

'*Limonium sinuatum*' Yetiştiriciliğinde Farklı Ortamlara İlave Edilen Atık Su Arıtma Çamurunun Süs Bitkisi Yetiştirme Materyali Karışımı Olarak Kullanımı

H. Akat^{1,*}

G. Çetinkale Demirkan¹

Ö. Akat²

İ. Yokaş¹

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Ortaca Meslek Yüksekokulu, Ortaca/Muğla

²Ege Üniversitesi, Bayındır Meslek Yüksekokulu, Bayındır/İzmir

Artan miktarlarda ortaya çıkan arıtma çamurları ve bunların kısıtlı depolama sahaları, arıtma çamurlarının yeniden kullanımı ile doğaya kazandırılarak çevreye zarar vermeyecek şekilde geri dönüşümlerinin sağlanması gerekliliğini gündeme getirmiştir. Bu çamurların çevre açısından doğuracağı sorunları önlemek adına; post modern bir yeniden kullanım yöntemi esas alınarak tarım alanlarında kullanılması hem ekolojik dengeye katkısı hem de ekonomik yararı açısından dikkat çekmektedir. Eşit oranda arıtma çamuru ilavesiyle (1:1) farklı ortamlarda [çam kabuğu (O₁), cüruf (O₂), torf (O₃), çakıl (O₄) ve toprak (O₅)] kesme çiçek üretiminin gerçekleştirildiği bu çalışmada arıtma çamurunun, bitkisel materyal olarak kullanılan *Limonium sinuatum* 'Compindi White' çeşidinde bitki gelişimi ve verimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yetiştirme ortamlarına ilave edilen arıtma çamuru; bitki başına çiçek sayısı ve kök uzunlukları üzerinde % 95, çiçek sapı uzunluğu, yaprak sayısı ve bitki üst aksam yaş ağırlığı parametreleri üzerinde ise % 99 güvenle önemli bir farklılık yaratmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arıtma çamuru, yetiştirme ortamı, *Limonium sinuatum*, organik gübre

Utilization of Sewage Sludge Which Were Used as Ornamental Plant Growing Mixed Material on The Cultivation of *Limonium sinuatum* Grown under Different Growing Media

Sewage sludge quantities are enormously increases day by day and has a limited gathering areas. Reusage and recycling of sewage sludge for nature without damaging the environment is the main problem. Preventing the problems for the environment borned by sewage sludge most valuable recycling modal seems as using the material in the agricultural areas and this is the best way for ecological balances and also fort he economical income. Equal amounts of sewage sludge with pine bark (O₁), slag (O₂), peat (O₃), gravel (O₄) and soil (O₅) in the ratio of 1:1 as used as growing media for the cultivation *Limonium sinuatum*. Effect of these growing media on the growth and fertility of *Limonium sinuatum* 'Compindi White' variety is investigated. Effect of sewage sludge addition to growth media is significantly important (1 %) for number of flower, flower stem length and thickness and the number of leaves in comparison to control. The maximum amounts for plant fertility, flower stem length and thickness and the number of leaves find out at the media where sewage sludge was added. Sewage sludge addition on the growth media is also significantly important (1 %) on plant root length and upper part of plant fresh and dry weights.

Keywords: Sewage sludge, growing media, *Limonium sinuatum*, organic fertilizer

Giriş

Dünya genelinde artan nüfus ve şehirleşmeye paralel olarak bir takım çevre sorunları da ortaya çıkmaktadır. Nüfus ve şehirleşmenin yanında, insanların yaşam kalitesini arttırmak amacıyla kullanılan teknolojik gelişmeler ve endüstrileşme mevcut çevre sorunlarının çoğu zaman geri dönüşü olmayan bir şekilde artmasına sebep olmaktadır. İnsan sağlığını tehdit eder boyuttaki çevre kirliliği, bu soruna çözüm arayışlarını zorunlu hale getirmiştir. Dünya nüfus artışına paralel olarak evsel ve endüstriyel kökenli arıtma çamuru miktarları da artmakta ve büyük miktarlara ulaşan çamurun bertarafında güçlükler yaşanmaktadır.

Mevcut depolama sahalarının sınırlı olması arıtma çamurlarının yeniden kullanımı ile doğaya kazandırılarak çevreye zarar vermeyecek şekilde geri dönüşümlerinin sağlanmasını gündeme getirmiştir. Son yıllarda çevre koruma bilincindeki artış ve çevreci bir yaklaşımla, çevre adına olumlu gelişmeler söz konusudur. Ancak bu yöndeki çalışma sayısının yeterli olduğunu söyleyebilmek pek mümkün değildir. Bu amaçla gerçekleştirilen sürdürülebilir tarım kapsamındaki çalışmalardan biri organik gübrelemedir. Özellikle, arıtma çamurunun yüksek organik madde içeriği yanında toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltme

özelliği (Malik ve ark. 2000) organik gübreleme için alternatif bir kaynak olarak kullanılma olanağı sunmaktadır.

Tarımsal alanlarda, orman alanlarında, bozulmuş alanlarda, park-bahçeler ve çim alanlarda kullanılarak bertaraf edilebilen arıtma çamurları; son yıllarda arazi rekreasyonu, şehir peyzajı ve fidancılık alanlarında da yaygın bir şekilde kullanım olanağı bulmaktadır (Yıldız ve Değirmenci, 2009; Tolay ve ark. 2000; Ünal ve ark. 2011; Yalçın ve ark. 2011). Mevcut kaynağın, bu şekilde farklı tarımsal sahalarda kullanımıyla hem bertaraf edilme gücünün aşılması hem de bitkisel üretimde en büyük tarımsal girdilerden biri olan bitki gübre ihtiyacının karşılanması sağlanacaktır. Böylece çamurun bertarafı konusunda yaratılan alternatif saha ile çevreye sağlanan katkıların dışında, ekonomik anlamda da ciddi ölçüde fayda sağlanması düşünülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü Muğla İl'inde 2012 yılı itibariyle hali hazırda işleyen 18 adet arıtma tesisi bulunmakta ve bu tesislerinden çıkan atıkların giderimi, bölge için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Ortaya çıkan bu atıkların bertarafına yönelik çalışan kuruluşlar, çevreyi değişik derecede ve boyutta kirleten arıtma çamurlarını henüz istenilen şekilde ortamdaki uzaklaştıramamaktadırlar.

Bölgede arıtma çamurunun bertarafında yaygın olarak yapılan uygulama açıkta depolanması ya da doğaya terk edilmesi şeklindedir. Bu tipteki bir uygulamanın çevre açısından doğuracağı sorunları önlemek adına arıtma tesislerinden arta kalan arıtma çamurunun; post modern bir yeniden kullanım yöntemi esas alınarak tarım alanlarında kullanılması hem ekolojik dengeye katkısı hem de ekonomik yarar açısından dikkat çekmektedir.

Arıtma çamurlarının tarımda değerlendirilmesi, çevre kirliliğinin önlenmesi ve sahip olunan doğal kaynakların korunması açısından etkin bir geri dönüştürme metodudur. Bu metot diğer değerlendirme yöntemleri ile kıyaslandığında en ucuz atık giderim yöntemidir. Arıtma çamuru içerdiği besin maddeleri ile organik gübre kaynağı olarak gübreleme masraflarının da azaltılmasına destek olmaktadır. Bunun yanı sıra arıtma çamurunun toprağın bazı özelliklerini iyileştirici etkisinin bulunması da kullanımını destekleyen diğer bir önemli avantajdır. Tüm bu katkılarına paralel olarak arıtma çamurunun en pratik ve en ucuz bertaraf yöntemi olan tarımsal amaçlı kullanımının baz alınması ile süs bitkisi yetiştirme

ortamı karışımı olarak kullanılabilme olanağının belirlenmesi bu çalışmanın temel hedefini oluşturmaktadır.

Söz konusu amaçla yapılan bu araştırma ile süs bitkisi yetiştiriciliğinde bölgedeki mevcut arıtma tesislerinden elde edilen arıtma çamuru, farklı fiziksel ve kimyasal yapıya sahip yetiştirme ortamlarına eşit miktarda karıştırılarak kullanılmıştır. Farklı yetiştirme ortamlarına ilave edilen arıtma çamurunun bitki gelişimi ve verimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesinin hedeflendiği bu çalışmada aynı zamanda süs bitkisi yetiştirme ortamı karışımlarında kullanılabilme potansiyelinin olup olmadığının ortaya konulmasına çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma, 2013-2014 yıllarında, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ortaca Meslek Yüksekokuluna ait 150 m² büyüklüğe (6 x 25 m) sahip PE örtülü yay çatılı tünel tipi örtü altı yapısında kurulmuştur. Bitki yetiştirme sistemi olarak, saksı kültürü tercih edilmiştir. Bitkisel materyal olarak, beyaz çiçekli *Limonium sinuatum* 'Compindi White' çeşidi kullanılmış, belirlenen amaca ulaşabilmek için bitki yetiştirme ortamı olarak; çam kabuğu (O₁), cüruf (O₂), torf (O₃), çakıl (O₄) ve toprak (O₅) ortamlarının arıtma çamuruyla eşit düzeydeki (1:1) karışımlarından oluşan 5 farklı ortam ile deneme konuları oluşturulmuştur. Araştırma konusunu oluşturan ortamlara ve arıtma çamuruna yönelik belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Analizleri yapılan ortamlarda toprak reaksiyonu (pH) Jackson, 1967'ye göre pH-metre ile, toplam tuz; Soil Survey Staff, 1951'e göre Backman geçirgenlik aleti kullanılarak toplam tuz ile ilgili grafikten, kireç; Schlichting ve Blume, 1966'ya göre Scheibler kalsimetresi yardımıyla, organik madde ise Schlichting ve Blume, 1966'ya göre % olarak ölçülmüştür.

Toplam azot; Bremner, 1965'e göre modifiye makro Kjeldahl yöntemi uygulanarak, alınabilir fosfor; Bingham, 1949'a göre, alınabilir kalsiyum, magnezyum ve sodyum Kaçar 1972'ye göre 1 N NH₄OAc ile çalkalanarak süzütünün flamefotometre ile ölçülmesiyle, alınabilir mikro elementler ise Kaçar 1972'ye göre DTPA ile ekstrakte edilen süzütünün Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile ölçülmesi yoluyla elde edilmiştir.

Bitkisel kaynaklı materyallerin analizinde ise toplam N; Kaçar 1972'ye göre modifiye makro Kjeldahl yöntemi uygulanarak belirlenen sonuçların kuru ağırlık üzerinden (70 °C) % olarak belirlenmiştir. Kaçar 1972'ye göre fosfor, kalsiyum, magnezyum, demir, mangan ve çinko belirlenmelerinde yaş yakma ile hazır hale getirilen

örneklerden P için Vanado-Molibdo fosforik asit (sarı renk) yöntemine göre Spektrofotometrede, P ve Ca Flamefotometrede, Mg, Fe, Mn ve Zn değerleri ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile ölçülmesi yoluyla elde edilmiştir.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamlarına ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Table 1. Some physical and chemical properties of growing media

Yapılan Analizler	Çam Kabuğu (O ₁)	Cüruf (O ₂)	Torf (O ₃)	Çakıl (O ₄)	Toprak (O ₅)
pH	-	8.51	-	8.09	7.88
Toplam Tuz (%)	-	0.006	-	0.006	0.020
Kireç (%)	-	0.80	-	25.60	11.40
Bünye	-	Tınlı kum	-	Kumlu	Kumlu tın
Organik Madde (%)	-	0.30	-	0.20	4.00
Toplam Azot (%)	0.011	0.08	0.67	0.05	0.19
Alınabilir Fosfor (ppm)	0.21 (%)	1.44	0.45 (%)	0.66	49.62
Alınabilir Potasyum (ppm)	776	39	3298	19	184
Alınabilir Kalsiyum (ppm)	35280	980	33320	2940	3724
Alınabilir Sodyum (ppm)	192	29	528	19	86
Alınabilir Magnezyum (ppm)	1200	6.87	1826	233	1126
Alınabilir Demir (ppm)	1100	2.42	830	6.10	9.78
Alınabilir Çinko (ppm)	50	0.06	66	0.23	3.23
Alınabilir Bakır (ppm)	13	0.10	29	0.11	14.54
Alınabilir Mangan (ppm)	101	0.24	116	0.45	3.50

Çizelge 2. Arıtma çamuruna ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Table 2. Some physical and chemical properties of sewage sludge

Yapılan Analizler	Arıtma Çamuru Materyali Değerleri	03.08.2010 tarihli 27661 Sayılı Resmi Gazetede Eysel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik Sınır Değerleri
pH	7.34	-
Tuz (µS/cm)	1194	-
Organik Madde (%)	74.99	-
C/N	11.6	-
Toplam Azot (mg/g)	3.75	-
Toplam Fosfor (mg/kg)	3715	-
Toplam Potasyum (mg/kg)	1081	-
Toplam Kadmiyum (mg/kg)	0.77	10
Toplam Kurşun (mg/kg)	9.33	750
Toplam Nikel (mg/kg)	41.04	300
Toplam Bakır (mg/kg)	15.81	1000
Toplam Alüminyum (mg/kg)	2575	-
Toplam Demir (mg/kg)	5252	-

Aritma çamuruna ait örneklerdeki analizler EPA 3051 A'ya göre parçalama yöntemine göre yapılmış ve parçalama kabına 0,5 g numune alındıktan sonra, 2.5 ml nitrik asite 7.5 ml hidroklorik asit eklenmesiyle oluşturan karışımda karıştırılmıştır. Mikrodalga cihazında sıcaklık programına göre hazırlanan numune parçalanmıştır. Sıvı formdaki numune 0,45 µm gözenekli filtreden süzölmüş, gerekli seyreltmenin ultra saf su ile yapılmasından sonra Atomik Absorbsiyon Spektrometresi'nde okutulmak üzere analize hazırlanmıştır.

Bitkisel materyale yönelik tohum ekimi 18.10.2013 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Şaşırtma olgunluğuna gelen fideler 22.11.2013 tarihinde öncelikle 0.5 l' lik PE saksılara alınmışlardır. Dikim olgunluğuna gelen genç fideler ise 03.12.2013 tarihinde, 25x25 cm dikim mesafesi ile 26 litre hacme sahip yatay plastik saksılara doldurulan yetiştirme ortamlarındaki yerlerine dikilmişlerdir. Araştırmanın yürütüldüğü döneme ilişkin tohum ekimi, fidelerin şaşırtılması ve araştırma alanına dikilmeleri tarihleri ile ilk ve son hasat tarihleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Tesadüf parselleri deneme deseni esas alınarak 3 tekerrürlü oluşturulan çalışmada, her tekerrürde 9 bitki bulunmaktadır. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu

bitki besin elementleri sulama suyuna ilave edilerek besin çözeltisi şeklinde uygulanmıştır (Jensen, 1997; Sevgican, 2002; Maloupa, 2002). Söz konusu besin çözeltisinin bitkilere dağıtılmasında ve uygulanmasında damla sulama sisteminden yararlanılmıştır. Bitkiler büyüklük ve gelişim bakımından homojen bir görünüm sergiledikten sonra modifiye edilmiş Hoagland besin çözeltisi uygulamasına başlanmıştır. Dikimden 1 ay sonra 04.01.2014 tarihinde ilk besin çözeltisi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince besin çözeltisi uygulamaları her 15 günde bir olacak şekilde düzenlenmiştir ve kullanılan besin çözeltisinin kimyasal bileşimi ve bu amaçla kullanılan kimyasal kaynaklar Çizelge 4'te verilmiştir.

Araştırma konularının bitki verimi ve gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik toprak üstü ve toprak altı aksamlarında bazı ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla, 19.03.2014'de başlatılan hasat işlemleri 03.06.2014 tarihinde son kez yapılarak sıcaklığın artması ile birlikte çiçek kalitesinin bozulmasından dolayı aynı gün denemenin sökülmesiyle sonlandırılmıştır. Yetiştiricilik süresince hasat işlemleri haftada 1 kez olacak şekilde düzenlenmiştir.

Çizelge 3. Tohum ekimi, şaşırtma, dikim, ilk ve son hasat tarihleri

Table 3. The dates of seeding, transplanting, planting, first and last harvest

Tohum ekimi	Fidelerin Şaşırtılması	Dikim	İlk Hasat	Son Hasat (Söküm)
18.10.2013	22.11.2013	03.12.2013	19.03.2014	03.06.2014

Çizelge 4. Besin çözeltisinin kimyasal bileşimi ve bu amaçla kullanılan kaynaklar

Table 4. The chemical sources and composition of nutrient solution

Element	ppm	Kullanılan Kimyasal Kaynak
N	120	NH ₄ NO ₃ (% 33 N)
P	80	H ₃ PO ₄ (% 85)
K	180	KNO ₃ (% 13 N, % 46 K ₂ O)
Ca	200	Ca(NO ₃) ₂ . NH ₄ NO ₃ .10H ₂ O (% 15.5 N, % 19 Ca)
Mg	50	MgSO ₄ .7H ₂ O (% 10 MgO)
Fe	3	Na ₂ Fe-EDTA (% 1.5 Fe)
Zn	0.5	ZnSO ₄ . 7H ₂ O
Mn	0.5	MnSO ₄ .H ₂ O
B	0.5	H ₃ BO ₃
Cu	0.02	CuSO ₄ .5H ₂ O
Mo	0.05	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ . 4H ₂ O

Bitki gelişimine ilişkin etkilerin belirlenebilmesi amacıyla ayda 1 kez yaprak sayımı gerçekleştirilmiştir. Her hasatta bitki başına çiçek sayısı, hasat edilen tüm çiçeklerde ise çiçek sapı uzunluğu, çiçek sapı kalınlığı ile bitki üst aksam yaş ve kuru ağırlıkları da tespit edilmiştir.

Araştırma ortamlarından alınan bitki (toprak üstü aksam ve kök) örnekleri çeşme suyu ve saf su ile yıkanmış, kurutma kâğıdı ile fazla nemleri alındıktan sonra 65 °C 48 saat süreyle kurutulmuşlardır. Daha sonra kuruyan örnekler öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Analize hazır hale getirilen örneklerde toplam P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, yaş yakma metodu uygulanarak elde edilen ekstraktlarda; fosfor Vanada-Molibdo fosforik sarı renk yöntemine göre Eppendorf Kolorimetresinde okunarak; K, Na, ve Ca miktarları Flamme Fotometrede; Mg, Fe, Cu, Zn, Mn miktarları ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında okunarak saptanmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

Araştırma boyunca elde edilen veriler TARİST istatistik paket programı ile değerlendirilerek varyans analizine tabi tutulmuştur.

Bulgular

Araştırma süresince beş farklı yetiştirme ortamına ilave edilen arıtma çamurunun bitki verimi ve çiçek kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bitki başına alınan çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ile çiçek sapı kalınlığı parametreleri incelenmiş ve istatistiksel değerlendirilmesi yapılarak elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5'te, yetiştirme ortamlarına ilave edilen arıtma çamurunun verim, çiçek sapı uzunluğu ve çiçek sapı kalınlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde, ortamlara ilave edilen arıtma çamuru bitki başına çiçek sayısı kriteri üzerinde % 95, çiçek sapı uzunluğu ve bitki başına yaprak sayısı parametreleri üzerinde ise % 99 güvenle önemli bir fark yaratmıştır. Konular arasında bitki başına düşen verime ilişkin en yüksek değer 18 adet/bitki ile torf ortamına ilave edilen arıtma çamuru konusundan (O₃+AÇ) alınırken, bunu çam kabuğuna ilave edilen arıtma çamuru uygulaması (O₁+AÇ) takip etmiştir. Toprağa arıtma çamuru ilave edilmiş ortam (O₅+AÇ) verim açısından değerlendirildiğinde diğer tüm ortamların gerisinde kalarak 14.67 adet/bitki ile en düşük değere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar, toprak dışındaki ortamlara ilave edilen arıtma çamurunun verimi artırıcı etki yaptığı yönündedir. Hernandez-Apaolaza ve ark. (2005) tarafından *Pinus pinea*, *Cupressus arizonica* ve *C. sempervirens* yetiştiriciliğinde % 30 oranındaki arıtma çamurunun çam kabuğu ve hindistan cevizi lifi karıştırılarak oluşturulan ortamlarda servi türlerinin en iyi büyüme ve gelişme özelliklerini ortaya koyduğu bildirilmiştir. Grigatti ve ark. (2007) tarafından *Begonia semperflorens*, *Salvia splendens* ve *Tagetes patula* olmak üzere üç farklı türde, yetiştirme ortamlarına farklı dozlarda arıtma çamuru ilave ederek hazırladıkları ortamda, özellikle *B. semperflorens* türünde, % 25 arıtma çamuru ilavesinin çiçek sayısını artırması yönündeki sonuç çalışmamızdan elde edilen sonucu destekler görünmektedir.

Çizelge 5. Bitki verimi ve çiçek kalitesine ilişkin sonuçlar

Table 5. The results of plant yield and flower quality

Uygulama	Çiçek Sayısı (adet/bitki)	Çiçek Sapı Uzunluğu (cm)	Çiçek Sapı Kalınlığı (mm)		
O ₁ +AÇ	16.33 ab	55.98 b	13.70		
O ₂ +AÇ	15.67 b	59.33 a	15.43		
O ₃ +AÇ	18.00 a	58.00 a	14.65		
O ₄ +AÇ	15.67 b	54.87 b	13.68		
O ₅ +AÇ	14.67 b	54.33 b	13.66		
LSD _{0.01}	1.820*	1.820**	Öd		
O ₁ : Çam Kabuğu	O ₂ : Cüruf	O ₃ : Torf	O ₄ : Çakıl	O ₅ : Toprak	AÇ: Arıtma Çamuru

Araştırma konusunun çiçek sapı uzunluğu kriteri üzerindeki etkisine bakıldığında, cürufa arıtma çamurunun ilave edildiği ortamda (O₂+AÇ) en yüksek değeri göstererek istatistiki anlamda % 99 güvenle bir farklılık yaratmıştır. Buna göre; en yüksek çiçek sapı uzunlukları, aynı istatistiksel grup içerisinde yer alan cüruf ve torf ortamlarına eklenen arıtma çamuru konularında sırasıyla 59.33 cm (O₂+AÇ) ve 58.00 cm (O₃+AÇ) değerleri ile alınmıştır. En düşük çiçek sapı uzunluğu ise toprağa arıtma çamuru ilavesi yapılan (O₅+AÇ) uygulamada tespit edilmiştir. Dai ve ark. (2006), tarafından arıtma çamuru uygulamasının *Begonia semperflorens*, *Ophiopogon japonicus*, *Loropetalum chindense* var. *rubrum*, *Dendranthema morifolium*, *Buxus radicans*, *Viburnum macrocephalum*, *Osmanthus fragrans* ve *Cinnamomum camphora* türlerinde kontrole (toprak) göre arıtma çamuru ilavesindeki bitkilerde daha iyi gelişme elde edildiğini belirlemişlerdir. Ünal ve ark. (2011), kesme çiçek olarak değerlendirilen *Freesia* spp. (Arpa Zambağı) türünde, saksı ortamlarına farklı oranlarda ilave edilen arıtma çamurunun bitki gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalarında, ortamlara ilave edilen arıtma çamuru miktarındaki artışa paralel olarak başak ve çiçek sapı uzunluğunun arttığını bildirmişlerdir. Özellikle arıtma çamuru uygulamasının, çiçek sapı uzunluğu değerlerini arttırıcı yönde etki etmesi, çalışmamızdan elde edilen bulgular ile örtüşmektedir.

Çiçek sapı kalınlıkları yönünden incelendiğinde, araştırma konuları arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık gözlemlenmemiş ve en kalın saplı çiçekler 15.43 mm ile cürufa arıtma çamuru ilavesinin yapıldığı ortamdan (O₂+AÇ) alınırken, toprağa arıtma çamuru ilavesinin yapıldığı ortamda (O₅+AÇ) ise 13.66 mm ile çiçek sapı kalınlıkları en düşük değeri almıştır. Arıtma çamuru ile yapılan birçok çalışmada; arıtma çamurunun genel olarak verim ve çiçek kalitesine ilişkin bazı fiziksel özellikleri arttırıcı etkide bulunduğunu göstermiştir (Ünal ve ark.,2011; Dede 2009; Grigatti ve ark. 2007). Bu bağlamda araştırma bulguları ile literatürler uyumlu görülmekte ancak, bu yetiştirme ortamları içerisinde ise toprağın en geride kaldığı gözlemlenmiştir.

Yaprak sayılarına ilişkin yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları incelendiğinde; bitki başına belirlenen yaprak sayıları 148.33-137.00 adet değerleri arasında değişmiştir. En yüksek

değer 148.33 adet ile çam kabuğuna arıtma çamurunun ilave edildiği ortamdan (O₁+AÇ) alınırken, en düşük değer 137.00 adet ile toprağa arıtma çamuru ilavesinin yapıldığı ortamdan (O₅+AÇ) elde edilmiştir. Özdemir ve ark. (2005), artan dozlarda arıtma çamurlarının süs bitkisi yetiştirme ortamı karışımlarında kullanılabilmesi potansiyelini araştırdıkları çalışmalarında, bitki büyümesi açısından süs bitkilerinden Limoni Servi'nin % 30 oranında arıtma çamuru ilave edilmiş karışımlarda en yüksek bitki büyümesinin elde edildiğini belirtmişlerdir. Arıtma çamurunun içerdiği yüksek azot düzeyi, vegetatif gelişmeyi arttırmaktadır. Bu sonucu destekler doğrultuda Ostos ve ark. (2008) tarafından; torf, evsel katı atık kompostu ve arıtma çamuru kompostu kullanarak gerçekleştirilen bir çalışmada, arıtma çamuru içeren ortamların azot içeriğinin arttığı ve dolayısıyla bitki vegetatif aksamında da bir artışın olduğuna yönelik sonuç elde edilmiştir.

Dede (2009) tarafından yürütülen bir çalışma da ise; dış mekân süs bitkilerinden Leylandi, Mazi, Ligustrum ve Akasya ile mevsimlik süs bitkisi türlerinden Primula ve Tagates; fındık zürufuna % 12.5, % 25, % 50 oranlarında ilave edilen arıtma çamuru ile oluşturulan yetiştirme ortamı karışımı ile kontrol uygulaması olarak kabul edilen torf ortamını kıyaslamıştır. Arıtma çamuru ilavesinin yetiştirme ortamının başta azot olmak üzere değişik bitki besin elementi içeriklerini önemli derecede arttırdığı ve arıtma çamuru uygulanan ortamların bitki büyüme performansı açısından en iyi yetiştirme ortamını oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır.

Dede ve ark. (2009) tarafından yürütülen başka bir çalışmada, *Tagates patula nana* ve *Primula vulgaris* türlerinde fındık zürufu ve arıtma çamurunu farklı oranlarda karıştırdıkları ve kontrol olarak da ticari torf tercih ettikleri çalışmalarında, fındık zürufunun tek yıllık süs bitkilerinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabileceğini ve yetiştirme ortamına arıtma çamuru ilavesininin de bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların, özellikle bitki büyüme performansındaki artış açısından, araştırmamızla paralellik sağladığı gözlemlenmiştir.

Araştırma süresince, beş farklı yetiştirme ortamına ilave edilen arıtma çamurunun bitki kök gelişimi ve üst aksam üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Bitki kök gelişimi ile bitki alt aksam ve üst aksamına ilişkin sonuçlar

Table 6. The results of plant root growth and lower and upper part of plant

Uygulama	Yaprak Sayısı (adet/bitki)	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Üst Aksam Yaş Ağırlığı (g)	Üst Aksam Kuru Ağırlığı (g)
O ₁ +AÇ	148.33 a	23.66 a	33.46	1.78	266.94 a	48.40
O ₂ + AÇ	146.33 ab	21.33 b	32.96	1.77	243.60 b	39.61
O ₃ + AÇ	145.00 ab	19.33 c	32.51	1.77	247.13 b	42.26
O ₄ + AÇ	141.33 bc	18.00 c	31.65	1.57	221.47 c	36.00
O ₅ + AÇ	137.00 c	15.33 d	30.55	1.51	162.45 d	25.55
SD _{0.01}	6.073**	1.820*	Öd	Öd	18.214**	Öd
O ₁ : Çam Kabuğu	O ₂ : Cüruf	O ₃ : Torf	O ₄ :Çakıl	O ₅ : Toprak	AÇ: Aritma Çamuru	

Çizelge 6'ya göre uygulamalar, bitki başına düşen yaprak sayısı parametreleri üzerinde % 99 güvenle önemli bir fark yaratmıştır. En yüksek yaprak sayısı değeri 148.33 adet/bitki ile çam kabuğuna arıtma çamuru ilavesi yapılan ortamdan (O₁+AÇ) elde edilmiştir. Ortamlara arıtma çamuru ilavesinin bitki kök yaş ve kuru ağırlığı üzerinde istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmadığı yönünde de olsa uygulamalar arasında rakamsal bir farkın bulunduğu belirlenmiştir. Buna göre; bitki kök yaş ve kuru ağırlıkları en yüksek değerlerine sırasıyla 33.46 g. ve 1.78 g. ile arıtma çamuru ilavesi yapılan çam kabuğu ortamında (O₁+AÇ) ulaşılmıştır. Kök yaş ve kuru ağırlığına ilişkin en düşük değerler sırasıyla 30.55 g. ve 1.51 g. ile toprağa ilave edilen arıtma çamuru ortamında (O₅+AÇ) belirlenmiştir. Arıtma çamuru ilavesi bitki kök uzunlukları üzerinde % 95, bitki üst aksam yaş ağırlığı parametreleri üzerinde ise % 99 güvenle önemli bir farklılık yaratmıştır. Bitki kök uzunluğu en yüksek değerini 23.66 cm ile çam kabuğuna ilave edilen arıtma çamuru ortamında (O₁+AÇ) gösterirken, en düşük kök uzunluğu değeri 15.33 cm ile toprağa ilave edilen arıtma çamuru ortamında (O₅+AÇ) elde edilmiştir. Bitki üst aksam yaş ağırlığına ilişkin en yüksek değer yaprak sayısı kriterindeki sonuçlara paralel olarak 266.94 g. ile çam kabuğuna arıtma çamuru ilavesinin yapıldığı ortamdan (O₁+AÇ), en düşük değer ise 162.45 g. ile toprağa ilave edilen arıtma çamuru ortamından (O₅+AÇ) elde edilmiştir. Bitki üst aksam kuru ağırlıkları en yüksek değerini yaş ağırlıklara benzer olarak 48.40 g. ile çam kabuğuna arıtma çamuru ilavesinin yapıldığı konuda (O₁+AÇ), en düşük değerini ise toprağa arıtma çamuru ilavesi yapılan ortamda (O₅+AÇ) 25.55 g. ile göstermiştir. Grigatti ve ark. (2007) tarafından yürütülen, *Begonia semperflorens*, *Salvia splendens* ve *Tagetes patula*

yetiştiriciliğinde, beyaz turba (kontrol), yeşil atık ve arıtma çamuru ortamlarının kullanıldığı bir çalışmada; bitki büyümesi ve iz element içeriklerinin etkilendiği bildirilmiştir. % 25 arıtma çamuru ilave edilen ortamda *B. semperflorens* türünde çiçek sayısı ve kuru ağırlık artarken, % 25-50 arıtma çamuru ilave edilen ortamda *S. splendens* türünde kuru ağırlık artışı görülmüştür.

Küçükhemek ve ark. (2005), saksı yetiştirme ortamına arıtma çamuru ilavesinin bitki yaş ağırlığını arttırıcı etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Tüfekçi ve ark. (2008) tarafından yürütülen, okalptüs ve kızılçam fidanlarının üretiminde arıtma çamurunun kullanıldığı araştırmalarında; çalışılmasında zorluklar olan bu materyalin fidan üretiminde organik kaynak olarak kullanılması durumunda bitkisel kütle artışının sağlandığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda her üç araştırmadan elde edilen sonuçlar ile çalışmamızdan elde edilen değerler, bitki üst aksam yaş ve kuru ağırlığı parametrelerinin farklı ortamlara ilave edilen arıtma çamuru uygulaması ile değişik oranlarda etkilendiğini göstererek, diğer literatürlerle de bir uyum ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.

Korboulewsky ve ark. (2002), *Diplotaxis erucoides* yetiştiriciliğinde, arıtma çamuru ve mineral gübre uygulamalarının bitki gelişimi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, arıtma çamuru kompostu uygulanan bitkilerde biyokütlede artış olduğunu ve bitkinin daha büyük kök sistemi oluşturduğu ancak çiçeklenmenin geciktiğini bildirilmişlerdir. Araştırmamızın özellikle bitki kök yaş ve kuru ağırlığı kriterlerine ilişkin olarak; farklı ortamlara ilave edilen arıtma çamurunun, istatistiksel bir fark yaratmaması sonuçları diğer çalışmalar ile uyumsuz gösterse de; kök

uzunlukları değerlerinin toprağa göre diğer ortamlarda yüksek olması yönünden bir paralellik göstermektedir. Bitki kök yaş ve kuru ağırlıklarının, farklı ortamlara arıtma çamuru ilavesiyle rakamsal olarak değişiklik gösterdiği, en yüksek sonuçlara da çam kabuğuna arıtma çamuru ilavesinin yapıldığı ortamdan (O₁+AÇ) alındığı tespit edilmiştir.

Araştırmada yetiştirme ortamlarına ilave edilen arıtma çamurunun bitki üst kısmı Çizelge 7' de ve kök tarafından kaldırılan besin elementleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan

istatistiki değerlendirme sonuçları ise Çizelge 8' de verilmiştir.

Çizelge 7' ye göre bitki üst kısmına ait besin elementi analiz değerleri dikkate alındığında; Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn elementlerinin değerleri istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratırken, P, K, Na ve Zn elementlerinin değerleri önemli bulunmamıştır. P, Na ve Zn elementleri ayrı tutulacak olursa veriler büyük bir çoğunlukla toprağa ilave edilen arıtma çamuru ortamında (O₅+AÇ) en yüksek değerlere ulaşmakta ve bunu Mg elementinde çakıla ilave edilen arıtma çamuru ortamının (O₄+AÇ) takip ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 7. Bitki üst kısmına ait besin elementi analizleri

Table 7. Plant nutrient analyses of upper part

Uygulama	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
O ₁ +AÇ	0.623	0.550	0.650 b	0.117 b	0.810	306.667 c	11.550 b	68.847	24.500 c
O ₂ +AÇ	0.550	0.650	0.700 b	0.133 b	0.813	400.000 c	12.500 b	71.180	16.100 c
O ₃ +AÇ	0.670	0.600	0.583 b	0.103 b	0.880	285.000 c	12.200 b	73.710	22.167 c
O ₄ +AÇ	0.557	0.700	0.925 a	0.210 a	0.707	656.667 b	13.450 ab	61.420	68.147 b
O ₅ +AÇ	0.573	0.750	0.900 a	0.197 a	0.853	1200.000 a	15.633 a	72.497	80.867 a
LSD _{0.01}	Öd	Öd	0.132**	0.053**	Öd	250.192**	2.215*	Öd	10.253**
O ₁ : Çam Kabuğu	O ₂ : Cüruf	O ₃ : Torf	O ₄ : Çakıl	O ₅ : Toprak	AÇ: Arıtma Çamuru				

Çizelge 8. Bitki kök kısmına ait besin elementi analizleri

Table 8. Plant nutrient analyses of root part

Uygulama	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
O ₁ +AÇ	0.697 bc	0.175 bc	0.325 c	0.050	1.600 c	780.000 a	9.900	61.807 a	17.000 abc
O ₂ +AÇ	0.430 d	0.170 c	0.383 bc	0.040	1.617 c	665.000 b	8.800	48.170 b	23.700 a
O ₃ +AÇ	0.850 a	0.220 a	0.450 bc	0.047	1.900 b	380.000 c	9.900	58.917 a	12.167 c
O ₄ +AÇ	0.625 c	0.207 ab	0.733 a	0.047	1.900 b	265.000 d	8.483	48.220 b	21.433 ab
O ₅ +AÇ	0.750 b	0.210 ab	0.533 b	0.050	2.200 a	345.000 c	12.250	55.543 ab	15.400 bc
LSD _{0.01}	0.088**	0.036*	0.154**	Öd	0.255**	77.961**	Öd	9.800*	7.356*
O ₁ : Çam Kabuğu	O ₂ : Cüruf	O ₃ : Torf	O ₄ : Çakıl	O ₅ : Toprak	AÇ: Arıtma Çamuru				

Çizelge 8' deki bitki kök kısmına ait besin elementi analizleri değerleri dikkate alındığında, Mg ve Cu elementleri hariç incelenen diğer tüm elementlerinin değerlerinde istatistiksel anlamda

önemli artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. P, Ca, Na, Fe % 99; K, Zn ve Mn elementleri ise % 95 güven aralığında önemli bulunmuştur.

Bitki üst aksam ve kök besin elementi analizlerinden elde edilen sonuçlar arasında Ca, Mg, Fe ve Mn içerikleri paralellik gösterirken P önemli bulunmamakla birlikte rakamsal artışlar paralellik gözlenmiştir.

Bitki üst aksam ve kök besin elementi analizleri sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; arıtma çamuru uygulamalarının bitki besin elementi alınımlarını olumlu yönde etkilediğini ve bu durumun toprağa ilave edilen organik madde etkisiyle orantılı olarak yükseldiği gözlemlenmektedir. Elde edilen veriler ışığında; arıtma çamuru uygulamalarının bitki gelişimi ve büyümesi üzerine faydalı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır (Malik ve ark., 2000; Ostos ve ark., 2008; Dede, 2009).

Sonuç

Muğla İl'i Gökova Atık Su Arıtma Tesis'i'nden elde edilen arıtma çamurunun farklı yetiştirme ortamlarına eşit miktardaki karışımları ile gerçekleştirilen kesme çiçek *Limonium sinuatum* yetiştiriciliğinde bitki verimi, gelişimi ve çiçek kalitesine ilişkin elde edilen değerler, toprağa arıtma çamuru ilave edilen ortama kıyasla diğer yetiştirme ortamlarında daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen veriler ışığında, çiçek sapı kalınlığı, bitki kök yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki üst aksam kuru ağırlığı hariç tüm incelenen kriterler açısından istatistiksel anlamda farklı ortamlara karıştırılan arıtma çamurunun yarattığı etki önemli bulunmuştur. Bitki verimi, gelişimi ve çiçek kalitesine yönelik sonuçlar için ortamlar arasında bir genelleme yapılacak olursa; verim açısından torfa arıtma çamuru ilavesi yapılan ortamda (O₃+AÇ); çiçek sapı uzunluğu ve kalınlığı parametrelerinde cürufa arıtma çamurunun ilave edildiği ortamda (O₂+AÇ); yaprak sayısı ve buna paralel olarak bitki üst aksam yaş - kuru ağırlıklarında, kök yaş - kuru ağırlıklarında ve kök uzunluğu parametrelerinde en yüksek değerler

Kaynaklar

- Bingham, F. T., 1949. Soil Test for Phosphate. Calif. Agr. 3:11-14
- Black, C.A., 1965. Methods of soil analysis part-II. Amer. Soc. of Agronomy-Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA, Pages 1372-1376
- Bremner, J. M., Total Nitrogen, In. C.A. Black et al (ed), 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2., Agronomy 9:1149-1178. Am. Soc. of Agron.. Inc. Madison

çam kabuğuna arıtma çamurunun ilave edildiği ortamda (O₁+AÇ) alınırken, incelenen tüm parametreler açısından en düşük değerlere ise beklendiği gibi toprağa arıtma çamuru uygulamasının yapıldığı ortamda (O₅+AÇ) ulaşılmıştır.

Bu sonuçlar göstermektedir ki; süs bitkisi yetiştiriciliğinde geleneksel toprak ortamına ilave edilen arıtma çamuru uygulamasına kıyasla farklı ortamlara ilave olarak arıtma çamuru kullanımının yetiştirme ortamlarına göre etkisinin farklı olduğu gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla arıtma çamurunun süs bitkisi yetiştiriciliğinde; çimlendirme ve yetiştirme ortamlarına ilave edilerek kullanılması, alternatif bir saksı harcı olarak değerlendirilme olanağını sağlamasının yanında, organik gübre kaynağı olarak da kullanılabilme özelliği ile hem ülke ekonomisine ve hem de ekolojisine büyük katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, arıtma çamurlarının tarım alanlarında uygulanabilirliğinin yanı sıra alternatif bir bertaraf sahası olarak süs bitkisi yetiştiriciliğinde de kullanılması tarımsal üretimdeki uygulama sahasını da genişleterek arıtma çamurunun bertaraf imkanlarının artırılmasını da olanaklı kılacaktır. Tüm üretim alanlarında ekonomik uygulamaların sürdürülebilirlik ilkesine katkıları düşünülürse önemli bir sorun olan arıtma çamurlarının bertarafının yararlı bir şekilde dönüştürülmesi bakımından önem arz etmektedir.

Sonuç olarak arıtma çamurlarının süs bitkisi yetiştirme ortamı karışımlarında kullanımının, çağdaş geri dönüşüm anlayışına en uygun yöntemlerden biri olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda; arıtma çamurunun farklı süs bitkisi türlerinde farklı yetiştirme ortamı karışımlarında kullanımının sağlanabilmesi ve etkilerinin araştırılması için daha çok çalışma yapılarak bu alanlarda sağlanan katkıların artırılması sağlanmalıdır.

- Dai, J., L. Chen, J. Zhao, and N. Ma. 2006. Characteristics of sewage sludge and distribution of heavy metal in plants with amendment of sewage sludge. Journal of Environmental Sciences, Volume 18 (6): 1094-1100
- Dede, O.H., S. Özdemir ve G. Dede. 2009. Fındık zürufu ve arıtma çamurlarının tek yıllık süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması. II. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu, 04-06 Kasım, İzmir

- Dede, Ö.H., 2009. Fındık Zürafu ve Arıtma Çamuru Karışımından Süs Bitkisi Yetiştirme Ortamı Geliştirilmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Çevre Müh. Bölümü, s:183
- Grigatti, M., M.E. Giorgiani and C. Ciavatta. 2007. Compost-based growing media: influence on growth and nutrient use of bedding plants. *Bioresource Technology*, Volume 98 (18): 3526– 3534
- Hernández-Apaolaza, L., A.M. Gascó, J.M. Gascó and F. Guerrero. 2005. Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. *Bioresource Technology*, Volume 96 (1): 125–131
- Jackson, M. L., 1967. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, of India Private Limited, New Delhi
- Jensen, M.H.1997, *Hydroponics*, Hortscience, 32:1018-1021
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları, 453. Uygulama Kılavuzu; 155; 55-390
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri . Nobel Yayın No:1241, 892 s
- Küçükhemek, M., K. Gür, R. Uyanöz ve Ü. Çetin. 2005. Arıtma çamuru ve çiftlik gübresinin çim bitkisi verimine ve renk özelliğine etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu Bildiri Kitabı, İzmir, 25-26 Mart 2005: 375-384
- Korboulewsky, N., G. Bonin and C. Massiani. 2002. Biological and ecophysiological reactions of white wall rocket (*Diplotaxis erucoides*) grown on sewage sludge compost. *Environmental Pollution*, 117 (2002): 365-370
- Malik, RS., N. El-Bassam and S. Haneklaus, 2000. Effect of high and low-input nutrient system on soil properties and their residual effect on sweet corn. I. Soil Properties. *Landbauforschung-Volkenrode* 50 (1-2): 24-31
- Maloupa, E., 2002. *Hydroponic systems*, 143-178, Hydroponic production of vegetables and ornamentals, embryo publications, Savvas, D. and Passam, H. (Eds.), Embryo publications, Athens, 463p.
- Schlichting, E., Blume, E., 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin
- Sevgican, A. 2002. Örtü Altı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Cilt-2, E.Ü.Z.F. Yayınları, İzmir
- Slawin, W., 1955. *Atomic Absorbtion Spectroscopy* Interscience Publishers. New York-London Sydney
- Soil survey staff, 1951. *Soil survey manual*. U.S. Dep. Agric. Handbk. No. 18. U.S. Government Printing Office. Washington. D.C. 503 pp
- Tolay, U., Y. Yavuzsefik, M. Tolay ve N. Söğüt. 2000. Atık çamurlarının bitki üretiminde kullanılması üzerine araştırmalar. *Turk J Agric For* 24, 705-712
- Tüfekçi S., G. Gülbaba ve F. Tokgönül, 2008. Tarsus evsel arıtma çamurunun Okaliptüs ve Kızılcam fidanları üretiminde kullanılması. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 368 ISBN: 978-605-393-042-6 DOA Yayın No: 49
- Ostos, J. C., R. Lopezgarrido, J. M. Murillo and R. Lopez, 2008. Substitution of peat for municipal solid waste and sewage sludge based compost in nursery growing media: effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia Lentiscus L.*, *Bioresource Technology*, 99, pp. 1793-1800
- Özdemir, S., G. Köseoğlu ve Ö.H. Dede. 2005. Arıtma çamurlarının süs bitkisi toprağı hazırlanmasında kullanımı, Dokuz Eylül Üniversitesi, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu Bildiri Kitabı, İzmir, 25-26 Mart 2005: 557-564
- Yalçın, G., R. Yavuz, M. Yılmaz ve K. Taşpınar, 2011. Evaluation of sewage sludge on agricultural lands. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma* 3, 156-164
- Yıldız, S, M. Değirmenci, 2009. Sivas atık su arıtma tesisi arıtma çamuru bertarafı uygulamaları. II. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu, 04-06 Kasım, İzmir. 175-184
- Ünal, M., A. Karaca, Ç.S. Camcı ve A. Çelik. 2011. İçme suyu tesisi arıtma çamurunun arpa zambağı (*Freesia spp.*) bitki gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25 (2): 46-56

Copyright of Journal of Tekirdag Agricultural Faculty is the property of Namik Kemal University of Tekirdag Agricultural Faculty and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.