

Ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella valenciennes*) yetiştiriciliğinde kullanılan havuz suyunun salata-marul üretiminde kullanılabilirliği üzerine bir araştırma

A study on the usability of pond water used for growing grass carp (*Ctenopharyngodon idella valenciennes*) in salad-lettuce production

Raşit Zeki Eltez^{1*} • Ertan Taşkavak²

¹ Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı, 35700 Bergama, İzmir

² Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Balıkçılık Temel Bilimler Anabilim Dalı, Bornova, İzmir

* Corresponding author: rasit.zeki.eltez@ege.edu.tr

Received date: 19.09.2016

Accepted date: 19.10.2016

How to cite this paper:

Eltez, R.Z. & Taşkavak, E. (2016). A study on the usability of pond water used for growing grass carp (*Ctenopharyngodon idella valenciennes*) in salad-lettuce production (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(4): 381-388. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.4.12](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.4.12)

Öz: Akuaponik, kapalı devre akuakültür (havuzlarda yoğun kültür balığı üretimi) ile hidroponik (eriyik halinde besinlere sahip suda bitki yetiştiriciliği) bitki üretiminin birlikte yapıldığı biyo-entegre bir gıda üretim sistemidir. Kapalı sistem şeklinde dizayn edilen bu çalışmada; iki farklı yemleme dozu (havuzdaki canlı ağırlığının %3 ve %4) ile beslenen Ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella Valenciennes*) yetiştiriciliğinde kullanılan havuz sularının, besleyici film tekniği şeklinde dizayn edilen sistemde besin eriyiği olarak kullanılmasının marul-salata (*Lactuca sativa*) grubu bitkilerinin yetiştirilmesi üzerine etkilerini ve sistemin uygulanabilirliğini araştırmak amacı ile yürütülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ot sazanı üretimi, salatalık-marul kültürü, akuaponik sistemler, *Ctenopharyngodon idella*

Abstract: The aquaponics is a bio-integrated food production system that, aquaculture (fish production in intensive culture ponds) and hydroponics (plant growing in water with nutrient solution) plant production are made together. This study was designed in the shape of a closed system; two different feeding dose (3% and 4% of the live weight of the pool) Grass carp (*Ctenopharyngodon idella Valenciennes*) feed with cultivation used pool water, Nutrient Film Technique (NFT) in the form of the nutrient solution system designed as a lettuce-salad (*Lactuca sativa*) group of crops to investigate the applicability of the system with the aim of cultivating the effects upon and carried out.

Keywords: Grass carp production, salad-lettuce cultivation, aquaponics, *Ctenopharyngodon idella*

GİRİŞ

Dünya nüfusunun giderek artması beraberinde gıda ihtiyacına olan talebi de arttırmıştır. Artan bu gıda ihtiyacı tarım alanlarının sınırlı olması nedeniyle hem bitkisel hem de hayvansal üretimlerde birim alandan en fazla verimi alabileceğimiz tekniklerin geliştirilmesi çalışmalarının artmasına yol açmıştır. Geliştirilen bu tekniklerden bazıları verim artışı ile birlikte daha fazla gübre ve pestisit kullanımı gibi sorunları gündeme getirmeye başlamıştır.

Modern seracılıkta topraksız tarım teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Topraksız tarım, ortam kültürü ve su kültürü diye iki ana başlık altında toplanır. Bir su kültürü yöntemi olan Besleyici Film Tekniği olarak Türkçeleştirilen NFT (Nutrient Film Technique) sisteminde bitkiler kanallar içerisinde yetiştirilir ve içerisinde çözünmüş besin eriyiği bulunan su kök bölgesinde

ince bir tabaka halinde akararak bitkileri besler (Gül, 2008). Kapalı sistem şeklinde yapılan bu yetiştiricilikte devamlı EC (elektriksel iletkenlik), pH ve besin elementleri ölçülerek gerekli ilaveler yapılır. Akuakültür ise genellikle balık olmak üzere hayvansal su canlılarının insan faktörü dâhilinde kontrollü veya yarı kontrollü olarak yetiştirilmesidir. Akuakültür de sağlıklı balık yetiştirebilmek için temiz suya olan ihtiyaç büyüktür. Ancak akuakültür faaliyetleri sırasında oluşan atık ürünler de su ortamında göz ardı edilemeyecek bir kirlilik yükü oluşturmaktadır. Tüketilemeyen yemler, sindirilmeyen yem bileşikleri ve çözünmüş metabolik boşaltım ürünleri sudaki önemli atıklardır (Tekinay vd., 2006). Akuakültürde kullanılan su, zamanla bu üç etki altında kirlenir ve fosfor, amonyak, askıdaki katı madde miktarı artar, çözünmüş oksijen miktarı

azalır (Ayık vd., 2006). Bu etkileri azaltmak amacıyla akuaponik sistemler geliştirilmiştir. Akuaponik, akuakültürde kullanılan suyun hidroponik sistemlerde kullanılmasına dayalı bir uygulamadır (Diver, 2006; Rakocy vd., 2006; Sfetcu vd., 2008). Bu sistemdeki temel amaç akuakültürde kullanılan suyun kirlilik yükünün azaltılması ya da tamamen yok edilmesidir. Balık yetiştiriciliğinde kullanılan su besleyici elementler bakımından oldukça zengindir. Bu suyun hidroponik sistemlere verilmesiyle bitkiler besleyici elementlerden faydalanırlar. Su, bitkiler tarafından filtre edilir ve bitkiler balık yetiştirme ünitesinin arıtma ünitesi görevini görür. Bitkiler tarafından arıtılan suyun kirlilik yükü azalmış olur ve balıklar sağlıklı şekilde yaşamlarına devam ederler. Bu amaçla en çok kullanılan balık türleri *Maccullochella peellii peellii* (Morina Balığı), *Bidyanus bidyanus* (Gümüş Levrek), *Macquaria ambigua* (Altın Levrek), *Salmo trutta fario* (Dere alabalığı), *Salmo salar* (Atlantik salmonu), *Perca fluviatilis* (Tatlı su levreği), *Oncorhynchus mykiss* (Gökkuşluğu alabalığı), *Ctenopharyngodon idella* (Ot sazanı), *Hypophthalmichthys molitrix* (Gümüş sazanı), *Cyprinus carpio* (Koi) ve *Oreochromis sp.* (Tilapya)'dır (Rakocy vd., 2006; Kerim ve Tırlı, 2009). Akuaponik sistemlerde yaygın olarak kullanılan bitkiler; marul-salata, domates, hıyar, biber, ıspanak, kabak, maydanoz, fesleğen gibi pek çok kültür sebzeleri ve çeşitli süs bitkileridir.

Akuaponik sistemlerinde bitkilere, balıklara zararlı olabileceği düşüncesi ile kimyasal gübre verilmez ve organik tarım sertifikasına sahip olmayan tarım ilacı kullanılmaz, dolayısı ile topraksız tarım üretiminde bir şekilde organik bitki yetiştirilmiş olunur. Yine akuaponik sisteminde mecbur olmadıkça su değişiminden kaçınılır. Böylece sudan, gübreden ve ilaçtan tasarruf edilir, çevre kirliliğinin de önüne geçilir (Diver, 2006; Christopher vd., 2014).

Kapalı sistem şeklinde dizayn edilen bu çalışmada; iki farklı günlük yemleme dozu (havuzdaki canlı ağırlığın %3'ü ve %4'ü kadar yem) ile beslenen ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella Valenciennes*) yetiştiriciliğinde kullanılan havuz sularının Besleyici Film Tekniği (NFT) şeklinde dizayn edilen sistemde besin eriyiği olarak kullanılmasının marul-salata (*Lactuca sativa*) grubu bitkilerinin ve ot sazanı yetiştirilmesi üzerine etkilerini ve sistemin uygulanabilirliğini araştırmak amacı ile yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırma 2013-2014 yılları arasında Ege Üniversitesi Bergama Meslek Yüksekokulu Seracılık Programı'na ait kuzey-güney yönünde kurulu ısıtma yapılmayan PE örtülü yay çatılı üretim serasında yürütülmüştür. Balık türü olarak DSİ Ürkmez Balık Üretim Merkezi'nden temin edilen Ot Sazanı (*Ctenopharyngodon idella Valenciennes*), bitkisel materyal olarak marul-salata bitkilerinden *Lactuca sativa L. var. crispa cv. Firtına*, *Lactuca sativa L. var. crispa cv. Maritima* ve *Lactuca sativa L. var. capitata cv. Wismar* çeşitleri kullanılmıştır.

Çalışmada; eni 98 cm, boyu 118 cm ve yüksekliği 75 cm olan 867 litre hacimli, dıştan metal kafesle destekli PE tanklar balık yetiştirme havuzu olarak kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmada havuz olarak kullanılan tank ve ekipmanlar
Figure 1. Tank used as pool in the research and equipments

Havuzlara 600 litre sondaj suyu konmuştur. Kullanılan suyun bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan suyun bazı özellikleri (EGETAL laboratuvarında analiz edilmiştir)

Table 1. Some qualities of the water used in the experiment (analyzed in EGETAL Laboratory)

Analiz adı	Sonuç	Analiz adı	Sonuç
EC	0,362 ds m ⁻¹	pH	6,24
Kasyonlar	ppm	Anyonlar	ppm
Sodyum (Na)	95,91	Karbonat (CO ₃)	26,40
Potasyum (K)	2,73	Bikarbonat (HCO ₃)	108,58
Kalsiyum (Ca)	24,90	Klorür (Cl)	15,98
Magnezyum (Mg)	21,72	Sülfat (SO ₄)	3,30

Alg oluşumunu önlemek için havuzlar %90'lık gölgeleme perdeleri ile örtülmüştür. 4 adet havuzun kullanıldığı çalışmada; havuzların her birine ortalama ağırlığı 15 gram olan 60 adet ot sazan balığı yetiştirilmek için konmuştur. Havuzlardaki balıkların beslenmesinde balıkların temin edildiği İzmir DSİ Ürkmez Balık Üretim Merkezi ile yapılan kişisel

görüŖme sonucunda, bu tesiste de kullanılan BioAqua standart 4 no'lu alabalık büyüme yeminin aynısı çalışmada da kullanılmıştır. Yem balıklara verilmeden önce değirmende öğütölerek daha küçük boyutlara getirilmiştir. Kullanılan yemin içeriği; balık unu, balık yağı, soya ve yan ürünleri, buğday ve yan ürünleri, maya ve yan ürünleri, aminoasitler, vitamin ve mineraller oluşmaktadır. Yemin içeriği ile ilgili veriler **Tablo 2** ve **3**'de verilmiştir.

Tablo 2. BioAqua balık yeminin (4 numara) içerdiği bazı değerler
Table 2. Some values of the BioAqua fishmeal (number 4)

Ham Protein (minimum)	% 44	Vitaminler (min. kg yem)	
Ham Yağ (minimum)	% 18	Vitamin A (IU)	10000
Ham selüloz (maksimum)	% 3	Vitamin D3 (IU)	2000
Nem (maksimum)	% 12	Vitamin K3 (mg)	4
Kül (maksimum)	% 13	Vitamin C (mg)	160
Yağ Asitleri (% yem)		Amino Asitler (% Yem protein)	
EPA (minimum)	%1	Lysine	4,7
DHA (minimum)	%1	Arginine	4,2
		Met+Cys	2,4

Tablo 3. BioAqua balık yeminin içerdiği bazı besin elementi değerleri (EGETAL laboratuvarında analiz edilmiştir)

Table 3. Some nutrition element rates that BioAqua fishmeal contains (analyzed in EGETAL Laboratory)

Element	Değer	Element	Değer
Toplam Azot (N)	6860 ppm	Magnezyum (Mg)	200 ppm
Fosfor (P)	102 ppm	Demir (Fe)	134 ppm
Potasyum (K)	4960 ppm	Bakır (Cu)	18,50 ppm
Kalsiyum (Ca)	34,5 ppm	pH: 5,62 m ⁻¹	EC:1,113 ds

Farklı miktarda yemlemenin etkisini araştırmak için 2 havuzun herbirine toplam balık canlı ağırlığının %3'ü kadar, diğer iki havuzun herbirine toplam balık canlı ağırlığının %4'ü kadar yem verilmiştir. Balıkların beslenmesi günlük olarak yapılmış, yem ikiye bölünerek saat 10 ve 14'de iki öğün şeklinde verilmiştir (Christopher vd., 2014). Deneme başında, deneme sonunda ve arada her ayda bir kez olmak üzere beş farklı dönemde havuzlardan tesadüfi olarak yakalanan 10 balık 0.1 gram hassasiyetli terazide tartılmış, ortalama balık ağırlığı bulunmuş, bu değer havuzdaki balık sayısı ile çarpılarak (ortalama balık ağırlığı (g) X 60 balık) havuzların toplam balık canlı ağırlığı saptanmıştır. Balık havuzlarına yem dışında, bitkilerin büyümesine katkıda bulunabilecek ilave bir besin maddesi katkısı yapılmamıştır. Havuzlardaki suyun oksijen içeriği dakikada 120 L hava basan kompresör yardımıyla artırılmıştır. Bakır rezistanslı termostatlı ısıtıcılar her bir tanka monte edilerek su sıcaklığı balıkların hızla büyümesini, sudaki

amonyakı bio filtrede nitrate çeviren bakterilerin etkili çalışmasını ve bitkilerde ideal kök gelişmesini sağlamak için 23°C derece tutulmuştur (Gül., 2008, Christopher vd., 2014, Hamzçebi vd., 2015).

Bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılacak Besleyici Film Tekniği (NFT) kanalı olarak 15 cm genişliğinde 8 cm yüksekliğinde 8,35 metre uzunluğunda sert plastik dikdörtgen profil kanallar kullanılmıştır. Bu kanallar birbirlerinden 20 cm mesafe ile yerden 100 cm yüksekliğinde demir profillerden yapılmış tezgah üzerine %1 eğimle yerleştirilmiştir (Şekil 2). Her bir havuz 3 bitki yetiştirme kanalını besleyecek şekilde dizayn edilmiştir.



Şekil 2. Araştırmada havuz olarak kullanılan tanklar ve bitki yetiştirme kanalları

Figure 2. Tanks used as pool in research and plant growing channels

Havuzlardan bitki yetiştirme kanallarına su basma işlemi her bir havuzun alt kısmına bağlanmış su pompaları ile yapılmıştır. Pompa gücü ile kanalların arka tarafına giden su önce her bir uygulama tankının biolojik filtresine (filtre; çeşitli plastik toprak, süngerler ve patlatılmış kilden oluşturulmuştur, 15 günde bir temizliği yapılmıştır) oradan kanallara eşit oranda dağıtılarak kanalların eğimi ile akarak kendi havuzlarına 50 cm yükseklikten düşerek devirdaim yapmıştır. Sistemde meydana gelecek aksaklıktan dolayı su pompasını devreden çıkartacak elektronik seviye şamandıraları havuzlara monte edilerek, havuz sularının aşırı azalmasına karşı tedbir alınmıştır. Denemenin başlangıcından itibaren suyun kanallara verilmesi zaman saati yardımıyla kesintili döngü şeklinde yapılmıştır (Eltez vd., 2002). 30 dakika su döngüsü 90 dakika bekleme uygulanmıştır. Evaporasyon ve transpirasyon yoluyla oluşan kayıplardan dolayı havuzlardaki su seviyesi haftada bir kontrol edilerek 600 litreye tamamlanmıştır. Tamamlanan miktar genelde 60 ile 100 litre arasında değişmiştir. Meydana gelen elektrik kesintilerinde jeneratör devreye sokulmuştur. Havuzlardaki suyun sıcaklığı, EC'si, pH'ı (Dirman Hat tipi EC-pH metre ile), çözünmüş oksijen seviyesi (Hanna 9149 Portatif Oksijenmetre ile) ve amonyak seviyesi amonyak test kitleri ile düzenli olarak ölçülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Havuz canlı ağırlığının %3 ve %4'üne göre yapılan yemleme dozlarında havuz sularının çözünmüş oksijen (mg l-1), sıcaklık (°C), EC (ds m-1) ve pH seviyeleri

Table 4. The dissolved oxygen (mg l-1), temperature (°C), EC (ds m-1) and pH levels of the pools' water in the dozes of the feeding according to 3% and 4% of pool individuals' weights

Tarih	Çözünmüş oksijen (mg l ⁻¹)		Havuz suyu sıcaklığı (°C)		EC (ds m ⁻¹)		pH	
	%3	%4	%3	%4	%3	%4	%3	%4
12.12.2013	6,45	6,50	20,65	20,70	1,095	1,020	7,65	7,40
19.12.2013	6,75	6,50	20,50	20,10	1,103	1,042	7,60	7,80
25.12.2013	6,85	6,70	20,35	20,45	1,100	1,043	7,55	7,65
03.01.2014	7,70	6,95	20,30	20,50	1,105	1,025	8,05	7,80
10.01.2014	7,35	6,65	20,85	20,35	1,080	1,030	7,81	7,53
17.01.2014	7,00	6,15	20,25	20,55	1,060	1,002	7,81	7,59
24.01.2014	6,25	5,95	20,25	20,15	1,097	1,035	7,87	7,75
31.01.2014	6,75	6,20	20,35	20,55	1,086	1,003	7,78	7,88
11.02.2014	5,70	4,90	20,65	21,25	1,212	1,129	7,25	7,36
14.02.2014	6,00	5,25	20,30	20,65	1,409	1,385	7,70	7,74
23.02.2014	6,15	5,45	20,00	20,30	1,388	1,367	7,56	7,56
28.02.2014	6,65	6,20	19,75	19,50	1,349	1,361	7,46	7,53

Viyollerde torf-vermikülit karışımında yetiştirilmiş fideler (özel firmadan temin edilmiş) yetiştirme kanallarında 30 cm sıra üzeri mesafesi ile açılmış deliklerin içerisine yerleştirilmiş fide yetiştirme kayayünü bloklarının (10x10x6 cm boyutlarında) içine yerleştirilerek dikim yapılmıştır. Dikim mesafesi bu şekilde 30x35 cm ve metrekaresindeki bitki sayısı ise 9.5 olmuştur. Yetiştirme dönemine ait veriler **Tablo 5**'de verilmiştir.

Tablo 5. Yetiştirme dönemine ait veriler

Table 5. Data of the growing period

Uygulama	Tarih
Fidelerin dikimi	05.12.2013
Hasat başlangıcı	02.02.2014
Hasat sonu –Deneme bitışı	06.03.2014

Farklı yemleme dozlarıyla (%3 ve %4) beslenen ot sazan balıklarının havuz sularının bir döngü halinde NFT kanallarına verilir, bu suların salata-marul grubu bitkilerinin yetiştiriciliği (Fırtına, Maritima ve Wismar çeşitleri) üzerine etkilerinin ve sistemin uygulanabilirliğinin araştırıldığı çalışma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüş, veriler SPSS Statistics V21 paket programı ile değerlendirilmiş, Duncan testi ile de $P \leq 0.01$ veya $P \leq 0.05$ önem düzeyine göre farklılıklar saptanmıştır (Efe vd., 2000)

Araştırmada; uygulamaların marul-salata bitkilerine etkisi; toplam verim (g m⁻²), ortalama bitki ağırlığı ve pazarlanabilir bitki ağırlığı (g bitki⁻¹), pazarlanabilir ve atılan yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) olarak, kalite kriterleri de bitki boyu, çapı (cm), vitamin C (mg g⁻¹) ve nitrat oranı (ppm) olarak saptanmıştır. Vitamin C; Pearson (1970)'nun oksalik asit ile stabilize edilen örneklerin 2.6 diklorofenildefenol boya maddesi ile renklendirilmesi esasına göre spektrofotometrede (Shimadzu UV1800) saptanması yöntemine göre, bitkinin nitrat içeriğinin belirlenmesinde ise Fresenius v., (1988)'nin salisilik asit yöntemi kullanılmış, spektrofotometrede (Shimadzu UV1800) okuması yapılmıştır.

Araştırmada uygulamaların (havuzdaki canlı ağırlığın %3 ve % 4 kadar günlük yemlemenin) ot sazan balıklarındaki büyüme performans değerlerini saptamak için beş farklı dönemde yapılan ortalama balık ağırlık ölçümleri dikkate alınmıştır. Deneme süresince havuzlarda balık ölümü olmamıştır. Başlangıç ağırlığı (CAb), ara ölçümler ve son ağırlık (CAs) ölçümleri yapılmıştır. Bu verilere göre, spesifik büyüme oranları, canlı ağırlık kazançları (mutlak gelişme) ve yem değerlendirme oranları aşağıdaki formüllere göre saptanmıştır.

Spesifik büyüme oranı; $SBO = [(LnCAs - LnCAb) / T] \times 100$ (Uysal ve Bekcan, 2006).

(SBO = Spesifik büyüme oranı; CAs = Deneme sonu canlı ağırlık ortalaması (g); CAb = Deneme başı canlı ağırlık ortalaması (g); T = Deneme süresi (gün); Ln = e tabanına göre logaritmadır).

Canlı ağırlık kazancı (Mutlak Gelişme) (g) = CAs- CAb (Korkut vd., 2007).

Yem değerlendirme oranı; $YDO = TY / (CA2 + \ddot{O}) - CA1$ (Uysal ve Bekcan, 2006).

(YDO = Yem değerlendirme oranı; CA1 = Balıkların bir önceki grup ağırlığı (g); CA2 = Balıkların bir sonraki grup ağırlığı (g); TY = Kuru madde esasına göre tüketilen yem (g); \ddot{O} = İki tartım arasında ölen veya deneme dışı kalan balıkların ağırlığıdır (g)).

BULGULAR

Sistemin Marul-Salata Yetiştiriciliğine Etkileri

Araştırmada ilk bitki hasatları dikimden 59 gün sonra 2 Şubat 2014 tarihinde başlamış, 6 Mart 2014'de (dikimden 93 gün sonra) hasatlar tamamlanıp, araştırma sonlandırılmıştır. Uygulamaların verim üzerine etkileri **Tablo 6**'da verilmiştir. Havuzlara farklı yem uygulanmasının toplam verim ve ortalama bitki ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli

bulunmamakla birlikte; havuzlardaki canlı ağırlığın %4'ü kadar yemleme yapılan havuz suyunun kullanıldığı uygulamadan daha yüksek sonuç alınmıştır. Bu durum yem miktarı x çeşit interaksyonunda daha iyi görülmektedir. %4 oranında yemleme yapılan uygulamada hem ortalama bitki ağırlığı, hemde toplam verimde çeşitler arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur (Tablo 6). % 4 yem uygulaması yapılan havuz suyunun kullanıldığı uygulamada Wismar ve Maritima çeşitleri Fırtına çeşidine göre hem toplam verim de hemde ortalama

bitki ağırlığı bakımından daha iyi sonuç vermiştir. Farklı yemleme miktarı pazarlamaya uygun olmayan atılan yaprak sayısını etkilememiş fakat çeşitler arasında istatistiki önemde farklılık çıkmıştır. Wismar çeşitinde atılan yaprak sayısı (3,63 adet bitki -1) en fazla olmuştur. Pazarlanabilir bitki ağırlığı (g bitki-1) ise %3 ve %4 yemleme uygulamalarında çeşit bazında istatistiki olarak önemli bulunmuştur. %3 ve %4 yemleme uygulamalarında Wismar ve Maritima çeşitleri en iyi sonucu vermiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Farklı yemleme oranlarının (%3 ve %4) verim üzerine etkileri
Table 6. Various feeding rates (3% and 4%) effect on the yield

Uygulamalar		Ortalama bitki ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Toplam verim (g m ⁻²)	Atılan Yaprak Sayısı (adet bitki ⁻¹)	Pazarlanabilir bitki ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹)
Yem miktarı	%3	198,20	1886.71	3,09	187,23	30,70
	%4	341,45	3250.56	3,08	325,44	37,06
Önemlilik		Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.
Çeşit	Fırtına	241,25 b	2296.70 b	2,96 ab	229,25 b	40,29 a
	Maritima	269,10 ab	2561.81 ab	2,68 b	257,64 ab	34,22 ab
	Wismar	299,13 a	2847.39 a	3,63 a	282,13 a	27,12 b
Önemlilik		**	**	*	**	**
Yem Miktarı X Çeşit						
%3 Yem	Fırtına	187,00	1780.24	3,17	176,92 b	36,50
	Maritima	188,70	1796.38	2,61	178,86 ab	30,20
	Wismar	218,92	2083.50	3,50	205,92 a	25,42
Önemlilik		Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.	*	Ö.d.
%4 Yem	Fırtına	295,50 b	2813.18 b	2,75	281,58 b	44,09
	Maritima	349,50 a	3327.24 a	2,75	336,42 a	38,25
	Wismar	379,34 a	3611.27 a	3,75	358,33 a	28,83
Önemlilik		**	**	Ö.d.	*	Ö.d.

*P≤0,05 göre önemli **P≤0,01 göre önemli ö.d.=Önemli değil
Sütunlardaki harfler aynı ise uygulamalar arasında fark yoktur (Duncan testi).

Farklı yemleme oranları (%3 ve %4) ile beslenen ot sazanlarının havuz suları bitki besin eriyiği olarak kullanıldıkları bu araştırma marul-salata bitkilerinde bitki boyu ve bitki çapı (cm) üzerine istatistiki önemde bir farklılık yaratmamıştır. Ancak %4 yemleme yapılan suyun kullanıldığı yerdeki bitkilerin boy ve çap olarak, Maritima çeşidinin ise bitki çapı olarak en fazla değere sahip olduğu görülmektedir (Tablo 7). Uygulamalarda ve çeşitlerde yapraklardaki nitrat içeriği istatistiki olarak önemsiz çıkmış, hem uygulamalarda, hemde çeşitlerde birbirine oldukça yakın değerler vermiştir. %3 yemle beslenen balıkların suyunun kullanıldığı uygulamada Maritima çeşidi 91,84 ppm ile minimum nitrat seviyesine sahip iken yine aynı uygulamada Fırtına çeşidi 125,32 ppm ile maksimum nitrat seviyesine sahip olmuştur (Tablo 7). C Vitamin içeriği bakımından uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık bulunmadığı ve birbirine benzer oldukça yüksek değerler içerdiği saptanmıştır.

Sistemin Ot Sazan Balığı Yetiştiriciliğine Etkileri

Farklı oranlarda beslemenin ot sazan balıklarında büyüme üzerine etkileri Tablo 8'de verilmiştir. Başlangıçta ortalama 15 gram ağırlığa sahip balıklar; deneme sonunda canlı ağırlıklarının %3'ü kadar yem verilen havuzlarda ortalama 49,78 gram'a, canlı ağırlıklarının %4'ü kadar yem verilen balıklar ortalama 49,82 grama ulaşarak, birbirlerine oldukça yakın sonuç vermişlerdir. Benzer şekilde de ara ölçümlerde ortalama balık ağırlıkları birbirine oldukça yakın olmuştur. 93 günlük deneme süresinin sonunda %3 yemleme oranıyla beslenen balıklarda %1,29 spesifik büyüme oranı ve 34,78 gram canlı ağırlık artışı, %4 yemleme oranıyla beslenen balıklarda yine %1,29 spesifik büyüme oranı ve 34,82 gram canlı ağırlık artışı meydana gelerek, birbirlerine yakın sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 8).

Tablo 7. Farklı yemleme oranlarının (%3 ve %4) bitki özellikleri ve kalite üzerine etkileri
Table 7. Various feeding rates (3% and 4%) effect on plant specifications and quality

Uygulamalar		Bitki boyu (cm)	Bitki çapı (cm)	Nitrat (ppm)	Vitamin C (mg g ⁻¹)
Yem miktarı	%3	14,542	22,99	109,52	0,73
	%4	16,87	27,07	88,74	0,81
Önemlilik		Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.
Çeşit	Fırtına	15,58	23,85	99,73	0,77
	Maritima	16,12	27,12	91,84	0,75
	Wismar	15,44	24,11	105,82	0,79
Önemlilik		Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.
Yem Miktarı X Çeşit					
%3 Yem	Fırtına	14,83	21,54	125,32	0,70
	Maritima	14,84	24,67	91,36	0,75
	Wismar	13,96	22,75	111,89	0,74
Önemlilik		Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.
%4 Yem	Fırtına	16,33	26,17	74,15	0,84
	Maritima	17,38	29,58	92,33	0,75
	Wismar	16,92	25,46	99,76	0,85
Önemlilik		Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.	Ö.d.

*P≤0,05 göre önemli **P≤0,01 göre önemli ö.d.=Önemli değil
 Sütunlardaki harfler aynı ise uygulamalar arasında fark yoktur (Duncan testi).

Tablo 8. Farklı dozlarda (havuz canlı ağırlığının %3 ve %4'ü oranlarında) yapılan beslemenin balıklarda ortalama ağırlığına (g), başlangıç tarihindeki durumuna göre spesifik büyüme oranına (%) ve canlı ağırlık kazancına (g balık-1) etkileri

Table 8. The effects of various dozes (in the rates 3% and 4% of pool individual weights) of fish feeding on the average weight (g), specific growing rate on the starting condition (%) and individual gaining (g fish-1)

Ölçüm Tarihleri	Ortalama Balık Ağırlığı (g)		Spesifik Büyüme Oranı (%)		Canlı Ağırlık Kazancı (g balık ⁻¹)	
	%3 Yemleme	%4 Yemleme	%3 Yemleme	%4 Yemleme	%3 Yemleme	%4 Yemleme
05.12.2013	15,00	15,00	-	-	-	-
25.12.2013	19,40	21,40	1,22	1,69	4,40	6,40
10.01.2014	26,80	26,40	1,57	1,53	11,80	11,40
11.02.2014	36,20	36,90	1,28	1,30	21,20	21,90
07.03.2014	49,78	49,82	1,29	1,29	34,78	34,82

Ot sazın balıklarının canlı ağırlık ölçümü yapılarak verilen yem miktarları ve tarihleri ile bu yem miktarlarına göre hesaplanan yem değerlendirme oranları **Tablo 9**'da verilmiştir. %3 yemleme yapılan havuzlardaki balıklar %4 yemleme

yapılan havuzlardaki balıklara göre yemden daha iyi faydalanmışlardır. Yani %4 yemleme yapılan havuzlardaki yemin bir kısmı balıklar tarafından değerlendirilmeyip, atık olarak havuzlarda birikmiştir.

Tablo 9. Havuz canlı ağırlığının %3 ve %4'üne göre verilen yem miktarları (g havuz-1gün-1) ve yem değerlendirme oranları (%)

Table 9. The nutrition amounts (g pool-1day-1) given according to pool individual weight's 3% and 4%, and nutrition evaluation rates (%)

Tarihler	Yem Miktarı (g havuz ⁻¹ gün ⁻¹)		Yem Değerlendirme Oranları	
	%3 Yemleme	%4 Yemleme	%3 Yemleme	%4 Yemleme
05.12.2013-25.12.2013	27,00	36,00	2,05	1,88
25.12.2013-10.01.2014	35,00	51,36	1,34	2,91
10.01.2014-11.02.2014	48,24	63,36	2,74	3,22
11.02.2014-07.03.2014	65,00	87,08	1,91	2,70
Deneme sonundaki yem değerlendirme oranları			2,03	2,73*

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmadan elde edilen sonuçlar göstermiştir ki; ot sazani yetiştiriciliğinde kullanılan havuz suyunu salata-marul üretiminde başarılı bir şekilde kullanmak mümkündür. Christopher vd. (2014)'de resirküle akuakültür balık üretiminde kullanılan suyun, içerdiği yüksek besin elementleri nedeniyle özellikle sebze yetiştiriciliğinde başarılı bir şekilde kullanılabilceğini belirtmiştir. Havuz canlı ağırlığının %4'ü kadar yemle beslenen ot sazan balıklarının suyunun resirküle edildiği kanallarda yetişen salata-marul çeşitlerinin ortalama bitki ağırlığı ve toplam verimi havuz canlı ağırlığının %3'ü kadar yemle beslenen uygulamaya göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi balıkların aşırı beslenmesi sonucu çıkan atıklar değil, tam tersi kullanmadığı yemlerin suya kattığı besin maddeleridir. Deneme sonucundaki yem değerlendirme oranlarına bakıldığında zaman canlı ağırlığının %3 'ü kadar yemleme yapılan ot sazan balıklarının yem değerlendirme performanslarının daha iyi olduğu görülmektedir.

Artık vd. (2002), salata- marul bitkilerinin nitrat içeriği en yüksek sebzelerden olduğunu (>1000 ppm) ve risk taşıdığını bildirmektedir. Venter (1978)'e göre marul yapraklarındaki nitrat değeri 282-3520 mg NO₃ kg⁻¹ taze ağırlık (ppm) olarak değişmektedir. Beslenme yolu ile alınan nitrat konsantrasyonunun yüksek olması durumunda ya doğrudan bağırsak zarlarının parçalanmasına neden olabilmekte ya da nitrite dönüşerek kandaki oksijen taşınımını engellemektedir. Ayrıca vücutta nitrosaminlere dönüşerek kanserojenik etki yapabilmektedir. Özellikle bu durum yaprakları yenen sebzeler için nitratin yapraklarda birikmesinden dolayı önemli olmaktadır. (Tüzel vd., 2011). Çalışmamızda uygulamaların salata-marul bitkisinin yapraklardaki nitrat içeriğine etkisi incelendiği zaman uygulamalar arasında fark olmadığı görülmüştür, nitrat değerleri en düşük 91,84 ppm, en yüksek 125,32 ppm olarak bu değerlerin oldukça altında çıkmış, akuponik çalışmamızdan elde edilen bitkilerin nitrat kalıntısı riski taşımadığı ortaya konmuş, Tüzel vd. (2011)'nin toprakta yapmış oldukları organik salata-marul yetiştiriciliğine oldukça benzeyen sonuçlar elde edilmiştir. C vitamini içeriği bakımından uygulamaların birbirine yakın ve oldukça yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu sonuçlar; Kardüz vd. (2015)'nin düzenli besleme programı uyguladıkları salata-marul yetiştirdikleri topraksız tarım çalışmasından elde edilen sonuçlarla oldukça benzerdir.

Araştırmada düzenli yapılan ölçümlerde havuzlardaki pH seviyesinin 7,25 ile 8,05 arasında değiştiği (Tablo 4) tesbit edilmiştir. Tyson vd. (2004) akuakültür sistemlerde pH'ın 6,5-8,5 hidroponik sistemlerde pH'ın 5,5-6,5 arasında olmasını tavsiye ederken, akuaponik çalışmalarında pH'ın 6,5-7 arasında olmasının hem balık, hem de bitki yetiştiriciliği için uygun bir pH derecesi olduğunu belirtmektedir. Akuaponik uygulamalarında bu yüksek pH sebebiyle demir, mangan gibi elementlerden bitki yeterince faydalanamaz. Ancak salata-

marul grubu bitkilerin yetiştirme süresi kısa olduğundan bu elementlerin noksanlığı hissedilmemektedir. Daha uzun ömürlü sebzelerle yapılacak akuaponik çalışmalarında bazı elementlerin yaprak gübrelemesi şeklinde takviyesi gerekli olabilir. Pantanella vd. (2012)'nin hidroponik marul üretimi ile iki farklı balık yoğunluğuna sahip akuakültür uygulamasını karşılaştırdıkları araştırmada, akuponik sistemde üretilen bitkilerde fosfor seviyesinin daha düşük olduğunu, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum içeriğinin daha yüksek olduğunu tesbit etmişlerdir.

Sazan balığı yetiştiriciliği için ideal pH derecesi aralığı 7-8, suda çözülmüş oksijen içeriğinin 5-6 mg l⁻¹'nin altında olmaması ve su sıcaklığının 18°C'nin üstünde olması durumunda ise kontrollü yem aldığı devamlı bir büyüme gösterdiği bildirilmektedir (Anon., 2008). Araştırmamızda her iki uygulama havuzunda bu değerler oldukça yakın bir şekilde sağlanmıştır (Tablo 4).

Havuzlardaki canlı ağırlık toplamının %3'ü ve %4'ü kadar farklı uygulanan yemleme dozlarında; ortalama balık ağırlıkları, spesifik büyüme oranları ve canlı ağırlık kazançları birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Bu nedenle %1 fazla verilen yemin balıklar tarafından yeterince büyümeye katkı sağlamadığı ve yem kaybına dolayısıyla ekonomik kayıba neden olduğu sonucuna varılabilir. Deneme sonundaki yem değerlendirme oranına göre; %3 yemleme yapılan balıkların, yemden daha iyi yararlandığı görülmektedir.

Akuaponik Dünya'da Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Malezya gibi ülkelerde oldukça rağbet gören bir uygulamadır. Özellikle ABD'de hem ticari hemde hobi amaçlı pek çok uygulaması vardır. Akuaponik sistemlerinde bitki yetiştirme diğer topraksız tarım yöntemlerine göre daha kolaydır. Çünkü diğer sistemlerde gübre dışarıdan ek olarak verildiği için devamlı bir izlenme gerektirir ve bazen element noksanlıkları sorunları ile karşılaşılır. Akuaponik sistemlerde; ekolojik dengenin sağlanması nedeniyle bu üretim sisteminde hastalık ve zararlı çıkışı minimum düzeyde olmaktadır. Verimlilik geleneksel hidroponik üretim yöntemleri kadar iyidir. Ticari gübre kullanımının olmadığı, yine balıkların ölümüne sebep olabileceği düşüncesi ile tarım ilaçları kullanılmadığı için topraksız tarım üretiminin organik tarım gibi doğaya dost bir şekilde yapılmasını sağlar. Eğer çok mecbur kalınırsa doğa dostu mücadele yöntemleri ve ilaçları tercih edilir.

Günümüzde özellikle modernleşen toplumlarda insan ve çevre sağlığına dost tekniklerle üretim yapılmış ürünlere talep gittikçe artmaktadır. İyi Tarım Uygulamaları (ITU) şeklinde adlandırılan bu üretim şeklinde yetiştiricilik faaliyetlerinin çevre ile dost olması ve toprak, su gibi mevcut kaynakları en elverişli şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu çerçevede balık ve bitkinin entegre edildiği bir kültür sistemi olan akuaponik, iyi tarım uygulamaları prensiplerine uyan önemli bir yetiştiricilik faaliyetidir.

KAYNAKÇA

- Anonymous (2008). Sazan (Denizcilik). MEGEP (Mesleki Eğitim Ve Öğretimin Güçlendirilmesi Projesi). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Artık, N., Poyrazoğlu, E.S., Şimşek, A., Kadakal, Ç., & Karakacier, M. (2002). Enzimatik yöntemlerle bazı sebze ve meyvelerde nitrat düzeyinin belirlenmesi. *Gıda*, 27 (1):5-13.
- Ayık, Ö., Atamanalp, M., Kocaman, M., & Kocaman, B. (2006). Sapaca Deresi (Erzurum, Uzundere) üzerinde kurulan alabalık üretim çiftliklerinin dere suyu ve çevreye etkileri üzerine bir araştırma. 1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 7-9 Şubat 2006, Antalya: 501-507.
- Christopher, Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli A. (2014). Small-scale aquaponic food production (Integrated fish and plant farming). *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 589. ISSN 2070-7010. Rome.
- Diver, S. (2006). Aquaponics –integration of hydroponics with aquaculture. Publication No. IP163. ATTRA, National Sustainable Agriculture Information Service, 25 pp.
- Efe, E., Bek, Y., & Şahin, M. (2000). SPSS'te çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No:10. Kahramanmaraş.
- Eltez, R.Z., Tüzel, Y., Tüzel, İ.H., Gül, A., & Demirelli, A. (2002). Besleyici film tekniğinde (NFT) sürekli ve fasıllı akışın domates yetiştiriciliğinde verim,kalite ve su tüketimine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 39(1):17-24.
- Fresenius W, Quentin, K. E., & Schneider, W. (1988). *Water Analysis. A Practical Guide to Physicochemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance*. Springer-Verlag, Berlin.
- Gül, A. (2008). *Topraksız Tarım*. Hasad Yayıncılık. ISBN 978-975-8377-66-4
- Hamzçebi, S., Serezli, R., & Alparslan, M. (2015). Jeotermal enerjinin sürdürülebilir akuakültür sistemlerinde kullanımı. 1. Uluslararası Avrasya Enerji Sorunları Sempozyumu. 28-30 Mayıs 2015. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Yayın No: 3. Sayfa 274-292.
- Kardüz, Y., Tüzel, Y., & Öztekin, G.B. (2015). Kapılar sistemde Salata-Marul yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulaması. *Ege Üniv. Ziraat Fak.Dergisi*, 2015, 52 (2):151-159. ISSN 1018-8851.
- Kerim, M., & Ustaoglu Tırlı, M. (2009). Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Akuaponik Uygulamaları. Xv. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz 2009, Rize. www.akuademi.net.
- Korkut, A. Y., Kop, A., Demirtaş, N., & Cihaner, A. (2007). Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. *ge Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24 (1-2):201-205.
- Pantanella, E., Cardarelli, M., Colla, G., Rea, E., & Marcucci, A. (2012). Aquaponics vs. Hydroponics: production and quality of lettuce crop. *Acta Hort.*927. Vol:2. ISBN: 978-90-66057-24-1. doi: [10.17660/ActaHortic.2012.927.109](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.927.109)
- Pearson, D. (1970). *The Chemical Analysis of Foods*. Chemical Publishing Co Inc, New York, USA.
- Rakocy, J. E., Masser M. P., & Losordo, T.M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. SRAC Publication No:454.
- Sfetcu, L., Cristea, V., & Oprea, L. (2008). Nutrients dynamic in an aquaponic recirculating systems for sturgeon and lettuce (*Lactuca sativa*) production. *Lucrari Ştiinţifice Zootehnie şi Biotehnologii*, Vol. 41 (2), Timişoara.
- Tekinay, A.A. Öztürk, Ş., Güroy, D., Çevik, N., Yurdabak, F., Güroy, B.K., & Özdemir, N. (2006). Göllerde yapılan balık Yetiştiriciliğinin çevresel etkileri. 1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 7-9 Şubat 2006, Antalya: 329-335.
- Tüzel, Y., Öztekin, G. B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö.G., Anaç, D., & Kayıkçioğlu, H.H. (2011). Organik Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Agril Örtü ve Bazı Gübrelerin Verim, Kalite, Yaprak Besin Madde İçeriği ve Toprak Verimliliği Özelliklerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 17(2011) 190-203. Ankara.
- Tyson, R.V., Simonne E.H., White, J.M., & Lamb, E.M. (2004). Reconciling water quality parameters impacting nitrification in aquaponics: the pH levels. *Proc.Fla.State Hort. Soc.* 117:79-83.
- Uysal, N., & Bekcan, S. (2006). Tilapya Balığı (*Oreochromis niloticus* L.) Yavrularının Balık Unu Yerine Farklı Oranlarda Soya Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenmesinin Büyüme Parametrelerine Etkisi. *Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi* 2006, 12 (1) 93-100.
- Venter, F. (1978). Untersuchungen über den nitrat gehalt in gemüse. *Der Stickstoff* 12: 13-38