

Artan Miktarlarda Akuakültür Atığı Uygulamasının Salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Bitkisinin Bazı Makro ve Mikro Bitki Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkisi[†]

Aydın Adiloğlu^{1,*} Funda Eryılmaz Açıköz² Sevinç Adiloğlu¹ Yusuf Solmaz¹

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

²Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

*Sorumlu yazar: E-mail: a_adiloglu@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 01.02.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 23.03.2016

Bu araştırma, artan miktarlarda akuakültür atığı (I. doz: 0 g/m², II. doz: 50 g/m², III. doz: 100 g/m², IV. doz: 150 g/m²) uygulamasının salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) bitkisinin bazı makro ve mikro besin elementi içeriği üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada tatlısu akvaryumundan alınan akuakültür atığı, suyu azaltılarak salata yetiştiriciliğinde organik kökenli bir gübre kaynağı olarak kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, artan akuakültür atığı ile salata bitkisinin P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerindeki değişimler önemli bulunmamakla birlikte akuakültür atığının salata yetiştiriciliği örneği ile bitkisel üretimde ve özellikle sera tarımında kullanılabilecek alternatif bir organik gübre kaynağı olabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Akuakültür atığı, organik gübre, makro ve mikro besin elementi, *Lactuca sativa* L. var. *crispa*

[†]Bu makale NKUBAP.00.24.AR.15.11 nolu proje verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

The Effect of Increasing Amounts of Aquaculture Waste Application on the Some Macro and Micro Nutrient Element Contents of Salad Plant (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*)

This research was done in order to determine the effect of increasing amounts of aquaculture waste (I. dose: 0 g/m², II. dose: 50 g/m², III. dose: 100 g/m², IV. dose: 150 g/m²) application on the some macro and micro nutrient element contents of salad (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). In the study, by reducing its water aquaculture waste from the freshwater aquarium was used as a food source of organic originated in the cultivation of the salad. According to the results, no significant changes in P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn content of plants with increasing amounts of aquaculture waste application, but aquaculture waste can use greenhouse crop production for particular salad cultivation and an alternative source of organic fertilizer may be used in agriculture was demonstrated in this research.

Keywords: Aquaculture waste, organic fertilizer, macro and micro nutrient content, *Lactuca sativa* L. var. *crispa*

Giriş

Günümüzde insanlığın beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi için birim alandan daha fazla ürün alınması bir zorunluluk haline gelmiştir. Birim alandan alınan ürünün artırılması zorunluluğu birim alana daha fazla inorganik gübre uygulaması yapılmasını gerektirmektedir. Ancak fazla miktarlarda kimyasal gübre kullanılması sonucunda doğal kaynaklar, toprak ve su kaynakları aşırı derecede kirlenmekte ve bu durum ciddi sağlık sorunlarını da gündeme getirmiştir. Bununla beraber son yıllarda organik gübreler bitki beslemede önemli ölçülerde kullanılmaktadır. Bu gübrelerin kullanımı bitkinin verim ve kalitesinde önemli artışlar sağlamaktadır.

Sebze yetiştiriciliğinde birim alanda daha yüksek verim elde etmek için bitki gelişiminin maksimum değere ulaşması gerekmektedir. Bunun için ise bitki besin maddelerinin ana kaynağı olarak inorganik gübreler kullanılmakta ancak bazen bilinçsiz gübre uygulamaları bitki ihtiyacından fazla olabilmektedir (Badr ve Fekry, 1998; Arisha ve ark., 2003; Adediran ve ark., 2004; Stewart ve ark., 2005; Naeem ve ark., 2006; Dauda ve ark., 2008).

Akuaponik sistem, akuakültür ve hidroponik sistemlerin birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Sfetcu ve ark., 2008). Akuaponik üretimin başlangıcı New Alchemy Enstitüsü'nde atık su yönetimi kapsamında atık suyun bitkisel üretimde kullanılması üzerine yapılan

araştırmalarla başlamıştır. Bu araştırmalarla akuakültür atıklarının bitki üretiminde gübre olarak kullanılması fikri ortaya çıkmıştır. Ancak buradaki atık balık yetiştirilen havuzun içindeki akuakültür atığını da içinde barındıran sudur. Araştırmacılara göre bu konu ile ilk çalışmalardan biri Kuzey Karolina Üniversitesinde domates bitkisinin ekilmiş olduğu kum biyofiltre içinden tilapya balığı yetiştirilen havuzların suyunun bitkilere uygulanması ile üretim yapılmıştır (Kerim ve Ustaoglu, 2009).

Akuakültür üretimlerde potansiyel atık yönetiminin uygulanması bahçe bitkileri ürünleri için yeni bir organik gübre kaynağı olabileceği ortaya konulmuştur (Pantanella ve ark., 2011). Akuakültür üretimi dünya besin zincirine önemli katkıda bulunmakta ve toplam balık üretiminin % 30'unu oluşturmaktadır (Boyd, 2003).

Kapalı devre tatlı su balığı yetiştiriciliğinde sistemin 120 x 100 x 90 cm boyutlarında bir tank ile çalışıldığı ve tilapya balığı yetiştiriciliği yapıldığı düşünüldüğünde bir üretici iki günde bir tankın içindeki suyun % 30'unu temiz su ile değiştirmek zorunda kalmaktadır. Akuakültür sistem balık yetiştiriciliğinde akvaryum suyunun günlük % 5-10 oranında değişimi, sudaki nitrat konsantrasyonunun dengelenmesi için çok önemlidir. Bu da ayda yaklaşık olarak 5 ton akuakültür atığı içeren suyu dışarı atılması anlamına gelmektedir. Bununla birlikte akuakültür atığının çevresel etkileri son yıllarda dünya çapında tartışılmaktadır (Ebeling ve ark., 1995).

Önemli bir endüstri kolu haline gelmiş olan akuakültürün uzun vadeli sürdürülebilirliği bakımından çevresel etkilerinin minimuma indirilmesi son derece önemlidir. Akuakültür atığı içeren su bitki besleme ve toprak ıslah materyali olarak önemli bir doğal kaynak özelliği taşımaktadır (Losordo ve ark., 1998).

Graber ve Junge, (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, akuakültür atığının sebze yetiştiriciliğinde kullanılabileceği incelenmiştir. Patlıcan, salatalık ve domates sebzelerinin kullanıldığı araştırmada 3 aylık bir deneme süresinde akuakültür atığı en fazla domates bitkisi üzerinde olumlu etki yapmış olup bunu patlıcan bitkisi izlemiştir. Bitkilerde yapılan N, P, K besin elementi içeriği analiz değerleri kontrole göre akuakültür atığı uygulaması ile her üç bitkide de önemli artışlar sağlamıştır.

Palada ve ark.,(1999) bell biber, Pantanella ve ark., (2011) salata ve Danaher ve ark., (2011) ise

domates bitkileri ile yaptıkları farklı çalışmalarda akuakültür atığının sebzelerin özellikle vejetatif gelişimini olumlu etkilediğini ve sebzeler için akuakültür atığının önemli bir gübre kaynağı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Danaher ve ark., (2011) yaptıkları bir çalışmada domates fide yetiştiriciliğinde suyu azaltılmış akuakültür kalıntısı kullanılanmışlar ve uygulama yapılmayan fidelere göre % 10- % 15 oranlarında bitki boyu ve yaprak alanının daha iyi geliştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca suyu azaltılmış akuakültür kalıntısını spagnum yosunu, perlit ve torf ile karıştırarak kullanılmasını fide yetiştiriciliği için önermişlerdir.

İyi bir besin maddesi ve organik gübre kaynağı olmasının yanı sıra akuakültür atıkları, topraklarda ıslah edici bir özellik de taşımaktadırlar. Akuakültür atıkları bitki gelişimi için mutlak gerekli olan N ve P gibi bazı makro bitki besin elementlerini yüksek miktarlarda içermektedirler (Rakocy ve ark., 2003; Adler ve ark., 2003). Bunun dışında akuakültür atıkların organik kökenli bazı gübrelerle birlikte özellikle sebze yetiştiriciliğinde başarı ile kullanılabileceği önerilmiştir (Palada ve ark., 1999; Nair ve ark., 2006).

Trakya Bölgesi topraklarında verimlilik açısından görülen en büyük engel, toprakların sürekli olarak ayçiçeği-buğday ekim nöbetine tabi tutulmaları ve hasat sonundaki bitki artıkların toprağa karıştırılmasının zorluğu nedeniyle yakılması ve bunun sonucunda organik madde seviyelerinin düşmesidir (Bellitürk, 2011).

Bu araştırmada suyu azaltılmış akuakültür atığının tarımsal üretimde organik bir gübre kaynağı olarak salata bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması ve bitkinin yapraklarındaki bazı makro ve mikro besin elementi içeriği üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada salata bitkisine ait *Lactuca sativa* L. var. *crispa* cv. *Bellafiesta* çeşiti kullanılmıştır. Bitki tohumları çok gözlü saksılara 2'şer adet olarak ekilmiş ve üretim ortamı olarak torf kullanılmıştır (Klasmann-Deilmann, potground H, Germany). Denemede kullanılan torfa ait bazı özellikler; 160-260 mg/L N, 180- 280 mg/L P₂O₅, 200- 150 mg/L K₂O₅, 80- 150 mg/L Mg, pH 6, % 0.8 N, % 70 organik madde, % 35 C şeklindedir. Bitkiler ekimden 30 gün sonra 3- 4 gerçek yaprak olduklarında parsellere 25 x 25cm SA x SÜ olacak şekilde dikilmişlerdir.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine 3 tekrarlı olarak yapılmış ve her bir parselde 9 ve toplamda 108 bitki yetiştirilmiştir. Buna göre toplam deneme alanı 75 m² olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı toprağında bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış (Kacar, 2009) ve toprağın bazı kimyasal özellikleri Çizelge 1, ve akuakültür atığının bazı kimyasal özellikleri ise Çizelge 2'de verilmiştir. Akuakültür atığı tatlı su akvaryumundan alınmış suyu azaltılarak salata yetiştiriciliğinde organik kökenli bir gübre kaynağı olarak kullanılmıştır. Akuakültür atığı artan dört farklı dozda (I. doz: 0 g/m², II. doz: 50 g/m², III. doz: 100 g/m², IV. doz: 150 g/m²) bitkilere dikimden hemen sonra verilmiştir. Akuakültür atığına ait deneme planı aşağıda Şekil 1'de görülmektedir.

öğütülerek analizlere hazırlanmış ve ICP-OES (Inductively Couple Plasma Spectrophotometer) cihazı ile gerekli elementel analizleri yapılmıştır (Kacar ve İnal, 2010). Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde, varyans analizleri (MSTAT 3.00/EM) istatistik paket programında yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar % 5 önemlilik seviyesinde LSD testine göre belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987). Çizelge 1'e göre, deneme toprağının nötr reaksiyonda, tuzsuz, az kireçli, organik madde miktarının az, yarıyıslı fosfor kapsamının yeterli, değişebilir potasyum miktarının yüksek, değişebilir Ca, Mg ve yarıyıslı mikro besin elementi (Fe, Cu, Zn ve Mn) kapsamının yeterli düzeyde olduğu görülmektedir.

Bitkiler dikimden 30 gün sonra hasat edilmiştir. Zaman kaybetmeden bitkiler saf su ile iki kez yıkanarak 65°C etüvde kurutulmuş, daha sonra

Çizelge 1. Araştırma toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

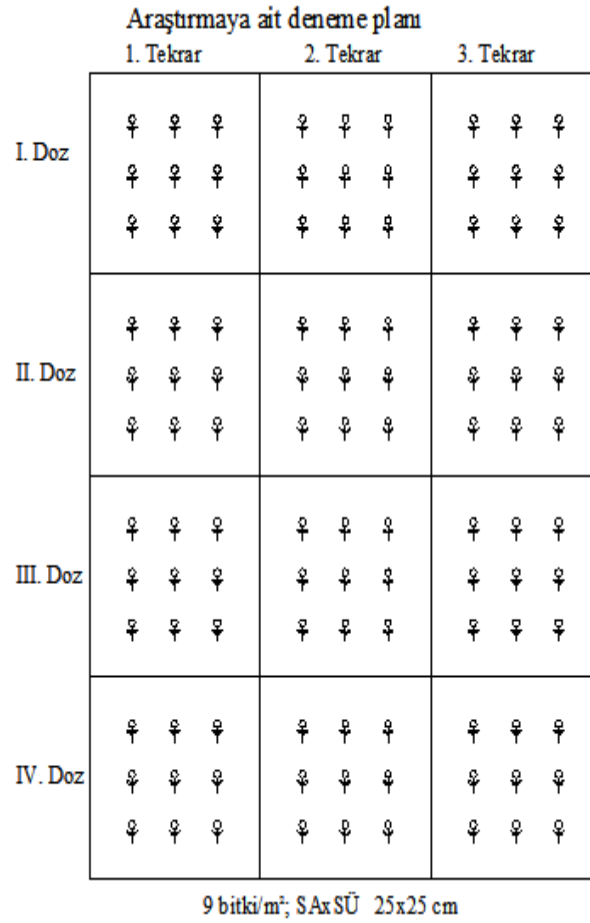
Table 1. Some physical and chemical properties of research area soil

Toprak özelliği	Analiz sonucu
pH, 1: 2.5 toprak/su	6.75
EC x 10 ⁶	156
Kireç (CaCO ₃), %	6.20
Organik madde, %	1.10
Ca, %	0.73
P ₂ O ₅ , kg da ⁻¹	12.10
K ₂ O, kg da ⁻¹	63.41
Mg, mg kg ⁻¹	320.60
Fe, mg kg ⁻¹	8.95
Cu, mg kg ⁻¹	1.43
Zn, mg kg ⁻¹	0.87
Mn, mg kg ⁻¹	10.72

Çizelge 2. Akuakültür atığının bazı kimyasal özellikleri

Table 2. Some chemical properties of Aquaculture waste

pH	Organik Madde, %	Tuz, µmhos cm ⁻¹	Toplam P, mg kg ⁻¹	Toplam K, mg kg ⁻¹	Toplam Fe, mg kg ⁻¹	Toplam Cu, mg kg ⁻¹	Toplam Zn, mg kg ⁻¹	Toplam Mn, mg kg ⁻¹
5.90	38.25	600	40234	5168	2622	33.12	1802	216.95



Şekil 1. Akuakültür atığı deneme planı

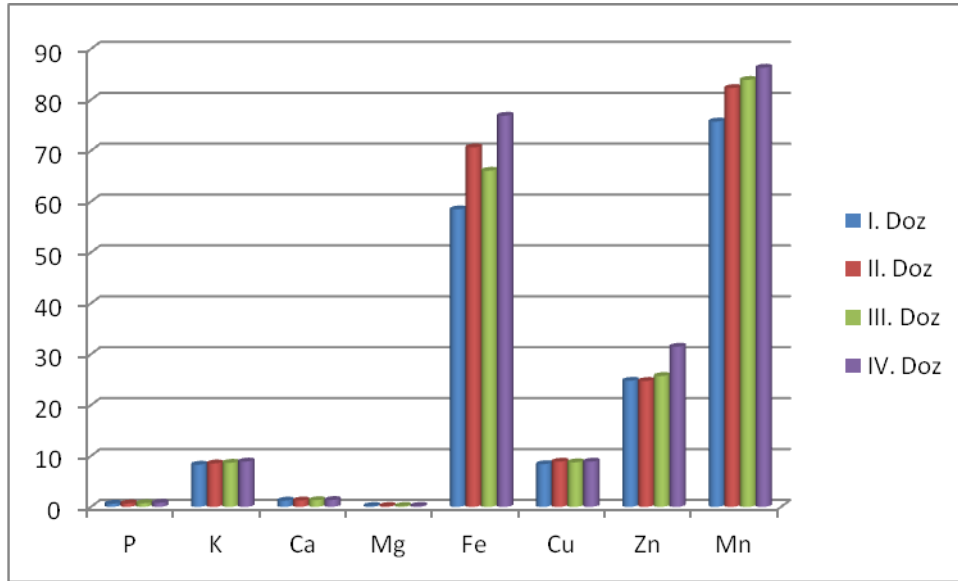
Figure 1. Experimental design of aquaculture waste

Çizelge 3. Artan miktarlarda akuakültür atığı uygulamasının salata bitkisinin bazı makro ve mikro besin elementi içerikleri üzerine etkisi *, **,***

Table 3. The effect of increasing doses Aquaculture waste application on some macro and micro element contents of salad plant *, **,***

Dozlar	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
I. Doz	0.61öd	8.29 öd	1.23öd	0.18öd	58.46 öd	8.40 öd	24.78 öd	75.72 öd
II. Doz	0.67öd	8.54 öd	1.26öd	0.17öd	70.63 öd	8.88 öd	24.74 öd	82.31 öd
III. Doz	0.71öd	8.66 öd	1.31öd	0.18öd	66.06 öd	8.75 öd	25.71 öd	83.91 öd
IV. Doz	0.79öd	8.91 öd	1.35öd	0.20öd	76.86 öd	8.88 öd	31.47 öd	86.30 öd

*: değerler üç paralel ortalamasıdır, **: her bir element ayrı ayrı değerlendirilmiştir, öd: önemli değil, ***: P, K, Ca ve Mg değerleri %, Fe, Cu, Zn ve Mn değerleri ise mgkg⁻¹dir.



Şekil 2. Artan miktarda akuakültür atığı uygulamasının salata bitkisinin bazı makro ve mikro besin elementi içerikleri üzerine etkisi

Figure 2. The effect of increasing doses Aquaculture waste application on some macro and micro element contents of salad plant

Bulgular ve Tartışma

Artan miktarlarda akuakültür atığı uygulanmasının salata bitkisinin bazı makro ve mikro besin elementi içerikleri üzerine olan etkileri Çizelge 3 ve Şekil 2'de verilmiştir

Çizelge 3' de artan miktarlarda akuakültür atığı uygulamasının salata bitkisinin bazı makro ve mikro bitki besin elementi (P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) içerikleri üzerine olan etkileri verilmiştir. Söz konusu çizelge incelendiğinde artan gübre uygulamaları ile birlikte salata bitkisinin makro ve mikro besin elementi içerikleri kontrole göre genellikle artış göstermiştir. Ancak bu artışlar her bir bitki besin elementi için istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır. Bu durumun en önemli sebebi olarak deneme süresinin 30 gün gibi kısa bir süre olması gösterilebilir.

Graber ve Junge (2009) yapmış oldukları bir araştırmada, patlıcan, domates ve salatalık gibi farklı sebzeler üzerine artan akuakültür uygulamalarının bitkilerin N, P K gibi bazı makro besin elementi içeriklerinde önemli artışlar belirlemişlerdir.

Celis ve Sandoval (2010) Şili'de yaptıkları bir araştırmada artan akuakültür uygulaması ile birlikte bitkilerin Fe, Cu ve Zn gibi bazı mikro besin elementi içeriklerinde önemli artışlar saptamışlardır.

Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre salata bitkisine artan miktarlarda akuakültür atığı uygulaması bitkinin P, K, Ca ve Mg gibi bazı makro bitki besin elementi ile Fe, Cu, Zn ve Mn gibi bazı mikro bitki besin elementi içeriklerinde artışlar sağlamış ancak bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır. Diğer taraftan, Türkiye'de tarım alanlarının önemli bir bölümünde organik madde yetersizliği görülmektedir. Bu nedenle ülkemizde tarım alanlarının organik madde miktarlarının artırılması günümüzde artık bir zorunluluk halini almıştır. Akuakültür atığı gibi bazı organik gübrelerin tarımda kullanılmasının yaygınlaştırılması düşüncesi hem toprakların organik madde içeriklerinin artırılmasına katkı sağlayacak ve hem de bitkilerin bazı kalite parametrelerinin iyileştirilmesinde önemli bir girdi oluşturacaktır.

Bununla birlikte akuakültür atığı bir organik gübre amaçlı olarak kullanılabilmesi gibi, bir organik toprak ıslah maddesi olması nedeniyle tarımsal üretimde kullanılmasının yaygınlaştırılması ile birlikte topraklarda kimyasal gübrelerin neden olduğu kirlilik ve besin dengesi bozuklukları ıslah edilmiş olabilecektir. Bundan başka akuakültür atığı bitkisel üretimde farklı tarımsal bölgeler, farklı kültür bitkileri ve farklı toprak ve iklim koşullarında değişik hedefler ve çıktılar için de kullanılabilir durumdadır.

Bu araştırma sonuçları ile akuakültür atığının salata yetiştiriciliği örneği ile bitkisel üretimde ve

özellikle sera tarımında ve sebze yetiştiriciliğinde kullanılabilmesi, ayrıca akuakültür atığının özellikle sera tarımında yeni bir organik madde kaynağı olabileceği ortaya konulmuştur.

Kaynaklar

- Adeiran, A.J., B.L. Taiwo, O.M. Akande, A.R. Sobule and J.O. Idowu, 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *J. Plant Nutr.*, 27: 1163–1181.
- Adler, P.R., S.T. Summerfelt, D.M. Glenn and F. Takeda, 2003. Mechanistic approach to phytoremediation of water. *Ecol. Eng.* 20: 251–264.
- Arisha, H.M.E., A.A. Gad and S.E. Younes, 2003. Response of some pepper cultivars to organic and mineral nitrogen fertilizer under sandy soil conditions. *Zagazig J. Agric. Res.*, 30: 1875-1899.
- Badr, L.A.A. and W.A. Fekry, 1998. Effect of intercropping and doses of fertilization on growth and productivity of taro and cucumber plants. *Vegetative growth and chemical constituents of foliage. Zagazig J. Agric. Res.*, 25: 1087–101.
- Bellitürk, K., 2011. Edirne ili Uzunköprü ilçesi tarım topraklarının beslenme durumlarının belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (3): 8-15, Tekirdağ.
- Boyd C.E. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture* 226: 101-112.
- Celis J., and M. Sandoval, 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, Brisbane, Australia.
- Danaher, J.J., E. Pantanella, J.E. Rakocy, R.C. Shultz and D.S. Bailey, 2011. Dewatering and composting aquaculture waste as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Acta Hort.* 891: 223–229.
- Dauda, S.N., F.A. Ajayi and E. Ndor, 2008. Growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. *J. Agric. Soc. Sci.*, 4: 121-124.
- Düzgüneş O., O. Kavuncu, T. Kesici ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve deneme metodları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1021, Ankara.
- Ebeling, J., G. Jensen, T. Losordo, M. Masser, J. Mc Mullen, L. Pfeiffer, J. Rakocy and M. Sette, 1995. Model Aquaculture Recirculation System (MARS)- Engineering and Operations Manual. Ed: W. Wade Miller, National Council for Agricultural Education, Alexandria, Virginia: pp. 16-21.
- Graber, A. and R. Junge, 2009. Aquaponic systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination* 246: 147–156.
- Kacar, B. 2009. Toprak analizleri. Nobel Yayınları No: 1387, Fen Bilimleri No: 90, Ankara.
- Kacar B., ve A. İnal, 2010. Bitki analizleri. Nobel Yayınları No: 849, Ankara.
- Kerim M. ve S. Ustaoglu, 2009. Su ürünleri yetiştiriciliğinde akuaponik uygulamaları. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 1- 4 Temmuz, Rize.
- Losordo, T.M., M.P. Masser and J.E. Rakocy, 1998. Recirculating aquaculture tank production systems-an overview of critical considerations. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No: 451, pp. 6-13.
- Naeem, M., J. Iqbal and M.A.A. Bakhsh, 2006. Comparative study of inorganic fertilizers and organic manures on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiat* L.). *J. Agric. Soc. Sci.*, 2: 227–229.
- Nair, J., T. Seckiozoic and M. Anda, 2006. Effect of precomposting on vermicomposting of kitchen waste. *Bioresource Technology*. 97: 2091-2095.
- Palada, M.C., W.M. Cole and S.M.A. Crossman, 1999. Influence of effluents from intensive aquaculture and sludge on growth and yield of bell peppers. *J. Sustain. Agr.* 14: 85–103.
- Pantanella, E., J.J. Danaher, J.E. Rakocy, R.C. Shultz and D.S. Bailey, 2011. Alternative media types for greenhouse seedling production of lettuce and basil. *Acta Hort.* 891: 257-264.
- Rakocy, J., R.C. Shultz, D.S. Bailey, and E.S. Thoman, 2003. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. *Acta Hort.* 648: 63–69.
- Sfetcu, L., V. Cristea and L. Oprea, 2008. Nutrients dynamic in an aquaponic recirculating systems for sturgeon and lettuce (*Lactuca sativa*) production. *Lucrari Științifice Zootehnieși Biotehnologii*, 41 (2): 21-26.
- Stewart, M.W., W.D. Dibb, E.A. Johnston and J.T. Smyth, 2005. The contribution of commercial fertilizer, Nutrients to Food Production. *Agron. J.*, 97: 1-6.