

ARICILIKTA TEKNOLOJİ KULLANIMINA YÖNELİK ÇALIŞMALARIN EĞİLİMİ

Mücahit ÇALIŞAN* -Şener BALAT** -Mehmet YAVUZ***

Öz

Çalışmanın amacı, arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik eğilimin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi kullanılmıştır. İlgili çalışmalara Web of Science ve Scopus veri tabanlarında tarama yapılarak ulaşılmış ve toplam 96 çalışma analiz edilmiştir. Analiz sonucunda teknoloji içermeyen çalışmalar çıkarılmış ve 49 araştırma çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. İlgili çalışmaların analizinde yazarlar tarafından hazırlanan veri toplama formu kullanılarak içerik analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda en çok yayının (n=13) 2021 yılında ve ülkeler bazında da Etiyopya'da (n=8) yapıldığı bulunmuştur. İlgili araştırmalarda en çok nicel araştırma yönteminin (n=31) kullanıldığı ve örneklem olarak ise arıcı (n=20) ve arı kovanlarının (n=4) öne çıktığı görülmüştür. Yine bu çalışmalarda en çok modern kovan teknolojileri (n=10), Internet of Things (IoT) (n=7), Sensörler (n=5) ve Uzaktan İzleme Sistemleri (n=3) gibi teknolojiler kullanılmıştır. Bu teknolojilerin hangi amaç için kullanıldığı analiz edildiğinde ise verimliliği artırma (n=21), hastalık tespiti-azaltma (n=5), gelir artırma (n=3) ve koloniyi koruma (n=3) öne çıktığı görülmüştür. Son olarak ilgili çalışmalarda, arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik verimliliği artıracağından teşvik edilmesi önerilmektedir. Ayrıca uzaktan izleme sistemleri ile desteklenmesi ve hastalık tespitinde kullanılması da fayda sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arıcılık, Teknoloji, IoT, Sensör

* Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü.

mcalisan@bingol.edu.tr

Orcid: 0000-0003-2651-5937

** Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü.

senerbalat@hotmail.com

Orcid: 0000-0002-9683-1778

*** Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi.

myavuz@bingol.edu.tr

Orcid: 0000-0001-6218-232X

DOI: 10.53440/bad.1215624

Makale Türü: Araştırma Makalesi

(Makale Gönderim Tarihi: 07.12.2022 – Makale Kabul Tarihi: 19.12.2022)

Atıf Bilgisi: Çalışan, M., Balat, Ş., Yavuz, M. "Arıcılıkta Teknoloji Kullanımına Yönelik Çalışmaların Eğilimi". *Bingöl Araştırmaları Dergisi*, 17, (2022), s. 141-156.

THE TENDENCY OF STUDIES ON THE USE OF TECHNOLOGY IN BEE-KEEPING

Abstract

The aim of the study is to determine the trend towards the use of technology in beekeeping. For this purpose, content analysis, one of the qualitative research methods, was used in the research. Related studies were reached by searching Web of Science and Scopus databases, and a total of 96 studies were analyzed. As a result of the analysis, studies that did not include technology were excluded and 49 studies constituted the sample of the study. Content analysis was carried out using the data collection form prepared by the authors in the analysis of the related studies. As a result of the analysis, it was found that the most publications (n=13) were made in 2021 and Ethiopia (n=8) on the basis of countries. In the related studies, it was seen that the most quantitative research method (n=31) was used, and beekeepers (n=20) and beehives (n=4) were prominent as samples. Again in these studies, technologies such as modern hive technologies (n=10), Internet of Things (IoT) (n=7), Sensors (n=5) and Remote Monitoring Systems (n=3) were used. When the functions of these technologies were analyzed, it was found that increasing productivity (n=21), disease detection-reducing (n=5), increasing income (n=3) and protecting the colony (n=3) stand out. Finally, in related studies, it is recommended to encourage the use of technology in beekeeping as it will increase efficiency. It will also be beneficial to be supported by remote monitoring systems and used in disease detection.

Keywords: Beekeeping, Technology, IoT, Sensor

Giriş

Tarımsal kalkınma ile ilgili birçok alanda teknolojinin getirdiği imkanlar-dan faydalanılmaktadır. Tarım ve hayvancılıkta teknolojinin kullanımı ürün verimi, kalitesi ve zaman tasarrufunun yanında geniş anlamda ülke ekonomisinin gelişimini de katkı sağlamaktadır. Dünya genelinde özellikle hassas tarım olarak isimlendirilen arıcılık, araştırmacılar için büyük ilgi gören bir çalışma alanıdır. Bunun temelinde yatan nedenler ürün elde etme, verimi artırma ve ekonomik kazanç sağlama ile sınırlı değildir. Bununla birlikte arıcılık faaliyetleri dünyanın ekolojik dengesi için hayati bir öneme sahiptir.

Hassas arıcılık olarak tanımlanan bu alan günümüzde çoğunlukla geleneksel tarım faaliyetleri ile sürdürülmektedir. Bu durumun birçok nedeni vardır. Bunlar arıcıların teknolojik gelişmelerden habersiz olması, teknoloji maliyetlerinin yüksek olması, eğitim eksikliği ve geleneksel yöntemlere bağlılık gibi sıralanabilir. Alanyazın incelendiğinde bu durum ile ilgili birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu durum ile ilgili Berhanu (2002) arıcılık teknoloji-

lerinin benimsenmesini engelleyen farklı faktörler olduğunu ve bu durumun arıcıların teknolojik yeniliklerden tam olarak yararlanamadığını ifade etmiştir. Ayrıca sosyoekonomik ve ekolojik farklılıkları nedeniyle her yerde geçerli olan bir hipotez geliştirmenin zor olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte dünya gıda ve tarım örgütü arıcılığın birçok ülkede insanların geçim kaynaklarının iyileştirilmesine katkıda bulunan en önemli hayvancılık alt sektörlerinden biri olduğunu ifade etmiştir (Martin vd., 2012). Amulen vd. (2019) gelişmekte olan birçok ülkede yoksulluğun azaltılmasına yönelik başlıca müdahale alanlarından birinin arıcılık olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca hane düzeyinde kırsal toplulukları beslenme, gelir getirici ve ekolojik güvenliği sağlamaya katkı sunduğunu belirtmiştir. Gürer ve Akyol (2018) ise tüm dünyada arıcılık ürünlerine olan talebin artmasına bağlı olarak arıcılık tarımının önem kazanmaya başladığını ve sadece kırsal emeği verimli kılmakla kalmadığını belirtmiştir. Aynı zamanda yok olan doğal kaynakları da değerli kıldığını vurgulamıştır. Birçok arıcının hala düşük verimli teknolojiler kullandığı, bu durumun üretim seviyesinde düşüşe yol açtığı gözlenmektedir. Yeni teknolojilerin benimsenmesi, üretim faktörlerinde verimliliğin artması, artan gıda talebinin karşılanması, çiftçilerin yaşam standartlarının yükseltilmesi ve tarımsal kalkınmanın sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Gürer ve Akyol, 2018).

Bal arılarının gerek insanların geçim kaynağı gerekse ekolojik dengenin sürdürülmesi açısından bu denli önemli bir role sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda arıcılığın sürdürülmesi ve arıcılık ile ilgili belli problemlerin çözümüne katkı sunabilecek teknolojilerin kullanılması oldukça önem arz etmektedir. Bu durum beraberinde bazı problemler getirmektedir. Arıcılık ve çevresel koşullardan kaynaklı problemler bunlardan en önemlilerindedir. Bununla beraber kovan çevresel koşulları (ısı, nem, rüzgâr, insan faaliyetleri, vahşi hayvanların saldırıları) ve varroa gibi çeşitli hastalıklar arıcılık faaliyetlerinin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi açısından oldukça önemlidir.

Arıcılık ile ilgili bu faktörlere yönelik sorunları çözmek için arıların davranışlarını izleme yeteneğine sahip sistemler ve bilgi teknolojilerinin verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Anyasi ve Imoize, 2010). Bu amaçla, arıcılıkta sensörlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle arıların hareketlerini izlemek, hastalık tespiti yapmak ve çevresel koşullar hakkında bilgi sahibi olmak için kablosuz sensör ağı teknolojileri kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin getirdikleri yakın zamana kadar manuel araçlar ve hataya açık analog ekipmanlar ile yapılmaktaydı (Imoize vd., 2019). Gates (1914), arı kovanlarının sıcaklığının ölçümü için kayıtları manuel olarak tutmuştur. Aynı şekilde, Seeley vd. (1991) arı faaliyetleri ile ilgili karar vermek için manuel

bir yaklaşım benimsemiştir. Dunham (1931) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise arı kovanlarında sıcaklık termokupllar kullanılarak ölçülmüştür. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda günümüzde arı faaliyetlerini incelemede kullanılabilir teknolojiye oldukça gelişmiş bir seviyededir. Son yıllarda ise arıcılık faaliyetleri, arı ve kovan çalışmaları, elektronik veri toplama yoluyla bilgisayar teknolojisinin uygulanmasıyla yürütülmektedir. Sensörlerin geliştirilmesi, elektronik veri toplama sistemleri için, geleneksel sistemden yeni veri analitiği sistemlerine (Odoux vd., 2014; Clermont vd., 2015) kadar gelişmiş ölçüm süreçlerini sağlamıştır.

Alanyazın incelendiğinde arıcılık ile ilgili farklı problemlere farklı teknolojiler ile çözüm üretmeye çalışıldığı görülmüştür. Ferrari vd. (2008), arıcılıkta sıcaklık ve nem ölçümleri için bilgisayar yardımıyla bir veri kaydediciden kayıtlar tutulmuştur. Bencsik vd. (2011) ise oğul verme işlemi sırasında yayılan titreşimlerle birlikte arı kovanı ses kaydının aksine, kovan çerçevesine ivme ölçerler yerleştirmişlerdir. Kovanlara giren ve çıkan arı popülasyonunun doğruluğu için, Struye vd. (1994) tarafından bir kızılötesi sensör kullanımıyla arıları saymayı hedefleyen daha gelişmiş bir arı izleme sistemi kullanılmıştır. Zacepins ve Stalidzans (2012) ise arı kovanı sıcaklığının ölçümleri yoluyla arıların beslenmesini izlemiştir. Heidinger vd. (2014), radyo frekansı tanımlama (RFID) sistemlerini kullanarak, özellikle frekansın belirlenmesi ve bal arısı kraliçesinin çiftleşme uçuşlarının uzunluğunun belirlenmesi için arı sayımı ve takibi için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kridi vd. (2016), bir kovan içindeki sıcaklık ile koloninin yok olma davranışı arasındaki ilişkiyi izlemek için bir sensör ağı kullanmıştır. Braga vd. (2020), arı kovanının iç sıcaklığını, bal peteğinin ağırlığını ve yerel hava durumu verilerini kullanarak bir arı kolonisinin sağlık durumunu kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için bir sistem geliştirdi. Meikle vd. (2017) koloniyi tespit etmek için sıcaklık sensörleri kullanmış ve koloninin ortalama sıcaklık ve sıcaklık değişiminin kış sonrası durumuyla ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Bjerger vd. (2019), kameraların kullanılmasının Varroa akarlarından etkilenen arı kolonisinin derecesini doğrulayabileceğini ifade etmiştir. Hong vd. (2020), uzun süreli arı kolonisi izlemeyi sağlamak için nesnelerin interneti teknolojisi (IoT) birden fazla sensörle kullanmıştır.

Alanyazın incelemesinde bu tür çalışmaların özellikle dünyanın birçok farklı bölgesinde yapıldığı görülmektedir. Arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik yapılmış çalışmaların bir araya getirilmesi arıcılık faaliyetlerinde bulunanlara yol göstermesi açısından önemli görülmektedir. Bu doğrultuda, arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik eğilimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

1. Arıcılıkta teknoloji kullanımı ile ilgili çalışmaların yıllara göre dağılımı nasıldır?
2. Arıcılıkta teknoloji kullanımı ile ilgili çalışmaların ülkelere göre dağılımı nasıldır?
3. Arıcılıkta teknoloji kullanımı ile ilgili çalışmalarda kullanılan araştırma yöntemlerinin dağılımı nasıldır?
4. Arıcılıkta teknoloji kullanımı ile ilgili çalışmalarda tercih edilen örneklemin dağılımı nasıldır?
5. Arıcılık çalışmalarında kullanılan teknolojilerin dağılımı nasıldır?
6. Arıcılık çalışmalarında kullanılan teknolojilerin kullanım amacı nedir?
7. Arıcılık çalışmalarında teknoloji kullanımına yönelik öneriler nelerdir?

Yöntem

Araştırmada, arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik eğilimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve anlaşılabilir bir biçimde düzenleyerek yorumlamak için kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu kapsamda arıcılık alanında teknoloji kullanımına yönelik yapılmış olan çalışmaların araştırma soruları bağlamında derinlemesine incelenmesi ve kategorize edilmesi amaçlandığından içerik analizi yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmanın Örneklemi

Araştırmada kaliteli makalelere ulaşmak için Web of Science (WOS) ve Scopus veritabanındaki ilgili yayınlar çalışmaya dahil edilmiştir. 18.11.2022 tarihinde (“Beekeeping” and “Technology”) OR (“Apiculture” and “Technology”) anahtar kelimesi ile tarama gerçekleştirilmiştir. Makale dışındaki yayınlar ile erişime kapalı yayınların hariç tutulması sonrasında 144 çalışmaya ulaşılmıştır. Son olarak her iki veri tabanında benzer yayınların ayıklanması sonucunda 96 çalışma incelenmek üzere üç yazar arasında eşit bölünmüştür. Her bir yazar 32 çalışmayı incelemiştir. İnceleme sonucunda ilgisiz olan yayınların çıkarılması sonucunda toplam 49 yayın çalışmanın örneklemini oluşturmuştur.

Veri Toplama Aracı

Çalışma kapsamında arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik çalışmaları analiz etmek amacıyla Microsoft Excel’de form hazırlanmıştır. Bu form araş-

tirmacılar tarafından hazırlanıp bir konu bir de dil uzmanına gösterilerek gerekli düzenlemelerle son şekli verilmiştir. Formda, çalışmanın adı, çalışmanın yılı, çalışmanın gerçekleştirildiği ülke, çalışmanın yöntemi, çalışmanın örnekleme, çalışmanın amacı, çalışmada kullanılan teknoloji, kullanılan teknolojinin amacı ve öneriler başlıkları yer almıştır.

Veri Analizi

Araştırmada ele alınan yayınları incelemek üzere içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi birbirini takip eden üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; kodların çıkarılması, ortak kodların bir araya getirilerek kategorize edilmesi ve kategoriler organize edilerek temaların oluşturulması ve raporlanmasıdır (McMillan ve Schumacher, 2010). Çalışma kapsamında incelenen 96 çalışma üç yazara eşit şekilde paylaştırılarak her araştırmacı kendi incelediği çalışmaların verilerini forma girmiştir. Daha sonra girilen verilerin doğruluğu diğer yazarlar tarafından tekrar incelenerek kontrol edilmiştir. İnceleme sonunda ortaya çıkar görüş ayrılıkları yeniden gözden geçirilerek giderilmiştir.

Bulgular

Araştırmada, arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik eğilimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda elde edilen analiz sonuçları araştırma soruları paralelinde aşağıda verilmiştir.

1. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Birinci araştırma sorusu kapsamında arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik çalışmaların yıllara göre dağılımı ele alınmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Şekil 1'deki gibidir.

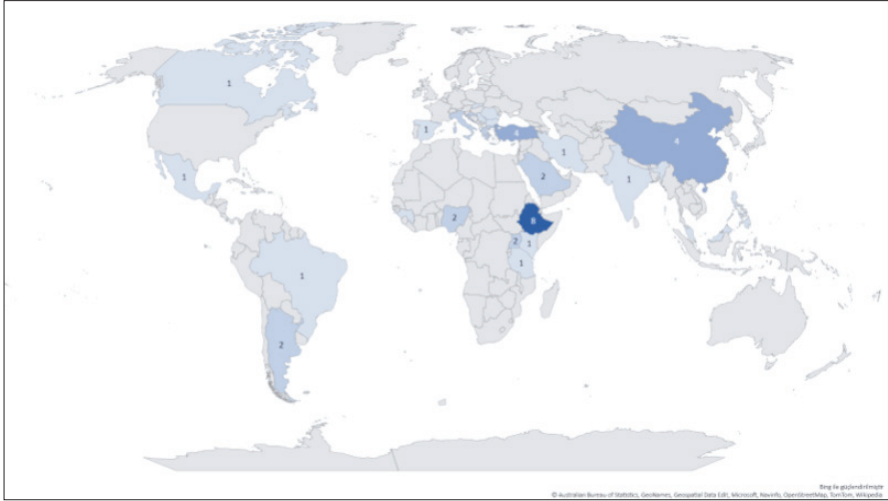


Şekil 1. Çalışmaların yıllara göre dağılımı

Şekil 1 incelendiğinde toplam 49 çalışmanın yıllara göre dağılımı görülmektedir. Burada en çok yayının 2021 yılında (n=13) yapıldığı görülmektedir. Daha sonra ise 2020 yılında (n=10) en çok yayının yapıldığı analiz sonucunda ortaya çıkmıştır. En az yayın ise (n=1) 2005, 2007, 2008, 2015 ve 2016 yıllarında yapıldığı ortaya çıkmıştır. Analiz sonucunda incelenen bir diğer değişken ise çalışmaların gerçekleştirildiği ülkelerdir.

2. Çalışmaların Ülkelere Göre Dağılımı

Çalışmanın ikinci araştırma sorusu kapsamında yayınların gerçekleştirildiği ülkeler ele alınmıştır. Bu doğrultuda elde edilen analiz sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.

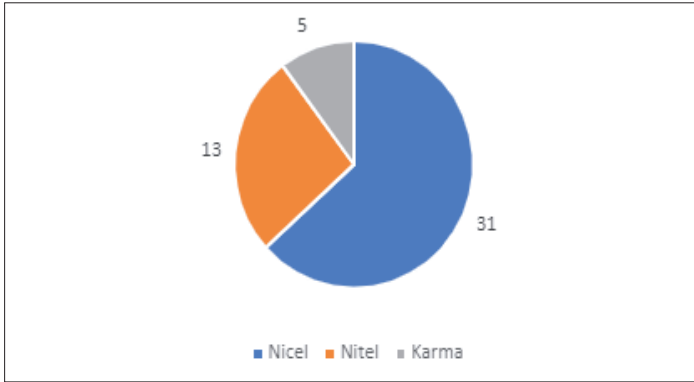


Şekil 2. Çalışmaların gerçekleştirildiği ülkeler

Şekil 2'de 28 farklı ülkeden toplam 49 çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bunlardan en çok yayın yapılan ülke Etiyopya (n=8) olmuştur. Bu ülkeyi sırasıyla Çin (n=4), Türkiye (n=4) ve iki çalışma ile Arjantin, Hırvatistan, İngiltere, İtalya, Nijerya, Suudi Arabistan, Uganda ve Yunanistan gibi ülkeler takip etmiştir. Bu ülkelerde yayınların varlığı aracılık faaliyetlerinin yaygınlığı ile açıklanabilir. Analiz sonucunda incelenen bir diğer değişken ise çalışmalarda kullanılan yöntemdir.

3. Çalışmalarda Kullanılan Araştırma Yönteminin Dağılımı

Çalışmanın üçüncü araştırma sorusu kapsamında yayınlarda kullanılan yöntemler incelenmiştir. Bu doğrultuda yayınlarda tercih edilen yöntemler Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Çalışmaların yöneme göre dağılımı

İncelenen çalışmalarda yöntemsel olarak en çok (n=31) nicel araştırma yönteminin tercih edildiği görülmüştür. Bunu nitel (n=13) ve karma araştırma yöntemleri (n=5) takip etmiştir. Çalışmalarda nicel yöntem kapsamında anket çalışmalarının yapıldığı görülürken nitel yöntem kapsamında ise görüşmelerin gerçekleştirildiği görülmüştür. Analiz sonucunda incelenen bir diğer değişken ise örneklem olmuştur.

4. Çalışmalarda Kullanılan Örneklemin Dağılımı

Dördüncü araştırma sorusu kapsamında çalışmalarda yer alan örneklemin tespitine yönelik analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmalarda yer alan örneklemin dağılımı

Örneklem	n
Arıcı	20
Arı kovanı	5
Arı işletmecisi	3
İl	1
Erimiş bal mumu	1
Bal örneği	1
Arı çiftliği	1

Tablo 1 incelendiğinde çalışmalarda sekiz farklı örneklem tipinin kullanıldığı ve en çok arıcılar (n=20) örneklem olarak tercih edildiği görülmektedir. Arıcıları arı kovanı (n=4) ve arı işletmecileri (n=3) takip etmiştir. Diğer örneklem türleri ise koloni, il, erimiş bal mumu, bal örneği ve arı çiftliği şeklinde

sıralanmıştır. Analiz sonucunda incelenen bir diğer değişken ise çalışmalarda kullanılan teknolojiler olmuştur.

5. Çalışmalarda Kullanılan Teknolojilerin Dağılımı

Beşinci araştırma sorusu kapsamında çalışmalarda kullanılan teknolojilere yönelik analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmalarda kullanılan teknolojilerin dağılımı

Teknoloji	n
Modern kovan teknolojisi	10
IoT	7
Sensör	5
Uzaktan izleme sistemi	3
Web sistemi	3
Yapay Zeka	3
Uygulama geliştirme	2
Bulut teknolojisi	2
Arduino	1
Artırılmış gerçeklik	1
Blok zincir	1
Coğrafi Bilgi Sistemi	1
Gen teknolojisi	1
Kamera	1
Raspberry Pi	1
Simülasyon	1
Web 2.0 araçları	1

Tablo 2 incelendiğinde arıcılıkta 17 farklı teknolojinin kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmalarda en çok Modern kovan teknolojilerinin (n=10) kullanıldığı görülmüştür. Bunu IoT (n=7), Sensör (n=5), Uzaktan izleme sistemi (n=3), Web sistemi (n=3) ve Yapay Zekâ (n=3) şeklinde sıralanmıştır. Çalışmalarda en az Arduino, Artırılmış gerçeklik, Blokzincir, Rasper Pi ve Simülasyon gibi teknolojiler kullanılmıştır. Analiz sonucunda incelenen bir diğer değişken ise çalışmalarda kullanılan teknolojilerin kullanım amacı olmuştur.

6. Çalışmalarda Kullanılan Teknolojilerin Kullanım Amacına Göre Dağılımı

Altıncı araştırma sorusu kapsamında çalışmalarda kullanılan teknolojilerin kullanım amaçlarının belirlenmesi analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmalarda kullanılan teknolojilerin kullanım amacına yönelik dağılımı

Örneklem	n
Verimliliği artırma	21
Hastalık tespiti-azaltma	7
Koloniye koruma	5
Gelir artırma	3
Arılık-Koloni Takip	2
Üreme başlangıç zamanı tespiti	1
Sürdürülebilirliği artırma	1
Oğul öncesi eylem tespiti	1
Güvenilir alışveriş	1
Arıcılığa modern teknolojileri entegre etme	1

Tablo 3 incelendiğinde arıcılıkta teknoloji kullanımının birçok farklı amacının olduğu görülmektedir. Arıcılıkta teknoloji en çok bal veriminin artırılması (n=21) amacı ile kullanıldığı görülmüştür. Verimliliği hastalık tespiti-hastalığın azaltılması (n=5), gelir artırma (n=3), koloniye koruma (n=3) ve arı-arıcılık izleme (n=2) takip etmiştir. Analiz sonucunda incelenen son değişken ise arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik öneriler incelenmiştir.

7. Arıcılıkta Teknoloji Kullanımına Yönelik Önerilerin Dağılımı

Yedinci araştırma sorusu kapsamında çalışmalarda teknoloji kullanımına yönelik öneriler analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik öneriler

Öneri	n
Arıcılıkta teknoloji geliştirme/kullanımının verimi artıracığından teşvik edilmelidir. Bu durum sürdürülebilirliği de sağlayacaktır.	6
Uzaktan izleme sistemleri ile uyarı sistemleri arıcılık faaliyetlerini başarılı bir şekilde izlemelerine ve kontrol etmelerine yardımcı olacaktır.	2
Hastalıklarının tespiti için teknolojilerin kullanılması önerilmektedir.	1
Çiftçilerin geçim kaynaklarını iyileştirmek için modern arıcılık teknolojilerinin kullanılması tavsiye ediyoruz.	1
Varroa akarlarının erken tespiti için akıllı teknoloji cihazların kullanılması önerilmektedir.	1
Teknoloji kullanımı, arıcılık işletmelerinin küresel düzeyde olduğu kadar yerel düzeyde de daha rekabetçi ve rekabetçi olmasını sağlayabilir.	1
Modern kovan teknolojisinin verimi artıracığından kullanılması önerilmektedir.	1
Kültürel mirasın korunması için teknolojinin bu miraslara entegre edilerek bilimsel araştırmaların bir parçası haline getirmek önerilmektedir.	1

Tablo 4 incelendiğinde arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik çeşitli öneriler sunulduğu görülmektedir. Bunlardan en çok öne çıkan *“Arıcılıkta teknolojilerin geliştirilmesi/kullanılması verimi artıracığından teşvik edilmelidir. Bu durum sürdürülebilirliği de sağlayacaktır.”* olmuştur. Yani çalışmalarda bal verimliliğini artırmak amacıyla teknolojinin kullanılması gerektiği ifade edilmektedir. *“Uzaktan izleme sistemleri ile uyarı sistemleri arıcılık faaliyetlerini başarılı bir şekilde izlemelerine ve kontrol etmelerine yardımcı olacaktır.”* ise öne çıkan bir diğer öneridir. Bu öneride arı kovanlarının uzaktan izlenebileceği bir sistemin kurulması arıların takibinin yapılması açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca *“Hastalıklarının tespiti için teknolojilerin kullanılması önerilmektedir.”* ise arıcılıkta varroa gibi ölümcül hastalıkların tespiti için IoT sistemleri ile kurulu teknolojilerin kullanılması önerilmektedir.

Tartışma

Arıcılıkta teknoloji kullanımı ile ilgili eğilimlerin ortaya çıkarılmasının amaçlandığı bu çalışmada, ilgili çalışmaların yıllara göre dağılımı, çalışmaların ülkelere göre dağılımı, kullanılan araştırma yöntemleri, seçilen örneklem türleri, kullanılan teknolojilerin dağılımı, teknolojilerin kullanım amacı ve teknoloji kullanımı ile ilgili araştırmacılara ne tür önerilerin sunulduğu araştırma kapsamında incelenmiştir.

Araştırmada konu ile ilgili çalışmaların yıllara göre dağılımı incelendiğinde çalışmaların 2005-2022 yılları arasında gerçekleştiği ve en çok çalışmanın 2021 yılında (n=13) gerçekleştirildiği görülmüştür. Bu durum ile ilgili birkaç faktörün etkili olduğu söylenebilir. Bunlardan birincisi covid-19 pandemi nedeni ile uzaktan takip kontrol sistemlerine ihtiyacın ortaya çıkması ve buna yönelik çözüm arayışlarının artmasına etkili olduğu söylenebilir. Bu durum ile koloni kontrollerinin özellikle çevresel faktörler (Sıcaklık, nem, rüzgâr vahşi hayvan saldırıları, insan faaliyetleri, varroa gibi zararlıların koloniler üzerindeki olumsuz etkilerinin takibi) uzaktan algılama ve takip sistemlerinin kullanımına yönelik taleplerin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu durum ile ilgili Rosmiza vd. (2020) arıcılık faaliyetlerinin temel sorunlarını hastalık, böcek ve virüs saldırıları, insan faaliyetlerinin aksamaması ve mevsimsel faktörler olduğunu vurgulamıştır. Bir diğer faktör ise teknolojik gelişmelere paralel olarak arıcılıkta teknoloji kullanımına yönelik çalışmaların son yıllarda arttığı görülmüştür. Bu artışta özellikle sensör teknolojisi ve yazılım dünyasındaki gelişmeler önemli rol oynadığı söylenebilir.

Çalışma sonucunda en çok yayınların Afrika kıtasında ve yayınların en çok yapıldığı ülke ise Etiyopya (n=8) olduğu görülmüştür. Etiyopya Federal

Hükümeti verilerine göre Etiyopya'nın ana ekonomik sektörünü oluşturan tarım alanında halkın %85'i istihdam edilmektedir (MoFED, 2009). Moard vd. (2007), Etiyopya'nın arıcılıkta muazzam potansiyele sahip olduğunu doğrulamakta, çünkü bal faunası çok zengin ve arıcılık için sürdürülebilir bir iklime sahiptir. Teknoloji ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan teknolojinin türü önemli bir husustur. Çünkü Etiyopya'da yapılan çalışmaların ileri düzey veya karmaşık teknolojik araç kullanımlarından ziyade daha temel düzeyde arı kovanlarının modernizasyonu veya temel arıcılık araç gereçlerinin kullanımı ile ilgili olduğu söylenebilir. Bu durumun ortaya çıkmasında burada arıcılık faaliyetlerinin temel geçim kaynağı olması, hane ekonomik gelirleri açısından oldukça belirleyici bir faktör olmasından dolayı doğrudan verime yönelik öncelikli çalışmaların olduğunu söylenebilir. Bu durum ile ilgili Tulu vd. (2020) arıcılık, hane düzeyinde kırsal topluluklara beslenme, gelir getirci ve ekolojik güvenlik sağlayan bir faaliyet olduğunu vurgularken Berhanu (2002) arıcılık teknolojisinin benimsenmesini engelleyen farklı faktörler nedeniyle arıcılar teknolojik yeniliklerden tam olarak yararlanamamaktadır ve farklı sahalarda sosyoekonomik ve ekolojik farklılıkları nedeniyle her yerde geçerli olan bir hipotez geliştirmenin zor olduğunu ifade etmektedir.

Çalışmada elde edilen bir diğer önemli bulgu ise arıcılıkta teknoloji kullanımı ile ilgilidir. Bu bulgular incelendiğinde en çok kullanılan teknoloji türleri sırası ile modern kovan teknolojisi (n=10), IoT (Nesnelerin interneti teknolojisi (n=7) ve sensör teknolojisi (n=5) olduğu görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkmasında modern kovan teknolojisi ile ilgili çalışmaların çoğunluğunun Afrika kıtasında olduğu göz önünde bulundurulduğunda ileri seviyede teknoloji ile ilgili çalışmalar olmasa da niceliksel olarak bu değer yüksek çıkmasına neden olduğu söylenebilir (Mulatu vd., 2021). Öte yandan IoT, Sensör teknolojisi ve uzaktan izleme sistemleri ile ilgili çalışmaların üst sıralarda yaygınlaşması özellikle kablosuz cihazların yaygınlaşması, uzaktan kontrol sistemleri ve yapay zekâ uygulamaların birçok alanda kullanılmaya başlaması ile hem genel tarımsal faaliyetlerde hem de arıcılık alanında da uygulamaların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde bu teknolojiler ile ilgili Dineva ve Atanasova (2018) kablosuz sensörler aracılığıyla uzaktan izleme, temel olarak arı kovanları veri toplama, veri analizi ve bir arı kovanı yönetimi bağlamında karar vermeyi destekleyen hassas arıcılığın en önemli özelliklerinden biri olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Dasig ve Mendez (2020) araştırmalarında yetersiz bilgi toplama, bal arısı kolonilerinin araştırılması ve ele alınmasındaki eksikliklerden dolayı kovan için sürekli izleyen sensör sistemleri ve araştırma ve arılık liderliği için yeni yön-

temler sağlayabileceğini vurgulamıştır. Kontogiannis (2019) ise arıcılıkta şu anda çok sayıda IoT sistemi kullanıldığını veya kullanılması gerektiğini önermiştir. Yapay zekâ temelli derin öğrenme modelleri de arı akustik sınıflandırması ve analizi için kullanılmıştır. Zgank vd. (2019), büyük miktarda akustik eğitim materyali kullanarak yüksek doğruluk elde etmişlerdir. Makine öğrenimi temelli sürdürülebilir güneş enerjisi panelleri ile enerjilendirilen, bal arılarında Varroa akarlarının izlenmesine yönelik görüntü işleme uygulamaları da güncel teknolojik gelişmeler arasında yer almaktadır. Gelecekteki araştırmacılar, azalan arı popülasyonlarını ele almak için sürü zekasını ve arı kovanlarının koşullarını iyileştirmek ve bal arısı üretimini artırmak için makine öğrenimi tekniklerini uygulamayı düşünebilir.

Araştırmada elde edilen bir diğer bulgu ise teknolojinin kullanım amacına yönelik verilerdir. Kullanım amaçları incelendiğinde sırası ile en çok verimliliği artırma (n=21), hastalık tespiti-azaltma (n=5), gelir artırma (n=3) şeklinde sıralandığı görülmüştür. Bununla birlikte koloniyi koruma, izleme, sürdürülebilirliği artırma gibi kullanım amaçlarının da olduğu görülmüştür. Bu amaçlar göz önünde bulundurulduğunda Jones (2004) de arıcılıkta verimlilik, koloni/kovan başına bal veriminin bir ölçüsü olduğunu ifade etmiştir. Kovan başına bal verimi, arıcılık işletmelerinin karlılığını etkileyen önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. Öte yandan Sevin vd. (2021) gelişen teknoloji de dahil olmak üzere daha verimli alternatif yöntem arayışları devam ettiğini ve gelişmiş kovan gözlem ve kontrolü için son yıllarda alternatif izleme teknolojileri ve bal arısı kolonilerini sürekli izleyen yöntemler geliştirildiğini vurgulamıştır. Terenzi vd. (2020) ise arıların yaydığı seslerin kayıtlarından elde edilen veriler, sağlık durumlarını veya kovanda meydana gelebilecek farklı olayları, örneğin, eşekarısı saldırısı veya varroa akarı enfeksiyonunu tespit etmek amacıyla kullanılmıştır.

Sonuç olarak, arıcıların ve arıcılığın sorunları doğru belirlendiği ve sorunların giderilmesine yönelik teknoloji destekli çalışmalar yapıldığı takdirde arıcılığın ekonomik değeri kendiliğinden artacaktır. Böylece bir taraftan uygun ekolojiye ve genetik zenginliğe sahip arılar incelenirken, diğer taraftan bitkisel üretimde kalite ve miktar artırılabilecektir. Ayrıca diğer tarımsal faaliyet kollarına ek olarak arıcılığın yapılması ürün çeşitlendirmesini artıracak ve kişi gelirini yükseltecektir. Bu açıdan arıcılık tarım sektörü için çok önemli bir alternatif gelir kaynağıdır.

Kaynakça

- AMULEN, D. R., D'Haese, M., D'Haene, E., OkweeAcai, J., Agea, J. G., Smagghe, G., & Cross, P. (2019). Estimating the potential of beekeeping to alleviate household poverty in rural Uganda. *PLoS ONE*, 14(3), e0214113. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214113>.
- ANYASÍ, I. F., & Imoize, A. L. (2010). Information technology and the business communities: A case study of small-scale business enterprises in Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2(1), 45-49.
- BENCŠİK, M., Bencsik, J., Baxter, M., Lucian, A., Romieu, J., & Millet, M. (2011). Identification of the honey bee swarming process by analysing the time course of hive vibrations. *Computers and electronics in agriculture*, 76(1), 44-50.
- BERHANU, B. (2002). Analysis of factors affecting the adoption of cross bred dairy cows in the central highlands of Ethiopia. *Sc Thesis Submitted to School of Graduate Studies of Haramaya University*.
- BJERGE, K., Frigaard, C. E., Mikkelsen, P. H., Nielsen, T. H., Misbih, M., & Kryger, P. (2019). A computer vision system to monitor the infestation level of Varroa destructor in a honeybee colony. *Computers and Electronics in Agriculture*, 164, 104898.
- BRAGA, A. R., Gomes, D. G., Freitas, B. M., & Cazier, J. A. (2020). A cluster-classification method for accurate mining of seasonal honey bee patterns. *Ecological Informatics*, 59, 101107.
- CLERMONT, A., Eickermann, M., Kraus, F., Hoffmann, L., & Beyer, M. (2015). Correlations between land covers and honey bee colony losses in a country with industrialized and rural regions. *Science of the Total Environment*, 532, 1-13.
- DASÍG, D. D., & Mendez, J. M. (2020). An IoT and wireless sensor network-based technology for a low-cost precision apiculture. In *Internet of Things and Analytics for Agriculture*, 2 (pp. 67-92). Springer, Singapore.
- DİNEVA, K., & Atanasova, T. (2018). OSEM process for working over data acquired by IoT devices mounted in beehives. *Current Trends in Natural Sciences*, 7(13), 47-53.
- DUNHAM, W. E. (1931). Hive temperatures for each hour of a day. *J. Sci.*, 31, 181-188. Ohio.
- FERRARİ, S., Silva, M., Guarino, M., & Berckmans, D. (2008). Monitoring of swarming sounds in bee hives for early detection of the swarming period. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 72-77.
- GATES, B. N. (1914). *The temperature of the bee colony* (No. 96). US Department of Agriculture.
- GÜRER, B., & Akyol, E. (2018). The determinants of technical efficiency in beekeeping farms and the role of agricultural subsidies: The case of Niğde, Turkey. *Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)*, 112(2), 343-360.
- HEİDİNGER, I. M. M., Meixner, M. D., Berg, S., & Büchler, R. (2014). Observation of the mating behavior of honey bee (*Apis mellifera* L.) queens using radio-frequency identification (RFID): Factors influencing the duration and frequency of nuptial flights. *Insects*, 5(3), 513-527.
- HONG, W., Xu, B., Chi, X., Cui, X., Yan, Y., & Li, T. (2020). Long-term and extensive monitoring for bee colonies based on internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(8), 7148-7155.
- IMOİZE, A. L., Oyedare, T. R., Ezekafor, C. G., & Shetty, S. (2019). Deployment of an energy efficient routing protocol for wireless sensor networks operating in a

- resource constrained environment. *Transactions on Networks and Communications*, 7(1), 41.
- JONES, R. (2004). European beekeeping in the 21st century: strengths, weaknesses, opportunities, threats. *Bee World*, 85(4), 77-80.
- KONTOGIANNİS, S. (2019). An internet of things-based low-power integrated beekeeping safety and conditions monitoring system. *Inventions*, 4(3), 52.
- KRİDİ, D. S., de Carvalho, C. G. N., & Gomes, D. G. (2016). Application of wireless sensor networks for beehive monitoring and in-hive thermal patterns detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 127, 221-235.
- MARTİN, H., Nicola, B., & Danilo, M. (2012). Beekeeping and sustainable livelihood. *FAO*, Rome, Italy.
- MCMİLLAN, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*, MyEducationLab Series. Pearson.
- MEİKLE, W. G., Weiss, M., Maes, P. W., Fitz, W., Snyder, L. A., Sheehan, T., ... & Anderson, K. E. (2017). Internal hive temperature as a means of monitoring honey bee colony health in a migratory beekeeping operation before and during winter. *Apidologie*, 48(5), 666-680.
- MİNİSTRY of Finance and Economic Development [MoFED] (2009). Layperson's Guide to the Public Budget Progress at Regional Level, Addis Ababa, Ethiopia.
- MOARD. (2007). Livestock development master plan study phase I report-data collection and analysis, volume N-apiculture, ministry of agriculture and rural development (MoARD). Addis Ababa, Ethiopia.
- MULATU, A., Marisennayya, S., & Bojago, E. (2021). Adoption of Modern Hive Beekeeping Technology: The Case of Kacha-Birra Woreda, Kembata Tembaro Zone, Southern Ethiopia. *Advances in Agriculture*, 2021.
- ODOUX, J. F., Aupinel, P., Gateff, S., Requier, F., Henry, M., & Bretagnolle, V. (2014). ECOBEE: A tool for long-term honey bee colony monitoring at the landscape scale in West European intensive agroecosystems. *Journal of Apicultural Research*, 53(1), 57-66.
- ROSMİZA, M. Z., Nordin, N. H. M., Mapjabil, J., & Marzuki, M. (2020). Isu dan cabaran usahawan dalam industri penternakan lebah kelulut (Issues and challenges for entrepreneur in the stingless bee industry). *Geografia*, 16(4).
- SEELEY, T. D., Camazine, S., & Sneyd, J. (1991). Collective decision-making in honey bees: how colonies choose among nectar sources. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 28(4), 277-290.
- SEVİN, S., Tutun, H., & Mutlu, S. (2021). Detection of Varroa mites from honey bee hives by smart technology Var-Gor: A hivemonitoring and image processing device. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 45(3), 487-491.
- STRUYE, M. H., Mortier, H. J., Arnold, G., Miniggio, C., & Borneck, R. (1994). Microprocessor-controlled monitoring of honeybee flight activity at the hive entrance. *Apidologie*, 25(4), 384-395.
- TERENZİ, A., Cecchi, S., & Spinsante, S. (2020). On the importance of the sound emitted by honey bee hives. *Veterinary Sciences*, 7(4), 168.
- TULU, D., Aleme, M., Mengistu, G., Bogale, A., Bezabeh, A., & Mendesil, E. (2020). Improved beekeeping technology in Southwestern Ethiopia: Focus on beekeepers' perception, adoption rate, and adoption determinants. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1814070.
- YILDIRIM, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (6. Baskı). Seçkin Yayıncılık.

- ZACEPINS, A., & Stalidzans, E. (2012). Architecture of automatized control system for honey bee indoor wintering process monitoring and control. In *Proceedings of the 13th International Carpathian Control Conference (ICCC)* (pp. 772-775). IEEE.
- ZGANK, A. (2019). Bee swarm activity acoustic classification for an IoT-based farm service. *Sensors*, 20(1), 21.
- ZHENG, L., Li, M., Wu, C., Ye, H., Ji, R., Deng, X., ... & Guo, W. (2011). Development of a smart mobile farming service system. *Mathematical and computer modeling*, 54(3-4), 1194-1203.