

Koyun gübresinden vermikompost üretilmesi

Production of vermicompost from sheep manure

Yusuf SOLMAZ¹, Korkmaz BELLİTÜRK¹, Bilal Can ERKAN¹, Betül YÜCEL¹, Khusan MUKHTAROV¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
Article history: Recieved / Geliş: 28.04.2025 Accepted / Kabul: 28.08.2025 Anahtar Kelimeler: Koyun gübresi Solucan (<i>Eisenia fetida</i>) Kokon Vermikompost Keywords: Sheep manure Earthworm (<i>Eisenia fetida</i>) Cocoon Vermicompost ✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Yusuf SOLMAZ ysolmaz@nku.edu.tr	Bu çalışmada, hayvansal kökenli koyun gübresi (KG) belirli miktarlarda kullanılarak <i>Eisenia fetida</i> yardımıyla vermikompost üretilmiştir. Vermikültür Laboratuvarı'nda 60 gün süren ve 4 tekrarlamalı olarak planlanan çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Deneme plastik kilitli kaplar içinde 4 farklı uygulama (KG500S50; KG1000S50; KG1500S50; KG2000S50) şeklinde olup; her bir uygulama için de 50 adet <i>Eisenia fetida</i> cinsi solucanlar kullanılmıştır. Nem gereksinimi saf suyla karşılanmıştır. Deneme sonunda elde edilen farklı vermikompost örneklerinde; pH, EC, organik madde, toplam N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B analizleri yapılmış ve ayrıca solucan sayılarındaki değişim değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre ortalama en yüksek N, P, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B değerleri koyun gübresi miktarının en az olduğu KG500S50 uygulamasında, söz konusu N hariç tüm parametreler için ortalama en düşük değerler ise KG1500S50 uygulamasında tespit edilmiş, N için ise ortalama en düşük değer KG1000S50 uygulamasında görülmüştür. Ancak ortalama en yüksek K, KG1500S50 uygulamasında, ortalama en düşük değer ise KG1000S50 uygulamasında gözlemlenmiştir. Çalışmada analiz edilen tüm parametreler incelendiğinde ortalama pH ve EC değerleri sırasıyla 7.28 ve 5.16 mS/cm olarak tespit edilmiştir. Ortalama en yüksek organik madde miktarı %29.68 ile KG500S50 uygulamasında, ortalama en düşük değer ise KG1000S50 uygulamasında kayıtlı edilmiştir. ABSTRACT In this study, vermicompost was produced by using certain amounts of animal origin sheep manure (KG) with the help of <i>Eisenia fetida</i>. The study, which lasted 60 days and was organized with 4 replications in the Vermiculture Laboratory, was planned and carried out according to the randomized plot design. In the experiment, 4 different applications (KG500S50; KG1000S50; KG1500S50; KG2000S50) were used in plastic locked containers and 50 <i>Eisenia fetida</i> worms were used for each application and the moistening requirement was met with pure water. pH, EC, organic matter, total N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu and B analyses were performed in 4 different vermicompost samples obtained at the end of the study. The change in the number of worms was evaluated at the end of the study. According to the research results, the highest average N, P, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu and B values were found in the KG500S50 application where the amount of sheep manure was the lowest, and the lowest average values for all parameters except N were found in the KG1500S50 application, and the lowest average value for N was found in the KG1000S50 application. However, the highest average K was observed in the KG1500S50 application, and the lowest average value was observed in the KG1000S50 application. When all parameters were considered, the average pH and EC values were determined as 7.28 and 5.16 mS/cm, respectively. Among all parameters, the highest average organic matter amount was recorded as 29.68% in the KG500S50 application, while the lowest average value was determined as KG1000S50 application.
Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.  	
Cite/Atıf	Solmaz, Y., Bellitürk, K., Erkan, B.C., Yücel, B., & Mukhtarov, K. (2025). Koyun gübresinden vermikompost üretilmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 30 (3), 808-822. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1685408

GİRİŞ

Her geçen gün artan dünya nüfusu , toplumları yeni yöntemler aramaya, optimizasyon teknikleriyle varolan kaynakları daha ekonomik değerlendirmeye ve yeni teknolojilerden faydalanmaya yönlendirmektedir. Hızla artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını gidermek için yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu birim alandan daha fazla verimi elde etmeye yönelik yapılan çalışmalardır.

Kimyasal içerikli gübreler, pestisitler ve diğer tarımsal katkı maddelerin kullanılmaya başlandığı 1950-60'lı yıllarda başlayan dönem “Yeşil Devrim” olarak adlandırılmış ve bu süreçte tarımsal üretimde önemli düzeyde bir artış meydana gelmiştir. Ancak bu artışın genel anlamda dünyadaki açlık sorunu çözmediği, tersine doğal dengeyi, toprak yapısını ve kalitesini bozduğu ve insan sağlığını tehdit ettiğini gören bilim insanları bu konuda farklı araştırmalara yönelmişlerdir. Her ne kadar kullanılan bu kimyasallar bitkisel üretimi artırsa da uzun vadede topraktaki faydalı organizmaları yok ederek besin kalitesi ve toprak verimliliğinin azalmasına yol açmıştır (Sinha ve Herat, 2009).

Ülkemizde bitkisel üretimde “vermikompost” kullananların ve bu gübreyi üretmek isteyenlerin sayısı son yıllarda önemli düzeyde artmıştır. Bu durumun en önemli nedenleri arasında topraklardaki organik maddenin düşüklüğünün giderilebilmesi ve bu gübreye ulaşmanın ve üretiminin giderek kolaylaşması sayılabilir. Ancak en önemli neden; vermikompostun toprak, bitki, ürün ve çevreye olan pozitif katkılarıdır (Bellitürk ve ark, 2013).

Türkiye’de son yıllarda ortalama 1 yılda kullanılan kimyasal gübre miktarının 8 milyon ton olduğu bilinmektedir. Kimyasal gübreler ülkemize genellikle döviz ile tedarik edilmekte ve tarım ürünlerinde gereksiz yere maliyet artışlarına sebep olmaktadır. Ancak bununla beraber ülkemizde birçok organik gübreye dönüşme potansiyeli yüksek olan koyun gübresi gibi hayvansal kökenli organik atıklar bulunmakta ve bu atıklar ya yakılmakta ya da çöpe atılarak/yanlış kullanılarak çevre kirliliğine sebep olabilmektedir.

Toprak solucanları toprağın organik materyali ile mineral maddelerin birbirine bağlanmasında önemli bir işleve sahiptir. Bu bağlanma sonucunda organo-mineral humus katmanı oluşarak toprağın beslenme ve su tutma kapasitesinin artışını teşvik eder. Toprak solucanları bu özellikleri nedeniyle mikrobiyal aktiviteyi direkt etkilemekte ve topraktaki mikroorganizmalar da böylece azot, karbon ve diğer besin maddelerinin döngüsüne yardımcı olarak ekolojik sistemlerin işleyişine önemli düzeyde katkı yapmaktadırlar (Daniel ve Anderson, 1992).

Yürütülen bir araştırmada domates, biber, patates ve çilek üretiminde bitki besleme amacıyla solucan gübresi uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre biber ve domateste yaprak alanı ve sürgün uzunluğunun, çilekte ise pazar değerinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir (Arancon ve ark., 2003). Bir diğer araştırmada ise vermikompostun bitkide verim, kaliteyi, toprakta mikrobiyal aktiviteyi artırdığı, ayrıca toprak kökenli hastalık ve zararlıları önlediği bildirilmiştir (Arancon ve Edwards, 2005).

Açıkbaş ve Bellitürk (2016) tarafından rapor edilen bir araştırmada gübre olarak artan dozlarda vermikompost Trakya İlkeren/5BB aşısı kombinasyonundaki fidanlara uygulanmış ve deneme sonunda bitkilerin besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Bu deneme sonuçlarına göre vermikompost oranının artışıyla birlikte bitkilerin toplam N, P ve K içeriklerinde önemli düzeyde artışlar tespit edilmiştir.

Trakya Bölgesi’nde son birkaç yıldır vermikompost “organik gübre” olarak hem tarım hem de peyzaj alanlarında uygulanmaya başlamıştır. Bunun en önemli sebepleri arasında; solucan gübresinin topraklarda su tutma kapasitesini yükseltmesi, bitkilere yarıyışlı besin maddelerini ve verimliliği artırması, faydalı mikroorganizmaları aktive etmesi, toprakta organik madde miktarını artırması, bitki köklerini beslemesi, hastalık ve zararlılara dayanıklılık sağlaması ve ürünlerin raf ömrünü uzatması gibi arzu edilen sonuçlar bulunmaktadır (Bellitürk, 2018a).

Trakya Bölgesi, verim potansiyeli yüksek olan topraklara sahip bir bölge olarak, Türkiye’nin önemli tarımsal üretim merkezlerinden birisidir. Genellikle buğday-ayçiçeği gibi bitkilerle kuru tarım yapılan ve yoğun toprak işleme uygulanan bir bölgedir. Yoğun toprak işlemedeki toprakları yoran en önemli faaliyetlerden birisi de yoğun kimyasal gübre uygulanması ve doz fazlalığına gidilmesidir. Buna paralel olarak hayvansal kökenli organik gübre kullanımı yok

denecek kadar azdır. Tekirdağ ilinde mevcut küçükbaş hayvan varlığı, 2022 yılı TÜİK verilerine göre 350543 adettir. Ancak küçükbaş hayvan gübrelerinin değerlendirildiği akademik çalışmalara fazla rastlanılmamaktadır. Görüldüğü gibi Tekirdağ ili küçükbaş hayvan varlığı açısından tarımsal üretimde önemli bir yere sahiptir. Üreticilerin son yıllarda yem fiyatlarındaki yükselmeleri bahane ederek hayvancılığa karşı ilgilerinin azalması karşısında, onları bu sektörde tutacak çeşitli maddi teşvik projeleri yanında bilimsel bilgiler açısından da desteklemek önemli bir adımdır. Özellikle il içerisinde yoğun olarak buğday-ayçiçeği ekim nöbeti uygulanması nedeniyle bitkisel üretim önemli bir geçim kaynağıdır. Bu alanda da artan kimyasal gübre ve ilaç fiyatları, yine hayvancılıkta olduğu gibi bitkisel üretimde de üreticilerin olumsuz düşüncelere girmesine sebep olmaktadır. Sonuç olarak üreticilerin bitkisel üretimdeki kimyasal gübre fiyatlarından olumsuz olarak etkilenmemelerinin kısmen sağlanması adına kolay organik gübre elde etme yollarını yöredeki üreticilere anlatmak, önemli bir adımdır. Bunun için nakliye dezavantajına yakalanmadan, il içerisindeki hayvancılık işletmelerinde var olan hayvansal atıkların “organik gübre”ye dönüştürülmesi öncelikli hedefler arasına alınmalıdır. Yani il içerisindeki hayvancılık tesislerinde ortaya çıkan hayvansal atıklarının (çoğunlukla inek ve koyun gübrelerinin) mutlak surette kompost-vermikompost yapılarak “organik gübre” girdisine dönüştürülmesinin sağlanması son derece önemlidir. Ancak ildeki çiftçilerin kompost-vermikompost elde etme ve topraklara gübre olarak uygulama konusunda bilgi eksikliği olduğu bilinmektedir. Üstelik yörede bitki besleme alanında yapılan birçok akademik çalışmada aşırı kimyasal gübre kullanıldığı, bu nedenle ilin tarımsal alanlarında organik maddenin giderek azaldığı ve toprak kirliliği sorunlarının ortaya çıkmaya başladığı, toprakların ıslah edilme ihtiyaçlarının olduğu çeşitli araştırmalar sonucunda belirlenmiştir (Bellitürk, 2012; Bellitürk, 2013; Bellitürk, 2017; Bellitürk, 2019; Bellitürk ve ark., 2018; Bellitürk ve Çelik, 2022; Gürbüz ve Bellitürk, 2021; Solmaz ve Adiloğlu, 2017). Organik gübreler yüksek miktarda organik besin maddesi içerdiğinden dolayı, topraklara uygulandığında organik madde artışı ile birlikte toprağın katyon değişim kapasitesinin artırmakta ve ayrıca topraktaki nitrojeni sabitleştirerek, mineralleşmesine yardım etmektedir. Ayrıca topraktaki bitki besin maddelerini döngüye sokarak (N döngüsü, C döngüsü vs.) tıpkı kimyasal gübrelerin yaptığı gibi besin maddelerini kullanılabilir hale getiren organizmalar içerdiklerinden dolayı son derece faydalıdır (Lowenfels, 2021).

Bir ton taze hayvan gübresinin yaklaşık 20 kg azot (N), 10 kg fosfor (P₂O₅) ve 20 kg da potasyum (K₂O) içerdiği göz önüne alındığında organik özelliğinin yanında önemli düzeyde temel besinlere de sahip olduğu görülmektedir. Bu değerler işletmeden işletmeye ve yetiştirme tekniklerine göre değişmekle birlikte koyun gübresinin temel besin maddesi içerikleri, kuru maddede toplam N %4.0; P %0.6 ve K %2.9’dur (Anonim, 2024).

Taban’ın (2024) yaptığı çalışmada, bir işletmeden aldığı koyun gübrelerinde elde edilen analiz sonuçları; organik madde %61.78, pH 8.34, EC 5.690 mS cm⁻¹, toplam N %2.443, P %0.750, K %3.351, Cu 44.898 mg/kg, Fe 11266.160 mg/kg, Mn 935.579 mg/kg ve Zn 109.373 mg/kg olarak bildirilmiştir.

Kaviraj ve Sharma (2003)’nın yaptığı bir çalışmada, kentsel atıklardan vermikompost üretilmesi amacıyla ekzotik ve yerli solucan türleri (*Eisenia fetida* ve *Lempito mauritii*) kullanılmıştır. Araştırma kapsamında 42 gün sonra yapılan ölçümlerde toplam organik C kaybı, C:N oranı, toplam N, K ve EC bakımından *Eisenia fetida* solucanlarının diğerlerine göre daha üstün bir performansa sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Bhattacharya ve ark. (2012), termal tesislerden çıkan düşük besin öğelerine, ağır metal toksisitesine sahip toprakta zor çözünen uçucu kül ile sığır gübresini harmanlayarak ve *Eisenia fetida* türü toprak solucanlarını kullanarak vermikompost üretmiştir, üretilen gübrenin toprağa uygulanması ile topraktaki N, P, K değerlerinin önemli oranda arttığı görülmüş ve bunu göstermek amacıyla vermikompost uygulaması yaparak patates yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda, ürün miktarının arttığı ve ağır metal toksisite miktarının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Eisenia fetida türüne ait solucanların yetişkinleri yaklaşık 5-7 cm uzunlukta, 3-5 mm çapında ve 500-600 mg biyokütlede olup, bu solucanlar 29 °C sıcaklık ve yüksek nem seviyesi toleransına sahiptirler (Venter ve Reinecke, 1988) ve esas olarak çürümüş organik madde üzerinde yaşamaktadır (Neuhauser ve ark. 1980). *Eisenia fetida* ile etkileşimde olan toprağın pH’ı, çözülmüş organik karbon miktarı (DOC), mikrobiyal popülasyonu, topraklardaki ağır metallerin hareketliliği ve biyoyararlanımının arttığı bildirilmiştir (Wen ve ark., 2004).

Bu araştırmada, farklı miktarlardaki koyun gübresinin 60 gün süre ile *Eisenia fetida* türü solucanlara mama olarak yedirilmesi neticesinde organik gübre olarak bilinen vermikompost üretilmiş ve sonrasında üretilen bu vermikompostun bazı fizikokimyasal analizleri yapılarak gübre değerinin ortaya konulmasına ilişkin bilimsel değerlendirmeler yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Denemede hayvansal kaynaklı koyun gübresi (KG), Kırmızı Kaliforniya Solucanı olarak bilinen *Eisenia fetida* türü solucanlar, saf su ve plastik kilitli kaplar kullanılmıştır.

Araştırmada farklı miktarlardaki (500 g, 1000 g, 1500 g, 2000 g) koyun gübresine (KG) laboratuvar ortamında eşit sayılarda (50 adet) *Eisenia fetida* türü solucanlar (S) ilave edilmiştir. Araştırmada Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nin Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde bulunan koyunların gübresi kullanılmıştır. Solucanlar ise proje yürütücüsünün diğer projelerinden elde edilen ve çoğaltılan, ülkemizde de giderek yaygınlaşan tür olan Kırmızı Kaliforniya Solucanı olarak bilinen *Eisenia fetida*'dır.

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak planlanmıştır. Toplam 16 adet 3 litrelik kapaklı plastik kutulara yem amacı ile konulan farklı miktardaki koyun gübresine aynı miktarlarda solucanlar (*Eisenia fetida*) ilave edilmiş ve çalışma 60 gün süre ile devam ettirilmiştir. Çalışmanın başlangıcından itibaren haftalık olarak tüm örneklerin sıcaklık ve nem ölçümleri yapılarak kontrollü koşullarda deneme yürütülmüştür.

Yapılan birçok araştırmada *Eisenia fetida* için ideal olan yaşam ve besin ortamı koşullarının; sıcaklığı 15-25 °C, nem oranı %60-90, amonyak düzeyi 0.5 mg/g'dan düşük, tuz miktarı 0.5 mg/kg'dan az, pH değeri 5-9 arasında ve oksijence zengin olması gerektiği rapor edilmiştir (Edwards, 2004). Dominguez ve Edwards (2011a)'ın bildirdiğine göre, denemenin yapıldığı ortam sıcaklığı 22-25 °C derece arasında tutulmalı diye söz konusu bu denemede elektrikli ısıtıcı ve soğutma özellikli özel fanlar kullanılmıştır. Dominguez ve Edwards (2011b)'nin bildirdiğine göre, kap içerisinde solucanların yem yemelerinin sağlanması ve kutulardan kaçmadan yaşamaları amacıyla ortamdaki materyalin (koyun gübresi) nem düzeyi deneme süresince %70 civarında tutulmak amacıyla deneme kaplarındaki nem ihtiyaçları saf su püskürtülmesi ile sağlanmıştır.



Şekil 1. Deneme şeması
Figure 1. Experiment drawing

Denemede parametreleri (uygulamalar) aşağıdaki gibi planlanarak yürütülmüştür:

1: 500 g Koyun Gübresi (KG) + 50 adet solucan (*Eisenia fetida*) x 4 tekerrür

2: 1000 g Koyun Gübresi (KG) + 50 adet solucan (*Eisenia fetida*) x 4 tekerrür

3: 1500 g Koyun Gübresi (KG) + 50 adet solucan (*Eisenia fetida*) x 4 tekerrür

4: 2000 g Koyun Gübresi (KG) + 50 adet solucan (*Eisenia fetida*) x 4 tekerrür

Vermikompost örneklerinde yapılan analizler

pH: 1:2 gübre su karışımında (1 birim gübre ve 2 birim su) pH değerleri okunmuştur (TSE, 1991a).

EC: TS 9106'ya göre 10 g vermikompost ve 180 ml saf su karışımı 1 saat çalkalanarak süzölmüştür. Elde edilen süzükteki tuzluluk değeri kondüktivimetre cihazı ile okunmuştur (TSE, 1991b).

Organik Madde (%): TS 9103'e göre 5 g vermikompost örneği kül fırınında 650 °C'de 4 saat yakılarak gravimetrik yöntemle hesaplanmıştır (TSE, 1991c).

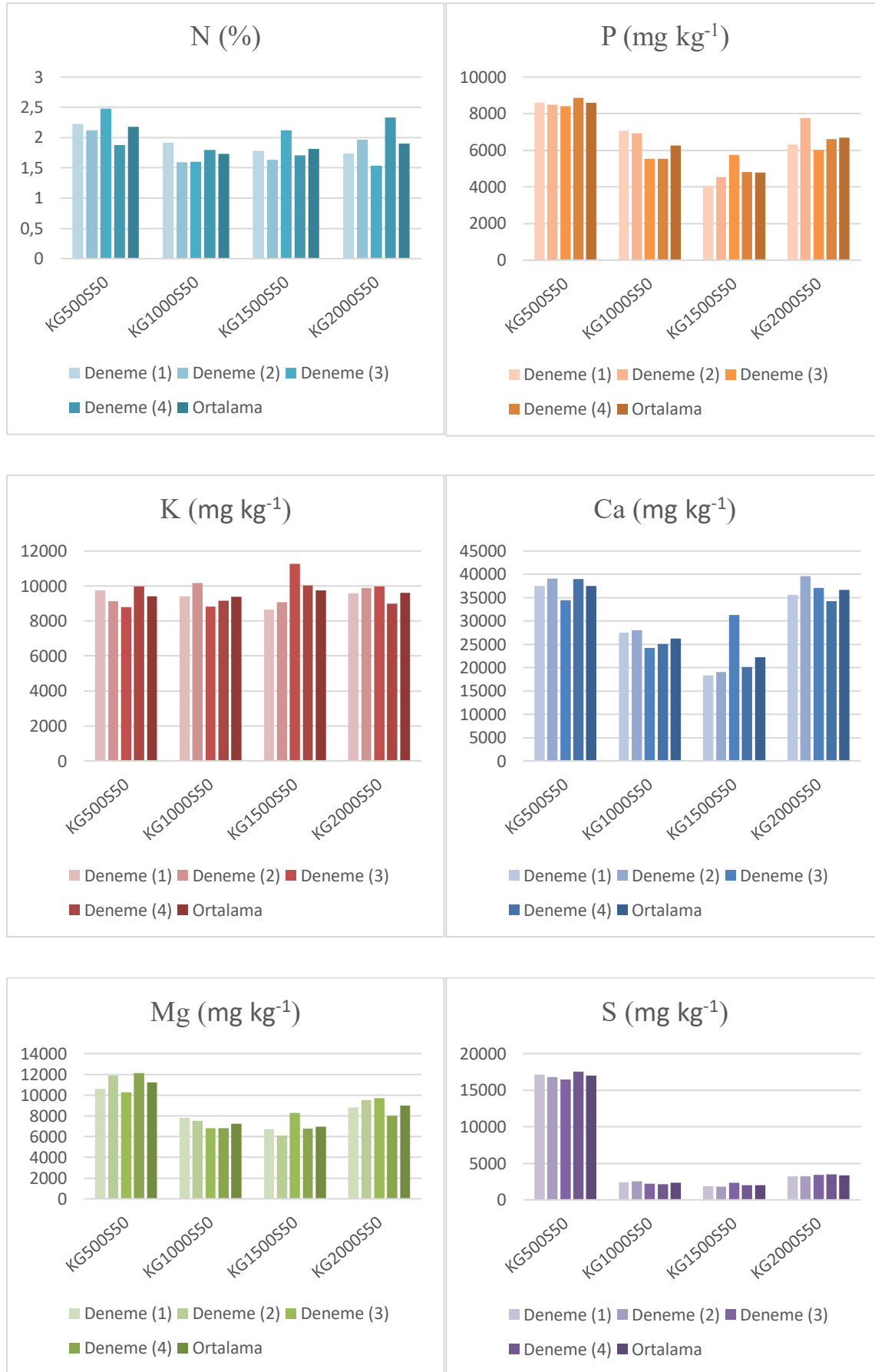
Toplam Azot: Analizlerde toplam N belirlenmesinde Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin esası, analiz edilen örneklerdeki organik ve inorganik N formlarını çeşitli katalizör yardımıyla H₂SO₄ ile kaynatarak amonyum sülfat formuna dönüştürmektedir. Örnekler NaOH'lu ortamda su buharı yardımıyla saflaştırılarak meydana gelen amonyak borik asit içerisinde yakalanır ve elde edilen çözelti de 0,1 N H₂SO₄ ile titre ederek N (azot) belirlenir (Sağlam, 2012; Kacar ve İnal, 2008).

Yarayışlı P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B Analizleri: Analize hazır örneklerden H₂O₂ + HNO₃ ile yakılarak elde edilen süzükten ICP-OES cihazıyla okunarak belirlenmiştir (Zarcinas ve ark., 1987).

İstatistiksel Analizler: Elde edilen veri seti JUMP 5.0 istatistik paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ölçülen değerlerin ortalamaları arasındaki farkların istatistiki olarak önemlilikleri LSD testi ile belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait bazı fizikokimyasal analizlerden makro element (N, P, K, Ca, Mg ve S) değerleri, 1. tekerrür, 2. tekerrür, 3. Tekerrür ve 4. tekerrürlerin ortalama değerleri olarak topluca kümelenmiş sütun grafikleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Üretilen solucan gübrelindeki makro element (N, P, K, Ca, Mg, S) içerikleri
 Figure 2. Macro element (N, P, K, Ca, Mg, S) contents in produced vermicomposts

Elde edilen vermikompostların analizleri sonucunda en yüksek N içeriğinin %2.18 ortalama ile KG500S50 denemesinde, en düşük N yüzdesinin ise %1.73 ortalama ile KG1000S50 denemesinde olduğu görülmüştür. Gadde ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışma ile koyun gübresi vermikompostunun toplam %N değeri %1.60 olarak bulunmuştur. Yani her iki çalışma da hayvansal atıktan üretilen vermikompostta belirlenen %N değeri açısından benzerlik göstermektedir.

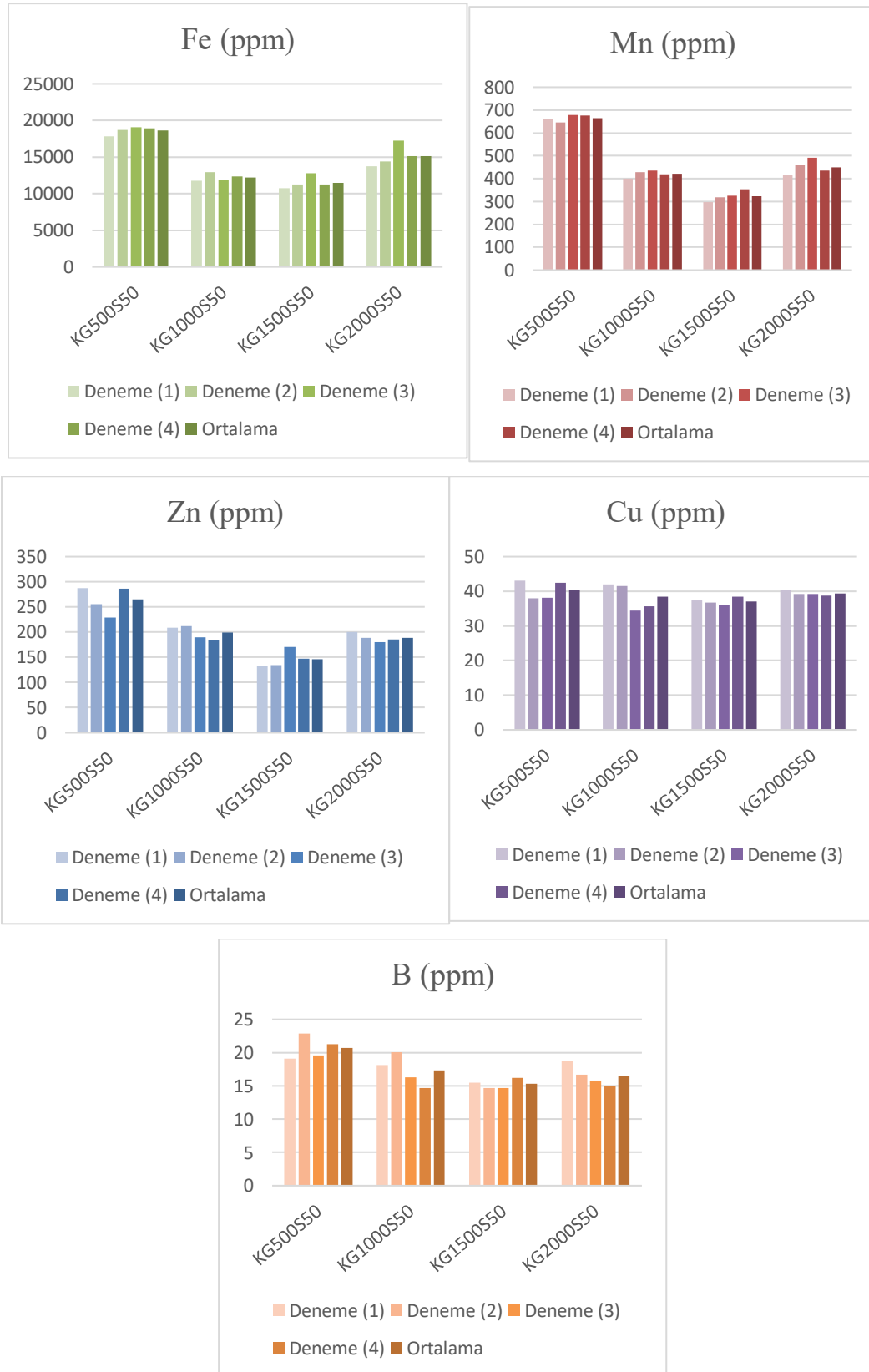
Yapılan vermikompost çalışmasında elde edilen analiz sonuçlarına göre en yüksek P miktarı ortalaması 8593.5 mg kg⁻¹ olarak KG500S50 uygulamasında, en düşük P miktarı ortalaması ise 4794.45 mg kg⁻¹ olarak KG1500S50 uygulamasında ölçülmüştür. Bellitürk'ün (2016) yapmış olduğu çalışmada sığır gübresi vermikompostunda P miktarını 47000 mg kg⁻¹ olarak ve sığır gübresi + zeytin budama atığı vermikompostunda ise P miktarını 4400 mg kg⁻¹ olarak görülmüştür. Görüldüğü gibi atık türü değiştikçe elde edilen vermikompost örneklerindeki P değerinde farklılıklar gözlenebilmektedir.

Vermikompost örneklerindeki K miktarları incelendiğinde; K miktarı en yüksek olarak 9761.58 mg kg⁻¹ ortalama ile KG1500S50 uygulamasında, en düşük değer olarak da 9391.63 mg kg⁻¹ ortalama ile KG1000S50 uygulamasında bulunmuştur. Arancon ve Edwards (2011) tarafından yapılan çalışmada inek gübresi ile beslenen *Eisenia fetida* türü solucanlar kullanılarak üretilen vermikompostun K değerinin 14000 mg kg⁻¹ civarında bulunmuştur. Yapılan iki çalışmadan yola çıkarak hayvansal atıklardan üretilen vermikompostlarda belirlenen K değerlerinde benzerlik gözlenmiştir.

Analiz edilen vermikompost örneklerinin Ca ve Mg içerikleri incelendiğinde en yüksek ortalama değerlerin sırasıyla 37491.43 mg kg⁻¹, 11234.90 mg kg⁻¹ olarak KG500S50 uygulamasında; en düşük ortalama değerlerin ise sırasıyla 22199.73 mg kg⁻¹, 6978.58 mg kg⁻¹ olarak KG1500S50 uygulamasında olduğu bulunmuştur. İnek gübresini solucanlara yem olarak veren Arancon ve Edwards (2011) tarafından yapılan benzer nitelikli sayılabilecek bir çalışmadan elde edilen vermikompost örneklerinin Ca değeri 23245 mg kg⁻¹, Mg değeri ise 5802 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Gadde ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada ise koyun gübresinden elde ettikleri vermikompostun Ca ve Mg değerlerini sırasıyla 21800 mg kg⁻¹ ve 10600 mg kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara bakıldığında koyun gübresi kullanılarak üretilen vermikompostun, Ca ve Mg değerleri bakımından zengin olduğu görülmektedir.

Analiz sonuçlarına göre örneklerdeki S içeriklerine bakıldığında en yüksek ortalama değerin 16983.18 mg kg⁻¹ olarak KG500S50 uygulamasında, en düşük ortalama değerin ise 2024.55 mg kg⁻¹ olarak KG1500S50 uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Kükürt elementi bakımından karşılaştırılacak bir değer bulunamamıştır. Analiz sonuçlarına bakıldığında, 50 adet *Eisenia fetida* türü solucan ile üretilen vermikompostlarda S bakımından verimin 500 g koyun gübresinden üretilen vermikomposta fazla olduğu görülmüştür. Özetle koyun gübresinin artması ile birlikte elde edilen vermikompost örneklerinde S değerlerinin azaldığı ortaya çıkmıştır, bunun ortaya çıkan gübrenin pH değeri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait bazı fizikokimyasal analizlerden mikro element (Fe, Mn, Zn, Cu ve B) değerleri, 1. tekerrür, 2. tekerrür, 3. tekerrür, 4. tekerrürlerin ortalama değerleri kümelenmiş sütun grafikleri Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Üretilen solucan gübrelerindeki mikro element (Fe, Mn, Zn, Cu, B) içerikleri
 Figure 3. Micro element (Fe, Mn, Zn, Cu, B) contents in produced vermicomposts

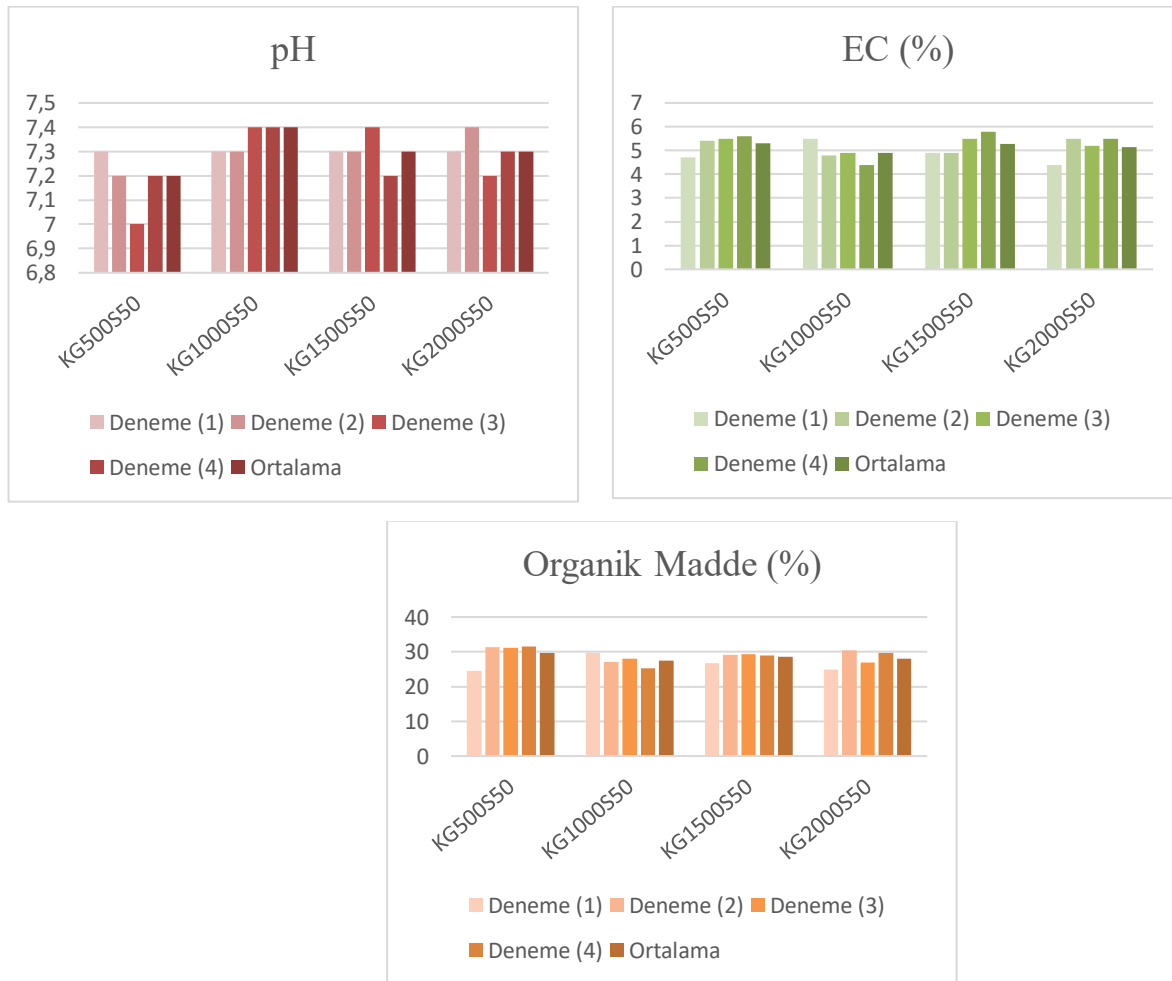
Mikro element içerikleri bakımından vermikompost örnekleri ele alındığında; Fe, Mn, Zn, Cu ve B elementlerinin tümünde en yüksek ortalama değerlerin KG500S50 uygulamasında olduğu ortaya çıkmıştır. Bu değerler sırasıyla

18639.33 mg kg⁻¹, 665.45 mg kg⁻¹, 264.63 mg kg⁻¹, 40.38 mg kg⁻¹ ve 20.73 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Mikro element içerikleri bakımından vermikompost örneklerindeki en düşük ortalama değerler ise Fe, Mn, Zn, Cu ve B elementlerinin tümünde KG1500S50 uygulamasında gözlemlenmiştir. Bu değerler sırasıyla 11508.88 mg kg⁻¹, 323.98 mg kg⁻¹, 145.98 mg kg⁻¹, 37.10 mg kg⁻¹ ve 15.28 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Lange (2005) tarafından yapılan bir çalışmada atık olarak gıda atıkları+bahçe atıkları karışımı kullanılmış ve ortalama Fe değeri 1440 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada tespit edilen yarıyıllık Zn değeri ise 387.2 mg kg⁻¹ olarak bulunmuş, Bellitürk ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada kâğıt atıkları+inek gübresi atıklarıyla beslenen solucanlar ile üretilen vermikompostun Zn değeri ise 48.8 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu iki çalışmaya bakılarak koyun gübresinden elde edilen vermikompostun Zn içeriğinin uyumlu olduğu, Fe içeriği bakımından ise zengin olduğu görülmektedir.

Fındık kabukları ve inek dışkısının atık olarak kullanıldığı başka bir çalışmadan elde edilen ortalama yarıyıllık Fe, Mn, Zn ve Cu değerleri sırasıyla 482.71 mg kg⁻¹, 61.95 mg kg⁻¹, 40.41 mg kg⁻¹ ve 19.73 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Bellitürk ve Soytürk, 2020). Böylelikle koyun gübresi kullanılarak üretilen vermikompostun Mn ve Cu elementleri bakımından da zengin olduğu anlaşılmaktadır.

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait bazı fizikokimyasal analizlerden pH, EC ve organik madde değerleri, 1. tekerrür, 2. tekerrür, 3. tekerrür, 4. tekerrürlerin ortalama değerleri kümelenmiş sütun grafikleri Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Üretilen vermikompostlardaki pH, EC ve organik madde içerikleri

Figure 4. pH, EC ve organic material contents in produced vermicomposts

Şekil 4'e göre KG1000S50 uygulamasının vermikompost örneklerinde pH değeri ortalama 7.4 olarak bulunmuş ve bunun deneme kaplarındaki en yüksek pH değeri olduğu gözlemlenmiştir. En düşük pH değeri ise ortalama 7.2 ile KG500S50 uygulamasında tespit edilmiştir. Tüm örneklerin ortalaması ise 7.28 olarak hesaplanmıştır.

Dominguez ve Edwards (2011c)'e göre ideal bir vermikompostun pH'sı 5-9 arasında olmalıdır. Araştırma bulgularına bakıldığında tüm örneklerin pH değerlerinin izin verilen değerler arasında olduğu görülmektedir. Organik gübrelerden özellikle vermikompostun pH değerinin 7.5 değerinin üzerinde olduğu bildirilmektedir (Bellitürk, 2017; Edwards, 2004). Bu çalışmada, pH değeri 7.5 değerine en yakın olan sonuç KG1000S50 uygulamasından elde edilmiştir.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde, en yüksek EC değeri ortalama 5.30 mS/cm ile KG500S50 uygulamasında görülmüştür. En düşük EC değeri ise ortalama 4.90 mS/cm ile KG1000S50 uygulamasında görülmüştür. Tüm örneklerin ortalaması ise 5,16 mS/cm olarak hesaplanmıştır.

Tuzluluk tarımsal üretimde verimi kısıtlayıcı ve de engelleyici olabildiğinden istenmeyen bir abiyotik stress faktördür. Türkiye'de inek gübresinden üretilen vermikompostların EC değerleri ortalama 6.85 mS/cm'dir (Bellitürk, 2018b). Araştırma sonunda elde edilen örneklerin en yüksek EC değeri ortalama 5.30 mS/cm olarak ölçülmüş ve tuz oranları ortalamanın altında bulunmuştur.

Araştırma bulgularına göre vermikompost örneklerindeki tekerrür ortalamalarının değerleri dikkate alındığında en yüksek organik madde içeriğinin KG500S50 uygulamasında ortalama %29.68 olduğu ve en düşük organik madde içeriğinin ise KG1000S50 uygulamasında ortalama %27.49 olduğu tespit edilmiştir. Tüm örneklerin ortalaması ise %28.42 olarak hesaplanmıştır.

Bellitürk ve ark. (2014), inek gübresi ve zeytin artıkları karışımından ürettikleri vermikompostun organik madde miktarının %48 olduğunu bildirmişlerdir. Tarım ve Orman Bakanlığı'na ait "Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik'te belirtildiği üzere, ülkemizde kullanılan solucan gübresinin organik madde miktarı en az %20 olmalıdır (Resmi Gazete, 2018). Araştırma sonunda elde edilen vermikompost örneklerinin tamamında organik madde içerikleri, sığır gübresi ve zeytin artıklarının karışımından elde edilen vermikomposta göre fakir olmasına karşın tüm örneklerin organik madde miktarının, yönetmelikte geçen %20 oranından fazla olduğu görülmektedir. Bu da üretilen vermikompostların tümünün yönetmeliğe uygun olarak kullanıma uygun olduklarını göstermektedir. Bu durumda vermikompost üreticileri solucanları beslemek için rahatlıkla koyun gübresi kullanabilirler.

Deneme sonucunda elde edilen vermikompost örneklerine ait makro element (N, P, K, Ca, Mg ve S) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge1'de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 1. N, P, K, Ca, Mg ve S'e ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Table 1. Average values and significance groups of N, P, K, Ca, Mg and S

Uygulama	Ortalama					
	N(%)	P(mg kg ⁻¹)	K(mg kg ⁻¹)	Ca(mg kg ⁻¹)	Mg(mg kg ⁻¹)	S(mg kg ⁻¹)
KG ₅₀₀ S ₅₀	2.1775	8593.5500 a	9414.1000	37491.4250 a	11234.9000 a	16983.1750 a
KG ₁₀₀₀ S ₅₀	1.7275	6266.3000 b	9391.6250	26202.5000 b	7239.9000 c	2350.0250 c
KG ₁₅₀₀ S ₅₀	1.8100	4794.4500 c	9761.5750	22199.7250 b	6978.5750 c	2024.5500 c
KG ₂₀₀₀ S ₅₀	1.8950	6679.3750 b	9611.5250	36660.7500 a	9015.6250 b	3340.6250 b
LSD	-	1462.7653	-	7697.6818	1725.5133	596.0705

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kalsiyum, magnezyum ve kükürt, bakımından uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Aralarındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmasına rağmen uygulamalardan elde edilen azot değerleri %1.7275-2.1775 arasında değişmiştir. En yüksek değer KG500S50 uygulamasından elde edilmiştir.

Uygulamalardan elde edilen fosfor değerleri 4794.450-8593.550 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek fosfor değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 6679.375 mg kg⁻¹ ile KG2000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük fosfor değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Aralarındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmasına rağmen uygulamalardan elde edilen potasyum değerleri 9391.625-9761.575 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek değer KG1500S50 uygulamasından elde edilmiştir.

Uygulamalardan elde edilen kalsiyum değerleri 22199.725-37491.425 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek kalsiyum değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 36606.750 mg kg⁻¹ ile KG2000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük kalsiyum değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Uygulamalardan elde edilen magnezyum değerleri 6978.575-11234.900 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek magnezyum değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 9015.625 mg kg⁻¹ ile KG2000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük magnezyum değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Uygulamalardan elde edilen kükürt değerleri 2024.550-16983.175 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek kükürt değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 3340.625 mg kg⁻¹ ile KG2000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük kükürt değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait mikro element (Fe, Mn, Zn, Cu ve B) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 2 'de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2. Fe, Mn, Zn, Cu ve B 'ye ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Table 2. Average values and significance groups of N, P, K, Ca, Mg and S

Uygulama	Ortalama				
	Fe(mg kg ⁻¹)	Mn(mg kg ⁻¹)	Zn(mg kg ⁻¹)	Cu(mg kg ⁻¹)	B(mg kg ⁻¹)
KG ₅₀₀ S ₅₀	18639.3250 a	665.4500 a	264.6250 a	40.3750	20.7250 a
KG ₁₀₀₀ S ₅₀	12230.3250 c	420.8750 b	198.7250 b	38.4250	17.3000 ab
KG ₁₅₀₀ S ₅₀	11508.8750 c	323.9750 c	145.9750 c	37.1000	15.2750 b
KG ₂₀₀₀ S ₅₀	15148.8750 b	450.4750 b	188.3750 b	39.4000	16.5500 b
LSD	2093.1191	49.3277	39.6820	-	3.6567

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre demir, mangan, çinko ve bor bakımından uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan varyans analizinde bakır bakımından uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Uygulamalardan elde edilen demir değerleri 11508.875-18639.325 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek demir değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 15148.875 mg kg⁻¹ ile KG2000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük demir değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Uygulamalardan elde edilen mangan değerleri 323.975-665.450 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek mangan değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 450.475 mg kg⁻¹ ile KG2000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük mangan değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Uygulamalardan elde edilen çinko değerleri 145.975-264.625 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek çinko değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 198.725 mg kg⁻¹ ile KG1000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük çinko değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Aralarındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmasına rağmen uygulamalardan elde edilen bakır değerleri 37.100-40.375 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek değer KG500S50 uygulamasından elde edilmiştir.

Uygulamalardan elde edilen bor değerleri 15.275-20.725 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek bor değeri KG500S50 uygulamasından elde edilmiş, bunu 17.300 mg kg⁻¹ ile KG1000S50 uygulaması izlemiştir. En düşük bor değeri ise KG1500S50 uygulamasında belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait diğer analizlerin (pH, EC ve organik madde) istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 3 'te detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3. pH, EC ve organik madde'ye ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Table 3. Average values and significance groups of pH, EC and organic material

Uygulama	Ortalama		
	pH	EC	Organik Madde
KG ₅₀₀ S ₅₀	7.17	5.30	29.67
KG ₁₀₀₀ S ₅₀	7.35	4.90	27.49
KG ₁₅₀₀ S ₅₀	7.30	5.27	28.54
KG ₂₀₀₀ S ₅₀	7.30	5.15	27.98
LSD	-	-	-

Yapılan varyans analizinde pH, EC ve organik madde bakımından uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Aralarındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmasına rağmen uygulamalardan elde edilen ;

pH değerleri 7.175-7.350 arasında değişmiştir. En yüksek değer KG1000S50 uygulamasından elde edilmiştir.

EC değerleri 4.9-5.3 mS/cm arasında değişmiştir. En yüksek değer KG500S50 uygulamasından elde edilmiştir.

organik madde değerleri %27.4925-29.6775 arasında değişmiştir. En yüksek değer KG500S50 uygulamasından elde edilmiştir.

Solucan ve kokon sayıları

Deneme süresince kaplardaki solucanların firar ederek kaçması sorunu hiç yaşanmamış olup solucanlar bu çalışmada kullanılan koyun gübrelerini yeme konusunda pozitif davranış göstermişlerdir. Deneme sonrasında her kapta belirlenen solucan sayıları sırasıyla KG500S50 Ortalama 37 adet, KG1000S50 Ortalama 47 adet, KG1500S50 Ortalama 46 adet, KG2000S50 Ortalama 39 adet olarak gözlemlenmiştir. Kokon sayıları ise tüm uygulamalarda 0 olarak belirlenmiştir.

Görüldüğü gibi başlangıçta (deneme kurulumunda) 50'şer adet Eisenia fetida cinsi solucanların deneme sonucundaki sayılarında her kapta farklılıklar olduğu görülmektedir. Genel bir değerlendirme ile en az solucan sayısındaki azalış 47 ortalama ile KG1000S50 uygulamasında olduğu görülmektedir. Deneme sonunda kokon (yumurta) gözlenememiştir. Bellitürk ve Soytürk (2020) tarafından fındık kabuğu ile inek dışkısının kullanıldığı başka bir benzer çalışmada da solucan sayılarında önemli bir değişiklik olmadığı bulunmuştur.

Sonuç olarak; çalışmanın amaçları arasında, organik atıkların kompost veya vermikompost değerinin ortaya konulması yanında bu sektörde ticari faaliyet gösteren firmaların büyük sorunlarından bir tanesi olan alternatif organik atıklardan solucan maması olabileceklerin tespiti bulunmaktadır.

Çiftlik hayvanlarının dışkılarının direkt olarak kompost yapılamaması gibi sorunlar olduğu bilinmektedir. Ayrıca koyun gübreleri doğru yöntemde kompost yapılmadan arazilere organik gübre olarak uygulandığında, gübrenin yararlarından ziyade büyük oranda yabancı ot problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu proje sayesinde koyun gübrelerinin vermikompost yapımında başarıyla kullanılabilceği bir kez daha ortaya konulmuş ve organik gübre üreticileri için önemli bazı bilgiler ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar neticesinde koyun gübresinden elde edilen vermikompostun toplam N ve organik madde miktarlarının, Tarım ve Orman Bakanlığı'na ait "Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik'te belirtilen değerlere uygun olduğu ve tarımsal amaçlı organik gübre girdisi olduğu da ortaya çıkmıştır.

Yapılan çalışmada, tarımsal üretimde ve peyzaj alanında kullanılan kimyasal gübrelere alternatif olabilecek koyun gübresinin en doğru zamanda ve şekilde nasıl organik gübreye dönüştürülebileceği sorusunun yanıtı aranarak laboratuvar denemeleri ve Eisenia fetida cinsi solucanların kullanılmasıyla bu yanıt bulunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla elde edilen vermikompost örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi neticesinde de koyun gübresinden vermikompost üretilebileceği belirlenmiştir. Vermikompost sektöründeki üreticiler vermikompost

üretiminde çeşitli bilgi eksikliği ve diğer zorluklardan dolayı koyun gübresini pek fazla kullanmamışlardır. Bu çalışma sayesinde bu yanlışlık bundan sonraki dönemde ortadan kalkacak gibi görünmektedir.

Tarımsal faaliyetler sonucunda gerek değişen iklim koşullarından ve gerekse yıllardan beri yoğun kimyasal gübre kullanılmasından kaynaklanan çeşitli sebepler ile toprakların organik madde düzeyleri %1'in altına düşmüştür (Bellitürk, 2019; Bellitürk ve ark., 2018). Kimyasal gübrelerin toprak organik maddesi üzerinde olumlu hiçbir etkisi yoktur. Ancak gerek organik gübrelerin ve gerekse organomineral gübrelerin çeşitli oranlarda "organik madde" içermesi nedeniyle toprakların iyileşmesine ve sürdürülebilir tarımın gerçekleşmesine katkısı oldukça fazladır. Organik gübrelerin en kolay ve ucuz olanlarından bir tanesi de "koyun gübresi" kullanılarak elde edilen kompost veya vermikompost girdileridir. Ülkemizdeki tarımsal üretimde koyun gübrelerinin doğru bir şekilde fermantasyona uğratılıp tarım alanlarında uygulanması yok denecek kadar azdır. Bu konuda hem üreticilerin bilgi ve deneyimleri eksik, hem de konuya ilişkin akademik çalışmalar yetersizdir.

Bu çalışmada doğru olarak değerlendirilemeyen koyun dışkısı atığının *Eisenia fetida* cinsi gübre solucanlarına kontrollü koşullarda yedirilmiş ve solucan dışkılarının özel kapaklı plastik kaplarda kontrollü koşullarda (sıcaklık, nem ve havalandırma kontrolü bulunan laboratuvar) 60 gün süre içerisinde vermikomposta dönüştürülmesi sağlanmış ve elde edilen örneklerin fizikokimyasal analizlerinin yaptırılması ve bilimsel kıstaslara göre değerlendirilmeleri neticesinde tarımsal değeri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Vermikompost üretmek amacı ile söz konusu hayvansal atıklar (dışkılar) organik gübreye dönüştürülerek değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda çevre kirliliğini önlemeye katkı sağlayacak bilgiler de elde edilmiştir. Ahırdan çıkan ve uygunsuz şekilde tarlalara saçılan veya çöpe giden koyun temelli hayvansal dışkıların organik gübreye dönüştürülecek önemli bir tarımsal girdi olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmadan elde edilen koyun gübresi temelli vermikompost örnekleri, bundan sonraki araştırmalarda bitki yetiştiriciliğinde kullanılacak ve bitkiler üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "NKUBAP.03.DPÖ.24.568" proje numarasıyla desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Açıkbaz, B., & Bellitürk, K. (2016). Vermikompostun Trakya İlkeren/5BB aşısı kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içeriklerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (4), 131-138.
- Anonim. (2024). Hayvan gübresi ve tarım için önemi anahtar çalışma: Amasya örneği (Prof. Dr. Süleyman Taban). https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/111059/mod_resource/content/0/6.%20Hafta.pdf (Erişim tarihi: 05.08.2024).
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S., & Welch, C. (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia*, 47, 731-735.

- Arancon, N., & Edwards, C.A. (2005). Effects of vermicomposts on plant growth. *International Symposium Workshop on Vermitechnology*. Philippines.
- Arancon, N., & Edwards, C.A. (2011). The use of vermicomposts as soil amendments for production of field crops. *İçinde Vermiculture Technology* (ss. 129-151). Boca Raton: CRC Press.
- Bellitürk, K. (2012). Tarım toprakları için toprak analizleri ve gübrelemenin önemi. NKÜ Ziraat Fakültesi El Kitabı (20 s.). Tekirdağ.
- Bellitürk, K. (2013). Toprak verimliliğinin belirlenmesinde toprak ve bitki analizlerinin önemi. *NKÜ Ziraat Fakültesi Haber Bülteni*, 2 (7), 10-11.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (3), 1-5.
- Bellitürk, K. (2017). Solucan Gübresi Üreticisinin El Kitabı: Toprak ve çevre için solucan gübresinin önemi. Tekirdağ: Riverm Yayınları.
- Bellitürk, K. (2018a). Some evaluations about use of vermicompost in agricultural activity of Thrace Region, Turkey: A review. *Journal of Rice Research*, 6 (2), 1000193.
- Bellitürk, K. (2018b). Vermicomposting in Turkey: Challenges and opportunities in future. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6 (4), 32-41.
- Bellitürk, K. (2019). Asit ve düşük organik madde içeren toprakların ıslahı: Trakya bölgesi örneği. *Kireç Dünyası*, 5 (10), 19-22.
- Bellitürk, K., & Çelik, A. (2022). Some assessments on the fertilizer need of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) widely grown in the Thrace Region. *Uluslararası Multidisipliner Bilimsel Çalışmalar Kongresi Bildiri Kitabı* (ss. 976-985). Kırıs, 6–8 Mart.
- Bellitürk, K. & Soytürk, Ö. (2020). Can vermicompost obtained from *Eisenia foetida* fed by nutshell and cow manure mix be an organic fertilizer? *Fresenius Environmental Bulletin*, 29 (12A), 11273-11284.
- Bellitürk, K., Aslan, S., & Eker, M. (2013). Ekosistem mühendisleri diye adlandırılan toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bitkisel üretim açısından önemi. *Hasad Tarım Dergisi*, 29 (340), 84-87.
- Bellitürk, K., Görres, J.H., Turan, H.S., Göçmez, S., Bağdatlı, M.C., Eker, M., & Aslan, S. (2014). Zeytin bitki artıkları–ahır gübresi–kum karışımı ile yapılacak olan vermikompostun tarımda kullanılabilirliğinin araştırılması. NKUBAP.00.24.AR.13.15 Proje Raporu.
- Bellitürk, K., Kır, D., & Çelikadam, S. (2018). Toprak ıslahında organik maddenin önemi: Ziya Organik Tarım İşletmeleri A.Ş. Uzunköprü örneği. *Uzunköprü Ticaret Borsası 2017 Yılı Faaliyet Raporu* (ss. 39-45). Uzunköprü, Edirne.
- Bhattacharya, S.S., Iftikar, W., Sahariah, B., & Chattopadhyay, G. N. (2012). Vermicomposting converts fly ash to enrich soil fertility and sustain crop growth in red and lateritic soils. *Resource Conservation Recycling*, 65, 100-106.
- Daniel, O., & Anderson, J.M. (1992). Microbial biomass and activity in contrasting soil materials after passage through the gut of the earthworm *Lumbricus rubellus* Hoffmeister. *Soil Biology and Biochemistry*, 24, 465-470.
- Dominguez, J., & Edwards, C.A. (2011a). Relationships between composting and vermicomposting. *İçinde C. A. Edwards, N. Q. Arancon ve R. Sherman (Ed.), Vermiculture Technology* (Bölüm 2, s. 20). CRC Press.
- Dominguez, J., & Edwards, C.A. (2011b). Biology and ecology of earthworm species used for vermicomposting. *İçinde C. A. Edwards, N. Q. Arancon ve R. Sherman (Ed.), Vermiculture Technology* (ss. 27-40). CRC Press.
- Dominguez, J. ve Edwards, C. A. (2011c). The use of vermicomposts as soil amendments for production of field crops. *İçinde Vermiculture Technology* (ss. 11-25). Boca Raton: CRC Press.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları (İstatistik Metodları II). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Edwards, C.A. (2004). *Earthworm Ecology* (2. Baskı). Boca Raton, FL: CRC Press.

- Gadde, B., Bonnet, S., Menke, C., & Garivait, S. (2000). Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines. *Environmental Pollution*, 157 (5), 1554-1558.
- Gürbüz, S.G. & Bellitürk, K. (2021). Determination of the nutritional status of agricultural lands in Tekirdağ Province Ergene District. *İçinde Agricultural Researches Sourcebook* (Bölüm 3, ss. 45-79). Ankara: IKSAD Yayınları.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayınları, Yayın No: 1241, ss. 171-212. Ankara.
- Kaviraj & Sharma, S. (2003). Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, 90, 169-173.
- Lange, M.G. (2005). A comparison analysis of vermicomposting strategies in food substrates with an emphasis on nutrient values and reproduction. Pioneer Undergraduate Research Fellowship (Danışmanlar: Dr. Christopher Baxter ve Dr. Ken Killian), ss. 1-15.
- Lowenfels, J. (2021). Besin maddeleriyle takım olmak: Organik bahçecilikte bitki besin maddelerinin etkin kullanımı. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları. Ankara.
- Neuhauser, E.F., Kaplan, D.L., Malecki, M.R. & Hartenstein, R. (1980). Materials supportive of weight gain by the earthworm *Eisenia* in waste conservation system. *Agricultural Wastes*, 2, 43-60.
- Resmi Gazete. (2018). Tarımda kullanılan organik, mineral ve mikrobiyal kaynaklı gübrelere dair yönetmelik. 30341 Sayılı Resmi Gazete (23.02.2018). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/02/20180223.htm>
- Sağlam, M.T. (2012). Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri (5. Baskı). Namık Kemal Üniversitesi Yayın No: 2, ss. 1-184. Tekirdağ.
- Sinha, R.K., & Herat, S. (2009). The concept of sustainable agriculture: An issue of food safety and security for people, economic prosperity for the farmers and ecological security for the nations (Ortak yazarlar: D. Valani ve K. Chauhan). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 5 (S), 1-55.
- Solmaz, Y., & Adiloğlu, A. (2017). Determination of nutritional status of walnut orchards by leaf analysis in Tekirdağ Region. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14, 88-92.
- Taban, S. (2024). Hayvan gübresi ve tarım için önemi anahtar çalışma: Amasya örneği. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/111059/mod_resource/content/0/6.%20Hafta.pdf (Erişim tarihi: 05.08.2024).
- TSE (TS 9103). (1991c). Turba: Kül ve organik madde tayini. Türk Standartları Enstitüsü, 2 s.
- TSE (TS 9104). (1991a). Turba: pH tayini. Türk Standartları Enstitüsü, 2 s.
- TSE (TS 9106). (1991b). Turba: Elektrik öz iletkenliği ve tuz miktarının tayini. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Venter, J. M. ve Reinecke, A. (1988). Sublethal ecotoxicological studies with the earthworm *E. fetida* (Lumbricidae). *İçinde Earthworms in Waste and Environmental Management* (ss. 337-354). The Hague: SPB Academic Publishing.
- Wen, B., Hu, X., Liu, Y., Wang, W., Feng, M., & Shan, X. (2004). The role of earthworms (*Eisenia fetida*) in influencing bioavailability of heavy metals in soils. *Biology and Fertility of Soils*, 40, 181-189.
- Zarcinas, B.A., Cartwright, B., & Spauncer, L.P. (1987). Nitric acid digestion and multielement analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 18, 131-147.