



Atık Kayaçların Katı Çiftlik Gübresinin Gübre Özelliğine Etkisi^A

Nureddin ÖNER¹

Öz: Laboratuvar koşullarında saksılarda üç tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada fermente olmamış katı çiftlik gübresine farklı özelliklere sahip üç kayacın kontrol % 1, % 5 ve % 10 dozu uygulanmıştır. Homojen uygulama için kayaçlar öğütülmüştür. Orijinal nemiyile katı çiftlik gübresine ilave edilen kayaçlar, iyice karıştırıldıktan sonra ilk hafta günde iki defa daha sonraki günlerde 2 günde bir defa olacak şekilde karıştırılarak oksijenli fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyona tabi tutulan katı çiftlik gübresinden ikinci ve altmışıncı günlerde örnekler alınarak kayaçların suda çözünebilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), sodyum (Na), fosfor (P), demir (Fe), ve mangan (Mn) elementleri içeriğine etkisi belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre fermente olmamış katı taze çiftlik gübresine % 1, % 5 ve % 10 oranında ilave edilen farklı üç kayacın katı çiftlik gübresinde suda çözünebilir kalsiyum, fosfor ve mangan elementleri miktarı üzerine etkisi; zaman, kayaç dozu ve zaman x kayaç dozu interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamaların sodyum elementi üzerine etkisi sadece zaman açısından $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, suda çözünebilir magnezyum, potasyum ve demir elementine etkisi istatistiksel açıdan önemli çıkmamıştır. Katı çiftlik gübresinde suda çözünebilir en yüksek kalsiyum miktarı altmışıncı günde ikinci ve üçüncü kayacın % 1'lik uygulamalarında ($650,96$, $mg\ kg^{-1}$, $643,73$ $mg\ kg^{-1}$), en yüksek fosfor miktarı altmışıncı günde üçüncü kayacın %1'lik uygulamasında ($302,47$ $mg\ kg^{-1}$) ve en yüksek mangan miktarı ise ikinci gün üçüncü kayacın % 10'luk uygulamasında ($3,08$ $mg\ kg^{-1}$) elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayaç, suda çözünür bitki besin elementi, organomineral gübre, organik gübre fermentasyonu.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Nureddin ÖNER, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Kötekli/ Menteşe/Muğla, Türkiye, nureddinoner@mu.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9314-8108](https://orcid.org/0000-0001-9314-8108)

The Effect of Waste Rock on the Fertilizer Characteristics of Solid Farm Fertilizer

Abstract: In this study which was carried out under laboratory conditions in three frequency series, control 1%, 5% and 10% dose of three rocks that had different characteristics were applied to unfermented solid farm fertilizer. For homogenous application, rocks were added into the solid farm fertilizer with their original moisture after they had been grounded, and having been stirred thoroughly, they were exposed to oxygen fermentation by being stirred twice in a day during the first week and once in two days in the subsequent days. Samples from the fermented solid farm fertilizer were taken on the second and sixtieth days and their effect on calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), phosphorous (P), iron (Fe) and manganese (Mn) elements, which are water-soluble, were identified.

According to the research results, it was found that the effect of the three different rocks which had been added into unfermented fresh solid farm fertilizer at 1 %, 5 % and 10 % rates on the amount of water-soluble calcium, phosphorous and manganese elements in solid farm fertilizer; time, rock dosage and time x rock dosage was significant at $p < 0.01$. The effect of applications on sodium was significant at $p < 0.01$ level only in terms of time whereas it was statistically insignificant in terms of water-soluble magnesium, potassium and iron. In the solid farm fertilizer, the highest amount of water-soluble calcium was obtained in the 1% application of the first and third rocks on the sixtieth day ($650,96 \text{ mg kg}^{-1}$, $643,73 \text{ mg kg}^{-1}$), whereas the highest amount of phosphorous was obtained in the 1 % application of the third rock on the sixtieth day ($302,47 \text{ mg kg}^{-1}$) and the highest manganese amount was obtained in the 10 % application of the third rock on the second day ($3,08 \text{ mg kg}^{-1}$)

Keywords: Rock, water-soluble plant nutrition element, organomineral fertilizer, organic fertilizer fermentation.

Giriş

Ülkemizde 2020 yılı TÜİK büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları ile ilgili verileri dikkate alınarak yapılan hesaplamada yaklaşık 414 milyon ton/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Organik gübre üretiminde kullanılabilir evsel atıklar, fabrikaların organik atıkları, alabalık tesisi atıkları, bitkisel üretim sonucunda oluşan hasat atıkları, sera atıkları, budama ve çim atıkları gibi organik atıkların miktarı hakkında ise herhangi bir veri bulunmamaktadır. Özellikle hayvansal kökenli bu atıkların ve diğer bitkisel atıkların organik gübre olarak tarıma geri kazandırılması ekonomimiz için büyük önem taşımaktadır. 2022 yılında dolar kurunun artışına bağlı olarak kimyevi gübre fiyatlarının artması bu hammadde kaynağını daha önemli hale getirmektedir. Taban ve ark.,(2013)'na göre verimli tarım toprağında % 4-5 oranında bulunması gereken organik madde miktarının ülkemiz topraklarının % 50'sinde % 1-2 civarında olması topraklarımızın organik kökenli gübre ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Hayvansal ve bitkisel kaynaklı hammaddelerin uygun şekilde fermantasyonuyla üretilen organik gübrelerin yapılacak toprak analizine göre her yıl düzenli uygulanması inorganik gübrelerin kullanılma ihtiyacını büyük oranda azaltacaktır. Toprağa hayvansal ve bitkisel atıklarının ilavesiyle başlayan mikrobiyal faaliyetler sonucu; besin elementlerinin bitkiler tarafından daha kolay kullanılabilir hale geldiği (Eriksen, 2005; Randhawa et al., 2005) ve bu süreç ile toprak verimliliğini ve kalitesini arttırdığı belirtilmiştir (Doran et al., 1987).

Saksı koşullarında marul yetiştirilen toprağa 0-100- 200-300 kg da⁻¹ tavuk gübresi, çiftlik gübresi ve vermikompost ile 0, 50, 100-200 kg da⁻¹ leonardit uygulamasının yapıldığı çalışmada, tavuk gübresi ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprağın pH, EC, organik madde, N, P, K, Ca, Zn ve Cu içerikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Kılıç ve Sönmez, 2019).

Organik gübreler kaynağına göre değişik oranlarda azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve diğer besin elementlerini içerirler. Soyergin (2003) göre orta yarayışlı özelliğine sahip katı çiftlik gübresinin kuru madde bazında %0.5-1.0 N, %0.15-0.20 P₂O₅ ve %0.5-0.6 oranında K₂O içerdiğini belirtmiştir. Sera koşullarında saksıda yetiştirilen fasulye bitkisine dekara 2, 4, 8 ton kompost, 2, 4, 8 ton ahır gübresi, 1/2 kompost + 1/2 ahır gübresi, kontrol gurubu için NPK içeren mineral gübre uygulanmıştır. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru madde, verim, toplam N, K, Fe, Cu ve Zn miktarı üzerine etkisi istatistiki yönden önemli bulunurken, toplam P, Ca, Mg, Na ve Mn miktarı üzerine etkisinin ise önemsiz olduğunu belirlemişlerdir (Yağmur ve Okur, 2017). Akşahin ve Gülser (2020) çemen bitkisinin yetiştirildiği saksılara % 0, % 2,5 ve % 5,0 oranlarında atık mantar kompostu ve çay atığı, inorganik gübre olarak 0-0-0, 125-50-75, 250-100-150 mg kg⁻¹ NPK içeren kimyevi gübre uyguladıkları çalışmada, her üç uygulamanın bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı üzerine etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Demirkıran ve Cengiz (2010) Antepfıstığı fidanlarına değişik dozlarda gıdya (leonardit), deniz yosunu, hümik asit, saman, torf ve kimyasal gübreler ilave etmişler ve organik kaynaklı gübrelerden hümik asit ve torfun bazı bitki özelliklerini kimyasal gübreler gibi arttırdığını bildirmişlerdir. Çiftlik gübresi, yeşil gübre bitkileri, saman malçı ve asmanın öğütülmüş budama atıkları ile bunlarla oluşturulan kombinasyonlarının üzümün fenolojik gelişme tarihleri ile salkım, tane ve şıra özelliklerine olan etkileri üzerine yapılan araştırmada, fenolojik devrelere gelme bakımından önemli farklılıklarının olmadığını saptamışlardır (Tangolar ve Ark.,2007).

Organik gübrelerin toprağa uygulanması toprakta iyi agregat oluşumuna etkisi sayesinde toprak havalanması özelliğini, toprağın su tutma kapasitesini ve katyon değişim kapasitesini artırması nedeni ile kimyasal gübrelere göre önemli bir avantaj sağlamaktadır. Laboratuvar koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülen bir çalışmada saksılara fırın kuru ağırlık üzerinden 6 ton da⁻¹ dozunda mantar kompostu, çöp kompostu, sığır gübresi, tavuk gübresi, kanalizasyon çamuru atıkları karıştırılmış ve saksılar 28°C'ye ayarlı etüvde toprak neminin sabit kalmasına dikkat edilerek inkübasyona bırakılmıştır. Denemenin 0, 4, 8, 12, 16, 32 ve 45 günlük inkübasyonları sonunda alınan toprak örneklerinde, toprağa ilave edilen tüm organik atıklar NH₄-N, NO₃-N, toprağın CO₂ üretimi ve agregat stabilitesi üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Çetin ve Gür, 2011).

Ülkemizde son yıllarda bitkisel üretimde dışa bağımlılığın azaltılması, birim maliyetlerin düşürülmesi amacıyla organik gübrelerle birlikte organomineral gübrelerin üretimi de artmaya başlanmıştır. Organomineral

gübre, organik muhtevanın ve/veya organik gübre(ler)nin bir veya birden fazla birincil, ikincil veya mikro bitki besin maddeleri ile karışımı veya reaksiyonu ile elde edilmiş ürünler olarak ifade edilmiştir (Anonim, 2018).

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde çok fazla değerlendirilemeyen katı çiftlik gübresi ile Ca ve Mg konsantrasyonu yüksek olan taş ocağı işletmesinden arta kalan atıkların kullanımı sonucunda, katı çiftlik gübresinin özellikle kalsiyum ve magnezyum elementlerince zenginleştirilip zenginleştirilemeyeceği organo araştırılmıştır. Kayaç uygulamalarından sonra fermantasyona tabi tutulan organik + mineral karışımının ikinci ve altmışıncı günde suda çözünebilir bazı bitki besin elementlerinin miktarları üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Denemede gübre materyali olarak hayvanların dışkıları ile hayvanların altına serilen yataklıktan oluşan taze büyükbaş katı çiftlik gübresi kullanılmış, gübrenin pH, EC ve suda çözünebilir besin elementleri ile ilgili analiz sonuçları (Anonim, 2018) Çizelge 1’de verilmiştir. Denemede kullanılan kayaç örnekleri Muğla ili Dalaman ilçesi Kapıkargın Mevkii kalkerli taş ocağı üretim sahasında atık olarak değerlendirilen örneklerden alınmıştır. Denemede kullanılan kayaçların toplam ve suda çözünebilir bazı element içerikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan Katı çiftlik gübresine ait suda çözünebilir (1/10) analiz sonuçları

pH (1/10)	EC ($\mu\text{S } 25^\circ\text{C}$) (1/10)	Ca (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Na (mg kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})
792	3240	2403	7424	9584.2	5153	192	018	026

Çizelge 1’de görüleceği gibi denemede kullanılan katı çiftlik gübresinin pH değeri 792 EC değeri 3240 (μS) suda çözünebilir kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, fosfor, demir ve mangan elementleri sırayla; 2403 mg kg^{-1} 7424 mg kg^{-1} 9584.2 mg kg^{-1} 5153 mg kg^{-1} 192 mg kg^{-1} 018 mg kg^{-1} 026 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kayaçların suda çözünebilir ve toplam bitki besin elementleri analiz sonuçları

Kayaç Adı	Ca (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Na (mg kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})
Birinci kayaç toplam	150 000	67 000	47	0,8	0	23632,4	440,7
Birinci kayaç Suda Çözünebilir	65,4	336,4	0	0	0	0	0
İkinci kayaç toplam	150 500	54 000	38	0,7	0	16874,4	326,3
İkinci kayaç suda çözünebilir	52,8	263,2	0	0	0	0	0
Üçüncü kayaç toplam	94 700	43 700	45	565,9	0	18407,2	333,77
Üçüncü kayaç suda çözünebilir	70,1	128,5	0	0	0	0	0

Çizelge 2 incelendiğinde birinci ve ikinci kayaç %15, üçüncü kayaç ise %9,4 toplam Ca içermektedir. Kalsiyum elementinin suda çözünebilir miktarları ise sırayla 65,4 52,8 ve 70,1 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Kayaçlar toplam magnezyum içeriği yönünden sırayla % 6,7, %5,4 ve %437 iken suda çözünebilir miktarları ise

sırayla 336,4, 263,2 ve 128,5 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kayaçlarda toplam potasyum içerikleri sırayla 47, 38 45 mg kg⁻¹, toplam sodyum 08, 0,7 ve 565,9 mg kg⁻¹, toplam demir içeriği %2,36, %1,68 ve %1,84, toplam mangan içeriği ise sırayla 440,7 326,3 ve 333,77 mg kg⁻¹ belirlenmiştir. Suda çözünebilir potasyum, sodyum, demir ve mangan elementi belirlenememiştir. Kayaçlardaki toplam ve suda çözünebilir fosfor elementi tespit edilememiştir.

Yöntem

Laboratuvar koşullarında saksıda yürütülen bu çalışmada katı çiftlik gübresine, farklı içeriğe sahip 3 kayacın üç farklı dozu (% 1, % 5 ve % 10) ve kontrol uygulaması yapılmış, deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Saksılara konulan 1 kg katı taze büyükbaş çiftlik gübresine toz haline getirilmiş kayaç kütlece %1, % 5 ve % 10 oranında ilave edilip karıştırılmıştır. Öztürk (2005)'e göre oksijenli fermantasyonun iyi bir şekilde devam etmesi için örnekler 60 gün boyunca ilk hafta günde iki defa daha sonra iki günde bir defa olacak şekilde karıştırılmıştır. Saksılardaki karışımın nem miktarının % 50-60 düzeyinde olacak şekilde günlük su ilavesi yapılmıştır.

Kayaçlardaki toplam bitki besin elementi miktarını belirlemek amacıyla 0,5 g örnek alınmış üzerine kral suyu ile (6 ml konsantre HCl ve 2 ml HNO₃) (Sevinç, 2003) mikrodalgada (20 dk 190 °C ve 1600 W ve 40 dk 190 °C ve 1600 W) programında yaş yakma yapılmış, filtre kağıdıyla (whatman no; 42) süzildükten sonra saf su ile 50 mL'ye tamamlanarak Ca, Mg, K, Na, P, Cu, Fe, Mn ve Zn elementleri ICP OES'te okunmuştur. Deneme saksılarında katı çiftlik gübresi kayaç karışımında suda çözünen bitki besin elementleri miktarını belirlemek amacıyla bu karışımlardan 10 g alınmış üzerine 100 ml saf su eklenmiş 2 saat karıştırılıp filtre kâğıdıyla (whatman no; 42) süzildükten sonra Ca, Mg, K, Na, P, Fe ve Mn elementleri ICP OES'te okunmuştur (Anonim, 2018). Katı çiftlik gübresinde suda çözünebilir bitki besin elementi miktarıyla kıyaslamak amacıyla kayaçlardaki suda çözünebilir bitki besin elementleri miktarını belirlemek amacıyla aynı yöntem ile 10 g kayaç örneği alınmış ve üzerine 100 ml su ilave edilip (1/10 w/w) 2 saat çalkalayıcıda çalkalanıp filtre kağıdıyla (whatman no; 42) süzildükten sonra; Ca, Mg, K, Na, P, Cu, Fe, Mn ve Zn elementleri ICP OES'te okunmuştur.

İstatiksel Analiz

Zaman faktörü, kayaç dozu ve zaman x kayaç dozu etkileşimi en küçük kareler analiz yöntemine göre 3 tekerrürlü olarak Minitab (Minitab, 2017), programında yapılmıştır. Farklılıkları belirlenen özelliklerin ortalamaları arasındaki karşılaştırmalar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Katı çiftlik gübresine özellikleri farklı olan üç kayacın farklı dozlarının ilave edilmesiyle suda çözünebilir bazı bitki besin elementlerine etkilerini belirlemek üzere yapılan çalışmadan elde edilen varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kayaç uygulamalarının besin elementleri değişimine ait varyans analiz sonuçları

Varyans	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)
Zaman	**	öd	öd	**	**	öd	**
Kayaç Dozu	**	öd	öd	öd	**	öd	**
Zaman x Kayaç Dozu	**	öd	öd	öd	**	öd	**

** p<0.01 düzeyinde önemli farklılık, öd: önemli değil

Çizelge 3’de görülebileceği gibi katı çiftlik gübresine farklı kayaç uygulamalarının suda çözünabilir kalsiyum, fosfor ve mangan elementleri üzerine etkisi; zaman, kayaç dozu ve zaman x kayaç dozu etkisi önemli (p<0.01) bulunurken, magnezyum, potasyum ve demir elementleri miktarına etkisi önemli bulunmamıştır. Sodyum elementinde sadece zaman faktörünün etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p <0.01).

Kayaç uygulamalarından sonra ikinci ve altmışıncı gününde alınan örneklerde yapılan analizler sonucu elementlere ait ortalamalar ve istatistiki önemlilik grupları Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Zaman faktörüne göre bitki besin elementleri ortalamaları ve önemlilik grupları

Zaman	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)
İkinci gün	528,7 b	655,2	1309,7	617,0b	98,9b	7,2	1,94a
Altmışıncı gün	333,2 a	3457,4	11952	4162,4a	251,5a	73,2	1,66b

Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

Çizelge 4’te görüleceği gibi istatistiksel olarak önemli çıkan Ca ve Mn elementleri ikinci günde yüksek olan çözünürlükleri altmışıncı günde azalırken Na ve P elementi ise tam tersi altmışıncı günde artmıştır. Diğer bir değişle fermantasyonun süresinin artmasına bağlı olarak Ca ve Mn elementinin çözünürlüğü azalırken, Na ve P elementinin suda çözünürlüğü artmıştır. İstatistiki anlamda önemli olmayan Mg, K ve Fe elementinin çözünürlüğü ise fermantasyon süresinin artmasıyla çözünürlükleri artmıştır.

Kayaç uygulamasından sonra suda çözünür bitki besin elementlerinin zaman x gübre dozu etkisiyle ilgili ortalamalar ve önemlilik grupları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Zaman x kayaç dozu interaksiyonun suda çözünebilir elementlere etkisi

Zaman	Kayaç Adı	Kayaç Dozu (%)	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	
İkinci gün	Kontrol	0	296,24 m	756,53	9623,4	504,21	1,74 n	0,10	0,20 l	
	1	1	219,60 n	568,30	545,13	616,33	248,37 de	5,31	0,66 k	
		5	298,51 m	862,74	526,47	674,33	212,27 h	7,55	0,94 j	
		10	321,33 l	813,90	548,23	564,33	181,10 i	26,38	2,14 e	
		Toplam	839,44	2244,94	1619,83	1854,99	641,74	39,24	3,74	
	2	1	339,14 k	639,30	294,40	609,87	86,20 l	3,20	1,96 ef	
		5	342,13 k	666,40	227,30	566,77	95,10 k	9,18	2,53 cd	
		10	365,1 j	670,10	346,27	575,10	120,47 j	7,53	2,65 c	
		Toplam	1046,37	1975,8	867,97	1751,74	301,77	19,91	7,14	
	3	1	369,17 j	531,37	301,50	794,73	33,53 m	7,32	2,36 d	
		5	380,20 i	588,17	329,50	568,30	6,12 n	4,18	2,85 b	
		10	401,07 h	455,50	355,23	696,53	4,19 n	2,11	3,08 a	
		Toplam	1150,44	1575,04	986,23	2059,56	43,84	13,61	8,29	
		Genel toplam	3036,25	5795,78	3474,03	5666,29	987,35	72,76	19,17	
	Altmışınıcı gün	Kontrol	0	572,45 b	757,28	3596,4	3560,4	281,30 c	9,22	1,91 f
		1	1	506,06 e	827,78	3349,5	3179,4	253,93 d	14,35	1,35 ı
5			488,48 f	810,63	2813,0	2626,2	213,07 g	33,45	1,42 hı	
10			337,15 k	751,57	2549,2	2159,0	206,27 h	40,40	1,36 ı	
Toplam			1331,69	2389,98	8711,7	7964,6	673,27	88,2	4,13	
2		1	650,96 a	814,35	2882,7	3911,8	241,37 e	14,55	2,56 c	
		5	554,44 c	800,05	2689,3	3725,3	230,40 f	28,37	1,67 g	
		10	433,67 g	782,22	2494,2	3123,8	221,03 g	32,43	1,22 ı	
		Toplam	1639,07	2396,62	8066,2	10760,9	692,8	75,35	5,45	
3		1	643,73 a	811,59	1494,6	2922,8	302,47 a	10,54	1,95 ef	
		5	573,75 b	729,35	1381,5	2635,0	291,20 b	27,49	1,61 gh	
		10	525,91 d	618,06	1141,4	2042,6	273,97 c	42,98	1,57 gh	
		Toplam	1743,39	2159,00	4017,5	7600,4	867,64	81,01	5,13	
		Genel toplam	4714,15	6945,6	20795,4	26325,9	2233,71	244,56	14,71	

Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

Çizelge 5 incelendiğinde görülebileceği gibi suda çözünebilir kalsiyum elementi oranını altmışınıcı günde ikinci) ve üçüncü kayaçın % 1'lik dozları ile en yüksek kalsiyum miktarı elde edilirken (650.96 mg kg⁻¹, 643.73 mg kg⁻¹), ikinci günde birinci kayaçın % 1'lik dozu (219,60 mg kg⁻¹) kalsiyum çözünürlüğünü azaltmıştır. Altmışınıcı günde üçüncü kayaçın % 1'lik uygulaması ile en yüksek fosfor miktarı (302,47 mg kg⁻¹) elde edilirken, ikinci günde kontrol uygulaması (1,74 mg kg⁻¹) ve üçüncü kayaçın % 5 (6,12 mg kg⁻¹) ile % 10'luk (4,19 mg kg⁻¹) uygulamalar fosfor çözünürlüğünü azaltan uygulamalardır. İkinci günde üçüncü kayaçın % 10'luk (3,08 mg kg⁻¹) uygulaması suda çözünebilir mangan miktarını arttıran en iyi uygulama iken, ikinci günde kontrol uygulaması mangan çözünürlüğünü en fazla azaltan (020 mg kg⁻¹) uygulamadır.

Sonuç

Organomineral gübreler son yıllarda tarımda kullanımı açısından, gübre sanayinde de üretimi açısından önemli bir konu olmuştur. Değişik organik gübrelere ilave edilen katı veya sıvı inorganik meteyaller ile zenginleştirilen ve etkinliği arttırılmaya çalışılan organomineral gübrelerin fizyolojik ve kimyasal özellikleri ve etkinlikleri üzerine ülkemizde yeterli miktarda çalışma bulunmamaktadır. Organomineral gübre elde etmek amacıyla yapılan bu çalışmada, katı çiftlik gübresinde zaman x kayaç dozu interaksiyonunda istatistiki olarak önemli çıkan Ca, P ve Mn elementlerin çözünürlüğünde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Zaman faktörü dikkate alınmadan kayaçların element çözünürlüğüne etkisi sıralandığında; Ca elementi için üçüncü > ikinci > birinci kayaç, P için birinci > ikinci > üçüncü, Mn için üçüncü > ikinci > birinci kayaç olarak belirlenmiştir. Zaman faktörü dikkate alınmadan kayaçların kendi içinde dozlarının etkisini sıraladığımızda Ca elementi için her üç kayaçta da % 1 > % 5 > % 10, P için birinci kayaçta % 1 > % 5 > % 10, ikinci kayaçta % 10 > % 1 > % 5 üçüncü kayaçta % 10 > % 5 > % 1, Mn elementinde birinci ve üçüncü kayaçta % 10 > % 5 > % 1 ikinci kayaçta % 1 > % 5 > % 10 olarak belirlenmiştir. Uygulama dozlar dikkate alınmadan zamanın etkisi değerlendirildiğinde birinci, ikinci ve üçüncü kayaçların Ca ve P elementleri çözünürlüğüne etkisi altmışıncı günde daha yüksek olduğu, Mn elementi için birinci kayaç altmışıncı günde, ikinci ve üçüncü kayacın ise ikinci günde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Organomineral gübre elde etmek ve mevcut katı bir organik gübrenin (çiftlik gübresi) fiziksel ve kimyasal özelliklerine katkıda bulunmak amacıyla ilave edilen kayaçların etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, Ca ve Mg oranı yüksek olan kayacın katı taze çiftlik gübresinde çözünürlüğünü değerlendirdiğimizde; en yüksek Ca miktarı altmışıncı günde $650,96 \text{ mg kg}^{-1}$ iken kontrol uygulamasında Ca miktarı $572,45 \text{ mg kg}^{-1}$, P elementi için $302,47 \text{ mg kg}^{-1}$ iken kontrol uygulamasındaki P çözünürlük miktarı $281,30 \text{ mg kg}^{-1}$, Mn için $3,08 \text{ mg kg}^{-1}$ iken kontrol uygulamasında $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ Mn elde edilmiştir. Kontrol uygulamasına göre Ca elementinin çözünürlüğü $78,51 \text{ mg kg}^{-1}$, P için $21,17 \text{ mg kg}^{-1}$ ve Mn için $2,88 \text{ mg kg}^{-1}$ çok düşük düzeyde artışlar belirlenmiştir.

Pek çok kayaçta bulunduğu gibi, bu çalışmada incelenen kayaçlarda da oldukça fazla miktarda bulunan Mg, K ve Fe elementleri, bitki besleme açısından çok önemli elementlerdir. Bunların bitkinin daha kolay yararlanabileceği formlara dönüştürülmesi ve çözünürlüğünün arttırılması çalışmalarının yanında kolay ve ucuz bulunabilen bu tür kayaçların diğer kimyasal ve organik gübrelere ilave edilerek özelliklerinin incelenmesi çalışmaları oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışmada, çözünürlüğünün istatistiki anlamda önemsiz olması, bu ve benzeri kayaçların organo mineral gübre üretiminde kullanılması için gerekli çalışmaların sürdürülmesi ve çözünürlüğü artırıcı metotların araştırılması ve bu tür gübrelerin bitkilerin beslenmesinde etkilerinin de araştırılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Bu konular etraflıca düşünüldüğünde, yapılan bu çalışmanın literatür açısından önemli olduğu ve bu konudaki yapılacak diğer çalışmalara bir kaynak olduğu vurgulanmıştır.

Teşekkür Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Anonim, 2018. Tarımda kullanılan organik, mineral ve mikrobiyal kaynaklı gübrelere dair yönetmelik, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi gazete sayı; 30341, 23 Şubat 2018.
- Akşahin, V., Gülser, F. 2020. Bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelere çemen bitkisinin gelişimine etkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(2), s. 255-266.
- Çetin, Ü., Gür, K. 2011. Çeşitli organik atıkların toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (3): 9-16.
- Demirkıran, A.R., ve Cengiz, M. Ç. 2011. Değişik organik materyaller (gidya, alsil, deniz yosunu, hümitik asit, saman ve torf) ile kimyasal gübre uygulamalarının antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) fidanı üzerine etkilerinin incelenmesi. *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1): 43-50.
- Doran, J.,W., D.,G. Fraser, M.,N., Culik and Liebhardt, W.,C. 1987. Influence of alternative and conventional agricultural management on soil microbial process and nitrogen availability. *American Journal of Alternative Agriculture*, 2(3): 99-106.
- Eriksen, J. 2005. Gross sulphur mineralisation-immobilisation turnover in soil amended with plant residues. *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (12): 2216-2224.
- Kılıç, B., ve Sönmez, İ. 2019. Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (özel sayı): 91-96.
- Minitab, 2017. Minitab statistical software version 18.1.
- Öztürk M, Bildik B. 2005. Hayvan çiftliklerinde kompost üretimi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Randhawa, P.,S., L.,M., Condrón, H.,J., Di, S., Sinaj and McLenaghan, R.,D. 2005. Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 73: 181-189.
- Sevinç M., 2003. *Kimyasal analiz yöntemleri*, Beril Yayınları, İstanbul, s; 15-16, 274 s.
- Soyergin, S., (2003). Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler Ve Organik Toprak İyileştiricileri, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, shf; 9-10
- Taban, S., Turan, M.,A., Katkat A.,V. 2013. Tarımda organik madde ve tavuk gübresi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi* 10: 9-13.
- Tangolar, S., G., Özdemir, S., Gürsöz, A., Çakır, Tangolar, S.,G. 2007. Bazı organik gübre uygulamalarının asma (vitis vinifera l. Çiloreş) fenolojik gelişmesi ile salkım, tane ve şıra özellikleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 319-325.

Yağmur, B., Okur, B. 2017. Kompost ahır gübresi ve kükürt uygulamalarının kireçli alkalın toprakta yetiştirilen fasulye bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, Özel Sayı: (13-25).