



Akuakültürde Akuaponik Sistemler ve Önemi^a

Hilal KARGIN^{1*}, Murat BİLGÜVEN²

¹Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü Mersin, Türkiye,

²Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü Mersin, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-1423-0881

e-posta (Corresponding author e-mail): hkrqylmz@mersin.edu.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0002-4909-2212

e-posta (Author-s e-mail): mbilguven@mersin.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 15.09.2017; Kabul Tarihi (Accepted): 03.01.2018

Öz: Yetiştiricilikte su kaynaklarının doğru kullanımı, bilinçli gıda üretimini de beraberinde getirmektedir. Akuakültürde resirküle sistemlerin kullanımı optimum miktarda su ihtiyacını karşılmasına rağmen, yetiştiricilik ile ortaya çıkan atıklar akuatik sistemdeki canlılara zarar verebilmektedir. Bu nedenle yetiştiricilik tanklarındaki atıklar ortamdan uzaklaştırılmakta ve doğaya verilmektedir. Bu da çevre kirliliğini arttırmaktadır. Son zamanlarda bu soruna çözüm olarak geliştirilmiş olan akuaponik sistemler oldukça önem kazanmıştır. Akuaponik sistemler akuakültür (sucul yetiştiricilik) ve hidroponik (topraksız tarım) sistemlerin entegrasyonu ile meydana gelen bir polikültür sistemidir. Akuaponik sistemler, suyun akuakültürde ve bitki tarımında sürekli bir döngü içinde, sürdürülebilir kullanımını sağlar. Akuakültür tanklarında biriken nutrientce zengin atıklar, bitkilerin büyümesi için gerekli doğal gübreyi sağlarken, akuatik canlılar için zararlı olan amonyak, bitkiler ve yararlı bakteriler tarafından sudan uzaklaştırılmaktadır. Zararlı atıklardan arındırılmış su tekrar akuakültür tanklarına verilerek, akuatik ortamın ihtiyacı olan temiz su sağlanmaktadır. Akuakültür ortamında oluşan doğal gübre ise, bitkilerin amonyak ihtiyacını karşılamaktadır. Akuaponik sistemde tilapya, koi, japon balığı, sazan, tatlısu levreği, yayın, karabalık gibi akuatik canlılar ile marul, ıspanak, roka, fesleğen, nane, su teresi, domates, biber, salatalık, fasulye, bezelye ve kabak gibi bitkiler yetiştirilebilmektedir. Sistemin su parametreleri yaklaşık olarak; sıcaklık 24 o C, pH 7, çözülmüş oksijen 6,2 mg/L olmalıdır.

Akuaponik sistemlerde hormon, herbisit, pestisit ya da suni gübre kullanılmadan yapılan yetiştiricilik ile çevre kirlilik yükü azaltmakta ve ekolojik ürünler yetiştirilmesine olanak sağlanmaktadır. Ayrıca akuaponik sistemler, standart bitki yetiştiriciliğinde harcanan sudan %90 daha az su kullanımını sağlamakta ayrıca çok yönlü uyarlanabilir sistemler olduklarından küçük ya da büyük ölçekli farklı tasarımlar geliştirilebilmektedir. Bu derlemede, akuaponik sistemlerin farklı tasarımlarına ve geliştirilmiş dizayn örneklerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akuakültür, sürdürülebilir yetiştiricilik, akuaponik sistemler, akuaponik sistem tasarımları.

^a Kargin, H. ve Bilgüven, M. 2018. Akuakültürde Akuaponik Sistemler ve Önemi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 159-173.

Place and Importance of Aquaponic Systems in Aquaculture

Abstract: Conscious food production in aquaculture requires correct using of water resources. Although recirculated systems provide optimum amount of water in aquaculture, wastes from aquaculture damages to animals and plants in the system. Therefore, wastes in the aquaculture tanks are removed from the system and discharged into the environment. These type of waste discharges increase pollution load of the environment. Aquaponic systems which had developed to solve this problem have come into prominence recently.

Aquaponic systems are polyculture systems which consist of integrating aquacultural and hydroponic systems. Aquaponic systems make possible to using sustainably and continuously recirculation of water between aquaculture and plant agriculture. Discharging water from aquaculture tanks which is rich in nutrient supply natural fertilizer to growth of plants. Also plants and useful bacteria remove using ammonia which is harmful for aquatic organisms, from water. Clean water which is required in aquatic environment is supplied giving treated water into aquaculture tanks again. Natural fertilizer which consist of in aquaculture tanks supply ammonia requirements of plants. Tilapia, koi fish, goldfish, carp, perch fish, catfish, North African catfish, etc. are cultured with lettuce, spinach, arugula, basil, mint, watercress, tomato, pepper, cucumber, bean, green pea, zucchini etc. in aquaponic systems. Temperature, pH and dissolved oxygen of the water should be 24 o C, 7.0 and 6.2 mg/L respectively in the system, approximately.

Aquaculture without hormone, herbicide, pesticide and artificial fertilizer in aquaponic systems decreases pollution load of the environment and makes possible to cultivating ecological productions. In addition, aquaponic systems makes possible to use 90% lesser water than standard plant cultivation. Small or big scale different designs can be developed for aquaponic systems. Different and developed sample designs of aquaponic systems have been reviewed in the study.

Keywords: Aquaculture, Sustainable Aquaculture, Aquaponic Systems, Aquaponic Systems Designs.

Giriş

Dünyada su kaynaklarının insanlar tarafından bilinçsiz kullanımı, plansız endüstrileşme ve kimyasal atıkların doğaya salınımı gibi nedenlerden dolayı kullanılabilir su kaynakları hızla kirlenmektedir. Bu olumsuz durum su ürünleri sektörüne de yansımış ve kullanılan suyun korunması için önlemlerin alınmasına gerek duyulmuştur. Su Ürünleri kanununda da yer alan işletmelerin kapasitelerine göre çökertme havuzu yapması veya arıtma tesisi kurması bu önlemlerden birkaçıdır (Anonim 2009b). Bu sayede kullanılan suyun doğaya zarar verecek kirleticilerden arındırılması amaçlanmaktadır. Bunların dışında aynı amaç için çeşitli sistemler de geliştirilmiştir. Akuaponik ve hidroponik (topraksız tarım) uygulamaları bu sistemlerden bazılarıdır ve çevre dostu bu sistemler suyun doğaya zarar verecek kirleticilerden arındırılmasını sağladığı için; topraksız tarım giderek su ürünleri sektöründe önem kazanmaktadır. Özellikle su ürünleri sektörünü ilgilendiren akuaponik sistem, akuakültür ve hidroponik sistemlerin birleşimi olarak tanımlanır (Sfetcu ve ark., 2008).

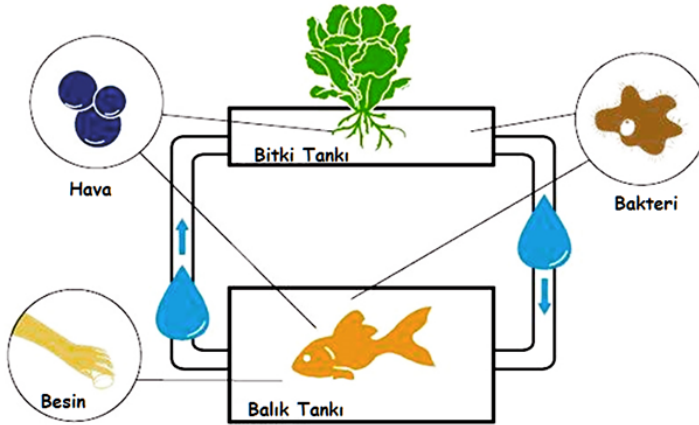
Akuaponik sistem, su ürünleri yetiştiriciliği (akuakültür) ile topraksız tarımın (hidroponik sistem) birleştirilmesiyle elde edilen alternatif bir sürdürülebilir üretim yöntemidir. Akuakültür sistem ile hidroponik sistem arasındaki su geçişi kontrollü yapıldığından birbirlerini olumsuz etkilemeleri de önlenmektedir. Akuakültür kısmında oluşan balık atıkları ayrıştırılarak hidroponik kısımdaki bitkiler beslenmektedir.

Akuaponik sistemin sağlıklı bir şekilde işemesi için suyun temiz ve mineral yönünden dengelenmiş olması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir akuaponik sistem için güneş paneli şarttır. Güneş paneli ile elde edilen elektrik su devir daim pompasını çalıştırmakta ve bu şekilde akvaryumdaki su bitkilerin içinden geçerek devir daim olmaktadır.

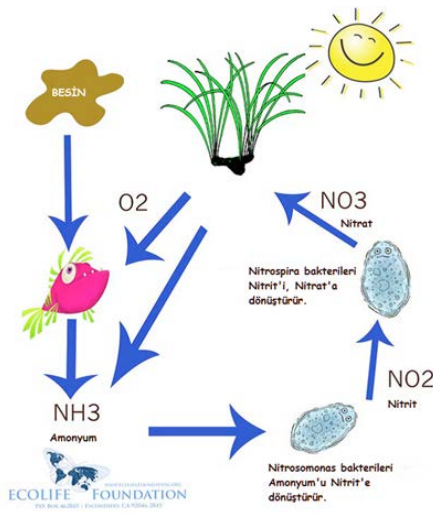
Akuakültürde sağlıklı balık yetiştirmede temiz suya ihtiyaç vardır. Ancak yetiştiricilik faaliyetleri sırasında oluşan atık ürünler sudaki kirlilik riskini arttırabilmektedir. Karasal ortamlarda yarı kapalı ya da kapalı devre sistemlerde balık yetiştiriciliğinde balıkların metabolik aktiviteleri sonucu ortaya çıkan atık ürünlerin doğal ortama direk karışımını önlemek ya da azaltmak için akuaponik adı verilen balık-bitkisel ürün entegre sistemleri kullanılmaktadır.

Akuaponik sistem hidrofonik tarımı akuakültürle birleştirir. Sistemde kullanılan su, bitki ve balık tankları arasında döngü halindedir. Balık atıkları bitkiler için doğal gübre işlevi görürken, bitkiler ve yararlı bakteriler ortamdaki amonyağı ve diğer azotlu bileşikleri sudan uzaklaştırır. Böylece su, balıklar için temiz hale getirilir. Akuaponik sistemde bitkiler, balık atıklarını yararlı bakteriler yardımıyla besine dönüştürürken, aynı zamanda suyu biyolojik olarak arıtmaktadır (Mukherjee, 2013) (Şekil 1).

Akuaponik sistemler dengeli ve verimli bir sistem oluşturmak için azot döngüsünü kullanırlar. Balıklar yemi sindirdikten sonra oluşturdukları atıklar amonyak formunda olup, balıklar için toksiktir. Balık atıklarında bulunan amonyak nitrosomona bakterileri tarafından nitrite, nitrit ise nitrospira bakterileri tarafından nitrata çevrilir. Bitkilerin büyümesi için gerekli azot, suda bulunan bitki kökleriyle alınarak nitritten karşılanır (Şekil 2). Azot formlarından arınan su, balıklar için uygun bir kaliteye geldikten sonra balık tanklarına girer (Ecolife, 2012).



Şekil 1. Akuaponik Sistem Şeması (Aquaponicsplan, 2015.)



Şekil 2. Akuaponik sistemde azot döngüsü (Ecolife, 2012)

Akuaponik Sistemlerin Tarihçesi

Akuaponik sistemler ilk olarak Azteklere ait Chinampa adlı tarım metodu (Chinampa; daha çok tarım alanı yaratmak için Aztek şehirlerinin etrafındaki bataklıkların saz ve toprak ile kurularak adacık haline getirilmesiyle kazanılan arazilerdir) olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2009c). Bazı araştırmacılara göre ilk örnek Mısırlılara aittir (Anonim 2009d). Bu sistem Çin, Tayland gibi Uzakdoğu Ülkelerinde uzun yıllardan beri, çiftlik artıklarının besin olarak kullanıldığı su basmış pirinç tarlalarında balık yetiştiriciliği şeklinde yapılmaktadır (Anonim 2009e). Batıda ise, New Alchemy Enstitüsü'nde atık su yönetiminde bitkisel üretiminin kullanılması üzerine yapılan çalışmalarla başlamıştır. Bu araştırmalarda balık atıklarının bitki üretiminde gübre olması fikrinden yola çıkılmıştır. Akuaponik sistemler üzerine literatür bilgisi 1970'li yıllarda yayınlanmaya başlanmış ve 1974 yılında, The Journal of New Alchemists dergisinin 2. ve 3. sayılarında William Mc Larny tarafından “Balık Havuzlarının Verimli Sularıyla Bahçe Bitkilerinin Sulanması” ve “Balık Havuzlarının Verimli Sularıyla Bahçe Bitkilerinin Sulanması Üzerine Denemeler” adlı makaleler yayınlanmıştır (Anonim 2009f). 1985 yılında ise Kuzey Carolina Üniversitesinde Domates ve diğer bitki türleri ekilmiş olan kum biyo filtre içinden Tilapia Havuzlarından gelen atık suyun geçirildiği sistemle bilinen ilk kapalı devre akuaponik sistem oluşturulmuştur (Anonim 2009e).

Akuakültürde Akuaponik Sistemlerin Önemi

Akuaponik sistemlerde 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 bitkiler besleyici elementlerden faydalanırlar. Su bitkiler tarafından filtre edilir ve bitkiler yetiştiricilik ünitesinin arıtma ünitesi görevini görürler. Bitkiler tarafından arıtılan suyun kirlilik yükü azalmış olur. Sistem, akuakültürde kullanılan suyun borular vasıtasıyla bitkilerin yetiştirildiği tanklara getirilmesi ya da borulara bitkilerin konulacağı kadar

genişlikte delikler açılıp buraya yerleştirilmesi şeklindedir (Şekil 3) (Backyard Aquaponics 2007).



Şekil 3. Akuaponik sistemde bitkilerin yerleştirilmesi (Backyard Aquaponics 2007)

Akuaponik Sistem Çeşitleri

Akuaponik sistemler çok yönlü uyarlanabilir sistemler olduklarından küçük ya da büyük ölçekli farklı tasarımlar geliştirilebilir. Akuaponik sistemlerde 5 temel yöntem vardır. Temel bileşenleri akvaryum ve bitki yatakları oluşturur. Filtrasyon, tesisat, bitki yatağının tipi ve miktarı, su dolaşımı, havalandırma sıklığı kullanılacak sistemdeki ihtiyaca ve sistem türüne göre değişiklik göstermektedir (Mukherjee, 2013).

Tablo 1. Farklı Yetiştiricilik Sistemleri ve Karşılaştırılması (FAO, 2014)

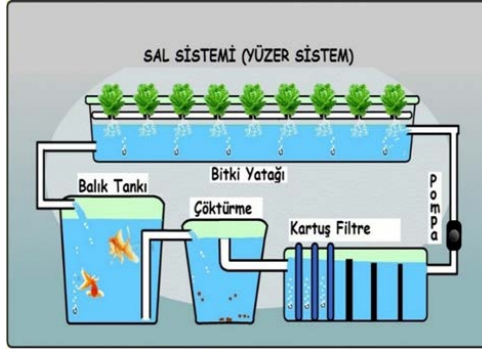
Farklı Yetiştiricilik Sistemlerinin Karşılaştırılması			
a) Topraklı Yetiştiricilik	b) Hidroponik	c) Yoğun Akuakültür	d) Akuaponik
<ul style="list-style-type: none"> • Yabani otlar yetişir. • Düzenli aralıklarla ve büyük miktarlarda suya ihtiyaç duyulur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bitkinin ihtiyacı olan besin insan eliyle hazırlanır ve tuz, kimyasal ve iz elementler kullanıldığı için pahalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suya salınan balık dışkıları, ortamın amonyak seviyesini yükseltir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ucuz balık yemi kullanarak akuatik canlıları ve bitkileri büyütebiliriz.
<ul style="list-style-type: none"> • Toprağın bileşimi, gübrenmesi ve su ihtiyacı hakkında bilgi toplamak gerekir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kullanılan besin oldukça güçlü maddeler içerdiği için pH seviyesi elektronik cihazlarla sürekli ölçülerek kontrol altına alınmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sağlıksız ortamda bulunan balıklar hastalığa eğilimlidir ve genellikle ilaç tedavisi gerektirir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akuaponik sistemlerde ilk aylar çok önemlidir. Sistemde ilk aylardan sonra balık ya da bitkilerde stres görüldüğünde pH ve amonyak ölçümleri yapmak yeterlidir.
<ul style="list-style-type: none"> • Kazma, toprağı sürme işlemleri zorunludur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazla besinin uzaklaştırılması için su periyodik olarak deşarj edilmeli ve bitkiler için suyun toksik 	<ul style="list-style-type: none"> • Tahliye edilen kirlı su akarsulara ya da yeraltı sularına pompalanır ve su kaynaklarını kirleterek tahrip eder (FAO, 2014). 	
<ul style="list-style-type: none"> • Zararlı böcekler ve onları uzaklaştırmak için pestisitler kullanılmaktadır (FAO, 2014). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bitkilerin Pythium adı verilen kök çürümesi hastalığına eğilimi oldukça yüksektir (FAO, 2014). 		

Sal Sistem

Yüzer sistem olarak da bilinen bu sistemde bitkiler strafor üzerinde yetiştirilmektedir (Şekil 4,5). Bitki tankı çoğu zaman akvaryum tanklarından ayrı bir yerde bulunur. Su sürekli olarak balık tankından bitkilere ve filtrasyon sistemine ve tekrar balık tankına doğru akmaktadır (Anonim, 2015b).

Yararlı bakteriler salların bulunduğu tankta ve sistemin diğer kısımlarında yaşamaktadır. Sal tankındaki ekstra su hacmi balık tankında oluşabilecek stres ve su kalitesindeki problemlerde tampon görevi görür. Bu da sal sisteminin en büyük avantajlarından biridir. Sal sistemi metrekaşe başına oldukça yüksek ürün veren bir sistemdir (Anonim, 2015b).

Ticari bir sistemde sal tankları oldukça geniş alanları kaplar ve sera tabanı en iyi şekilde kullanılabilir. Başlangıçta bitki fidanları salların bir ucuna yerleştirilir. Sallarda yetişen olgun bitkiler itilerek, tankın bir ucuna geçmesi sağlanır. Böylelikle tankın bir ucunda yeni fideler ekilirken diğer ucunda olgun bitkiler hasat edilmiş olur (Şekil 6). Bu şekilde sistem kendini tekrar eder. Bu yöntem özellikle sera ortamı için istenen bir özelliktir (Anonim, 2015b).



Şekil 4. Sal sistemi (Aquaponicsplan, 2015)



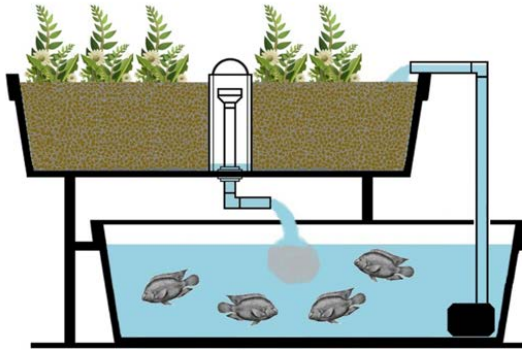
Şekil 5. Strafora yerleştirilen marullar (Hydroponic-Drip-System, 2015)



Şekil 6. Sal Sistemi kullanılarak yetiştirilen çeşitli bitkiler (Hydroponic-Drip-System,2015)

Dolgu Ortam Tankları

Bu sistemde tank veya konteynır çakıl, perlit ya da diğerk dolgu maddeleriyle doldurulmaktadır (Şekil 7). Bitki tankları, periyodik olarak balık tankından gelen suyla doldurulduktan sonra su tekrar balık tankına döner (Şekil 8,9). Tüm atıklar bitki tanklarında bitkiler ve yararlı bakterilerce ayrıştırılmaktadır. Bazen bitki tanklarına solucanlar ilave edilerek ayrışma hızlandırılmaktadır.



Şekil 7. Dolu Ortam Tankları (Hydroponic-Drip-System, 2015)



Şekil 8. Dolgu maddesi içinde bulunan bitki fidesi (Home aquaponics system,2015)

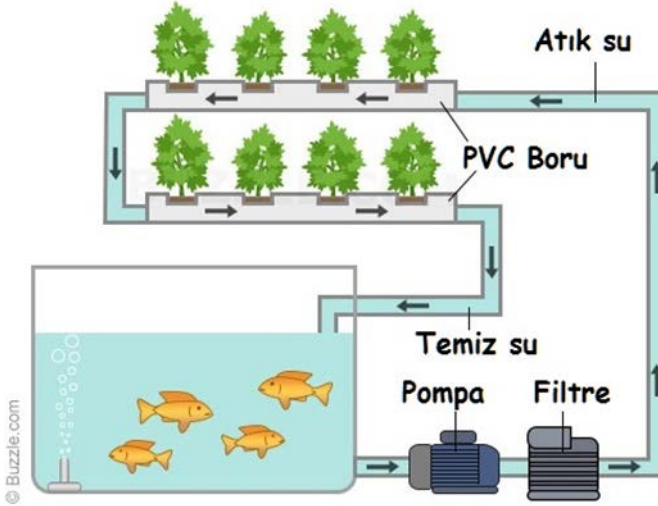


Şekil 9. Dolgu maddesi bulunan tanklarda yapılan yetiştiricilik (Nelson and Pade, 2015.)

Bu basit yöntemde ek filtrasyon kullanılmaz ve kullanılan ekipman oldukça azdır. Ancak elde edilen ürün miktarı diğer yöntemlere nazaran daha düşüktür. Bu nedenle genelde hobi amaçlı uygulanmaktadır (Anonim, 2015b; Backyard Aquaponics, 2011).

Besin Filmi Tekniği (NFT-Nutrient Film Technique)

Bu yöntem bitkilerin uzun ve dar boru kanallarında yetiştirildiği tekniklerdir (Şekil 10). Su yukarıdan aşağıya doğru kanal boyunca ilerlerken bitki için gerekli olan oksijen ve besini köklere iletir. Bitkiler tarafından filtre edilen su, tekrar balık tankına doğru ilerler. Yararlı bakterilerin yaşaması için yeterli alan bulunmadığından, sisteme ayrıca biyolojik bir filtre ilave edilmelidir (Anonim, 2015b; Backyard Aquaponics, 2011).



Şekil 10. Besin Filmi Tekniği (Aquaponic Garden Systems, 2015)

Buna ek olarak, NFT sistemler, borularda oluşabilecek biyolojik atıklardan kaynaklı tıkanmalardan dolayı, büyük hacimli akuaponik sistemler için uygun değildir (Şekil 11, 12).



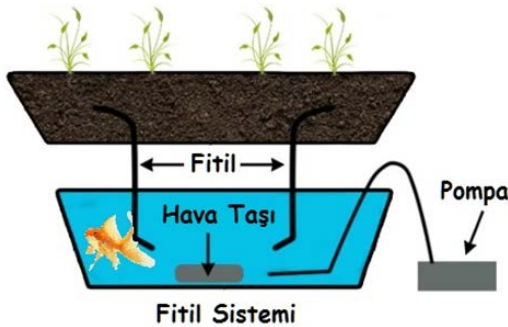
Şekil 11. PVC borularda yetiştirilen bitkiler (Aquaponic Garden Systems, 2015)



Şekil 12. Sera ortamında NFT uygulaması (Home Hydroponic Systems, 2015)

Fitil Sistemi

Suyun emici bir madde vasıtasıyla emilerek köklere taşındığı sistemdir (Gönen, 2013). Genelde hobi amaçlı tercih edilen sistemlerdir (Şekil 13, 14).



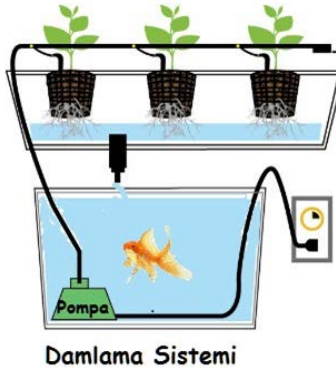
Şekil 13. Fitil Sistemi (Solucan çayı ve akuaponik sistemler, 2015)



Şekil 14. Fital Sistemiyle yapılan yetiştiricilik (Hydroponic-Drip-System, 2015)

Damlama Sistemi

Sulama sistemine benzeyen bu yöntemde geleneksel tarımda kullanılan damlama methodu kullanılarak bitki sulanır (Gönen, 2013) (Şekil 15).



Şekil 15. Damlama Sistemi (Hydroponic-Drip-System, 2015)

Akuaponik Sistemde Kullanılan Bitki ve Balıklar

Akuaponik sistemlerde üretilen su hayvanları tüketim ya da süs amaçlı olabilir. Yine seçilen türler omnivor ya da herbivor beslenen tatlısu türlerinden tercih edilmesi gerekmektedir. Tercih edilecek bitki türleri ise marul, nane, roka gibi yapraklı tüketimlik bitkiler ya da domates, biber gibi sebzelerden seçilmelidir (Rakocy ve ark., 1992).

Bu amaçla sisteme en uyumlu balık ve bitki türleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **Balıklar:** Akuaponik sistemlerde tercihen tatlısuda yaşayan balık ve bitki türleri kullanılmıştır. Bu sistemde kullanılan balık türleri arasında; *Maccullochella pealii pealii* (Morina balığı), *Bidyanus bidyanus* (Gümüş Levrek), *Macquaria ambigua* (Altın Levrek), *Salmo trutta fario* (Dere balığı), *Salmo salor* (Atlantik Salmonu), *Perca fluviatilis* (Tatlısu Levreği), *Oncorhynchus mykiss* (Gökkuşağı alabalığı),

Ctenopharyngodon idella (Ot sazanı), Hypophthalmichthys molitrix (Gümüş sazanı), Koi ve Tilapia (Oreochromis sp.) sayılabilir. Akuaponik Sistemlerde en yaygın kullanılan balık türü Tilapyadır. Bunları sırasıyla Koi, Japon balığı, Melek balığı, Guppy, Tetra, Moli, Sazan, Tathısu levreği, Yayın, Karabalık ve Kerevit izler.

- **Bitkiler:** Akuaponik Sistemlerde kullanılan bazı bitki türleri ise; İtalyan fşleğeni, Mor Fesleğen, Tayland Fesleđeni, Çin Maydonozu (Kışniş otu), Fenk Maydonozu, İtalyan Maydonozu, Frenk Soğanı (Sarımsak), Limon otu, Nane, Dere Otu, Su teresi, Marul, Roka, Yabani Marul (Hindiba), Kırmızı Marul, Muhabbet Çiçeđi, Güneđik, Kıvrıcık, Lahana, Ispanak, Uzakdoğu Marulu, Çin Lahanası, Tatsoi, Horozibiđi çiçeği, Çin Ispanağı ve Çiçekli Lahanadır. Bu Sistemde kullanılan en yaygın bitki türü marullardır. Ayrıca domates, biber ve salatalık da yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim 2009g). Bununla birlikte Pazı, Nane, Fasulye, Bezelye, Kabak kullanılır (Ecolife, 2012; Rakocy ve ark, 1992).

Akuaponik Sistemin Su Kalitesi Parametreleri

Akuaponik sistemlerde su kalitesi parametreleri yetiştirilecek olan bitki ve balığa göre ayarlanırken, yararlı bakterilerin yaşam şartlarına da uygun olmalıdır.

- **Sıcaklık:** Yetiştirilecek sebze, bitki ya da balık türüne göre su sıcaklığı değişir, yetiştirilecek sebze ya da bitkiye göre optimum sıcaklık 24 °C,
- **pH:** Nitrifikasyonu sürdürmek ve yeterli besin elde etmek için pH 7.0,
- **Çözünmüş oksijen:** Optimum 6.2 mg/L olacak şekilde ayarlanmalıdır (Rakocy ve ark., 1992).

Akuaponik Sistemlerde Yapılması Gereken Günlük Kontroller

Akuaponik sistemlerde sistemin devamlılığını sağlamak zor olmamakla birlikte, günlük yapılması gereken rutin görevler bulunmaktadır. Bu işlemlerden bazıları şunlardır:

- Balık besleme
- Bitki tohumlama, hasat
- Gözlem ve izleme
- Su parametreleri kontrol
- Filtre ve sistemlerin temizliđi (Food & Water Watch, 2008).

Akuaponik Sistemler ve Teknolojileri İçin Yararlı İpuçları

Akuaponik sistemlerin en önemli özelliği resirküle sistem sayesinde suyu tekrar kullanması ve tüm sistemde suyun dolaşmasıdır. Bu amaçla sistem kurulurken kullanılan tanklar ve parçalar borularla birbirine bağlanır. Sudaki katı atıkların uzaklaştırılması için, su balık tankına gelmeden önce mekanik filtreden geçer. Mekanik filtreden geçen su amonyağı nitrate dönüştüren biyolojik filtreden geçer. Mekanik ve biyolojik filtrelerle iyileştirilen su balık tankına girer (Food & Water Watch, 2008).

Balıklarda idrar dışkı kanalı ile atılır ancak kanda taşınan atıklar solungaçlar aracılığı ile dış ortama atılır. Balıkların ürettikleri atıkların %50'den fazlası idrardır ve dışkı kanalı

ile amonyak formunda suya bırakılır. Dışarı atılan dışkı heterotrof bakterilerce tüketilerek bitkiler için yararlı olan besinlere ve bileşenlere dönüştürülürler. Fazla miktardaki amonyak balık ve bitkiler için toksiktir. Doğal olarak toprak, su ve havada yaşayan yararlı bakteriler nitrifikasyonla amonyağı önce nitrite daha sonra ise bitkiler için yararlı olan nitrata dönüştürürler. Akuaponik sistemlerde nitrifikasyon bakterileri çakıl, perlit veya yetiştirme tanklarında bulunurlar. Bitkiler kökleri yardımıyla sudaki nitratı hızlıca tüketerek, balıklar için güvenli su ortamının sağlanmasına yardımcı olurlar (Food & Water Watch, 2008).

Kısacası akuaponik sistemi oluşturmak ve işletmek için dikkate edilmesi gereken bazı önemli faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Su kalitesi ve atık yönetimi
- Çözünmüş oksijen
- Sıcaklık
- pH ve alkalinite
- Karbondioksit
- Atık giderme: Amonyak, nitrit, nitrat ve askıda katı madde (Food & Water Watch, 2008).

a) Işık

Bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve gelişimi için uygun aydınlatma çok önemlidir. Bunun için doğrudan tercihen üstten ve bir cam aracılığıyla bitkinin güneş ışığı alması istenir. Güneş ışığından faydalanılamayan durumlarda ise özel floresan lambalar, Led veya HPS ışıklar bitkilerin ihtiyacı olan ışığı sağlayacaktır (Anonim, 2015o).

b) Su Kalitesi

Akuaponik sistemde bitkilerin solunum hızından dolayı su buharlaşma eğilimindedir. Bu nedenle haftalık olarak su seviyesi ve pH kontrol edilmeli gerek duyulursa su ilave edilmelidir (Anonim, 2015o).

c) Bitkiler

Sistemde yalnızca su seven bitkiler kullanılmalıdır. Uygunsuz bitki seçimi köklerde çürüme ve bozulmaya neden olabilir (Anonim, 2015o).

d) Balıklar

Sistemi ilk kurarken Koi ve Japon balığı gibi adaptasyonu yüksek türler kullanmak başlangıç için daha kolaydır. Her türden balık düzenli bir sistemde kolaylıkla yetişebilmektedir. Doğadan alınan balıklar hazır yemleri tüketemeyebilir. Bu amaçla canlı yeme ihtiyaç duyulabilmektedir (Anonim, 2015o).

e) Akuponik Sistemlerde Seranın Önemi

Akuaponik sistemlerde sera kullanılması sistemin devamlılığı için oldukça önemlidir. Seralar genellikle sıcak, soğuk, rüzgâr, yağmur ve böcek saldırısı gibi çevresel koşullara karşı sistemi koruma altına alır. Ayrıca sera yaparken kullanılacak malzeme bölgenin iklim koşullarına göre farklılık göstermekte olup, sera sistemleri oldukça geniş ürün ve model çeşitliliğine sahiptir (Mukherjee, 2013; Food & Water Watch, 2008).

f) Ekolojik Ürün Olarak Akuaponik Sistemler

Akuaponik sistemler tamamen doğal sistemlere dayandığı için, su kaynaklarının kullanımında oldukça çevrecidir. Kapalı devre sistem olduğu için bitki kendi besinini balık tarafından sağlar ve sentetik gübre, tarım ilaçları ya da hormonlara ihtiyaç duyulmaz. Sisteme yapılan tek giriş balık yemiyle sağlanmaktadır. Akuaponik sistemde yetişen

ürünlerde herbisit, böcek ilaçları ve diğer kimyasallar kullanılmadığı için sağlıklı ve güvenli olup, elde edilen ürünler ekolojik ürün olarak değerlendirilmektedir (Mukherjee, 2013; Food & Water Watch, 2008).

g) Sürdürülebilir Ekolojik Tarım Olarak Akuaponik Sistemler

Akuaponik sistemler enerji ve alanı verimli bir şekilde kullanan, minimum su harcayarak, minimum atık oluşturacak şekilde tasarlanmış resirküle sistemlerdir. Kapalı ortam veya sera ortamında yapılan akuaponik sistemler çorak, kayalık araziler üzerine kurulabilmektedir. Sistem kendi kendine yetebildiği için, karbon ayak izi küçüktür. Akuaponik sistemden çıkan katı atıklar toprağı zenginleştirmek amacıyla geleneksel tarım çiftliklerine satılabilir. Sistemin kurulacağı alanın su kaynağına yakın olması ya da drenaj sistemine ihtiyacı yoktur. Ayrıca geleneksel tarımda kullanılan sudan %80-90 daha az su kullanılmaktadır (Mukherjee, 2013; Food & Water Watch, 2008).

Sonuç

Akuaponik sistemler sürdürülebilir tarım için oldukça elverişli ekolojik sistemlerdir. Sistemde su yeniden kullanılarak, doğal balık atıkları ile bitkilerin gübre ihtiyacı karşılanır ve su tüketimi en aza indirilir. Sistemde hormon, herbisit, pestisit ya da suni gübre kullanılmadan yapılan yetiştiricilik çevrenin kirlilik yükünü azaltmakta ve ekolojik ürünler yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Akuaponik sistemler, topraklı bitki yetiştiriciliğinde harcanan sudan, %90 daha az su kullanımını sağlamaktadır. Aynı zamanda, akuaponik sistemlerin yaygınlaştırılması, doğal su kaynaklarının korunmasına da büyük bir katkı sağlar ve çok yönlü uyarlanabilir sistemler olduklarından küçük ya da büyük ölçekli farklı tasarımları geliştirilebilmektedir. Ancak tasarımların uygulamalarında, sistemin kurulacağı yer ve kullanılan malzemelerin maliyeti yüksek olmaktadır. Bunun yanında, sistemde meydana gelebilecek elektrik kesintileri, borularda tıkanma, su kalitesinde ani bozulmalara yol açarak, akuatik canlıların ölümüne yol açabilmektedir. Bu sorunların önüne geçebilmek için, sürdürülebilirlik sağlanmalıdır. Akuaponik sistemin sağlıklı bir şekilde işlemesi için suyun temiz ve mineral yönünden dengelenmiş olması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir akuaponik sistem için güneş paneli şarttır. Güneş paneli ile elde edilen elektrik su devir daim pompasını çalıştırmaktadır. Bu şekilde akvaryumdaki su bitkilerin içinden geçerek devir daim olmaktadır.

Dünyada yıllardır kullanılan akuaponik sistemler, ülkemiz için oldukça yeni olup, ülkemizde akuaponik sistemlerle ilgili yapılan çalışmalar genellikle hobi amaçlı yürütülmektedir. Bu nedenle yeterli bilgi kaynağı bulunmamaktadır.

Karasal ortamlarda yarı kapalı ya da kapalı devre sistemlerde balık yetiştiriciliğinde balıkların metabolik aktiviteleri sonucu ortaya çıkan atıkların doğal ortama direkt karışımını önlemek ya da azaltmak için balık-bitkisel ürün entegre sistemleri”akuaponik” kullanılmalıdır.

Kaynaklar

- Aquaponics, 2006. Integration of Attra Hydroponis with Aquaculture. By Steve Diver NCAT Agriculture Specialist Published 2006. www.attra.ncat.org.
- Aqua-Vegeticulture System, 2009. (<http://www.fadr.msu.ru/rodale/agsieve/txt/vol11/3/art7.html>, 16.07.2015)

- Aquaponics, 2009. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Aquaponics>, 17.07.2015)
- Aquaponics Commercial Systems, 2012. (<http://www.ecofilms.com.au/wp-content/uploads/2012/01/lettuce-floating-raft2.jpg>, 17.07.2015).
- Aquaponics, 2013. (<https://www.youtube.com/watch?v=9UDHHSn8zKE>, 17.07.2015).
- Aquaponicsplan, 2015. Diy Aquaponics System plants (<http://aquaponicsplan.com/wp-content/uploads/2013/05/organic-aquaponics-1.jpg>, 17.07.2015).
- Aquaponics, 2015. (<http://www.ecogrow.ca/Flash/FloatingRaft2012.gif>, 17.07.2015).
- Aquaponics USA and Aquaponics World, 2015. (http://www.aquaponicsworld.net/Aquaponics_World_Food_Forever_Farm_Systems_files/Bok%20C%20ho%20growing%20in%20a%20raft%20system.jpg, 17.07.2015).
- Aquaponic Garden Systems, 2015. (<https://www.buzzle.com/.../types-of-aquaponic-systems.html>, 17.07.2015)
- Aquaponics, 2016. The Surprising Benefits and Types of Aquaponic Systems. (<http://www.buzzle.com/images/buzzle/aquaponics-nft.jpg>, 17.07.2015).
- Backyard Aquaponics, 2007. Aquaponics magazine for the backyard enthusiast, Issue 1, 35 s.
- Backyard Aquaponics, 2011. The IBC of Aquaponics. (<http://www.backyardaquaponics.com/Travis/IBCOfAquaponics1.pdf>, 15.04.2015).
- Brett, R. Roe and David J. Midmore, 2008. Sustainable Aquaponics, Issue 103. (http://www.hydroponics.com.au/images/story_i103/103_sustainable_aqua_07.jpg, 17.07.2015).
- Breanne, K. 2016. 4 Easy Ways to Begin Your Own Hydroponics System. (<http://hydroponicsgrower.org/wp-content/uploads/2014/01/1-Hydroponic-Drip-System.jpg>, 17.07.2015).
- Ecolife, 2012. Introduction to Village Aquaponics. (<http://ecolibrary.theplanetfixer.org/docs/aquaponics/introduction-to-village-aquaponics-ecolife-2012.pdf>, 05.03.2015).
- FAO, 2014. Small-Scale Aquaponic Food Production. (<http://www.fao.org/3/a-i4021e.pdf>, 05.03.2015).
- FAO, 2015. Media Bed Aquaponic Unit-Step by Step Description. (<http://www.aquaponics.com/media/media-bed.jpg>, 17.07.2015).
- Food & Water Watch, 2008. RAS Land-Based Recirculating Aquaculture Systems. (http://documents.foodandwaterwatch.org/doc/RAS1.pdf#_ga=1.224870106.1318648469.1443441141,18.01.2015).
- Gönen, S. 2013. Akuaponik Bahçecilik ve Akuaponik Sistemlerin Yaşayan Elementleri: SOLUCANLAR. (<http://solucangubresi.web.tr/makaleler/makaleler-2/akuaponik-bahcecilik-ve-akuaponik-sistemlerin-yasayan-elementleri-solucanlar.html>, 04.01.2015).
- Home aquaponics system, 2015. (<http://homeaquaponicssystem.com/wp-content/uploads/2013/04/media-filled-bed.jpg>, 17.07.2015)
- Home Hydroponic Systems, 2015. (<http://www.homehydrosystems.com/>, 17.07.2015)
- Hydroponic-Drip-System, 2015. (<http://hydroponicsgrower.org/wp-content/uploads/2014/01/1-Hydroponic-Drip-System.jpg>, 17.07.2015).
- Kerim, M., Ustaoglu Tırlı, S., 2009. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Akuaponik Uygulamalar. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz, Rize.
- Mukherjee, S. 2013. Concept Note: Aquaponic Systems and Technologies. Sankalpa Research Center. (http://www.sankalpamfs.org/src/wp/Concept.Note_Aquaponic.Systems.pdf, 15.04.2015).
- Nelson and Pade, 2015. Methods Aquaponics. (<http://aquaponics.com/methods-of-aquaponics/>, 10.02.2015).
- Rakocy, J.E., Losordo, T.M. and Masser, M.P. 1992. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Integrating Fish and Plant Culture. SRAC Publication, No. 454. Southern Region Aquaculture Center, Mississippi State University, Stoneville, Mississippi, USA.

- Russell, B. 2013. Top 10 Benefits of Having Aquaponics at Home. (<http://homeaquaponicssystem.com/wp-content/uploads/2013/04/media-filled-bed.jpg>, 17.07.2015).
- Sfetcu, L., Cristea, V., Oprea, L., 2008. Nutrients dynamic in an aquaponic recirculating systems for sturgeon and lettuce (*Lactuca sativa*) production. *Lucrari Științifice Zootehnie și Biotehnologii*, Vol. 41 (2), Timișoara.
- Solucan çayı ve akuaponik sistemler, 2015. (http://www.woodwormfarms.com/pics/aquaponics_small_frame_manual_eng.pdf, 01.04.2015).

