

DENİZ VE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE NEDEN OLMADAN SÜREKLİĞİNİN SAĞLANMASI

Murat BİLGÜVEN*

Giriş

Geniş bir bölge bağlamında uzun yıllar boyunca fazla bir değişiklik göstermeyen hava koşulları “iklim” olarak adlandırılabilir. Hava ise, dünyanın herhangi bir yerinde ve herhangi bir zamanda yaşanan veya gözlenen atmosferik olayların tümünü kapsamaktadır. Hava ve iklim, insanoğlunun yaşamsal etkinliklerini, refahını ve sağlığını kimi doğrudan kimi dolaylı olarak sürekli etkilemektedir. Öyle ki, insanlar barınma ve temel yaşam gereksinimlerini hava ve iklim koşullarına göre düzenlemiş ve buna uygun bir yaşam tarzı geliştirmiş ve adaptasyon çabası içinde olmuştur. İklim değişikliği ise, “iklimin ortalama davranışından, bazı durumlarda ani olmak üzere istatistiksel anlamda sapması olarak tanımlanabilir. Saptanan bu sapma, etkilerini uzun yıllar boyunca gösterecek ve ne yazık ki insanoğlunu her bakımdan olumsuz etkileyecek bir şekilde gelişmektedir. İklim değişikliğinin temel 2 nedeni; doğal süreçler ve fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve endüstriyel faaliyetler gibi insan kaynaklı etkilerin neden olduğu süreçlerdir. İklim değişikliğinin en önemli nedeni Kyoto Protokolü’nce de denetlenen ve sera gazları olarak da adlandırılan CO₂, CH₄, N₂O, hidroflorokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC) ve sülfür heksafluorid (SF₆) gibi gazlardır. Giderek kuvvetlenen sera etkisinin en önemli ve açık etkisi, Yerküre’nin enerji dengesini üzerinde ek bir pozitif ışınımsal zorlamaya neden olarak, iklimleri ısıtmasıdır (Türkeş, 2008). Sera gazlarındaki artışın ise bölgesel veya küresel bazda sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr döngülerinde önemli değişikliklere yol açtığı gözlenmekte ve şiddetini giderek arttıracığı öngörülmektedir. Sıcaklığın artışı sonucunda buharlaşma artmakta, yağış modellerindeki düzensizlik sonucu yeraltı sularının yeterince beslenememesi ise kuraklık tehlikesini doğurmaktadır. Kuraklığın daha şiddetli ve sık periyotlarda oluşması sonucunda toplumları sosyo-ekonomik açıdan sıkıntılara sokmaktadır.

* Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Mersin.

✉ mbilguven@mersin.edu.tr

Su ürünleri üretimi (avcılık ve yetiştiricilik) başta insan olmak üzere birçok canlının hayvansal protein gereksinimini karşılamada önemli kaynaklardan biri olup üretim miktarı gerek dünyada gerekse de ülkemizde her geçen yıl artmaktadır (Çizelge 1, 2). Hayvansal protein Yeryüzünde hayvansal protein gereksiniminin önemli bir kısmını karşılayan su ürünleri avcılığı ve yetiştiriciliği elbette su kaynaklarında oluşan düzensizlik ve azalmadan doğrudan etkilenmektedir. Su kaynaklarının azalması ve kuraklık yalnız üretilen balıklar üzerinde bir baskı yaratmakla kalmamakta aynı zamanda tarımsal bitki üretimini de azaltarak, yem hammadde olarak kullanılan ürünlerin ulaşılabilirliğini ve fiyatını arttırarak balık üretim maliyetlerini de olumsuz etkilemektedir. Artan nüfus karşısında, su ürünleri üretimi, doğal kaynakların iklim değişikliğine neden olmaksızın, verimli şekilde kullanılmasına olanak sağlayan bir üretim biçimi olmasına rağmen, iklim değişikliğinden en fazla etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Nitekim dünyamızda solduğumuz oksijenin yaklaşık %70'i fitoplanktonlar ve denizel bitkiler tarafından üretilmektedir. İklim değişikliği birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde kendini özellikle kuraklık etkisiyle göstermektedir. Bunun sonucu olarak gerektiği şekilde sulama yapılmadığı takdirde birim alandan elde edilen tarımsal ürün de azalmakta ve bazen de aşırı sıcaklar, aşırı yağmurlar ya da dolu nedeniyle hiç ürün alınamamaktadır.

Çizelge 1. Dünya Su Ürünleri Üretimi^a (Anonymous, 2021a).

YILLAR	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2010	76.278.358	10.863.861	87.142.219	21.861.535	35.945.661	57.807.196	144.949.415
2011	81.136.060	10.502.636	91.638.696	22.737.131	37.105.127	59.842.258	151.480.954
2012	77.767.502	10.881.090	88.648.592	23.925.870	39.576.434	63.502.304	152.150.896
2013	78.832.286	10.915.515	89.747.801	24.855.137	42.130.065	66.985.202	156.733.003
2014	79.349.911	11.045.110	90.395.021	26.225.099	44.329.027	70.554.126	160.949.147
2015	80.521.369	11.149.469	91.670.838	27.039.998	45.772.262	72.812.260	164.483.098
2016	78.285.821	11.365.442	89.651.263	28.578.979	47.978.996	76.557.975	166.209.238
2017	81.222.361	11.908.155	93.130.516	30.055.941	49.554.288	79.610.229	172.740.745
2018	84.421.966	12.021.387	96.443.353	30.782.285	51.339.568	82.121.853	178.565.206
2019	80.419.970	12.088.653	92.508.623	32.060.104	53.302.727	85.362.832	177.871.455

^aÜretim rakamlarına su bitkileri ve deniz memelileri dâhil değildir.

Çizelge 2. Türkiye Su Ürünleri Üretimi (Anonymous, 2021b).

Yıllar	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460.521	42.824	503.345	35.646	43.385	79.031	582.376
2001	484.410	43.323	527.733	29.730	37.514	67.244	594.977
2002	522.744	43.938	566.682	26.868	34.297	61.165	627.847
2003	463.074	44.698	507.772	39.726	40.217	79.943	587.715
2004	504.897	45.585	550.482	49.895	44.115	94.010	644.492
2005	380.381	46.115	426.496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488.966	44.082	533.048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589.129	43.321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425.275	39.187	464.462	82.481	76.248	158.729	623.191
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241
2016	301.464	33.856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715
2017	322.173	32.145	354.318	172.492	104.010	276.502	630.820
2018	283.955	30.139	314.094	209.370	105.167	314.537	628.631
2019	431.572	31.596	463.168	256.930	116.426	373.356	836.524
2020	331.281	33.119	364.400	293.175	128.236	421.411	785.811

1. Sürdürülebilir İçsu Balıkları yetiştiriciliği

Sürdürülebilirlik, geniş anlamda sürekli olabilmeye yeteneği olarak adlandırılabilir. Diğer bir deyişle, üretimin ve çeşitliliğin devamı sağlanırken insanlık yaşamının sürekliliğinin sağlanabilmesi ve kendi ihtiyaçlarımızı gelecek kuşakların ihtiyaçlarından ödün vermeden karşılayabilmektir. Sürdürülebilirlik, herhangi bir durumda mevcut durumu veya pozisyonu koruyabilmektir. Bu bakımdan gelecek kuşaklara, devraldığımız ve geliştirdiğimiz yaşam düzeyini ve refahını aynen bırakma yükümlülüğümüz bulunmaktadır. Su, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin önemli ara yüzlerinden birini oluşturur ve sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde yer alır. Su, sağlıklı ekosistemler ve insanın hayatta kalması için kritik öneme sahiptir. Su aynı zamanda iklim değişikliğine uyumun da merkezinde yer alır ve iklim sistemi, insan toplumu ve çevre arasında hayati bir bağlantı görevi görür. Su, bir amaçtan öte bir insan hakkıdır, insan yaşamının temelidir yani yaşamın kendisidir. Diğer tüm insan haklarından ayrılmaz ve sürdürülebilir kalkınma için vazgeçilmezdir. Aksi takdirde su kaynaklarının sürdürülemez yönetimi, insanların bağlı olduğu gezegenin ve nihayetinde ortak refahın yok edilmesi anlamına gelir.

Hemen her üretim faaliyetinde endüstrileşmeye bağlı olarak bir çevre baskısı gerçekleşmektedir. Su Ürünleri yetiştiriciliğinde su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ancak akılcı bir planlama ve uygulama politikalarıyla mümkündür.

Ülkemizde tatlı su balıkları yetiştiriciliği denildiğinde akla hemen alabalık gelmektedir. Gerçekten de yaklaşık 144.000 t üretim ile Avrupa'da alabalık üretiminde ilk sırada olduğumuzu söyleyebiliriz. Ancak tatlı su balıkları yetiştiriciliğinde sazan üretimi için benzer cümleleri kurmaktan uzağız. Çünkü 1999'da 900 t olan sazan üretimimiz 2006'da 657 tona gerilemiş ve ne yazık ki çok yakın bir gelecekte sazan yetiştiriciliğinin yok olma tehlikesi bulunmaktadır (Kayapınar, 2007; Güner ve ark., 2014).

Alabalıklar soğuk, berrak ve temiz sularda yaşayabilmektedir ve bu yaşam ortamı gereksinimlerini çoğunlukla rakımı yüksek bölgelerde bulabilmektedirler. Dolayısıyla alabalık yetiştiriciliği de doğal su kaynaklarına yakın yerleşim yerlerinden nispeten uzak alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu durum alabalık üreticileri ile içme suyunu aynı kaynaklardan sağlamak zorunda olan çevre halkını birbirine rakip hale getirmektedir. Yine alabalıklar yemlerinde yüksek oranda proteine gereksinim duyarlar ve metabolik faaliyetler sonrasında oluşan atıkları, amonyak (NH₃) ve diğer azotlu bileşikler halinde suya bırakırlar. Su ürünleri yemlerinde genel olarak % 0.9-1.5 oranında fosfor, % 7-8 oranında azot bulunmaktadır. Yemlerle alınan azot miktarı balık türlerine göre değişmekle beraber yaklaşık % 20-30 oranında olmaktadır, geri kalan % 70-80 ise suya geri atılmaktadır. (Yıldırım ve Korkut, 2004). Dolayısıyla gereğinden fazla yemleme ve balık dışkıları yetiştiricilik birimlerinde en önemli atık nedenleridir ve tüketilmeyen yem suda bir süre sonra bozunduğunda azotlu ve fosforlu bileşikler oluşmakta ve suda organik yük artmakta ve şiddetli durumlarda çeşitli canlı ölümleri de gözlenmektedir. Elbette burada bahsedilen durum durgun sularda gerçekleşmektedir. Su değişiminin günde yaklaşık 5 kez gerçekleştirildiği kanal tipi havuzlarda bu durum oluşmaz ve araziden çıkan suyun çevrede bir kirlilik oluşturması beklenmez. Aksine, homojen ve sürekli olarak tesisin kurulu olduğu bölgelerden uzaklaşan yem fazlalıkları, ortamda yaşayan diğer canlı türlerine de besin sağlayacağından bölgedeki su altı ekosisteminin gelişmesinde ve büyümesinde önemli rol oynar.

Duruma iklim değişikliği ve oluşturduğu kuraklık penceresinden baktığımızda, akarsu sistemli alabalık işletmelerinin kirlilik oluşturma bakımından sorun yaratmadığı görülebilir. Burada sorun, kirlilik değil, giderek azalan su miktarının paylaşımı konusunda yaşanan veya yaşanacak olan çatışmadır. Su miktarının azalması sonucunda öncelik çevre halkının temiz tatlı

su gereksinimi yönünde olacağından, alabalık işletmeleri benzer kapasitelerde çalışabileceği farklı su sağlama yöntemlerini uygulamak zorunda kalacaklardır. Bu bakımdan özellikle son yıllarda gündemde olan ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltan 2 yöntem üzerinde durulmaktadır:

1.1. Kapalı Devre (Resirküle) Sistemleri

Bu sistemde farklı bileşenler kullanılarak suyun yaklaşık %90-99'u geri dönüştürülebilmektedir. Elbette burada mevcut suyun kalite kriterleri ve debisi de en önemli parametrelerdendir. Bu sistemlerde yetiştiriciler çevre ve su kalitesi nitelikleri üzerinde ciddi kontrollere de sahiptirler. Bu sistemlerde havuzlardan çıkan su dinlendirilmekte, mekanik ve biyolojik filtrasyondan geçirilmekte, su sıcaklığı ayarlanabilmekte, UV veya ozon filtrasyonu ile sterilize edilebilmektedir. Dolayısıyla suda hastalık oluşturabilecek her türlü organizmalardan arındırılarak, diğer hijyen koşullarına da uyulması kaydıyla, hastalık görülme riski de azaltılmış olmaktadır. Bu sistemlerden geri kazanılan suyun sıcaklığı gerektiğinde kuluçkahane, besi veya damızlık havuzları için yeniden düzenlenebilmektedir. Havuzlardan çıkan suda bulunan amonyak ise biyolojik filtrasyon sonucunda parçalanmakta ve sorun olmaksızın yeniden kullanılabilir (Ebeling ve ark., 1995; Losordo ve ark., 1999; Anonymous, 2005). Resirküle sistemlerde temel amaç en az su kullanımı ile balık yetiştiriciliği açısından en yüksek verimi almaktır (Resim 1).



Resim 1. Kapalı Devre Su Arıtma Sistemleri

Kapalı devre sistemlerine dönüşüm, iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı, gerek doğal suların kullanımı ile ilgili düzenlemeler çerçevesinde gerekse de kuraklığın şiddetine bağlı olarak yaygınlaşacaktır. Bu tür arıtma sistemlerinden elde edilen suya karıştırılan taze su, arıtma yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir ve her kapasitedeki balık üretim işletmelerine de uygulanabilmektedir. Ayrıca kapalı devre sistemlerinde iyi bir oksijenlendirme uygulanması ile daha yoğun stoklama oranları sağlanabilmektedir (geleneksel sistemlerde 20-45 kg/m³ iken kapalı devre sistemin olduğu bir işletmede 80-90 kg/m³). Oldukça yeterli bir suda erimiş oksijen düzeyi ortamında ve etkin bir yemleme programı ile uygun bir yemle besleme yapılması durumunda yüksek verim alınabilmektedir (Emre ve Kürüm, 2007). Bu sistemlerin günlük ve periyodik bakımları ve temizliğinin yapılması ayrı bir önem taşımaktadır ve filtrelerin geri yıkanması sonucu ortaya çıkan sıvı veya katı atıklar akuaponik bir sisteme entegre edilerek işletme karlılığı arttırılabilmekte ve çeşitli bitkilerin yetiştirilmesi için kullanılacak olan gübre kullanımını da ortadan kaldırabilir veya en aza indirebilmektedir.

Kapalı devre sistemleri, buraya kadar sayılan avantajları yanında elbette önemli sayılabilecek dezavantajlarına da sahiptir ve üzerinde bazılarının aşılması için çaba gösterilmesi gereken konulardır. Bu dezavantajları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

a) Genellikle yeni projelere uygulanmasına karşın mevcut üretim tesislerinin dönüşümünde de kullanılabilir. Ancak mevcut tesislerin büyük bir kısmında bu arıtma birimi alanı ve konumu sıkıntılıdır.

b) İster yeni bir tesis projelendirmesinde olsun isterse de mevcut bir tesisin dönüşümünde kullanılsın, yatırımı pahalı olan sistemlerdir.

c) Sistem devreye girdiğinde işletme maliyeti ve gereksindiği enerji ve sürekli bakım maliyetleri yüksektir ve yüksek teknolojik ekipmanları gerektirmektedir.

d) Orta ve düşük ekonomik değeri olan su ürünleri için ekonomik olmaması yanında, iyi kaliteli su kaynaklarınca sıkıntıda olmayan özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için uygun olmamaktadır.

e) Oldukça deneyimli konusunda uzman personeli istihdam etmeyi gerektirmektedir.

f) Yüksek stoklama oranlarında canlı materyal söz konusu olduğundan, işletmenin kritik sistem bölümlerinin mutlaka gerektiğinde hemen devreye sokulabilecek bir yedeğinin olması gereklidir (örn. Jeneratör, havalandırma sistemi, filtrasyon yedekleri vb).

1.2. Akuaponik Sistemler

Sürdürülebilir gıda üretimi için geri dönüşümlü su ürünleri yetiştiriciliği ile hidroponik bitki yetiştiriciliğini birbirine bağlayan biyo-entegre bir sistemdir (Resim 2). Akuaponik sistemlerde su kalitesi parametreleri denetlenebildiğinden, tür ve coğrafik bölge seçimi bakımından geniş bir seçenek sunmaktadır ve bu durum, geleneksel üretim sistemlerinde en önemli sıkıntı oluşturan pazara ulaşım sorununu da gidermiş olmaktadır. Bu sistem, balık üretim havuzlarından deşarj edilen suyun kullanılmasını temel aldığından oldukça çevreci bir yöntem olduğu söylenebilir. Sistemin başarılı olması için gerekli olan su, söz konusu bitki türünün gereksinen bitki besin maddelerini yeterli oranda içermelidir. Geleneksel alabalık işletmelerinden deşarj edilen suyun tarımsal alanlarda kullanılması gübre giderlerinin azaltılması bakımından bir avantaj sağlamasına karşın, akuaponik sistemler için yeterli olmayabilir. Ancak kapalı devre sistemlerinin geri yıklanmasından elde edilen atık suları uygun bitkilerin yetiştirilmesi için son derece kullanışlıdır. Tatlı su balıkları yetiştiriciliğinde sazan ve tilapya gibi balıklar yanında süs balıkları da önemlidir ve bu balıklar, alabalıkların tolere edemedikleri su kalite koşullarına rahatlıkla dayanabilen ve dünyada da çoğunlukla durgun sularda yetiştirilen balıklardır. Bu tür alanlarda yapılan yetiştiricilikte, ya buharlaşma ve sızıntı kayıplarını giderecek miktarda suya gereksinim duyulur veya daha yoğun stoklama koşullarında, alabalık üretimiyle kıyaslandığında çok düşük miktarlarda su kullanılır ve bu alanlardan deşarj edilen su, akuaponik sistemler için mükemmel nitelikte sulardır. Kısaca, akuaponik sistemlerin son derece çevreci bir sistem olduğunu söyleyebiliriz. Bu arada, durgun sularda yetişebildiği gibi görünümü ve lezzeti bakımından daha çok tercih edilen tilapya, subtropikal bölgelerde de yetişebilmesine rağmen, dünyada tropikal bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen bir balıktır ve yakın bir gelecekte sıcaklık değerlerinin artışıyla, özellikle ülkemizin güney bölgelerinde entansif yetiştirilebilecek aday bir balık olduğunu belirtmek gerekir.



Resim 2. Akuaponik Sistem Uygulamaları

2. Sürdürülebilir Deniz Balıkları yetiştiriciliği

Kuluçka ve yavru döneminin karada, ileri yavru ve besi döneminin ise kıyıya yakın yada açık denizlerde konuşlandırılan yüzer ağ kafeslerde gerçekleştirildiği sistemlerdir. Kıyılara yakın olan kafesler çoğunlukla koylarda yer alırken, nispeten daha basit ve ucuz malzemelerden yapılmıştır. Ancak son yıllarda turizm bölgelerinin içinde kalan veya yakınlarında olan bu işletmelerin gerek sayısının artması gerekse de işletmelerin kapasitelerini arttırmaları sonucu çevresel bir kirlilik söz konusudur. Bölgesel akıntıların da yeterli olmaması nedeniyle kafes tabanlarında atık oluşmakta ve istenmeyen kokular oluşabilmektedir. Bu türden sıkıntıların yaşanmaya başlaması ile açık deniz tipi kafesler geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Yüzer ağ kafesler kıyıya 0,5-2 km açıklığından, derinlik olarak da 15 m derinlikten başlayarak konumlandırılırlar. Çok farklı hacim ve yetiştirme kapasitelerinde olabilirler. Açık deniz kafesleri yine farklı sayıdaki kafeslerin farklı şekillerde bir araya getirilerek bataryalar oluşturulur (Resim 3). Kafesle açık denizlerde zaman zaman oluşan en kötü hava koşullarıyla başa çıkabilecek şekilde yapılır ve donatılırlar. Sürekli doğrudan kontrol altında tutulurlar ve balıklar yakından gözlenerek otomatik yemlikler ile yemlenirler, ağların düzenli bakımı yapılır. Bu tür bir ağ kafes sistemi, ulaşılması riskli hava koşullarında balıkların otomatik yemlenmesini ve bir yönetim biriminden gözlenmesini sağlayan ekipmanlar ile donatılmıştır. Ekipmanların enerjisi güneş pillerinden sağlanmakta ve buradaki yemleme sıklığı ve miktarı uzaktan sinyaller ile idare edilebilmektedir. Ayrıca kafes çevresinde zararlı olabilecek her türlü canlıyı uzak tutacak ve yenilmeyen yem olması durumunda yem verilmesini otomatik olarak kesen sistemler mevcuttur. Açık deniz kafesleri çevresinde yeterli akıntı bulunduğundan az miktardaki olası yenilmeyen yemler ve balık dışkıları çevresel olumsuz bir etki yapmayıp aksine denizlerde oluşan primer prodüksiyona yani dünyamızdaki oksijenin en önemli kaynağı olan alglerin gelişimine katkıda bulunurlar. Tüm bu

olumlu yanları yanında, tam kontrollü bir yüzer ağ kafes kurulumu ve işletmeye alınması oldukça maliyetli olmaktadır. Her şeye rağmen tatlı su kaynaklarında görülen kıtlık ve buna bağlı tatlı su balığı üretiminin yeterli olmayacağı bir durumda, nüfus artışı ve kıyı denizlerin kirlenmesinin de etkisiyle gelecek dönemlerde yüzer ağ kafes yetiştiriciliğinin hayvansal protein sağlanması bakımından önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir.



Resim 3. Yüzer Ağ Kafesler

Yüzer ağ kafesler sadece denizlerde değil göller ile sulama göletleri ve barajlara da konumlandırılabilir. Özellikle tarımsal sulama amaçlı göletlerde alandaki suyun sıcaklığı ve su miktarı göz önünde tutularak yüzer ağ kafeslerde yapılacak olan su ürünleri yetiştiriciliği hem sulama suyunu tarımsal açıdan daha değerli hale getirecek hem de sucul ekosistemi daha da zenginleştirecektir.

3. TARTIŞMA ve SONUÇ

Özellikle su kaynaklarının azalması, kuraklık ve şiddetli hava olayları tarzında kendini gösteren iklim değişikliği 21. Yüzyılda tün insanların karşı karşıya olduğu en önemli ve yaşamsal risklerden biridir ve gıda güvenliğini doğrudan etkileyen bir tehdittir. İklim değişikliğinin şiddetlendirdiği bu etkiler, yakın bir gelecekte sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerini de geleneksel yöntemlerden yukarıda bahsedilen modern yetiştirme sistemlerine dönüştürecektir. Bu modern sistemler aynı zamanda yüksek bir otomasyonu ve erken uyarı sistemlerini de içerecektir. Kuraklık ve su kaynaklarındaki olumsuz değişimler, su ürünleri yemlerinin hammaddelerinin bir kısmını oluşturan bitkisel üretim üzerinde de bir baskı oluşturmakta ve bitkisel hammadde ağırlıklı balık yemlerinde mikotoksin tehdidini arttırmaktadır. Bilindiği üzere mikotoksinler, su ürünleri tesislerinde yetiştirilen canlılar üzerinde

bağıklık sistemi duyarlılığının, üremenin ve büyüme performansının azalmasından akut ölümlere kadar varan olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Balık yemlerinde kullanılan hammaddelerin önemli bir kısmı aynı zamanda insan gıdası olarak doğrudan kullanıldığı için, su ürünleri canlıları bu bakımdan insanlar ile rekabet halindedir ve hammadde arzının azalması yem fiyatlarında, sonuç olarak da balık maliyetinde ciddi artışlara yol açacaktır. Bu maliyet artışında modern sistemlerin gerektirdiği enerji maliyetinin artan payı da önemli olacaktır.

İklim değişikliğinden en fazla etkilenen sektörlerin başında gelmesine rağmen sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinin iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkisi oldukça azdır. Karbon ayak izi, bir ürünün üretiminden doğrudan ve dolaylı olarak kaynaklanan toplam sera gazı emisyonlarını ölçer. Nitekim tüketilebilir protein üretimi bakımından en düşük karbon ayak izinin balık üretiminde olduğu bildirilmiştir (Şekil 1; Anonymous, 2022). Bu yönüyle gelecekte su ürünleri üretiminin açık denizlere yoğunlaşması ile:

- Kaliteli hayvansal protein elde edilmesi sürecinde sera gazları oluşumunda katkı azalacaktır.
- Avcılıkla elde edilen balıklar üzerindeki baskı azalacaktır.
- Denizel bitki ve plankton üretimini de destekleyeceğinden oksijen üretimine katkıda bulunacaktır.
- Su kaynakları daha etkin bir şekilde kullanılacak, kirlenme faktörlerinden en az şekilde etkilenecektir.



Şekil 1. Et üretiminde ortaya çıkan karbon ayak izi değerleri (Şekildeki veriler ortalama değerlerdir.)

Günümüzde ortalama dünya nüfus artışı oranları ile, yakın gelecekte dünya genelinde çok ciddi gıda kıtlığı oluşma riski bulunmaktadır. Bölgesel veya dünya genelinde oluşması öngörülen trajik olayları önlemenin temelinde, şüphesiz yine tüm dünya ülkelerinin ortaklaşa alacakları nüfus planlama strateji kararları yatmaktadır. Bu durum gerçekleşmediği sürece her hangi bir alanda alınabilecek her türlü önlem yok oluş sürecini sadece erteleyecektir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2005. Recirculating Systems. (<http://www.americulture.com/Recirc.htm>) Aquaculture International-Short Course on Aquaponics www.aquacultureinternational.org
- Anonymous, 2021a. FAO Su Ürünleri İstatistikleri.
- Anonymous, 2021b. Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonymous, 2022. <https://www.globalseafood.org/blog/what-is-aquaculture-why-do-we-need-it/?fbclid=IwAR1uh4ED8wyNRtLKKnDSDHLiDne9zj9EjcCvuD2a ZFbTRLIOMqgDGUGVMN4>
- Ebeling, J., Jensen, G., Losordo, T., Masser, M., McMullen, J. Pfeiffer, L., Rakocy, J., Sette, M., 1995. Model Aquaculture Recirculation System (MARS)- Engineering and Operations Manual, Ed: W. Wade Miller, National Council for Agricultural Education, Alexandria, Virginia: 16 pp.
- Emre, Y. ve Kürüm, V., 2007. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği. Posta Basım, İstanbul.
- Güner, Y., Güleç, F., İkiz, M. ve Kayacı, A. 2014. General View to Turkish Carp (C. Carpio) Production. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 7(2): 66-69 s.
- Kayapınar, A. 2007. Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye’de Su Ürünleri Yetiştiricilik Sektörünün Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitüsü, Tokat.
- Losordo, T.M., Masser, M.P., Rakocy, J.E., 1999. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems-A Review of Component Options. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No: 453:12 pp Masser, M.P., Rakocy, J., Losordo, T.M., 1999. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems-Management of Recirculating Systems. SRAC (Southern Regional Aquaculture Center) Publication No. 452: 12 pp.
- Türkeş, M. 2008. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, İklim Değişikliği ve Çevre, 1, 26-37.
- Yıldırım, Ö. ve Korkut, A.Y. 2004. Su Ürünleri Yemlerinin Çevreye Etkisi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21 (1-2): 167 – 172.