

Akıllı tarım uygulamalarında akademi ve özel sektörün rolü

Emine BOZ YILMAZER

Orcid: 0000-0002-6932-2564

Tarım ve Orman Bakanlığı

Renan TUNALIOĞLU

Orcid: 0000-0003-4668-5482

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 09100, Koçarlı, Aydın, Türkiye

Makale Künyesi

Araştırma Makalesi /
Research Article

Sorumlu Yazar /
Corresponding Author
Emine BOZ YILMAZER
bozy48@gmail.com

Geliş Tarihi / Received:
05.07.2024
Kabul Tarihi / Accepted:
29.10.2024

Tarım Ekonomisi Dergisi
Cilt:30 Sayı: 2 Sayfa: 111-120

Turkish Journal of
Agricultural Economic
Volume:30 Issue:2 Page: 111-120

DOI: 10.24181/tarekoder.1511288
JEL Classification: Q10, Q16,
O32

Özet

Amaç: Tarımda iklim koşulları, toprak işleme, hastalıklar, sulama, hasat gibi konularda verilerin toplanması, işlenmesi ve bilgiye dönüştürülerek, çiftçilerin üretim kararlarında kullanılması önemlidir. Bu çerçevede araştırmada, İzmir ve Aydın'daki üniversiteler ve akıllı tarım teknolojisi üreten firmalarda Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) çalışması yapan, teknik elemanlarla görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerle, akademisyen ve firmaların gelecekte tarım sektörünü şekillendirecek akıllı uygulamalardaki etkinlikleri, rolleri ve sorunlara yönelik önerilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Tasarım/Methodoloji/Yaklaşım: Araştırmanın ana materyalini, İzmir ve Aydın illerinde tarımsal alanda AR-Ge faaliyeti sürdüren 12 adet akademisyen ve 7 adet teknoloji firması yetkilisi, toplam 19 kişiyle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Verilerin analizinde basit istatistiksel hesaplamalar ve nitel araştırma yöntemi gereği, içerik analizinden yararlanılmıştır.

Bulgular: Metot gereği yapılan kodlamalar sonucunda, akıllı tarım uygulaması (teknoloji-sürdürülebilirlik), yaygınlaştırma (örgütlenme), politika (planlama-sorunlar-çözümler) kodları öne çıkmıştır. Bu kodlar, akıllı tarım uygulamalarının bilim paydaşı olan, üniversite ve özel sektörün teknoloji birlikteliğindeki rollerini de açıklamaktadır.

Özgünlük/Değer: Tarım faaliyetlerinin verimli şekilde planlanması, yönetimi ve dijitalleşmesi olarak adlandırılan tarım 4.0, içinde bir dizi teknoloji barındırmaktadır. Bunlar, sensör teknolojileri, yapay zekâ (AI), makine öğrenmesi, otomasyon ve robotik sistemler, uzaktan erişim vb.'dir. Bu teknolojiler sorunların önceden tespiti ve çözümüne yönelik faydaların yanında insan gücünden tasarruf, verimli ve hassas işlemlere olanak tanınması, çiftlik kaynaklarının verimli kullanımı, üretkenliğin artırılması ve gıda güvenliğinin sağlanması anlamında da fayda sağlamaktadır. Akıllı tarım uygulamaları, dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türk tarımında da kullanılmaktadır. Türkiye'de son yıllarda faaliyetlerine hız veren teknoparklar ve agroparklarla tarım ve teknoloji işbirliği gelişmeye devam etmektedir. Bu araştırma, konuyla ilgili güncel verilerin toplanması, muhtemel sorunlarla ilgili önerilerin, akademi ve özel sektör bakışıyla paylaşılması anlamında özgündür.

Anahtar kelimeler: Akıllı tarım, Ar-Ge, üniversite, özel sektör.

The role of academia and private sector in smart agriculture applications

Abstract

Purpose: In agriculture, it is important to collect data on issues such as climate conditions, soil cultivation, diseases, irrigation and harvest, process them and convert them into information and use them in farmers' production decisions. In this context, in the research, interviews were held with technical staff working on Research and Development (R&D) at universities in İzmir and Aydın and companies producing smart agricultural technology. These interviews aimed to examine the activities, roles and problems of academicians and companies in smart applications that will shape the agricultural sector in the future.

Design/Methodology/Approach: The main material of the research consists of data obtained from interviews with a total of 19 people, 12 academicians and 7 technology company officials who carry out R&D activities in the agricultural field in İzmir and Aydın provinces. Simple statistical calculations and content analysis were used in the analysis of the data as required by the qualitative research method.

Findings: As a result of the coding made as per the method, smart agriculture application (technology-sustainability), dissemination (organization), policy (planning-problems-solutions) codes came to the fore. These codes also explain the roles of the university and the private sector, which are scientific stakeholders of smart agricultural practices, in the technology collaboration.

Originality/Value: Agriculture 4.0, which is called efficient planning, management and digitalization of agricultural activities, includes a number of technologies. These are sensor technologies, artificial intelligence (AI), machine learning, automation and robotic systems, remote access, etc. In addition to the benefits of detecting and solving problems in advance, these technologies also provide benefits in terms of saving manpower, enabling efficient and precise operations, efficient use of farm resources, increasing productivity and ensuring food safety. Smart agricultural practices are also used in Turkish agriculture in parallel with developments in the world. Agriculture and technology cooperation continues to develop in Turkey with technoparks and agroparks that have accelerated their activities in recent years. This research is unique in the sense of collecting current data on the subject and sharing suggestions about possible problems from the perspective of the academy and the private sector.

Key words: Smart agriculture, R&D, university, private sector.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2000'li yılların ortalarında on milyar olacağı varsayıldığında, nüfusun gıda talebinin karşılanması için tarımsal verimin artırılması ve bunun için de yeni teknolojilerden daha fazla destek alınması gerekmektedir. Diğer yandan dünyada olduğu gibi Türkiye'de de kırsal nüfus her geçen gün azalmaktadır. Bu azalma, gelecekte tarım iş gücünde büyük sorunlarının yaşanacağını göstermektedir (Güzey, 2020).

Son yıllarda dünya çapında yaşanan sorunlar nedeniyle tarım stratejik bir sektör haline gelmiştir. Bu sorunlar; hızlı nüfus artışı, iklim değişikliği, tarım alanlarının daralması, vb. Akıllı tarım, tarımsal üretimin dijital hale gelmesi olarak tanımlanmaktadır. Akıllı tarım uygulamalarıyla girdiler minimize edilirken elde edilen çıktılar maksimize edilmektedir (Kılavuz ve Erdem, 2019). Otonom ve AI'lı araçlar tarım alanında yaşanan sorunların çözümünde etkili olacaktır.

Akıllı tarım, nesnelerin interneti (IoT), AI, sensör teknolojileri, otonom araçlar vb. teknolojileri kullanarak tarımda sürdürülebilirliği sağlamak olarak adlandırılmaktadır (Haque ve ark., 2021). Bir başka ifadeyle akıllı tarım, yeni teknolojilerin doğru yerde, doğru zamanda, doğru yöntemler kullanılarak, çevreye minimum zarar veren, sürdürülebilir üretimi sağlayan, verimliliği ve çiftçi gelirini arttırmayı amaçlayan, bilgi ve teknolojiye dayalı bir yönetim sistemidir (Emür ve Erdoğan, 2022). Tarımda en yaygın olarak kullanılan akıllı tarım uygulamaları otonom araçlar, tarım robotları, otomatik ve uzaktan algılama sistemleri, dronlar, ve çeşitli yazılımlardır. Bu teknolojilerin kullanımı sürdürülebilir tarımın varlığı için çok önemlidir.

Bu nedenle de araştırmada,

•Üniversitelerde tarım alanında Ar-Ge çalışması yapan ve bilime katkı sunan akademik camianın konu hakkındaki görüşlerinin alınması,

•Akıllı tarım uygulaması üreten firmaların faaliyetleri sırasında karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerilerinin tespit edilmesi, gelecek hedeflerinin belirlenmesi amacıyla alan çalışmaları yapılmış, paydaş görüşlerinden faydalanılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyalin/verilerin toplanmasında kullanılan yöntem

Araştırmada veriler, araştırma alanı olarak belirlenen İzmir ve Aydın'da akıllı tarım uygulamalarında teknoloji paydaşları olarak kabul edilen akademisyenler ve firma yöneticileriyle yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Görüşülecek kişilerin seçiminde, kartopu örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kartopu örnekleme yöntemi, araştırma yapılırken başlangıçta belirli bir sayıda katılımcıyla başlanıp, bu katılımcıların kendi çevrelerinden yeni katılımcıları önermesiyle örneklemin genişletilmesini sağlayan bir örnekleme tekniğidir. Bu sayede, konu ile ilgili popülasyonun belirli bir halkasına ulaşmak ve bilgi toplamak daha kolay hale gelmektedir (Naderifar ve ark., 2017). Diğer yandan araştırmada verilerin analizinde kullanılan nitel metotta, görüşme sayısı belirlenirken kişi sayısı kadar görüşme süreleri de önemlidir. Bu nedenle kartopu örnekleme tekniği, araştırmacıyı konusunda uzman olan kişilere ulaşmak ve görüşmelerdeki tekrarların önlenmesi ve zamanın etkin kullanılması konusunda araştırmacıya salahiyyet tanımaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmada metod gereği, konusunda uzman 12 akademisyen ile 147.62 dakika ve 7 firma yöneticisi ile 131. 22 dakika toplamda 19 kişi ile 278. 84 dakika görüşülmüştür. Görüşmeciler için yarı-yapılandırılmış, literatüre ve içerik analiz yöntemine uygun sorular hazırlanmıştır (Başkale, 2016). Görüşmeler yüz yüze yapılarak kayıt altına alınmış ve akabinde dosyaya yazılı metin olarak aktarılmıştır. Bu nedenle söz konusu araştırmaya başlanmadan önce Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünden etik kurul kararı alınmıştır.

Materyalin /verilerin analizinde kullanılan yöntem

Nitel araştırmalarda verilerin toplanmasından sonra bu verilerin işlenmesine gerek duyulmakta ve analiz için farklı yöntemler kullanılmaktadır (Çelik ve ark., 2020). Bu araştırmada içerik analizi tercih edilmiştir. İçerik analizinde görüşmecilerin sık tekrarladığı, yoğun olarak vurguladığı olay ve olgular kodlama işlemine tabi tutulmaktadır. Sonuçta kodlar, kategoriler ve temalar oluşturulmuş, daha sonra bu kategori ve temalar bütünleştirilerek yorumlanmıştır. Böylece kodların birbirleriyle ilişkileri ve bunun nasıl bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Bengtsson, 2016; Baltacı, 2019). Elde edilen veriler beş aşamada işlenmiştir. 1- Verilerin açıklanması, 2- Kodlama, 3- Kategori ve temaların oluşturulması, 4-Kodların, kategori ve temaların düzenlenmesi, 5- Son aşama bulguları tanımlama ve

yorumlama (Eysenbach ve Köhler, 2002). Bu araştırmada da veriler deşifre edilmiş, görüşmelerde alınan ses kayıtları ve alınan saha notları metin haline getirilmiştir. Bu aşamada katılımcılar tarafından tekrarlanan sözcük, sözcük grupları veya cümleler tespit edilmiştir. Böylece ortak kodlar belirlenmiş, ortak özellik gösteren kategoriler gruplara ayrılmış, onlar da temaları oluşturmuş ve elde edilen bulgular tanımlanarak yorumlanmıştır (Baltacı, 2019). Araştırma etiği gereğince, görüşme yapılan kişilerin kişisel bilgileri gizli tutularak, akademisyenler (A1, A2, A3,...A12), firma yöneticileri (F1, F2, ...F7) olarak kodlanmıştır.

Araştırmada görüşme yapılan akademisyenlerin yaş ortalaması 55.5 (yıl) olurken, firma yetkililerinin 45.71 (yıl) yaş ortalamasıyla daha genç olduğu tespit edilmiştir. Mesleki tecrübe açısından incelendiğinde firma yetkilileri 20.43 (yıl), akademisyenler 31.33 (yıl) tecrübeye sahip olup, tecrübe sahibi akademisyenler ve genç firma temsilcilerinin Ar-Ge çalışmalarını birlikte yürütmeleri ve sonuca ulaşmaları Türk tarımına önemli katkılar sağlayacaktır. Görüşme yapılan kişilere ait demografik veriler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Akademisyenlere (ar-ge) ve firma yetkililerine ait demografik veriler

Table 1. Demographic data of academics (r&d) and company managers

Görüşmeci	Yaş (Yıl)	Eğitim Durumu	Çalışma Alanı	İş Tecrübesi (Yıl)	Görüşme Süresi (dakika)
A1	60	Tarım Makinaları ve Teknolojileri	Mühendislik ve Teknoloji	38	11.9
A2	50	Tarım Makinaları ve Teknolojileri	Hassas Tarım Uygulamaları	22	18.50
A3	62	Tarım Makinaları ve Teknolojileri	Yabancı Ot Öldürme Makinası	38	13.55
A4	53	Tarımsal Yapılar ve Sulama	Biyoenerji, Hayvansal Üretim Yapıları	31	13.53
A5	58	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Toprak Bilimi	36	9.48
A6	64	Tarım Makinaları ve Teknolojileri	Akıllı Sağım Makinası	44	16.17
A7	53	Tarım Makinaları ve Teknolojileri	Akıllı İlaçlama	30	10.32
A8	50	Zootekni	Hayvan Genetiği	29	13.07
A9	50	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Pedoloji, CBS, Uzaktan Algılama	22	14.22
A10	57	Peyzaj Mimarlığı	Sosyal Girişimci	30	9.00
A11	45	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Uzaktan Algılama, Haritalama, GPS	15	8.00
A12	64	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	CBS, GPS, Haritalama, Uzaktan Algılama	41	10.39
F1	49	Ziraat Fakültesi	Sulama Sistemleri ve Su Yönetimi	24	16.07
F2	45	İktisat Fakültesi	Yazılım	11	21.49
F3	34	İşletme-Ziraat Meslek Lisesi	Otomatik Dümenleme - ISOBUS Sistemleri – Drone	12	14.37
F4	51	Ziraat Fakültesi	Arıcılık Yazılım	28	6.00
F5	57	Ziraat Fakültesi	Dijital Tarım-Danışmanlık	36	51.12
F6	34	Ziraat Fakültesi	İlaç-Gübre-Tohum-Makine-Yazılım	5	9.44
F7	50	İşletme Fakültesi	Hayvancılık Araç ve Ekipmanları	27	13.06

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırmada akademisyenler ve firma yöneticileri ile yapılan görüşmelerden elde edilen verilerle yapılan içerik analizi ile “Akıllı Tarım Uygulaması, Yaygınlaştırma ve Politika” kodları elde edilmiştir. Görüşmecilerden elde edilen kodlara ait veriler Çizelge 2’de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Akademisyenlerin ve firma yetkililerinin akıllı tarım uygulamaları ile ilgili görüşleri**Table 2.** Opinions of academicians and company officials on smart agriculture applications

Akademisyenler ve Firma Yetkilileri			
I. Kod	II. Kod	III. Kod	Tanımlayıcı Veriler
Akıllı Tarım Uygulaması	Teknoloji	Uygulamalar	"Son 2-3 yıldan beri dronlarla ilgileniyoruz. Dronla ilaçlama, multispektral kameralar, kızılötesi kameralar ve tabii bu alınan verilerin işlenmesi, NDVI görüntülerinin işlenmesi gibi başlıklar diyebiliriz" "Öncelikle çalıştığımız takılı tarım uygulamaları; otomatik dümenleme sistemleri buna bağlı olarak da otomatik dümenleme sistemlerinin isobus sistemleri, verim kontrolleri, ilaçlama sisteminde kullanılan bölüm oran kontrolü sistemleri. Daha sonrasında 3 boyutlu tesviye sistemleri, toprak tesviyesinde kullanılan sistemler" (F3).
		Verimlilik	"Akıllı tarım uygulamalarının amacıyla tarımsal üretimin verimliliğini arttırmak da var içerisinde, elde edilen üretimin daha çabuk değerlendirilmesi, kullanıma ya da tüketime sunulması kullanılan bölüm oran ekonomik şartlarda üretimin veya ondan sonraki sürecin gerçekleştirilmesi var" (A5).
	Sürdürülebilirlik	İzlenebilirlik	"Cihazın içerisinde bir kamera var. Her cihazın bir ID'si var ve internet vasıtasıyla uygulamamız var. Hangi zararlıya koymak isterseniz, feromonu tuzağa koyuyorsunuz. Onu takip edebiliyorsunuz. Bugün ne kadar yakalandı, dün ne kadar yakalandı geriye dönük verileri de alabiliyorsunuz, iklim verilerini alabiliyorsunuz. Dolayısıyla siz orada zararlıların popülasyonunu takip ediyorsunuz. Tabii ki oradaki yakalanan popülasyonu gördükten sonra bitkinin üzerindeki yoğunluğa bakmanız lazım ki ekonomik zarar eşiğine gelince ilaçlama yapmanız lazım" (F5).
		Çevre Dostu	"Tarımın çok tatmin edici bir yönü de var. Hem ülke kaynaklarını doğru kullanmak bakımından hem iyi bir şey yaptığımızı hissetmek bakımından. Bir de tarımsal üretimin içinde daha iyi, daha çevre dostu, daha insan dostu veya inek dostu olmaya çalışmak bizim için çok değerliydi" (F7).

Akıllı tarım uygulaması

Teknoloji

İnsansız hava araçları (İHA) tarımda kullanılan uzaktan algılama teknolojilerinden birisidir. Sivil ve askeri alanda uzun süredir kullanılan bu teknolojilerin tarımda kullanımı günümüzde artmaktadır. Bunun için İHA'ların tarımsal alanda nasıl kullanılacağı ve kullanırken dikkat edilmesi gerekenler iyi bilinmelidir. İHA'lar bulundukları farklı özellikler sayesinde uydudan alınan görüntüler veya yerden yapılan ölçümlerden daha avantajlı veriler ortaya koymaktadır (Akkamış ve Çalışkan, 2020). Tarımsal amaçlı drone'lar bitki özelliklerinin belirlenmesi, hastalık ve zararlı tespitleri, haritalama, nem tahmininin yapılması, su stresinin takibi, arazi sınıflandırılması, bitki gelişiminin izlenmesi vb. bilgilerin elde edilmesi için çeşitli sensör ve kameralar barındırmaktadır (Özgüven ve ark., 2022). Hayvan yetiştiriciliğinde AI'nın görüntü işleme, sınıflandırma, karar verme, tahmin etme gibi uygulamalarıyla çiftliklerde insan müdahalesi gerektiren birçok sorun çözülebilmektedir. Hayvan sağlığı ve hastalık tespiti, hayvan ürünlerinin toplanması ve optimum yemleme AI aracılığıyla yapılmaktadır (Işık ve ark., 2021). Araştırmada elde edilen sonuçlar önceki bilimsel çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

"Hizmet sektörünün buraya hızlı bir şekilde girmesi lazım. Ben Söke bölgesinden biliyorum, Başka yerlerde de var. Anahtar teslimi tarla yaklaşımı var artık. Hani birisi gelip sizin tarlanızı işleyip ekip size teslim ediyor. Hasatta da işte biçerdöverleri kullanıyorsak birileri gelip hasat ediyor ürünümüzü. Ara dönem kalıyor. Oradaki temel sorun sulama onu damla sulama ile kendiniz yapabilirsiniz. Bir tek ilaçlama kaldı burada eksik olan. Şimdi dronlar devreye girdi. Dolayısıyla orada da bir hizmet sektörü geliyor. Yakın gelecekte bu küçük işletmelerin de sorunları ortadan kalkmaya başlayacak" (A2).

"Öncelikle çalıştığımız akıllı tarım uygulamaları; otomatik dümenleme sistemleri buna bağlı olarak da otomatik dümenleme sistemlerinin isobus sistemleri, verim kontrolleri, ilaçlama sisteminde kullanılan bölüm oran kontrolü sistemleri. Daha sonrasında 3 boyutlu tesviye sistemleri, toprak tesviyesinde kullanılan sistemler" (F3).

"Türkiye'ye ilk sürü yönetim sistemini biz getirip ve uyguladık, o zamanın büyük işletmelerine. O zamandan beri prensipte aslında çok şey değişmedi, ama sensörler gelişti daha hassas daha iyi yönetilir oldu. Tabii çiftçinin anlayabileceği halde Türkçelerini çevirdik, o jargonları oturtuk. Önce elektronik kısımdan başladık, son dönemde yazılım işini de entegre ederek kendi geliştirdiğimiz bazı teknolojilerin peşindeyiz. Daha doğrusu onların patentlerini aldık. Bazılarını hayata geçirdik, bazılarını hayata geçirme aşamasındayız. Hem ithal farklı üreticilerin ürünlerini kullanıyoruz hem de kendimizi geliştirmeye çalışıyoruz" (F7).

Sürdürülebilirlik

Akıllı tarımda amaç değişkenliğin yönetilmesidir. Tarımsal üretimde uygun teknolojiler kullanılarak üretim yapılan alanlarla ilgili detaylı veriler elde edilmekte, heterojenlik yönetilerek optimum girdi kullanımına izin veren

tarımsal üretimde doğru miktarda girdi kullanarak, girdiler en aza indirilmekte ve gelirden artış sağlanmaktadır (Türkseven ve ark., 2016). Türkiye’de tarım alanlarının dağınık, parçalı ve yerleşim alanı dışında olması kontrolü zorlaştırmaktadır. Bu yüzden teknoloji kullanımı önem kazanmıştır. Günümüzde birçok ülke tarımda yenilikçi teknolojileri tercih etmektedir. Tarım sektöründe özellikle kablosuz teknoloji uygulamaları yaygınlaşmıştır (Çakmak ve Mercan, 2017). Akıllı tarım; teknolojiyi kullanarak uygun zaman ve yerde doğru yöntemleri kullanarak çevreye verilen zararı azaltan, sürdürülebilir tarımsal üretimi destekleyen, verimi ve buna bağlı olarak çiftçi gelirini arttırmayı amaçlayan, bilgi ve teknolojiye dayalı bir tarım yönetim sistemidir (Boz Yılmaz, 2023). Araştırmada literatüre paralel sonuçlar elde edilmiştir.

"Biz doğanın heterojenliğini yönettiğimizde ne sağlıyoruz? Bir girdi kullanımında optimizasyon sağlıyoruz, doğru yere doğru miktarda girdi uyguluyoruz. Bunun getirisi; bir kere öncelikle agronomik olarak en doğru yaklaşım, yani uygulama yapılıyor ve üretim yapılıyor. İkincisi ekonomik olarak gerekmeyen yere gerekmeyen miktarda ya da fazla miktarda girdi uygulayıp onun çöpe gitmesini ekonomik olarak engelliyoruz"(A2).

"Tarımda ister bitkisel üretim olsun, ister hayvansal üretim olsun üretimi maksimize etmek istiyoruz. Hem kalite bakımından hem miktar bakımından. Tabii insan gücü de pahalı bunu da minimize etmek hem de en uygun zamanda, en uygun şekilde yapmak için akıllı tarım uygulamaya giriyor ve gün geçtikçe de uygulaması artıyor" (A8).

"Eğer tarımdan bahsediyorsak; biliyorsunuz sürdürülebilir tarım kavramı var. Bir şeyin sürdürülebilir olması için yaşaması gerekiyor. Maalesef şu anda dünyada 24 milyar ton toprak her yıl çölleşiyor. Bunun ana sebebi toprakların altını görmeden, oradaki verileri toplamadan, su ve gübre kullanımı, aşırı su kullanımı, aşırı gübre kullanımı sentetik gübre kullanımı, bu bitki hastalıklarını da arttıran bir faktör. Böyle yapıldığı zaman hem yeraltı suları kirleniyor hem de topraklardaki özellikle ilk 5 cm-10 cm deki bakteri ve mikroorganizmalar yok oluyor. Dolayısıyla buradaki bakteri ve mikroorganizmalar yok olduğunda toprak ölmüş oluyor. Yani toprak tamamen canlı bir varlık ben buna süper bir mikroorganizma diyorum. Toprak öldüğünde çölleşiyor" (F1).

"Dünyadaki bütün hidrolojik çevrim, su çevrimi ve meteorolojik olaylar, iklim değişimi tamamen küresel bazda. Dolayısıyla bütün dünyayı etkileyen faaliyetlerden bahsediyoruz. Bu faaliyetlerin bütüncül bir bakış açısıyla, bütün dünyaca kabul edilmiş bir takım doğayı koruyan kurallar çerçevesinde yürütülmesi gerekiyor. Bunun yürütülmesinde dijital teknolojiler tabii ki önderlik yapacaktır" (F1).

Çizelge 2. (Devam) Akademisyenlerin ve firma yetkililerinin akıllı tarım uygulamaları ile ilgili görüşleri

Table 2. (Continued) Opinions of academicians and company officials on smart agriculture applications

Akademisyenler ve Firma Yetkilileri			
I. Kod	II. Kod	III. Kod	Tanımlayıcı Veriler
Yaygınlaştırma	Örgütlenme	Müteahhitlik	"Büyük işletmeler hâlihazırda yatırım yaptı, yapıyorlar ama gene de yayabilmek için orta ölçekli ya da küçük ölçekli işletmelerin de bundan yararlanması gerekiyor. Bunun için farklı iş modellerinin, hizmet yollarının geliştirilmesi gerekiyor. Bunlardan bir tanesi müteahhitlik hizmetleri yani hizmet verme" (A2).
		Ortak Kullanım	"Birbirlerine yakın 3-5 aile, işletmelerinde en azından işte sulama sistemleri üzerinden örnek vereyim. Sulamada 10 dekar 20 dekar 30 dekar yan yana gelip tek filtre sistemi ile daha ekonomik olarak herkes tek tek filtre sistemi alacağına daha büyüğünü ortak alırsınız, pek çok hizmeti 3-4 aile birbirine yardımcı olarak getirir. Ortak kullanımı amaçlarsak bence daha ekonomik olarak, daha yaygın olarak kullanımı sağlarız" (A4).
		Kooperatif	"Çiftçilerimizde birileri yapsın, ben göreyim, ondan sonra yapayım kısmı çok var. Çiftçilerimizin biraz daha eğitilmesi, bir arada hareket etmeyi sağlayabilmesi lazım. Aslında örgütlenmede sıkıntı; örgütün iyi çalışıyor olması lazım" (F2).
		İşbirliği	"Şirketler veya üniversiteler devletle beraber çalışılırsa bundan bir sübvansiyon toplu uygulaması eette ki çıkacaktır. Tarım İl Müdürlükleri ve İlçe Müdürlüklerinde çalışan arkadaşlara nasıl olacağını gösterecek firmalar, uygulamasını. İl Müdürlükleri, İlçe Müdürlükleri ne yapacak; ortak çalışacak çiftçi ile birebir temasa geçecek, gerektiğinde bu akıllı tarım uygulamaları peyderpey yapılacak" (A3).

Yaygınlaştırma

Örgütlenme

Bazı mevsimlerde oluşacak işgücü sıkıntıları müteahhitlik hizmeti ile ortadan kalkmaktadır. Bu sayede makine yatırımları azalmakta ve zamana bağlı işlerde düzelme sağlanmaktadır. Ancak bağımsız hareket etmenin ortadan kalkması iş riskini arttırmaktadır. Müteahhitlik hizmeti çiftçinin para ihtiyacını azaltarak daha verimli alanlara yatırım yapmasını ve sermaye faizi elde etmesini sağlamaktadır. Bazı dönemlerde müteahhitlik hizmeti kolay bulunmayacağı için hasatta kayıplar artmaktadır (Yılmaz ve Yıldırım, 2016). Tarımda girdi fiyatlarının yüksekliği ve teknoloji

kullanma zorunluluğu, özellikle küçük işletmeleri ortak makina kullanımına yönlendirmektedir. Sosyal ve kültürel özelliklerle birlikte tarımsal yapı ve ekonomik özelliklerin dikkate alınması ortak makina kullanımını başarıya ulaştıracaktır (Çanakçı ve ark., 2023). Türkiye'de tarımsal örgütlenmede, tarıma hizmet sunan kamu kuruluşları, kooperatifler, birlikler, ziraat odaları, vakıflar ve dernekler esas yapıyı oluşturmaktadır. Fakat bu oluşumlar işlevleri ve yapıları gereği sektörün gereksinimlerini karşılamakta yeterli olamamaktadır (Subaşı ve Uysal, 2018). Araştırmada ortaya çıkarılan sonuçlar akademik çalışmalarla paralellik göstermekle birlikte bazı dönemlerde ortak makine kullanımının herkesin aynı zamanda ihtiyaç duymasına bağlı sorunlar ortaya çıkaracağı tespit edilmiştir. Ayrıca köy sağlık merkezlerinin yetiştiricilerde hastalık riskleri açısından endişe oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 2. (Devam) Akademisyenlerin ve firma yetkililerinin akıllı tarım uygulamaları ile ilgili görüşleri

Table 2. (Continued) Opinions of academicians and company officials on smart agriculture applications

Akademisyenler ve Firma Yetkilileri			
I. Kod	II. Kod	III. Kod	Tanımlayıcı Veriler
Politika	Planlama	Rekabet	"Küreselleşme ile özellikle bilişim teknolojileri bu konuda olayı çok hızlandırdı. Lokalde kendi özelimizde yaşadığımız olayları kürenin bütününden farklı değerlendirme şansımız yok. Küresel düzeyde gerçekleşen tüm değişimler bizi doğrudan etkiliyor. İşte ben Türkiye'de üretiyorum, benim fiyatım çok yüksek olsun. Çünkü onu yönetemeyiz. Artık rakibiniz Güney Amerika'daki diğer bir çiftçi, lokasyon bağımlılığı ortadan kalktı" (A2).
		Tarımsal Eğitim	"Türk tarımı hakkında Ziraat Mühendisi olmayan, mesleği olmayan bir sürü insan konuşuyor. Hiç toprağı ellememiş, toprağına tohum koymamış, pamuğu tarlada görmemiş insanlar geliyor, konuşuyor. Ha saygı duyuyorum ama ben bu işin eğitimini almış gönül vermiş insanların öne geçmesini istiyorum" (F5).
Politika	Sorunlar	Maliyet	"Maliyet ve zaman. Maliyeti çok yüksek. Özellikle deneme yapmamız lazım, en iyi malzemeleri kullanmamız lazım. Tasarım çok önemli. Bunu küçültmemiz lazım. Hayvanın boynunda, ayağında olacak, ne bileyim sağım hanede, aynı zamanda tüm fonksiyonelliğini tamamlayacak, gıdaya uygun olacak. Bizim kriterlerimizden bütün bunları bir arada toplamak için belli bir maliyet gerekiyor, son ürün de maliyetli oluyor" (F7).
		Mevzuat	"Şimdi akıllı uygulamaların bir kere kredilendirme belgesinin alınması gerekiyor. Kredilendirme belgesi almak için Bakanlığa bir dilekçe ile başvuruyorsunuz, o da ilgili yerlere yönlendirip test deney raporlarının düzenlenmesini gerektiriyor. Fakat bizim yüksek teknolojiye sahip ürünümüz tamamen %97,34 oranında milli üretiliyor, bu milli ürün için kredilendirme belgesine başvurduğumuzda bize şöyle bir yanıt geldi; mevzuat, yönetmelik henüz buna uygun değil ve bu testi yapacak bir laboratuvar yok" (F1).
		Kalifiye İşgücü	"En büyük sorunumuz bu kalifiye işgücünde de sıkıntı yaşıyoruz. Şu son dönemde Türkiye'deki ekonomik koşullar belli, yazılımcıların alacağı ücretler belli, firmanın verebileceği ücretler belli. Ama yazılımcılara yurt dışından freelance işler geliyor. Şöyle bir proje var, yazılımını yapman lazım. Ben sana 2000 dolar para gönderiyorum. 2000 dolar Firma için problem değil. Ama 2000 dolar buraya geldiği zaman 30.000 TL para yapıyor. Adam bir hafta çalışıyor parasını alıyor." (F2).
		Dışa Bağımlılık	"Teknoloji pahalı, bunun pek çok kısmını zaten üretmiyoruz. Çin'den aldığımız ürünlerin yazılımını yapıyoruz sadece" (F2).
		Denetim	"Çiftçi bunun ayırımına varamıyor. Sektör bu konuda gayet bilinçsiz, kirliliği üreten dijital teknolojilerin yaygınlaşmasını bir kere bir üst etik kurul önlemeli. Fakat o üst etik kurulunda çok iyi eğitim görmüş olması öncelikle kavrayabilmesi için" (F1).
		Örgütlenme	"Küçük işletmelerin münferit olarak adaptasyonu maliyetli olur diye düşünüyorum. Ama küçük işletmeler belli organizasyonlar içerisinde toplanır ise topluca bunlara uygulamak daha yerinde olur diye düşünüyorum. Örgütlenme gibi" (A5).
Çözümler	Destekleme	Destekleme	"Tarım Bakanlığı destekler veriyor. İşte dekar başına gübre desteği, mazot desteği, fark desteği, tohum desteği, birçok destekler var. Bunlar tartışılan konular, yeterdi yetmezdi işte gününde veriliyor. Mesela bu konuda dijitalleşme konusunda böyle bir destek verilebilir" (F5).
		Ar-Ge	"Tarım zaten farklı disiplinler arası bir çalışmadır. Yönetimden bahsediyorsak, pazarlama, finansman, Ar-Ge, lojistik vb; konuların da çok iyi bilinmesi gerekir. Üstelik tüm mühendislik alanları da (makine mühendisleri, bilgisayar mühendisleri, elektrik elektronik, yazılımcılar) tarım sektörünün gelişimine katkıda bulunmalıdır ve bulunmaya başlamışlardır" (A10).
		Yerli Üretim	"Yaygınlaştırılması için bir kere bu teknolojiyi üretmeniz lazım. Bizim her şey şimdi dışarıdan ithalata bağlı. Yani sensörleri üretmiyoruz, yazılımları üretmiyoruz, kullanılan ekipmanları üretmiyoruz ki hani daha ekonomik olarak bulabilelim. Şimdi doların euro'nun yükselmesi cihazların alımını neredeyse 2- 2,5 kat artırdı. Düşündüğümüzde teknolojiyi üretmiyorsanız sizin için pahalı biz üretirsek daha ekonomik olabilir" (A4).

"Çiftçi örgütleri devrede olursa, bu çiftçi örgütleri iyi yönetilirse ve üyeler örgütüne sahip çıkarsa Türkiye'de bunun örnekleri vardır, bu örneklerin çoğalması mümkündür. Dolayısıyla bu biraz da tabii ki bir devletin yani merkezi yönetimin (yerel yönetimleri çok önemsiyorum) doğru politikalar uygulanmasıyla hepsinin çözümü vardır" (A6).

"Otomatik dümenleme sistemlerinde şöyle bir şey vardı ilk yıllarda, İşte biz iki ortak alırız kullanırız, parayı yarı yarıya böleriz. Fakat otomatik dümenleme sisteminde bu olay olmadı. Çünkü adam aynı bölgede, aynı köyde ise 2 çiftçiye de aynı anda bu cihaz lazım. Yağmur gelecek, ekim zamanında toprağın tavı kaçmasın v.s. olduğu için otomatik dümenleme sistemlerinde müteahhitlik olabilir ama ortak işte makine kullanımı v.s. olmaz. Çünkü aynı anda iki kişiye de lazım olacak veya 3 kişiye aynı anda lazım olacak. Ekim zamanında saatler bile çok önemli, İşte toprağın tavı geliyor, yağış geliyor, tav kaçmasın v.s. gibisinden otomatik dümenleme de biraz şey ama drone da veya başka bir şey de bizim teknolojilerde makine parkı olabilir" (F3)

"Türkiye'de son 10-15 yıldır köy sağım merkezleri uygulaması buna iyi bir örnektir. Her köy hanesindeki 2-3 hayvandan oluşan 200 hayvan bir köy sağım merkezinde ortaklaşa sağılabilir. Ama bütün mesele burada hayvanlar arası kontaminasyon ve onun sahibinin güvenini kazanmak. Burada da teknolojiden yararlanılır, bütün hayvanlardan sağılan sütün niteliği ve niceliği bilgisayar destekli sistemlerle çözümlenir, o teknolojiye herkesin de güveni sağlanmış olur" (A6).

Politika

Planlama

Günümüzde geliştirilen akıllı tarım teknolojileriyle gübre ve zirai mücadele ilacı kullanımının azaltılması, su tasarrufu sağlanması, erozyonun önlenmesi, karbon ayak izinin azaltılması sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Bunun için de akıllı tarım uygulamaları üretim planlaması, veri toplama, girdi optimizasyonu vb. alanlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle dünyada birçok teknoloji firması bu teknolojilere yatırım yapmakta ve yeni girişimler oluşturmaktadır (Ağızan ve ark., 2022). Türkiye'de toplumsal ve kültürel yapı genç nüfusun varlığına dayanmaktadır. Gençlerin karşılaştığı en önemli sorunlar işsizlik, yüksek fiyatlar, yoksulluk ve gelir dağılımındaki adaletsizliktir (Bayhan, 2013). Bu nedenle şehirlerin çekiciliği kırsal bölgedeki gençlerin tarımı ve kırsal alanları terk etmesine neden olmaktadır (Bal ve ark., 2023). Araştırmada bilimsel çalışmalara benzer sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte, ziraat mühendisliği eğitimi alan kişilerin bir adım öne çıkarak tarım hakkında fikir beyan etmesi gerektiği tespit edilmiştir.

"Gerçek zamanlı okuma yapmalı bir akıllı uygulama ve kesinlikle AI'dan yararlanmalı. Yani sensörlerden de kirliliği veri gelmemeli, sensörler gerçekten doğru veriyi veri tabanına taşımaları ve bu veriler doğru yönlendirmelerle, yazılımlarla AI'ya bizlerin insan gözüyle ya da insan eliyle yapamayacağımız hızda çözümler üretmesi, paradigmalar üretmesi ve bunun uygulamasını sezonda çiftçiye takip ederek yapması, yani tam anlamıyla siber-fiziksel bir yapıdan bahsediyorum. Çiftçi ile bütünleşmiş bir yapıdan bahsediyorum. Ama eğer cihazlar satılıyor, çiftçiye bu veriyi al sen kendin değerlendir diyorsak ki piyasanın %90'ı bu şekilde, ben orada herhangi bir fayda sağlayacağını sanmıyorum. Şu an onun için ciddi bir eğitim ve kültür altyapısı lazım. Bu altyapı maalesef ülkemiz için konuşmuyorum dünyada yok" (F1).

"Teknolojinin gelişmesi istihdamı aslında azaltmaz, farklı yönler doğru çevirir. Drone kullanan pilotlar ortaya çıktı. Bunların ehliyetlerini alabilecekleri kurslar ortaya çıktı" (F3).

Sorunlar

Hassas tarımın önündeki bazı engeller yatırım düzeyine göre uygulamalardaki artışın yavaş ve sınırlı olması, teknik uzmanlık eksikliği, veri kalitesi ve kirliliği, bilgi ve teknolojik boşluklar, kurumsal ve alt yapı kısıtlamaları, güvenlik sorunu, gizlilikle ilgili endişeler, fiyat; vb. zorluklardır. Tarımda AI birçok alanda (ekim, dikim, ilaçlama, gübreleme, hasat, işleme, paketleme; vb.) kullanılmakta olup; bu kullanım yavaş bir seyir izlemektedir. Yüksek yatırım maliyetleri ve bu konudaki eğitimin yetersizliği yaygınlaşmanın önündeki en önemli engellerdir (Çakmakçı ve Çakmakçı, 2023). Türkiye adına akıllı tarımda yatırım maliyetlerinin yüksekliği, altyapı ve dijital okuryazarlık yetersizliği, yanlış politikalar gibi nedenlerle tarımın dijitalleştirilmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Tarımla uğraşanların yaşının ileri olması teknoloji kullanımını sınırlandırmakta, yetersiz telekomünikasyon altyapısı nedeniyle hizmetler istenilen verimlilikte alınamamaktadır. Ayrıca topoğrafik şartlara, farklı bölgelere, üretim faaliyetlerine uygun sistemler geliştirilmediği için yerelde akıllı tarım uygulaması kullanımı düşük seviyede kalmaktadır (Ağızan ve ark., 2022). Araştırmada ortaya konulan sorunlar Türk tarımının temel sorunlarıyla benzerlik göstermektedir.

"Dronla ilaçlama olayında yan yana iki tane tarlanın aynı anda drone kullandığını düşünün. Burada yan tarafta olacak olan bir herbisit veya başka bir ilaçlama diyelim diğer tarafa zarar verecektir elbette ki. Bu örneğin dronun döngüsel bazda kullanılması için belli regülasyonlara ihtiyaç var. Bir tanesi bu kısmı devletin bir yönetmelik koyması gerekiyor. İkisi aynı anda tarlada ilaçlama yapamazsınız gibilerinden. Dronla ilaçlama yaparken de belli yüksekliklerin konması gerekiyor. Bu aradaki özellikle ilaçlamadaki yan tarlaya kaçan ilaçlarda bulaşma dediğimiz riskler söz konusu" (A3).

"Türkiye'de şu anda akıllı makinelerin kullanımına yönelik dışa bağımlılığımızdan kurtulmak anlamında en önemli eksiğimiz donanımlar. Onun dışında yazılım filan onlarda çok iyiyiz. Bu anlamda komponentlerin, bileşenlerin Türkiye'de yapılması yani yerleştirilmesi, millileşmesi olayında eksiğimiz çok fazla ama bu tüm dünya için geçerli. Üretmenize gerek duymayacak ucuz çözümler dünyada birileri verdiği zaman siz yapmaya kalktığımızda çok pahalıya mal oluyor. Dolayısıyla o anlamda çok iyi bir ülke politikası uygulanması gerekiyor. Bu konuda bu komponentleri yapanların harcaacağı paranın karşılanması gerekiyor. Yani yapılan bir Ar-Ge'nin sonucunda çıkan ürünün mutlaka pazarlanabilmesi yani satın alma garantisi olması gerekiyor" (A6).

Çözümler

Gelişmiş ülkeleri teknolojik açıdan yakalamak için yalnızca yeni teknoloji ve bilgilerin transferi yeterli olmamaktadır. Bu teknolojilerin ülke şartlarına uyumlu hale getirilmesiyle teknolojik kapasite birikimi arttırılabilmektedir (Doğan, 2021). Her alanda olduğu gibi tarımda da Ar-Ge çalışmaları önemli bir konudur. Akıllı tarım uygulamaları kamu, sanayi ve üniversite işbirliği ile teşvik edilmeli, uzun vadeli hibe, destek ve krediler sağlanmalıdır. Şu anda Türkiye teknolojide çoğunlukla dışa bağımlıdır. Yerli tarım teknolojilerinin ülke ihtiyaçları doğrultusunda üretimi desteklenmeli, en kısa sürede akıllı tarımla ilgili kurum ve kuruluşlar bir araya gelmeli, izlenecek ülkesel dijital yol haritası belirlenmelidir. Akıllı tarım konuları ziraat fakülteleri başta olmak üzere gerekli görülecek eğitim kurumlarının müfredatlarına eklenmelidir (Akıllı ve ark., 2019). Günümüzde sanayi 4.0, AI gündemde yerini almışken Türkiye bu gelişmelerin gerisinde kalmamalıdır. Tarımsal girdilerde dışa bağımlılık (ilaç, gübre, tohum), tarım makineleri ve kalifiye eleman sorunları yapılacak Ar-Ge çalışmalarıyla çözülebilecektir (Boz Yılmaz ve Tunalioglu, 2020). Türkiye'nin sürekli değişen dünya ekonomisinde öne çıkması için tarımda yüksek maliyetli kısa ve orta vadeli politikalar yerine uzun vadeli destekleme politikalarına geçmesi gerekmektedir. Böylece dünya ile entegre ve rekabet edebilecek duruma gelebilecektir (Semerci, 2019). Nitekim araştırmada da daha önce yapılmış olan bilimsel çalışmalara benzer çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

"Yararlı dijital teknolojilerin temelinde bana göre ilk önce bir sahaya özel çözüm üretebilmeli, iki bilinçli toplum oluşmasına katkı sağlayabilmeli, üç bunu yapabilmesi için eğitim materyali olarak da kullanılabilmeli"(F1).

"Bir de yerli teknolojinin geliştirilebilmesi için desteklerin ileriye dönük bir vizyonla yapılması lazım. Yani işte önümüzdeki 2 yıl ya da 3 yıl sonra ben şu teknolojik araç üretenlere destek vereceğim ve bunun yerlilerine destek vereceğim gibi bir politika belirlediğinizde firmalar da buna rahatlıkla yatırım yapabilirler" (A2).

"Akıllı tarım uygulamalarında bilimsel açıdan birçok konu detaylı bir şekilde ele alınmakla birlikte, bu teknolojilerin kullanımında "etik konuları" oldukça zayıf kalmaktadır" (A11).

SONUÇ

Dünyada küresel çapta yaşanan ve tarımı doğrudan ilgilendiren bazı sorunlar, gelecekte gıda güvencesinde tehlikeler yaşanacağı endişelerini arttırmaktadır. Çünkü insan beslenmesi tarıma dayalıdır ve gıda güvencesi için tarımda miktar ve kaliteli üretimde sürdürülebilirlik gereklidir. Nitekim bu araştırmada, birçok akademisyen (bilim insanı) ve özel sektördeki tarım temsilcilerinin (firma yöneticileri) konu üzerinde ciddi bir biçimde çalıştığı, mevcut ve olası sorunlara çözüm arayışı içerisinde oldukları tespit edilmiştir.

Üniversite-Sanayi işbirliği çerçevesinde akademisyenler tarafından ortaya konan ürünlerin sahaya uygulanması teknoloji firmaları tarafından gerçekleştirilmeli, Ar-Ge çalışmaları sonucunda elde edilen akıllı tarım uygulamaları sahaya özel çözümler sunmalıdır. Ayrıca bu ürünlerin ticarileştirme aşaması büyük önem taşımakta olup tescillerinin yapılarak korunmaları sağlanmalıdır.

Araştırmada akıllı tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında tarımsal amaçlı örgütlerin önemi hem akademisyenler hem de firma yetkilileri tarafından dile getirilmiştir. Hatta bazı desteklemelerin çiftçi örgütleri aracılığıyla kullanılması çiftçilerin örgütlerine sahip çıkmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda tarım teknolojilerine yönelik desteklemelerin ileriye yönelik olarak açıklanması yerli teknolojilerin gelişmesinde etkili olacaktır.

Ayrıca çok kısa bir geçmişe sahip olan akıllı tarım uygulamaları konusunda Ar-Ge çalışmalarının sağlıklı ve güvenilir olarak yapılabilmesi için yasal düzenlemeler ivedilikle yapılmalı, uygulamada ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından takiplerinin de yapılarak bu konuda yanıtıcı ve kirli bilginin yayılmasının önüne geçilmelidir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını ve intihal yapmadıklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

Bu araştırma, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik kurulu tarafından 21.10.2020 tarihli, 31906847/050.04.04-08 sayılı belge numarasıyla onay almıştır.

Ek Bilgi

Bu çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalında Emine BOZ YILMAZER tarafından tamamlanan “Akıllı Tarım uygulamalarının Sektörel Bakış Açısıyla Değerlendirilmesi” adlı yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünden hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Ağızhan, K., Bayramoğlu, Z. ve Ağızhan, S. (2022), “Advantages of smart agricultural technologies to agricultural enterprises management”. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 10 (9), s.1697-1706.
- Akıllı, H., Çığ, F., Pakyürek, M., (2019), *Hassas Tarım Uygulamalarına Bir Örnek: Mısır Yetiştiriciliği*. UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi, Uygulamalı Bilimler Tam Metin Kitabı, s. 521-542.
- Akkamış, M. ve Çalışkan, S. (2020), “İnsansız hava araçları ve tarımsal uygulamalarda kullanımı”. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), s.8-16.
- Bal, H. Ç., Kutluay Tutar, F., Onat, Ö. ve Temiz, R. (2023), “Türkiye’de kırsal kesimde genç istihdamına yönelik nitel bir araştırma”. *Türk Kamu Yönetimi Dergisi*, 4(1), s.237-247.
- Baltacı, A. (2019), “Nitel araştırma süreci: nitel bir araştırma nasıl yapılır?”, *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), s.368-388.
- Başkale, H. (2016), “Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenilirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi E-Dergi*, 9(1), s.23-28.
- Bayhan, V. (2013), *Türkiye’de Gençlik: Sorunlar, Değerler ve Değişimler, Dünden Bugüne Türkiye’nin Toplumsal yapısı*, (4. Basım), Dora Basım Yayın Bursa.
- Bengtsson, M. (2016), “How to plan and perform a qualitative study using content analysis”, *Nursing Plus Open*, 2, s.8-14.
- Boz Yılmaz, E. (2023), *Akıllı Tarım Uygulamalarının Sektörel Bakış Açısıyla Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Boz Yılmaz, E., ve Tunalıoğlu, R. (2020), “Teknokentler ve agroparklar (Türkiye)”. *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), s.133-150.
- Çakmak, B. ve Mercan, E. (2017), “Tarımsal üretimde örnek bir iot uygulaması ve yaşlı tarım çalışanlarının izlenebilirliği”. *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi*, 10 (1), s.29-42.
- Çakmakçı, M. F. ve Çakmakçı, R. (2023), “Uzaktan algılama, yapay zekâ ve geleceğin akıllı tarım teknolojisi trendleri”. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 52*, s.234-246.
- Çanakçı, M., Soylu, S., Üner, D. ve Altundal, Y. (2023), “Tarımda ortak makina kullanım modelleri: Konya ili Karapınar ziraat odası uygulamaları”. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(2), s.133-147.
- Çelik, H., Baykal, N.B. ve Memur, H. N. K. (2020), “Nitel veri analizi ve temel ilkeleri”. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 8(1), s.379-406.
- Doğan, A. (2021), “İnsansız hava araçları ve elektrikli otomobil üretimi teknolojik yakalamada Türkiye için fırsat pencereleri olabilir mi?”. *Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(1), s.27-50.
- Emür, S. H. ve Erdoğan, L. (2022), *Akıllı Uygulama Teknolojileri ile Kırsal Kalkınmanın Değerlendirilmesi*. Mimarlık, Planlama ve Tasarımda Güncel Araştırmalar, Gece Kitaplığı, 2, s.51-82, Ankara.
- Eysenbach, G. and Köhler, C. (2002), “How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews”, *BMJ*, 324 (7337), s.573-577.
- Güzey, A. (2020), *Otonom İnsansız Kara ve Hava Araçları ile Akıllı Tarım: Hasat Optimizasyonu Üzerine Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sos. Bil. Ens., Ekonometri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Haq, A., Islam, N., Samrat, N. H., Dey, S. and Biplob Ray, B. (2021), “Smart farming through responsible leadership in bangladesh: possibilities, opportunities, and beyond”. (<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4511>) [Erişim Tarihi: 12/06/2024].

- Işık, A. H., Alakuş, F. ve Eskicioğlu, Ö. C., (2021), “Hayvancılıkta robotik sistemler ve yapay zekâ uygulamaları”. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9, s.370-382.
- Kılavuz, E. ve Erdem, İ. (2019), “Dünyada tarım 4.0 uygulamaları ve Türk tarımının dönüşümü”. *Social Sciences (NWSASOS)*, 14(4), s.133-157.
- Naderifar, M., Goli, H. and Ghaljaie, F., (2017), “Snowball sampling: a purposeful method of sampling in qualitative research”, *Strides in Development of Medical Education*, 14(3), s.1-4.
- Özgülven, M. M., Altaş, Z., Güven, D. ve Çam, A., (2022), “Tarımda drone kullanımı ve geleceği”. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(1), s.63-84.
- Semerci, A. (2019), “Türkiye’de tarımsal destekleme uygulamalarının değerlendirilmesi”. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1), s.181–186.
- Subaşı, O. S. ve Uysal, O., (2018), “Tarımsal Üretici Örgütlenmeleri ve Üretici Birlikleri.” *Uluslararası Erdemli Sempozyumu*, 19-21 Nisan, Mersin.
- Türkseven, S., Kızmaz, M. Z., Tekin, A. B., Urkan, E. ve Serim, A. T. (2016), “Tarımda dijital dönüşüm; insansız hava araçları kullanımı”. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12 (4), s.267-271.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016), *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık Ankara.
- Yılmaz, D. ve Yıldırım, M. (2016), “Türkiye’de biçerdöver müteahhitliğinin durumunun incelenmesi: İç Anadolu bölgesi örneği”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1), s.95-103.