# SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMASI

ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) APPLICATION IN AQUACULTURE

**Prof.Dr. Suat DİKEL** Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Böl. Adana
**Doç.Dr. Mustafa ÖZ** Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi Klinik Bilimler Böl. Aksaray

Prof. Dr. Suat DİKEL
dikel@cu.edu.tr 05337320121
ORCID NO: 0000-0002-5728-7052
Doç. Dr. Mustafa ÖZ,
ozmustafa@aksaray.edu.tr 05414598027
ORCID NO: **0000-0001-5264-7103**

## ÖZET

Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliği, dünyaya yaygın bir biçimde yayılmış başlı başına büyük bir endüstri olsa da, göründüğü kadar basit değildir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yenilikçi teknolojilerin ortaya çıkmasıyla birlikte, balık yetiştiriciliği teknolojisi, kendini geliştirmek için daha fazla teknolojinin yolunu açması gerektiğinin farkına varmış ve teknolojik gelişmelerle günümüzün en hızlı büyüyen sektörleri arasına girmiştir. Gelişen talebin karşılanması kalitenin takibi ve üretimin artırılmaya çalışılması ile artan işgücü açığının kapatılması adına üretim aşaması olabildiğince kompüterize olmaya başlamıştır. Endüstriyel üretim ile üretim hacmi olağan üstü seviyelere ulaşırken, üretim sahaları ve üretim yöntemleri sadece geleneksel personel yönetimi ile olanaksız hale gelmiştir. Yatırımın bu denli arttığı rekabetin olabildiğince hızlandığı süreçte üretim yönetimini birkaç kişinin sorumluluğuna bırakmak çok büyük risk halini almıştır. Yapay zekanın en büyük uygulamalarından biri olan tahmine dayalı analitik, su ürünleri yetiştiriciliği pratisyenlerinin yalnızca yaklaşan eylemlerini planlamakla kalmayıp, aynı zamanda balıkları için en iyisini yapabilmeleri için öngörülen kavramlar doğrultusunda çalışmasının da yolunu açmaktadır. Tahmine dayalı analitiği kullanarak, kesinlikle gelecekteki olası sonuçlara ilişkin içgörüler elde edebilir ve bunlara karşı hazırlık yapabilir. Diğer herhangi bir alan gibi, su ürünleri yetiştiriciliği de yalnızca tahmine dayalı önlemlerin tek başına uygulanmasından büyük ölçüde yararlanabilir. Günümüzde su ürünleri yetiştiricilik sektöründe yem yapımı, yemleme üniteleri, havalandırma araçları, uzaktan izleme ve bakım üniteleri, akıllı sensörler, büyüme istatistikleri, sıcaklık ölçümleri ve optimizasyonu, tahmini ölçümler, su kalitesi dengeleme, yoğun veri analizleri gibi zorlu konularda yapay zekanın kullanımı artmaktadır. Yapay zekânın uygulanması birçok altyapı şartlarına bağlı olmakla birlikte aynı zamanda nitelikli uzman ve eğitmen yardımı da gerektirirken ciddi bir servis gereksinimi olduğu da bir gerçektir. Gelecekte de bu konuda çok fazla uygulama gündeme gelecek ve bu konuya daha fazla yatırım yapılacaktır.

**Anahtar kelimeler: Yapay zekâ, Su ürünleri yetiştiriciliği, Üretim yönetimi, kontrol, mekanizasyon**

” Cite
Dikel, S. and Öz,M., (2022) Artificial Intelligence Application in Aquaculture. Ispec 10th Internatıonal Conference On Agriculture, Animal Sciences and Rural Development. 18-19 July 2022. Sivas Turkiye. 1252- 1262 pp

**ABSTRACT**

Today, aquaculture is not as simple as it seems, even though it is a large industry in its own right that has spread widely around the world. With the emergence of innovative technologies in aquaculture, fish farming technology has realized that it needs to pave the way for more technology to improve itself and has become one of the fastest growing sectors of today with technological developments. In order to meet the developing demand, follow the quality and try to increase the production, the production phase has started to be computerized as much as possible in order to close the increasing workforce deficit. While the volume has reached extraordinary levels with industrial production, production sites and production methods have become impossible only with traditional personnel management. It has become a huge risk to leave the production management to the responsibility of a few people in the process where the investment has increased so much and the competition has accelerated as much as possible. One of the biggest applications of AI, predictive analytics is paving the way for aquaculture operators to not only plan their upcoming actions, but also work towards predicted concepts so that they can do what's best for their fish. By using predictive analytics, one can certainly gain insights into possible future outcomes and prepare for them. Like any other field, aquaculture can benefit greatly from the application of only predictive measures alone. Today, the use of artificial intelligence is increasing in the aquaculture sector in challenging subjects such as production of feed, feeding units, aeration tools, remote monitoring and maintenance units, smart sensors, growth statistics, temperature measurements and optimization, predictive measurements, water quality balancing, intensive data analysis. While the implementation of artificial intelligence depends on many infrastructure conditions, it also requires the help of qualified experts and trainers, and it is a fact that there is a serious service requirement. In the future, many applications will be brought to the agenda on this subject and more investments will be made in this topic.

**Keywords: Artificial intelligence, Aquaculture, Production management, control, mechanization**

## GİRİŞ

Gün geçtikçe gelişen ve büyüyen bir sektör olan Su ürünleri üretim sektörünün gereksinimleri de doğal olarak büyümekte ve farklılaşmaktadır. Gezegenimizin artan gereksinimini karşılamak ve bunu düşük maliyetler ve kayıplarla yapmak günümüzün önemli hedefleri arasına girmiştir. Diğer tüm üretim sektörlerinde olduğu gibi tarımsal üretim sektörlerinde de gelişen teknolojinin gündem kazandığı ve giderek daha önemli görevler üstleneceğini şimdiden söylemek olasıdır. Yapay zeka (AI) tanımı gereği 'geçmişin parçalarından yapılmış gelecek' anlamına gelir (Crispin ve ark., 2020) . Bunlar deneyim yoluyla yeni çözümler öğrenen programlardır. AI, tarımdan endüstrilerdeki otomasyonu tamamlamaya kadar çeşitli alanlarda uygulanmaktadır. Yapay zeka sayesinde balıkçılık

sektörü hızla gelişebilir ve su ürünleri yetiştiriciliğini daha az emek yoğun bir alan haline getirdiği için üretim kısa sürede dört katına çıkarılabilir**.** Su ürünleri yetiştiriciliğinde girdi israfı yapay zeka ile yönetilebilir ve maliyet %30'a kadar azaltılabilir **(**Crispin ve ark., 2020**).** Yem, balık çiftçileri için en büyük maliyeti temsil ediyor, bu nedenle bu alandaki optimizasyon her zaman daha iyi karlılık anlamına gelmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde girdi israfı yapay zeka ile yönetilebilir ve maliyet %30'a kadar azaltılabilir **(**Crispin ve ark., 2020). Böylece AI, daha az bakım ve daha düşük girdi maliyeti ile balık üretim sistemleri üzerinde tam kontrol sağlar. Su ürünleri yetiştiricileri, çevresel koşulları ve sistem girdilerini (örneğin su, oksijen, sıcaklık, besleme hızı ve stok yoğunluğu) kontrol ederek, kültüre alınan türlerin fizyolojik oranlarının ve son işlem çıktılarının (örneğin amonyak, pH ve büyüme) düzenlenebileceğini fark ederler. Bunlar tam olarak ticari su ürünleri tesislerinin işçilik ve kullanım maliyetlerini azaltarak verimliliklerini optimize etmelerini sağlayacak türden pratik ölçümlerdir. Su ürünleri süreç kontrolü ve yapay zeka sistemleri için beklenen faydalar şunlardır: (1) artan süreç verimliliği; (2) azaltılmış enerji ve su kayıpları; (3) azaltılmış işçilik maliyetleri; (4) azaltılmış stres ve hastalık; (5) geliştirilmiş muhasebe; ve (6) sürecin daha iyi anlaşılması (Lee., 2000). Su ürünleri yetiştiriciliği alanı, uygulayıcılarının çoğu tarafından bir bilim olduğu kadar bir sanat olarak kabul edilmiştir; Su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının başarısı, yetiştirilen türlerin fizyolojisi, ekolojisi ve davranışlarını anlamaktan ziyade çiftlik yöneticisinin sezgisiyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle, çiftlik yöneticileri balıklarını otomatikleştirilmiş yönetim sistemlerine emanet etmekte tereddüt etmektedirler (Lee.,2000). Bununla birlikte, son araştırmalar ve ticari operasyonlar, bir bilim geliştikçe yeni teknolojileri ve su ürünleri yetiştiriciliğini benimsemeye başlamıştır (Lee, 1995; Malone ve DeLosReyes, 1997).

**Akuakültürde Yapay zekânın Kullanım Alanları**

Düşük işgücü verimliliği, üretim verimliliği ve kaynak kullanımı, düşük kaliteli su ürünleri ve güvenlik garantilerinin olmaması, birçok ülkenin su ürünleri endüstrisinin hızlı gelişimini ciddi şekilde sınırlamıştır. Kesin, otomatik ve akıllı su ürünleri yetiştiriciliği gerçekleştirmek için modern bilgi teknolojisini ve akıllı cihazları kullanmak, balıkçılık üretkenliğini ve kaynak kullanımını iyileştirmek yukarıdaki çelişkileri çözmenin ana yoludur (Daoliang ve Chang 2020). Su ürünleri yetiştiriciliğinde yapay zekâ teknolojisi, yetiştiriciliğin üretim sürecini gerçekleştirmek, su altı organizmalarının büyümesini izlemek, sorunları yargılamak, tartışmak ve analiz etmek ve ardından besleme, hastalık tedavisi ve yavru üretimi yapmak için bilgisayar teknolojisini kullanmaktır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yapay zeka teknolojisinin

gelişim durumunu ve teknik özelliklerini anlamak için, genelde su ürünleri yetiştiriciliğinin beş ana yönü, yani yaşam bilgisi edinme, su ürünleri büyüme düzenlemesi ve karar verme, balık hastalıkları tahmini ve teşhisi, su ürünleri yetiştiriciliği ortamının ele alınması gerekir.

**Su Ürünleri Üretim Sahasında Kullanılan Yapay Zeka Uygulamaları**

Su ürünleri yetiştiriciliğinde Yapay Zeka, uzun vadede daha iyi sonuçlar ve sonuçlar için kullanılabilecek ve uygulanabilecek böyle bir teknolojidir. İşte bu bölümde tartışılacak olan su ürünleri yetiştiriciliğinde en iyi 10 AI uygulaması (Şekil 1)




Şekil 1 . Su ürünleri yetiştiriciliğinde en iyi 10 AI uygulaması (Anonim 2022 a)

1. **Otomatik Besleme Sistemi**

Akuakültürde yapay zekanın ilk uygulaması otomatik yemleme sistemidir. Açık deniz kafes balıkçılığında kurulan sistemlerle balık besleme uygulamalarının ötesinde tatlı su kültür balıkçılığı, yetiştiricinin üretim yerinin yakınında kalmasına izin verse de, balıkları beslemek yorucu bir süreç olabilir. Aynı şekilde çiftçiler de bazen unutabilmekte, hatta bazı sebeplerden dolayı ulaşılamayacak durumda kalabilmektedir. Yapay zekanın son derece yardımcı olabileceği ve otomasyon besleme sistemlerini kullanarak üreticilerin yerine geçebileceği yer burasıdır. Yapay zeka, otomatik yemleme sistemi teknolojisini kullanarak balıklar için otomatik yemlemeyi kolaylaştırabilir. Bu, balıkların alması ve sürdürmesi için kayıtlı bir miktarda yem bırakan yapay zeka destekli araçlarla gerçekleşebilir. Bu aynı

zamanda yem israfını en aza indirmenin ve çiftlik hayvanları arasında yem tüketimini optimize etmenin çok yararlı bir yoludur. Yem, balık çiftçileri için en büyük maliyeti temsil ediyor, bu nedenle bu alandaki optimizasyon her zaman daha iyi karlılık anlamına gelmektedir (Dikel 2002). Şekil 2 de ülkemizde kullanılan otomatik yemleme sistemleri ve kontrol üniteleri gösterilmektedir.



Şekil 2. Program destekli otomatik yemleme ünitesi ve Dijital izleme ekipmanları

## 2. Uzaktan İzleme ve Bakım

Su ürünleri yetiştiriciliğinde yapay zeka, yetiştiricinin çiftçilik yerini uzaktan izlemesine ve sürdürmesine olanak tanır. Bu, çiftçiyi herhangi bir tıkanıklık, yem kaynaklarının tükenmesi veya acil olarak çözülmesi önemli olabilecek diğer endişeler hakkında alarma geçirmeyi içermektedir. Uzaktan izleme ve bakımın amacı, çiftçilerin akuakültür sahalarını hassas bir şekilde izleyebilirken serbestçe dolaşabilmelerini sağlamaktır. AI sayesinde, sahada sürekli olarak bulunma ihtiyacı artık geçerli değil.

Uzaktan izleme için Akıllı Telefonlarda Akuakültür Uygulaması

Akıllı telefonlar artık tüm insanların neredeyse tüm yaşam alanlarında yanlarından ayırmadıkları cihazlar halini almıştır. Tüm dijital işlemlerini ve kişisel iletişimleri bu araçlar üzerinden yapar hale gelinmiştir. Üreticilerin de üretim sahalarında ya da buralardan uzaklaştıklarında dahi kontrol ünitesi olarak yine bu telefonlardan ya da tabletlerden yararlanması çok gündemdedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde sudaki doğru oksijen seviyesinin korunması önemlidir. Suda çözünmüş oksijen konsantrasyonunu kontrol etmek çok

önemlidir. Sudaki uygun oksijen seviyesini korumak, yem kullanımını iyileştirecek, büyüme süresini kısaltacak ve balık ölümlerini azaltacaktır. Oksijenin uygun kullanımı, bir balık çiftliğinin ekonomik durumunu önemli ölçüde iyileştirir ve ek üretim güvenilirliği sağlar. Örnek olarak AGA su ürünleri yetiştiriciliği uygulaması, sıcaklık ve tuzluluk (tuz içeriği) ile ilgili olarak sudaki oksijenin çözünürlüğünü gösterir. Sıcaklığı ve tuzluluğu bildiğinizde, litre su miktarı başına mg cinsinden doğru oksijen değerini bulmak için bu uygulamayı kullanabilirsiniz. Lansman sırasında seçilebilecek iki dil vardır: İngilizce ve Norveççe. İçerik cihazda yerel olarak depolanır, ancak bayi bulma işlevi çevrimiçi bağlantıya (GPS) ihtiyaç duyar. İletişim bilgileri altında telefon numarasını veya e-posta ve web adreslerini yazmanıza gerek kalmaması için tıklanabilir. Bu uygulamalar akıllı telefonlar ve tabletler için hem App Store'da hem de Google Play'de mevcuttur (Şekil 3).




Şekil 3. Akıllı telefonlarda kullanılan Akuakültür uygulamalarına bir örnek (Anonim 2022b).

## 3. Büyüme İstatistikleri

Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde AI için üçüncü uygulama, doğru stratejileri büyük ölçüde değerlendirebilmeniz için çiftlik hayvanlarınızın büyüme istatistiklerini izleme ve yorumlama olanağı sağlamasıdır. Bu, çiftçilerin yapay zekanın gücünü kullanarak yalnızca yetiştirme uygulamalarındaki boşlukları tespit etmekle kalmayıp, aynı zamanda hayvanlarının iyi durumda olmasını sağlamak için yaklaşan adımlar ve hasar kontrolü konusunda da dikkatli olmaları anlamına gelmektedir.

Büyüme istatistiklerinin kullanılması, aynı zamanda, başkalarının doğru uygulamaları ve buna yönelik adımları analiz etmelerine yardımcı olmak için büyük veri ve büyük veri analitiğinin toplanmasına da büyük bir katkıdır.

### 4. Sıcaklık Optimizasyonu

Tatlı su kültür balıkçılığı, çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesini neyin etkilediğini belirlemek için deneyler yapmak ve koşulları ayarlamak için bir merkezdir. Bu, sıcaklığın önemini tartışma ihtiyacını gerektirmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde sıcaklık, balığın çevresindeki termal ortamı optimum düzeyde tutmada ve balık boyunca dengeli kalmasını sağlamada büyük rol oynar. Sıcaklık optimizasyonu, çiftçilerin tercihlerini belirlemelerine ve tarım alanları için özelleştirilmiş modeller çıkarmasına olanak tanıyan yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmaları aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Peki bu "**Makine Öğrenimi Algoritmaları Nelerdir ?** Yapay Zekanın bir alt kümesi olan Makine Öğrenimi, bilgisayarları/sistemleri açıkça programlanmadan bağımsız olarak çalışacak şekilde eğiten tekniktir. Bu eğitim ve öğrenme sürecinde, bu tür sistemlerin zamanla kendilerini daha üstün bir şekilde eğitmelerine yardımcı olan çeşitli algoritmalar devreye girmekte ve bunlar Makine Öğrenimi Algoritmaları olarak anılmaktadır (Anonim 2022 c)

### 5. Su Kalitesi Yönetmeliği

Su ürünleri yetiştiriciliğinde yapay zeka kullanmanın bir başka avantajı da su kalitesini kolayca tespit edip düzenleyebilmesidir. Su kalitesi, yetiştirme süreci boyunca çiftlik hayvanlarının sağlığını ve hayatta kalmasını belirleyen çok önemli bir faktördür. Herhangi bir yabancı partikül, balığın içinde yaşadığı suyun kalitesini kirletme eğilimindeyse, AI destekli sensörler çiftçiyi kolayca bilgilendirebilir ve düzenleyici önlemlere yol açabilir. Bu, suyu filtrelemeyi, suyu değiştirmeyi ve hatta kirlenmiş parçacıkların etkisini ortadan kaldırmak için antikorları serbest bırakmayı içerir. Yapay zekanın bu özel uygulaması, su ürünleri endüstrisini çok gelişmiş ancak ilerici kılıyor.

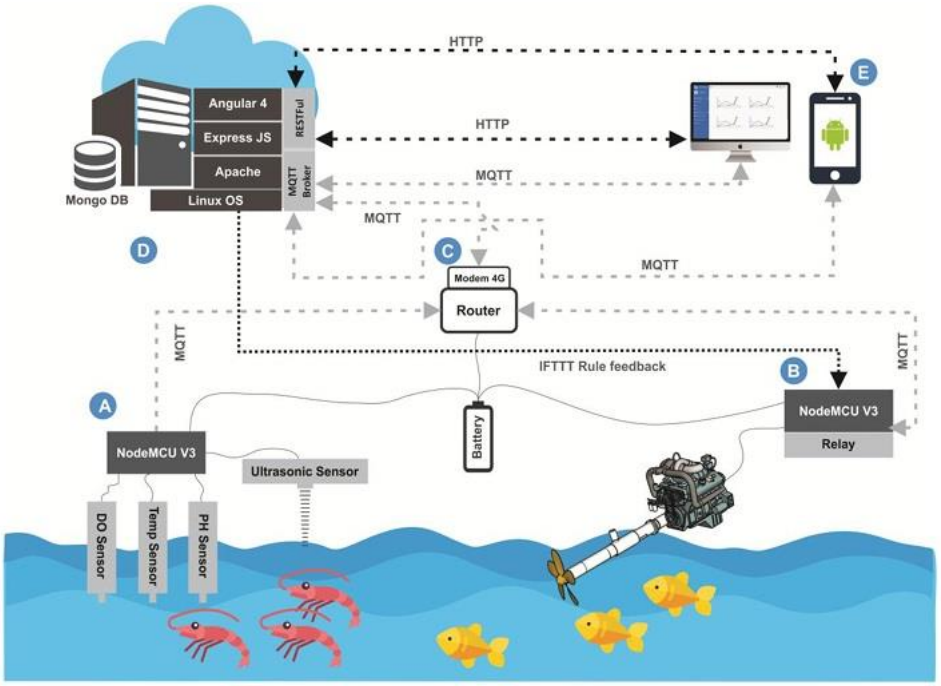
### 6. Havalandırma Ekipmanları

Bu başlıkta daha önce belirtildiği gibi, oksijen, çiftlik hayvanlarının hayatta kalması için çok önemli bir faktördür. Bununla birlikte, sürekli havalandırma ve oksijen salınımı,

oksijen eksikliğinin kolayca bir hayvan katliamına yol açabileceği diğer ortamların aksine, balıkların nefes almasına ve kolayca hayatta kalmasına yardımcı olur. Böylece AI, balığın yetiştirildiği sudaki oksijen seviyesinin yönetilmesine ve korunmasına yine yardımcı olur. Bu, düzenli aralıklarla oksijen salınımına izin veren bir makine öğrenme modeli aracılığıyla gerçekleşir. Ayrıca, oksijen seviyesi çok fazla veya çok az olursa, sensörler bunu hemen raporlayabilir ve çiftlik hayvanları için dengeli bir ortam sağlayabilir.

## 7. Akıllı Sensörler

Tüm çalışan personelin yokluğunda birinin çiftliğinize girmeye çalıştığını hayal edin. Nasıl tanışacaksınız? Yapay zeka. AI'nın iyi bilinen bir uygulaması olan akıllı sensörler, uzun süredir ev sahiplerini, banka yetkililerini ve su ürünleri çiftçilerini alarma geçirmek için kullanılmaktadır. Toksin seviyeleri yükseldiğinde veya oksijen çok azaldığında, yerleşik AI teknolojisine sahip akıllı sensörler çiftçileri anında alarma geçirebilir. Bu gerçek zamanlı bilgi, çiftçinin mümkün olan en kısa sürede bilgi sahibi olabilmesi için birkaç saniye içinde hareket eder. Akıllı sensörlerin kullanımı, çiftçiler için bir uygulamadan daha avantajlıdır çünkü aynı zamanda hem çok faydalı hem de akılcıdır (Şekil 4).




Şekil 4. Smart sensörlerin Aquaculture da çalışması (Dzulqornain, ve ark., 2018)

## 8. İnsansız Filtreleme

Su ürünleri yetiştiricilerinin suyu manuel olarak filtrelemek ve su kalitesini korumak zorunda olduğu eski günlerin aksine, çağdaş süreç çok daha gelişmiş hale geldi. AI ile güçlendirilmiş, önceden kurulmuş makineler yardımıyla insansız su filtrasyonu kolayca gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle, su ürünleri yetiştiriciliğinde yapay zekanın kullanılması, çiftçilerin manuel olarak sıkıcı faaliyetleri gerçekleştirme ve buna uzun saatler ayırma ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Hayvanların gereksinimlerine ayak uydurmak ve uygulama için hep birlikte daha iyi sonuçlara ulaşmak için tüm bu işlevlerin aynı anda gerçekleşebileceğini belirtmek önemlidir.

## 9. Öngörülü Önlemler

Tahmine dayalı analitik çok az duyulmuş bir kavramdır. Günümüz çağında, sürekli bağlantılı teknolojik alan katlanarak toplanacak ve analiz edilecek aşırı veri hacmi üretiyor, tahmine dayalı analitik bu perspektifte önemli bir karakter oynuyor. Modernleştirilmiş dijital teknoloji sektörü, rekabet avantajı elde etmek için iş ve BT alanında her zaman her yerde tahmine dayalı analitiği kullanır. *"Gelişmiş bir veri analitiği biçimi olan tahmine dayalı analitik, geçmiş veri davranışını anlar ve gelecekteki sonuçlar olarak veriye dayalı öngörüleri öngörür"*. Yapay zekanın en büyük uygulamalarından biri olan tahmine dayalı analitik, su ürünleri yetiştiriciliği pratisyenlerinin yalnızca yaklaşan eylemlerini planlamakla kalmayıp, aynı zamanda hayvanları için en iyisini yapabilmeleri için öngörülen kavramlar doğrultusunda çalışmasının da yolunu açmaktadır. Tahmine dayalı analitiği kullanarak, kesinlikle gelecekteki olası sonuçlara ilişkin içgörüler elde edebilir ve bunlara karşı hazırlık yapabilir. Diğer herhangi bir alan gibi, su ürünleri yetiştiriciliği de yalnızca tahmine dayalı önlemlerin tek başına uygulanmasından büyük ölçüde yararlanabilir. AI, geçmiş verilere ve bulgulara dayanarak, daha iyi sonuçlar elde etmek için üreticiyi doğru yöne yönlendirebilir.

## 10. Büyük Veri Analitiği

Teknolojinin kullanımının doruk noktasına ulaştığı ve hayatımızı tamamen sarstığı bir çağda, değiş tokuş edilen veri miktarı çok büyüktür. Geleneksel bir bilgi işlem aracının

işleyemeyeceği yüksek hacimli veri kümeleri günlük olarak toplanmaktadır. Bu yüksek hacimli verileri büyük veri olarak adlandırıyoruz. Günümüzde işletmeler, müşterileri hakkında daha iyi bilgi edinmek için büyük ölçüde büyük verilere güveniyor. Bu tür ham büyük verilerden anlamlı içgörüler çıkarma süreci, büyük veri analitiği olarak kabul edilir (Anonim 2022d) . Su ürünleri yetiştiriciliğinde yapay zekanın son uygulaması, bilgi kayıtlarını toplamak ve diğerlerinin doğru adımları atmasına yardımcı olmak için büyük veri analitiği kullanmasıdır. Büyük verilerin yardımıyla çiftçiler, süreçte karşılaşabilecekleri riskleri ve zorlukları çok iyi anlayabilir ve doğru yolda olduklarından emin olmak için uygun adımları atabilirler. Bu nedenle, büyük veri analitiği size yalnızca uygulamanın bir özetini sunmakla kalmaz, aynı zamanda çiftçilere yardımcı olmak için yapılması ve yapılmaması gerekenleri de belirtir.

## SONUÇ

Su ürünleri yetiştiriciliğinin zekası, hassasiyeti ve ekolojikleştirilmesi, gelişiminin kaçınılmaz bir eğilimidir. Akıllı su ürünleri yetiştiriciliği, su ürünleri yetiştiriciliğinin verimliliğini artırabilir, su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilir gelişimini teşvik edebilir, su ürünlerinin kalitesini iyileştirebilir ve su ürünleri yetiştiriciliği sürecindeki kayıpları en aza indirebilir. Modern bilgi teknolojisi, su ürünleri endüstrisi ile birleştirilecektir. Gelecekte, araştırmacılar su ürünleri yetiştiriciliği sürecine aktif olarak müdahale edebilir, su kalitesi ortamındaki ciddi dengesizliği etkili bir şekilde önleyebilir ve kablosuz sensör ağı, bilgisayarla görme ve görüntü işleme teknolojisi, sıkıştırılmış algılama teorisi, yapay zeka ve diğer teknik yöntemler aracılığıyla su ürünleri yetiştiriciliğinde üretim verimliliğini büyük ölçüde artırabilirler (Hu ve ark., 2020). Sonuç olarak yakın bir gelecekte üretim sektörünün daha da büyümesi ve verimliliğin artırılma zorunluluğu ile birlikte yapay zeka uygulamalarına daha fazla ilgi olacağı şimdiden çok açık bir biçimde görülmektedir.

## KAYNAKLAR

Anonim 2022 a. https://www.analyticssteps.com/blogs/10-applications-ai-aquaculture

Anonim 2022 b. https://www.linde-gas.dk/da/customer_service_ren/tools_customer/iphone_android_app/index.html

Anonim 2022 c. https://www.analyticssteps.com/blogs/top-10-machine-learning-algorithms

Anonim 2022 d. https://www.analyticssteps.com/blogs/what-big-data-analytics-definition-advantages-and-types

Crispin C.L., Jothiswaran, V. V., Velumani, T., & Jayaraman, R. (2020). Application of artificial intelligence in fisheries and aquaculture. *Biotica Research Today*, *2*(6), 499-502.

Daoliang, L. I., & Chang, L. I. U. (2020). Recent advances and future outlook for artificial intelligence in aquaculture. *Smart Agriculture*, *2*(3), 1-20

Dikel, S. (2002). Su Ürünlerinde Mekanizasyon Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitapları Yayın no 12. *Adana. Lotus Yayıncılık*, *150*.

Dzulqornain, M. I., Al Rasyid, M. U. H., & Sukaridhoto, S. (2018). Design and development of smart aquaculture system based on IFTTT model and cloud integration. In *MATEC web of conferences* (Vol. 164, p. 01030). EDP Sciences.

Hu, Z., Li, R., Xia, X. *et al.* A method overview in smart aquaculture. *Environ Monit Assess* **192,** 493 (2020). https://doi.org/10.1007/s10661-020-08409-9

Lee, P. G. (1995). A review of automated control systems for aquaculture and design criteria for their implementation. *Aquacultural engineering*, *14*(3), 205-227.

Lee, P. G. (2000). Process control and artificial intelligence software for aquaculture. *Aquacultural Engineering*, *23*(1-3), 13-36.

Malone and DeLosReyes, 1997 Malone, R., DeLosReyes, Jr., A.A. 1997. Categories of recirculating aquaculture systems. In: Advances in Aquacultural Engineering. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cornell, NY, NRAES-105, pp. 197–208.