



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi:10.7161/omuanajas.347626

## Atık su arıtma çamurunun süs lahanası yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği

Fatih Akın<sup>a</sup>, Özgür Kahraman<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı ABD, Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

<sup>b</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ozgurkahraman@comu.edu.tr

Geliş/Received 29.10.2017

Kabul/Accepted 25.02.2018

### ÖZET

Dünya nüfusundaki hızlı artış, kırsaldan kentlere göç ve sanayileşme atık su miktarını günden güne arttırmaktadır. Atık sularla birlikte atık su arıtma çamuru miktarında da hızlı bir artış meydana gelmektedir. Atık su arıtma çamuru tarım, orman, maden ocakları ve peyzaj alanlarında tekrar kullanılabilir. Bu araştırma süs lahanası bitkisinin atık su arıtma çamurunda yetiştirme olanağını belirlemek için açık alanda Kasım 2015 ile Şubat 2016 ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak; % 0 arıtma çamuru + % 100 toprak (S1), % 25 arıtma çamuru + % 75 toprak (S2), % 50 arıtma çamuru + % 50 toprak (S3), % 75 arıtma çamuru + % 25 toprak (S4) ve % 100 arıtma çamuru + % 0 toprak (S5) karışımları kullanılmış, bitkiler açık alanda plastik saksılar içinde yetiştirilmiştir. Denemeden EC, pH, gövde çapı, kök ağırlığı, kök uzunluğu, bitki boyu, bitki çapı, baş ağırlığı, değerlendirilemez yaprak sayısı ve toplam yaprak sayısı gibi parametreler elde edilmiştir. En yüksek baş ağırlığı ve toplam yaprak sayısı S2 (103.99 g, 40.42 adet) ve S5 (90.53 g, 38.42 adet) ortamlarından elde edilmiştir. Bu yetiştirme ortamları süs lahanası yetiştirilmesinde kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler:

Arıtma çamuru  
Süs lahanası  
Süs bitkileri  
Tekrar kullanım  
Yetiştiricilik

### The availability of sewage sludge in ornamental kale cultivation

#### ABSTRACT

The rapid increasing of the world population, migrations from rural to urban areas and industrialization are enhancing the amount of waste water day by day. The amount of sewage sludge along with waste water also shows a rapid increase. Sewage sludge can be reused in agriculture, forest, mines and landscape areas. The research was conducted to designate the chance of ornamental kale cultivation in sewage sludge in open area between November 2015 and February 2016. As growing media, 0% sewage sludge + 100% soil (S1), 25% sewage sludge + 75% soil (S2), 50% sewage sludge + 50% soil (S3), 75% sewage sludge + 25% soil (S4) and 100% sewage sludge + 0% soil (S5) were used in the research. Plants were grown in plastic pots in open area. Some parameters like EC, pH, stem diameter, root weight, root length, plant height, plant diameter, head weight, unusable leaf number and total leaf number was obtained from the research. The highest head weight and total leaf number were determined at S2 (103.99 g, 40.42 number) and S5 (90.53 g, 38.42 number) growing media. These growing media may be used in the ornamental kale cultivation.

Keywords:

Sewage sludge  
Ornamental kale  
Ornamental plants  
Reuse  
Cultivation

© OMU ANAJAS 2018

#### 1. Giriş

Dünya üzerinde yaşayan canlılar ekosistem içerisinde birbiriyle doğrudan ya da dolaylı etkileşim içindedir. Canlıların canlı veya cansız çevresel etmenlerden uzak yaşaması oldukça zordur. Canlılar sıcaklık, nem, rüzgâr, ışık, su ve besin elementleri gibi cansız etmenlerin etkisi altındadır. Özellikle su canlılar için yaşamsal öneme sahiptir. Su kaynaklarının temiz ve kullanılabilir nitelikte olması gerekir. Dünya üzerinde temiz, içilebilir su kaynakları gün geçtikçe

azalmaktadır. Su kaynakları endüstriyel, kentsel ve tarımsal kirleticilerle veya doğal etmenlerle kirletilmektedir. Evsel ve endüstriyel atık sular su kaynaklarını kirleten unsurların başında gelmektedir. Atık suların kontrolsüz bir şekilde doğrudan ya da atık su arıtma tesislerinde standartlara uygun olarak arıtıldıktan veya düşük arıtma süreçlerinden geçtikten sonra deniz, göl, ırmak, çay, dere gibi alıcı ortamlara deşarj edilmektedir. Kirli su kaynaklarını kullanan bitki ve hayvanların büyüme ve gelişmesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Temiz su kaynaklarına deşarj

edilen atık sular ağır metal veya toksik madde içeriyorsa; bu maddeler bitkilerin toleransına göre gelişimlerinde yavaşlama, gerilemeye, boya kısalmaya hatta bitki ölümlerine neden olabilmektedir. Atık suların, atık su arıtma tesislerinde arıtılması esnasında oluşan sıvı ya da yarı katı halde bulunan arıtma çamuru; depolanması ve bertarafı oldukça zor olan, % 0.25 ile % 12 oranında katı madde içeren katı atıktır (Yıldız, 2009; Öztürk ve ark., 2015). Atık su arıtma çamuru kötü koku ve çevreye zararlı maddelerden arındırılmadan % 0-2.4 S, % 1-1.5 P, % 6.5-7.3 H, % 15-18 N, % 21-24 O, % 50-70 C içermektedir. Atık su arıtma çamurları; patojenler, besin maddeleri, organik maddeler, mikroorganizmalar ve yüksek oranda su barındırdıklarından dolayı arıtılması gerekir (Yıldız, 2009). Atık su arıtma çamurunun su içeriği presleme, santrifüj ve kurutma gibi işlemlerle azaltılabilmektedir. Türkiye’de yıllık evsel atık çamur miktarı yaklaşık 1380000 ton’dur. Bunların çoğu ya arazide ya da depolama alanlarında bertarafı gerçekleştirilmektedir (Aksu, 2008). Atık su arıtma çamurları tarım, orman, maden ocakları ve peyzaj alanları gibi yerlerde toprağa karıştırılarak bertaraf edilebilmektedir (Küçükhemek ve ark. 2005; Uzun ve Bilgili, 2011; Bozdoğan, 2012; Bozdoğan ve ark., 2012). Biyolojik arıtma süreçlerinden oluşan atık su arıtma çamurları tarla tarımı, sebzeçilik ve süs bitkisi yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarında farklı oranlarda toprağa karıştırılarak kullanılabilen ancak sebze ve meyve üretimi yapılan yerlerde kullanılması tüketiciler tarafından pek kabul görmemektedir. Biyolojik arıtma süreçlerinden oluşan atık su arıtma çamurunun içeriğindeki besin elementleri ve organik maddeler, arıtma çamurunun süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanım şansını arttırmaktadır. Atık su arıtma çamurunun süs bitkileri yetiştiriciliğinde değerlendirildiği değişik türler üzerine birçok araştırma yapılmıştır.

*Dendrocalamus strictus*, *Eucalyptus tereticornis*, *Populus alba*, *Prosopis juliflora*, *Terminalia arjuna*, (Shukla ve ark., 2011), *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*, *Cupressus arizonica* (Apaolaza ve ark., 2005), *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *Pinus brutia* Ten., *Eucalyptus grandis* W. Hillebrand, (Tüfekçi ve ark., 2008), *Limonium sinuatum* 'Compindi White' (Akat ve ark., 2015ab), Palmiye (Dede ve ark., 2012), *Clarkia amoena* (Demirkan ve ark., 2014), *Freesia* spp. (Ünal ve ark., 2011), *Cupressus macrocarpa* 'Gold Crest' (Özdemir ve ark., 2005), *Capsicum annum* cv. Karaisalı, *Solanum melongena* cv. Adana Topağı, *Ocimum basilicum* (Bozdoğan ve İkiz, 2011), *Cynodon dactylon*, *Alyssum maritimum* (Bozdoğan ve ark., 2012) biyolojik arıtma süreçlerinden oluşan atık su arıtma çamuru ile diğer yetiştirme ortam karışımlarının denendiği türlerdir.

Atık su arıtma çamuru ile ilgili yapılan birçok çalışma; atık su arıtma çamurunun tek başına ya da farklı oranlarda diğer yetiştirme ortamları ile birlikte kullanılabilceğini ifade etmektedir. Bu çalışma, süs lahanası bitkilerinin farklı oranlardaki atık su arıtma

çamurunda yetiştirilebilirliğini ortaya koymak için gerçekleştirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Kasım 2015 ile Şubat 2016 ayları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi’ne ait açık alanda saksı kültüründe yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak kış aylarında yoğunlukla tercih edilen süs lahanası (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) bitkileri kullanılmıştır. Süs lahanası fideleri Yalova’da fidancılık faaliyeti gösteren özel bir firmadan temin edilmiştir. Süs lahanası tohumları fidanlık ortamında Ağustos ayı içerisinde kasalara ekim işlemleri gerçekleştirilmiş, daha sonrasında da fideler büyüüp yaprakları birbirine değmeye başladığı aşama da ise siyah polietilen torbalara (tüplere) şaşırtılmıştır.

Yetiştirme ortamı olarak biyolojik arıtma süreçlerinden geçmiş olan atık su arıtma çamuru ve toprak kullanılmıştır. Atık su arıtma çamuru Çanakkale ili, Kepez Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisinde biyolojik olarak arıtılmış, kek dilimleri halinde susuzlaştırılmış, tesis içinde polietilen plastik üzerinde Temmuz-Ağustos aylarında Güneşte kurutulmuştur.

Güneşte kurutulmuş atık su arıtma çamurları iyice parçalanıp ufalandıktan sonra hacim olarak toprak ile farklı oranlarda karıştırılmıştır. Denemede; hacim olarak % 0 arıtma çamuru + % 100 toprak (S1), % 25 arıtma çamuru + % 75 toprak (S2), % 50 arıtma çamuru + % 50 toprak (S3), % 75 arıtma çamuru + % 25 toprak (S4) ve % 100 arıtma çamuru + % 0 toprak (S5) karışımları olmak üzere 5 farklı yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamlarının her biri 75x25x21 cm ebatlarındaki 26 litrelik 3 plastik saksıya, üstten 2 cm kalacak şekilde doldurulmuştur. Süs lahanası fidelerinin dikimi 8 Kasım 2015 tarihinde, her saksıda 4 adet fide olacak biçimde yapılmıştır. Bitkilerin sökümlü ise 23.02.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri desenine göre 3 tekrarlı kurulmuş, her tekrarda (saksıda) 4 bitki yer almıştır.

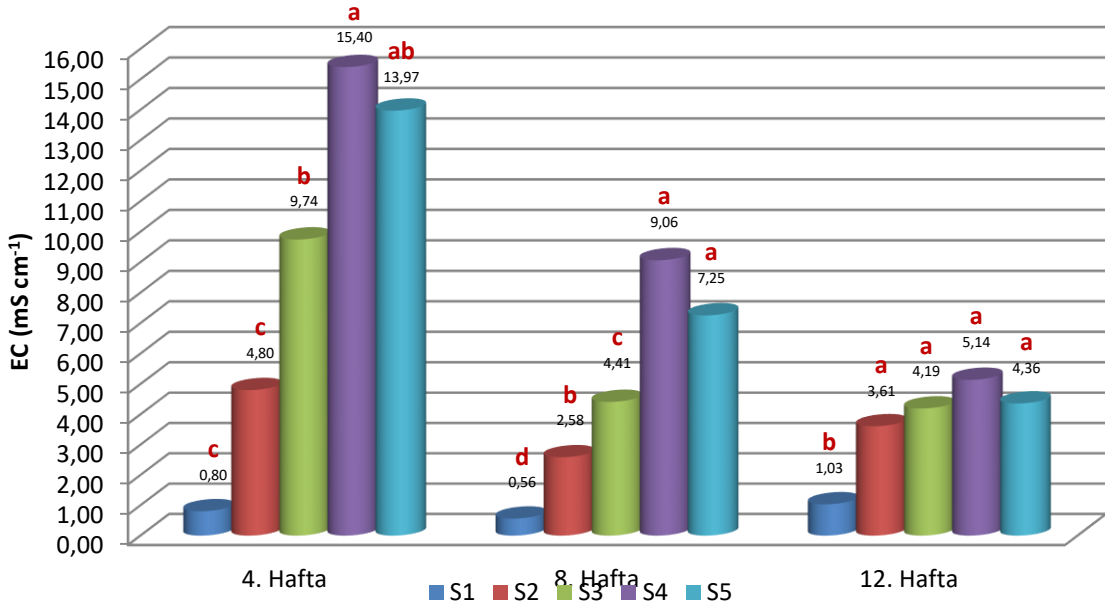
Dikim sonrası fidelere su verilmiş, araştırma süresince saksılarda çıkan yabancı otlar köküyle birlikte elle çıkarılmıştır. Dört hafta bir yetiştirme ortamlarından drene olan sular alınıp, pH ve EC ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) değerleri ölçülmüştür.

Farklı oranlardaki atık su arıtma çamurunda yetiştirilen süs lahanasını bitkilerinin gelişimlerini saptamak için bitkilerde; gövde çapı, kök ağırlığı, kök uzunluğu, bitki boyu, bitki çapı, baş ağırlığı, değerlendirilemez yaprak sayısı ve toplam yaprak sayısı ölçümleri yapılmıştır. SPSS 23 istatistik yazılımı ile parametrelere varyans analizi yapılmış, yetiştirme ortamlarını karşılaştırmak için Duncan çoklu karşılaştırma testi ( $p=0.05$  göre) uygulanmıştır. Parametreler arası ilişkileri belirlemek için Pearson korelasyon testi gerçekleştirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yetiştirme ortamlarından dört haftalık aralıklarla alınan drenaj sularının EC ve pH değerleri Şekil 1 ve Şekil 1'de gösterildiği gibi gerçekleşmiştir. Yetiştirme ortamlarının 4., 8. ve 12. hafta EC değerleri üzerine etkisi % 1 önem düzeyinde olmuştur. EC değerleri genel olarak yetiştirme ortamına katılan atık su arıtma çamuru miktarı ile birlikte artış göstermiş, ilerleyen haftalarda ise bu değerlerde düşme görülmüştür (Şekil 1). EC değerindeki bu düşüşün; yağmur suyu ile yetiştirme ortamlarının yıkanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Özellikle 12. hafta sonunda atık su arıtma çamuru ilave edilen S2, S3, S4 ve S5 ortamlarında yıkanma sonucu EC değerinde bir gerileme tespit edilmiştir. % 75 ve % 100 atık su arıtma

çamuru kullanılan yetiştirme ortamlarında 4. hafta EC değeri 13.97-15.40 mS cm<sup>-1</sup> arasında iken 12. hafta sonunda ise bu değerler 4.36-5.14 mS cm<sup>-1</sup> kadar düşüş göstermiştir. 12. hafta sonunda en yüksek EC değerleri aynı istatistiksel grupta yer alan, atık su arıtma çamuru ilave edilmiş (S2, S3, S4 ve S5) yetiştirme ortamlarında meydana gelmiştir. Yetiştirme ortamına atık su arıtma çamuru ilave edilmemiş S1 (toprak) ikinci istatistiksel grupta yer almıştır. S1 yetiştirme ortamında 4. hafta sonunda EC 0.80 mS cm<sup>-1</sup>, 12. hafta sonunda ise 1.03 mS cm<sup>-1</sup> olmuştur. Yetiştirme ortamlarının 4., 8. ve 12. hafta sonlarında pH üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarının pH değeri 4. hafta 7.53-8.07, 8. hafta 7.09-8.00, 12. hafta sonunda ise 4.75-7.55 arasında değişim göstermiştir (Şekil 2)



Şekil 1. Yetiştirme ortamlarından drene olan suların EC değerleri

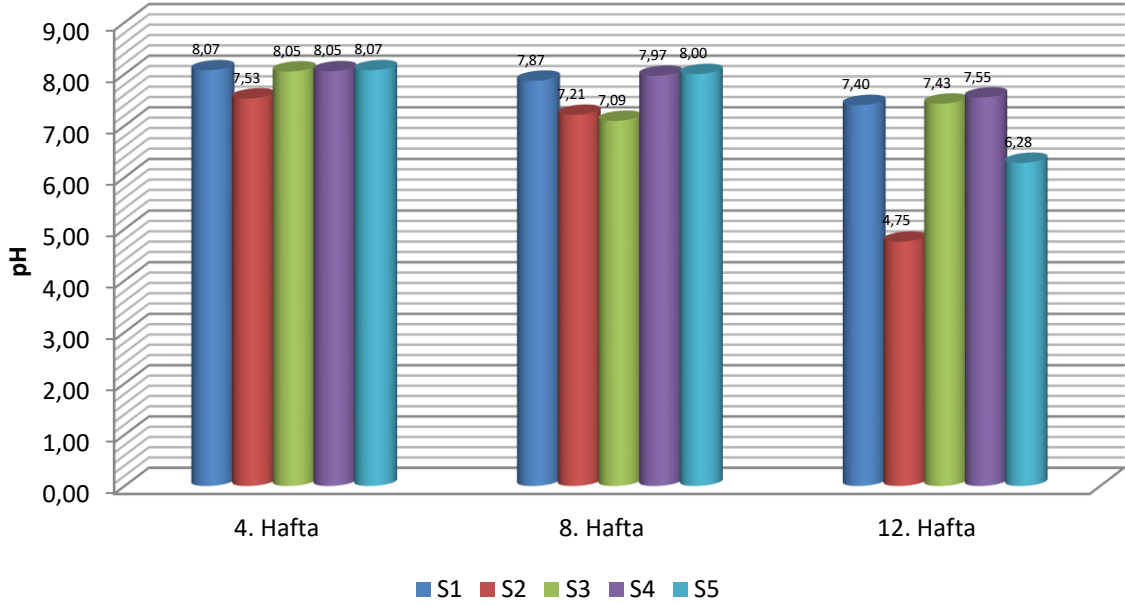
Farklı arıtma çamuru oranları uygulamasının, yapılan varyans analizleri sonucunda süs lahanasının gövde çapı, kök ağırlığı ve kök uzunluğu üzerinde etkisi önemsiz bulunmuştur. Gövde çapı değerleri 12.93 mm ile 15.39 mm arasında değişmiştir (Şekil 3). Tüfekçi ve ark. (2008); kızılçam ve okaliptüs fidanları yetiştirmek için arıtma çamuru, perlit, andezit tüfü, akarsu kumu ve mısır kompostundan hazırladıkları 12 farklı yetiştirme ortamı arasında fidan kök boğaz çapı bakımından fark tespit etmemişlerdir. Bu çalışmada da yetiştirme ortamlarının gövde çapı üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Dede ve ark. (2012), yetiştirme ortamı olarak; torf, fındık zurufu, % 25 fındık zurufu + % 75 arıtma çamuru, %50 fındık zurufu + % 50 arıtma çamuru, % 75 fındık zurufu + % 25 arıtma çamuru kullandıkları araştırmada; palmye yetiştiriciliğinde gövde çapının

fındık zurufu içine % 50 ve % 75 oranında arıtma çamurunun katıldığı ortamlarda daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada gövde çapı yönünden ortamlar arasında fark bulunmamış ancak atık su arıtma ilave edilen yetiştirme ortamlarında gövde çapı daha yüksek olmuştur.

Kök ağırlığı değerleri 38.10 g ile 58.32 g arasında, kök uzunluğu değerleri ise 13.92 cm ile 17.04 cm arasında tespit edilmiştir (Şekil 3). Akat ve ark. (2015b), aynı oranda atık su arıtma çamuru ilave ettikleri ortamlar arasında *Limonium sinuatum* 'Compindi White' çeşidi yetiştiriciliğinde kök ağırlığı yönünden istatistiksel bir fark olmadığını ancak yetiştirme ortamlarının kök uzunluğunu % 5 önem düzeyinde etkilediğini ifade etmişlerdir. Demirkan ve ark. (2014), *Clarkia amoena* (Yer Açelyası) türünde atık su arıtma çamurunu toprağa

dört farklı dozda ilave ettikleri çalışmalarında kök ağırlığı bakımından herhangi bir farklılık saptanmadıklarını, kök uzunluğunun uygulama dozlarından % 5 önem düzeyinde etkilendiklerini bildirmişlerdir. Korboulesky ve ark. (2002), *Diplotaxis erucoides* türünde arıtma çamurunun daha büyük bir kök sistemi oluşturduğu bildirmiştir. Kök ağırlığı bakımından bu çalışmada elde edilen değerler

Akat ve ark. (2015b) ve Demirkan ve ark. (2014)'nın sonuçları ile örtüşmektedir. Kök uzunluğu yönünden Akat ve ark. (2015b), Demirkan ve ark. (2014) ile Korboulesky ve ark. (2002) aksine farklı atık su arıtma çamuru uygulamaları süs lahanası yetiştiriciliğinde kök uzunluğu üzerinde herhangi bir fark oluşturmamıştır.



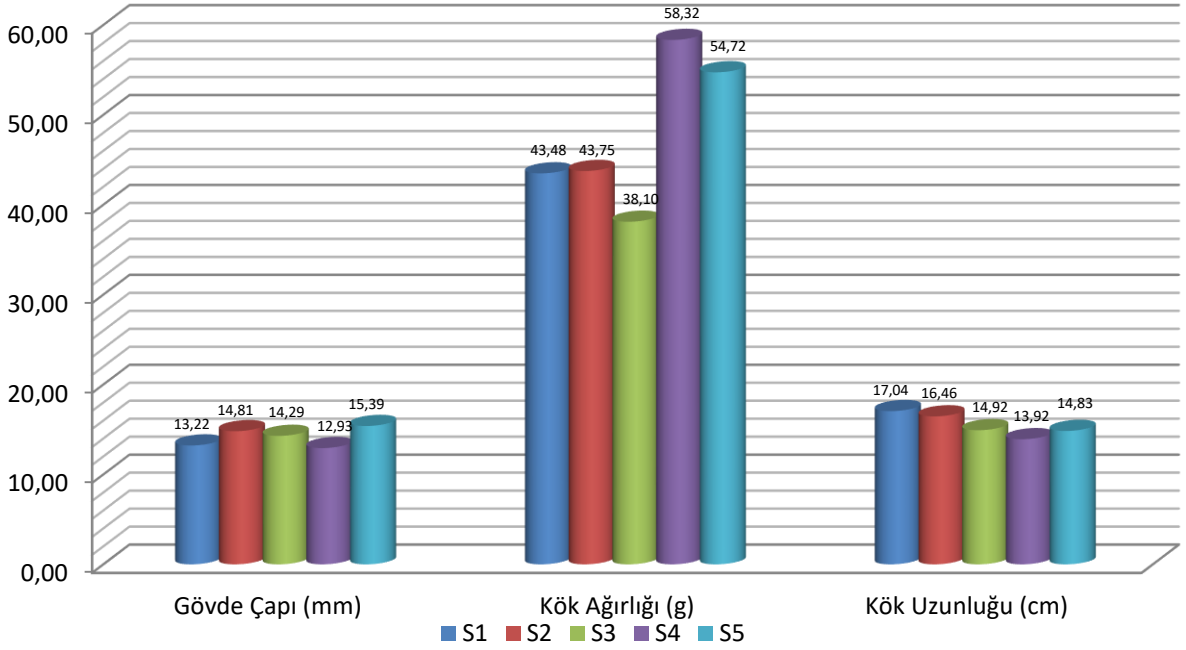
Şekil 2. Yetiştirme ortamlarından drene olan suların pH değerleri

Yapılan varyans analizleri sonucunda yetiştirme ortamlarının bitki boyu ve bitki çapı üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Bitki boyu 11.58 cm ile 13.83 cm arasında gerçekleşmiş, bitki çapı ise 14.75 cm ile 17.08 cm arasında olmuştur. Ünal ve ark. (2011); Arpa zambacı yetiştiriciliğinde toprağa farklı oranlarda arıtma çamuru ilave ettikleri çalışmada; bitki boyları arasında istatistiksel bir fark saptamamışlardır. Bu çalışma bitki boyu yönünden Ünal ve ark. (2011)'nin çalışmasıyla örtüşmektedir. Atık su arıtma çamurunun ilave edildiği yetiştirme ortamlarının bitki boyunu etkilediği farklı çalışmalar da bulunmaktadır. Demirkan ve ark. (2014), *Clarkia amoena* (Yer açelyası) türünde toprağa farklı dozlarda karıştırdıkları çalışmalarında en yüksek sürgün uzunluğu değerlerini % 50 ile % 75 atık su arıtma çamurunda tespit etmişlerdir. Apaolaza ve ark. (2005); *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens* ve *Cupressus arizonica* türlerini ağaç kabuğu, Hindistan cevizi lifi, ortamlarına % 15 ve % 30 arıtma çamuru kompostu karıştırdıkları çalışmalarında; bitki boyu bakımından en iyi sonuçların *C. sempervirens* türünde Hindistan cevizi lifine ağaç kabuğuna % 30 arıtma çamuru kompostu katılan karışımlarda, *C. arizonica* türünde ise; Hindistan cevizi % 15 ve %30 arıtma çamuru kompostu karıştırılan karışımlardan elde ettiklerini ifade

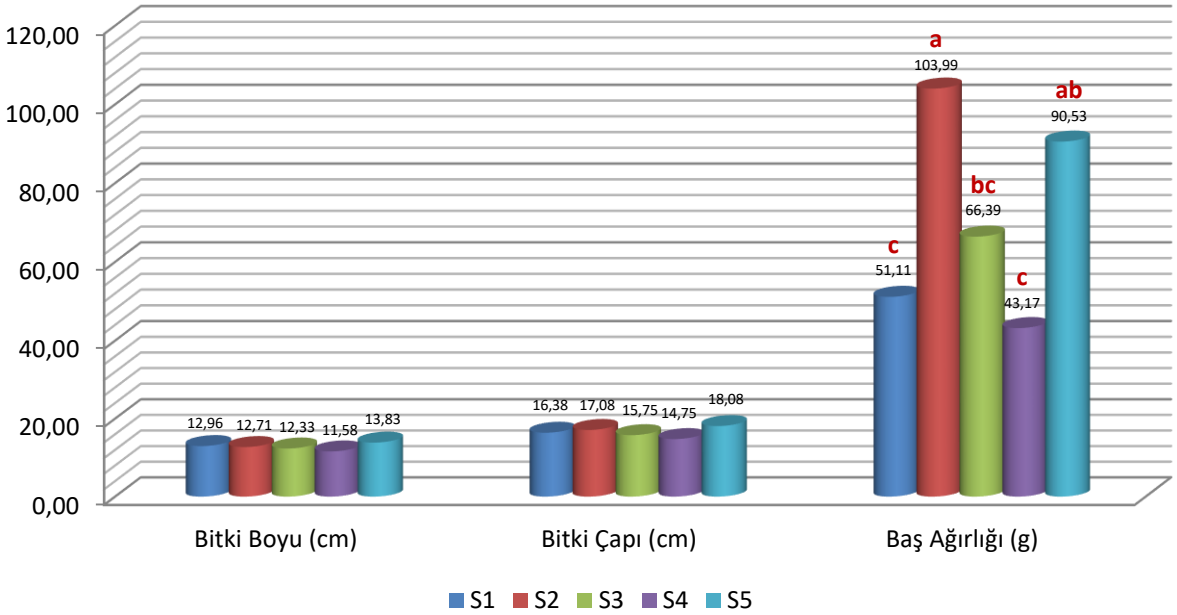
etmişlerdir. *Pinus pinea* türünde ortamlar arasındaki farkı önemsiz bulmuşlardır. Bu çalışmalar ve denemeden elde ettiğimiz sonuçlar yetiştirme ortamına ilave edilen atık su arıtma çamurunun bitki boyu üzerine etkisinin türler bazında farklılık olduğunu göstermektedir.

Yetiştirme ortamlarının baş ağırlığı üzerine etkisi % 1 önem düzeyinde gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak üç grup oluşmuştur. En yüksek süs lahanası baş ağırlıkları S2 (103.99 g) ve S5 (90.53 g) ortamlarında saptanmıştır. İkinci grupta ise S3 ve S5 ortamları yer almıştır. Demirkan ve ark. (2014), yer açelyası türünde en yüksek üst aksam yaş ağırlığını toprağa % 50 ile % 75 atık çamur karıştırdıkları ortamlardan elde etmişlerdir. Bu çalışmada ise arıtma çamurunun % 25 (S2) ve % 100 (S5) ilave edildiği yetiştirme ortamlarında baş ağırlığı en yüksek değerlere ulaşmıştır. Korboulesky ve ark. (2002), arıtma çamurunun *Diplotaxis erucoides* türünde yaş ağırlık artışı sağladığını bildirmişlerdir. Demirkan ve ark. (2014) ve Korboulesky ve ark. (2002)'nin çalışmalarını ve bu çalışma benzer nitelikte olmasına karşın atık su arıtma çamuruna tepkisi farklılık göstermektedir.

Yetiştirme ortamları değerlendirilemez yaprak sayısı üzerine etkisi % 5 önem düzeyinde, toplam yaprak sayısı üzerine ise % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur.



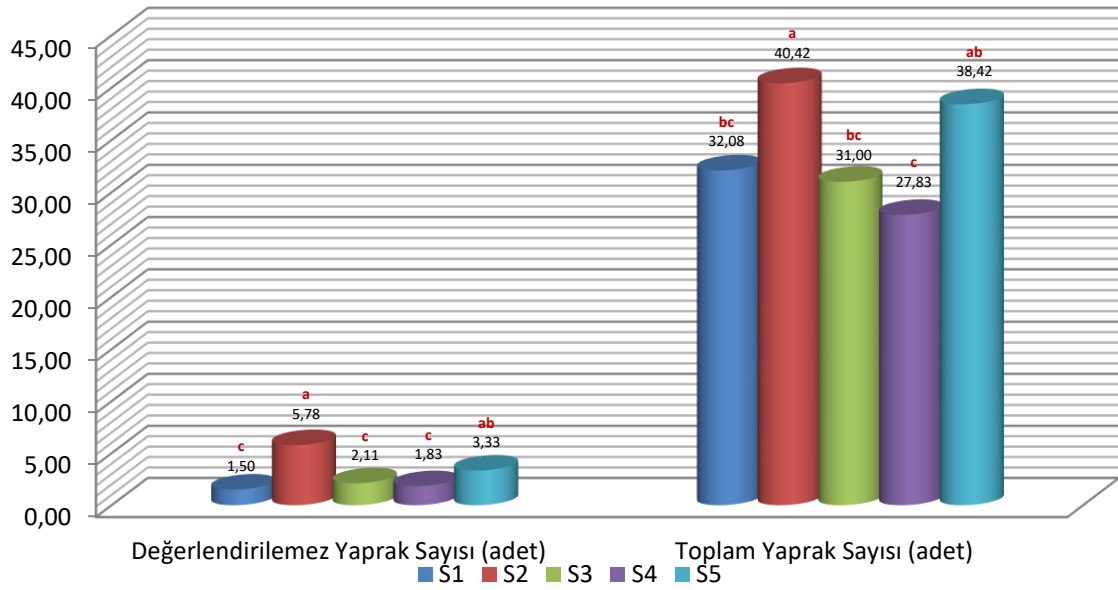
Şekil 3. Farklı arıtma çamuru oranlarının gövde ve kök özellikleri üzerine etkisi



Şekil 4. Farklı arıtma çamuru oranlarının bitki boyu, bitki çapı ve baş ağırlığı üzerine etkisi

Değerlendirilemez yaprak sayısı ve toplam yaprak sayısı bakımından en yüksek değerler, aynı istatistiksel grupta yer alan S2 ve S5 yetiştirme ortamlarından elde edilmiştir (Şekil 5). En düşük değerlendirilemez yaprak sayısı S1 (1.50 adet), S4(1.83 adet) ve S3 (2.11 adet)

ortamlarında tespit edilmiştir. En yüksek toplam yaprak sayısı aynı istatistiksel grupta bulunan S2 (40.42 adet) ve S5 (38.42 adet)'de gerçekleşmiştir.



Şekil 5. Farklı arıtma çamuru oranlarının yaprak sayısı üzerine etkisi

### 3.1. Bitki Gelişim Özellikleri Arası İlişki

Süs lahanası gövde çapı ile toplam yaprak sayısı ( $r=0.468$ ), kök ağırlığı ( $r=0.381$ ) ve baş ağırlığı ( $r=0.386$ ) arasında % 99 güvenle pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Gövde çapı ile kök uzunluğu ( $r=0.281$ ) arasında % 99 güven düzeyinde pozitif ilişki saptanmıştır. Gövde çapı ile bitki çapı ve bitki boyu arasında istatistiksel bir önem bulunmamıştır (Çizelge 1). Toplam yaprak sayısı ile bitki boyu ( $r=0.456$ ), baş

ağırlığı ( $r=0.731$ ), bitki çapı ( $r=0.470$ ) arasındaki ilişki pozitif çıkmıştır ( $p=0.01$ ). Toplam yaprak sayısındaki artış baş ağırlığını önemli düzeyde arttırmıştır. Bitki çapı ile bitki boyu ( $r=0.587$ ) ve baş ağırlığı ( $r=0.516$ ) arasındaki ilişki % 99 güvenle pozitif ilişki tespit edilmiştir. Bitki boyundaki artışla birlikte kök uzunluğunda artış meydana gelmiştir ( $r=0.352$ ,  $p=0.01$ ). Genel olarak toplam yaprak sayısındaki artış diğer parametrelerde artışa neden olmuştur.

Çizelge 1. Gelişim özellikleri arası ikili ilişkiler

	Gövde Çapı	Toplam Yaprak Sayısı	Bitki Boyu	Bitki Çapı	Baş Ağırlığı	Kök Ağırlığı	Kök Uzunluğu
Gövde Çapı	1						
Toplam Yaprak Sayısı	0.468**	1					
Bitki Boyu	0.216	0.456**	1				
Bitki Çapı	0.238	0.470**	0.537**	1			
Baş Ağırlığı	0.396**	0.731**	0.495**	0.516**	1		
Kök Ağırlığı	0.381**	0.064	0.145	0.136	0.207	1	
Kök Uzunluğu	0.281*	0.155	0.352**	0.219	0.175	0.247	1

\*: % 95 güvenle önemli \*\*: % 99 güvenle önemli

## 4. Sonuç

Sonuç olarak; atık su arıtma çamurunun toprağa

karıştırılması ile süs lahanası yetiştiriciliğinin yapılabileceği gözlenmiştir. Özellikle peyzaj alanlarında kullanımında ön plana çıkan bitki çapı ve bitki boyu parametreleri arıtma çamurunun bulunduğu ortamlarda

yüksek değerlere ulaşmıştır. S2 ve S5 ortamlarında ise bitki baş ağırlığı ve toplam yaprak sayısı değerleri en yüksek değerlerin bulunduğu grupta yer almıştır. Atık su arıtma çamuru karışımlarında yetişen süs lahanası bitkileri açık alanda daha canlı ve daha gösterişli dururken, bu bitkilerdeki değerlendirilemez yaprak sayısında azda olsa bir artış meydana gelmiştir. Atık su arıtma çamuru oranlarının artışı, bitkinin dibinde biriken yağışların drenajını yavaşlatmıştır. Süs lahanası bitkisi aşırı yağışlardan ve olumsuz drenaj şartlarından etkilenmemiştir. Kış aylarında kullanılan süs lahanası bitkilerinin peyzaj alanlarında kullanıldıktan sonra diğer mevsimlerde aynı alanda kullanılabilir diğer süs bitkilerinin belirlenmesi atık su arıtma çamurunun peyzaj alanlarında kullanım şansını arttıracaktır.

### Teşekkür

Bu makale Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Ana Bilim Dalı “Atık Su Arıtma Çamurunun Süs Lahanası Bitkisinde Kullanımı” başlıklı Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir.

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Ana Bilim Dalı Başkanlığı'na katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akat, H., Demirkan, G., Akat, Ö., Yağmur, B., Yokaş, İ., 2015a. Arıtma çamuru uygulamalarının *Limonium sinuatum* 'compindi white' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 52 (1):107-114.
- Akat, H., Demirkan, G.Ç., Akat, Ö., Yokaş, İ., 2015b. *Limonium sinuatum* yetiştiriciliğinde farklı ortamlara ilave edilen atık su arıtma çamurunun süs bitkisi yetiştirme materyali karışımı olarak kullanımı. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1):81-90.
- Aksu, T., 2008. Isparta Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi'nde oluşan çamurun bertaraf stratejilerinin araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- Apaolazaa, L.H., Gascob, A.M., Gascoa, J.M., Guerrerroa, F., 2005. Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. Bioresource Technology, Volume 96, Issue 1, Pages 125–131.
- Bozdoğan, E., İkiz, Ö., 2011. Arıtma çamurlarının tohum ekim ortamı olarak kullanılabilirlik olanakları. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran 2011, Samsun, Bildiriler Kitabı-2, s: 486-493.
- Bozdoğan, E., 2012. Investigation of reuse possibilities of sewage sludge on urban and rural areas. XIth International Symposium on Flower Bulbs and

- Herbaceous Perennials. March 28th-April 1st 2012, Antalya, Abstract Book, pp: 144
- Bozdoğan, E., Söğüt, Z., Çetinkale, G., Güler, S., 2012. *Cynodon dactylon* ve *Alyssum maritimum* türlerinin arıtma çamurlarında büyüme ve gelişme özelliklerinin belirlenmesi. 4. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi, 17-20 Ekim 2012, Antalya.
- Dede, Ö.H., Dede, G., Özdemir, S., 2012. The use of hazelnut husk and biosolid in substrate preparation for ornamental plants. Vol.7(43), pp. 5837-5841.
- Demirkan, G.Ç., Akat, H., Yokaş, İ., 2014. Atık su arıtma çamurunun *Clarkia amoena* (Yer Açelyası) türünde bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 28, Sayı 2, 49-57.
- Korboulewsky, N., Bonin, G., Massiani, C., 2002. Biological and ecophysiological reactions of white wall rocket (*Diplotaxis erucoides*) grown on sewage sludge compost. Environmental Pollution, 117 (2): 365-370.
- Küçükhemek, M., Gür, K., Uyanöz, R., Çetin, Ü., 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.
- Özdemir, S., Köseoğlu, G., Dede, Ö.H., 2005. Arıtma çamurlarının süs bitkisi toprağı hazırlanmasında kullanımı. Dokuz Eylül Üniversitesi, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu Bildiri Kitabı, s: 557-564, 25-26 Mart İzmir.
- Shukla, O.P., Juwarkar, A.A., Singh, S.K., Khan, S., Rai U.N., 2011. Growth responses and metal accumulation capabilities of woody plants during the phytoremediation of tannery sludge. Waste Management 31(1): 115–123.
- Tüfekçi, S., Gülbaba, G., Tokgönül, F., 2008. Tarsus evsel arıtma çamurunun Okalipütüs ve Kızılcım fidanları üretiminde kullanılması. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 368 ISBN: 978-605-393-042-6 DOA Yayın No: 49
- Uzun, P., Bilgili, U., 2011. Arıtma çamurlarının tarımda kullanılma olanakları. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, 135-146.
- Ünal, M., Karaca, A., Camcı, Ç.S., Çelik, A., 2011. İçme suyu tesisi arıtma çamurunun arpa zambağı (*Freesia* spp.) bitki gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (2): 46-56.
- Öztürk, İ., Çallı, B., Arıkan, O. Altınbaş, M., 2015. Atık su arıtma çamurlarının işlenmesi ve bertarafı (El Kitabı), Türkiye Belediyeler Birliği, Korza Yayıncılık, 218s, Ankara
- Yıldız, Ş., Yılmaz, E., Ölmez, E., 2009. Evsel nitelikli arıtma çamurlarının stabilizasyonla bertaraf alternatifleri: İstanbul örneği. Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY 2009), s:1-8, 15-17 Haziran, 2009, İstanbul.