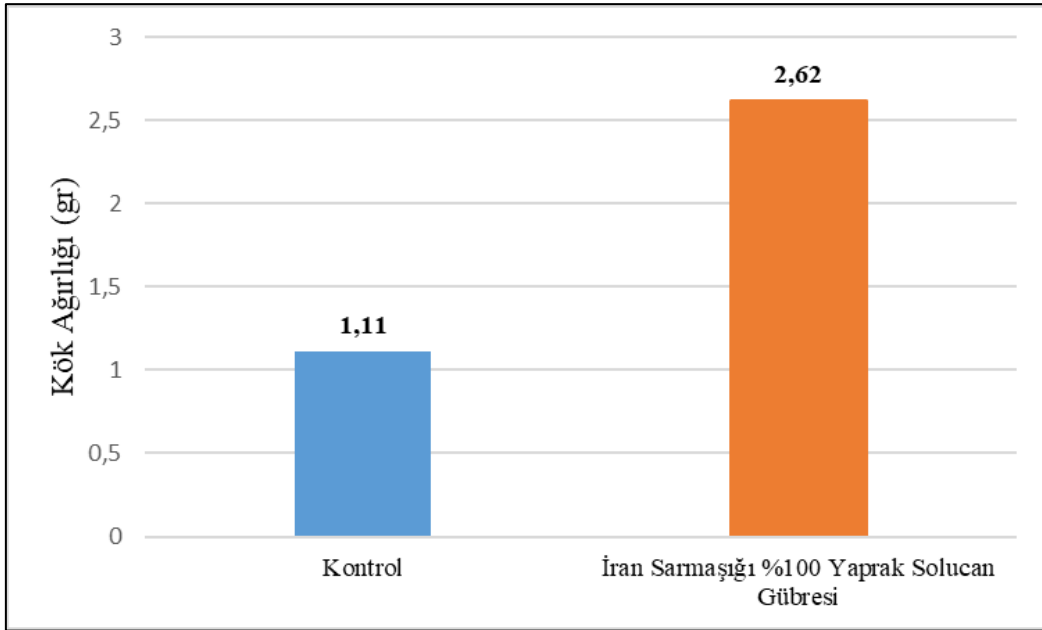
**Şekil 9.** *Hedera colchica* (İran sarmasığı) %100 yaprak solucan gübresinin yan dal sayısı değişimine etkisi.

Solucan gübresi uygulanan denemelerdeki kök boyu gelişimi kontrol denemelerine kıyasla %41.38 daha fazla olmuştur (Şekil 10).



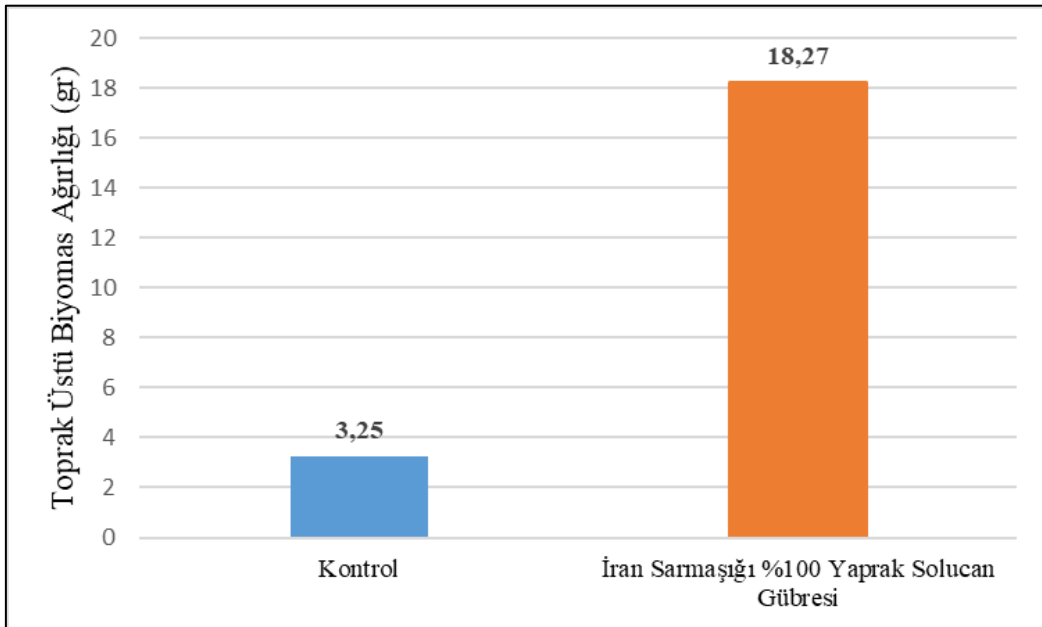
**Şekil 10.** *Hedera colchica* (İran sarmasığı) %100 yaprak solucan gübresinin kök boyu değişimine etkisi.

*H. colchica* (İran sarmasığı) %100 yaprak solucan gübresinin uygulandığı denemelerdeki toplam kök ağırlığı kontrol denemelerine kıyasla %57.63 daha fazla olmuştur (Şekil 11).



**Şekil 11.** *Hedera colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak solucan gübresinin kök ağırlığına etkisi.

*H. colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak solucan gübresinin uygulandığı denemelerdeki toprak üstü biyokütle değeri kontrol denemelerine kıyasla %82 daha fazla olmuştur (Şekil 12).



**Şekil 12.** *Hedera colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak solucan gübresinin toprak üstü biyokütle etkisi.

Besi ortamlarının karışım tipi, besi ortamlarına uygulanan kompostlaştırma tekniği, besi ortam tekstürü, pH'sı ve karışımlardaki C/N oranı değerlerindeki farklılıkların solucan

biyokütle değişimi üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim solucan yaşam ortamındaki sıcaklık, pH, organik madde miktarlarının solucanın yaşaması ve çoğalmasında etkili olduğu pek çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Govindan, 1998; Curry, 2005; Homan ve ark., 2016; Yüksek, 2019; Yüksek ve ark., 2019a; Wu ve ark., 2020; Yüksek ve Çemberci, 2022). Bununla bitlikte solucan kayıplarında tam kompoze olmamış besi ortamlarındaki fazla mineral madde ve azot içeriği de etkili olabilmektedir. Gübreleşme süreci devam ederken ortaya çıkan amonyum ve buna bağlı olarak geçici artan pH ve aşırı miktarda parçalanabilir karbonhidrat olması durumunda solucanların ölebileceği ifade edilmektedir (Gunadi ve Edwards, 2003). Bununla birlikte İran sarmaşığı meyvelerinin mama haline getirilmesi için bir ay süreli çürütme ile bünyesinde bulunan ve solucan için toksik olabilecek bazı maddelerin halen daha besi içinde olduğu ve bu maddelerin solucanların ölümünde etkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Guilherme de Oliveira ve ark., (2021) yaptıkları araştırmada endokrin bozucu fenolik kimyasalların Bisfenol A – BPA, Oktilfenol – OP, Nonilfenol – NP'nin saf veya karışımlarına 48 saat maruz kalan *Eisenia fetida* türü solucanlarda akut toksisiteye rastlandığını tespit etmişlerdir. Makersi ve ark., (2021) Zeytinyağının ekstraksiyon işlemleri sonucu açığa çıkan ve zeytin değirmeni atıksuyu ve zeytin değirmeni posası farklı dozlarının (%12.5, %25, %50, %75 ve %100 w/w) *Aporrectodea trapezoides* ve *Eisenia fetida* solucanlarının büyümesi, üremesi ve hayatta kalması üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada *Aporrectodea trapezoides*'in büyüme, üreme ve hayatta kalma bakımından *Eisenia fetida*'dan daha dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir. Besi ortamındaki zeytin atığı miktarının artması ile büyümenin ve yaşam yüzdesinin azaldığı ortaya konulmuştur (Mekersi ve ark., 2021).

Çevresel faktörler (su, sıcaklık, oksijen, ışık) bitki büyümesi üzerinde etkili olan önemli parametrelerdendir (Karakurt ve ark., 2010). Bunun yanında bitkiye uygulanan gübreler bitki büyümesinde destekleyici bir unsurdur. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda organik solucan gübresinin bitki büyümesini, yaprak sayısını, yaprak uzunluğunu, yaprak genişliğini, bitki boyu, sap kalınlığı (Arancon ve ark., 2005; Gül ve ark., 2019; Yüksek ve ark., 2020; Uçar ve ark., 2020; Yüksek ve Çemberci, 2022) ve tohumun çimlenme gücünü artırdığı tespit edilmiştir (Ak Göksu ve Öztokat Kuzucu, 2017). Yüksek ve ark. (2020) farklı tip organik solucan gübresi ve torf uygulamalarının Küba kekiği bitkisinin gelişimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. En iyi gelişimi 10 gr katı solucan gübresinin uygulandığı deneme ortamlarından elde etmişlerdir. Aynı çalışmada bitki gelişiminin saksı hacmine göre de farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur. Çalışmamızda da görülüyor ki *P. amboinicus* (Küba kekiği) bitkisine uygulanan katı ve sıvı solucan gübresi,

gübre uygulanmayan kontrol ortamına kıyasla daha başarılı olmuş olup yapılan çalışmalarla da benzerlik sağlamıştır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın sonucunda; *H. colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak kısımlarından oluşturulan besi ortamında solucanların yaşadığı ve solucan gübresinin oluşumu gözlemlenirken, %100 meyve ve %100 dal kısımlarından oluşturulan besi ortamlarında solucanların yaşamadığı gözlemlenmiştir. Bu durumda %100 meyve ve %100 dal kısımlarının daha uzun süreyle ve tercihen tam kompost haline gelinceye kadar çürütülmesi ya da farklı oranlarda diğer besin atıklarının karışımıyla oluşturulan yeni besi ortamlarının denenmesi yararlı olabilir.

*H. colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak kısımlarından elde edilen katı ve sıvı solucan gübresinin *P. amboinicus* (Küba kekiği) bitkisinin gelişimine etkisinin incelendiği 8 parametrenin tümünde gübre uygulanmayan kontrol ortamına kıyasla daha başarılı olmuştur. Bitki boyu %58, çapı %63, kök boğaz çapı %24, yaprak sayısı %73, kök boyu %41, kök ağırlığı %57 ve toprak üstü biyomas ağırlığı %82 oranında artış göstermiştir. Ancak *H. colchica* (İran sarmaşığı) %100 yaprak kısımlarından elde edilen katı ve sıvı solucan gübresinin *P. amboinicus* (Küba kekiği) taksonu için en iyi gelişim seyrini ortaya çıkaracak en uygun gübre miktarı ve uygulama sayısının tespit edilmesi için farklı doz katı ve sıvı solucan gübrelerinin kullanıldığı yeni araştırmaların yapılması faydalı olacaktır.

#### Kaynaklar

- Ak Göksu, G., ve Öztokat Kuzucu, C. (2017). Karpuzda (*Citrullus lanatus* Thunb cv. Crimson Sweet) farklı dozlardaki vermikompost uygulamalarının verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. *Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 48-58.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D., & Lucht, C. (2005). Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, 49(4), 297-306.
- Atamov, V., Yüksek, T., ve Türüt, K. (2019a). 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.

- Bademkırın, F., Çığ, A., ve Türkoğlu, N. (2018). Nergis (*Narcissus* cv. 'royal connection') bitkisinin gelişimi üzerine katı ve sıvı solucan gübresi dozlarının etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4): 676-684.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3) 1-5.
- Curry, J. P. (2005). "Factors Affecting the Abundance of Earthworms in Soils, 88-104". In: Earthworm Ecology (Ed. C. A. Edwards), Published in the Taylor & Francis e-Library, 441.
- Demirtaş, E. I., Öztüren Asri, F., Özkan, C.F., ve Arı, N. (2012). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtü altı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 29(1), 9-22.
- Edwards, C.A., & Bohlen, P.J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. New York, 69.
- Erşahin, Y.Ş. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 99-107.
- Govindan, V. S. (1998). "Vermiculture and Vermicomposting, 49-57". In: Ecotechnology for pollution control and Environmental Management (Ed: Trivedi, R. K.; Kumar, Arvind), Karad: Einviro Media, India, 322.
- Guilherme de Oliveira, K. M., de Sousa Carvalho, E. H., dos Santos Filho, R., Sivek, T. W., Lundgren Tha, E., De Souza, I. R., De Sousa Coelho, L. D., Bertelli Pimenta, M. E., de Oliveira, G. A. R., de Oliveira, D. P., Cestari, M.M., & Leme, D. M. (2021). Single and mixture toxicity evaluation of three phenolic compounds to the terrestrial ecosystem. *Journal of Environmental Management*, 296(2021), 113-226.
- Gunadi, B., & Edwards, C. A. (2003). The effects of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) (Lumbricidae). *Pedobiologia*, 47(4), 321-329.
- Gül, V., Gıdık, B., ve Girgel, Ü. (2019). Vermikompostun ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin fenolojik ve morfolojik özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 817-824.
- Homan, C., Beier, C., Mccay, T., & Lawrence, G. (2016). Application of lime (CaCO<sub>3</sub>) to promote forest recovery from severe acidification increases potential for earthworm invasion. *Forest Ecology and Management*, 368(2016), 39-44.



- Joshi, R., & Pal Vig, A. (2010). Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L). *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 2(3), 117-123.
- Karakurt, H., Aslantaş, R., ve Eşitken, A. (2010). Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 115-128.
- Mekersi, N., Kadi, K., Casini, S., Addad, D., Eddine Bazri, K., Lekmine, S., & Amari, A. (2021). Effects of single and combined olive mill wastewater and olive mill pomace on the growth, reproduction, and survival of two earthworm species (*Aporrectodea trapezoides*, *Eisenia fetida*). *Applied Soil Ecology*, 168(2021), 104123.
- Mohammed, A.R. (2018). 'Removal of chromium, copper and arsenic from CCA-treated sawdust using California red worm (*Eisenia fetida*)'. Karadeniz Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Forest Industry Engineering (Unpublished) Master Thesis, 119.
- Oğuztürk, G.E., Turna, T., Yüksek, T., ve Kaval, U. (2021). Bazı bitki ekstraktlarının antiviral etkileri üzerine bir derleme. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 156-163.
- Özkaya, M.S. (2021). Orman toprağı ve üç farklı toprakla beslenen kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen solucan gübrelere arasındaki farkın belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 12-22.
- Pulatkan, M., & Kamber, A.Ş. (2022). Effect of altitude differences on seed germination and seedling growth in *Rhododendron luteum* Sweet. *Baltic Forestry*, 28(1), 565.
- Uçar, Ö., Sosyal, S., ve Erman, M. (2020). Siirt ekolojik koşullarında katı solucan gübresi uygulamalarının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve verim özelliklerine etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(2), 91-95.
- Umut, H. (2019). 'Büyükbaş hayvan gübresi ve evsel kökenli yemek atıkları ile beslenen yerli ve kırmızı Kaliforniya solucanlarından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin karşılaştırılması'. (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 44.
- Wu, J., Ren, Z., Zhang, C., Motelica-Heino, M., Deng, T., Wang, H., & Dai, J. (2020). Effects of soil acid stress on the survival, growth, reproduction, antioxidant enzyme activities, and protein contents in earthworm (*Eisenia fetida*). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(27), 33419-33428.

- Yıldırım, N., Pulatkan, M., & Ercan Oğuztürk, G. (2022). GA<sub>3</sub> treatments on seed germination in *Rhodothamnus sessilifolius*, an endangered species in Turkey. *Caldasia*, 44(2), 241-247.
- Yüksek, T., ve Çemberci, B. (2022). Farklı besleme materyallerinde *Eisenia fetida* populasyon değişimi ve elde edilen solucan gübresinin *Daphne odora* 'Aureomarginata' bitkisinde bazı büyüme parametrelerine etkisinin tespit edilmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 7(3), 314-322.
- Yüksek, T. (2019). Farklı tip yemle beslemenin kırmızı Kaliforniya solucanında solucan sayısı ve ağırlığına etkisi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(1), 1-6.
- Yüksek, T., Verep, B., ve Baltacı, C. (2017). Hayvan gübresinden elde edilen sıvı solucan gübresinin iz ve besin elementleri açısından incelenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(8), 986-991.
- Yüksek, T., Oğuztürk, T., ve Çorbacı, Ö. L. (2020). Solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında *Plectranthus amboinicus* (Lour.) spreng bitkisinin gelişimine etkisi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(4), 743-749.
- Yüksek, T., Oğuztürk, T., Çorbacı, Ö. L. Soyyiğit, F., ve Delibaş, C. (2019b). *Farklı besi ortamlarında organik solucan gübresi ve torf uygulamalarının Plectranthus amboinicus* (Lour.) bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. 3. Uluslararası GAP Matematik-Mühendislik-Fen ve Sağlık Bilimleri Kongresi, 99-109, Şanlıurfa.