



**Gülüzar Tuna Keleştemur**

Fırat Üniversitesi, gkelestemur@firat.edu.tr, Elazığ-Türkiye

**Saltık Aslan**

Çanakkale DSİ Genel Müdürlüğü, saltiks@dsi.gov.tr, Çanakkale-Türkiye

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2026.21.2.5A0248">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2026.21.2.5A0248</a>	
ORCID ID	0000-0001-8581-4385	0009-0008-8442-640X
Corresponding Author	Gülüzar Tuna Keleştemur	

**YENİ NESİL AKUAKÜLTÜR SİSTEMLERDE AR-GE VE İNOVASYON**

**Öz**

Dünya nüfusundaki sürekli artış, küresel ölçekte açlık riskini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle besin üretimini artırmaya yönelik olarak entansif işletmeler kurulmakta, mevcut sistemler geliştirilmekte ve birim alandan daha fazla verim elde etmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Nüfusun çoğalması, doğal kaynak stoklarının azalması ve eğitim seviyesinin yükselmesiyle birlikte balığın sağlıklı bir protein kaynağı olduğu konusunda toplumda farkındalık artmış, bu durum su ürünleri yetiştiriciliğinin önemini daha da artırmıştır. Teknolojik gelişmelerin hız kazanması ve küresel ısınmanın etkilerinin artması, kaynakların etkin yönetimi ile avcılık ve yetiştiricilik faaliyetlerinde sürdürülebilir üretimin sağlanabilmesi için yenilikçi araştırma ve çalışmalara olan ihtiyacı her geçen gün daha belirgin hale getirmektedir. Su ürünleri kaynaklarının korunması, verimli şekilde işletilmesi, üretim sürekliliğinin sağlanması ve verimi artırıcı önlemlerin uygulanabilmesi amacıyla AR-GE faaliyetlerinin ekonomik açıdan desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu derlemede, günümüz teknolojilerinden yararlanılarak sınırlı doğal kaynakların ve canlıların korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması ve su ürünleri sektörünün geliştirilmesi amacıyla gerçekleştirilen ve gerçekleştirilebilecek Ar-Ge çalışmalarının önemi ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Su Ürünleri Sektörü, Teknolojik Yenilikler, Ar-Ge, Kapalı Devre Sistemleri, Su Ürünleri Yetiştiriciliği

**R&D AND INNOVATION IN NEW GENERATION AQUACULTURE SYSTEM**

**ABSTRACT**

The continuous growth of the world population brings with it an increasing risk of global hunger. For this reason, intensive production systems are being established to increase food production, existing systems are being improved, and efforts continue to obtain higher yields per unit area. With population growth, the depletion of natural resource stocks, and rising levels of education, public awareness has increased regarding fish as a healthy source of protein. This has further enhanced the importance of aquaculture. Rapid technological advancements and the increasing impacts of global warming are making the need for innovative research and studies more apparent every day in order to ensure sustainable production in fisheries and aquaculture activities through the effective management of resources. The protection of aquatic resources, their efficient utilization, ensuring production continuity, and implementing measures to increase productivity make it highly important to economically support R&D activities. In this review, the importance of current and potential R&D studies conducted by utilizing modern technologies is discussed to protect limited natural resources and living organisms, ensure sustainability, and developing the aquaculture sector.

**Keywords:** Aquaculture Sector, Technological Innovations, R&D, Recirculation Aquatic System, Aquaculture

**How to Cite:**

Tuna Keleştemur, O., ve Aslan, S., (2026). Yeni nesil akuakültür sistemlerde Ar-Ge ve inovasyon. Ecological Life Sciences, 21(2):63-72, DOI: 10.12739/NWSA.2026.21.2.5A0248.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünya nüfusu 2023 yılı verilerine göre 8 milyarı aşmış olup her geçen gün de artmaya devam etmektedir. Bu nüfus artışına göre, dünya kaynakları göz önüne alındığında, sonsuz olmayan bu kaynakların her geçen gün plansız ve kontrolsüz kullanımları küresel çapta çok ciddi besin kıtlığına sebep olacağı ve halihazırda sebep olduğu görülmektedir [1 ve 2]. Dünya nüfustaki artışa bağlı olarak su ürünleri tüketimi de her geçen gün yükselmektedir. Su ürünlerinden daha verimli yararlanılması ve pazarlama olanaklarının gelişmesi bu artışın temel nedenleri arasında yer almaktadır. Bunun yanında, kolay sindirilebilen yüksek kaliteli hayvansal protein içermesi ve özellikle mikrobeyinler açısından oldukça zengin olması balık etinin besin değerini artırmaktadır. Bu durum, su ürünleri içerisinde en fazla tüketilen balık türlerinin üretim ve yetiştiriciliğine duyulan ilgiyi artırmış, sektörün dünya genelinde büyüyen bir pazar haline gelmesine katkı sağlamıştır [3 ve 4].

Doğal rezervlerin giderek azalmasıyla birlikte su ürünleri yetiştiriciliği, dünya genelinde havuz, kafes ve benzeri farklı yetiştirme ünitelerinde çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Balık yetiştiriciliğinin geçmişi insanlık uygarlığı kadar eskiye dayanmasına rağmen, bu alan uzun yıllar boyunca teknik ve bilimsel açıdan önemli bir gelişim gösterememiştir. Ancak Alman balık biyoloğu E. Lovis Jacobi'nin 1865 yılında alabalıklarda yapay döllenmeyi başarıyla uygulaması, balık yetiştiriciliğinde bir dönüm noktası ve devrim niteliğinde bir gelişme olarak kabul edilmiştir [5]. Endüstrinin gelişimiyle beraber 20. yüzyıl başlarında hızla artan dünya nüfusu ile birlikte protein gereksiniminin karşılanması amacıyla, milyonlarca dolarlık araştırma ve yatırım projeleri yapılmış ve günümüzde hâlâ yapılmaya devam etmektedir. Büyük yatırımlar yapılarak yetiştiriciliği yapılacak balık türünde aranan öncelikli özellikler, çevre koşullarına dayanıklı ve pazarlama gücünün yüksek olmasıdır [6 ve 7]. Küresel ısınma, dünya nüfusunun giderek azalması ve gıda ve su kaynaklarının hızla tükenmesi insanlığın başlıca endişeleri arasındadır. Küresel ısınmanın yanı sıra, tatlı su kaynaklarının azalması ve yok olması, karasal ve deniz ekosistemlerindeki biyolojik çeşitliliğin azalması ve besin zinciri dengesinin bozulması kaçınılmaz hale geliyor. Son yıllarda, küresel ısınmanın olumsuz etkileri özellikle su kaynakları ve bunların kalitesi üzerinde gözlemlenmiştir [8].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, giderek azalan su kaynakları ve artan besin ihtiyacı gibi küresel sorunların hafifletilmesi amacıyla yeni nesil akuakültür sistemlerinin geliştirilmesi için yapılan Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarının önemi vurgulanmıştır.

Su ürünleri kaynaklarına sahip ülkeler, bu kaynakların korunması ve üretimin artırılması amacıyla araştırma çalışmalarına önemli ölçüde kaynak ayırmaktadır. Yapılan araştırmalardan elde edilen veriler doğrultusunda, su ürünleri kaynaklarının sürdürülebilir şekilde işletilmesinin gelecek nesiller açısından taşıdığı önem özellikle vurgulanmaktadır.

### Önemli Noktalar (Highlights)

- Ar-Ge faaliyetleri küresel ısınma ile hızla azalan ve kirlenen su kaynaklarının korunması açısından önemlidir.
- Su ürünlerinin hem iç sular hem de denizlerde besin değeri olan tüm canlıların insan gıdası olarak değerlendirilmesi için Ar-Ge yatırımları desteklenmeli ve gıda açığının kapatılmasına katkı sağlanmalıdır.
- Yeni nesil Ar-Ge sistemleri ile doğaya zarar vermeden gıda değeri yüksek olan birçok su canlısının üretim ve yetiştiricilik

faaliyetlerinin sağlıklı olarak gerçekleştirilmesi ile iç ve dış ticarete ekonomik olarak büyük katkılar sağlayacaktır.

### 3. AR-GE VE İNOVASYON (R&D AND INNOVATION)

Bilim, Ar-Ge ve yenilik ekosisteminin güçlendirilmesi; yüksek teknoloji ve stratejik alanlarda yerli üretim kapasitesinin artırılması ile dışa bağımlılığın azaltılması hedefleri doğrultusunda, 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi'nin öncelikli odak alanlarından biri haline gelmiştir. AR-GE ve inovasyon faaliyetlerinin sürdürülebilir biçimde ilerleyebilmesi amacıyla, bilimsel bilgi üretiminde dünya standartlarına ulaşmayı hedefleyen yatırımların artırılması planlanmaktadır [9, 10 ve 11]. Sanayide su verimliliği, yeşil dönüşüm sürecinin önemli bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Bu kapsamda, gri su geri kazanım sistemlerinin ve su tasarrufu sağlayan endüstriyel uygulamaların yaygınlaştırılmasıyla su tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir. Özellikle kimya, metal ve tekstil gibi sektörlerde atık yönetim sistemlerinin modernize edilmesiyle birlikte geri dönüşümün artırılması ve ikincil hammadde üretiminin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmalar, sanayinin çevresel etkilerini azaltırken kaynak kullanımında verimliliği artırarak sürdürülebilir büyümeye önemli katkılar sağlayacaktır [12 ve 13]. Yeşil dönüşüm süreci yalnızca uluslararası yükümlülüklerle uyum sağlama amacı taşımamakta, aynı zamanda gelecek nesillere daha temiz ve sürdürülebilir bir Türkiye bırakma hedefini de içermektedir. Bu doğrultuda yeşil dönüşüm toplumsal bir değişimi de gerektirmektedir. Bu nedenle sanayide çevresel farkındalığı artırmaya yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin düzenlenmesi planlanmaktadır. Ayrıca yeşil iş alanlarının gelişimi desteklenerek mevcut iş süreçlerinin bu dönüşüme uyum sağlaması sağlanacak; böylece sürdürülebilir ekonomik büyümenin toplumun daha geniş kesimlerine yayılması mümkün olacaktır [14].

- **Ar-Ge Stratejisi:** Su ürünleri sanayisinin genel durumu; teknolojik gelişmişlik düzeyi ile sınai ve ticari maliyetlerdeki değişimler açısından değerlendirildiğinde, bu sektörde teknolojik yeniliklerin yeterince takip edilememesi ve işletme düzeyinde ileri tekniklerin uygulanamaması nedeniyle önemli ekonomik kayıpların yaşandığı görülmektedir [7 ve 9]. Su ürünleri kaynaklarına sahip ülkeler ise bu kaynakların korunması ve üretimin geliştirilmesi amacıyla araştırmalara önemli ölçüde kaynak ayırmakta, elde edilen bilimsel sonuçlar doğrultusunda su ürünlerinin sürdürülebilir şekilde işletilmesine yönelik çalışmalar yürütmektedir [15]. Öncelikli alanlarda, kurumsal güçlü yönleri kullanarak tehditleri fırsata dönüştürmek, fırsatlardan yararlanarak zayıf yönleri güçlendirmek ve ulusal önceliklerle uyumlu şekilde küresel eğilimler doğrultusunda bölgesel ihtiyaçlara cevap veren özgün, yüksek katma değerli araştırma-geliştirme faaliyetleri ile bilgi ve teknoloji üretmek hedeflenmektedir [7, 13 ve 16]. Öncelikli alanlarda sürdürülebilir kurumsal araştırma-geliştirme ve inovasyon ekosistemini güçlendirerek, yürütülen çalışmalarla öncü ulusal konumunu korumak ve daha ileri seviyelere taşımak; aynı zamanda iş birlikleri sayesinde uluslararası alanda tanınırlığını ve rekabet gücünü artırmaktır [4 ve 17].
- **Yeni Nesil Ar-Ge Ünitelerinin Planlaması:** Planlanan tesis, yapılacak iş ve işlemlerin planlanarak uygulamalar ile elde edilecek verilerin fayda ve kazanımlarının değerlendirileceği bir çalışma alanı olması amaçlanan bir tesistir. Elde edilen verilerin diğer paydaş unsurlarla paylaşılarak maksimum faydanın sağlanması kapsamındaki amaçlardandır. Üretimin ve yetiştiriciliğin

planlanması için gerekli hususlar aşağıda belirtilmiştir [10, 14 ve 18].

- o Tesisin yapımı, işler hale getirilmesi, giderlerinin karşılanması ve diğer harcamaların yapılabilmesi için kaynak ihtiyacının belirlenmesi, ihtiyaç durumlarında kullanıma sunulmak üzere hazır tutulması,
  - o Kaynak yönetimi için elimizdeki mevcut kaynaklarla hangi faaliyetlere ne kadar maliyet ayrılacağına (içme suyu, enerji üretimi, balıkçılık, tarımsal sulama, vs.) ortak karar mekanizmasıyla belirlenmesi,
  - o Sektördeki mevcut işletmelerin kira bedelleri, kredilendirme, üretim desteği gibi konularının araştırılması,
  - o Sürdürülebilir üretim temel ilke olarak kabul edilerek, çevresel parametrelerin çevre kirliliği üzerindeki etkilerine ilişkin limnolojik çalışmalar ile taşıma kapasitesi konusundaki araştırmaların öncelikli olarak yürütülmesi,
  - o Devlet destekleme ve uygun koşullu finansman kredilerinin araştırılması,
  - o Balıkçılık destekleme ve teşviklerinin doğru kullanılmaması, yetersizliği ve yanlışlıkları araştırılarak önlenmesi,
  - o Alınan devlet desteklerinin yerinde kullanımını sağlamak; yani destek altyapı için sağlandıysa altyapıda kullanımını, Ar-Ge için sağlandıysa Ar-Ge için kullanımını sağlanmasına dikkat edilmesi,
  - o Yeni türlerin Ar-Ge çalışmaları için sağlanan yetiştiricilik desteklerinin araştırılmasıdır.
- **Yer Tespitinin Yapılması ve Gereksinimleri:** Tesisin yer tespiti için yapılması gerekenler aşağıda belirtilmiştir [3, 6, 12 ve 19]
    - o Tesisin en ekonomik ve sağlıklı şekilde işleyebilmesi için konumu uygun, ulaşımı kolay bir yer seçilmeli,
    - o Tesisin yapılacağı alanın toprak yapısı, çevre şartları, iklim koşulları araştırılmalı,
    - o Yeraltı ve yüzey suları araştırılarak, tesisin sulara etkisi hesaplanmalı,
    - o Alanın afetlerden en az etkilenecek özelliklere sahip olmasına dikkat edilmeli,
    - o Kuluçkahane ve yavru üniteleri olacağından kaynak suyu ihtiyacına yönelik yer seçilmeli,
    - o Verimli tarım arazileri üzerinde olmamasına dikkat edilmeli,
    - o Enerji hatlarına yakınlık ve temiz enerji elde edilebilecek güneş enerjisi sistemlerinin tesis edilebileceği uygun alan ve arazi şartlarının olmasına dikkat edilmelidir.
  - **Maliyet Hesabının Yapılması:** Tesis için yapılması gereken maliyet hesabı aşağıdaki hususlar dikkate alınarak yapılmalıdır [12, 13, 19 ve 20]
    - o Tesisin genel maliyetinin ayrıntılı olarak ve değişken şartlar dikkate alınarak hesaplanmalı,
    - o Kaba inşaat maliyeti hesaplanırken üretim ve yetiştiricilik tesisi özellikleri dikkate alınmalı,
    - o Tesisin kullanışlı ve hesaplı bir fiziki yapıya sahip olması gerektiği unutulmamalı,
    - o Tesisin iç tasarımı, laboratuvarlar, çalışan personel için yaşam alanları ve sosyal alanların ayrı değerlendirilmesi gerektiği ve farklı maliyet hesabı olabileceği unutulmamalı,
    - o Tesisin laboratuvarlarında ve ihtiyaç duyulacak diğer çalışma alanlarında kullanılacak hassas cihaz ve makinelerin maliyetleri de ayrıca hesaplanmalıdır.

- o Tesisin kullanım suyu ve diğer atık suların arıtma ve filtrasyon için yapılacak ek yapılarında kullanım ve standartları dikkate alınarak maliyet hesapları yapılmalı,
- o Bir tesisteki en büyük giderlerden olan enerji giderini düşürmek için faydalanılabilecek alternatif sistemlerden en uygunu seçilerek, enerji ihtiyacına göre yapılacak enerji üretim tesisinin maliyet hesabı da dikkatle hesaplanmalıdır.
- **Tesisin Tasarım ve Fiziki Yapısının Belirlenmesi:** Tesisin projelendirilmesinde dikkate alınan özellikler aşağıda belirtilmiştir [7, 11, 15 ve 19].
  - o Tesisin kullanım amaçları göz önüne alınarak pratik, kolay kullanımlı, sağlık ve hijyen kurallarına uygun, en düşük maliyete sahip tasarım tercih edilmeli,
  - o Tesisimiz Ar-Ge tesisi olacağından, uygulama esnasında kolay değişiklik yapılmasına uygun bir proje tercih edilmeli, Yapılması düşünülen değişiklikler uzun zaman kaybına ve yüksek maliyete neden olmamalı,
  - o Tercihen daha önce bu tür projeleri çizmiş tecrübeli, işinin uzmanı kişiler tarafından çizilmeli,
  - o Tesisin zemin, eğim ve cephesi hesap edilerek proje oluşturulmalı,
  - o İnşaat, tesisat ve havalandırma projeleri ayrı ayrı kontrollerle çizilmeli ve onay süreci takip edilmeli,
  - o Projenin teorik aşaması ile uygulamaya konma aşaması arasında fark olmamalı, teorideki mükemmelliğin uygulamada aksayabileceği unutulmamalıdır.
- **Tesisin Bina ve Kullanım Alanlarının Belirlenmesi:** Tesisin kullanım alanlarının aşağıda belirtilen özelliklere sahip olmasına dikkat edilmelidir [16, 18, 21 ve 22].
  - o Tesisimizde yavru alımı yapılacağından binalardan birinin kuluçkahane olarak kullanılması planlanmaktadır.
  - o Yetiştiricilik yapılacak bina, farklı teknik ve yöntemlerin uygulanabilmesi için bölünmüş halde olmalıdır, ama tek bina içinde olmalı,
  - o İçerisine değişik tip ve boyutta fiber veya başka tür malzemeden yapılan tankların rahat yerleştirilebileceği, yer değişiminin rahat yapılabileceği bir binamız mutlaka olmalı,
  - o Kapalı sistem yetiştiriciliğin denenebilmesi için bir binanın bu işleme tahsis edilmesi gerekmektedir,
  - o Limnolojik çalışmalar için bir, hastalık teşhis, tedavi ve takibi için bir olmak üzere iki ayrı laboratuvarın ayrı bir bina, ayrı birimler halinde olması uygun olmalı,
  - o Tesisin kullanım suyunu ve diğer atık suların filtresini yapacak sistemlerin bulunacağı bir bina, enerji sistemleri için trafo binası, tesis güvenliğinden sorumlu olacak tesis nizamiye binası ve büyüklüğe göre güvenlik kulübeleri diğer ek binalar olmalı,
  - o Tesis çöpleri için uygun alan belirlenmeli ve gerekirse kapalı hale getirilerek temizlik ve hijyen koşulları sağlanmalıdır.

#### 4. AKUAKÜLTÜRDE İNOVASYON (INNOVATION IN AQUACULTURE)

Su ürünleri kaynaklarının işletilmesinin, korunmasının, verimliliğinin artırılması sağlanarak yaşanacak problemlere karşı önlemlerin alınması ve üretim sürekliliğinin sağlanmasında araştırma faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Benzer şekilde, yetiştiriciliğin geliştirilmesi ve bu sayede üretimin artırılması da yürütülen bilimsel araştırmaların sonuçlarına bağlı olarak gerçekleştirilebilmektedir [16 ve 23]. Sektörde yapılan yenilikçi çalışmalar aşağıdaki alanlarda teşvik

edilmektedir. Kapalı devre sistem yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, kültürü yapılabilecek yeni türlerin araştırılması, algler, planktonlar ve faydalı, ekonomik değeri olan, üretimi yapılabilecek tek hücreli ve çok hücreli tip bitkisel ve hayvansal canlı üretim araştırmaları, akvaryum balıkları çeşitlerinin geliştirilmesi veya çoğaltabilmesi, su özellikleri ve maksimum faydanın tespiti, su ürünlerinde sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla, yetiştiriciliğin çevresel olumsuz etkilerinin belirlenmesi ve bu etkileri azaltan çevre dostu yöntemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır [11, 12 ve 13]. Bunun yanı sıra, su ürünleri sektöründe yaygın olarak kullanılan ve çoğunlukla yurt dışından temin edilen aşı, ilaç ve yem katkı maddelerinin yerli üretiminin sağlanması da kritik bir ihtiyaçtır. Pazar çeşitliliğinin artırılması kapsamında Mersin balığı ve havyar üretim tekniklerinin geliştirilmesi, kerevit ile diğer diğerkabuklu su ürünleri ve yumuşakça yetiştiriciliğine yönelik yöntemlerin iyileştirilmesi, ayrıca omnivor ve herbivor türlerin yetiştiricilik tekniklerinin geliştirilmesi gibi alanlarda yürütülen çalışmaların hem ulusal hem de uluslararası düzeyde yaygınlaşan AR-GE faaliyetlerine katkı sağlaması oldukça önemlidir [24 ve 25].

- **Ar-Ge için Kilometre Taşlarının Belirlenmesi:** Mükemmeliyet odaklı bir araştırma ortamı oluşturarak kurumsal yapının sürdürülebilirliğini ve gelişimini sağlamak asıl hedeflerin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Dünya çapında öncü araştırmaların gerçekleştirilebilmesi adına disiplinlerarası araştırma ekosisteminin güçlendirilmesi ve Ar-Ge çalışmalarının teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır. İnsan kaynaklarının geliştirilmesi ve etkin biçimde yönlendirilmesi, maddi kaynakların artırılarak doğru alanlara kanallize edilmesi hedeflenmektedir. Ulusal ve uluslararası paydaşlarla birlikte ortak mükemmeliyet merkezlerinin kurulması, kurum içinde öncelikli alanlarda disiplinlerarası ve çok disiplinli çalışmaların artırılması da önemli amaçlar arasında yer almaktadır. Ulusal ve uluslararası ölçekte yüksek nitelikli bilimsel araştırma projelerinin geliştirilmesi ve yürütülmesi için uygun bir araştırma ortamının oluşturulması; paydaşların ulusal ve uluslararası öncelikler doğrultusunda fırsat ve tehditler konusunda bilgilendirildiği bir yapının kurulması hedeflenmektedir. Çözüm odaklı araştırma faaliyetlerinin uygulamaya aktarılmasının kolaylaştırılması yoluyla sektörel iş birliklerinin geliştirilmesi ve sanayi kuruluşları nezdinde tanınırlığın artırılması amaçlanmaktadır [4, 7 ve 14]. Benzer şekilde, ulusal öncelikler kapsamında çok paydaşlı araştırma faaliyetlerinin uygulamaya geçirilmesini kolaylaştırarak ulusal kurum ve kuruluşlarla iş birliğinin güçlendirilmesi ve tanınırlığın artırılması; küresel eğilimler doğrultusunda uluslararası katılımlı araştırma faaliyetlerinin desteklenerek iş birliği ağlarının genişletilmesi ve uluslararası görünürlüğün artırılması hedeflenmektedir. Araştırma projelerinden yüksek teknolojik hazırlık seviyesine sahip çıktılar elde edilmesinin teşvik edilmesi, Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin sonuçlarının fikri mülkiyet kapsamında korunmasının sağlanması ve tamamlanan projelerin topluma yönelik yüksek katma değerli ürün ve hizmetlere dönüştürülmesinin desteklenmesi de önemli bir diğer başlıktır. Son olarak, araştırmacıların AR-GE ve inovasyon ekosistemi paydaşlarıyla uyum içinde çalışabileceği bir ortamın oluşturulması amaçlanmaktadır [15, 18 ve 19].
- **İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi ve Yönlendirilmesi:** Mevcut insan kaynaklarının bilgi birikiminin sinerji oluşturacak şekilde

değerlendirilmesine yönelik çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Ayrıca, personelin öncelikli ve gelişim gerektiren alanlarda bilgi düzeyini artırmaya ve yetkinliklerini geliştirmeye yönelik faaliyetlerin planlanması önem taşımaktadır. Araştırmacı kadrosunun, özellikle proje bütçelerinden sağlanan kaynaklar aracılığıyla, yeni ve güncel uzmanlıklara sahip genç araştırmacılarla güçlendirilmesi de hedeflenmektedir [7 ve 10]. Öncelikli alanlardaki mevcut imkânların ve kurumsal iş birliklerinin etkin şekilde kullanılmasıyla, ortak doktora programları ve disiplinlerarası eğitim modelleri gibi araçlar aracılığıyla sanayiye de katkı sağlayabilecek nitelikte yetkin araştırmacı insan gücünün yetiştirilmesi gerekmektedir. Kurumsal ödül mekanizmalarının geliştirilmesi yoluyla nitelikli araştırmacıların kuruma bağlılığının artırılması ve kurumun yeni araştırmacılar için cazibe merkezi haline getirilmesi de önemli hedefler arasında yer almaktadır [16 ve 20].

- **Maddi Kaynakların Artırılması ve Yönlendirilmesi:** Mevcut maddi kaynakların belirli bir kısmının öncelikli alanlara ayrılması, bu alanlarda yapılacak proje başvurularıyla yeni finansal kaynakların oluşturulmasına ve yurt dışı araştırma fonlarının kuruma kazandırılmasına öncelik verilmesi gerekmektedir. Kurumsal koordinasyon mekanizmalarının güçlendirilmesiyle birlikte, öncelikli alandaki özgün ve donanımlı altyapının etkin şekilde kullanılarak sektöre yönelik hizmetlerin geliştirilmesi ve bu yolla yeni kaynakların yaratılması da büyük önem taşımaktadır [7 ve 12].
- **Ulusal ve Uluslararası Protokoller ile Disiplinlerarası Çalışmaların Önemi:** Biyoteknoloji öncelikli alanı kapsamında ilgili sektörlerde ve paydaşlar arasında ihtiyaç analizi yapılarak mevcut eksikliklerin somut biçimde belirlenmesi ve ulusal ile uluslararası paydaşlarla iş birliği süreçlerinin başlatılması gerekmektedir [9 ve 16]. Öncelikli alanlarda multidisipliner çalışmaların geliştirilmesinin önemi doğrultusunda, araştırmacıların ortak çalışmalar yürütebileceği fiziksel ve sanal ortamların oluşturulması, kurum içinde disiplinlerarası ve çok disiplinli araştırma gruplarının kurulabilmesi için koordinasyon ve iletişim mekanizmalarının güçlendirilmesi, disiplinlerarası proje başvurularını teşvik edecek mekanizmaların geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca proje başvuru ve yürütme süreçlerini destekleyen kurumsal birimlerin daha etkin çalışabilmesi için ortak çalışma gruplarının oluşturulması, yeni proje başvurularının artırılması ve proje sayısı ile bütçelerinin yükseltilmesi hedeflenmektedir [7, 16, 18 ve 21].
- **Uluslararası Ölçekte Bilimsel Projeler Oluşturulması ve Yürütülmesi:** Uluslararası araştırma projelerine yönelik uygun fon imkânlarının daha etkin biçimde duyurulması ve araştırmacıların bu konuda düzenli olarak bilgilendirilmesinin özel çalışmalarla yaygınlaştırılması gerekmektedir. Araştırmacıların proje ekipleri oluşturma, proje yazımı ve başvuru süreçlerinde desteklenmesine yönelik mekanizmaların geliştirilmesi de önem taşımaktadır. Çok paydaşlı ve büyük ölçekli uluslararası projelerin yürütülmesi sırasında araştırmacıların üzerindeki bürokratik yükün azaltılması amacıyla mevcut sistem ve süreçlerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda uluslararası proje başvuru sayısının ve bütçelerinin artırılması hedeflenmektedir. Paydaşların ulusal ve uluslararası önceliklere ilişkin fırsat ve tehditler konusunda bilgilendirilebilmesi için uygun bir iletişim ortamının oluşturulması önemlidir. Ayrıca ulusal ve uluslararası yasal

düzenlemelerin, yeni politikaların ve değişikliklerin güncel olarak takip edilmesi, Ar-Ge ve yatırım teşviklerinin sürekli izlenmesi gerekmektedir. Büyük ölçekli ve yüksek kaliteli bilimsel araştırma projelerinin geliştirilmesi ve yürütülmesi amacıyla paydaşlarla düzenli periyodik toplantılar yapılması da önemli bir ihtiyaç olarak değerlendirilmektedir [7, 13, 22 ve 23].

- **Çözüm Hedefli Araştırma ve Proje Faaliyetlerinin Uygulanması:** Araştırmacıların uzmanlık ve ilgi alanlarının sektöre daha etkin ve yaygın biçimde tanıtılması amacıyla yeni uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir. Sanayi kuruluşlarının AR-GE odaklı ilgi alanlarının belirlenerek araştırma ekiplerine daha etkili şekilde duyurulmasını sağlayacak mekanizmaların oluşturulması da önem taşımaktadır. Ayrıca, araştırmacılar ile sanayi kurum ve kuruluşları arasında daha etkin ve doğru eşleştirmelerin yapılabilmesi için uygun ortamların ve geliştirilmiş işleyiş mekanizmalarının oluşturulması gerekmektedir. Sanayi ortaklı ve/veya kontratlı araştırma projelerinin oluşturulması ve yürütülmesi süreçlerinin sadeleştirilmesi yoluyla iş birliğinin daha kolay ve verimli hale getirilmesi de hedeflenmektedir [19, 20 ve 21].
- **Ulusal Öncelikler ve Global Eğitimler Kapsamında Uluslararası Katılımlı Faaliyetler Uygulanması:** Araştırma alanlarında ulusal önceliklerin belirlenmesine yönelik mekanizmalarda daha aktif ve katılımcı yaklaşımlar geliştirmek amacıyla politika yapıcı komisyon ve kurullarla iş birliği yapılması önem taşımaktadır. Ulusal öncelikli çağrılarının ve proje destek mekanizmalarının daha etkin biçimde duyurulması, kurumsal uzmanlıklarla uyumlu çağrılara yönelik proje başvurularında ise proaktif bir yaklaşım benimsenmesi gerekmektedir. Ulusal öncelikli alanlarda yürütülecek projelerde oluşacak kurumlararası çok disiplinli ekiplerin fikrî haklar dahil olmak üzere karşılıklı çıkarlarını koruyacak ve iş birliğinin sorunsuz ilerlemesini sağlayacak yalın süreçlerin tasarlanması da faydalı olacaktır. Ulusal düzeyde tanınırlığın artırılması için iyi uygulama örneklerinin proaktif biçimde duyurulması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir [11, 21 ve 22]. Uluslararası AR-GE faaliyetlerinin önemine ilişkin olarak, teknoloji platformları gibi uluslararası düzeyde politika belirleyici gruplarda aktif rol alınmasının teşvik edilmesi, uluslararası çağrılarının ve proje destek mekanizmalarının daha etkin duyurulması ve kurumsal uzmanlıklarla uyumlu çağrılarda proje başvurularının artırılması için proaktif bir yaklaşım sergilenmesi gerekmektedir. Ayrıca uluslararası çağrılar kapsamında oluşturulacak çok disiplinli kurumlararası proje ekiplerinin fikrî haklar dahil olmak üzere karşılıklı çıkarlarını koruyacak ve iş birliğinin etkin şekilde yürütülmesini sağlayacak yalın süreçlerin tasarlanması önemlidir. Uluslararası tanınırlığın artırılması için iyi uygulama örneklerinin proaktif biçimde paylaşılması ve tanıtılması da büyük önem taşımaktadır [20 ve 21].

## 5. SONUÇ (CONCLUSION)

Ar-Ge tesislerinin önemi ve katkıları bu çalışma kapsamında vurgulanan temel unsurlardan biridir. Bir konu üzerine yapılan araştırmaların teorik veriler ile desteklenen pratik uygulamalar sayesinde daha kapsamlı ve faydalı bilgilere dönüşmesi; elde edilen bu bilgilerin de doğrudan yaşamın çeşitli alanlarına etki etmesi temel bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Her alanda Ar-Ge kıymetlidir. Yerinde ve zamanında kullanılan bilgiler bazen paha biçilemez değere sahiptir. Gıda ve beslenme konuları ise insan doğası ile birlikte

varoluşundan beri önemli ve elzemdir. Bir tesis ile elde edeceğimiz fayda kıymetli bir gıda çeşidi olan su ürünlerinin gerek miktar olarak artırılması, gerekse içerik ve yan ürün anlamında kaliteli hale getirilmesi yönünde olacaktır [11]. Tesisin çalışmaları ile birlikte ortaya çıkacak sonuçlar tesisin hangi yönde daha fazla odaklanması gerektiğini gösterecektir. Amaçları doğrultusunda elde edilecek faydaların, doğaya ve insanlığa pozitif katkıların artırılması da tesis faaliyet alanının genişlemesi ve büyümesini sağlayacaktır [4]. Ar-Ge sonucu olmayan sürekli işlemesi devam etmesi gereken bir olgudur. Sonuç olarak, su kaynaklarının en verimli şekilde yönetilmesi, avcılık ile yetiştiricilik faaliyetleri ile su ürünleri üretiminde sürdürülebilir gelişimin sağlanabilmesi için ihtiyaç duyulan Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi büyük önem taşımakta ve değerli görülmektedir.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)**

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### **FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)**

Bu araştırmada finansal destek alınmamıştır.

#### **ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)**

Makalenin yazarları bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- [1] Aydın, O. ve Sayılı M., (2009). Samsun ilinde alabalık işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2):97-107.
- [2] Anonim., (1994). Keban Baraj Gölü Limnoloji raporu, DSİ 9. Bölge Müdürlüğü, Keban.
- [3] Büyükçapar, H.M. ve Sezer, Ö., (2006). Rize yöresi alabalık işletmelerinin yapısal ve biyo-teknik özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen ve Müh. Dergisi, 9(1):23-27.
- [4] Anonim, (2001). 8. Kalkınma planı su ürünleri ve su ürünleri sanayi özel ihtisas komisyonu raporu, DPT Yayınları, Yayın No: 2714, Ankara
- [5] Losordo, T.M., Masser, M.P., and Rakocy, J.E., (2001). Recirculating aquaculture tank production systems-an overview of critical consideration. World Aquaculture 32, (1):18-31.
- [6] Anonim, (2009a). Ekonomik göstergelerle Türkiye’de tarım. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları, 176, Ankara.
- [7] Anonim, (2001). 8. Kalkınma planı Su ürünleri ve su ürünleri sanayi özel ihtisas komisyonu raporu, DPT Yayınları, no: 2714, Ankara.
- [8] Kim, S.K., Kong, I., Lee, B.H., Kang, L., Lee, M.G., and Suh, K.H., (2000). Removal of Ammonium-N from a recirculation aquacultural system using an immobilized nitrifier. Aquacultural Engineering, 21:139-150.
- [9] Anonim, (2006). 9. Kalkınma planı balıkçılık özel ihtisas komisyonu raporu. DPT Yayınları, Yayın No: 2719, Ankara.
- [10] Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C., and Krieter, J., (2016). A review on fish growth calculation. Reviews in Aquaculture, 8:30-42. DOI: 10.1111/raq.12071
- [11] Ray, S., Santra, S., and Chartaborty, P., (2020). Effect of aeration on water quality of growth of fishes in aquaculture ponds. Aquaculture International, 51(6):2356-2365.

- [12] Barak, Y., Cytryn, E., Gelfand, I., Krom, M., and van Rijn, J., (2003). Phosphorus removal in a marine prototype. *Recirculating Aquaculture System, Aquaculture* 220:313-326.
- [13] Karaman, S. ve Yeşilayer, N., (2012). Alabalık tesisleri ve havuzlarının planlama ilkeleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2):138-146.
- [14] Aytac, A., Keleştemur, G.T., and Tuna, M.C., (2024). An effective aeration system for high performance pond aeration at low energy cost. *Aquaculture International*, 1:390-397.
- [15] Anonim., (2009b). Su ürünleri üretim. Fiyat ve Üretim Değeri İstatistikleri, TÜGEM, Su Ürünleri İstatistikleri, Yayın No:8, Ankara.
- [16] Yılmaz, S., Akay, A.S. ve Gümüş, E., (2008). Türkiye ekonomisinde su ürünleri sektörü ve su ürünlerinin pazarlanması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2):165-272.
- [17] Bentley, N. and Stokes K., (2009). Moving fisheries from data-poor to data-sufficient: evaluating the costs of management versus the benefits of management. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 1:378-390.
- [18] Büyükçapar, H.M. ve Sezer, Ö., (2006). Rize yöresi alabalık işletmelerinin yapısal ve biyo-teknik özellikleri. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1):66-56.
- [19] Özkan, B., (2006). Kültür balıkçılığında mekanizasyon. *Aquaculture Studies*, 6(3):4-9.
- [20] Olgunoğlu, İ.A., (2017). Mechanization in fish Processing Technology. *ADYÜTAYAM*, 5(1):33-41.
- [21] Collazo, N., Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Otero, P., Simal-Gandara, J., and Prieto, M.A., (2021). Health promoting properties of bee royal jelly: Food of the queens. *Nutrients*, 13(2): 543
- [22] FAO., (2020). The state of world fisheries and aquaculture. *Sustainability in Action*, Rome.
- [23] Bregnballe, J., (2022). A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. *Food & Agriculture Org. Rome*, pp:105.