

Balık Çiftliği Atık Çamuru Uygulanan Turunç Çöğürlerinde Yaprak Besin Element Düzeylerinin Belirlenmesi

Murat GÜNERİ ¹ 

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ortaca Meslek Yüksek Okulu, Muğla.

Öz: Çalışmanın amacı, alabalık üretim havuzlarında ortaya çıkan sedimantasyon ürünü atık çamurunun turunç (*Citrus aurantium* L.) çöğürü yetiştiriciliğinde bitki besin elementleri içeriğine etkisini ve bitki beslemede, mineral gübre yerine ikame edilebilirliğini belirlemektir. Alabalık yetiştirme çiftliği havuzundan toplanan atık çamur, önce gölgede kurutulmuş, daha sonra 0, 5, 10 ve 20 g kg⁻¹ dozlarında, turunç bitkilerinin bulunduğu saksı harç ortamına karıştırılmıştır. Aynı zamanda, her farklı atık dozu için; 0, %50 ve %100 doz olmak üzere 3 farklı Hoagland besin solüsyonu uygulanmıştır.

Yapraklarda N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu besin elementleri belirlenmiştir. Uygulanan atık dozları kontrole göre, N, Zn ve Cu kapsamını genel olarak önemli düzeyde arttırmıştır. Hoagland solüsyonunun farklı doz uygulamalarında ise; N, K ve Zn kapsamı kontrole göre artmış, fakat Fe ve Na azalmıştır. Atık dozu ile Hoagland dozlarının birlikte kullanıldığı kombinasyonlarda N: %1.40 – 4.64; P: %0.22 – 0.34, K: %0.47 – 2.61, Ca: %2.35 – 3.07, Mg: %0.28 – 0.34, Na: 158 – 664 mg kg⁻¹, Fe: 73.3 – 126.7 mg kg⁻¹, Zn: 23.3 – 46.3 mg kg⁻¹, Mn: 9.3 – 30.7 mg kg⁻¹ ve Cu: 2.0 – 19.7 mg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir.

Sonuç olarak balık atığı, turunç bitkilerinde beslenmeyi olumlu yönde etkilemiş, aynı zamanda Hoagland solüsyonu ile genellikle benzer sonuçlar vermiştir. Bu nedenle başta organik tarım olmak üzere bitki yetiştiriciliğinde, tek başına veya mineral gübreler ile karışım halinde, gübre kaynağı olarak kullanılabilceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: balık atığı, *Citrus aurantium* L.

Determination of Nutrient Element Contents in Sour Orange Seedling Leaves after the Application with Fish Farm Sludge

Abstract: The aim of the study is to determine the effect of trout pool sedimentation wastes treatments on leaf nutrient contents in sour orange seedlings and substitution chance in comparison to mineral fertilizers in plant nutrition.

The waste sludge collected from the farming pond was firstly air dried and 0, 5, 10 and 20 g kg⁻¹ doses of waste material applied to sour orange seedling pots. At the same time, for each different solid waste doses, three different hoagland nutrient solutions were applied as 0, 50% and 100% doses.

N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn and Cu contents were determined as leaf nutrients in the study. According to the results, waste applications increased significantly N, Zn and Cu contents of leaf in comparison to the control. In different dose applications of Hoagland solution resulted as increase in N, K and Zn contents but decreased Fe and Na contents in comparison to the control. Application of waste and Hoagland combination doses determinations resulted as N: 1.40-4.64%, P: 0.22-0.34%, K: 0.47- 2.61%, Ca: 2.35-3.07%, Mg: 0.28-0.34%, Na: 158-664 mg kg⁻¹, Fe: 73.3 - 126.7 mg kg⁻¹, Zn: 23.3 - 46.3 mg kg⁻¹, Mn: 9.3 - 30.7 mg kg⁻¹ and Cu: 2.0 - 19.7 mg kg⁻¹.

As a result, fish sludge effect nutrients positively in sour orange seedling plants. Generally, the waste and Hoagland solution gave similar results. For this reason, it is evaluated that it can be used as a fertilizer source either alone, especially in organic farming, or in combination with mineral fertilizers in conventional farming.

Keywords: fish waste, *Citrus aurantium* L.

GİRİŞ

Farklı kaynaklardan ortaya çıkan atıkların bertaraf edilmesi ve değişik alanlarda geri dönüşümünün sağlanması, sürdürülebilir bir kalkınma ve yaşam kalitesinin korunması açısından bir zorunluluktur. Atıkların, tarımsal faaliyetlerde kullanılmasına yönelik çalışmalar bu nedenle önem kazanmıştır.

Günümüzde organik kökenli atıkların, bitkisel üretimde kullanımı ile olumlu sonuç elde edildiğini bildiren çok sayıda çalışma yer almaktadır (Akat ve ark., 2013; Arienzo ve ark., 2009; Aşık ve ark., 2010; Brod ve ark., 2012; Celis ve ark., 2008; Delibacak ve Ongun, 2016; Pereira ve ark., 2011; Smith, 1985; Tuna ve ark., 2012; Uzun ve Bilgili, 2011). Bu kapsamda, akuakültür atıklarının iyi bir besin kaynağı olabileceği ve bitki yetiştiriciliğinde başarılı bir şekilde kullanılabilceği

belirtilmektedir (Adler ve ark., 2003; Celis ve Sandoval 2010; Illera-Vives ve ark., 2015a; Moccia ve ark., 2007; Nair ve ark., 2006; Palada ve ark., 1999; Rakocy ve ark., 2004).

Balık üretim çiftliklerinde, havuzlarda her yıl çok miktarda sedimantasyon atığı birikmekte, bu atıklar su kaynaklarına deşarj edilmesi durumunda çevreyi kirletmektedir (Wang ve ark., 2012). Oysa yapılan çalışmalarda bu atıkların besin elementleri yönünden oldukça zengin olduğu belirtilmektedir. Çökemiş balık fekal atığının kimyasal bileşimi incelenmiştir. Buna göre,

Sorumlu Yazar: gmurat@mu.edu.tr

Geliş Tarihi: 18 Ağustos 2017

Kabul Tarihi: 30 Mayıs 2018

12 alabalık çiftliğinden alınan taze gübre örneklerinde, kuru ağırlıkta ortalama %2.83 N, %2.54 P, %0.10 K, %6.99 Ca ve %0.53 Mg bulunduğu tespit edilmiştir. Sığır, kümes hayvanları ve domuz gübresi ile karşılaştırıldığında; N, P, Ca, ve Mg benzer, K ise düşük seviyede bulunmuştur. Balık gübresinin Mn, Cd, Cr, Pb, Fe, ve Zn içeriği bakımından diğer hayvansal gübrelere göre daha yüksektir; As, Se, Co, Ni bakımından ise daha düşük değerlere sahip olduğu, sonuç olarak taze balık gübresinin diğer çiftlik hayvanları gübrelere göre kimyasal içerik yönünden benzer olduğu görülmüştür (Naylor ve ark., 1999). Muğla'da alabalık üretim tesisinden elde edilen atığın fiziksel ve kimyasal analizlerine göre; pH 7.08, EC 1.813 mS cm⁻¹ toplam N %1.37, P %0.32, K %0.53, Ca %10.38, Mg %6.33, Na %0.12, Fe %1.11, Cu 27.21 ppm, Zn 309.88 ppm, Mn 338.38 ppm, Ni 39.70 ppm, Co 18.10 ppm, Cd 2.63 ppm, Cr 13.75 ppm ve Pb 6.86 ppm olarak belirlenmiştir (Demirkan ve ark. 2017). Balık atıkları mineral, protein, karbonhidrat içerir ve toprak ile karışımlarında besin maddesi kazandırır (Rebecca ve ark., 2014).

Balık havuzlarındaki su ve içinde erimiş halde bulunan besin maddelerinin bitki yetiştiriciliğinde kullanılmasını kapsayan Aquaponik kültür yapılabilmektedir. Böylece balıkların atıkları bitkiler için besin maddesi olarak kullanılabilir (Demir ve Çakırer, 2014). Deniz yosunu ve balık atığının yüksek organik madde ve besin maddesi ile gübre elde etmek için birlikte kompostlanabileceği, bununla birlikte, çoğunlukla organik formda olan bu besinleri bitkilere hazır hale getirmek için mineralleştirilmesinin gerekli olduğu belirtilmektedir (Illera-Vives ve ark., 2015b). Balık çiftliği atık suyu kullanılarak yağmurlama ve damla sulama sistemleri ile patates bitkilerinde sulama yapılmış, yağmurlama sulama sistemi ile mineral gübre kullanımında en az %40, sulama suyunda en az %100 tasarruf sağlamıştır (Eid ve ark., 2014).

Çizelge 1. Denemede kullanılan modifiye edilmiş Hoagland çözeltisi

Element	Miktar (mgkg ⁻¹)	Kimyasal Kaynaklar
N	210.00	NH ₄ NO ₃ (%33 N)
P	30.00	NH ₄ H ₂ PO ₄ (%12 N + %61 P ₂ O ₅)
K	240.00	K ₂ SO ₄ (%51 K ₂ O + %46 SO ₃)
Ca	200.00	Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O (%15.5 N + %19 CaO)
Mg	50.00	MgSO ₄ . 7H ₂ O (%10 MgO)
Fe	4.00	Na ₂ Fe-EDTA (%1.5 Fe)
Zn	4.00	ZnSO ₄ .7H ₂ O
Mn	3.00	MnSO ₄ .H ₂ O
B	1.50	H ₃ BO ₃
Cu	0.60	CuSO ₄ .5H ₂ O
Mo	0.05	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O

Bu çalışmada, balık üretim havuzlarında oluşan sedimentasyon ürünü atık çamurunun turunç çöğürü yetiştiriciliğinde bitki besin elementleri içeriğine etkisi ve mineral gübre yerine ikame edilebilirliğini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Ortaca Meslek Yüksekokulu'nda, sera koşullarında saksı denemesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak turunç (*Citrus aurantium* L.) çöğürleri kullanılmıştır. Turunç tohumları 2 kısım torf, 1 kısım perlit içeren harç ortamına ekilmiş, elde edilen çöğürler, 10 cm boyunda iken mart ayının ikinci yarısında, 10 litrelik saksı içine şaşırtılmıştır.

Saksılarda, yetiştirme ortamı olarak 4 kısım torf, 2 kısım perlit ve 1 kısım kum kullanılmış, içerisine herhangi bir besin elementi ilavesi yapılmamıştır.

Atık, Muğla ili Köyceğiz ilçesinde bulunan Gökkuşluğu Alabalık türü (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştirme çiftliği havuzundan kürek ile toplanmıştır. Çamur daha sonra hava ile kurutulmuş ve topaklaşan kısımları dövülerek homojen hale getirilmiştir. Kurutulmuş atık çamurundan 0, 5, 10 ve 20 g kg⁻¹ oranlarında olmak üzere 4 farklı doz yetiştirme ortamına karıştırılmak suretiyle uygulanmıştır. Kontrol grubunu 0 g kg⁻¹ doz oluşturmuştur.

Balık atığının besin solüsyonu yerine ne oranda ikame edilebileceğini belirleyebilmek için turunç çöğürleri şaşırtıldıkları dönemden itibaren deneme sonuna kadar; 0, %50 ve %100 doz olmak üzere 3 farklı konsantrasyona sahip Hoagland besin solüsyonu ile sulanmıştır (Çizelge 1). Kontrol bitkilerine aynı miktarlarda sadece su uygulanmıştır.

Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki bulunan iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışmadaki tüm saksı sayısı 108 adettir.

Kasım ayında alınan 6-7 aylık yaprak örneklerinde; N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu besin element analizleri

yapılmıştır. Yaprak örnekleri, besin element analizleri için 65°C' de etüvde kurutulduktan sonra öğütülmüştür. Yaprakta toplam N modifiye Kjeldahl yöntemi ile saptanmıştır (Mills ve Jones, 1996). Yaş yakma yöntemi ile hazırlanan ekstraktlarda P kolorimetrede; K, Na ve Ca alev fotometresi ile; Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre'de okunarak belirlenmiştir (Kacar, 1972; Mills ve Jones, 1996). Elde edilen veriler SAS istatistik paket programı kullanılarak (Anonim, 1989), ortalamalar arasında LSD testi ile karşılaştırma yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Turunç çöğürlerinin makro ve mikro besin elementi kapsamı üzerine farklı dozlarda balık atığı ve Hoagland uygulamalarının etkilerini belirleyebilmek için yaprak analizleri yapılmıştır.

Balık atığının yaprak N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu kapsamı üzerindeki etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre; yaprak N, Zn ve Cu kapsamlarında artış yönünde istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Hoagland uygulamalarında ise uygulanan doz artışına bağlı olarak yaprak N, P, K, Na, Fe ve Zn kapsamlarında artış veya azalış yönünde istatistiksel olarak önemli değişimler tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Turunç çöğürünün yaprak besin elementi kapsamı üzerine balık atığının etkisi

Uygulamalar	N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
A1	1.81 b	0.27	1.57	2.60	0.32
A2	3.10 a	0.28	1.59	2.69	0.33
A3	2.96 a	0.29	1.48	2.74	0.32
A4	2.73 ab	0.30	1.50	2.73	0.31
LSD	0.951*	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
Uygulamalar	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
	(mg kg ⁻¹)				
A1	420	93.3	32.0 b	21.3	5.6 b
A2	393	95.6	34.9 a	18.2	8.7 ab
A3	345	84.4	34.6 ab	16.2	11.2 a
A4	262	101.1	36.6 a	19.3	5.0 b
LSD	ö.d.	ö.d.	2.79*	ö.d.	5.59**

ö.d. : önemli değil, * : %5 seviyesinde önemli, ** : %1 seviyesinde önemli. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir. A: Atık (A1:0 g kg⁻¹, A2: 5 g kg⁻¹, A3:10 g kg⁻¹, A4:20 g kg⁻¹)

Çizelge 3. Turunç çöğürünün yaprak besin elementi kapsamı üzerine Hoagland solüsyonunun etkisi

Uygulamalar	N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
H1	1.63 b	0.28 b	0.55 c	2.58	0.33
H2	2.91 a	0.32 a	1.65 b	2.58	0.31
H3	3.41 a	0.26 b	2.41 a	2.90	0.33
LSD	0.824**	0.021**	0.183**	ö.d.	ö.d.
Uygulamalar	Fe	Zn	Mn	Cu	Na
	(mg kg ⁻¹)				
H1	104.2 a	26.8 c	19.7	13.1	525 a
H2	90.0 b	33.7 b	15.8	2.6	234 b
H3	86.7 b	43.0 a	20.8	3.3	307 b
LSD	11.5*	2.42**	ö.d.	ö.d.	109.9**

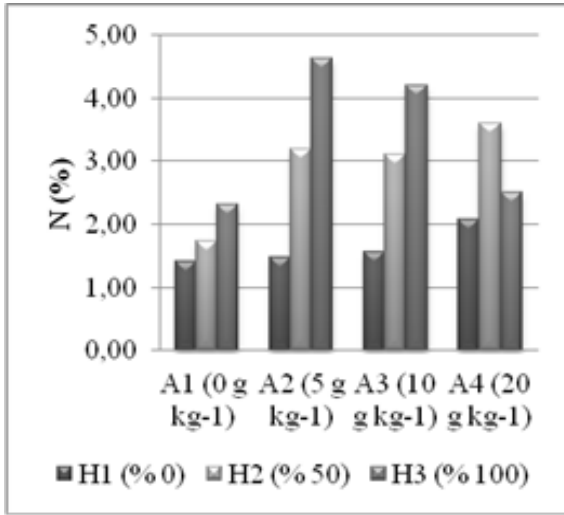
ö.d. : önemli değil, * : %5 seviyesinde önemli, ** : %1 seviyesinde önemli. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir. H: Hoagland (H1: 0, H2: %50, H3: %100 doz)

Balık atığı ve Hoagland çözeltisinin birlikte uygulandığı farklı kombinasyonların yaprak makro ve mikro besin elementleri kapsamı üzerine etkisi Şekil 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10'da verilmiştir. Besin elementlerinden sadece Fe (Lsd:23.0**) ve Mn (Lsd:10.66**) için uygulama

kombinasyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

Yaprak besin elementleri kapsamı için elde edilen veriler kontrol (0 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland grubu) bitkilerine göre değerlendirildiğinde; uygulamalar ile, N kapsamı %231 (5 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland grubu),

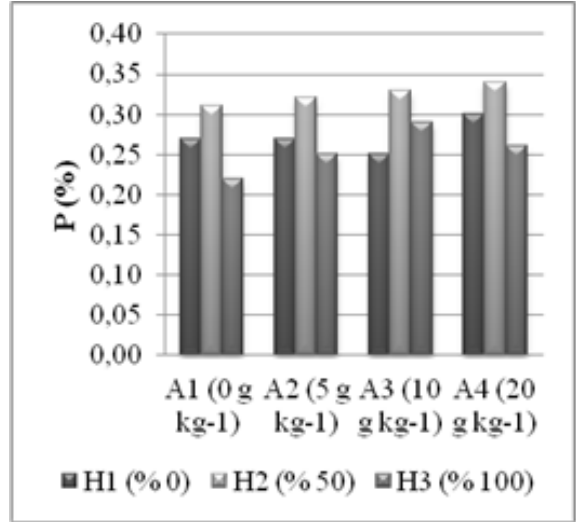
P %26 (20 g kg⁻¹ atık + %50 doz Hoagland grubu), K %290 (5 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland grubu), Ca %31 (5 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland grubu), Fe %46 (20 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland grubu), Zn %99 (20 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland grubu) ve Cu %119 (10 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland grubu) oranında artış göstermiştir. Bu yönüyle uygulamaların bitki beslemede olumlu etkisi olduğu belirtilebilir. Buna karşın Mn %66 (20 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland grubu) ve Na %76 (20 g kg⁻¹ atık + %50 doz Hoagland grubu) oranında azalmış, Mg kapsamında ise belirgin bir değişim meydana gelmemiştir. Azot kapsamı %1.40 (kontrol) - %4.64 (5 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland), P ise %0.22 (0 g kg⁻¹ atık + %100 Hoagland) - %0.34 (20 g kg⁻¹ atık + %50 doz Hoagland) arasında değişim göstermiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. Atık ve Hoagland uygulamalarının N (%) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

Uygulanan atık dozlarının, Hoagland dozlarına benzer şekilde N kapsamında artış meydana getirmesi, atık materyalin turunç çöğürlerinde bitki beslemede N ihtiyacının karşılanması için kullanılabileceğini göstermektedir.

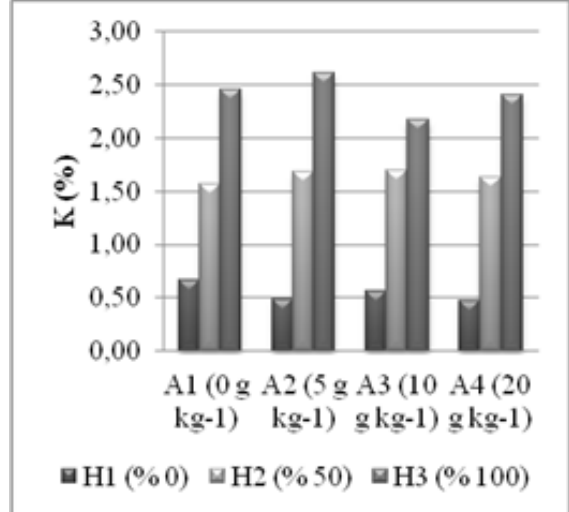
Smith (1966), Koo ve ark. (1984) ve Jones ve ark. (1991)'nin önerdikleri N referans değerleri (sırasıyla %2.5, %2.2 ve %2.2) çalışmamız ile uyumlu, P değerleri (sırasıyla %0.12, %0.09 ve %0.12) ise çalışmadan daha düşük bulunmuştur.



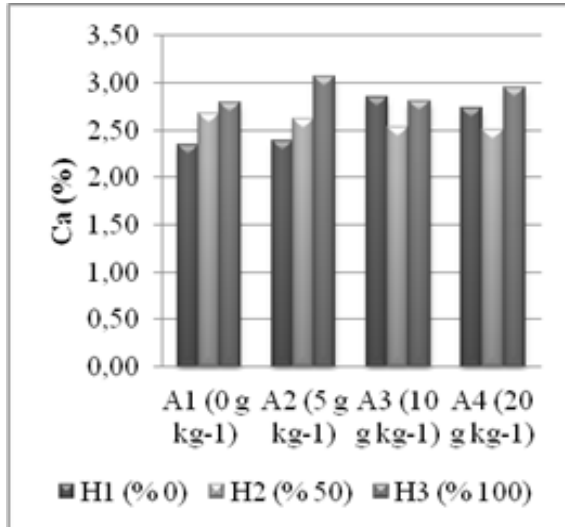
Şekil 2. Atık ve Hoagland uygulamalarının P (%) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

Graber ve Junge (2009) artan dozlardaki akuakültür uygulamaları ile domates, patlıcan ve hıyar bitkilerinde N ve P içeriğinde önemli artış tespit etmiş olup, çalışmamıza benzer şekilde bitki beslemede olumlu sonuçlar almışlardır.

K %0.47 (20 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland) - %2.61 (5 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland), Ca ise %2.35 (kontrol) - %3.07 (5 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland) arasında değişim göstermiştir (Şekil 3 ve Şekil 4). Smith (1966)'in K ve Ca için önerdiği referans değerleri (sırasıyla %1.2 ve %3.0) çalışmamızdaki değerler ile uyum içindedir.

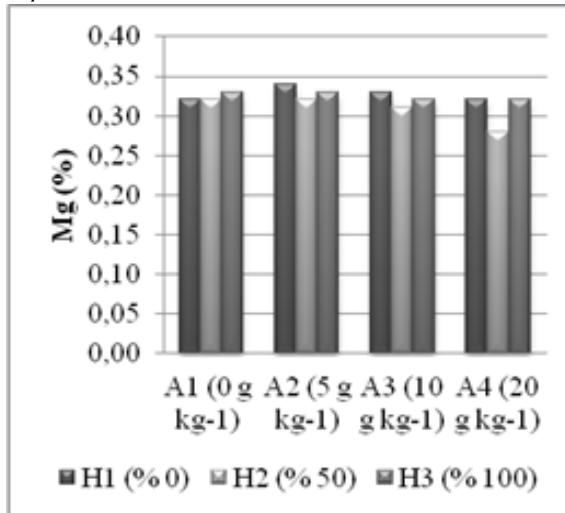


Şekil 3. Atık ve Hoagland uygulamalarının K (%) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)



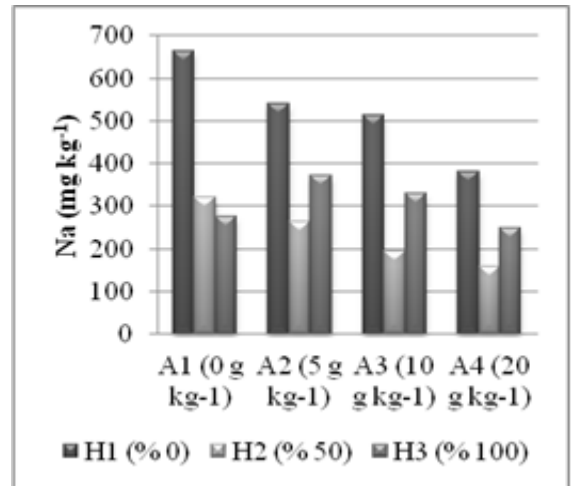
Şekil 4. Atık ve Hoagland uygulamalarının Ca (%) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

Mg %0,28 (20 g kg⁻¹ atık + %50 doz Hoagland) - %0,34 (5 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland), Na ise 158 mg kg⁻¹ (20 g kg⁻¹ atık + %50 doz Hoagland) - 664 mg kg⁻¹ (0 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland) arasında değişim göstermiştir (Şekil 5 ve Şekil 6). Smith (1966), Sola ve ark. (2015) ve Jones ve ark. (1991)'nin önerdikleri referans değeri (%0,30) araştırmadaki ile benzer bulunmuştur. Ayrıca, Na elementi kapsamında artış yerine azalış meydana gelmiştir. Bu yöndeki sonuç, uygulamaların Na kaynaklı tuzluluk gibi olumsuz bir etkiye yol açmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 5. Atık ve Hoagland uygulamalarının Mg (%) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

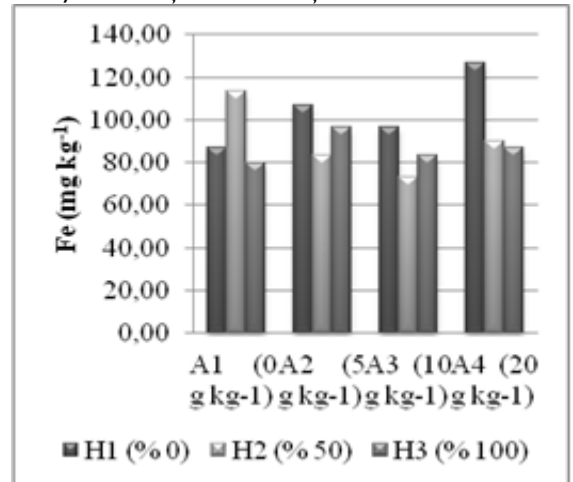
Adiloğlu ve ark. (2016)'nın çalışmasında; P, K, Ca ve Mg içeriklerindeki değişimler artan atık dozları ile önemli bulunmuş, akuakültür atığının salata yetiştiriciliğinde kullanılabilir alternatif bir organik gübre kaynağı



Şekil 6. Atık ve Hoagland uygulamalarının Na (mg kg⁻¹) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

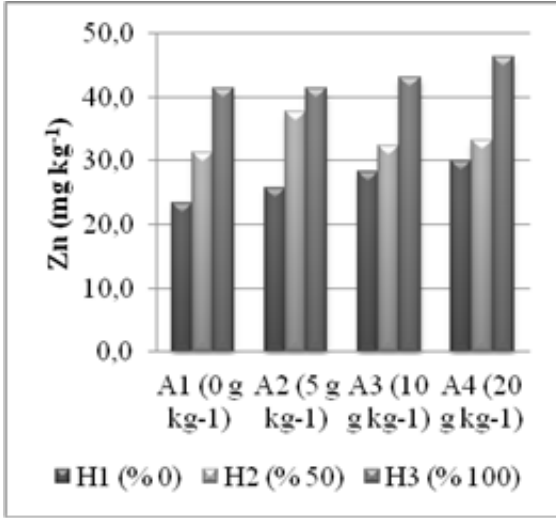
olabileceği belirtilmiştir. Bu bulgular, araştırmadaki sonuçlar ile genel anlamda uyum içindedir.

Fe 73,3 mg kg⁻¹ (10 g kg⁻¹ atık + %50 doz Hoagland) - 126,7 mg kg⁻¹ (20 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland), Zn ise 23,3 mg kg⁻¹ (kontrol) - 46,3 mg kg⁻¹ (20 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland) arasında değişim göstermiştir (Şekil 7 ve Şekil 8). Koo ve ark. (1984) ve Jones ve ark. (1991) tarafından turuncgillerde Fe (sırasıyla 35 mg kg⁻¹ ve 60 mg kg⁻¹) ve Zn (17 mg kg⁻¹ ve 25 mg kg⁻¹) kapsamı için belirledikleri değerler, bu araştırmadaki değerlerden daha düşüktür. Özellikle toprak pH'sı yüksek alanlarda Fe klorozunun çok sık karşılaşılan bir sorun olduğu düşünüldüğünde, Fe kapsamındaki bu artış önemlidir. Ayrıca kullanılan atık materyal, Hoagland çözeltilisine göre daha yüksek artışa neden olmuştur.



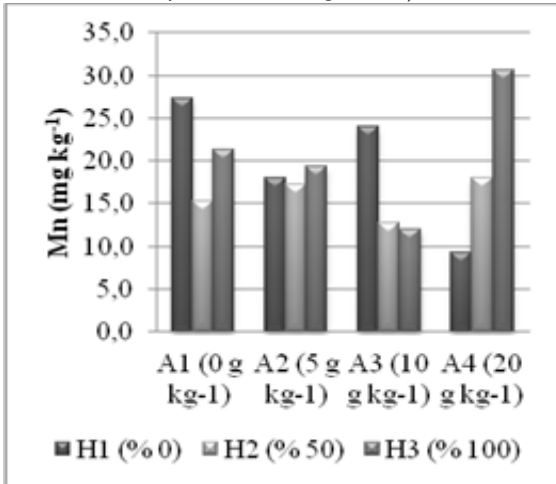
Şekil 7. Atık ve Hoagland uygulamalarının Fe (mg kg⁻¹) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

Zn kapsamında ise, atık materyal, Hoagland etkisine benzer şekilde artış yönünden etki yapmıştır.

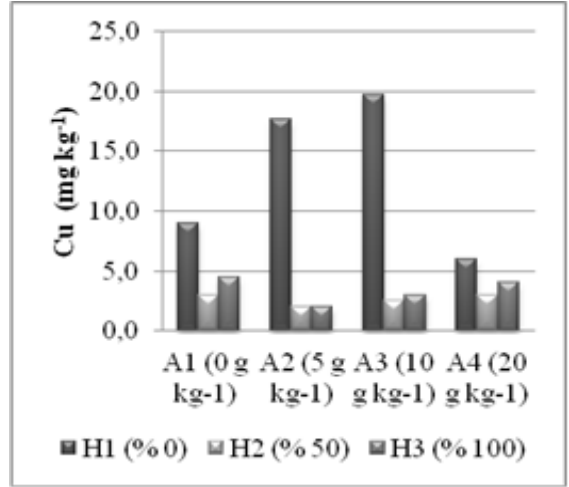


Şekil 8. Atık ve Hoagland uygulamalarının Zn (mg kg⁻¹) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

Mn 9.3 mg kg⁻¹ (20 g kg⁻¹ atık + 0 doz Hoagland)- 30.7 mg kg⁻¹ (20 g kg⁻¹ atık 20 g + %100 doz Hoagland) ve Cu ise 2.0 mg kg⁻¹ (5 g kg⁻¹ atık+ %50 doz Hoagland ve 5 g kg⁻¹ atık + %100 doz Hoagland) – 19.7 mg kg⁻¹ (10 g kg⁻¹ atık+ 0 doz Hoagland) arasında değişim göstermiştir (Şekil 9 ve Şekil 10). Koo ve ark. (1984) tarafından önerilen Mn kapsamı (17 mg kg⁻¹) ile Yıldız ve ark. (2016)'nın tespit ettikleri Cu kapsamı değerleri (10.5-10.8 mg kg⁻¹) çalışmamız ile uyumludur. Yapılan uygulamaların Mn kapsamını artırmadığı, buna karşın Hoagland uygulanmayan 5 g kg⁻¹ ve 10 g kg⁻¹ atık dozlarında Cu kapsamının arttığı görülmüştür.



Şekil 9. Atık ve Hoagland uygulamalarının Mn (mg kg⁻¹) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)



Şekil 10. Atık ve Hoagland uygulamalarının Cu (mg kg⁻¹) kapsamı üzerine etkisi (A: Atık H: Hoagland)

SONUÇ

Balık üretim çiftliklerinde ortaya çıkan havuz sedimantasyon atıklarının, özellikle tarımsal üretimde kullanılarak yeniden değerlendirilebilmesi, günümüzde çevrenin korunması ve sürdürülebilir üretim açısından son derece önemli bir konudur.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre N, Zn ve Cu artan atık dozuna bağlı olarak kontrole göre önemli düzeyde artmış, önemli olmamakla birlikte P, Ca ve Fe kapsamında da artış olduğu tespit edilmiştir.

Artan Hoagland dozuna bağlı olarak genelde makro besin elementlerinde artış meydana gelmiştir. Bu sonuç, beklenen bir durumdur. Ancak benzer şekilde atık dozlarının artışına bağlı olarak yapraklarda da ilgili besin elementleri kapsamının genellikle artmış olması, balık havuzu sedimantasyon atığının mineral gübre yerine ikame edilebileceğini göstermesi açısından önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, bu konudaki çalışmaların daha çok sayıda kültür bitkisinde yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Atık çamurunda ağır metallerin bulunma olasılığı değerlendirildiğinde, atıkların tarımsal faaliyetlerde kullanılmadan önce ağır metal içeriklerinin de belirlenmesine ihtiyaç bulunduğu düşünülmektedir.

Havuz atığı sedimantasyon çamurunun tarımsal üretimde kullanılabilmesi; sadece bitki beslemeye değil aynı zamanda toprakların organik madde oranının artırılması ve alternatif ucuz girdi temini açısından da önemli katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya katkılarından dolayı Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ortaca Meslek Yüksek Okulu Öğretim Üyesi Prof. Dr. İbrahim Yokaş'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Anonim (1989) SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide: Version 6.0 Ed., SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.

- Adiloğlu A, Açıköz FE, Adiloğlu S, Solmaz Y (2016) Artan Miktarlarda Akuakültür Atığı Uygulamasının Salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Bitkisinin Bazı Makro ve Mikro Bitki Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13: 96-101.
- Adler PR, Summerfelt ST, Glenn DM, Takeda F (2003) Mechanistic Approach to Phytoremediation of Water. *Ecological Engineering* 20: 251-264.
- Akat H, Demirkan ÇG, Yokaş İ (2013) Atık Su Arıtma Çamurlarının Süs Bitkisi Yetiştiriciliğinde Kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27: 129-141.
- Arienzo M, Christen EW, Quayle W, Kumar A (2009) A Review of the Fate of Potassium in the Soil-Plant System after Land Application of Wastewaters. *Journal of Hazardous Materials* 164:415-422.
- Aşık BB, Katkat AV, Aydınalp C, Bıyıklı M (2010) Arıtma Çamurlarının Tarımsal Özellikleri ve Ağır Metal İçerikleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayı 5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri*, 15-17 Eylül 2010, İzmir, 580-585.
- Brod E., Haraldsen TK, Breland TA (2012) Fertilization Effects of Organic Waste Resources and Bottom Wood Ash: Result from a Pot Experiment. *Agricultural and Food Science* 21:332-347.
- Celis J, Sandoval M, Barra R (2008) Plant Response to Salmon Wastes Sewage Sludge Used as Organic Fertilizer on Two Degraded Soils Under Greenhouse Conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research* 68:274-283.
- Celis J, Sandoval M (2010) Agricultural Potential of Salmon Wastes Used as Organic Fertilizer on Two Chilean Degraded Soils. 19th World Congress of Soil Science: Soil Solutions for a Changing World, 1-6 August 2010, Brisbane, 2256-2259.
- Delibacak S, Ongun AR (2016) Influence of Treated Sewage Sludge Applications on Corn and Second Crop Wheat Yield and Some Properties of Sandy Clay Soil. *Turkish Journal of Field Crops* 21: 1-9, doi: 10.17557/tjfc.88475.
- Demir K., Çakır G (2014) Akuaponik Kültür. *Tarım Gündem Dergisi* 23: 32-34.
- Demirkan GÇ, Akat H, Yağmur B (2017) Farklı Atık Materyallerin *Matthiola incana* 'Iron Rose' Yetiştiriciliğine Etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 30: 173-178.
- Eid AR, Hoballah EM, Mosa SEA (2014) Sustainable Management of Drainage Water of Fish Farms in Agriculture as a New Source for Irrigation and Bio-Source for Fertilizing. *Agricultural Sciences* 5: 730-742.
- Graber A, Junge R (2009) Aquaponic Systems: Nutrient Recycling from Fish Wastewater by Vegetable Production. *Desalination* 246: 147-156.
- Illera-Vives M, Labandeira SS, Brito LM, Lopez-Fabal A, Lopez-Mosquera ME (2015a) Evaluation of Compost from Seaweed and Fish Waste as a Fertilizer for Horticultural Use. *Scientia Horticulturae* 186: 101-107.
- Illera-Vives M, Lopez-Fabal A, Lopez-Mosquera ME, Ribeiro HM (2015b) Mineralization Dynamics in Soil Fertilized with Seaweed-Fish Waste Compost. *Journal of the Science Food and Agriculture* 95: 3047-3054.
- Jones Jr, Benton J, Wolf B, Mills HA (1991) *Plant Analysis Handbook. I. Methods of Plant Analysis and Interpretation*. Micro-Macro Publishing, Athens.
- Kacar B (1972) *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 453- Uygulama Kılavuzu 155, Ankara.
- Koo RCJ, Anderson CA, Stewart I, Tucker DPH, Calvert DV, Wutscher HK (1984) *Recommended Fertilizers and Nutritional Sprays for Citrus* (Editor: R.C.J. Koo). Agricultural Experiment Stations Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Florida.
- Mills AH, Jones JB (1996) *Plant Analysis Handbook II, A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide*, Micro Macro Publishing, Athens, Georgia.
- Moccia R, Bevan D, Reid G (2007) *Composition of Fecal Waste from Commercial Trout Farms in Ontario: Macro and Micro Nutrient Analyses and Recommendations for Recycling*. Final Report Submitted to the: Ontario Sustainable Aquaculture Working Group Environment Canada. Aquaculture Centre University of Guelph.
- Nair J, Seckiozoic T, Anda M (2006) Effect of pre-Composting on Vermicomposting of Kitchen Waste. *Bioresource Technology* 97: 2091-2095.
- Naylor SJ, Moccia RD, Durant GM (1999) *The Chemical Composition of Settleable Solid Fish Waste (Manure) from Commercial Rainbow Trout Farms in Ontario, Canada*. *North American Journal of Aquaculture* 61:21-26.
- Palada MC, Cole WM, Crossman SMA (1999) Influence of Effluents from Intensive Aquaculture and Sludge on Growth and Yield of Bell Peppers. *Journal of Sustainable Agriculture* 14: 85-103.
- Pereira BFF, He ZL, Stoffella PJ, Melfi AJ (2011) Reclaimed Wastewater: Effects on Citrus Nutrition. *Agricultural Water Management* 98:1828-1833.
- Rakocy JE, Shultz RC, Bailey DS, Thoman ES (2004) Aquaponic Production of Tilapia and Basil: Comparing a Batch and Staggered Cropping System. *Acta Horticulturae* 648: 63-69.
- Rebecca LJ, Anbuselvi S, Medok P, Sarkar D (2014) Effect of Marine Waste on Seed Germination. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 6:581-584.
- Smith PF (1966) *Leaf Analysis of Citrus*, In: Childers, N.F. (Ed.), *Fruit Nutrition Horticultural Publish*, New Jersey, pp: 208-228.
- Smith JH (1985) Fertilizing Agricultural Land with Rainbow Trout Manure for Growing Silage Corn. *Soil Science Society of America Journal* 49:131-134.
- Sola LG, Sánchez FG, Pérez JGP, Gimeno V, Navarro JM, Moral R, Nicolás JJM, Nieves M (2015) Rapid Estimation of Nutritional Elements on Citrus Leaves by Near Infrared Reflectance Spectroscopy.

- Frontiers in Plant Science, 23 July 2015
<https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00571>. Erişim Tarihi: 01/05/2017.
- Tuna AL, Bürün B, Yokas İ (2012) Kireçle İşlem Görmüş Kentsel Atık Suların Toprağın pH, EC ve Elementel Kapsamı ile Mısır Bitkisinin (Zea mays) Beslenme Durumu, Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Verimi Üzerine Etkileri. *Ekoloji* 21: 66-73.doi: 10.5053/ekoloji.2012.848
- Uzun P, Bilgili U (2011) Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanılma Olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25:135-146.
- Wang X, Olsen LM, Reitan KI, Olsen Y (2012) Discharge of Nutrient Wastes from Salmon Farms: Environmental Effects, and Potential for Integrated Multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions* 2:267-283.
- Yıldız E, Kaplankıran M, Uygur V (2016) Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Fremont Mandarini Yapraklarındaki Bitki Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişimleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21: 21-30.