

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE'DE TARIMDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA UYGUN BİR
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ SANAYİ KÜMELENME
MODELİ GELİŞTİRİLMESİ

Gökhan AVŞAR

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TÜRKİYE’DE TARIMDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA UYGUN BİR TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ SANAYİ KÜMELENME MODELİ GELİŞTİRİLMESİ

Gökhan AVŞAR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK

Kümelenme işletmelerin zorluk ve engeller karşısında işbirliği içerisinde olmasını sağlamaktadır. İşletmelerin potansiyel ve yeteneğini ortaya çıkarmayı amaçlayan kümelenmede yaşanan rekabet teknoloji unsurunu önemli hale getirmiştir. Ulusal ağdaki kümelenmede tüm süreçlerde dijital dönüşümle başarının arttığı görülmektedir. Tarım sektöründe dijitalleşme ile verimde artış, kalite, hız ve esneklik beklenmektedir. Bu nedenle tarımda dijitalleşme ile ilgili çalışmalar artmıştır. Dijital teknoloji bileşenlerinin üretimde yer alması, işletmelerde mekanizasyonu ve personel niteliklerinin dönüşmesini gerektirmektedir. Dönüşüm sonucunda dijital işletmeler ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de Tarım makinaları sektöründe yer alan işletmeler baz alınarak, bu işletmelerin kümelenme potansiyelini belirlemektir. Dijital Tarım uygulamalarına geçebilmek için öncelikle mevcut durumun belirlenmesi elzemdir. Bu tez çalışmasında anket tekniği kullanılmış ve veriler faktör ve güvenilirlik analiziyle sınanmıştır. Araştırma kapsamında toplam 305 firma incelenmiştir. Veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Firmaların kümelenme toplam puanlarına göre; 168 firmanın yüksek derecede, 131 firmanın orta düzeyde ve 6 firmanın da düşük düzeyde kümelendiği belirlenmiştir. Dijital Tarım Teknolojilerini Kullanma Düzeyinin en fazla (%69,5 ile) “**Başlangıç ve Gelişim** seviyesinde” oldukları gözlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre işletmelerin toplam Dijital Tarım puanlarına baktığımızda; araştırmaya katılan 42 firmanın **Profesyonel** seviyede olduğu ortaya çıkmıştır.

Haziran 2024, 116 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kümelenme, Tarım makinaları sektöründe kümelenme, Dijital Dönüşüm Model Önerisi, Dijital Tarım yol haritası, Türkiye’deki Tarım Makinaları, Dijital Tarım, Türk Tarım Makinaları Sektörü Dijital Dönüşüm Modeli

ABSTRACT

PhD Thesis

AS PART OF THE DIGITAL CONVERSION IN AGRICULTURE TO DEVELOP A
SUITABLE INDUSTRIAL CLUSTER MODEL FOR AGRICULTURAL
MACHINERY AND TECHNOLOGIES PRODUCTION SECTOR FOR TURKEY

Gökhan AVŞAR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK

Clustering enables businesses to collaborate in the face of challenges and obstacles. It aims to reveal the potential and talent of businesses. The competition in the cluster has made the technology element important. It is seen that success increases with digital transformation in all processes in the cluster in the national network. Digitalization in the agricultural sector brings high efficiency, quality, speed and flexibility. For this reason, studies on digitalization in agriculture have increased. The inclusion of digital technologies in production requires the transformation of enterprises' production processes, tools and employee qualifications. As a result, digital businesses emerge. The aim of this study is to determine the clustering potential of these enterprises, based on the enterprises in the agricultural machinery sector in Turkey. To determine their level of transition to the concept of Digital Agriculture. Survey method was used in the research and the obtained data were tested with factor and reliability analysis. A total of 305 companies were examined within the scope of the research. The data were analyzed using the SPSS package program. When we look at the total cluster scores of the companies; It was determined that 168 companies participating in the research were clustered at a high level, 131 companies were clustered at a medium level and 6 companies were clustered at a low level. It has been observed that the highest level of use of Digital Agriculture Technologies (69.5%) is at the "Beginner and Development level". When we look at the total Digital Agriculture scores of the businesses according to the analysis results; It was revealed that 42 companies participating in the research were at Professional level.

June 2024, 116 pages

Key Words: Clustering, Clustering in the agricultural machinery sector, Digital Transformation Model Proposal, Digital Agriculture road map, Agricultural Machinery in Turkey, Digital agriculture, Turkish Agricultural Machinery Sector Digital Transformation Model

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Dijital tarım, tarım sektöründe modern teknolojilerin kullanımını içeren bir yaklaşımı ifade eder. Tarımda dijitalleşme, üretimin desteklenmesinin yanı sıra kırsal alanlardaki yaşamları büyük ölçüde dönüştürmede de önemli bir rol oynamaktadır. Dijitalleşmeye ayak uyduran üreticiler etkin sulama, gübreleme ve tarımsal ilaçlama konularında bir adım öne çıkmaktadır. Böylece hem verim hem de kalitede artışı yaşanmaktadır. Dijital tarım, tarım süreçlerinde verimliliği artırmak, israfı azaltmak, pestisit ve herbisit kullanımını kontrol etmek ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek amacıyla çeşitli dijital teknolojileri entegre etmektedir. Bu sayede, tarım sektörü daha akıllı, hızlı ve çevre dostu bir şekilde gelişmekte ve geleceğe yönelik sürdürülebilir gıda üretimi için önemli bir rol oynamaktadır.

Bu konuda bana çalışma olanağı sağlayan ve çalışmamın her aşamasında katkı ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK'e, tez izleme komitesi üyesi Sayın Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK'a ve Sayın Prof. Dr. İlkey DELAL'a, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü öğretim üye ve yardımcılarına teşekkürü bir borç bilirim.

Bugüne gelmemde en büyük paya sahip olan gerek eğitim gerekse çalışma hayatım boyunca maddi manevi hiçbir destekten kaçınmayan, daima yanımda olan değerli aileme; canım annem Mesudiye AVŞAR'a sonsuz minnet, sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum. Bu çalışmayı büyük bir onurla Annem Mesudiye AVŞAR'a ithaf ediyorum.

Bu çalışmanın bir farkındalık yaratarak dijital dönüşüm ihtiyacı duyan tüm tarım sektörü firmaları ve üreticilerine katkısının olması dileklerle.

Canım Aileme...

Gökhan AVŞAR
Ankara, Haziran 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1 Kümelenme hakkında genel bilgiler	4
2.2 Tarım alet ve makinaları kümelenmesi	17
2.3 Dijitalleşme hakkında genel bilgiler	18
2.4 Tarım kümelerine ilişkin türkiye’den ve dünya’dan literatür özeti	44
2.5 Dijital tarıma ilişkin türkiye’de ve dünya’dan literatür özeti	48
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	54
3.1 Araştırmanın materyali	54
3.1.1 Araştırmanın kısıtları	57
3.2 Yöntem	58
3.2.1 Araştırmanın modeli	62
3.2.2 Araştırmanın analiz süreci	65
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	69
4.1 Katılımcılarının ve firmalarının demografik verileri	70
4.2 Sistemler ve süreçlere ilişkin elde edilen bulgular	74
4.3 İşletmelerin kümelenme yapısına ilişkin elde edilen bulgular	76
4.3.1 Kümelenme toplam puanı	79
4.3.2 Dijital tarım düzeyine ilişkin elde edilen bulgular	79
5. SONUÇLAR	83
5.1 Öneriler	86
5.1.1 Dijital dönüşüm yol haritası için öneriler	86

5.1.2 Dijital tarım makinaları ve teknolojileri sektöründe küme yapısı gösteren işletmelerde dijital dönüşüm için merkezi yol haritası oluşturulması.....	87
KAYNAKLAR	91
EKLER.....	111
EK 1 Anket Formu.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	116

SİMGELER DİZİNİ

3D	3 Boyutlu
IoT	Nesnelerin İnterneti
ASB	Aynı Sanayi Bölgesi
AŞ	Aynı Şehir
FŞ	Farklı Şehir
YD	Yurt Dışı
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
AB	Avrupa Birliği
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
Tük	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Kümenin aktörleri	6
Şekil 2.2 Küme aktörleri	6
Şekil 2.3 Kümelerin yaşam döngüsü	7
Şekil 2.4 İlişkilerine göre kümelerin tipleri	9
Şekil 2.5 Kümelenme teorileri zaman çizelgesi.....	11
Şekil 2.6 Porter elmas modeli	12
Şekil 2.7 Küme yol haritası	16
Şekil 2.8 Gıda ve tarım küme modeli	17
Şekil 2.9 Endüstri devrimi ve tarım devrimi zaman çizelgesi	26
Şekil 2.10 Dijital tarım ana teknolojileri ve bağlantıları.....	30
Şekil 2.11 Çiftlik hayvanları sensör teknolojilerine bakış	35
Şekil 2.12 Nesneler internetinin çiftlikte kullanımı	35
Şekil 2.13 Sera kontrolü temelli nesneler interneti kavramsal çerçevesi	36
Şekil 2.14 İlaçlama yönetim sistemi ve nesneler interneti	37
Şekil 2.15 Örnek sulama sistemi blok diagramı	38
Şekil 2.16 Nesneler interneti blok zincir tarımsal drone	38
Şekil 2.17 (a) mars, (b) grape, (c) vinerobot ve (d) flourish	39
Şekil 3.1 Türk tar.tek.sis. Sektör modeli.....	64
Şekil 3.2 Araştırmanın modeli	65
Şekil 5.1 Araştırmanın model çıktısı.....	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Kümelerin yaşam döngüsü safhaları	8
Çizelge 2.2 Kümelenmenin göstergeleri	14
Çizelge 2.3 Tarım kümelerine ilişkin literatür özeti	44
Çizelge 2.4 Kümelenme ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar	45
Çizelge 2.5 Dijital tarım uygulamaları ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar	48
Çizelge 3.1 Ölçeklere ilişkin güvenilirlik analizi sonuçları	68
Çizelge 4.1 Katılımcılara ilişkin tanımlayıcı istatistikler	70
Çizelge 4.2 Firmalara ilişkin tanımlayıcı istatistikler (kategorik değişkenler)	72
Çizelge 4.3 Firmalara ilişkin tanımlayıcı istatistikler (sürekli değişkenler)	74
Çizelge 4.4 Sistem ve süreçlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler	75
Çizelge 4.5 Firmaların kümelenme işbirliği ve rekabet ölçeğine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	76
Çizelge 4.6 Kümelenme yapısına ilişkin istatistikler	77
Çizelge 4.7 Kümelenme düzeylerine ait tanımlayıcı istatistikler	79
Çizelge 4.8 İşletmelerin dijital tarım aşamaları	80
Çizelge 4.9 Dijital tarım’a teknolojilerini kullanma düzeyine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	81
Çizelge 4.10 Dijital tarım’a geçiş konusunda firmaları zorlayan en önemli sorunlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler	82

1. GİRİŞ

“Rüzgarın yönünü değiştiremediğin zaman, yelkenlerini rüzgara göre ayarlamalısın. Çünkü dünya, karşılaştığın fırtınalarla değil, gemiyi limana getirip getiremediğinle ilgilenir” (Xsentius).

Dünyada nüfusun artması ve hızlı kentleşme sonucunda, gıdaya olan ihtiyaç ve talebin arttığı görünür bir gerçekliktir. Özellikle 2020 yılında başlayan pandemi süreci, hem ülkemiz, hem de dünya için tarımın değerini ve önemini ortaya koymuştur. Pandemi süreci tarımın ve dijitalleşmenin nedenli önemli olduğunun farkına varılmasını sağlamıştır. Tarımda makinalaşma oranı artmış; toprak işlemeden, lojistiğe kadarki işlemler mekanizasyon ile daha hızlı yapılmıştır. Kullanımı artan tarımsal dijital teknolojilerle hasat işlemi iklimsel koşullardan olabildiğince etkilenmeden yapılmaktadır.

Dijital tarım kapsamında, hassas tarım teknolojisinin kullanıldığı ve burada veri yönetiminin akıllı ağlarla sağlandığı görülmektedir. Hassas tarım ile Global Konum Belirleme Sistemi beraber kullanıldığında, tarım rehberliği ile tarım alanlarının izlenerek kontrolünün yapıldığı belirlenmiştir (CEMA, 2017). Tarımsal üretimin her etabında kullanılan araçların sensörler ile donatılmasıyla birlikte makineler arasında tüm üretim süreci içerisinde iletişim sağlanmış olacaktır (Ercan vd., 2019). Dijital teknolojiler ile çiftçiler ekim alanlarını yönetme ve gözlemleme imkânına sahip olmaktadır (Kahraman, 2017).

Bölgesel ekonomiler, siyaset, coğrafi konum gibi çeşitli faktörler nedeniyle, kümelenmede farklı yapılar oluşturmuşlardır. Farklılaşmanın etkisiyle, bazı sektörler daha aktifleşmiştir. Sektörlerin gelişmesi, bölgeye has sanayileşmenin rekabetçiliğine bağlı olup bu hedefe yönelik kullanılan araçlardan birisi ise kümelenmedir. Ekonomik kalkınma politikalarının vazgeçilmez araçlarından biridir.

Uluslararası yarışın arttığı günümüzde, ekonominin etkili olması, rekabet edebilme gücüne bağlıdır. Yenilikçilik potansiyeli olan sektörler, rekabet üstünlüklerini, işbirliği yapabilen; firmalar, tedarikçiler, hizmet sağlayıcılar ve mükemmelliyet merkezlerinin oluşturduğu “yenilikçi kümeler” üzerine kurmalıdır.

Güncel verilere sahip çalışmamızda; tarım makinalarında dijital teknolojileri kullanan işletmeler yakından incelenmiştir. Daha geniş bir ifadeyle özellikle Türkiye’de Tarım makinaları sektöründe faaliyetini sürdüren traktör ve ekipman kategorisinde yer alan büyük, orta ve küçük ölçekli ayrımı yapılmadan, başta Europages ve Tarmakbir’e kayıtlı, Dijital Tarım teknolojilerini kullanan uluslar arası fuarlara 2023-2024 yılında katılım göstermiş işletmelere ulaşılmıştır. Çalışmada işletmelerle ilgili temel bilgilerin yanında işletmelerin bazı kriterlere göre kümelenme potansiyeli ve dijital tarımda ne düzeyde oldukları da ölçülmeye çalışılmıştır.

Yöneticilerle, dijital dönüşümün durum tespiti için anket yöntemi tercih edilmiştir. Dijital tarım teknoloji bileşenleri kullanan işletmelerden 400 firmaya ulaşılmış olup bunlar içinden firma bilgilerinin ve verilerinin gizli tutulması kaydıyla anket çalışmasına katılmayı kabul eden 305 işletmeyle anket uygulaması yapılmıştır.

Katılımcılara;

- Firmaların Genel Bilgileri ile ilgili ifadelerden,
- Firmaların Genel İşletme Fonksiyonları ile ilgili ifadelerden,
- Kümelenme ve Rekabet Düzeylerinin belirlenmesine yönelik ifadelerden,
- Dijital Tarım ve Performans düzeylerinin belirlenmesine yönelik ifadelerden,

oluşan sorular sorulmuş, elde edilen veriler incelenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır. Araştırmanın amacı çerçevesinde belirli çıkarımlar elde edilmeye ve sunulmaya çalışılmıştır. Dijitalleşmenin, Tarım Makinaları üretim sektörü ve Yan sanayi sektöründe gelişmekte olduğu ve dijitalleşmede kullanılan teknoloji bileşenlerine bağlı olarak sektörün pozitif yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Bu neticeye ulaşmak için aşağıdaki işler yapılmıştır:

- Başta Europages ve Tarmakbir'e kayıtlı ya da bir yere kayıt olmamakla birlikte dijital tarım teknolojilerini kullandığını kamu bilgilendirme platformu adı altında sitelerinde beyan eden ve ürünlerini uluslararası fuarlarda sergileyen işletmelerin incelenmesi,
- Kapsamlı bir literatür taraması yapılması,
- Dijital-Teknolojik dönüşüm yol haritası incelenmesi,
- Dünya'da ve Türkiye'de dijital tarım uygulamalarının incelenmesi,
- Model ve Puanlama sisteminin belirlenmesi,
- Dijital dönüşüm konusunun kavramsal çerçevesi ile ilgili teorik bilgiler, iyi uygulama örnekleri ve anket-hipotezlerin spss analiz sonuçlarının verilmesidir

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Kümelenme Hakkında Genel Bilgiler

Kümelenme literatürü yaklaşık 60 yıllık bir geçmişe dayanmaktadır. Kümelenme kavramı, Türk Dil Kurumunca; “aynı cinsten olan veya birbirine benzer yapıların oluşturduğu bütün” olarak tanımlanmaktadır. Kümelenme ile ilgili literatürde mesafe, iş bağlantısı ve uzmanlık kavramları etrafında şekillenen tanımlar olmakla beraber kümelenme çalışmaları Micheal Porter’ın (Porter, 1990) tanımına dayanmaktadır. Michael Porter kümelenmeyi; verimi amaçlayan firmalar, eğitici rol üstlenen kurumlar (üniversiteler, araştırma kurumları vd.), destekleyici kurumlar (kamu kurum ve kuruluşları, danışmanlık şirketleri, sivil toplum kuruluşları-STK, finansal kurumlar vd.) ve müşteriler tarafından oluşturulan iş bağlantısı olarak tanımlamıştır. Avrupa Komisyonu ise kümelenmeyi; “birbirlerine yakın biçimde konumlanmış olan ve özel alanlarda uzmanlık, hizmet, kaynak, tedarikçi ve beceri geliştirecek kadar yeterli düzeye ulaşmış işletme, ilgili ekonomik aktörler ve kurumlar grubu” olarak tanımlamıştır. Tanımlar incelendiğinde kümelenmede üzerinde fikir birliğine varılan konu başlığının; mesafe (sosyal, teknik, ekonomik ve pazara yakınlık) olduğu görülmektedir.

Yapılan kümelenme tanımları şunlardır: James’e göre, “birbiriyle ilişkili firmalarının, tedarik zinciri vasıtasıyla, yüksek ortaklık düzeyine sahip olarak, aynı pazar koşulları altında çalışmak amacıyla bir araya gelmesi” kümelenmedir. Swann ve Prevezer “endüstride belirli bir coğrafi alana yerleşmiş firma grupları” olarak bahsetmektedir. Storper “bölgenin ürününün dünya ihracatındaki payının o bölgenin toplam ihracat payından fazla olmasının, o ürün konusunda uzmanlık becerisine sahip olduğunu ve birbiriyle bağlantılı kurumların işbirliği içinde bulunduğunu” ifade etmektedir.

Literatürde farklı yazarlar tarafından kümelenmenin ortak özellikleri de belirtilmiştir:

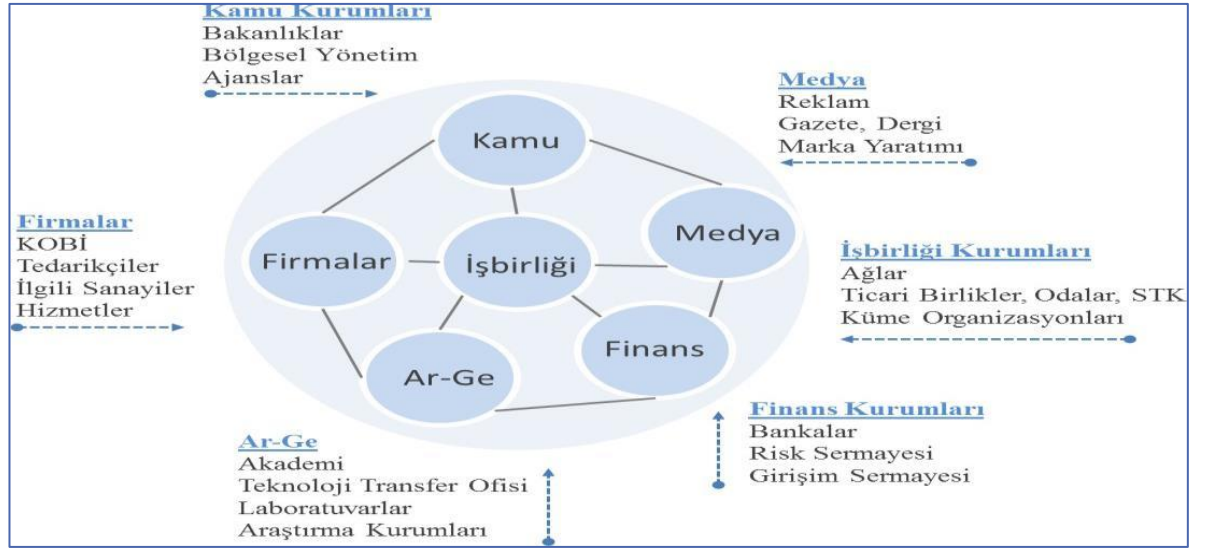
Kümenin yapısal ortak özellikleri;

- Müşteriler,
- Tedarik & hizmet sağlayıcılar,
- Benzer Altyapı sistemleri,
- Güncel teknolojiyi takip etme ve kullanmaları,
- Uzman İşgücü,
- Eğitim & Ar-Ge,
- Kuruluşlardan destek alma,
- Piyasada aktif olunulmasıdır.

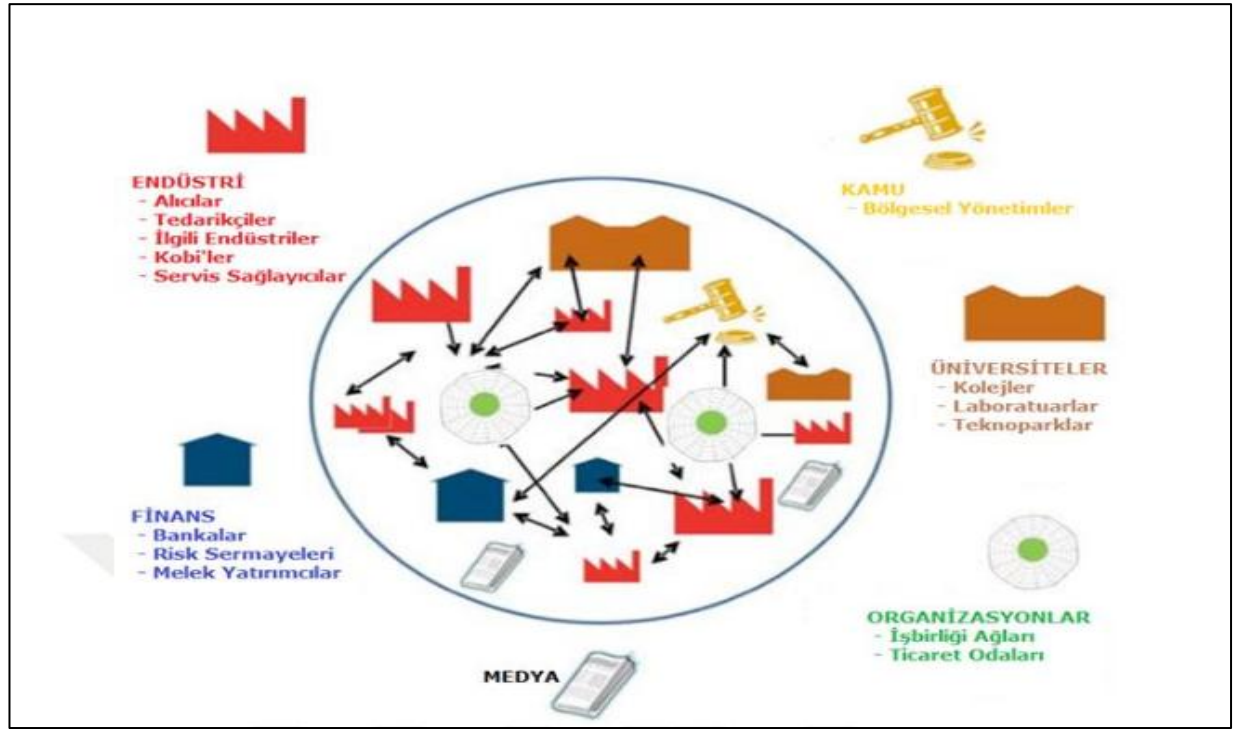
Kaynak: Yazar tarafından literatürler incelenerek derlenmiştir.

Özetle kümelenme; aynı bölgelerdeki benzer sektörlerde, işbirlikçi, yarışabilen ve faaliyetlerini destekleyecek olan paydaşları buluşturan bir oluşumdur (Anonim 2021a; Anonim 2021b; EC COM (2008); Karayel, 2010; Martin and Sunley, 2003; Alsaç, 2010).

Kümelenme, pazara ve bilgiye çabuk ulaşmayı, finansman temin edebilmeyi, Ar-Ge, üretim ve pazarlama konularında ortak hareket etmeyi, riski azaltmayı, ihracatı artırmayı, bölge ekonomisini geliştirmeyi ve paydaşlar ile iş birliği kurmalarını amaçlamaktadır (Alsaç, 2010). Bu yüzden, kümelenme bileşenleri pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Kümelerin temel aktörleri firmalardır Ceyhan Ticaret Odası (CTO, 2014). Kümede, ortaklar (paydaş) yer almaktadır. Ortaklar; üreticiler, tedarikçiler, müşteriler, AR-GE, danışmanlar, medya organları vb. olabilmektedir. Küme ortakları Şekil 2.1’de ve Şekil 2.2’de verilmektedir (Müderrişoğlu, 2016: 20).

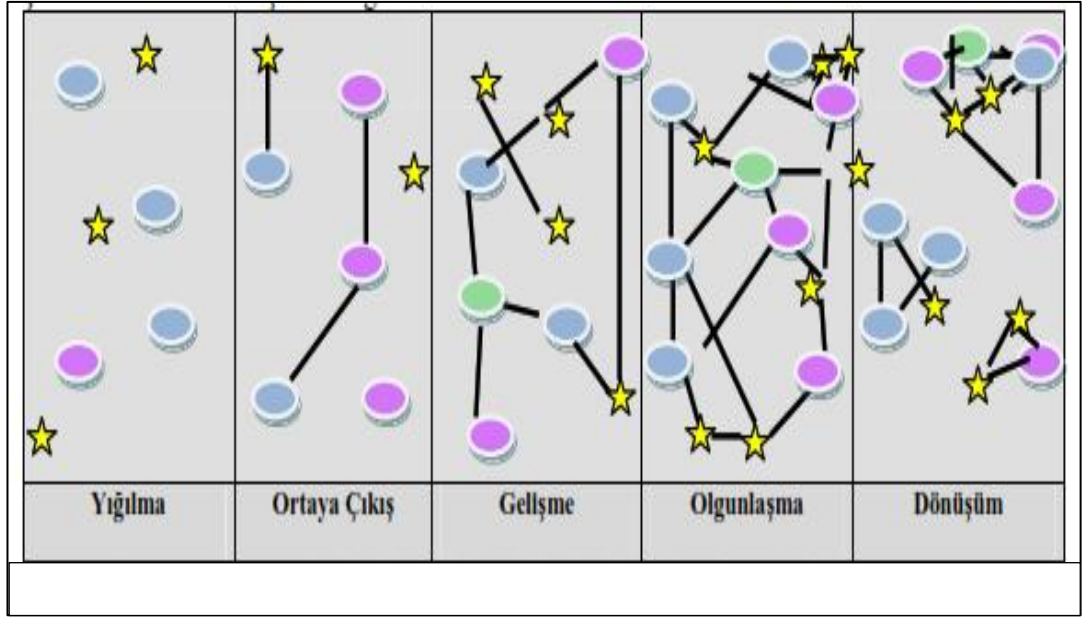


Şekil 2.1 Kümenin aktörleri (Müderrişoğlu, 2016)



Şekil 2.2 Küme aktörleri (Sölvell, Ö., 2008)

Kümeler, kendiliğinden ya da belli bir amaç doğrultusunda oluşabilmektedir. Andersson; kümelerin yaşam döngüsünü beş aşamada sınıflandırmaktadır. Şekil 2.3'de yığılma, ortaya çıkışı, gelişme, olgunlaşma ve dönüşüm aşaması görülmektedir (Andersson vd., 2004).



Şekil 2.3 Kümelerin yaşam döngüsü (Kaynak: Thomas Andersson vd.,2004)

Yığın: Bölgede paydaşların bulunma halidir. Bilgi paylaşımı minimum seviyede olup ancak gerektiği durumlarda yapılmaktadır. Paydaşlar arasında ağ oluşturma henüz başlamamış, başlamış olanlarda da çok kırılgandır. Birbirlerini rakip görme anlayışı daha üst seviyelerde olup paylaşımlar ise daha alt seviyededir.

Ortaya çıkış: Bir grup paydaşın mevcut bağlantıları ile çekirdek yapıda iş birliği faaliyetlerine başlar, ilişkilerinin getirdiği fırsatların, bilgi paylaşımının, birlikte hareket etmenin, eksikliklerinin ve bunları tamamlayabileceklerinin, daha güçlü olunabileceğinin, bu oluşumun rekabet üstünlüğü yaratacağının, çevresel katkı ve kazanç yaratacağının farkına varılma evresidir.

Gelişme: Yeni paydaşlar ortaya çıktıkça aktörler arasında yeni bağlantılar da gelişir. Çoğu zaman ortak çağrışım, internet site oluşumları görülebilir.

Olgunlaşma: İlişkiler gelişmiş, güven ve bilgi paylaşımı üst seviyelerde oluşmuş, iş birlikleri artmış, yeni anlaşmalar ve küme ihtiyacına göre yeni kurulan firmalar ortaya çıkmaya başlamıştır.

Dönüşüm: Kümenin yaşam döngüsündeki son halidir. Bu süreçte küme, farklı çözümler ile hayatını devam ettirmeyi tercih edecek ya da yok olacaktır (Andersson ve diğerleri, 2004, 30).

Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü, yaşam döngüsü safhalarını (EBİG,2014), Çizelge 2.1’deki gibi belirtmektedir.

Çizelge 2.1 Kümelerin yaşamsal döngüsü safhaları (T.C.Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü Kümelenme Raporu, 2015).

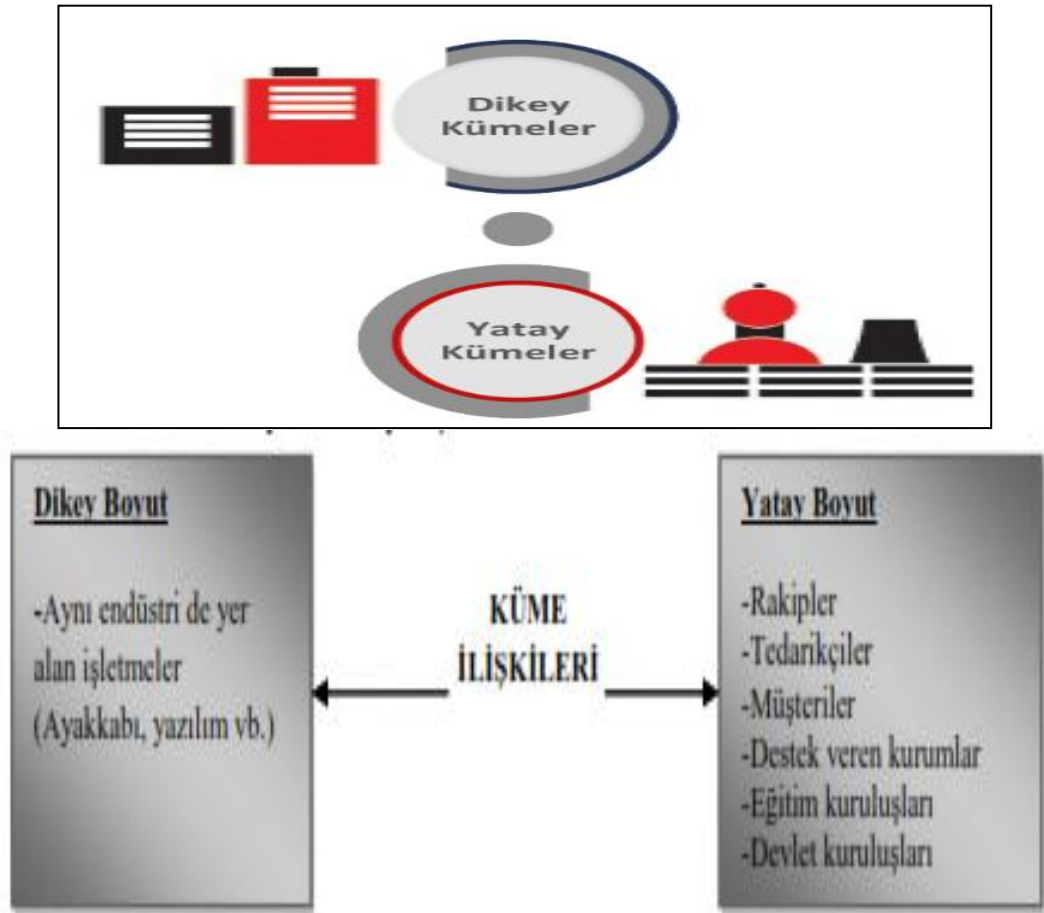
Aşamalar	Özellikleri
Fikir	Firmalara bölgesel veya kurumsal destek sağlanarak kümelenme için zemin hazırlandığı aşamadır.
Yığın	Firmalar aynı bölgede aynı sektörde yer alır. İşbirliği yoktur.
Başlangıç	Oluşturulan kümenin markası ve stratejisi belirlenir.
Gelişme	Küme tanımı yapılmış ve analizler gerçekleştirilmiştir.
Olgunluk	Küme kendini finanse eder. Alt kümeler yer alır.

Belirli bir coğrafi bölgede aynı sektördeki firmalar “yığın” olarak adlandırılmıştır. Aynı sektörde faaliyet gösterenlerin küme olması için paydaşlar arasında işbirliği olması gerekmektedir.

İlişkilerine Göre Kümelenme Tipleri: Kümeler, paydaşlar ve boyutlar (“yatay ve dikey boyut”) açısından irdelenmektedir.

Yatay Kümeler: Müşteri yapısının ve kullanılan teknolojinin benzer olup, lojistik, işgücü ile kaynak gereksinimlerinin benzer olduğu kümedir. Firmalar arasında yatay bir ilişki söz konusudur. Firmalar, ortak çıkarlarını bahse konu olan alanlarda, rekabet ve işbirliğinin gerektirdiği amaçlar doğrultusunda hareket etmektedir.

Dikey Kümeler: Tedarik zincirinde direkt alıcı ve satıcı arasındaki dikey ilişkidir. Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güvene dayanan ortaklık ilişkileri vardır. Küme içinde tüm aktörler etkileşim halindedir (Şekil 2.4) (Karayel, 2010; Çağlar, 2008; Mirza, 2016; T.C. Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü, 2015).



Şekil 2.4 İlişkilerine göre kümelerin tipleri (Anders Malmberg – Peter Maskell, 2001)

Küme Teorileri Çizelgesi: Teoriler 1700’lerin ortalarından başlayarak 2000’lerin başına kadar süre gelmiştir. Porter’ın “Kümelenme Teorisi”ne kadar tüm teoriler üstünlük, bölgesel yaklaşım, coğrafi kalkınma şeklinde adlandırılmış olup Porter ile

birlikte kümelenme kavramı detaylı incelenmiştir. Şekil 2.5’de zaman içindeki kümelenme teorileri gösterilmiştir. Mutlak Üstünlük Teorisi, ürün çeşitliliğinde üstün olan ülke en iyi ürünlerinde uzmanlaşıp diğer ürünleri ithal ederek daha iyi şekilde gelişebilmektedir. Böylece ülkeler avantajlı oldukları ürünleri kendileri üretip diğerlerini yurtdışından alarak zenginleşme ve fayda sağlayacaklardır (Bayraktutan, 2003). Karşılaştırmalı Üstünlük Teorisi, ülke içerisindeki kendi ürettiği ürün ve hizmet arasındaki fiyat farkı değil, ülkelerarası aynı ürün ve hizmet arasındaki fiyat farkı baz alınarak yapılması gerektiği ile ilgilidir (Erkan, 2012).

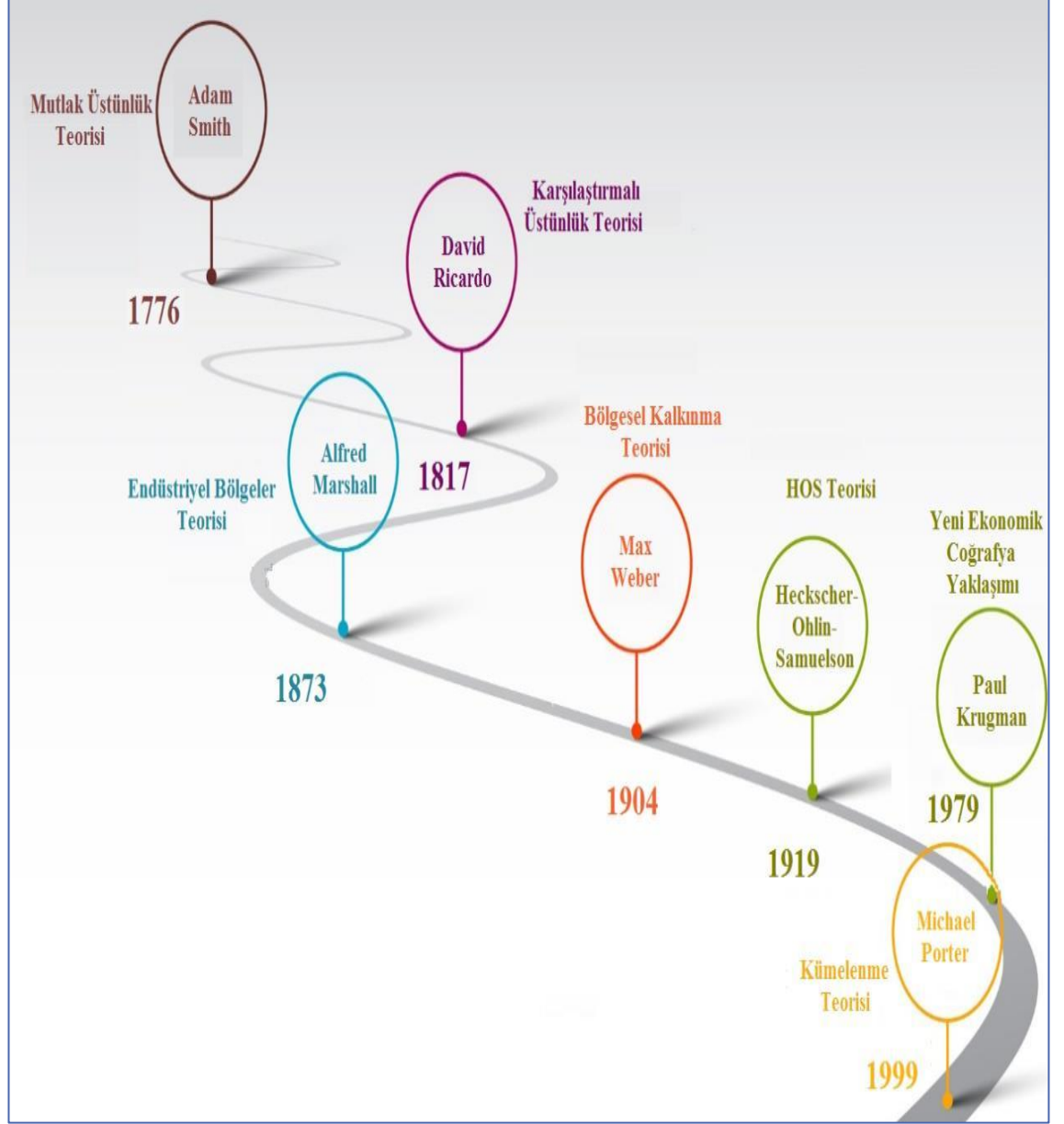
Endüstriyel Bölgeler Teorisi, dışsal ekonomik faktörleri ne kadar iyiye, küme içi etkinlik ve verimlilik de aynı oranda artar (Yiğit, 2014). Bölgesel Kalkınma Teorisi, güç ve paydaşların doğru kullanılması bölgesel kalkınmada kelebek etkisi yaratarak bölgenin somut ve soyut olarak güçlenmesini sağlayacaktır (Şenkal 2008). Heckscher-Ohlin-Samuelson (HOS) Teorisi, her ülkenin üretiminde ucuz ve bol bulunan hammadde değişkenini kullanarak ürettiği malı ihraç etmesini, pahalı ve az bulunan değişkeni kullanarak ürettiği malı da ithal etmesi gerektiğini savunmaktadır (Aslan ve Terzi, 2006). Yeni Ekonomik Coğrafya Yaklaşımı ile ekonomideki değişkenler doğayla bağdaştırılarak incelenmeye başlamış, insan faktörünün nasıl etkilendiği, insanın bu çevreyi nasıl etkilediği anlaşılmaya çalışılmıştır (Arıbaş ve Deniz, 2011).

Kümelenme Teorisi - Elmas Modeli, Elmas modeline göre dört ana, dolaylı etkide bulunan “devlet” ve “şans” olarak da iki ara değişken mevcuttur (Porter, 1990).

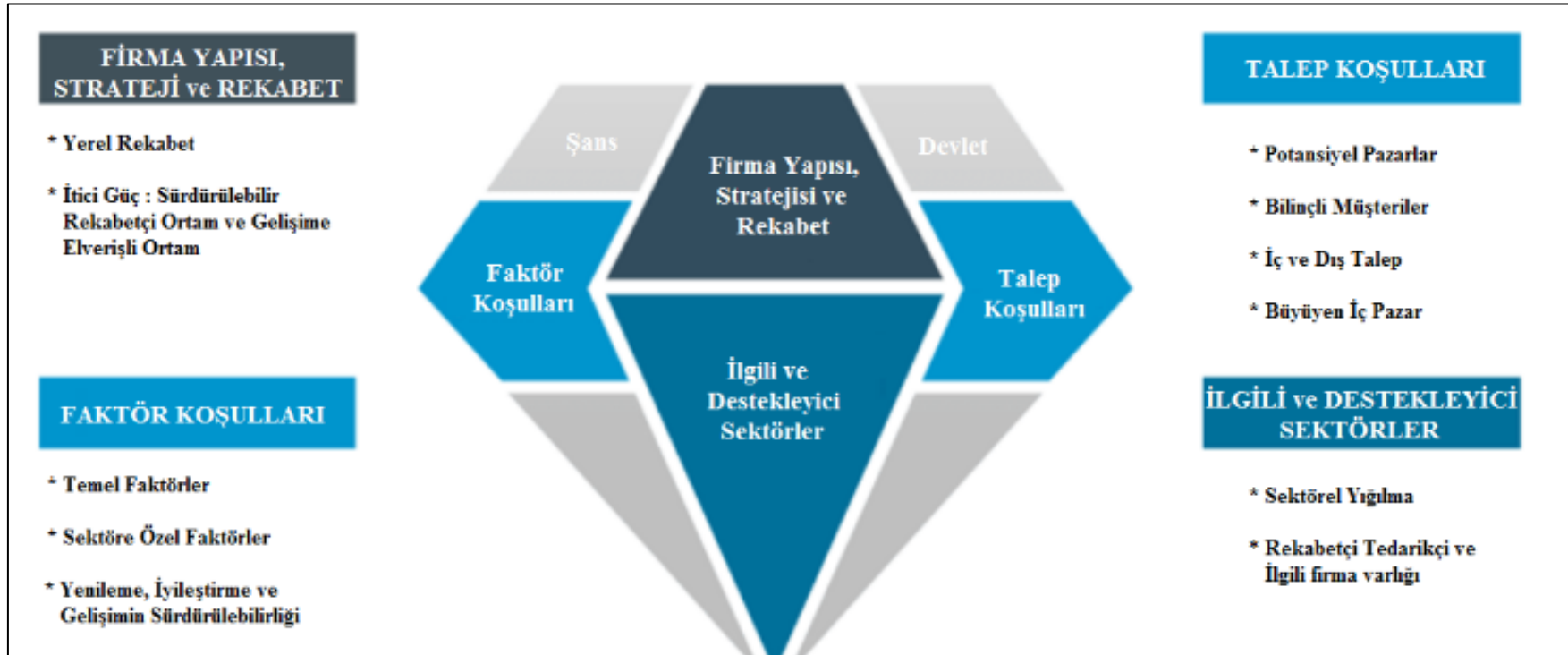
Bunlar;

- Ürün ve hizmet talep koşulları,
- Rekabet edilebilirliği destekleyen ve ortam sağlayan firmaların bulunduğu sektör,
- Uzman iş gücü ve güçlü altyapısını bağlı faktör koşulları,
- Firma stratejileri, yapısı ve birbirleri arasındaki rekabet, Faktörlerin etkileşim oranları ile firmaların verimliliği arasında doğru orantı vardır.

Elmas modelinde, (Şekil 2.6) ortaklar arasındaki bağa bağlı olarak aynı bölgedeki firma verimlilikleri de artmaktadır (Aziz ve Norhashim, 2008).



Şekil 2.5 Kümelenme teorileri zaman çizelgesi (Bayraktutan, 2003).



Şekil 2.6 Porter elmas modeli (Anonim 2019a)

Tarımsal Kümelenme: Tarımsal üretimi arttırmak, gelecekteki gıda güvenliğini sağlamak ve tarımsal arazi kullanımının olumsuz çevresel etkilerini azaltmak için sürdürülebilir bir yola ihtiyaç vardır (European Union, 2020). Tarıma dayalı kümelenme 1960’lardan sonra yoğunlaşma yoluyla ortaya çıkmıştır. Ancak gıda gereksinimlerinin etkisiyle kırsal kümelenme konusu 1990’lardan sonra önem kazanmıştır (Zheliashkov, Zaimova, Genchev, & Toneva, 2015, s. 74). Tarımsal kümelenme, aynı tarımsal sanayi alt sektöründe faaliyet gösteren, ortak çaba ve fırsatları takip ederken birbiriyle ilişki ağları oluşturan üreticilerin, tarım işletmelerinin ve kurumların oluşturduğu bir yapıdır. Küçük ölçekli üreticiler arasındaki bağlantılar, yatay bağlantıları temsil etmekte olup kümenin pazarlama ve resmi işlerinde kooperatifler ve üretici grupları gibi münhasır yapılar bulunabilir. Üretici ile işletici (fabrika, toptancı vb.) arasındaki ilişkiler ise dikey nitelikte olup bunlar genellikle dağıtımında uzmanlaşmış ve çiftçileri organize edip pazara yönlendirebilen şirketlerdir (Sharma, 2014).

Tarımsal kümelenmelerin sektörde varlıklarını sürdürülebilmeleri, kendi kendine yeterli, başarılı ve etkili bir yapı olabilmelerinin temel koşulları (Mamadjanova, 2019);

- İnsiyatif: Girişimcilerin olması, eğitim kurumları ve bilimsel kuruluşlarca geliştirilmeleri, kredi/finans paydaşlarınca desteklenmeleri gerekmektedir.
- Yenilikler: Rekabette tarımsal üretim ve işleme, pazarlama, yönetim, finansman ve organizasyonda yenilikler ve teknolojiler kullanılabilir olmalıdır.
- Bilgi: Kümede yer alan birimlerin bilgiye dayalı olması gerekmektedir.
- Yatırımlar: Tarımsal kümelenmelerin varlığını sürdürme de yatırımcıların ilgili olması, iyi uygulama deneyimlerinin pratiğe dönüştürülmesi, sınırlı sayıda şirketlerden çok, daha fazla katılımcı yatırımın gerçekleşmesi gerekmektedir.
- Entegrasyon: Kümelenmelerin başarısında üretim, ürün, pazar, işletme, lojistik vb. konularda paydaşların diğer kümeler ile entegrasyon halinde olması gerekmektedir.
- Finansman: Tarımsal üretimde finansmana gereksinim vardır. Bu nedenle kredi

erişimi ve kümeye has kredi ve finansman programlarına gereksinim vardır.

Sistemin küme kabul edilmesinde gerekli göstergeler Çizelge 2.2’de verilmiştir. Çizelge 2.2’de görüldüğü üzere bir sistemin küme sayılmasında (1) uygun kurumsal yapı, (2) kurumlar arası ilişki ve (3) uygun ortam olmak üzere üç temel unsurun varlığı aranmaktadır. Günümüzde kümelenmelerin bilgi tabanlı ve buna uygun altyapı ve sistemler üzerinden gelişme göstermesi, endüstriyel kümelenmeyi Dijital Tarım’a uyum sağlamaya mecbur bırakmıştır. Dijital Tarım ile birlikte bilgi ve teknoloji, hem yüksek katma değer hem de yüksek rekabet gücü elde etmenin tek yolu haline gelmiştir. Bu da günümüz kümelenmelerinin bilgi ve teknoloji tabanlı gelişme göstermesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 2.2 Kümelenmenin göstergeleri

Gösterge	Özellikleri
Kümelenme için Uygun Kurumsal Yapı	• İşletmelerin uzamsal olarak nispeten yakın oluşu • Ekonomik aktivitelerin genel olarak yüksek bir yoğunlukta oluşu • Çok sayıda işletmenin aynı, benzer ve tamamlayıcı aktivitelerde bulunması
Kümelenme için Kurumlar Arası İlişki	• Dikey alt işverenlik şeklinde işletmeler arasında bağlantıların bulunması • İşletmeler arasında özgün bağlantıların bulunması • Belli düzeyde uzmanlaşma
Kümelenme için Uygun Ortam	• Ortak ve toplu öğrenme süreçleri • Üreticiler ve tüccarlar arasındaki işlemlere yerleşmemiş sosyal ağlar • Bağlantılardan ve ağlardan kaynaklanan dışsal ekonomiler • Yerel ve geleneksel kuramların sahip olduğu rol • Belediyelerin ve bölgesel hükümetlerin sahip olduğu rol • Ortak kültürel geçmiş, uygun ve destekleyici kurumsal çevre • İşletme ortakları arasında güven yaratıcı uygun koşullar • Genel güven ortamı ve fırsat kıtlığı veya yokluğu • Benzer teknik gelişmişlik düzeyleri • Paylaşılan teknik yetkinlik havuzu

Kaynak: Halis (2013)

Küme Yol Haritasının Oluşturulması: Küme analizinde Michael E. Porter’ın “Rekabet Elması” modeli önerilebilir (DTM, 2009). Oluşturulan haritada dikkat edilmesi gereken unsurlar “Küme Dinamiklerinin Geliştirilmesi” ve “Küme Ortamının İyileştirilmesi”dir.

-Kümenin geliştirilmesi: Ar-Ge, inovasyon ve girişimcilik, desteklemeler, iş ağları ve kümelenme gibi faaliyetleri içermektedir “Küme Oluşumu” teması ortaya çıkmıştır.

-Küme ortamının iyileştirilmesi: Rekabette “Faktör Şartlarının Güçlendirilmesi” ve “Küme Tabanının Geliştirilmesi”ni içerir (DTM, 2009).

Kümelenme oluşumunda gerçekleştirilmesi gereken beş aşama vardır (Anonim. 2021c). Bu aşamalar:

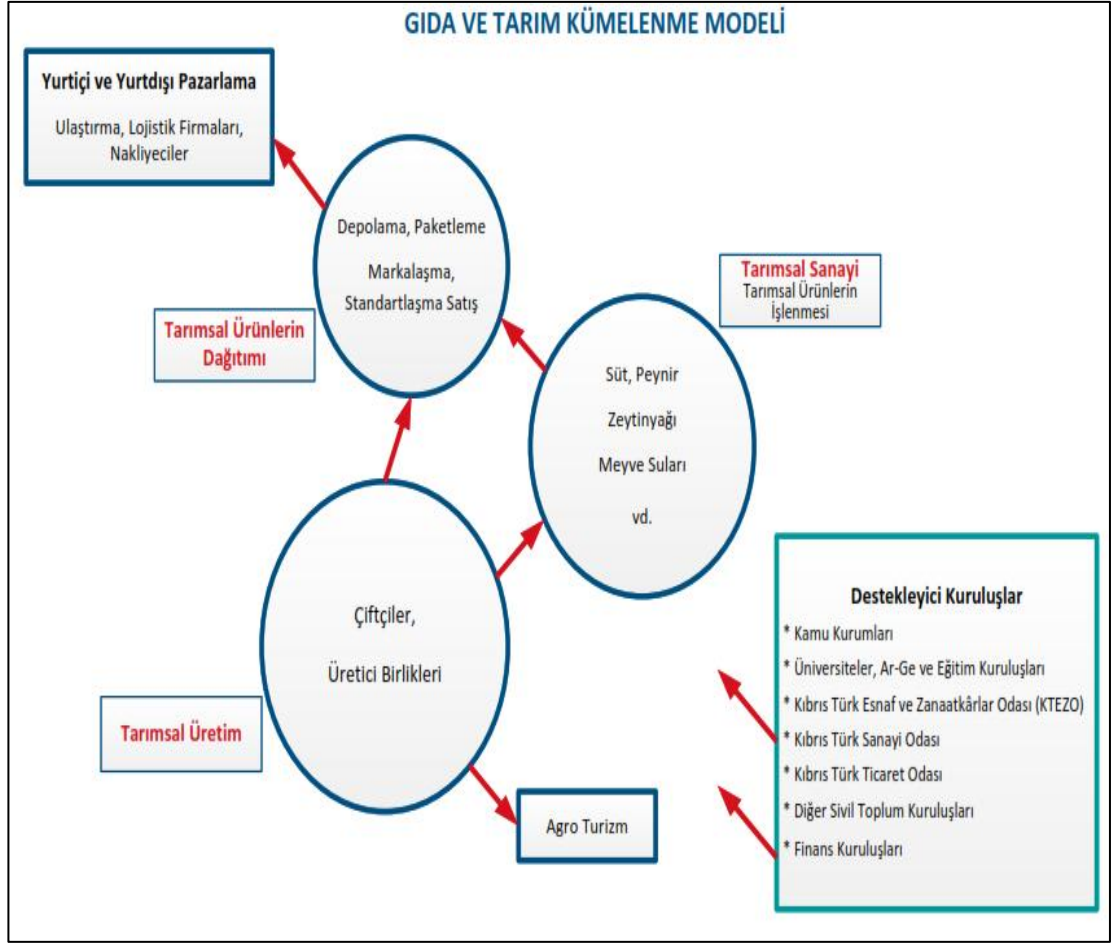
- ❖ Bölge küme potansiyelinin belirlenmesi: Bölgedeki aynı sektör içindeki işletmelerin istihdam, ihracat, vergi vb. parametrelerinin belirlenmesi, sektördeki payının ve üstünlüğünün ortaya çıkarılması olarak tanımlanmaktadır.
- ❖ Küme paydaşlarının bir araya getirilmesi: Ürünlerin hammadde halinden son tüketiciye ulaşıncaya kadar ki süreçlere dâhil olacak bütün küme paydaşlarının belirlenmesi olarak ifade edilmektedir.
- ❖ Bölgesel rekabetçilik analizi: Porter’ın rekabetçilik durumu analizi ile sektörün bölgesel ve ulusal rekabet seviyesinin ölçülmesi olarak ifade edilmektedir. İşletmeler için rekabet üstünlüğü unsurları, nitelikli işgücüne sahip olma, yeni teknoloji veya yeniliklere kolay uyum sağlayabilme, yeni pazarlara erişim, yeni stratejiler oluşturabilme, sermayeye kolay ulaşabilme ve ucuz üretim girdilerine sahip olabilme olarak tanımlanmaktadır.
- ❖ Küme stratejisinin belirlenmesi: Paydaşların iş birliği ve rekabet içerisinde ortak hareket etmeleri için kümenin stratejisinin tanımlanması olarak ifade edilmektedir. Küme stratejisi, işletmeleri yeniliğe, iş birliğine ve uluslararası pazarlara açılmaya teşvik etmelidir.
- ❖ Küme oluşturulması: Kümelenmenin son aşamasıdır. Paydaşlar ve kurumsal yapının bir araya getirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.7).

❖ Şekil 2.7 literatürler incelenerek oluşturulmuştur.



Şekil 2.7 Küme yol haritası (Anonim, 2021d)

Aşağıda örnek olarak gıda ve tarım modelleri verilmiştir. Tüm sektörlerde benzer modeller kullanılabilir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Gıda ve tarım küme modeli

2.2 Tarım Alet ve Makinaları Kümelenmesi

Tarım Alet ve Makinaları Sanayi, tarımsal mekanizasyon girdisi için gerekli olan; güç kaynağı, makina ve ekipmanların üretildiği bir sektördür. Teknoloji ile birlikte otomatik ekipmanlar ve tarım aletleri gibi ekipmanlar gelişmiş ve tarım sanayisinin sürdürülebilir olması sağlanmıştır. Türkiye, tarım sektöründe önemli bir konumdadır. Artan talep ve sektörel çeşitlilik, tarım makinalarına olan ihtiyacın da tırmanışına sebep olmuştur. Sektördeki firmalar çeşitli ölçeklerdedir. Tarımda, ulaşılan konum dış ticaret verileri üzerinden değerlendirildiğinde, 2000’lerde dış ticaret açığı veren sektör, bugün 1 milyar dolar seviyesini aşan ihracatı ile dış ticaret dengesini kurmaya başlamıştır. Türkiye, 2020 yılını 15. sırada tamamlamış ve toplamdan aldığı payı yüzde 1,6’ya yükseltmiştir.

2.3 Dijitalleşme Hakkında Genel Bilgiler

Tarım; ülke nüfusunun beslenmesine, istihdamına ve milli gelire katkıda bulunmaktadır. Koronavirüs salgını dönemi, tarımın önemini net bir biçimde ortaya koymuştur. Koronavirüs salgını tarımsal mekanizasyona dikkat çekilmesini sağlamıştır. Toprak işlemeden zirai ilaçlamaya kadar tarımın birçok evresi için insan iş gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Pandemideki Seyahat yasakları nedeniyle tarım işçilerinin çalışması sorun olmuştur. Birleşik Krallık'ta Çevre, Gıda ve Köyişleri Bakanı'nın, halktan yardımcı olmalarını talep etmesi, dikkate değer bir haberdır (Anonim 2024a). Kullanılan teknoloji, ülkelerden transfer edilebilmektedir. Böylece dijitalleşme süreci, yatırım yapma ve uzman personel sayesinde tamamlanabilmektedir (Yılmaz, 2021: 289). İşletmelerde dijitalleşmenin izleri görülmektedir (Mert, 2020: 43). Nüfusunun artmasına karşın tarım istihdamının azalması ve çiftçi yaşının yükselmesi, tarım arazilerinin ve su kaynaklarının azalması birim alandan daha çok verim elde etmeyi zorunlu kılmaktadır. Tek çıkar yol, teknolojik gelişmelerin uygulanmasından geçmektedir (Çark, 2020: 1252).

Dijitalleşme, teknolojik araçların aralarında bağlantı kurarak işlev görmesidir. Ürüne göre teknoloji tercih edilmez (Mert, 2020: 43). Kuruluşların elektronikleşme sayesinde zamandan tasarruf edebilmektedir. Dijitalleşmenin uygulanmasının uzun sürmemesi, firmaların dönüşümü yakından görmesini sağlamaktadır (Yücel ve Adiloğlu, 2019).

Dijital Tarım Yazılımları: Akıllı yazılımlar, çiftçilerin, mahsullerin verimlerini ve gelirlerini takip etmesini ve yönetmesini sağlayan bulut tabanlı sistemlerdir. Çiftçilere, hava durumu tahmin verileri ve dronlar kullanılarak alanın güncel durumunu, toprak yönetimi hakkında bilgi ve ürünlerin nem, su, güneş ihtiyacı gibi verilere ulaşmasına olanak sağlamaktadır.

Dijital yazılımların sunduğu imkânlar şu şekildedir (PAT Research, 2020);

- Eş zamanlı veriler ve Verim izleme
- Yerleşik muhasebe ve Saha yönetimi
- Envanter ve Emek yönetimi
- İzlenebilirlik ve Hava durumu verileri
- İşbirliği

Dijitalleşme, sektörlerdeki sistemi tümüyle başkalaştırmıştır ve satışta kendini hissettirmektedir (Cancan, 2019). Dijitalleşmenin bireyleride etkilediği görülmektedir (Haberli, 2019). Dijitalleşmenin yayılımı; düşünce biçimi, yer ve zaman anlayışı, bilgiye zorlanmadan erişimi bireylerin yaşamında hissedilmektedir (Topaktaş, 2021). Dijitalleşmenin ekonomideki etkisi, dönüşümün gerekliliğini sağlamıştır (Taşel, 2020). Dijitalleşme kültürel değişime neden olmuştur (Savaş, 2021). Dönüşümün işteki yeniliklere bağlı olarak işgücü için gerekli yetenekleri de geliştirmesi gerekmektedir (Yıldız ve Ünlü, 2021).

Dönüşüm süreci: Organizasyondaki işlerin dijital teknolojiler vasıtasıyla tamamlanmasıdır (Üzmez ve Büyükbeşe, 2021). Süreç boyunca bilgi teknolojilerinden yararlanma seviyesi giderek büyümektedir (Çark, 2020). Dijitalleşme; mobilizasyon, nesnelerin interneti, yazılım, bulut bilişim, büyük veri ve 3D yazıcılar ile uygulamayı hızlandırmıştır. Dijital ortamda hazırlanan analog veriler, dijital sistemde kullanılmıştır (Yankın, 2019). Dijitalleşme düzeni geliştirme olarak değerlendirilmelidir (Bozkurt vd., 2021). Dijital ortamda yaşanan yenilikler, teknolojik ve bilimsel bir reformun birleşmesi ile oluşmaktadır (André, 2019). Dijitalleşmede akış, idare, çalışan ve ürün ile ilgili bilgilerin elde edilmesi, inovasyona yönelik fikirler ve performans veri tabanına daha çok kaynak ayrılmaktadır (Nagy vd., 2018).

Dijitalleşmenin Özellikleri: Dijitalleşmede amaç görünürlük, e-devlet portalının kullanımının artırılması ve eğitime etki etmektir (Bilgiç vd., 2020). İşletmeler dijital verilerden, ürün kalitesini, satış ve müşteri sayısını arttırmak için yararlanabilir

(Kyocera, 2021). Dijitalleşme ile girişimler ve müşteri memnuniyeti için ürün kalitesi iyileştirilebilecektir (Ersöz ve Özmen, 2020). Dijitalleşme; işletmelerin ürettiği mallar e-ticaret ile gönderilmektedir. E-Bay ve Amazonun bünyesine giren küçük ölçekli işletmeler, rekabet yarışına girecek duruma gelmişlerdir (Dündar, 2020). Organizasyonlar, yazılımı geliştirip, işletmedeki mesaj trafiğini ve araç gereçlerini teknolojiye göre tasarlamıştır (Ersöz ve Özmen, 2020).

Literatür incelendiğinde, dijitalleşmeye ait 3 temel özellik bulunmaktadır. Bunlar;

- Yatay Entegrasyon,
- Dikey Entegrasyon,
- Uçtan Uca Mühendislik,

Akıllı üretim sistemlerinin **yatay entegrasyon**, üreticiler ve müşteriler birbiriyle bağlantılıdır (Avcı, 2019). Yani, ürünün A'dan Z'ye tüm süreçlerin internet ağıyla etkileşimde olmasıdır (Lu, 2017; Niesen vd., 2016). Ayrıca, küresel bağ kurulabilir. Yatay entegrasyon ile üretim, lojistik, pazarlama, mühendislik ağının desteklenmesi bilişim, iletişim ve enformasyonun uçtan uca entegrasyonu mümkün olabilmektedir (Banger, 2017).

Dikey entegrasyon, lojistik, pazarlama, servisler ve diğer tüm sistemlerin bir arada olması demektir (Avcı, 2019). Aynı zamanda, imalat ile hiyerarşik seviyedeki dijitalleşmeyi açıklamaktadır (Niesen vd., 2016).

Tüm değer zinciri boyunca dijital dönüşüm, hem üretim hem de ürünün yaşam sürecini kapsamaktadır. Mühendislik sistemlerinin uçtan uca mühendisliktir (Banger, 2017). Dijitalleşmeyle taşınan veriler ile yönetici konum olarak uzak işletmeleri yönetebilecek ve müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayabilecektir.

Dijitalleşmenin Teknoloji Bileşenleri;

- Siber Fiziksel Sistemler
- Nesnelerin İnterneti
- Büyük Veri
- Bulut Bilişim
- 3D Yazıcı/Baskı
- Robotik Uygulamalar
- Arttırılmış Gerçeklik

Dijital Dönüşüm Sürecinde İşletmeler: Büyük, orta ve küçük ölçekli işletmelerin işlemlerini zorlanmadan yürütmesi, rekabet edebilmesi dijitalleşmeden kaynaklanmaktadır (Koçak, 2019). Dijitalleşmede işletmelerin potansiyelini ve koşullarını bilmesi, yöneticiler ve personelin dijitalleşmeye ılımlı olması gerekmektedir (Sağlam, 2021).

Dijital dönüşüm sektörler arasında farklı biçimde uygulanmaktadır. İşletmelerin bir kısmı müşterilerine online uygulamalar servis etmektedir (Yıldız, 2019). İşletmelerin görevlerini eksiksiz tamamlamasıyla dijital dönüşümü sağlayabilmektedir. Eğitim programları oluşturulmalıdır (Ersöz ve Özmen, 2020). 2020’de dönüşüme 1.3 trilyon dolar kaynak ayrılmıştır (Nalbantoğlu, 2021a). Yapılan çalışmalar, dijitalleşmeyle masrafların azaldığını, memnuniyetin arttığını, verimliliğin arttığını ve çözümlerin uygulanmasında kolaylık sağladığı görülmektedir.

Dijital Dönüşüm İçin Yol Haritasının Belirlenmesi: Dijitalleşmede firmanın, dönüşümde izlediği yoldaki bilgiler kritik öneme sahiptir. Schalmo ve Williams’a göre dönüşüm aşamaları (Eysel ve Sağlam, 2021):

- Dijital Gerçeklik: Tüketici ihtiyaçları saptanmaktadır.

- Dijital İstek: Nitelik, finans, sektör ve zaman için stratejiler hazırlanmaktadır.
- Dijital Kapasite: Dijital sistemlere ait ögeler tespit edilmektedir.
- Dijital Uyum: İş idaresine, dönüşüme yatkınlığına ve vaatleri gerçekleştirmesine bakılmaktadır.
- Dijital Uygulama: Dijital işlerin kategorilendirilerek değer zincirinin tasarlanmasıdır.

Dijitalleşmede şirketlerin hepsini kapsayan yol haritası mevcut değildir (Güvener, 2019).

Avrupa Birliği'nin "E-Avrupa" ile "E-Avrupa+" projeleri ile rotalar çizilmektedir (Karasoy ve Babaoğlu, 2020). Dijitalleşme, iletişim, iş sistemi ve hiyerarşik düzeni, liderliğin türünü, faaliyet gösterme düzenini kapsamaktadır (Klein, 2020). KOBİ'lerin dijital teknolojilere sahip olabilmeleri için, devlet tarafından desteklenmesi gerekmektedir (Kırçova, 2006). Desteklenen KOBİ'ler hızlı bir şekilde dönüşebilmektedir (Çevik, 2019). Yönetim kademesinin olumlu davranış gösterip personeli destekleyip motive etmesi süreci hızlandırmaktadır (Sucu, 2021). Türkiye'deki sanayiinin ana omurgası olan KOBİ'lerde uzmanların eğitilmesi ve dijitalleşme merkezleri kurulmasından dolayı seçilen hedefler için çabalamak gerekmektedir. Kümelenme yöntemini içeren dijital dönüşüm destek programları oluşturularak KOBİ'lerin dijitalleşmeye katılması sağlanacaktır. Dönüşüm için yapılması gerekenler (Limoncuoğlu, 2022):

- 1) Dönüşüm politikası,
- 2) Finansman ve insan gücü,
- 3) İletişim becerisi,
- 4) Projeler.

Dönüşümle ilgili yöntemler ve olası senaryolar Dönüşüm Tarım Yol Haritasına bakılarak hazırlanmaktadır. Dijitalleşmede öncelikli şey nitelikli personelin eğitilerek dijitalleşme sürecine uyumlaştırılmasıdır. Şirketlerde performans değerlendirme uygulamalarının dijital teknolojiye dayalı olması avantaj sağlamaktadır. Zaman ilerledikçe dijitalleşmenin işletmelerin iş yükünü düşürerek maliyetlerini de düşüreceği hissedilecektir. İnternet, işe alım süreçleri online ortama taşınmasında etkili olmaktadır (Doğan, 2011).

Teknolojinin gelişmesiyle insan kaynakları yönetiminde dijitalleşme önemli hale gelmiştir. Yararlanılan teknolojiler: Yapay zekaya sahip robotlar, Chatbotlar, dijital eğitim platformu, mobilleşme ve bu platformdan izlenmesidir (Kırılmaz, 2020). Dijital dönüşümün yönetim şekli planlanmalıdır (Özbalcı, 2022).

Dünya’da Tarımsal Dijital Dönüşüm ve Uygulamalar: Dijital tarım uygulamaları (Dokuz Eylül Üniversitesi Teknoloji Geliştirme, 2018);

- Otomatik sulama,
- Toprak nem sensörler,
- Bulut bilişim ve nem/sıcaklık sensörleri ile kolay analizi,
- Erken uyarı sistemleri,
- Dronla, ürün kayıpları tahmini (Sylvester, 2018).

İHA (Dron) gibi teknolojiler, 5G ağı, IoT, Blockchain²⁰ ve robotik araçlar gibi yeni teknolojilerle kullanılabilmektedir.

Malezya Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Enstitüsünde yapılan bir çalışmada araziye değişken oranlı ekim tohumlama ve gübreleme yapılarak erken uyarı sistemleri ve su yönetimi için verim izleme sensörleri yerleştirilmiş ve çeltik tarlaları için hassas tarım teknikleri araştırma ve değerlendirmesi yapılmıştır (Bujang, 2019).

Çiftliklerden gelen makina tarafından oluşturulan, verilerinin toplandığı, verim ve hasat sürelerini izlemek ve belirlemek için analiz için bulut tabanlı platformlara iletildiği görülebilmektedir. Bu veriler daha sonra ürün hasat için ve kalite kontrol, izlenebilirlik ve müşteri memnuniyeti için müşterilere taşındığında PM (Proses aracılı, Process mediated) verileriyle arttırılmaktadır. Daha sonra müşterilerden alınan HS (İnsan kaynaklı, Human-sourced) verileri, üretim sistemine geri dönüştürülecek olan gıda bulunabilirliğini, satın alınabilirliğini ve güvenliğini belirlemek için ajanslar ve düzenleyiciler aracılığıyla analiz edilmektedir (Bujang, 2019).

İHA'lar; su stresi, hastalık, ot ve zararlı tespiti, olgunluk ve verim tahmini, izlemede yaygın olarak kullanılmaktadır (Koger, 2003; De Castro, 2012).

Uzaktan algılamayla problemlerin üstesinden gelebilmek için İHA'lara yer verilmektedir (Tekin, 2015). İHA'larda kullanılan kameralardaki sensörler etkilidir. Vejetasyonda, nesnelerin ısı farkına göre ayırım yapabilen termal sensörler kullanılmaktadır. Özellikle de kızılötesi dalgaların yansımalarında kullanılan sensörler uzaktan algılamayla ilgili yapılan çalışmalarda çok yaygın kullanılmaktadır. Bitkilerin spektral ayrımlarından kaynaklanan farklılıklarının analizleri çeşitli endeksler kullanılarak yapılmaktadır. Bu farklar; sağlıklı bitkiyle sağlıklı bitki, olgunlaşmış bitkiyle olgunlaşmamış bitkiyi, yabani ot ile kültür bitkisini, su stresinde bitkinin suya olan ihtiyacını rahatlıkla spektral endekslerle ortaya koyulabilmektedir. Genelde sağlıklı bitki yeşil tonlarında, su eksikliği olan sağlığını kaybetmiş bitki ise sarı veya yeşilin farklı bir tonunda yansıma vermektedir. Bitkilerdeki bu değişimleri insan fark edene kadar geç kalınabilmektedir (Türkseven, 2016).

Bulut bilişim, yönetim veya servis sağlayıcı etkileşiminden çok az çaba sarf ederek hızlı bir şekilde alınabilen ve serbest bırakılabilen bir model olarak tanımlanmaktadır ve paylaşılan ayarlanabilir bilgi işlem kaynakları havuzuna uygun ağ erişimi sağlamaktadır (Mell, 2009). Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nün tanımındaki bulut bilişime göre; talep üzerine alınabilen data setine, yönetim veya servis sağlayıcı etkileşimi ile çok az çaba göstererek ağ erişimi sağlayan bir modeldir (Simmon, 2012).

Büyük tarım alanlarının yapısındaki değişimleri anlamak, değerlendirmek üreticiler için çok zor ve imkânsız gibi görünebilmektedir (Topakcı, 2010).

Hassas tarım teknolojileri ile ilgili çalışmalarda CBS, GPS, ürünleri uzaktan algılama ve performansları izleme teknolojileri kullanılabilmektedir (Sudduth, 1999).

Bulut bilişim yöntemi, dijital tarım teknolojisinin sorununa çözüm sağlamaktadır. Japon Fujitsu şirketi kurduğu bulut sistemi ile tarım sektörü hakkında bilgi vermektedir. Geliştirilen bu model üzerinden çiftçilerin ürünlerin satışının nasıl yapılabileceği ve fiyatlandırılması ile ilgili bilgilendirilmeleri sağlanmıştır. Üretim-satış planlaması, bilgilendirme desteği, operasyonel planlama yönetimi, ekili arazinin veri yönetimi için prototip bir web sayfası oluşturulması ve mobil uygulamaları araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Ünal, 2013; Venkataramana, 2012).

Hassas tarım ile Global Konum Belirleme Sistemi beraber kullanıldığında tarım rehberliği ile tarım alanlarının izlenerek kontrolünün yapıldığı belirlenmiştir (CEMA, 2017). Tarımda dijitalleşmeyle, maliyet minimizasyonu ile karlılık artarken, bir yandan da çevresel etkilerin azalması sağlanmaktadır (USB, 2017). Akıllı sistemdeki her parça ile algılayıcıların birbirleri ile uyum içinde çalışması sağlanılmıştır (İnan vd., 2018). Bununla ilgili olarak piyasada görülen en önemli örnek John Deere traktörleridir. Traktör kabinleri içerisindeki sürücüler tarafından otomasyon sistemi ile performansı ve ekim alanının bitiş tahmin süresi gibi faktörler gözlemlenebilmektedir (Topal, 2016).

OnFarm tarafından yapılmış olan çalışmada verimin %1,75 artacağı, maliyetin ise dönüm başına 7-13 USD düşeceği ve bunun yanında su kullanımının %8 oranında azalacağı belirtilmiştir (Kesayak, 2017).

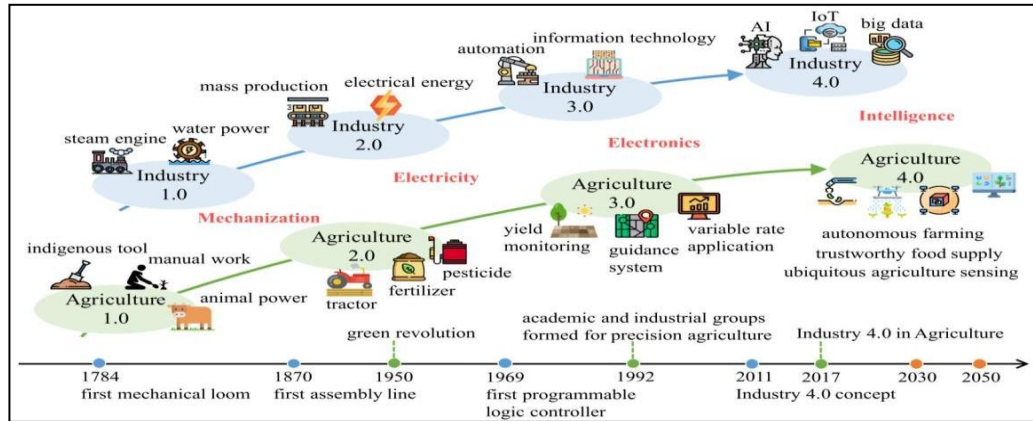
Tarımda teknolojinin kullanılması ile beş farklı alan içerisinde inovasyon artışının dikkat çektiği görülmektedir. Bunlar;

- Tüketicilere direkt teslimat, yemek ve gıda e-ticareti gibi etkinliğinin artırılması (USB,

2017).

- Verimlilik için, dronlar, robotlar, büyük veri ve paylaşım platformları (USB, 2017).
- Ekolojik inovasyonlar (USB, 2017).
- Protein için bitkisel gıdalar (USB, 2017).
- Kapalı ve dikey tarım, yapay zeka kullanılmış seralar (USB, 2017).

2030 yılına kadar dijital tarım uygulamalarının tamamen kullanılacağı belirlenmiştir (Euractiv, 2016). Dijital Tarım ifadesi, 2015 yılında Schwab tarafından “dördüncü sanayi devrimi” olarak tanımlanmaktadır (Schwab 2015). 18. yüzyıldaki ilk sanayi devrimi, tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine geçişle karakterize edilirken, ikinci sanayi devrimi su ve buhar gücünden elektrik enerjisine geçişi kapsamaktadır (Adebanjo ve diğerleri, 2020). Şekil 2.9, hem sanayi devrimlerinin hem de tarım devrimlerinin şematik zaman çizelgelerini birlikte göstermektedir. Tarımdaki gelişmeler Tarım 1.0'dan Tarım 4.0'a dönüşüm olarak adlandırılmaktadır (Liu vd. 2021).



Şekil 2.9 Endüstri devrimi ve tarım devrimi zaman çizelgesi (Liu et al. 2021)

Geleneksel tarım uygulamaları olan süreç, Tarım 1.0'dır. Tarım 2.0, mekanizasyonun toprak işleme, ekim, sulama ve hasat için kullanıldığı 1784-1870 arasında gıda üretiminin arttığı ve el işlerinin azaldığı dönem olarak anılmaktadır. Buhar gücünden petrol ve gaz gücüne geçildikten sonra 20. yüzyılda sanayi 2.0 dönemi başlamıştır (Liu

ve diğlerleri, 2021). Verimliliğı ve üretkenliğı önemli ölçüde artıran ilk montaj hattı, seri üretim için kurulmuştur (Zhai ve diğlerleri 2020).

İlk tarımsal seri üretim, hayvancılıkta et üretiminde uygulanmıştır. “Yeşil Devrim” dönemi, yani Tarım 2.0, yeni tarımsal yönetim uygulamalarının, yeni sentetik pestisitlerin ve gübrelerin tarım alanlarında kullanıldığı ve çeşitli makinaların çiftçiler tarafından manuel olarak çalıştırıldığı 1950'lerin sonlarında başlayan tarım aşamasıdır (Zambon et al. 2019). Böylece verim, üretkenlik ve getiriler her düzeyde artmıştır (CEMA 2017a). 1969 yılında endüstride elektronik ve bilgi teknolojisine dayalı ilk programlanabilir mantık denetleyicisi (PLC) kullanılmaya başlanmıştır (Yülek 2018). Tarım 3.0 (Hassas Tarım), bilgisayar ve elektronikte gerçekleştirilen ilerlemeler sayesinde ortaya çıkmıştır. Bu gelişmeler, tarımsal sistemlerin artan operasyonel performansı sayesinde makina kullanımında enerji tasarrufu ve sulamada su tasarrufu, tarlada kimyasal kullanımının azalmasını sağlamıştır (Ahmad & Nabi 2021).

Uluslararası Hassas Tarım Derneği'nin tanımına göre, "Hassas Tarım, zamansal ve bireysel verileri toplayan, işleyen ve analiz eden ve bunları saha, bitki veya hayvana rehberlik etmek için diğler bilgilerle birleştiren bir yönetim stratejisidir (ISPA 2021).

2011 yılında hayatımıza giren “Dijital Tarım”da da dijital teknolojilerin de etkisiyle Tarım 4.0 (“Dijital Tarım”) devrimi yaşanmaktadır. 2021'de yayınlanan Trends in Biotechnology'de, dijital teknolojilerle birleştirilecek biyoteknolojinin gelecekte mevcut arazi kullanım sistemlerinin dönüştürülmesinde önemli bir rol oynayacağı vurgulanmıştır (Goh ve ark. 2021).

FAO ve Dünya Bankası raporlarına göre, dijital dönüşüm tarımda ve kırsal alanlarda karşılaşılan zorlukları çözmek için kullanılabilir (WB 2019; Trendov ve diğlerleri 2019). Dijital dönüşüm, teknolojilerin ve iş akışlarının gelişmesi ve değişmesi ile sektörel ihtiyaçlara çözüm bulma sürecini tanımlayan bir kavramdır (ElMassaha & Mohieldin 2020). Dijitalleşme, dijital teknolojilerin kullanılmasını sağlayan sosyo-teknik süreç olarak tanımlanmaktadır.

Teknolojideki yenilikler tarıma olan bakışı değiştirmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler tarımda inovasyon anlayışını yeni bir seviyeye taşımaktadır. Ekim alanı yönetimi, don habercisi, ısı takip sistemi, sulama yönetimi, kuraklık habercisi, bitkilerin gübre ve su ihtiyaçlarının izlenmesinde veya hastalık ve zararlı kontrolünde ve izinsiz giriş takibi gibi tarımda devrim yaratan uygulamalarla çiftçiler üretim süreçleriyle ilgili daha fazla bilgi edinirken, gerekli önlemleri doğru zamanda alarak topraklarından daha çok verim alma imkânına sahip olmaktadır (Avşar D. ve Avşar G., 2016).

Tarım sektöründe, tarımsal gıda üretim sistemlerinde farklı dijitalleşme biçimlerini tanımlamak için çok sayıda kavram ortaya çıkmıştır (Klerkx ve diğerleri 2019). Bunlar; Hassas Tarım (McBratney ve diğerleri 2005; Aubert ve diğerleri. 2012; Eastwood ve diğerleri. 2017), Akıllı Tarım (Wolfert ve diğerleri. 2017), Tarım 4.0 (Rose & Chilvers 2018; De Clercq ve diğerleri. 2018; Zambon ve diğerleri 2019; Zhai ve diğerleri 2020; Raj ve diğerleri 2021; Rijswijk ve diğerleri 2021; Rose ve diğerleri 2021). Ayrıca, Tarım 4.0'ın eşanlamlıları Fransa'da "Sayısal Tarım" (Klerkx ve diğerleri. 2019), Avrupa Birliği'nin birçok ülkesinde "Akıllı Tarım", Avustralya ve Yeni Zelanda'da "Dijital Tarım" şeklindedir (Keogh & Henry, 2016; Shepherd ve diğerleri 2018; Fielke ve diğerleri 2020; Fleming ve diğerleri 2021). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) "Dijital Tarım Devrimi" olarak, Çolak ve arkadaşları ise "Tarımda Dijital Çağ" şeklinde tanımlamıştır (Trendov ve diğerleri 2019) ve (Çolak vd., 2020).

Lioutas ve ark. (2021), dijitalleşmenin faydalı ve olumsuz yönlerini ortaya koymuştur. Dijital tarımın evriminde toplumsal etkiler açısından bilime dayalı yeni yaklaşımlar geliştirmenin gerekliliğine de değinmişlerdir.

Pylaniadis ve ark. (2021), 2017-2020 döneminde tarımda dijital ikizler hakkında bir inceleme rapor etmiştir. Tarımsal dijital ikizlerin benzersiz özelliklerini tanımlayarak, dijitalleşmenin tarım sektörüne verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından çoklu kazanımlar sağlayacağına dikkat çektiler.

Fielke et al. (2019), tarımsal inovasyon ve dijitalleşmenin etkilerinin daha kapsamlı olduğunu açıklayarak, tarımsal üretim uygulamalarında dijitalleşmenin sosyo-teknik boyutlarını kapsayan ana temaların bağlanabilirlik, şeffaflık ve yönetim olduğuna dikkat çekmiştir.

Dijital tarımın geleceğinde aktif rol oynayacak dört anahtar teknoloji (1) görüş ve sensörler, (2) otomasyon ve robotik (3) sayısallaştırma ve büyük veri, (4) biyolojik aktörlerdir. Tüm bu kilit teknolojilerin temelinde, bağlantıda verimliliğin elde edilmesi yatmaktadır (Berger 2019).

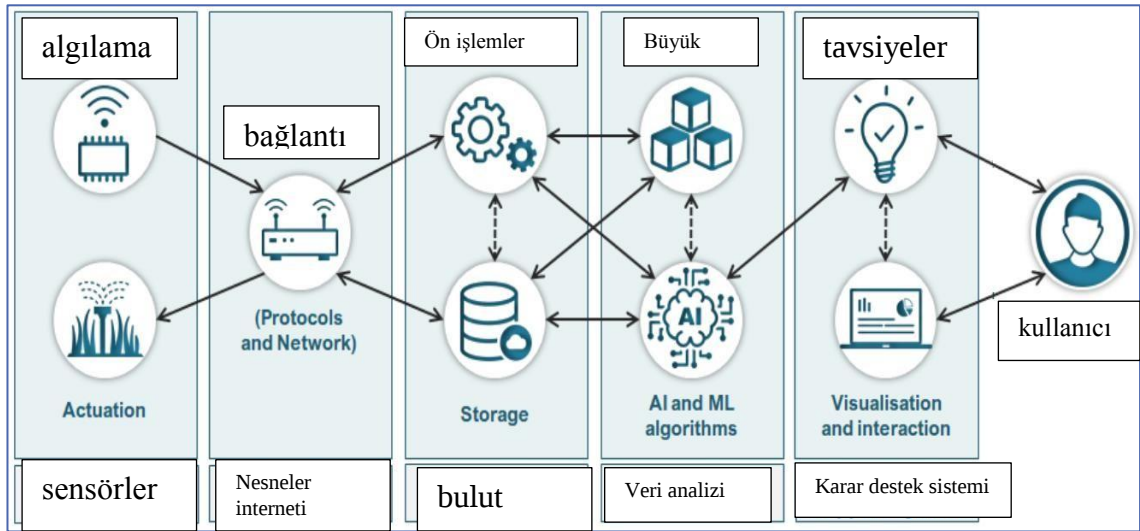
Tarımsal dijital dönüşüm, küresel ölçekte siyasi önceliğe sahip konulardan biridir (WB 2017; WB 2019; Trendov ve diğerleri 2019). Avrupa Komisyonu Raporuna (EC 2017) göre, AB'nin hedeflerinden biri, gıda ve çiftçiliğin sürdürülebilir evriminde başarılı olmak için çiftçileri uçtan uca dijital ekonomiye bağlamaktır. Tarımsal bilgi ağlarındaki dijital bağlanabilirlik ve tarım-gıda değer alışverişi, dijital donanım ve yazılım gibi yeni araçlar kullanılarak artacaktır (Fielke ve diğerleri 2019).

Tarım-gıda sistemleri dijitalleşirken, tarım sektöründe sürdürülebilir kalkınma açısından önceliklerin dengelenmesinde zorlukların ortaya çıktığı bilinmektedir. Bunları çözmek ve tarım sektöründe kamu ve özel sektör hedeflerine ulaşabilmek için sosyo-etik faktörlerin göz önünde bulundurulması (Carolan 2018; Regan 2019), kamu ve özel kuruluşlar arasında planlama yapılması gerekmektedir (Fielke et al. 2019).

Tarımsal karar destek sistemlerinde geçmiş deneyimler, tarım sektöründeki paydaşların katkıları olmadan yeterli bir çözüm olmayacağını göstermiştir (Fielke et al. 2018; Klerkx et al. 2017). Donanım ve yazılım teknolojisindeki gelişmeler, özellikle sensörler, biyolojikler, robotik ve otomasyon ve dijital veriler söz konusu olduğunda, tarımda yeni bir sayfa açmaktadır. Tarımsal yönetim, bilgi sistemleri, otomasyon ve robotik dahil olmak üzere akıllı tarım teknolojilerinin bir parçasıdır (Balafoutis ve diğerleri 2020; Klerkx ve diğerleri 2019; Rose & Chilvers 2018). Yeni dijital teknolojilerle ilgili çalışmaların çoğu Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT), Nesnelerin İnterneti (IoT), Bulut Bilişim (CC) Büyük Veri Analitiği (BDA), robotik, Makina Öğrenimi (ML), Derin

Öğrenme (DL), Yapay Zeka (AI), İnsansız Hava Araçları (UAV'ler), İnsansız Kara Araçları (UGV'ler) ve Blockchain ile ilgilidir.

Tarım 4.0, sensörler ve robotik, nesnelerin interneti, bulut bilişim, veri analitiği, karar destek sistemini kapsayan beş temel teknolojidir. Şekil 2.10, teknolojiler ve aralarındaki bağlantıları göstermektedir. (1) Sensörler ve robotlar, sistemin ihtiyaçlarına göre algılama ve çalıştırma işlevlerini yerine getirir. (2) IoT, veri iletişimi için protokole ve ağa dayalı bağlantıları sağlar. (3) Bulut bilişim, veri depolama ve işlemeden sorumludur. (4) Veri analitiği, veri analizi için büyük verileri ve yapay zeka ve makina öğrenimi tabanlı algoritmaları içerir. (5) Karar destek sistemi, veri görselleştirme, rehberlik işlevleri ve kullanıcı etkileşimi sağlamaya yardımcı olur (Araújo ve diğerleri, 2021).



Şekil 2.10 Dijital tarım ana teknolojileri ve bağlantıları (Araújo et al. 2021)

Avrupa Komisyonu tarafından verilen ileri dijital teknolojilerle ilgili bazı tanımlar aşağıdaki gibidir (EC 2021a);

Nesnelerin İnterneti (IoT), istekleri algılayabilen ve hatta dinleyebilen akıllı, birbirine bağlı cihazlar ve hizmetler ağını ifade eder. IoT, benzersiz bir şekilde tanımlanabilen ve bir tür otomatikleştirilmiş bağlantı kullanarak bir ağ üzerinden çift yönlü iletişim kuran

uç noktaların bir toplamıdır. IoT, ağ bağlantılı sensörlere dayalı olarak ürünleri, sistemleri ve şebekeleri uzaktan bağlamaya, izlemeye ve yönetmeye olanak tanır.

Bulut bilişim, veri depolama, sunucular, veri tabanları ve internet üzerinden uzak sunucular ağına dayalı yazılımlar gibi araç ve uygulamaların kullanımını içerir. Bulut bilişim hizmetleri, kullanıcıların dosya ve uygulamaları sanal bir yerde veya bulutta depolamasına ve tüm verilere İnternet üzerinden erişmesine olanak tanır. Genel bulut hizmetleri, genel ağlarda mevcuttur ve tek bir kuruluş için değil, bir pazar için tasarlanmış, geniş ölçüde sınırsız bir potansiyel kullanıcı kozmosuna açıktır.

Büyük Veri, verilerdeki sürekli artışı ve bunları toplamak, depolamak, yönetmek ve analiz etmek için gerekmektedir. Büyük Veri genellikle "dört V" ile karakterize edilir: Hacim (veri kümelerinin boyutu), Velocity (yüksek veri işleme hızı), Variety (farklı türler ve kullanılan veri kaynakları) ve Veracity (analiz edilen verilerin yüksek kalitesi).

Yapay Zeka (AI), öğrenme, anlama, akıl yürütme veya etkileşim gibi insan benzeri bilişsel işlevlere ulaşan makinaları tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Farklı biliş ve anlama biçimlerini (örneğin Konuşma tanıma, Doğal Dil işleme) ve insan etkileşimini (örneğin sinyal algılama, akıllı kontrol, simülatörler) içermektedir. Sensörler, çipler, robotlar gibi bazı yönlerin yanı sıra otonom sürüş, lojistik veya tıbbi cihazlar gibi belirli uygulamalar donanım bileşenlerine atıfta bulunurken, AI'nın ilgili bir kısmı algoritmalara ve yazılımlara dayanmaktadır.

Tarım robotları, ürün izleme ve bitki fenotipleme, verim tahmini, toprak örnekleme, akıllı sulama, akıllı ilaçlama, süt sağma, tasnif görevleri, hastalık tespiti, yabancı ot ve haşere kontrolü, ekim, hasat, çevresel izleme ve budama için kullanılabilir. İHA'lar ve insansız robotlar, tarımsal uygulamalar için hem havada hem de karada kullanılan robotlardır.

Blockchain, bir iş ağında işlemlerin kaydedilmesi ve izlenmesi sürecini kolaylaştıran dijital değişmez bir defterdir. Paylaşılan defterler teknolojisi, güvenli, dijital veya

kriptografik bir imza kullanarak mevcut bir işlem zincirine yeni işlemlerin eklenmesine olanak tanır. Varlıklar maddi (ev, araba, nakit, arazi) veya maddi olmayan (fikri mülkiyet, patentler, telif hakları, marka) olabilir. Blok zinciri, yalnızca yetkili ağ üyeleri tarafından erişilebilen değiştirilemez bir defterde depolanan anlık, paylaşılan ve tamamen şeffaf bilgiler sağladığı için bilgi sunmak için idealdir. Bir blockchain ağı siparişleri, ödemeleri, hesapları, üretimi ve çok daha fazlasını izleyebilir. Üyeler görüş paylaştıkları için, bir işlemin tüm detayları baştan sona görülebilir; böylece, daha fazla güven, yeni verimlilikler ve fırsatlar yaratır.

Nanoteknoloji, tarım, sağlık, enerji, çevre ve üretim gibi alanlarda akıllı nano ve mikro cihazların ve sistemlerin geliştirilmesi için devrim niteliğinde bir potansiyele sahiptir. Tarımda nanoteknoloji kullanımı, daha iyi stres toleransı sayesinde daha iyi toprak verimliliği ve toprak koruması için besinler, böcek ilaçları ve genetik materyaller için akıllı çözümler sağlar. Nano tabanlı sensörler, akıllı tarımda verimliliği etkileyen tüm faktörleri izlemek için kullanılabilir. Ayrıca, nanoteknoloji, gıda kontaminasyonunu ve israfını azaltmak için hasat sonrası gıda işleme ve paketlemede kullanılabilir.

Dijital Tarım, dört ana grupta uygulanabilir (Araújo ve diğerleri 2021): (a) izleme; (b) kontrol, (c) tahmin ve (d) lojistik

İzleme: Otomatik izleme, dijital tarım'a geçişin ilk adımıdır. Akıllı izleme sistemleri, tarladan toplanan gerçek zamanlı veriler ve tarımsal yönetimin başarısını sağlayan gelişmiş veri analitiği araçları sayesinde oyunun kurallarını değiştirme potansiyeline sahiptir. İzleme, çiftçilerin akıllı ve hızlı kararlar almalarına ve zamanında müdahale yapmalarına, tarımda verimliliği artırmalarına, zamandan ve maliyetlerden tasarruf etmelerine ve çevreyi korumalarına olanak tanır (Araújo ve diğerleri, 2021).

Kontrol: İzleme uygulamalarında bilgi tek yönlü yönetilirken, kontrol uygulamalarında çift yönlü bilgi hattı kullanılır. Genellikle, bir IoT kontrol sistemi, gerekli verileri toplamak ve bunları depolamak ve ardından işlemek için aktarmak için IoT sensörlerini kullanan otomatik izleme sistemiyle birlikte çalışır (Araújo et al. 2021).

Tahmin: Yönetim sürecinde optimizasyon için karar verme desteğinde kullanılmaktadır. Gerçek olayları tahmin etmede kesin analitik yöntemleri geliştirmek için gerçek zamanlı ve geçmiş veriler kullanıldığından, izleme ve belgeleme hayati süreçlerdir (Araújo et al. 2021).

Lojistik: Son yıllarda tüketicilerin satın alınan tarımsal gıda ürünlerinin nasıl üretildiği, işlendiği, paketlenildiği, depolandığı ve dağıtıldığı konusunda daha fazla endişe duyduğu bilinmektedir. Digital tarım 4.0, lojistikte verimliliği artırarak, gıda güvenliği ve güvenliğini, izlenebilirliği ve gıda kimlik doğrulamasını ele alarak, içsel riskleri azaltarak ve sertifikalar ve düzenlemelere uyum sağlayarak daha verimli yönetim ve şeffaflık sağlar (Araújo ve diğerleri, 2021).

Akıllı tarımın izlenmesi, kontrolü, tahmini ve lojistiği gibi alanlarla ilgili çeşitli uygulama örnekleri aşağıda verilmiştir.

Akıllı Hayvan Yetiştiriciliği (SLF), hayvanların üretim, sağlık ve refahının gerçek zamanlı olarak izlenmesini destekleyen ve hayvanların yönetim kapasitesini artırmak için optimum verimi sağlayan uygulamalarından biridir. SLF'de çeşitli sensörler ve karar verme araçları ile IoT teknolojileri kullanılmaktadır (Cadero ve diğerleri 2018).

Kulak küpeleri ve deri altı radyo frekansı tanımlaması gibi elektronik tanımlama sistemleri, küresel konumlandırma sistemleri ve sosyal aktivite kaydediciler gibi hayvan üstü sensörler, sağım odası ve ilgili teknolojiler ve sürü yönetim yazılımı kullanılmaktadır (Vaintrub ve ark. 2021).

Newton ve ark. (2020), süt üretimi ve üreme kayıtları gibi bireysel inek ve sürü performans bilgilerine dayalı büyük veri analitiği kullanarak, Avustralya koşullarında süt kayıt sistemiyle ilgili bir vaka çalışmasını inceledi. Büyük verileri kullanarak çiftlik karar desteğini incelediler ve çiftçi katılımı ile birlikte çeşitli faktörleri ve süreçleri araştırdılar.

Knight (2020), hayvancılıkta mandıracılıkta devrim yaratabilecek giyilebilir sensör teknolojilerinin mevcut durumunu gözden geçirdi; önemli güçlükleri açıkladı ve hayvan refahı, karlılık için ihtiyaç duyulan avantajları vurguladı. Sensörler üç kategoriye ayrılır: (1) "İnekte" sensörler, (2) "İnek Yakınında" sensörler ve (3) "İnekten" sensörler. Giyilebilir sensörler, yutularak veya ineklerin içine sokularak yerleştirilebilir.

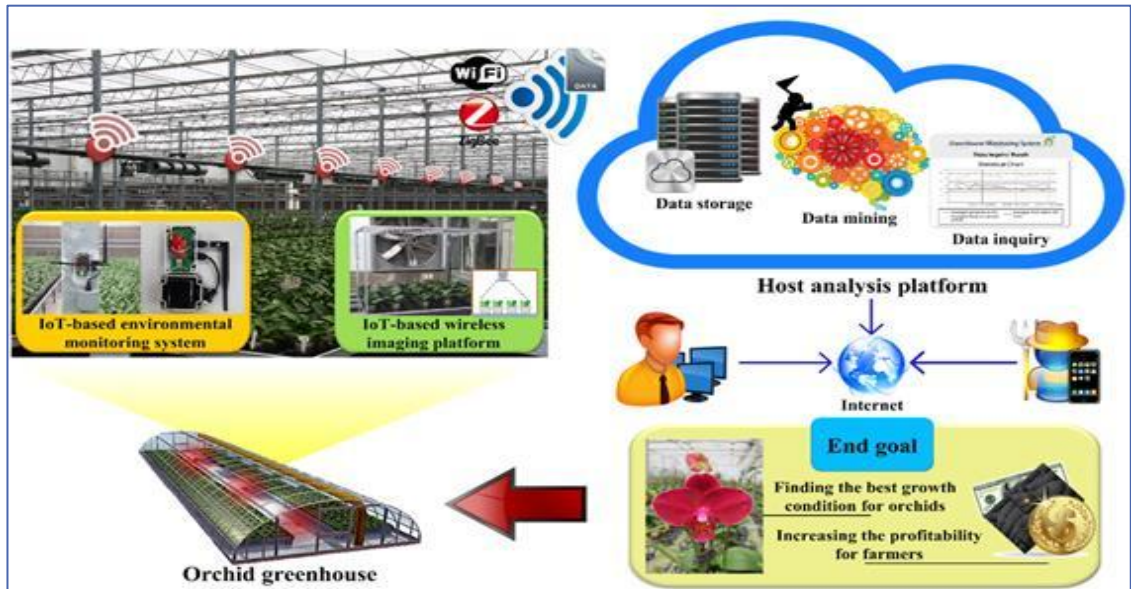
Şekil 2.11, inekler için geliştirilmiş giyilebilir sensör teknolojilerini göstermektedir. Hızlanma, sıcaklık, kalp atış hızı ve pH'ı ölçmek için kırmızı bölgedeki "İnekte İnek" sensörleri kullanılırken, mavi bölgedeki "Near Cow" sensörleri video ve ses bilgilerinin yanı sıra iklim analizi, yem analizi için kullanılır ve GPS, bunlar bulutla etkileşim kurmak için tasarlanmıştır. Yeşil bölgedeki "İnekten" sensörler, inekten alınan süt, saç, tükürük, ter, burun salgısı, nefes ve dışkı gibi ürünleri ve atıkları izlemek için kullanılır.

Zhang et al. (2021), çevresel kontrol, hastalık erken uyarı, hassas besleme ve uzaktan teşhis gibi akıllı teknolojiler sayesinde SLF'nin önemli bir potansiyele sahip olduğuna dikkat çekmiştir.

Akıllı seralar, çiftçilerin minimum insan müdahalesi ile mahsul yetiştirmelerini sağlamaktadır. Serada sıcaklık, nem, parlaklık ve toprak nemi gibi iklim koşulları sürekli olarak izlenmektedir. Bu faaliyetler daha sonra değişiklikleri değerlendirecek ve bitki büyümesi için en uygun koşulları korumak için düzeltici eylemler uygulayacaktır (Şekil 2.12).

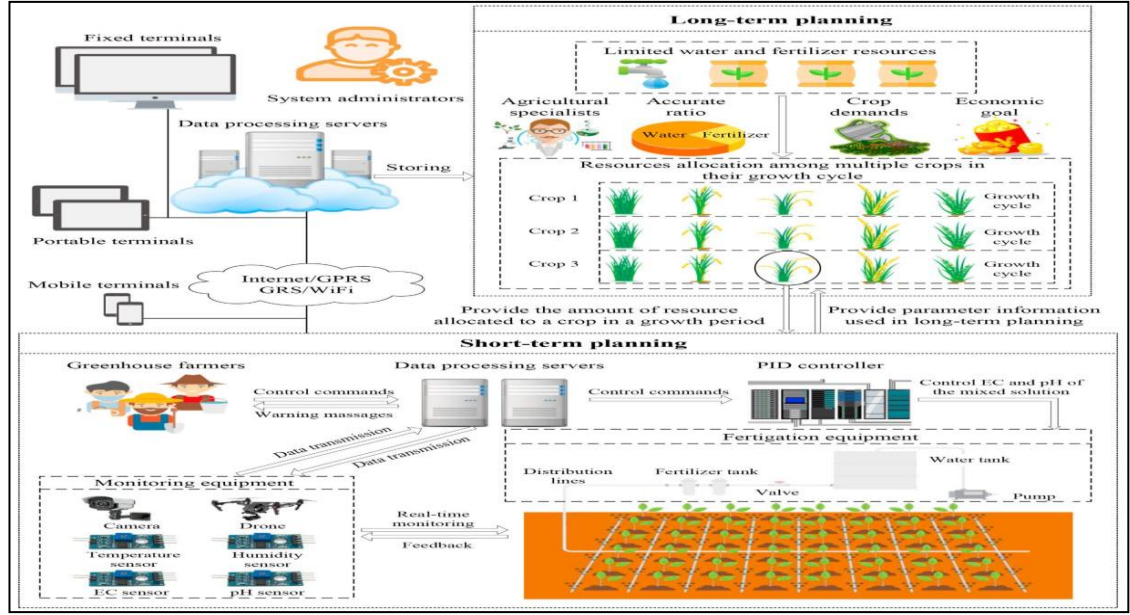
Zamora-Izquierdo ve ark. (2019), topraksız kültür kullanan seralar için esnek bir platform önermiştir. Su tüketiminde %30'un üzerinde tasarruf sağlayan sistem, düşük maliyetli donanıma ve açık kaynaklı yazılım platformuna sahiptir.

Liao et al. (2017), Şekil 2.13'de gösterilen izleme sistemi, kablosuz görüntüleme ve bilgisayar analiz platformu gibi üç alt sistemden oluşan IoT tabanlı bir sistem geliştirdi. Bir orkide serasında sıcaklık, bağıl nem ve aydınlatmayı ölçen çevresel sensörler ve orkide görüntülerini yakalayan kameralar kullanıldı. IoT tabanlı çevresel izleme sistemi ve ZigBee tabanlı bir ağ geçidinden oluşur.



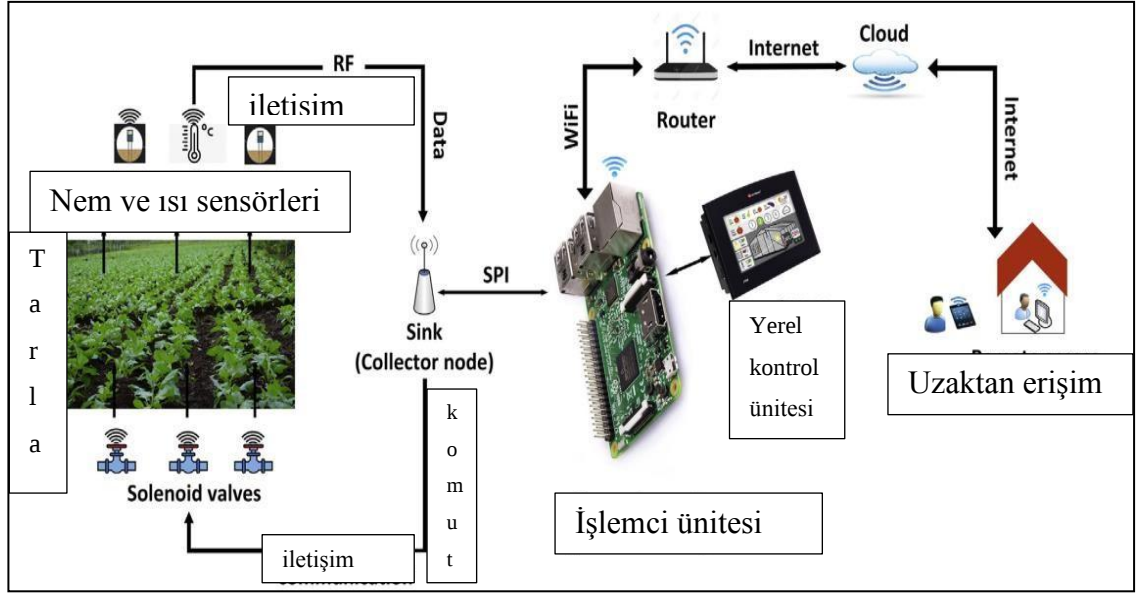
Şekil 2.13 Sera kontrolü temelli nesneler interneti kavramsal çerçevesi (Liao et al., 2017)

Lin et al. (2020), Şekil 2.14'de gösterildiği gibi uzun ve kısa vadeli planlamanın dikkate alındığı IoT tabanlı sulama ve gübreleme sistemi için ekonomik kârları ve çevresel faydaları maksimize eden bir doğrusal programlama modeli kullanan bir çerçeve geliştirmiştir.



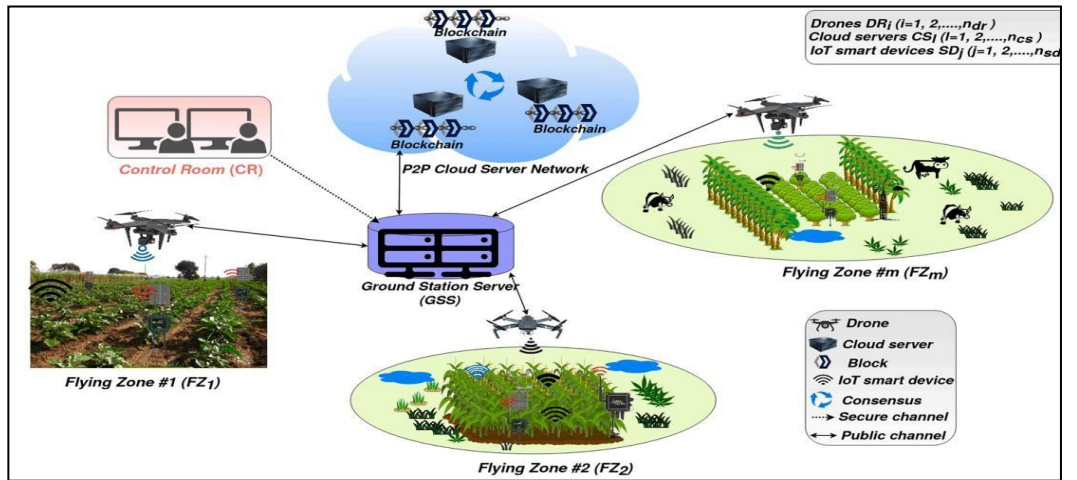
Şekil 2.14 İlaçlama yönetim sistemi ve nesneler interneti (Lin et al. 2020)

Roy et al. (2021), sulanan ekin alanlarının verimli su yönetimi için "AgriSens" adlı dinamik bir sulama programına göre bir IoT sistemi tasarladı. AgriSens, gerçek zamanlı, otomatik sulamanın yanı sıra farklı büyüme aşamaları için uzaktan manuel sulama sağlar. IoT, yalnızca sulama süreçlerinin verimliliğini artırmaya yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda su kayıplarını da en aza indirir. Su ihtiyacını kesin olarak hesaplamak için bağıl nem, toprak nemi, sıcaklık ve ışık yoğunluğu gibi çeşitli parametreleri ölçen sensörlere ihtiyaç vardır. Benyezza et al. (2021), Şekil 2.15'de gösterildiği gibi üç ana bölümden oluşan örnek sulama sisteminin bir blok şemasını önermiştir: veri işleme, bulut ve iletişim bölümü.



Şekil 2.15 Örnek sulama sistemi blok diagramı (Benyezza et al. 2021)

Chen et al. (2020), Pekin Liuminying'deki Ekolojik Çiftliğin gelişimi ve zorlukları hakkında "blockchain tabanlı elektronik tarım" adlı bir yöntem önerdi. Bu çerçeveye göre, ekolojik çiftliğin tüm tarım modeli, blok zinciri ağına otomatik olarak işliyor ve çeşitli akıllı cihazlar aracılığıyla veriyi yüklüyor, bu da paylaşım için kullanılabilir bilgi setini genişletiyor. Şekil 2.16'da gösterildiği gibi, Blockchain tabanlı uygulamalar, tarımsal ortamları izlemek için IoT akıllı cihazları ve drone'lar ile birlikte kullanılabilir (Bera et al. 2022).



Şekil 2.16 Nesneler interneti blok zincir tarımsal drone (Bera et al. 2022)

Nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, yapay zeka, insansız hava araçları ve robotik gibi yeni teknolojiler, süreçleri ve tarımsal operasyonları düzene sokmaktadır. AB'nin robotik projelerinden bazıları Vinbot, Mars, Grape, Vinerobot, Romi ve Flourish projeleridir (Moysiadis et al. 2021). Vinbot, lazer sensörler, kameralar ve hibrit reaktif/GPS (VINBOT 2017) tabanlı navigasyon sistemi gibi cihazları kullanarak mahsul izleme operasyonlarını hedeflemiştir. MARS alt projesi, sürüler halinde işbirliği yapma ve çalışma yeteneğine sahip bir mobil tarım robotunun geliştirilmesi için tasarlanmıştır (Şekil 2.17a). GRAPE alt projesi, yarı özerk bağ izleme ve çiftçilik görevlerini yerine getirebilecek bir UGV geliştirmeyi hedeflemiştir (Şekil 2.17b). VINEROBOT, bağ yönetiminde üzüm büyümesini ve üzüm verimi, vejetatif büyüme, su stresi ve üzüm bileşimi gibi faktörleri izleyebilen yeni bir UGV geliştirmeyi amaçlamıştır (Şekil 2.17c). ROMI projesi, ot ayıklama, mahsul izleme ve herhangi bir bitki hakkında özel bilgi toplama gibi görevleri yerine getiren bir UGV için geliştirilmiştir (ROMI 2020). Flourish projesi, İHA'lardan alınan veriler kullanılarak Şekil 2.17d 'de gösterilen insansız robotlar ile yabancı ot kontrolü için geliştirilmiştir (Flourish 2018).



Şekil 2.17 (a) mars, (b) grape, (c) vinerobot ve (d) flourish (Moysiadis et al., 2021)

Avrupa Komisyonu, Horizon 2020 programı (EC 2021b) kapsamında yaklaşık 1 milyar Euro'luk AB finansmanı ile Avrupa'da tarımın dijitalleştirilmesini başlatmak için büyük ölçekli projeler oluşturmuştur. Bu projelerden birkaç örnek aşağıda verilmiştir:

*Atlas projesi, tarımsal uygulamalar için açık bir dijital hizmet platformu olan tarımsal birlikte çalışabilirlik ve analiz sistemidir. Platform, birlikte çalışabilirlik eksikliğinin üstesinden gelmek için tarım makineleri, sensör sistemleri ve veri analizi araçlarının esnek bir kombinasyonunu sağlamaktadır. Atlas platformu, tek tip bir uygulama programı arayüzü kullanan bir veri değişim ağı etrafında oluşturulmuştur (Atlas, 2019).

*IoF, Avrupa gıda ve tarım endüstrisindeki IoT teknolojilerinin potansiyelini araştırmıştır. IoT güdümlü akıllı tarım, çiftçilerin ürün verimini artırmak ve su, gübre, böcek ilacı ve herbisit gibi girdilerin maliyetlerini azaltmak için işletme görevlerini optimize etmelerini sağlamaktadır (IoF, 2017).

*Demeter projesi, çiftçi odaklı, birlikte çalışabilir akıllı tarım-IoT tabanlı platformların büyük ölçekli bir dağıtımını ve 18 ülkede (15 AB ülkesi) 20 pilot uygulama yapılmıştır (Demeter, 2019).

Türkiye’de Tarımsal Dijital Dönüşüme Genel Bakış: Tarım sektörü, teknolojik gelişmeleri yakından takip etmektedir. Uydu, GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi), CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve diğer mobil cihazlardaki gelişmeler iletişim teknolojileri, hassas tarım uygulamalarının ortaya çıkmasını sağlamıştır (Zeybek, 2020).

Bulut bilişim ve internet gibi iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, yapay zeka, robotik teknolojiler ve büyük veri analizi gibi diğer gelişmelerle birleşmiştir. Bunun sonucunda da dijital tarımın başlatılmasına izin vermiştir (Güllüce ve Çelik, 2020).

Türkiye de akıllı tarım adına çalışmalar yapıp proje faaliyetleri bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır;

- TÜBİTAK (Akıllı Tarla Pülverizatörü Tasarımı, Pestisit Uygulama Amacıyla Multikopter Prototipinin Tasarımı ve İmalatı, Sensör Yardımı ile Şekerpancarından Verimine ve Şeker Kalitesine Etkili Azot Yansıma İndekslerinin Değişken Oranlı Gübre Makina Uygulamaları İçin Geliştirilmesi, Multi-Klima Sera ve Teknolojisinin Geliştirilmesi)

- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Tarım Arabasına Monte Edilebilir Meyve Hasat Platformu Tasarımı)
- Patentler (Akıllı Tarla Pülverizatörü, Akıllı Bahçe Pülverizatörü, Değişken Oranlı Uygulama Sistemi, Traktör Güvenlik Sistemi, Sera Kontrol Sistemi, Sera Bağlantı Profili ve Faydalı Model)
- CRP Research (Buğdayda Su Kullanımı Etkinliğinin İzotopik Teknikler Kullanılarak Belirlenmesi),
- BSEC (Karadeniz Bölgesinde Değişken Oranlı Sulama İçin Bir Fizibilite Çalışması: Ekonomik ve Çevresel Faydalar)
- Erasmus+ (Proje Adı: IMPLEMENT, Proje Adı: SAFER, Proje Adı: PROTECTLIFE)
- TOBB-TAGEM-AR-G (Görüntü İşleme Çalışan Akıllı Bahçe Pülverizatörü, Kovan Takip Sistemi, Buğday Dane Kayıplarının İzlenmesi ve Takibi, İnsansız Hava Aracı İle Görüntü İşleme, Çiftlik Yönetim Sistemi, Yerli Otomatik Traktör Dümenleme ve Kontrol (OTAK) Sistemi, Panel Destekli Küçükbaş Mobil Süt Sağım Makinası, Gezen Hibrit Sağımcı) (Anonim, 2019b).

Özel sektörde teknoloji destekli tarım uygulamalarında önemli girişimlerde bulunan bazı proje ve çalışmalar da bulunmaktadır. Bu firmalar şu şekildedir;

- TABİT Akıllı Tarım Teknolojileri
- Toros Tarım
- Türk Tarım Alet ve Makinaları İmalatçıları Birliği (TARMAKBİR)
- Vodafone
- Turkcell
- İstanbul Bilişim ve Akıllı Kent Teknolojileri A.Ş.

Tarım ve Orman Bakanlığı ile Tarım Reformu Genel Müdürlüğü işbirliğiyle 2020 yılında “Dijital Tarım Pazarı (DİTAP)” hizmete sunulmuştur. DİTAP ile çiftçilerin

ürünlerini pazarlama imkânı kolaylaşmaktadır, tüketici açısından ise makul fiyatlarla kaliteli ürüne erişim sağlanabilmektedir. Tarladan sofraya tüm tedarik zinciri yakından takip edilebilecektir, bu sayede planlı üretimin yapıldığı bir pazar ortamı sağlanabilmektedir.

Ankara Üniversitesi ve TÜBİTAK'ın akıllı tarım üzerine ortak bir çalışması vardır. Bu çalışmada havadan ve yerden alınan veriler işlenmiş ve analiz edilmiştir. Projede sulama, gübreleme, verim haritasının çıkartılması ve tarımsal hastalıkların tespiti gibi veriler değerlendirilmiştir (Teke, 2016).

Vodafone Akıllı Köy Türkiye Örneği: Akıllı Köy, teknoloji ve nitelikli bilgi uygulamaları ile bitkisel ve hayvansal verimliliği arttıran yeni nesil bir kırsal yaşam modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. Akıllı sistemler ile çevresel kalkınmaya da katkı sağlamasının yanı sıra toprak ve su kirliliğinin önüne geçerek tarımsal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Özel ilaçlama ünitesi, damla sulama sistemi, erken uyarı sistemi ile çevreci tarımcılıkta köyler için rol model niteliği taşımaktadır. Dijital tarımın en etkin şekilde kullanıldığı Akıllı Köyde, cep telefonu üzerinden tek tuşla bitkinin doğru zamanda ve doğru miktarda suyla buluşmasını sağlayan Akıllı Sulama Otomasyonu sistemi kullanılmaktadır. Akıllı tarımla alakalı, Türkiye’de belki de en önemli IoT konusu olup en çok gözden kaçanı olmaktadır (Büyüktanır, 2017).

Türkiye tarımsal üretim sektöründe gerçekleşen yapısal dönüşüm sonucunda yeni bir süreç içerisine girilmiştir. Bu dönem içerisinde tarım sektörünün GSYH (Gayrisafi Yurt İçi Hasıla) ile istihdam içerisindeki payın zamanla azaldığı belirlenmiştir (Byerlee, 2009).

Bu yaşanan yapısal dönüşüm sonucunda tarım sektörü toplumun gıda ihtiyacını karşılamasının yanında hizmet ve sanayi sektörü için hem istihdam hem de temel madde kaynağını oluşturmaktadır. Tarım sektörü sanayiye alternatif değil aksine sanayileşme sürecini tetikleyici rol oynamaktadır. Türkiye’de günümüze kadar olan tarımsal üretimin dönüşümü; konuyla ilgili literatürler yorumlanarak incelenmiştir.

CEMA'ya (2018) göre dijital tarım, uçtan uca bağlanabilir bilgiye dayalı çiftlik üretim sistemlerine dönüşümdür. Dijital Tarımın Hassas Tarım'a benzer bir yapıya sahip olduğunu açıklamaktadır. Ancak tarımda üretim parametrelerinin sanayiden farklı birçok yönü vardır (CEMA 2017a; 2017b).

Gelecekte, ileri teknolojili akıllı tarım sistemleriyle; bulut bağlantılı dronlarla çiftliğin tamamı görüntülenebilecek, nem ve sıcaklık gibi doğal ögeler kontrol edilebilecektir (Kahraman vd., 2020).

Yatay entegrasyonda Volvo, üretim hattı boyunca farklı bilgiler toplayabilecek ve daha sonra diğer sistemlere bağlanabilecektir. Dikey entegrasyonda, üst üste yeni sistemler inşa ettikleri, yeniden inşa ettikleri ve ekledikleri daha eski bir sisteme sahipler. Volvo'da, geri dönüşümde kullanılabilecek parçaları gönderebilecekleri bir yeniden üretim tesisine sahiptir (Kabaca, 2019).

Dijital Tarımda, zorluklardan biri insanlara doğru becerileri nasıl edineceklerini öğretmek ve eğitmektir (Larsson, 2019).

Mısır, buğday ve arpa ürünleri için gübreleme miktarının belirlenmesinde, traktörlere ve entegre makinalara yerleştirilen sensörlerin kullanımı yaygınlaşmıştır (Teke, 2016).

Avrupa'daki makinaların dijitalleşmesi, toprak haritaları oluşturulması, bağcılık ve meyve yetiştiriciliğinde ürün kalitesinin belirlenmesi ve çiftlik hayvanlarının takibi konularında birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin; sürüden sorumlu kişi, bu sensörlerden alınan SMS sayesinde sürüde hangi ineklerin hasta olduğu konusunda bilgilendirilebilir (Kahraman, 2020).

Tarım ve hayvancılıktaki bu gelişmeler endüstrideki gelişmelere paralel olmuştur (HM Government, 2013).

2.4 Tarım Kümelerine İlişkin Türkiye’den ve Dünya’dan Literatür Özeti

Bu kısımda kümelenme ve benzeri konularda yapılmış bazı çalışmalara yer verilmiştir. Söz konusu araştırmalar, Çizelge 2.3 ve 2.4’de özet olarak sunulmuştur.

Çizelge 2.3 Tarım kümelerine ilişkin literatür özeti

Yazarı	İçeriği
Arion (2013)	Tarımsal kümelerin yerel kalkınmaya etkisini, Cluj kenti (Romanya) örneğinde incelemiştir. Kümenin, işgücü temini ve tarımsal gelişme için gerekli pratikleri kazanmada iyi bir uygulama olduğunu belirlemiştir.
Sharma ve Anupam (2014)	Tarım kümelerinin kırsal kalkınmaya katkısını incelemişler. Küme ile çiftçilerin ve tarım işletmelerinin, girdi, bilgiye erişim ve ortak araştırmalar aracılığıyla artan verimlilikten faydalanabileceğini ve kümelerin kırsal kalkınmaya katkıda bulunabileceğini vurgulamışlar
Çelik (2015)	İZKA’nın Teknolojik Üretim ve Yenilik MDP (2011) ile ÇKA’nın Rekabetçilik ve Yenilik MDP’nin (2012) etki analizini, anket ve mülakat teknikleri ile yapmıştır. Analiz sonucunda desteklenen işletmelerde üretim, istihdam ve ihracat artışı olduğunu belirlemiştir.
Wardhana et al. (2017)	Tarımsal kümelerin kırsal kalkınmaya etkisini ortaya koymuşlardır. Endonezya’nın Batı Java eyaletinde tarımsal istihdamın ve üretimde uzmanlaşmanın, yoksulluğu önemli oranda azalttığını belirlemişler; kamu müdahalelerinin mekânsal olarak seçici uygulanmasını ve her bölgenin karşılaştırmalı üstünlüğüne göre uzmanlaşmasını vurgulamışlardır.
Çelik (2018)	İZKA’nın ve ÇKA’nın bölgesel kalkınmaya katkısını etki analizleri ile ortaya koymuştur. Analizle bu ajansların MDP’lerle bölgesel kalkınmaya ürün ve süreç gibi yenilikler yapılması ile Ar-Ge, üretim, istihdam ve ihracat artışı şeklinde katkısını tespit etmiştir.

Kaynak: Yazar tarafından geliştirilmiştir.

Çizelge 2.4 Kümelenme ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar

ÇALIŞMA	ÖRNEKLEM	YÖNTEM	SONUÇ
Porter (1990)	Rekabet Üstünlüğü	Elmas	Firmaların rekabet ve faktörlerin analizi ile coğrafi yakınlık ve kümelenmeleri sektörel ilişkili endüstriler ile sağlandığı vurgulanmıştır.
Aylward ve Glynn (2006)	Şarap sektörü	Anket	KOBİ’lerin performansında Avustralya’daki gelişmiş ile daha az gelişmiş kümeleri arasında farklılıklar olduğu ve KOBİ’lerin performansı ve kümelenme arasında pozitif ilişki olduğu saptanmıştır.
Hulsink vd., (2007)	Bilişim ve iletişim teknolojileri (BİT) firmaları	Anket	Çalışmada incelenen kümelerde bazı eksikliklerin olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca üniversite ve Ar-Ge merkezleri gibi kurumların önemli olduğu ve bunlara avantaj sağladıkları ifade edilmiştir.
Kalay (2009)	Antalya Organize Sanayi Belgesi’nde faaliyet gösteren firmalar.	Logit	Firmaların yenilik, iletişim ve ar-ge faaliyetlerinin, müşterilerin, tedarikçilerin, rakiplerin ve bilim, teknoloji üreticisi olan üniversiteler, araştırma kurumları gibi kurumların pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
Keskin (2009)	Isparta ili orman ürünleri sektörü	Pajek Programı SPSS-Porter “Karo Modeli”	Isparta orman ürünleri endüstrisi kümesinin, dikey kümelenme özelliği sergilediği görülmüştür.
Alp (2009)	PVC makina endüstrisi	Mülakat	Bursa’da yer alan PVC makina endüstrileri işletmelerinin dikey işbirliği ilişkisi sergilediği görülmüştür.
Kunt (2010)	Yumurta Üreticileri	Anket	Kümenin firmaya ve kente istihdam, ihracat, ekonomik performans gibi birçok açıdan katkı sunduğu ortaya çıkmıştır.
Karayel (2010)	Ayakkabıcılık sektörü (336 firma).	Anket- SPSS18	Kümelenme ve performans arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmüştür.
Timurçin (2010)	Türkiye’deki KOBİ’ler.	Sıralı Havuzlanmış Probit Ekonometrik Modeli	Kümelenmenin KOBİ’lere rekabet gücü ve üstünlüğü sağlamada etkili olduğu görülmüştür.
Erkut (2011)	Kümelenme Potansiyeli Olan Alanlar	Üç yıldız analizi -Elmas Modeli	Aydın ilinin kümelenme potansiyeli ve rekabet üstünlüğü belirlenmeye çalışılmıştır. 87 sektör için “üç yıldız analizi” yapılmıştır. Daha sonra rekabet üstünlüğü Porter’ın “Elmas Modeli” ile test edilmeye çalışılmıştır. Kümelenmeyle sektörlere hem bölgesel hem de ulusal bazda rekabet avantajı kazandıracağı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 2.4 Kümelenme ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar (devam)

Arıç (2011)	Mobilya sektörü	Korelasyon Analizi-Elmas Modeli	Elmas modeli ile Kayseri mobilya sektörü kümelenmesinin, rekabetçilik arasında istatistiksel olarak anlamsız ilişkilere ulaşılmıştır. Kümelenme dinamiklerinin kendi arasındaki ilişkileri ise pozitif yönlü olarak tespit edilmiştir.
Ertaş - Döven - Özyer (2011)	Mermer sektörü	Elmas	Stratejik yol haritası oluşturularak dezavantajların azalması beklenmiştir.
Gözek ve Emeksiz (2012)	Mersin Tarım Gıda, İzmir Organik Gıda ve Maraş Biberi Kümelenmesi	Anket	Kümelenmenin “işletmenin büyümesi, satışların, ihracatın ve ürün kalitesinin artması, yeni yatırım yapmayı düşünceleri vb. konularda kendisine avantajlar sağladığı” tespit edilmiştir.
Başer (2012)	KOBİ Plastikçiler kümesi	Mülakat	Plastik sektörü KOBİ’lerinin kümelenme ile dış ticarete etkinliğinin arttığı görülmüştür.
Sarıtaş (2012)	Batı Akdeniz bölgesi imalat KOBİ’lerinin oluşturduğu 22 sektör	Tam Sayım Yöntemi-Düzy Analiz Modeli	İmalat KOBİ’leri sektörel kümelenme düzeyleri belirlenmiştir. Mikro ölçekli işletmelerin küçük ölçekli işletmelerden, küçük ölçekli işletmelerinde de orta büyüklükteki işletmelerden daha iyi kümelendiği ortaya konulmuştur.
Erol ve Yıldırım (2013)	OSTİM medikal sanayi kümesi	Kümelenme Yaşam Döngüsü Modeli-Yığılma Analizi	OSTİM medikal sanayi kümesi başlangıç evresini tamamlamış ancak kümelenme yaşam döngüsü henüz tamamlanmamış olduğu görülmüştür.
Eroğlu (2013)	Diyarbakır mermer sektörü firmaları ve kentin kalkınma düzeyi göstergeleri	Anket-Mülakat Tekniği	Rekabetçilikte, kümelenmenin fayda etkisini ve rekabetçilik kavramını nasıl algıladıklarını ölçerek, rekabetçilikte en büyük engelin güvenlik sorunu olduğu belirtilmiştir.
Oral (2014)	Ankara OSTİM	Anket-Mülakat Tekniği	Coğrafi yığılmanın OSTİM’de de etkili olduğu ve ekonomik gelişmeyi hızlandırdığı sonucu elde edilmiştir.
Zielke ve Waibel (2014)	Çin’deki iki tekstil kümesi	Yarı Yapılandırılmış Anket	Tekstil kümesinin benzer yapıda ve küresel rekabet baskısı altında olduğu görülmüştür.
Yıldız ve Alp (2014)	Kaşar peyniri sektörü tedarikçi, üretici, satıcı, müşteri, kamu ve üniversite personeli ile 60 görüşme.	Nitel veri derinlemesine görüşmeler-Porter Elmas Modeli	Elmas modeli aktörlerinin ortaya konulması ve bölgenin sektörde kümelenme potansiyelinin olduğu ortaya konulmuştur.
Akdağ-Mete-Emhan (2014)	Diyarbakır tekstil ve hazır giyim sektörü firmaları	Grup Tekniği-Rekabet Elması Modeli	Oluşturulan küme haritaları neticesinde işbirliği içindeki kurumların üretim, dağıtım ve fiziki altyapı yetersizliklerinin sektörü olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 2.4 Kümelenme ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar (devam)

Duran (2015)	Bucak İlçesi Mermer Sektörü	Anket yöntemi	Anket ile sektörel işletmelere ait mevcut yapı ve kümelenme düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. İşletmelerin toplam kümelenme puanlarına göre 33 firmanın yüksek, 14 firmanın orta ve 1 firmanın da düşük düzeyde kümelendiği tespit edilmiştir.
Mirza (2015)	İzmir’in medikal turizm	Anket- Elması Modeli	Çalışmada sektördeki 36 kişi ile odak grup görüşmeleri gerçekleştiren yazar “Elmas Modeli” ile İzmir için medikal turizmin rekabet durumunu ortaya koymaya çalışmıştır. Araştırma sonucunda, hem tek bir turistik ürünle ilgili destinasyon kalkınması hem de oluşturacağı dışsallıkların etkisiyle destekleyici ürünler geliştirilerek rekabet gücünün artıracağı sonucuna varılmıştır.
Şahin (2016)	İstanbul Kuyumcukent kümesi	Anket yöntemi	İstanbul Kuyumcukent örneğinde kümelenmenin KOBİ’lerin ihracat performansına etkisini inceleyen Şahin (2016) kümelenmenin KOBİ’lerin rekabet gücüne ve ihracat performansına katkı sunduğu sonucuna varmıştır.
Duman (2017)	Adıyaman’daki tekstil kümesi	Anket yöntemi	Kümelenmenin ilgili sektöre faydalarını tespit etmeye çalışmıştır. Kümelenmenin istihdam ve göç gibi konularda Adıyaman’a fayda sağladığı ortaya konulmuştur.
Yellice (2017)	Bursa tekstil kümesi	Anket yöntemi	Firma ihracat süreçlerini belirleyen faktörlerin incelendiği çalışmada kümelenmeden yararlanma durumunun ihracat yapan ve yapmayan firmalar için benzer düzeyde olduğu belirtmiştir.
Çetin (2018)	Batı Akdeniz Bölgesi (Antalya, Isparta ve Burdur)’ndeki güneş enerji sistemleri	Anket yöntemi	Güneş Enerji Sistemleri ile ilgili faaliyette bulunan işletmelerin kümelenme düzeyi tespit edilmiştir. 44 firmadan 28’nin yüksek ve 16’sının ise orta derecede kümelendiği görülmüştür.
Ceyhan ve Özcan (2018)	Bartın ili ayakkabıcılık sektörü	Anket- 3 yıldız analizi	3 yıldız analizi ile sektörde küme potansiyeli olduğu ve 11 tane firmanında kümelenme için olumlu görüş sunduğu tespit edilmiştir.
Karahan (2019)	İstanbul denizcilik sektörü	“Elmas Modeli” anket yöntemi	Kümelenmenin performans etkisinin pozitif olduğu anlaşılmıştır.
Suçin ve Çayın (2021).	Batman Tekstil Sektörü	Anket yöntemi	Batman tekstil sektöründe kümelenmenin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kaynak: Yazar tarafından geliştirilmiştir.

2.5 Dijital Tarıma İlişkin Türkiye ve Dünya’da Literatür Özeti

Dijital tarım uygulamaları ile ilgili konularda yapılmış bazı çalışmalar ise Çizelge 2.5’de sunulmuştur.

Çizelge 2.5 Dijital tarım uygulamaları ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar

Avrupa Kıtası	Çalışmalar
-Almanya	Festo, farklı sektörlerde, dijital dönüşüme yönelmiştir. Festo’nun özellikle robot teknolojisinde biyonomik hareket esaslı çalışmalarını üniversiteler, ar-ge merkezleri ve otomasyon teknolojisi geliştirme odaklı firmalarla yürütmektedir (Pamuk & Soysal, 2018). Yapay Zekâ Araştırma Merkezi (DFKI), merkezde çeşitli uygulama ve testler yapmaktadır. RES-COM projesi ile kaynakların otomatik korunmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirmektedir (Pamuk & Soysal, 2018). Atos, bulut bilişim, büyük veri ve siber güvenlik konularında hizmet sunarken, aynı zamanda Worldline aracılığıyla da ödeme ve işlem hizmetleri sağlamaktadır (Pamuk & Soysal, 2018). Audi, üretimde büyük veriyi kullanarak, büyük hacimli verileri analiz ederek esnek ve verimli üretim yapmayı hedeflemektedir.. Bunlar ile beraber 3D yazıcılar ile sanal üretimi hedeflemektedir (Pamuk & Soysal, 2018). Deutsche Bahn AG şirketi, müşterilerinin siparişlerini ve faturalama veri tabanlarını takip eden görüntüleme sensorlerini kullanmaktadır. Bu uygulamayla verileri gerçek zamanlı üreterek müşterilerine anlık fiyat vermektedir (Pamuk & Soysal, 2018). Kuka, dünya çapında endüstriyel robot üreticisi ve fabrika otomasyonu için çözümler üreten bir Alman şirkettir (Pamuk & Soysal, 2018). Adidas Firması, spor ayakkabısının tabanına yerleştirilen MiCoch Speed Celltm çip sayesinde sporcuların toplam koşu mesafesi, depar sayısı, maksimum hızı gibi veriler iPod/iPhone veya bilgisayara kablosuz olarak aktarılmaktadır (Pamuk & Soysal, 2018). Bosch’un Akıllı ev ve ofis araçları, lojistik ve akıllı sistemler şeklinde gruplandırılmaktadır (Santos vd., 2017). CLASS firması, tarımda Nesnelerin İnternetini desteklemektedir ve ürün verimliliğinin artırılması, tahıl kayıplarının azaltılmasını sağlamaktadır (Xu vd., 2016).
-İspanya	Bosch’un akıllı teknolojisi, İspanya’daki zeytin ağaçları için akıllı sulama yönetim sistemi kurulmuştur. Bu sistemde ağaçlara yerleştirilmiş kablosuz sensörler kullanılmaktadır (Santos vd., 2017). Vodafone’un uyguladığı Connected Farmers projesiyle, firmalara ulaşılabilirlik artmış, çiftçiler kayıt altına alınmıştır (Santos vd., 2017).

Çizelge 2.5 Dijital tarım uygulamaları ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar (devam)

-Hollanda	Wageningen Üniversitesi, bilimsel ve araştırma mükemmelliği konusunda dünyanın bir numaralı Tarım Üniversitesidir (Turkinfo, 2018). Danone, Ar-Ge merkezi açarak klinik beslenme üzerine çalışmıştır (Holland Trade, 2013). NIZO, gıda araştırma tesisini kurmuştur (Holland Trade, 2013). Hollandalı tarımcılar; sulama, yenilenebilir enerji, cobot24 kullanımı ve otomasyon sistemleri, büyük veri analizi, akıllı çiftlik yazılımlarıyla üretim ve verimliliklerinde artış sağlamışlardır (Saygılı, 2019). Tarımda, hassas tarımsal uygulamalarla su ve gübrelerin verimli kullanımı sağlanmaktadır (Tekinerdoğan, 2018).
-İngiltere	Athletic Group Uk Ltd Athletec, Corner teknolojisiyle antrenman verilerinin değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Üretilen eldivenin üç eksenli ivmeye sahip olması sayesinde sporcuların vuruş kuvvetleri ve vuruş hızları gibi özelliklerin ölçülmesini sağlamaktadır (Akçalı, 2016).
-Finlandiya	inovasyon ve teknoloji mali destek ajansı Tekes tarafından yürütülen Ar-Ge programı bulunmaktadır. Ayrıca Fin Endüstriyel İnternet Forumu (FIIF) oluşturularak, daha hızlı test ve denemelerin yapılabilmesini ve AR&GE çalışmalarını desteklemeyi amaçlamaktadır (Popovic vd., 2017).
Asya Kıtası	Çalışmalar
-Hindistan	Makinadan bilgisayara iletişimi destekleyen bir internet kaynağı (Wisekar) geliştirilmiştir. Bu kavramı, Ürün Hastalığı Danışma Hizmeti ACAS takip etmektedir (Sarangi, Umadikar & Kar, 2016).
-Çin	Hassas tarım yönetimi PAMS ile mekânsal bilgi altyapısı, Nesnelerin İnterneti, Tarım yönetimi ve mobil istemci platformu tasarlanmıştır. Tarım ürünlerinin izlenebileceği ve yönetilebileceği gözlemlenmiştir (Sarangi vd., 2016). Traktör üretici firması Case IH, otonom traktör tasarlamıştır. Araçta bulunan yerleşik sistem, uygulama genişliklerini otomatik hesaplamaktadır (Sarangi vd., 2016).
-Japonya	SoftBank'ın geliştirdiği akıllı robot Pepper Humanoid el sıkırmakta, konuşmakta ve otellerde resepsiyonist olarak işe başlamaya hazırlanmaktadır (Zhang, Hao & Sun, 2017). Mitsubishi, Sanayi 4.0 kapsamında, makinadan makineye platformu oluşturmuş olup, Nesnelerin İnterneti üzerinde çalışmaktadır (Zhang vd., 2017). Japonya e-devleti hayata geçirerek vatandaşların e-devlet uygulamalarından yararlanmasını sağlamıştır (Batur, 2013).
-Güney Kore	Samsung, Hyundai ve SK Telekom'u da içeren 7 dev kuruluşYapay Zekâ Araştırma Enstitüsü'nü kurmuşlardır (Sung, 2017).

Çizelge 2.5 Dijital tarım uygulamaları ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar (devam)

-Tayvan	Taoyuan’daki YesHealth iFarm, akıllı çiftlik sistemine sahiptir. Dikey tesisde, kontrol edilebilen nem, sıcaklık ve hava akışları yanında klasik müzik ile de bitkilerin besin maddelerinin emilimi araştırılmaktadır. Bulut Bilişim ve Siber-Fiziksel Sistemler kullanılmaktadır (New Southbound Policy Portal [NSPP], 2018). YCM fabrika içinde üretim ve süreci takip etmek için gerek duyulan akıllı sistemleri oluşturmuştur (Pugnatorius, 2018). Taichung City, Dijital Tarım çözümlerini sağlama konusunda sistem oluşturmuşlardır (Pugnatorius, 2018).
-İsrail	Phytech, çiftçilere Nesnelerin İnterneti konusunda yardımcı olmaktadır. Tarımda dijitalleşme, akıllı sensorler ve verimli uygulamaların hayata geçirilmesini hızlandırmaktadır. Çiftlik yönetimi, makina kullanımı, sulama, bitki ekim yöntemi gibi her konuda yardımcı olmaktadır (Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2018). CropX sulama yazılımı ile toprak ve hava koşullarında gerçek zamanlı veri alımına olanak tanınmaktadır (Allen, 2017). Arava seralarda, akıllı sulama ve gübreleme yapılmakta, güneş panelleri ile elde edilen enerji kullanılarak maliyetler aşağı çekilmekte ve kısaca verim artışı için yüksek teknolojiden faydalanılmaktadır (Hürriyet, 2002). Tarımda, Kurak arazide teknolojilerin kullanılmasıyla tarımda önemli ilerleme kaydetmiştir. Cherry (kiraz) domates yetiştiriciliğinde; damla sulama sistemi, kurak şartlara dayanıklı tohumlar ve hasat sonrası ürün dayanıklılığı gibi işlemler de dâhil olmak üzere birçok başarılı sonuç elde edilmiştir (Kılavuz, 2019).
-Singapur	E-dönüşüm ve e-devlet kapsamında çalışmalarda bulunmuştur (Şişman, 2006).
Amerika Kıtası	Çalışmalar
-Amerika Birleşik Devletleri	General Electric Industry 4.0 ile ilgili çalışmalar yapmıştır (Mitchel vd., 2012). New York Belediyesi ile çöpçülük uzmanı Bigbelly firması işbirliğiyle ortaya çıkan çöp kutuları sistemlere sahiptir. Güneş paneli takılı olan çöp kutuları ürettiği elektrikle çöpi sıkıştırmakta, atık suyunu kanalizasyona yollamaktadır. Ayrıca nesnelerin interneti ile dolmaya ve kokmaya başladığında merkeze bildirimde bulunmaktadır (Mitchel vd., 2012). Harley Davidson arızalar için akıllı sistemler kullanmaktadır. Olası hata durumlarını tespit ederek, hatayı otomatik önleyerek makinanın varsayılan ayarlarına geri dönmesini sağlamaktadır (Mitchel vd., 2012). Touch Bionics Şirketi, ileri teknoloji robotik protezler alanında uzmanlaşmıştır (Mitchel vd., 2012). Northrop Grumman, askeri ve insansız hava aracı (İHA) alanında çalışmaktadır (Mitchel vd., 2012). Baxter isimli insansı robotu üretmektedir. Ağır fiziksel yük gerektiren montaj işlemlerine yönelik, bir kontrol sistemine sahiptir (Mitchel vd., 2012).

Çizelge 2.5 Dijital tarım uygulamaları ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar (devam)

-Kanada	<u>Kanada'da Precision hawk firması,</u> veri toplama, algılama ve yapay zekâyı kullanarak rüzgâr hızı, hava basıncı vb gibi çiftçiler için gerekli bilgileri sunmak için İHA Sensör platformu geliştirmiştir (Mitchel vd., 2012).
-Brezilya	<u>IEMCA şirketi</u> uzaktan kumanda ile donatılmış ve müşterilere ait veri toplayabilmekte ve paylaşabilmektedir (Mitchel vd., 2012). <u>Qualcomm</u> Nesnelerin İnterneti üzerine çalışma yapmaktadır (Mitchel vd., 2012). <u>IT hizmetleri firması</u> Nesnelerin İnterneti sistemi ile ürün ve hizmet sunumu için iş ortaklığı kurmuştur (Mitchel vd., 2012).
<u>Avustralya Kıtası</u>	<u>Çalışmalar</u>
-Avustralya	<u>CSIRO</u> interaktif kolluk akıllı tekstil ürünlerinden biridir. Algılama ile vuruş ve şut ritimleri tespit edilerek kas ritim haritası çıkarılmıştır (Akçalı, 2016).
-Yeni Zelanda	E-okuma ve internet kullanım oranları yükselmiştir (United Nations e-Government Survey, 2014).
<u>Afrika Kıtası</u>	<u>Çalışmalar</u>
-Tunus	Web portalı "http://www.pm.gov.tn/" link ile çalışır hale getirilmiştir (United Nations eGovernment Survey, 2014).
-Mısır	Web portalın'da İngilizce, Fransızca ve Arapça dil desteği de mevcuttur (United Nations eGovernment Survey, 2014).
-Güney Afrika	<u>Telekomünikasyon pazarı</u> Mobil iletişim pazarı MTN, Cell C ve Vodacom'un hâkimiyetindedir (United Nations e-Government Survey, 2014).
<u>Türkiye</u>	<u>Çalışmalar</u> <u>TARBİL</u> Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi (TARBİL) Projesidir. Uydu görüntüleri ve ölçüm ağlarından alınan verilerin bilgisayarlarda değerlendirilmesi ile ürün ve yer bazında güncel bilgiye dönüştürülmesi hedeflenmektedir (Gülbüz & Bayar, 2018). <u>TÜSİAD</u> "Türkiye'nin Sanayi 4.0 Dönüşümü Konferansı" ile "Türkiye İçin Neden Sanayi 4.0 ve Nasıl Bir Yol Haritası" başlıklı panel gerçekleştirdi (TÜSİAD, 2016). <u>Türkiye Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu'nun</u> Akıllı üretim sistemlerine yönelik yaptığı çalışmadır (Bilim Teknik Yüksek Kurulu [BTYK], 2016). <u>TEPAV'ın (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırmalar Vakfı)</u> hangi sektörlerin Sanayi 4.0'a uyum, farkındalık sağlamak ve mevcut envanteri-kapasiteyi belirlemek konuları araştırılmıştır (Ekonomik Forum, 2016). <u>EBSO'nun (Ege Bölgesi Sanayi Odası)</u> Türkiye'nin imalat, otomotiv, tekstil sanayi 4.0 ile ilgili hedefleri belirlenerek Türkiye için yol haritası çizilmiştir (EBSO, 2015).

Çizelge 2.5 Dijital tarım uygulamaları ile ilgili literatür taraması: Türkiye’de ve dünya’da bazı çalışmalar (devam)

Sanayi ve Ticaret Bakanlığının yaptığı Sanayi Strateji Belgeleri adlı çalışmada teknolojik ürünlerde Afro-Avrasya’nın üretim üssü olmayı amaçlamıştır (EBSO, 2015).

Zorlu Holding akıllı ev ve akıllı şehir trendini yakından takip ederek akıllı ürünler üretmektedir. Ayrıca Vestel’in ülkemize tanıttığı akıllı tahtalar ve tabletler, eğitim sisteminde dijital devrim yaratmıştır (Zorlu, 2015).

Bosch’un Türkiye’de Sanayi 4.0 ile ilgili çalışmalarını beyaz eşya üretim sektöründe gerçekleştirmiştir (Ekoic, 2014).

Siemens, Orta Gerilim Hava İzoleli Pano Fabrikasında dijital dönüşümü “Kayar Bant” projesi ile başlatmaktadır (Ekoic, 2014).

KOSGEB, Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) Gelişim Destek Programıyla “Üretim ve İhracatta Teknoloji Seviyesi Yüksek, Katma Değerli Ürünlerin ve Kobi’lerin Payının Arttırılması” Projesini hayata geçirmiştir (KOSGEB, 2011).

Tarım 4.0 Teknoloji Etki Derneği Zirvesi 2024

Kaynak: Yazar tarafından geliştirilmiştir.

Bazı Dijital teknoloji kullanımları şunlardır;

Elvan Gıda: Ürün barkodlanarak izlenebilirliği sağlanmıştır. Ortam değerleri anlık takip edildiği için lezzet ve kalite korunmuştur (Endüstri Medya E4.0, Ağustos 2019).

Dirinler Makina: Üretim süreçlerinin izlenebilirliği ile işleme esnekliği arttırarak hata maliyetlerini minimize etmiştir (Endüstri Medya E4.0, Haziran 2019: 18).

Hugo Boss: “Akıllı Hata Tahminleme Sistemi” projesiyle hatalar, dijital ikizce önkestim edilebilmektedir. Buda kalitede mükemmeliyeti sağlamaktadır (Endüstri Medya E4.0, Mart 2019).

Farplas Otomotiv: Akıllı masa projesini hayata geçirmiştir. Bu durum kalite ve hız açısından önemli kazanımlar sağlamıştır (Endüstri Medya E4.0, Nisan 2017).

Oğuz Ambalaj: Oluklu mukavva üretim sistem hatalarını minimuma çekmektedir. Ethernet üzerinden tüm süreç gözlemlenebilmekte, gerektiğindede süreç sonlandırılabilir (Endüstri Medya E4.0, Eylül 2019).

Orkla Foods: Manuel Paketlemeden otomatiğe geçişle ambalaj hataları engellenmiştir (Endüstri Medya E4.0 Ekim 2019).

Abdi İbrahim: Üretim hattını online takip etmeye başlamıştır (Endüstri Medya E4.0 Ekim 2019).

GF Hakan Plastik: Üretim sürecini yakından takip edebilmektedir. Ayrıca enerji verimliliği uygulamalarıyla enerji tüketimini %49 oranında azaltmıştır (Endüstri Medya E4.0, Aralık 2019).

Türkiye’de kümelenme yaklaşımı ile ilgili çalışmaların, dünya ile karşılaştırıldığında henüz başlangıç aşamasında olduğu görülmektedir. Yapılan faaliyetler de kümelenmede, bilinçlenme oluşturma ve platformlarla kümelenmenin yaygınlaşması yer almaktadır. Örnek alınan çalışmalar incelendiğinde konum özelliği vurgulandığı görülmektedir. Değerlendirme yapıldığında, kümelerin ihracat, rekabet, performans ve yenilik yönünden incelendiği görülmüştür. Diğer çalışmalarda ise kümelenme düzeyi araştırılmıştır. Çalışmaların ortak özelliği kümelenmenin hem sektöre hem de bölgeye ekonomik yarar sağlamasıdır.

Yürütülen çalışmada sektörün kümelenme skalası belirlenmiştir. Skala modellemeye bağlı olarak işbirliği ilişkisi “Makina ve Ekipman Satın Alınan İşletmeler, Yedek Parça Temin Edilen İşletmeler, Bakım Onarım Hizmeti Alınan İşletmeler, Hammadde Tedarik Edilen İşletmeler ve Rakipler” gibi unsurlar ele alınarak analiz edilmiştir. Kümelenme skalasının diğer sektörlerle uyumlaştırılması beklenmektedir. Hem ekonomik fayda sağlayacağı hem de makina sektöründeki işletmeler ve sektöre ilgi duyan paydaşlar açısından etki yaratacağı düşünülmektedir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Materyali

Tarım Makinaları Üretim Sanayi ve Yan Sanayi sektöründe yer alan ve Dijital Tarım olgusundan etkilenen firmalar ve tarım sektöründe faaliyette bulunan paydaş kurum ve kuruluşlar bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

Firma bilgileri başta Tarmakbir ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Teknolojileri ve Mekanizasyon Başkanlığı bünyesinde kurulan Akıllı tarım platformu temsilcisi Selami İleri olmak üzere Europages, Firmaların kamu bilgilendirme platformları kapsamında paylaştıkları ile arama motorlarının sunduğu bilgiler taranarak temin edilmiştir. Toplanan bilgiler hakkında ön araştırma yapılarak üretim faaliyetinde bulunan firmalar belirlenmiştir.

Kümelenmeye uygun firmaların yapısal analizlerini yapabilmek için gerekli kriter ve metod oluşturulmuştur. Bu kapsamda modele uygun firmalar belirlenerek üzerlerinde çalışılmıştır. Dijital Tarım kapasitelerini belirlemek için firmaların analitik incelemeleri yapılmış, bu amaçla anket dahil tüm bilinen metodoloji kullanılmıştır. Veri toplama aşamasında gönüllülük esasına dayalı olarak görüşme yapılmıştır. Yapılmış olan görüşmeler 20-30 dakika arasında sürmüştür.

Araştırmaya katılan küme üyesi hedef işletmelerin genel profilleri ile ilgili bilgilerin saptanması, dijital dönüşüm, dönüşümle ilgili yürüttükleri politikaları ve bu politikalarla ilgili geçmişte ve gelecekte var olan ve var olmasını bekledikleri pozitif ve olumsuz yönlerle alakalı verilerin ve bilgilerin toplanması araştırmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır. Bu araştırma sayesinde sektörün dijital dönüşüme bakış açıları ortaya konulmuştur. Bu dönüşüm sürecinin sektörün finansal performanslarına olası etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. İşletmelerin hazırlık durumu ile ilgili ön bulgular oluşturulmuş ve tarım makinaları sektörüne ilişkin Dijital Tarım Sektör Yol Haritası belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmayla tarım sektöründe faaliyet gösteren Firmaların Dijital Tarıma yatkınlıklarının belirlenmesi ve küresel gelişmeler hakkında firma farkındalıklarının arttırılması hedeflenmektedir. Ayrıca ülkemizin kalkınma hedeflerine katkılarının arttırılması adına çok değerli bir etki yapması beklenmektedir. Aynı zamanda literatürde bu çalışmayla bölgedeki sektörel dönüşüm durumu gösteren başka bir eserin olmayışıda, diğer bir önemi vurgulamaktadır.

Araştırma kapsamında aşağıdaki konu başlıkları dikkate alınarak araştırma alanı olarak Tarım Makinaları üretim sektörü seçilmiştir:

1. Türkiyede verimli bir sektör olması,
2. Dijital Tarım teknolojilerinin uygulanabilmesi,
3. Pazar, işgücü ve Coğrafi konum,
4. Müşteri isteklerine hızlı cevap vermesi,
5. Demografik özellikler,
6. Seri üretim,
7. Ar-ge, inovasyon ve desteklemelerin olması.

Araştırma Türkiye’de Dijital Tarım teknoloji bileşenlerine para koymuş, dijital tarım’ı vizyon ve hedeflerine katmış ve bu bağlamda ürünleri olup bunların uluslararası fuarlarda tanıtım ve satışı yapmakta olan işletmeleri içermektedir. Yapılan etüt neticesinde Türkiye’de dijital tarım’a adapte olmuş işletmelerin az olduğu görülmektedir. Araştırmada bu nedenle hedef olarak dijital tarım teknoloji bileşenlerini kullanan işletmeler seçilmiştir. Türkiye’de Tarım Makinaları üretim sektörü ve Yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren özellikle dönüşüme yatırım yapmış, Dijital Tarım’ı vizyon ve hedeflerine katmış, teknoloji bileşenleri kullanılarak üretilmiş ürün ve çalışmaları olan firmalar dikkate alınmıştır.

Türkiye genelinde düzenlenen tarımsal fuarlardan Aydın- Bursa- Denizli- İzmir- Konya ve Antalya tarım fuarlarına katılmış olan işletmeler arasından 305 firma araştırma kapsamında değerlendirmeye alınmıştır. 305 firmaya uygulanan anket soruları EK 1’de verilmiştir.

Anket çalışmasına katılan 305 firmanın: 1'er firma Adıyaman, Denizli, Kırklareli, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Gaziantep, Muğla, Osmaniye, 2'şer firma Amasya, Tokat, Çanakkale, Malatya, Çankırı, Kayseri, 3'er firma Çorum, Kırıkkale, Hatay, Mersin, Şanlıurfa, Samsun, Nevşehir, 4'er firma Adapazarı, Afyon, Karaman, 5'er firma Burdur, Isparta, 6 firma Kocaeli, 7 firma Eskişehir, 8 firma Adana, 9 firma Antalya, 14 firma Balıkesir, 15 firma Bursa, Tekirdağ, 18firma Aydın, Manisa, 22firma Ankara, 28firma İzmir, 30firma İstanbul, 51firma Konya illerinde faaliyet göstermekte olup bu firmaların; 227'si Tarım makina üreticisi, 14'ü Traktör ve ekipmanları, Bayi ve üreticisi, 4'ü Motor, Sulama, Şaft üreticisi, Akıllı çiftlik çözümleri, 3'ü Römork, Pülverizatör, Drone üreticisi, Sera, 2'si Kabin, Demir, Çapa, Ekim makinası, Yazılım, Bilişim, İş makinası, Tarım makinaları üreticisi, 1'i Lazer, Gübre, İnşaat, Sağım ve ekipmanları, Zeytin hasat makinası ve Güneş enerji sistemleri üreticisidir.

Fuarlara katılan firmalardan genel olarak ve teknik olarak soruları cevaplayabilecek yetkinlikte yöneticilerin bulunduğu görüldüğünden, anket uygulama yeri olarak fuarlar seçilmiştir.

Türkiye'de Tarım Makinaları üretim sektörü ve Yan sanayi sektöründe henüz Kümelenme ve Dijital Tarımda neler yapıldığı, işletmelerin hangi teknolojileri kullandığına dair bir istatistiksel rapor açıklanmamıştır. Araştırmalar, farkındalık ve mevcut durum, iş takip şeması oluşturma şeklindedir. TAGEM'in Tarımsal sektör raporuna göre sektörde 1.115 adet firma bulunmaktadır. TOBB'un sanayi veri tabanı istatistiğine göre 846, Sanayi sicil bilgi sistemine göre 1005, Yıllık sanayi hizmet istatistiğine göre 1491, Merkez bankasına göre ise 870 firma değerlendirmeye alınmaya uygun görülmüş ve 870 firmanın 147'si Anonim, 721'i Limited şirket statüsünde olup 527'si Mikro (10 kişiden az yıllık çalışanı olan) 265 i Küçük (50 kişiden az yıllık çalışanı olan) 15'i Büyük (250 kişiden fazla yıllık çalışanı olan) firma statüsündedir. Bununla birlikte Akıllı tarım platformu ve Tarmakbir araştırma raporuna göre, tarım makinaları üretim sektöründe faaliyet gösteren girişimci sayısının 1490 olduğu görülmektedir. Bu raporlar çerçevesinde Tesadüfi örnekleme yöntemi ile fuardaki 400 firmaya ulaşılmıştır. Bunlardan anket çalışmasına katılmayı kabul eden firma sayısı ise 305 olmuştur. Sektördeki 305 firmaya ait veriler istatistiki analizlerde kullanılmıştır.

Firmalara çalışmanın konusu ve amacı açıklanarak yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Firmalara ilişkin ilk bilgiler Eurpages ve Tarmakbir'e kayıtlı üye listeleri ve firmaların internetteki web sitelerinde, kamuoyunu bilgilendirme adı altında yaptıkları tanıtım ve beyanlar incelenerek elde edilmiştir. 305 firmanın büyük bir çoğunluğunda, üst düzey yöneticiler ve yetkin teknik personeller ile yüz yüze görüşülerek, anket formunda yer alan sorular cevaplanmıştır. Soruların oluşturulması sürecinde konuyla ilgili geniş bir literatür taraması yapılarak sorular literatürdeki çalışmalardan derlenerek oluşturulmuştur.

İşletmelere; "Kümelenme hakkında bilgi sahibi misiniz?" ve "Dijital Tarım hakkında bilgi sahibi misiniz?" soruları sorularak firmaların konu hakkındaki bilgi düzeyi ölçülmüş ve gerektiğinde firmalara anket soruları ve konu hakkında ön bilgilendirme yapılma sonrasında diğer anket soruları taraflarına yöneltilmiştir. Yapılan çalışmada firmaların çalışan sayıları, firma yaşları gibi yapısal öğeleri de analiz edilmiştir. Çalışmada yapılan anket ile firmalara ait mevcut yapı ve kümelenme seviyesi belirlenmiştir.

3.1.1 Araştırmanın kısıtları

İşletmelerin dijital tarım sürecine geçiş konusunda henüz başlangıç düzeyinde olması ve yatırımları nedeniyle, performansa yönelik verileri paylaşmakta endişe duymaları veya rakiplerle paylaşılabilceğini düşünmeleri araştırmanın kısıtlarındandır. Yetkililer ile görüşülürken, dijital tarımda kendilerini sektördeki işletmelerle karşılaştırarak cevap vermeleri, objektif davranamamaları ve yöneticilerin soruları anlama düzeyiyle sınırlandırılmıştır. Araştırmanın diğer engelleyicisi süre, maliyettir. Türkiye'deki Dijital Tarım kullanan tüm mamul üreticilerine ulaşmak imkan dahilinde adledilememektedir. Bu sebep ile fuarlara katılan firmalar sınırlandırılmasına gidilmiştir.

Sektörde yer alan firma sayısı konusundaki belirsizlik nedenli başta Eurpages üyeleri ile Tarmakbir'e kayıtlı 195 üye firmalar ve bir yere kayıtlı olmamakla birlikte uluslararası fuarlara iştirak ederek teknoloji bileşenleri kullanılarak ürettikleri ürünleri sergileyen firmalar arasında araştırma anketinin yapılmasının daha sağlıklı ve güvenilir

olması bir diğer kısıttır (Tarmakbir ve Akıllı tarım platformu araştırmasında girişimci sayısı 1490 iken Merkez bankası raporunda bu sayı 870, Sanayi bilgi sicil sistemi verileri kapsamında ise girişimci sayısı 1005 olmaktadır).

3.2 Yöntem

Tarım Makinaları Üretim Sanayi ve Yan Sanayi sektöründe yer alan ve Dijital Tarım olgusundan etkilenen firmalarla araştırma yürütülmüştür. Yöneticiler/Çalışanlar ile yüz yüze görüşme sağlanarak gerçekleştirilen anket ve mülakat yönteminden oluşmaktadır. Çalışmada; Çetin'in (2018) "Güneş Enerji Sistemleri Firmalarının Kümelenme Düzeyi: Batı Akdeniz Bölgesi Örneği" adlı yüksek lisans tez çalışması, Satılmış tarafından 2019 yılında yapılan, "Dijitalleşme ve Endüstri 4.0'ın Beyaz Eşya Sektörüne Etkisi" adlı yüksek lisans tez çalışması, Yılmaz'ın (2018), "Awareness Analysis Of Industry 4.0" adlı yüksek lisans tez çalışması ile Duman'ın (2020) "Endüstri 4.0 Teknoloji Bileşenlerinin Örgütsel Performansa Etkilerini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma" adlı doktora tez çalışması, Sarıtaş'ın (2012) "Batı Akdeniz Bölgesi İmalat KOBİlerinin Kümelenme Düzeylerinin Analizi" doktora tez çalışması ile Sert'in (2020) "Dijital Dönüşümde Endüstri 4.0 Değer Zinciri Temel Faaliyetler Analizi: Otomotiv Sektörü İçin Model Önerisi", araştırmalarından yararlanılarak bilinen bir yöntemin farklı bir alana uygulanması amacıyla araştırmacı tarafından tezin amacına ve sektöre uyumlaştırılarak kullanılmıştır.

Türkiye'de tarım makinaları ve teknolojileri üretim sanayi sektöründe faaliyet gösteren ve Dijital Tarım'a ve dolayısıyla Dijital dönüşüm'e uyum potansiyeli bulunan firmaların belirlenmesinde ve yatay (Strateji, Organizasyon ve Ürün, Hizmetler-Süreçler) ile dikey (Dijital dönüşüm ve Müşteri Entegrasyonu) organizasyonlar da dikkate alınarak modern kümelenme modellerine göre "hammadde, yarı mamul, makina ve ekipman tedariki, rakipler ve rekabet tutumları açısından" firmaların kümelenmesi amaçlanmıştır.

Firmaların kümelenme seviyelerini belirlemek için cevaplara ilişkin puanlama sistemi (skalası) oluşturulmuştur. Katılımcı işletmelerin Dijital Tarım Durum düzey ölçümü çerçevesinde verdikleri cevaplar '4-3-2-1' olarak puanlamaya tabi tutulmuştur. Verilen yanıtlardan ve Sert'in (2020) "Dijital Dönüşümde Endüstri 4.0 Değer Zinciri Temel Faaliyetler Analizi: Otomotiv Sektörü İçin Model Önerisi", araştırmasından yararlanılarak araştırmacı tarafından tezin amacına ve sektöre uyumlaştırılarak seviyelere ait kriterler oluşturulmuştur.

Verilen cevaplardan alınan toplam puanlar; 10-40 puan arasında ise BAŞLANGIÇ SEVİYESİ (seviye-1), 41-70 puan arasındaysa GELİŞİM SEVİYESİ (seviye-2), 71-100 puan arasındaysa PROFESYONEL SEVİYE (seviye-3) olarak tespit edilmiştir. Sonraki aşamada ise her seviyeye denk gelen dijital tarım dönüşüm durum haritası oluşturulmuştur.

Seviye-1: Bu düzeydeki firmalarda, kısa, orta ve uzun vadeli hedef planlaması yapılmamaktadır. Dijital dönüşüm teknolojilerine geçiş henüz hedeflenmemektedir.

Seviye-2: Bu seviyede yer alan firmalarda, yol haritası geliştirilmiştir. Dijital Dönüşüm farkındalığı oluşmuştur. AR-GE çalışmaları mevcuttur. Çalışanlar teknoloji bileşenlerini kullanabilmektedir. Strateji, yatırımlar, inovatif ürünler ve yönetime yönelik çalışmalar mevcuttur. İnternet ağında veri odaklı hizmetler mevcuttur. Ekipman alt yapısı, dijital modelleme mevcuttur. Dijital teknoloji bileşenlerinden ortalama olarak 3-4 tanesi kullanılmaktadır.

Seviye-3: Bu seviyede ki firma, yol haritası, kısa ve uzun süreli planlar ve dijital dönüşüm stratejisi geliştirmiştir. Dijital Dönüşüm farkındalığı yüksektir. Operasyonel kısımda bilgi paylaşımı yapıldığı, gerekli bilgi teknolojileri güvenliğinin sağlandığı, bulut teknolojilerinden yararlanıldığı ve kümede belli birimlerde dijital süreçleri sahip olduğu görülmüştür. İşletme çalışanlarının kişisel yeteneklerinin ve becerilerinin artırıldığı meslek içi kişisel gelişim eğitimlerin verildiği çalışma ortamlarına sahiptir. Yeniliğe açık yönetim yapısına sahiptir. İş birliği kültürü gelişmiştir. Dikey ve yatay entegrasyondaki küme paydaşları arasında bilgi paylaşımına sahiptir.

Katılımcı işletmelerin Dijital Tarım Kümelenme Durum tespiti çerçevesinde verdikleri cevaplar ‘4-3-2-1’ olarak puanlamaya tabi tutulmuş. “Aynı Sanayi Bölgesinde” yer alanlara 4 Puan, “Aynı Şehirde Yer Alanlara” 3 Puan ,“Farklı Şehirde Yer Alanlara” 2 Puan, “Yurt Dışında Bulunan” işletmelere ise 1 Puan verilmiştir. Verilen cevaplardan toplam alınan puanlar; 10-40 puan arasında ise düşük kümelenme, 41-70 puan arasındaysa orta kümelenme, 71-100 puan arasındaysa yüksek kümelenme olarak tespit edilmiştir.

Düşük kümelenme: Bu gruba giren işletmelerde dijital tarım teknoloji geliştirme konusu firmanın genel stratejisinin bir parçası olup makina ve teçhizatların satın alındığı kişiler- farklı bölge ve farklı ildeki kişi veya firmalardır. Bilgi paylaşımı sadece gerektiği durumlarda yapılır. Birbirlerini rakip görme anlayışı daha üst seviyelerdedir.

Orta kümelenme: Bu gruba giren işletmelerde aynı ya da ilgili faaliyetlerde bilgi paylaşımı vardır. Küme, paydaşlar, alıcılar ve satıcılarla hakkında analizler gerçekleştirilmiştir. Uluslararası ticari ağlar tahsis edilmiştir. AR-GE ve desteklemelerden faydalandığı görülmektedir. Bölgeye ve etkinliğe bağlı ortak çağrışım, internet site oluşumları görülebilmektedir.

Yüksek kümelenme: Bu gruba giren işletmelerde küme girişimleri ile ilişkiler gelişmiş, güven oluşmuş, bilgi paylaşımı üst seviyelere yaklaşmıştır. Kendini finanse edebilmektedir. İş birlikleri artmış, bu paylaşımlardan yeni firma birliktelikleri, yeni anlaşmalar ve küme ihtiyacına göre yeni kurulan firmalar ortaya çıkmaya başlamıştır.

Araştırma soruları ve hipotezleri: Bu araştırmada kullanılan anket ve soruların tamamı EK-1de yer almakta olup ana soru başlıkları aşağıda verilmiştir:

a) Kümelenme hakkında bilgi sahibi misiniz?,

b) Dijital Tarım hakkında bilgi sahibi misiniz?,

Bu sorulara cevap ‘Evet’ ise aşağıda yer alan diğer soruların sorulmasına geçilmiştir.

- A. KİŞİSEL BİLGİLER
- B. GENEL BİLGİLER
- C. KÜMELENME YAPISI
- D. DİJİTAL TEKNOLOJİ BİLEŞENLERİ KULLANIM DÜZEY ÖLÇÜMÜ
- Strateji ile İlgili Sorular
- Organizasyon ile İlgili Sorular
- Müşteri Entegrasyonu ile İlgili Sorular
- Ürün, Hizmet ve Süreçler ile İlgili Sorular
- Güvenlik ve Altyapı ile İlgili Sorular
- Akıllı Üretim ile İlgili Sorular
- Tedarik Zinciri ile İlgili Sorular
- Performans Ölçümü ile İlgili Sorulardır.

Bu soruların cevaplarına bağlı olarak araştırmanın amacı doğrultusunda kurulan hipotezler aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

*H1 (1): Makina Ekipman Tedariği Benzerdir. H0: Makina Ekipman Tedariği Benzer Değildir.

*H1 (2): Yedek Parça Tedariği Benzerdir. H0: Yedek Parça Tedariği Benzer Değildir.

*H1 (3): Bakım Hizmeti Aldığı Yer Benzerdir. H0: Bakım Hizmeti Aldığı Yer Benzer Değildir.

*H1 (4):Hammadde Aldığı Yer Benzerdir. H0: Hammadde Aldığı Yer Benzer Değildir.

*H1 (5): Müşterilerin Bulunduğu Yer Benzerdir. H0: Müşterilerin Bulunduğu Yer Benzer Değildir.

*H1 (6): Rakiplerin Bulunduğu Yer Benzerdir. H0: Rakiplerin Bulunduğu Yer Benzer Değildir.

Anketi yanıtlayan firmaların demografik (Firma genel bilgileri) özelliklerine göre kümelenme derecelerinin belirlenmesine yönelik hipotezler:

*H1 (7): İşletmelerin Faaliyet Alanı Benzerdir. H0: İşletmelerin Faaliyet Alanı Benzer Değildir.

*H1 (8): İşletmelerin Büyüklük Ölçüleri Benzerdir. H0: İşletmelerin Büyüklük Ölçüleri Benzer Değildir.

*H1 (9): İşletmelerin Bulundukları Konumu Benzerdir. H0: İşletmelerin Bulundukları Konumu Benzer Değildir.

*H1 (10): İşletmelerin Yaşları Benzerdir. H0: İşletmelerin Yaşları Benzer Değildir.

Bu hipotezler anket bilgilerine bağlı olarak istatistik programında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

3.2.1 Araştırmanın modeli

Veriler yüz yüze yapılan anketle elde edilmiştir. Çalışmada Çetin'in (2018) "Güneş Enerji Sistemleri imal eden firmalarının Kümelenme Düzeyi: Batı Akdeniz Bölgesi Örneği" adlı yüksek lisans tez çalışması, Satılmış tarafından 2019 yılında yapılan, "Dijitalleşme ve Endüstri 4.0'ın Beyaz Eşya Sektörüne Etkisi" adlı yüksek lisans tez çalışması, Yılmaz'ın (2018), "Awareness Analysis Of Industry 4.0" adlı yüksek lisans tez çalışması ile Duman'ın (2020) "Endüstri 4.0 Teknoloji Bileşenlerinin Örgütsel Performansa Etkilerini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma" adlı doktora tez çalışması, Sarıtaş'ın (2012) "Batı Akdeniz Bölgesi İmalat KOBİlerinin Kümelenme Düzeylerinin Analizi" doktora tez çalışması ile Sert'in (2020) "Dijital Dönüşümde Endüstri 4.0 Değer Zinciri Temel Faaliyetler Analizi: Otomotiv Sektörü İçin Model Önerisi", çalışmalarından yararlanılarak araştırmanın modeli ve anket soruları oluşturulmuştur.

Başta Eurpages ve Tarmakbir'e kayıtlı ya da bir yere kayıtlı olmamakla birlikte Dijital Tarım teknolojilerini kullanan Türkiye'deki Tarım Makinaları üretim sektörü ve Yan

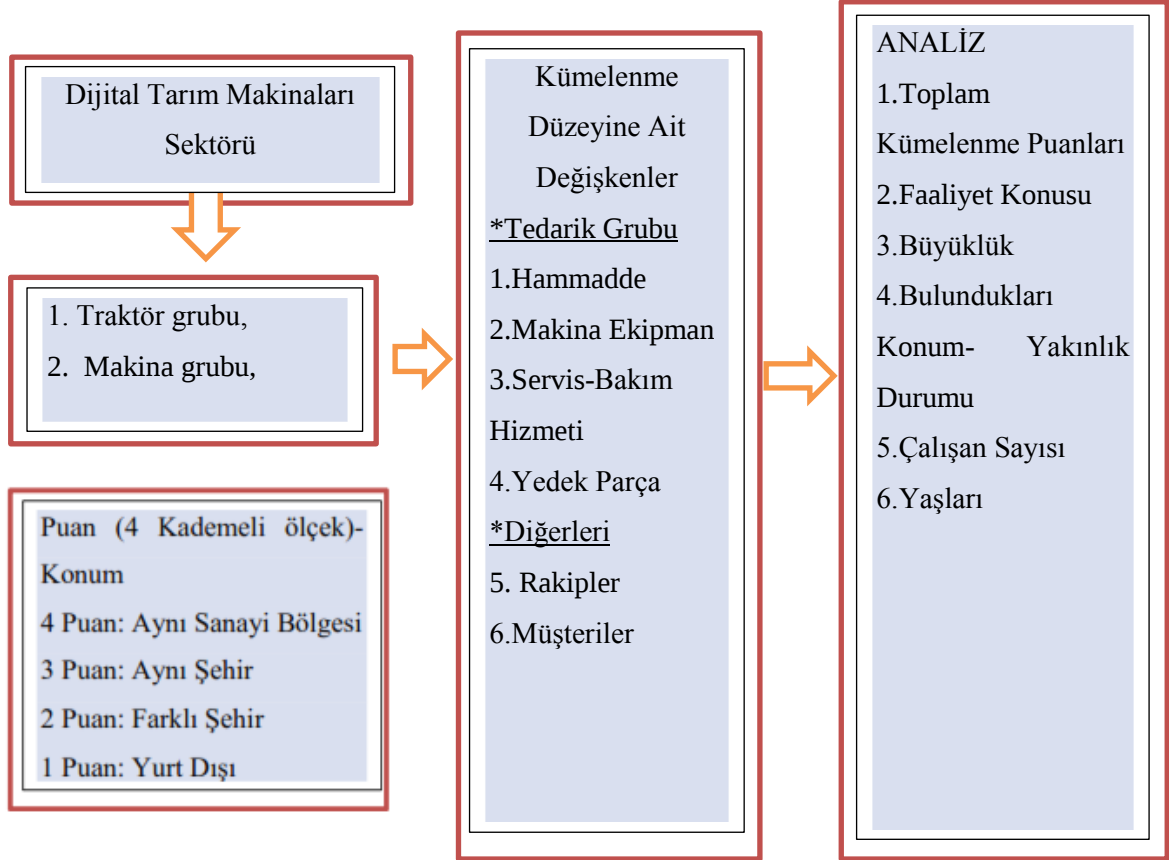
sanayi sektöründe faaliyette bulunan firmaların kümelenme düzeyleri ve mevcut yapı belirlenmiştir. Veriler SPSS 20 istatistik paket programı ile değerlendirilmiştir. İlk olarak işletmelerin profilini tanımlamak için frekans analizinden faydalanılmıştır. İşletmelerin çalışan sayıları, bulundukları konum ve kuruluş yılları temel alınarak hipotezler türetilmiştir. Kümelenme düzeyleri; işletmelerin faaliyet konusu, ölçek yapıları, konumları ve işletmelerin yaşları açısından ele alınmış ve analiz edilmiştir.

Çalışmada işletmelerin “Makina ve Ekipman Satın Alınan İşletmeler, Yedek Parça Temin Edilen İşletmeler, Bakım Onarım Hizmeti Alınan İşletmeler, Hammadde Tedarik Edilen İşletmeler, Müşteriler ve Rakipler” kriterleri çerçevesinde hipotezler oluşturulmuştur ve kümelenme düzeyleri belirlenmiştir. Kümelenme durum tespiti için 6 değişken ve Dijitalleşme durum tespiti içinde 7 değişkene ait puanların toplamı hesaplanmıştır. Puanlar 100 üzerinden standartlaştırılmıştır. Sektörün kümelenmesinin belirlenmesinde puanlama sistemi dikkate alınmıştır. Puanlamaya göre 70 - 100 arası puan yüksek, 40 - 70 arası orta, 10 - 40 arası puan arasında kalanlar kümelenme derece düşük değerlendirilmiştir.

Buraya kadar anlatılanlarla ilgili bilgileri içeren Model şekil olarak Şekil 3.1 adı altında yer almaktadır.

DİJİTAL TARIM MAKİNALARI ve TEKNOLOJİLERİ SEKTÖRÜ
KÜMELENME MODEL ÖNERİSİ ve DEĞİŞKENLERİ

TÜRKİYE TARIM MAKİNALARI ve TEKNOLOJİLERİ SİSTEMLERİ
SEKTÖRÜ

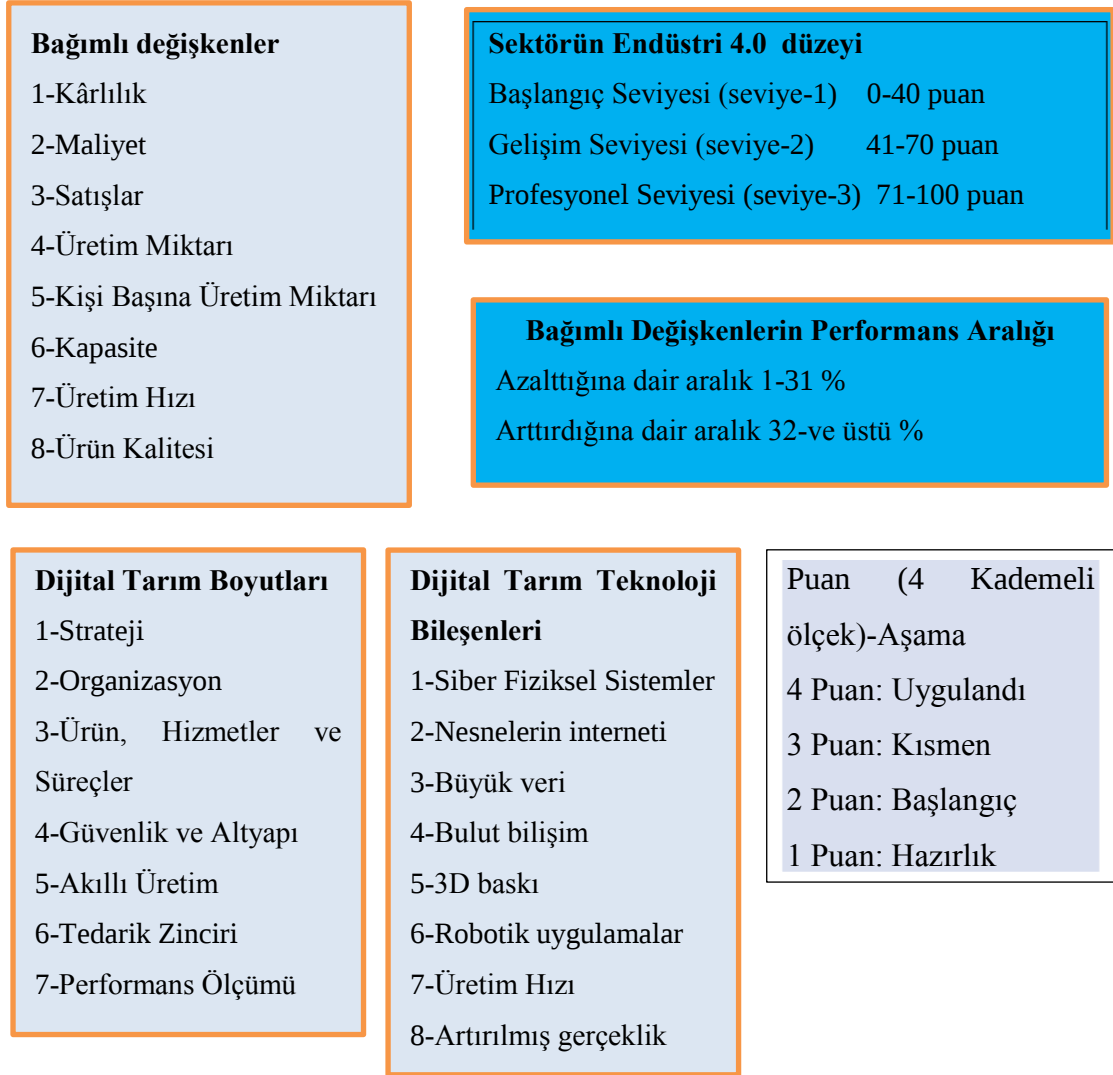


Şekil 3.1 Türk tarım makinaları sektörü dijital dönüşüm modeli

Kaynak: Literatürler incelenerek oluşturulmuştur.

**DİJİTAL TARIM MAKİNALARI ve TEKNOLOJİLERİ SEKTÖRÜ DÖNÜŞÜM
MODEL ÖNERİSİ ve DEĞİŞKENLERİ**

DİJİTAL TARIM TEKNOLOJİ DÜZEY ÖLÇÜMÜ



Şekil 3.2 Araştırmanın modeli

Kaynak: Yazar tarafından literatür esas alınarak oluşturulmuştur.

3.2.2 Araştırmanın analiz süreci

Anket, kümelenmeyle ilgili bilimsel çalışmalarda kullanılan formların değerlendirilmesi, sektöre adapte edilmesi ile oluşturulmuştur. Önceden hazırlanmış sorulardan oluşan anketler, araştırma kapsamındaki işletmelerde çalışanlara uygulanmıştır. Araştırma soruları EK 1’de verilmiştir. Uygulama araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılanlara öncelikle çalışmanın amacı açıklanmış olup yanıtlar alınarak sonuçlar analiz edilmeye çalışılmıştır.

Güvenilirlik Testi (Cronbach Alfa): Hazırlanan ölçeğin ve ölçeği oluşturan değişkenlerin güvenilirliği Cronbach alfa güvenilirlik testi ile ölçülmüştür. Cronbach Alfa (α) 1’e yakınlık durumu ölçeğin güvenilirliğini göstermektedir.

Tanımlayıcı Yöntemler: İşletmelerin görünümü ve işletmeye ilişkin temel verileri analiz için tanımlayıcı istatistik yöntemlerinden olan frekans analizinden yararlanılmıştır.

Ki-Kare Homojenlik Testi: Ki-Kare homojenlik testi, birbirinden bağımsız birden fazla örneklemin kullanıldığı kütlenin aynı kütleyle ait olup olmayışını tespitite kullanılmakta olup “Firmanın faaliyeti, yedek parça, bakım hizmeti, hammadde ve rakipleriyle” kıyas ve karşılaştırılmalarında uygulanmıştır.

Kişisel Bilgiler Formu: Katılımcıların eğitim durumu, işletmedeki rolü ve hangi bölümde çalıştığına ilişkin bilgiler istenmiştir.

Firma Bilgileri Formu: Firmanın kuruluş yılı ve yaşı, faaliyet alanı, hukuki yapısı, kuruluş yeri, yıllık cirosu, çalışan sayısı ile birlikte çeşitli sistem ve süreçler hakkındaki faaliyetleri toplanmıştır.

Kümelenme Yapısı: Öncelikle kümelenme hakkında bilgilendirme yapıldıktan sonra ilk 7 soru çoklu seçenekli olacak şekilde üretim süreciyle ilgili belge sahipliği, kümelenme yapısı ve 5’li likertle ölçülmüş 5 madde ele alınmıştır. Çetin (2018)

tarafından ele alınan çalışma kullanılmıştır.

Dijital Tarım Teknolojik Düzey Ölçümü: Dijital Tarım kullanım düzeyi ve stratejiyle ilgili 5 madde, organizasyonla ilgili 6 madde, müşteri entegrasyonu ile ilgili 4 madde, ürün, hizmet ve süreçlerle ilgili 9 madde Duman (2020) ve Sert (2020) çalışmasından yararlanılarak hazırlanmıştır. Anket yöntemi, hızlı ve pratik olması, örnekleme ulaşılabilirlik ve örneklemden geri bildirim sağlamak açısından tercih edilmiştir. Ayrıca araştırmanın uygulanabilirliğini arttırmak içinde kullanışlı bir yöntemdir. Toplamda **305** katılımcı ile gerçekleştirilen “Anket” çalışmasının tesadüfi olarak kartopu örneklem modeline göre, belirlenen katılımcılara ait demografik özellikler tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada mevcut durum, Kümelenme ve Dijital Tarım seviyeleri belirlenmiştir. Dijital Tarım teknoloji bileşenlerine ait sorular literatür esas alınarak oluşturulmuştur. Dijital Tarım teknolojilerinin kullanıma girme zamanı ve Dijital Tarım teknolojilerinin kullanım seviyelerine ait sorular yer almaktadır.

Dijital Tarım yedi teknoloji bileşenlerinin uygulanıp uygulanmadığına dair sorular beşli likert ölçekle sorgulanmıştır. Teknolojilerin uygulanma seviyeleri, “Gerçekleştirilmedi, Hazırlık Aşamasında, Fikrim Yok, Kısmen Gerçekleştirildi, Tamamen Gerçekleştirildi” seçenekleriyle belirlenmeye çalışılmıştır. Dijital Tarımda işletmeleri zorlayan engelleri öğrenmek için de sorular sorulmuştur.

Araştırmada Kullanılan Ölçeklerin Güvenilirlik Analizi Sonuçları: Yapılan uygulamada kullanılan anket formu, daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan formların uyumlaştırılması sonucu oluşturulmuştur. Cronbach Alfa Katsayısı Yöntemi ile güvenilirlik analizi yapılmıştır.

- $0.00 \leq \alpha < 0.40$ ise ölçek güvenilir değil,
- $0.40 \leq \alpha < 0.60$ ise ölçek düşük güvenilirliktedir,
- $0.60 \leq \alpha < 0.80$ ise ölçek oldukça güvenilirdir,
- $0.80 \leq \alpha < 0.100$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir bir ölçektir (Akgül ve Çevik, 2003).

Cronbach Alfa (α) “Güvenilirlik katsayısının $0,60 \leq \alpha < 0,80$ arasında olması durumunda ölçek oldukça güvenilir”(Gürbüz ve Şahin, 2014, s. 157), “ $0,80 \leq \alpha < 1,00$ arasında olması durumunda ise ölçek yüksek derecede güvenilir” (Kalaycı, 2005, s. 405). Çalışmada geçerlilik ve güvenilirlik analizleri yapıldığı için ölçekler oluşturulmuştur. Çizelge 3.1’de ölçeklere ilişkin güvenilirlik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Ölçeklere ilişkin güvenilirlik analizi sonuçları

Ölçek	Alfa Değeri	Madde Sayısı
KÜMELENME Ölçeği	,819	6
KÜMELENME REKABET Ölçeği	,645	5
DİJİTAL TARIM Ölçeği	,862	24
DİJİTAL TARIM Strateji Ölçeği	,813	5
DİJİTAL TARIM Organizasyon Ölçeği	,800	6
DİJİTAL TARIM Müşteri Entegrasyonu Ölçeği	,767	4
DİJİTAL TARIM Ürün, Hizmet ve Süreçler Ölçeği	,505	9

Kümelenme “0,819” ve rekabete ilişkin katsayı “0,645” olarak tespit edilmiştir. Dijital Tarım teknolojilerini ölçen (24) soruların güvenilirliği 0,862’dir. Tüm alphaların 0,7’den yüksekliği anketin güvenilir ve tutarlılığını göstermektedir (Çizelge 3.1).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Verilerin frekans tabloları elde edilmiş ve yorumlanmıştır. Saha araştırmasından elde edilen veriler eşliğinde, çalışmanın temel amaçlarına yönelik saptamalar ve analizler ortaya konulmuştur. Demografik verilerin sunumuyla başlanacak olan bu bölümde, alanda karşılaşılan kitlenin sahip olduğu profillerin özellikleri verilmiştir. Türkiye’de Tarım Makinaları üretim sektörü ve Yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmelere yapılan anketten elde edilen veriler analiz edilmiştir. Demografik veriler, katılımcılarla araştırmacının yapmış olduğu görüşmelerden elde edilen veriler, kategoriler ve kodlar oluşturularak frekans analizi yapılmıştır. Her tema bir alt başlık haline getirilerek bulguların birbiri ile olan ilişkileri analiz edilmiştir.

Veri toplama formunda birbirinden bağımsız maddelerden oluşan sorular anket soruları birbiriyle ilişkili ve üst başlıkta verilen yapıyı ölçmek amacıyla oluşturulan maddeler ölçek olarak tanımlandığından ölçeklerin geçerliği için faktör analizi, güvenirliği için Cronbach alfa değeri hesaplanmıştır Alpar, Reha (2022). SPSS 20 programında gerçekleştirilen analizler Word ortamında Çizelgelere dönüştürülmüştür. Katılımcılara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (Sıklık- frekans), Firmalara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (Kategorik Değişkenler) (Sıklık- frekans, Ortanca), Sistem ve Süreçlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (Sıklık- frekans), Firmaların Kümelenme Ölçeğine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (Sıklık), Strateji, Organizasyon ve Performans ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler (Sıklık- frekans), Dijital Tarım Teknolojilerini Kullanma Düzeyine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (Sıklık), Dijital Tarım’a Geçiş Konusunda Firmaları Zorlayan En Önemli Sorunlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (Sıklık), Hipotezlerin testi (Tek Örnek Ki-kare Testi), Kümelenme analizi (Tek Örnek Ki-kare Testi), İşletmenin Kuruluş Yeri ile Kümelenme_Düzeyleri analizi (Tek Örnek Ki-kare Testi), Bazı kategorik değişkenler (sorular) arasındaki ilişki analizi (Tek Örnek Ki-kare Testi) ve Kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme analizi yapılmıştır. Kategorik değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; sayı (sıklık) ve yüzde, sürekli değişkenler için; ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum, olarak ifade edilmiştir. Analizde anlamlılık düzeyi %5 alınmıştır.

4.1 Katılımcıların ve Firmaların Demografik Verileri

Ankete katılım sağlayan firma adı sorulmuş, ancak bu alan zorunlu tutulmamıştır. Analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.1 ve 4.2’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1 Katılımcılara ilişkin tanımlayıcı istatistikler

		Sıklık	%
Eğitim Durumu	Lise	16	5,2
	Ön lisans	28	9,2
	Lisans	167	54,8
	Lisansüstü	94	30,8
	Toplam	305	100
Statünüz/ rolünüz	İşletme Sahibi	10	3,3
	Ortaklardan birisi	10	3,3
	Yönetici	274	89,8
	Çalışan	11	3,6
	Toplam	305	100
Çalıştığınız bölüm	Satış-Pazarlama	250	82,0
	Ürün Geliştirme / Ar-Ge	25	8,2
	Üretim/Kalite	30	9,8
	Toplam	305	100

Frekans Testi, Kaynak: Mülakat verileri ışığında yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışanların demografik durumu ve dinamik resmi gösterilmiş, bu anlamda örneklemin daha kolay kategorize edilmesini sağlamak için cinsiyet, eğitim durumu, işletmedeki rolü ve çalıştığı bölüm çizelgeleştirilmiştir.

Çalışmada görüşülen bireylerin profillerinin demografik koşullarının ve örneklem grubunun bütüncül özelliklerinin neler olduğunun anlaşılabilmesi önemli bir veri niteliğine sahiptir.

İşletmelerin genel profili ve işletmeye ilişkin veriler frekans analiziyle değerlendirilmiştir. Firmaların ve katılımcıların genel bilgilerine ilişkin frekans çizelgeleri oluşturulmuştur. İşletmeler Organize Sanayi Bölgesi, Küçük Sanayi Siteleri ve Mahalli Yerleşim alanlarında kurulmuştur.

Katılımcıların çoğunluğunun lisans mezunu (%54,8) (167), yönetici (%89,8) (274) ve satış-pazarlama bölümünde (%82,0) (250) çalışmakta olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ileri analiz sonuçları ile birleştirilerek değerlendirildiğinde, katılımcıların eğitim oranının yüksek olduğu söylenebilir.

Örnekleme katılımcıların eğitim durumu %5,2'sinin lise, %85,6'nın üniversite mezunu olduğu; işletme sahibi olma durumu %3,3'nün ortak olduğu, %3,3'nin işletme sahibi olduğu; bölüm dağılımı %82,0'si satış-pazarlama, %8,2'si AR-GE, %9,8'i Kalite biriminde olduğu belirlenmiştir.

Firmaların yarısından fazlası Organize Sanayi Bölgesinde (OSB'de) kurulmuş ve yaklaşık yarısı bir milyondan fazla yıllık ciroya sahiptir. Ankete katılan 305 işletmenin %40,7'si limited şirketi olduğu görülmektedir. Tarım makinaları üretim sektörü ağırlıklı olarak büyük ölçekli firmalardan oluşmaktadır.

Çizelge 4.2 Firmalara ilişkin tanımlayıcı istatistikler (kategorik değişkenler)

		Sıklık	%
İşletmenizin Hukuki Yapısı	Aile İşletmesi	105	34,4
	Limited	124	40,7
	Diğer	76	24,9
	Toplam	305	100
İşletmenizin Kuruluş Yeri-Konum	OSB	165	54,1
	Küçük Sanayi Sitesi	76	24,9
	Mahalli Yerleşim	39	12,8
	Diğer	25	8,2
	Toplam	305	100
İşletmenizin yıllık cirosu (bin TL)	50-250 TL	20	6,6
	250-500 TL	86	28,2
	500-1000 TL	52	17,0
	1000-5000 TL	42	13,8
	>5000 TL	105	34,4
	Toplam	305	100
Kuruluş Yaşı	0-50	274	33
	51-100	17	62,4
	101 ve Üstü	1	0,3
	Yanıtsız	13	4,3
	Toplam	305	100
İşletmenizin Faaliyet Alanı	Otomotiv		
	Makina	305	100
	Hizmet		
	Diğer		
	Toplam	305	100
İşletmenizin Büyüklüğü	Mikro İşletme-kod 1 Toplam çalışanların sayısı <10	42	13,8
	Küçük İşletme-kod 2 10-49	77	25,2
	Orta Ölçekli işletme-kod 3 50-249	60	19,7
	Büyük İşletme-kod 4 250 ve üstü	126	41,3
	Toplam	305	100

Kümelenme yaklaşımında örnek alınan çalışmalardan yararlanılarak önemli parametreler incelenmiştir. Bu parametreler arasında firmaların; bulundukları konum ve faaliyet alanları, firmaların istihdam ettiği kişi sayıları ve firmaların kuruluş yılları sayılabilir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde; firmaların faaliyet alanı bakımından kişiler veya firmaların (305) makina sektöründeki firmalar olduğu anlaşılmıştır ($H_{0(7)}$ kabul).

Büyükölçü Ölçüleri bakımından kişi veya firmaların ise ağırlıklı olarak (126) büyük işletme ve küçük işletme (77) olduğu saptanmıştır ($H_{0(8)}$ ret). Küçük işletmeler ve paydaşları aynı sanayi bölgesinde faaliyet gösterdikleri için kümelenme yapısı göstermeleri yüksek oranda beklenmektedir. Ankete göre, ağırlıklı olarak büyük ölçekli firmalardan (250 - üstü kişi) oluşmaktadır. 10'dan az % 13,8'lik, 10 - 49 arası % 25,2'lik, 50 - 249 arası % 19,7'lik paya sahipken personel sayısı 250 den fazla olan işletmeler % 41,3'lük bir paya sahiptir.

Konum-kurulu oldukları yer bakımından kişi veya firmaların ise yarısından fazlasının organize sanayi bölgesinde (165) ve küçük sanayi sitelerinde (76) yer aldığı anlaşılmaktadır ($H_{0(9)}$ ret). Coğrafi açıdan OSB'de yer alan firmaların işbirliği ilişkilerinin olumlu yönde etkilendiği söylenebilir.

Araştırmaya katılan işletmelerin tecrübelerini temsilen yaşları (kuruluş yılları) açısından analizde elde edilen en yüksek rakamın (0-50) (274) olduğu, en düşük rakamın ise (101 ve üstü) (1) olduğu ortaya çıkmıştır. ($H_{0(10)}$ ret). Ankete katılan firmaların bir kısmının yeni kurulmuş firmalar olduğu görülmektedir. Genç firmaların yeniliğe açık oldukları ve rekabete istekli oldukları gözlemlenmiştir. Genç işletmeler olarak nitelendirilen 0-50 yaş arasındaki firmalar % 33 oranında bulunmaktadır. 51 yaşın üzerindeki işletmeler % 62,4'lük paya sahip firmalar deneyimleriyle ve işbirliği davranışlarıyla hareket etmektedir.

Kuruluş şekli açısından firmalar incelendiğinde (124) limited firma olduğu tespit edilmiştir.

4.2 Sistemler ve Süreçlere İlişkin Elde Edilen Bulgular

İstatistiki değerlendirme sonuçları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te yer almaktadır.

Çizelge 4.3'teki değerlendirme sonuçları incelendiğinde; 13 firmanın 1'yıldan az süredir faaliyette olduğu, ortalama 36 yaşında olduğu 1 ile 109 yıl arasında değiştiği görülmüştür.

Erkek ve kadın çalışan sayısının ortancalarının 140 ve 20 olduğu, en fazla 2000 erkek, 750 kadın çalışanı olan firma olduğu görülmüştür (Frekans testi).

Çizelge 4.3 Firmalara ilişkin tanımlayıcı istatistikler (sürekli değişkenler)

	Ortalama Mean	Ortanca Median	Min	Maks
İşletme Yaşı (yıl)	35,65	36	1	109
Erkek Çalışan Sayısı	258,38	140	0	2000
Kadın Çalışan Sayısı	88,25	20	0	750

Çizelge 4.4 Sistem ve süreçlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler

		Sıklık	%
Sistemli pazar araştırması yapıyor musunuz?	Evet	275	90,2
	Hayır	30	9,8
Yeni ürün geliştirme çabası içinde misiniz?	Evet	297	97,4
	Hayır	8	2,6
Yurtiçi fuarlara katılım yapıyor musunuz?	Evet	305	100,0
Yurtdışı fuarlara katılım yapıyor musunuz?	Evet	226	74,1
	Hayır	79	25,9
Eğitim ve geliştirme uygulamaları yapıyor musunuz?	Evet	271	88,9
	Hayır	34	11,1
Firmanın markası tescilli mi?	Evet	288	94,4
	Hayır	17	5,6
Firmanın patent/ Ar-Ge departmanı var mı?	Evet	305	100,0
Firmanın tasarım tescili var mı?	Evet	233	76,4
	Hayır	72	23,6
Firma devlet destekli AR-GE yürüttü mü?	Evet	251	82,3
	Hayır	54	17,7
Yabancı dil bilen personeliniz mevcut mu?	Evet	216	70,8
	Hayır	89	29,2
Toplam		305	100

Kaynak: Veriler dikkate alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çizelge 4.4’te verilen Sistem ve Süreçlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistiki analiz sonuçlarına göre; işletmelerin pazarlama fonksiyonuna, dış ticarete ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Bu analize göre %90’ının sistemli pazar araştırması yaptığı görülmektedir.

Çizelge 4.4’e göre firmaların yeni pazarlara açılarak mevcut pazar paylarını arttırmaya çalıştıkları görülmektedir. Aynı zamanda işletmelerin yeniliğe açık olduğunu göstermektedir. Araştırmaya katılan firmaların %97,4’ü yeni ürün geliştirme çabası içinde olduğu görülmüştür. Bu sonuç firmaların yeni ürün geliştirme çabalarında zorlanmadıklarını ve işletmelerin standart ürünler üretmediklerini göstermektedir. Katılımcı firmaların Ar- Ge desteklerinden faydalandıkları tespit edilmiştir. Ar-ge desteklerinden faydalanan ve Ar-Ge departmanları olan işletmelerin dijitalleşme konusunda farkındalığı oldukça yüksektir. Ayrıca işbirliği ve rekabetçilikte devlet desteğinin firmalar için çok önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Dış Ticaret: Pazarlara ve müşterilere ulaşabilmek için yurt içi ve yurt dışı fuarlar önem arz etmektedir. Sistem ve süreçlerine ilişkin durumları değerlendirildiğinde; anket katılımcılarının yurt içi ve yurt dışı fuarlara katıldığı görülmüştür. Yurt dışı fuarlarına katılım oranının %74,1 olması, ihracat eğilimleri ve yabancı dile hakim personelle ilişkilendirilmektedir. Ele alınan firmaların, 196'sında (%64,3) ürün ve üretimle ilgili belge ya da belgeleri bulunmakta, buna karşın %7,9'unda ise belge bulunmamaktadır.

4.3 İşletmelerin Kümelenme Yapısına İlişkin Elde Edilen Bulgular

Firmaların Kümelenme İşbirliği ve Rekabet Ölçeğine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikleri analizler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Firmaların kümelenme işbirliği ve rekabet ölçeğine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

		Sıklık	%
Ulusal düzeydeki pazar payı	Çok düşük	10	3,3
	Düşük	5	1,6
	Orta	86	28,2
	İyi	189	62,0
	Çok İyi	15	4,9
Birey ve kurumlarla ortak iş tutumunuz	Çok düşük	40	13,1
	Düşük	35	11,5
	Orta	70	23,0
	İyi	120	39,3
	Çok İyi	40	13,1
Girişimci firmaların güven düzeyi	Çok düşük	-	-
	Düşük	30	9,8
	Orta	174	57,0
	İyi	76	24,9
	Çok İyi	25	8,2
Rekabet ortamında konumunuz	Çok düşük	0	0,0
	Düşük	15	4,9
	Orta	55	18,0
	İyi	144	47,2
	Çok İyi	91	29,8
Rekabet ortamı nasıl	Çok düşük	0	0,0
	Düşük	15	4,9
	Orta	94	30,8
	İyi	166	54,4
	Çok iyi	30	9,8
Toplam		305	100

İşbirliği ve Rekabet ölçeğine ilişkin elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; ulusal düzeydeki pazar payı, rekabet ortamındaki konumu bakımından iyi olduklarını düşündükleri, bölgedeki girişimci firmalara güven bakımından orta düzeyde oldukları söylenebilir. Kümelenme yapısına dair veriler Çizelge 4.6’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.6 Kümelenme yapısına ilişkin istatistikler

	ASB	AŞ	FŞ	YD
	N/Toplam	N/Toplam	N/Toplam	N/Toplam
<u>Makina ve teçhizatın satın</u>	60/305	135/305	205/305	139/305
alındığı firmalar	,000	,045	,000 $<_{\alpha}=0,05$	,122
<u>Yedek parça alınan</u>	75/305	145/305	205/305	154/305
firmalar	,000	,390	,000 $<_{\alpha}=0,05$	,864
<u>Bakım hizmeti sağlayan</u>	50/305	146/305	220/305	74/305
firmalar	,000	,457	,000 $<_{\alpha}=0,05$	,000
<u>Hammadde/yarı mamulleri</u>	60/305	150/305	210/305	144/305
satın alan firmalar	,000	,775	,000 $<_{\alpha}=0,05$	,330
<u>Ürünlerinizi sattığınız</u>	60/305	145/305	300/305	180/305
firmalar	,000	,390	,000 $<_{\alpha}=0,05$	,002
<u>Rakipleriniz olan üretici</u>	20/305	90/305	145/305	84/305
veya firmalar	,000	,000	,390 $>_{\alpha}=0,05$	,000
<u>İşbirliği olan üretici veya</u>	60/305	135/305	275/305	169/305
firmalar	,000	,045	,000 $<_{\alpha}=0,05$	,059

* Tek Örnek Ki-kare Testi, Kaynak: Veriler ışığında yazar tarafından hazırlanmıştır.

Makina ve ekipman, yedek parça, hammadde, bakım onarım hizmeti tedarik ettikleri ve rakiplerin bulunduğu yerler açısından homojen olup olmadıkları yani benzer ana kütlelerden gelip gelmedikleri Ki - Kare testi ile analiz edilmiştir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde; firmalarda “kullanılan makina ve teçhizatların satın alındığı” firmaların (205) farklı ildeki firmalar olduğu anlaşılmıştır ($H_{0(1)}$ ret).

Makina ve teçhizatlarla ilgili “yedek parça alınan” firmaların ise (205) farklı ilde olduğu saptanmıştır. Aynı sanayide olan firmalar (75) da dikkatte alındığında yedek parçalarını farklı ilden satın aldığı anlaşılmaktadır ($H_{0(2)}$ ret).

Makina ve teçhizatlarla ilgili “bakım hizmeti sağlayan” firmaların farklı ilden (220) bakım hizmeti satın aldığı anlaşılmaktadır. Başka bir ifadeyle; firmalar en az (50) olarak aynı sanayi bölgesinden bakım hizmeti almaktadır ($H_{0(3)}$ ret).

Çizelge 4.6’de, kullanılan “hammadde veya yarı mamullerin satın alınan” firmaların (210) farklı il olduğu, en düşük rakamın ise (60) aynı sanayi bölgesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üretimi gerçekleştirmek için farklı il içindeki firmalardan hammadde satın aldığı tespit edilmiştir ($H_{0(4)}$ ret).

Ürünlerin satıldığı kişiler veya firmaların sonuçları irdelendiğinde; daha çok (300) farklı ile ait olduğu, en küçük rakamın ise (60) aynı sanayi bölgesine ait olduğu belirlenmiştir ($H_{0(5)}$ ret).

Yine; “Kümeleme Faaliyet alanı kategorileri” arasında istatistiki olarak firmaların tamamı (305) (,000) Makina kümesinde yer almaktadır ($H_{0(7)}$ kabul).

Son olarak firmaların 145’inin farklı ildeki firmaları “rakip” gördüğü ortaya çıkmıştır. Yurt dışındaki (84), aynı sanayi (20) ve aynı il (90) bölgelerdeki firmaları rakip olarak gören firmaların olduğu saptanmıştır ($H_{0(6)}$ ret).

Firmaların kümelenme yapısını belirlemek amacıyla sorulan çoktan seçmeli sorular değerlendirildiğinde firmaların genellikle farklı şehirde kümелendiği verisi elde edilmiştir. Makina ve techizat, yedek parça ve hammadde tedarik ettikleri yerlerin benzer olmadığı, yani aynı bölgede işbirliğinin zayıf olduğu anlaşılmıştır.

4.3.1 Kümelenme toplam puanı

Kümelenme yapısıyla ilgili ilk 6 soruda (6 hipotez) çoklu cevaplar verilmiştir. 1-4 arasında kodlanmıştır. Bu tür çoklu cevaplarda kümelenmenin lehine karar verilmiş olup hesaplamada en yüksek puan olan 4 puan baz alınmıştır. Firmaların 6 değişkenden aldıkları toplam puan 100 üzerinden hesaplanmıştır. Daha sonra kümelenme düzeyleri (71-100 yüksek, 41-70 orta, 10-40 düşük) şeklinde belirlenmiştir (“A.S.B: Aynı Sanayi Bölgesinde: 4 puan”, “A.Ş: Aynı Şehirde: 3”, “F.Ş: Farklı Şehirde: 2”, “Y.D: Yurt Dışında: 1”) (“makina ekipman, yedek parça, bakım hizmeti, hammadde, müşteri ve rakipler”). Kümelenme düzeylerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7 Kümelenme düzeylerine ait tanımlayıcı istatistikler

		N	%
195_Kümelenme_Düzeyleri	Düşük kümelenme	6	2,0%
	Orta Kümelenme	131	43,0%
	Yüksek Kümelenme	168	55,1%
	Toplam	305	100%

Kaynak: Veriler ışığında yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çizelge 4.7’de; Kümelenme Düzeylerine ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Buna göre; kümelenme düzeyleri en fazla (%55,1 ile) “yüksek düzeyde” olarak belirlenmiştir. İşletmelerin kümelenme toplam puanlarına baktığımızda; 168 yüksek, 131 orta ve 6 firmanın da düşük düzeyde kümelendiği ortaya çıkmıştır.

4.3.2 Dijital tarım düzeyine ilişkin elde edilen bulgular

Firmaların Dijital Tarım düzeyini belirlemek amacıyla da anket soruları sorulmuştur. Dijital Tarım’ın çeşitli konularda performans iyileştirmesine katkısını ölçmek amacıyla ölçek uygulanmış ve cevapların ortalama puanları hesaplanmıştır.

İşletmelerin Dijital Tarım Olgunluk Düzeylerini Belirlemeye Yönelik Bulgular:

İşletmelerin Dijital Tarım konusunda farkındalık/olgunluk düzeylerini ölçmek için uygulanan analiz sonuçları Çizelge 4.8’da yer almaktadır. Bu analize kapsamında; “Dışarıda Kalmış, Acemi, Orta Seviye, Tecrübeli ve En İyi Uygulama Örneği” şeklinde sınıflandırılmıştır. Araştırmada yer alan işletmelerin Dijital Tarım konusunda hangi aşamada veya olgunlukta olduğuna dair Çizelge 4.8’deki verileri incelendiğinde, yaklaşık %17,4 ile orta seviye, %15,1 ile tecrübeli ve %41,0 ile acemi olarak kendilerini tanımladıkları görülmektedir.

İşletmelerin dijital tarım aşamalarına dair analiz verileri Çizelge 4.8’da ve Dijital Tarım Teknolojilerini Kullanma Düzeyine İlişkin Tanımlayıcı İstatistik verileri ise Çizelge 4.9’da, Dijital Tarım’a Geçiş Konusunda Firmaları Zorlayan En Önemli Sorunlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistik verileri ise Çizelge 4.10’de yer almaktadır.

Çizelge 4.8 İşletmelerin dijital tarım aşamaları

		Sıklık	%
Veri analitiği, IoT, CPS, HMI, üretim güvenliği, 3D Baskı, Sanallaştırma, vb. konusunda hangi aşamada	Dışarıda	76	24,9
	Acemi	125	41,0
	Orta	53	17,4
	Tecrübeli	46	15,1
	En iyi uygulama örneği	5	1,6
Toplam		305	100%

Kaynak: Veriler ışığında tarafımca oluşturulmuştur.

Çizelge 4.8 incelendiğinde anket katılımcısı firmaların %15,1’i Tecrübeli ve Dijital dönüşüm potansiyeli olan firma oranının %41,0 civarında olduğu görülmektedir. Dijital dönüşüm çalışmalarına başlamış olan firmaların oranı ise %17,4 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Dijital Tarım Teknolojilerini Kullanma Düzeyi 7 adet değişkenden oluşmaktadır. Firmaların 7 değişkenden aldıkları toplam puan 100 üzerinden hesaplanmıştır. Buna ilişkin sonuçlar Çizelge 4.9’da verilmiş olup Dijital Tarım düzeyleri (71-100 Profesyonel Seviyesi, 41-70 Gelişim Seviyesi, 10-40 Başlangıç Seviyesi) şeklinde belirlenmiştir (4 Puan: Tamamen Uygulandı, 3 Puan: Kısmen Uygulandı, 2 Puan: Başlangıç, 1 Puan: Hazırlık aşamasında) (“Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri, Siber Fiziksel Sistemler, Bulut Bilişim, Robotik Uygulamalar, 3D Baskı ve Artırılmış Gerçeklik”).

Çizelge 4.9 Dijital tarım teknolojilerini kullanma düzeyine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

		N	%
Dijital Tarım_Düzeyleri	Başlangıç Seviyesi	122	40,0%
	Gelişim Seviyesi	90	29,5%
	Profesyonel Seviyesi	42	13,8%
	Uygulanmadı	51	16,7%
	Toplam	305	100%

Dijital Tarım Teknolojilerini Kullanma Düzeyi en fazla (%69,5 ile) “BAŞLANGIÇ ve GELİŞİM seviyesinde” oldukları gözlenmiştir. İşletmelerin toplam Dijital Tarım puanlarına baktığımızda; araştırmaya katılan 42 firmanın PROFESYONEL seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Anket katılımcılarının soruya verdikleri yanıtlarının analizinin sonucu oluşturduğumuz model ile tutarlılık göstermektedir. Firmaların Dijital Tarım teknolojilerinin bileşenlerinin tamamını kullanmadığı görülmektedir. İşletmelerin kullandıkları yazılımlar, donanımlar ve ekipmanlar değişmektedir. Firmaların Dijital Tarım teknolojilerini kullanma düzeyi değerlendirildiğinde Robotik Uygulama, Nesnelerin İnterneti ve Siber Fiziksel Sistemleri kullanımlarının yüksek olduğu, 3D Baskı ve Artırılmış Gerçeklik konusunda ise düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10’de Dijital tarım’a geçiş konusunda firmaları zorlayan en önemli sorunlara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 4.10 Dijital tarım’a geçiş konusunda firmaları zorlayan en önemli sorunlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler

	Sıklık	%	Toplam
Finans Yetersizliği	190	62,3	305 100%
Bilgi eksikliği	180	59,0	305 100%
Nitelikli çalışan yokluğu	240	78,7	305 100%
Siber güvenlik	25	8,2	305 100%
Standartlaşma	19	6,2	305 100%
Araştırma ve eğitim maliyetleri	24	7,9	305 100%
Diğer	10	3,3	305 100%

Gerçekleştirilen analiz sonucuna göre Dijital Tarım’a geçiş konusunda firmaları zorlayan en önemli sorunların başında nitelikli çalışan eksikliği ve finans yetersizliği gelmektedir. Bu sebeple, bu alanda çok büyük adımlar atılmasına ihtiyaç duyulduğu verilerden görülmektedir. Elde edilen analiz sonucundan hareketle firmaların yol haritalarını belirleme konusunda güçlük çektikleri görülmektedir. Bu anlamda yapılması gerekenler arasında, firmaların dijital dönüşüm sürecindeki yol haritalarının belirlenmesinde önem verilecek konular, süreç hakkında firmaların bilgilendirilmesi ve yönlendirilmesi yer almaktadır.

5. SONUÇLAR

İnternet, bilgi ve iletişim teknolojilerinin yoğun gelişimi, “dijital tarımın” 20. yüzyılın sonuna doğru ortaya çıkmasını da beraberinde getirmiştir. Bu teknolojiler tarımın birçok alanının büyük ölçekli olarak dijitalleşmesine neden olmuştur.

Tarımsal gıda değer zinciri, dünyanın mevcut enerjisinin %30'unu tüketmektedir (FAO, 2020). Yenilenebilir enerji teknolojileri, gıda güvenliğinin anahtarıdır. Veriye dayalı sistemler, IoT destekli sensörler, tüketim modelleri gibi sistemlerle üretim takip edilebilmektedir. FAO, dijital teknolojileri, yenilikçi fikirleri desteklemektedir (Santos Valle ve Kienzle 2020).

Küresel ısınmanın neden olduğu iklim dengesizlikleri, dünya nüfusunun değişiklikler gibi nedenlere kullanılabilir tarımsal kaynakların ve geleneksel tarım yöntemlerinin günümüz gereklerine cevap vermediği süreçte ülkeler, Dijital Tarım uygulamaları ile verimliliği artırıp maliyetleri azaltırken daha çevreci uygulamalara da politik olarak uyarlanmaktadır.

Tarımda gelinen noktada Türkiye’de de Akıllı Tarım veya Dijital Tarım kullanımı görece olarak başlarken dijital denemeler de yapılmaktadır. Ancak burada bir organizasyona ve sistematik düzenlemeye ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir.

M.E. Porter, “Ulusların Rekabet Üstünlüğü” adlı çalışmasında kümelenmeyi ve küme elemanlarını izah eden şemasını irdelemektedir. Porter’a göre; başarılı firmaları konum ve kümelenmeleri etkilemektedir. Tarımsal üretim, ürün üretiminden hasada, hava durumu izlemeden tahmine, sulamaya kadar tarımsal uygulamalar ayıklama, gübreleme, haşere kontrolü ve lojistik gibi teknolojileri kapsayan yeni bir dijital evrene doğru hızla gelişmektedir. Bu gelişme çerçevesinde tarımda üretkenliği artırmak, doğal kaynakları korumak için otomasyon ve veriye dayalı üretimde akıllı karar verme sağlayan gerçek zamanlı çiftlik yönetimidir.

Dijital teknolojiler, çiftçilerin güvenli, sürdürülebilir ve kaliteli yiyecek temini ile ekonomik, sosyal ve çevresel zorlukların üstesinden gelinmesine sağlayan teknolojik yeniliklerdir. Nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ gibi teknolojiler, dronlar ve robotik, tarımsal üretim süreçlerini daha verimli hale getirir ve yeni ürün ve hizmetlerin oluşturulmasını sağlayarak, tarımsal üretimi ve tarımsal üretimde kullanılan tarımsal ürünlerin kullanımını düzene sokmaktadır.

Tarımsal üretimin düzene sokulması ve verimliliğin artırılmasında önemli olan dijital dönüşüm için ilk adımın ne olacağı önemli bir konudur. Dönüşümü tamamlayan işletmeler, salgın dönemine rağmen varlığını devam ettirebilmiş, ürünlerini dijital yolla pazarlayabilmiştir. İşletmeler müşteri portföyünün gelişmesi, ürün pazarlaması, farkındalık, e-ticarete geçiş, online sistemle ürün göndererek işletme satış ağını büyütmüşlerdir. İşletmelerin dönüşümü hem politik hem ekonomik açıdan önemlidir. Dijital dönüşümün aktifleşmesi için işletme'lerin teknolojik durumunun tespiti yarar getirecektir.

Kümelenme; paydaşlar arasındaki teknoloji, işgücü, bilgi, müşteri ihtiyaçları, pazarlama gibi konulardaki ilişkiyi içeren bir yaklaşımdır.

“Türkiye’de Tarımda Dijital Dönüşüm Kapsamında Uygun Bir Tarım Makinaları ve Teknolojileri Sanayi Kümelenme Modeli Geliştirilmesinde”; Katılımcıların Demografik Analizi, Tarımsal Üretimin Dijital Dönüşümü ve Türkiye de Tarım ve Teknolojik Donanım ve Akıllı Tarım Uygulamaları, küme ile ilgilidir ve bunların etkilerini değerlendirmek için gerekli olmaktadır.

Bu araştırmada işletmelerde yönetici / personel olan kişilerin dijital dönüşüm hakkındaki bilgilerine başvurulmuştur ve kapsamlı bilgilere ulaşılmıştır. Katılımcıların demografik analizinde, demografik yapıları ile alakalı detaylı bilgiler verilmiştir. Tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin dönüşümde karşılaştığı sorunlar, teknolojik gelişmeler ve dijital dönüşümle ilgili çalışmalara değinilmiştir. İşletme yöneticilerinin dönüşüm hakkındaki bilgi sahibi olduğu ve işletmelerini geliştirmeye çabaladıkları görülmüştür.

Bununla birlikte dönüşümü gerçekleştirecek yeterli sayıda personele sahip olunmaması, yıllardır alışılmış düzeni terk etmekte zorlanması ve dijital dönüşümün uzun sürmesi işletmelerin karşılaştığı en önemli sorunlar arasındadır. Dijitalleşmeye olumlu bakan ve kendini geliştiren personel bunun ödülünü görevinde yükselerek almaktadır.

Kümelenme düzeylerine ait istatistiki veriler incelendiğinde; kümelenme düzeyleri en fazla (%55,1 ile) “yüksek düzeyde” gözlenmiştir. İşletmelerin kümelenme toplam puanlarına göre; 168 yüksek, 131 orta ve 6 firmanın da düşük düzeyde kümelendiği tespit edilmiştir.

İşletmelerin, yaklaşık %17,4’le kendilerini orta seviye tanımlamışlardır. %15,1 ile tecrübeli ve %41,0 ile acemi kategoride kendilerini değerlendirmekte oldukları sonucu ortaya çıkmıştır.

Dijital Tarım Teknolojilerini Kullanma Düzeyi en fazla (%69,5 ile) “BAŞLANGIÇ ve GELİŞİM seviyesinde” oldukları tespit edilmiştir. İşletmelerin toplam Dijital Tarım puanlarına baktığımızda; araştırmaya katılan 42 firmanın PROFESYONEL seviyede olduğu görülmüştür.

Gelecekte tez konusu üzerine araştırmayı derinleştirmek isteyen araştırmacıların, araştırmalarına ekonometrik analizi eklemesi, hedeflerine ulaşmada daha tatmin edici detaylı sonuçlara ulaşmalarını temin etmede faydalı olabilecektir. Gelecekte yapılması muhtemel çalışmaların büyük ölçekli işletmelerde gerçekleştirilmesiyle, dijital dönüşümün firma finansal performansına ve mamul imal masraf miktarlarına etkisini daha ayrıntılı olarak tespit edilebilmek mümkün olabilecektir.

Firmalar bağlamında Dijital Tarım teknolojilerinin kullanımlarının gelecekte firmalar lehine ciddi kazanımlar tesis edeceği ifade edilebilmektedir. Her ölçekteki işletmenin amacı olan maximum getiriye minimum girdiyle tesis ve temin ederek firma performansının yükselmesi Dijital Tarım konusunda işletmeleri teşvik edebilecektir.

5.1 Öneriler

5.1.1 Dijital dönüşüm yol haritası için öneriler

A-Çalışanların dijital tarım dönüşümünde yapabilecekleri çalışmalar üzerine öneriler;

*Çalışanlar kendilerini yetenek ve beceri bakımından geliştirici faaliyetlere odaklanmalıdır.

* Dijital Tarım konusunda öncü olan işletmeler, danışmanlık hizmeti sağlamalıdır,

* Bilişim teknolojileri yatırımlarına öncelik verilmelidir,

* Eğitim programlarına öncelik verilmelidir,

* Yeniliğe ve gelişmelere açık yöneticilerin olmalıdır,

* Dijital Tarım ile ilgili farkındalık ve eğitim çalışmaları yapılmalıdır,

* Dijital Tarımda devlet ile işbirliğine gidilmelidir,

* Ticaret ve sanayi odaları bünyesinde Dijital Tarım birimleri kurulmalıdır,

* Üniversite ve sanayi işbirliğine dair ortak projeler başlatılmalıdır,

* Yerli ve milli girişimleri özendirici faaliyetlerde bulunulmalıdır.

* Sanayi, devlet ve üniversite işbirlikleri kurulmalıdır,

* Ar-Ge merkezlerinin sayısı arttırılmalıdır,

* Dijital Tarım dönüşüm alt yapısı için çalışmalarda bulunmalıdır. Aynı zamanda da konuyla bağlantılı eğitimler ve hibe programları gerçekleştirilmelidir.

* Dijital Tarım ile ilgili devlet teşvikleri arttırılmalıdır.

* Farklı şehirlerde konuya yönelik fuarlar, eğitimler ve etkinlikler düzenlenmelidir.

B- İşletmelerin kümelenme düzeylerinin tespitine dair yapılan analiz sonuçları incelendiğinde;

-İşletmelerin yüksek ve orta düzeyde kümelenmenin tesis edildiği fakat işletmelerin iş birliği ilişkilerinin 3 konuda yoğunlaşılması gerektiği çıkarımı yapılmıştır. Bu 3 konu ise sırasıyla; makina-ekipman, yedek parça ve özellikle hammaddedir. Sektörel birlikteliklerin artırılmasına yönelik çalışmalara önem verilmelidir.

-İşletmeler bünyesinde ürün pazarlama ve sunum-demonstrasyon birimleri tesis edilmeli ve yönlendirici ve yol gösterici hizmetlere önem atfedilmesi gerekmektedir.

- Ar-ge merkezleri tesisi ve Kalite uygulamaları işletme bünyesinde gerçekleştirilmelidir.

-İşletmelerin bilinirliğini artırma adına bölgede bulunan yazılı ve görsel medyadan maximum oranda faydalanılmalıdır.

-İşletmeler dijitalleşme sürecinde profesyonel destek alabilirler. Sektöre işbirliği halindeki paydaşlardan olan eğitim kurumlarının dijital dönüşüm konusunda projeler geliştirmesi önem arz etmektedir.

-Sektörde güven ortamı tesis edilip güçlendirilerek üniversite&sanayi işbirlikleri tesis edici faaliyetler artırılmalıdır.

5.1.2 Dijital tarım makinaları ve teknolojileri sektöründe kümeleşme yapısı gösteren işletmelerde dijital dönüşüm için yol haritası oluşturulması

Uygulanacak Yol Haritası

1- Kontakt Nokta ve Ekip Tahsisi

- Her kurum/kuruluşta var olan faaliyet türlerine göre farklı planlamalar yapılabilir
- Kurumda/kuruluşta mevcut uygulamalar geliştirilmelidir

- Eğitim kampüsü ve Dijital Dönüşüm Merkezi kurulmalıdır
- Kurumdaki dijitalleştirme yönetim sisteminin kurulmasından sorumlu olup, maximum verimlilik sağlayacak şekilde tatbiki ve gözlemlenmesinden sorumlu olacak kişiler belirlenmeli veya daha iyi mekanizmalar oluşturulmalıdır. Tespiti edilen bu kişiler tarafından Dijital Dönüşüm yönetimini sağlayacak bir ekip kurulmalıdır.

2- Mevcut Durumun Analizi belirlenmesi

- Dijital Dönüşüm birimleri, kullanılacak teknolojilerin özelliği, miktarı, kaynağı, karakterizasyonu, teknoloji, faaliyet alanlarına ilişkin mevcut faaliyet dönüşüm yöntemi ortaya konulmalıdır.

3- Planlama

Yönetim Planı kuruluşa özgün hazırlanmalıdır.

- Planın ne zaman, nasıl, kimlerce gerçekleştirileceğine ilişkin talimatname hazırlanmalıdır.

4- İhtiyaçların Belirlenmesi ve Temini

- Mevcut durum analizi için SWOT yapılarak mevcut durum ve ihtiyaçlar belirlenip uygulamaya geçilmeden önce ihtiyaçlar giderilmelidir.
- Dijital Dönüşüm Alanı kurulmalıdır.Ar-ge merkezi kurulmalı.
- Toplam kalite sistem uygulamalarının hayata geçirilmesi

5- Eğitim ve Bilinçlendirme

- Ekipmanlar/teknolojiler tamamlandıktan sonra, sektörel odaklı uygulamayıda

içerir eğitim planlaması ve bilgilendirmesi gerçekleştirilmelidir. Sanayi - Üniversite işbirliklerinin güçlendirilmesi ve daha görünür hale getirilmesi.

6- Uygulama

- Ekipmanlara/teknolojilere göre tasarlanmış bilgilendirme afişleri asılmalı ya da Ditap gibi bir uygulama yapılmalıdır.

7- Raporlama, İzleme, Önlem, Revizyon (Kaizen uygulamalarının işletmeye adaptasyonu)

- Uygulamanın etkinliği değerlendirilir. Temin edilen uygulama veri detayları yazılı belgelendirilmesi yapılır.
- Uygulama etkinliğine dair noksanlar ve geliştirilmesi mümkün yönler belirlenir ve gerekli önleyici tedbirler alınır.

Dijitalleşmede düzeyi bakımından altseviyelerde yer almakta olan tarım makinaları sektörünün geleceğini değiştirmede; yeniye arayan, uzun vadeye yayılmış, sürdürülebilirliği sağlanmış, çağın gerekleri ile mevcut teknolojiyi maximum verimlilikte kombine eden dijital tarım uygulamaları ile platformlar belirleyici olacaktır.

Buna ilişkin geliştirilmiş model çıktısı Şekil 5.1’de görülmektedir.

DİJİTAL TARIM TEKNOLOJİ DEĞER ZİNCİRİ 2024



KAYNAKLAR

- Aceto G, Persico V & Pescape A (2019). A Survey on Information and Communication Technologies for Industry 4.0: State-of-the-Art, Taxonomies, Perspectives, and Challenges, IEEE Commun. Surv. Tutorials, 21(4): 3467-3501. <https://doi.org/10.1109/COMST.2019.2938259>.
- Adebanjo D, Laosirihongthong T, Samaranayake P & Teh P L (2020). Key enablers of industry 4.0 development at firm level: Findings from an emerging economy, IEEE Transactions on Engineering Management. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3046764>.
- Afgrı Agri Services. (2017). AgTech to bring about the second “Green Revolution”. Pretoria: Keyter Rech Investor Solutions.
- Ahmad L & Nabi F (2021). Agriculture 5.0. CRC Press, London.
- Akçalı, K. (2016). Teknik Tekstillerin Spor Branşlarında Kullanımının İncelenmesi. International Journal Of Science Culture And Sport, 2(4), 533-546.
- Allen, S. (2017). International Iiot Perspectives: Precision Agriculture. <https://www.iotcentral.io/blog/international-iiot-perspectives-precision-agriculture>.
- Alsaç, F. (2010), Bölgesel Gelişme Aracı Olarak Kümelenme Yaklaşımı ve Türkiye İçin Kümelenme Destek Modeli Önerisi, Uzmanlık Tezi, DPT, Ankara, 2010.
- Alpar, Reha (2022); Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenirlik; Detay Yayıncılık, 7.Baskı
- Andersson, Thomas. vd. (2004). The Cluster Policies Whitebook. Vol.3, No.4, p.1-249.
- André, J. C. (2019). Industry 4.0: Paradoxes et conflicts. UK: ISTE Group. ISBN 978-178630-482-7.
- Anders Malmberg – Peter Maskell, “The Elusive Concept of Localization Economies: Towards a Knowledge-Based Theory of Spatial Clustering”, AAG Annual Conference, 2001, v.34
- Araújo S O, Peres R S, Barata J, Lidon F & Ramalho J C (2021). Characterising the AgriculturDijital Tarım Landscape-Emerging Trends, Challenges and Opportunities. Agronomy 11(667): 1-37. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040667>.
- Aslan, N. ve Terzi. N. "Heckscher-Ohlin-Samuelson(HOS) Teorisi ve Teorinin Değerlendirilmesi." Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi 12, no. 1 (2006).

- Aubert B, Schroeder A & Grimaudo J (2012). IT as enabler of sustainable farming: an empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology, *Decis. Support Syst.* 54. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.07.002>.
- ATLAS (2019). Project ATLAS (agricultural interoperability & analysis system) 2019. Retrieved in July, 1, 2021 from <https://www.atlash2020.eu>.
- Ayaz M, Ammad-Uddin M, Sharif Z, Mansour A & Aggoune E H (2019). Internet-of Things (IoT)-Based Smart Agriculture: Toward Making the Fields Talk. *IEEE Access*.7:129551129583.<https://doi.org/10.1109/Access.628763910.1109/ACCESS.2019.2932609>.
- Aziz, K. ve Norhashim, M. "Cluster-Based Policy Making: Assessing Performance and Sustaining Competitiveness." *Review of Policy Research* 25, no. 4 (2008).
- Arıbaş, K. ve Deniz, M. "Paul Krugman ve Yeni Ekonomik Coğrafya." *Türkiye Coğrafya, Araştırma ve Uygulama Merkezi*, 2011.
- Altay, A. T. (2011). Küme ve Kümeleşme. *İnovasyon.org.*.
- Anonim. 2019a. www.books.google.com.tr/books (Erişim Tarihi: 25.04.2019).
- Anonim, 2019b, <http://www.akillitarim.org/tr/>.
- Anonim. 2021a. <https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>, (Son erişim: 06.03.2021).
- Anonim. 2021b. <https://www.dokap.gov.tr>, (Son erişim: 06.03.2021).
- Anonim. 2021c. <http-5>, 2021. <https://www.tubitak.gov.tr> (Erişim Tarihi: 15.02.2021).
- Anonim. 2021d. <http-8>, 2021. <https://www.tusside.tubitak.gov.tr> (Erişim Tarihi: 06.03.2021).
- Anonim. 2024a. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/775/tarim-5-0a-hizla-yaklasirken>, (Son erişim: 06.03.2024).
- André, J. C. (2019). *Industry 4.0: Paradoxes et conflicts*. UK: ISTE Group. ISBN 978-178630-482-7.
- Avacı, Nuri (2019). *İnsan Kaynaklarından Yetenek Yönetimine Dijital Tarım*, Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Avşar D. ve Avşar G., (2016). 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016) 3-5 Nov 2016 Alanya/Antalya - Turkey
- Aydın Mehmet, Konya Pazar Araştırması Tarımsal Alet ve Ekipman, Eylül 2007, Adana Ticaret Borsası Dergisi Temmuz/Ağustos Baskısı Sayı:8 ve Bölgesel araştırma raporları serisi yayın no:7.

- Balafoutis A T, Evert F K V & Fountas S (2020). Smart Farming Technology Trends: Economic and Environmental Effects, Labor Impact, and Adoption Readiness. *Agronomy*, 10: 743. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050743>.
- Banger, Gürcan (2017), Dijital Tarım Ekstra, Dorlion Yayınları, Eskişehir.
- Batır, U. (2013). E-Devlet Uygulamalarından Adalet Bakanlığı Ulusal Yargı Ağı Bilişim Sistemi Portalı (UYAP)'In Etkinliğini Belirlemeye Yönelik Ankara Barosu Avukatları 88 Üzerine Bir Alan Araştırması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bayraktutan, Y. "Bilgi ve Uluslararası Ticaret Teorileri." Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 4, no. 2 (2003).
- Beyaz Kitap. Türkiye İçin Kümelenme Politikasının Geliştirilmesi. "Avrupa Birliği'nde Dünya Standartlarında Kümelere Doğru: Geniş Tabanlı Inovasyon Stratejisinin Uygulanması", EC COM (2008).
- Benyazza H, Bouhedda M & Rebouh, S (2021). Zoning irrigation smart system based on fuzzy control technology and IoT for water and energy saving. *Journal of Cleaner Production* 302(2021): 127001. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127001>.
- Bera B, Vangala A, Das A K, Lorenz P, Khan M K (2022). Private blockchain-envisioned drones-assisted authentication scheme in IoT enabled agricultural environment, *Computer Standards & Interfaces* 80(2022):103567. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2021.103567>.
- Berger R (2019). Farming 4.0: How precision agriculture might save the world Precision farming improves farmer livelihoods and ensures sustainable food production. Global Focus Report. Publisher Roland Berger GMBH. Germany.
- Bozkurt, A., Hamutoğlu, N. B., Liman Kaban, A., Taşçı, G. & Aykul, M. (2021). Dijital Bilgi Çağı: Dijital Toplum, Dijital Dönüşüm, Dijital Eğitim ve Dijital Yeterlilikler. *Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7 (2).
- Boursianis A D, Papadopoulou M S, Diamantoulakis P, Liopa-Tsakalidi A, Barouchas P, Salahas G, Karagiannidis G, Wan S & Goudos S K(2020). Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart Farming: A Comprehensive Review. *Internet of Things*. 100187. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100187>.
- Bilgiç, E., Türkmenoğlu, M. A. & Koçak, A. (2020). Dijitalleşmenin Lojistik Yönetimi Bağlamında İncelenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, 5 (1).
- Bilim Teknik Yüksek Kurulu [BTYK] (2016). Bilim Teknik Yüksek Kurulu 29. Toplantısı Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması 2016/101(Y).

- Byerlee, D. Janvry, A. D., Sadoulet, E. (2009). Agriculture For Development: Toward a New Paradigm, Annual Review of Resource Economics, 1.
- Borodin, V. B. (2016). Handling uncertainty in agricultural supply chain management: a state of the art. Eur. J. Oper. Res. 254.
- Bujang, A. A. (2019). AgriculturDijital Tarım: Data-Driven Approach to Galvanize Malaysia's AgroFood Sector Development. FFTC Agricultural Policy Platform. Serdang, Malaysia: FFTC, ASPAC.
- Büyüktanır, T. Ö. (2017). Yeni Başlayanlar için Nesnelerin İnterneti (IoT): Internet of Things. İstanbul: KODLAB.
- Cancan, A. (2019). Dijitalleşme Sürecinde Maliyet ve Yönetim Muhasebesi Uygulamalarının İncelenmesi. Muhasebe ve Finansman Projesi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Chen Y, Li Y & Li C (2020). Electronic agriculture, blockchain and digital agricultural democratization: Origin, theory and application, Journal of Cleaner Production 268(2020): 122071. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122071>.
- Ceyhan Ticaret Odası (CTO), (2014). Ceyhan Makine İmalat Sektörü Kümelenmesi: İş Bilgi ve Tavsiye Hizmetleri, Yerel ve Ulusal Kümelenme Örnekleri, CTO Yayınları, Adana.
- Cadero A, Aubry A, Dourmad J Y, Salaun Y & Garcia-Launay F (2018). Towards a decision support tool with an individual-based model of a pig fattening unit. Computers and Electronics in Agriculture 147: 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.012>.
- Carolan M (2018) "Smart" farming techniques as political ontology: access, sovereignty and the performance of neoliberal and not-soneoliberal worlds. Sociol. Rural. 58(4). <https://doi.org/10.1111/soru.12202>.
- Carolan M (2019). Automated agrifood futures: robotics, labor and the distributive politics of digital agriculture. The Journal of Peasant Studies 1-24. <https://doi.org/10.1080/03066150.2019.1584189>.
- CEMA (2017). Digital Farming: What does it Really Mean. 2020 tarihinde http://cemaagri.org/sites/default/files/CEMA_Digital%20Farming%20-%20Agriculture%204.0_%2013%2002%202017.pdf. Erişim Tarihi: 17.04.2022.
- CEMA (2017a). Digital Farming: what does it really mean? Retrieved in July, 1, 2021 from <http://www.cema-agri.org/page/digital-farmingwhat-does-it-really-mean>.
- CEMA (2017b). Connected Agricultural Machines in Digital Farming. Retrieved in July, 1, 2021 from <http://www.cemaagri.org/publication/connectedagricultural-machines-digital-farming>.

- CEMA (2018). Digital farming technology, CEMA association. Retrieved in July, 1, 2021 from <https://www.cema-agri.org/digital-farming>.
- Creswell, J.W. (2017). Araştırma Deseni: Nitel, Nicel ve Karma Yöntem Yaklaşımları (3. Baskı), çeviri editörü: Selçuk Beşir Demir, Ankara: Eğiten Kitap.
- Çolak vd., (2020). Tarımda Dijital Çağ
- Çark, Ö. (2020). İşletmelerin Dijital Dönüşüm Sürecinde “Nesnelerin İnterneti” Teknolojisinin Etkisi. Turkish Studies-Economy, 15 (3), 1247-1266.
- Çağlar, Esen. (2008). Kümelenme ve Kümelenme Politikaları. TOBB Ekonomik Forum Dergisi, S.3.ss. 305-316.
- Çetin A. (2018), “Güneş Enerji Sistemleri Firmalarının Kümelenme Düzeyi: Batı Akdeniz Bölgesi Örneği”, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Burdur.
- Çevik, D. (2019). KOBİ’lerde Sanayi 4.0’ın Uygulanabilirliği ve Yönetici Bakış Açılarının Değerlendirilmesi. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD), 4 (2), 277291.
- Czimer, K., Galos, B. (2016). A new decision support system to analyse the impacts of climate change on the Hungarian forestry and agricultural sectors, Scandinavian Journal of Forest Research, 31(7).
- DTM (2009). Türkiye Kümelenme Politikasının Geliştirilmesi. Organize Sanayi Bölgelerinde Kümelenme Yaklaşımı, OSTİM Örneği ve Ankara İş ve İnşaat Makineleri İş Kümesi İçin Yol Haritası. Ankara: DTM Yayınları.
- Deloitte Monitor. (2016). From agriculture to AgTech: An industry transformed beyond molecules and chemicals. London: Deloitte Touche Tohmatsu Limited (DTTL).
- De Castro, A. I.-E.-B.-G. (2012). Airborne Multi-spectral Imagery for Mapping Cruciferous Weeds in Cereal and Legume Crops. *Precis Agric* 13(3), doi: 10.1007/s11119-0119247-0.
- De Clercq M, Vats A & Biel A (2018). AgriculturDijital Tarım: The future of farming technology, in Proc. World Government Summit, Dubai, 2018.
- DEMETER (2019). Project DEMETER. Retrieved in July, 1, 2021 from <https://h2020-demeter.eu>.
- Doğan, A. (2011). Elektronik İnsan Kaynakları Yönetimi ve Fonksiyonları. *Journal of Internet Applications and Management*, 2(2).
- Dong, C. H. (2018). Water resources and farmland management in the Songhua River watershed under interval and fuzzy uncertainties. *Water Resour. Manag.* 32, 41774200.

- Duman, M. Ç. (2020), “Endüstri 4.0 Teknoloji Bileşenlerinin Örgütsel Performansa Etkilerini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma” İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Malatya.
- Dündar, M. M. (2020). KOBİ’lerin Dijital Dönüşümü. Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası [EBSO] (2015). Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek. Araştırma Müdürlüğü Raporu.
- EC (2017). The Future of Food and Farming. European Commission, Brussels
European parliament Economic and Scientific Policy Industry 4.0 (2016).
- EIP-Agri Agriculture & Innovation. (2018). Shaping the digital (r)evolution in agriculture. Bruxelles: The agricultural European Innovation Partnership (EIP-AGRI).
- European Union. (2020). THE post-2020 common agricultural policy: environmental benefitsandsimplification.02.10.2021 tarihinde https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/foodfarmingfisheries/key_policies/documents/cappost-2020-environment-benefitssimplification_en.pdf adresinden alındı.
- EC (2021a). European Commission Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs Advanced Technologies for Industry. Retrieved in July, 1, 2021 from <https://ati.ec.europa.eu/technologies>.
- EC (2021b). Shaping Europe’s digital future. Large-scale pilots in the digitisation of agriculture. Retrieved in July, 1, 2021 from <https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/policies/large-scale-pilots-digitisation-agriculture>.
- Ekonomik Forum (2016). "Akıllı Fabrikalar Geliyor" 16. Kapak Konusu 016-027, 2016.
- Ekoiq (2014). “Akıllı” Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi Dijital Tarım: Bilişimin Endüstriyle Buluştuğu Yer Türkiye “Akıllı” Üretime Hazır Mı? Aralık Ayı Özel Eki 2014.
- Eastwood C, Klerkx L, Ayre M & Dela Rue B (2017). Managing socio-ethical challenges in the development of smart farming: from a fragmented to a comprehensive approach for responsible research and innovation. J Agric Environ Ethics 32.<https://doi.org/10.1007/s10806-017-9704-5>.
- ElMassaha S & Mohieldin M (2020). Digital transformation and localizing the Sustainable Development Goals (SDGs). Ecological Economics 169: 106490. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106490>.
- Ersöz, B., & Özmen, M. (2020). Dijitalleşme ve Bilişim Teknolojilerinin Çalışanlar Üzerindeki Etkileri. AJIT-e: Academic Journal of Information Technology,11 (42).

- Erkan, B. "Ülkelerin Karşılaştırmalı İhracat Performanslarının Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük Katsayılarıyla Belirlenmesi: Türkiye-Suriye Örneği." ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi 8, no. 15 (2012).
- Eraslan, Hakkı – Karatas, Abdülmecit – Kaya, Hüseyin (2007), “Türk Plastik Sektörünün Rekabetçilik Analizi”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, S.1.
- Ercan, Ş., Öztep, R., Güler, D., Saner, G. (2019). Tarım 4.0 ve Türkiye’de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi, Tarım Ekonomisi Dergisi, 25(2).
- Eyel, C. Ş., & Sağlam, H. (2021). Dijital Dönüşüm ve Girişimcilikteki Değişim: Dijital Girişimcilik. Atlas Sosyal Bilimler Dergisi, 1 (6).
- EurActiv, (2016). Farming 4.0: The Future of Agriculture. <http://en.euractiv.eu/wpcontent/uploads/sites/2/infographic/CEMA18102016-EN-A4-V02-1.pdf>. (Erişim Tarihi: 12.02.2022).
- Flourish (2018). Project Flourish (aerial data collection and analysis, and automated ground intervention for precision farming). Retrieved in July, 1, 2021 from <http://flourish-project.eu>.
- Fielke S J, Botha N, Reid J, Gray D, Blackett P, Park N & Williams T (2018). Lessons for co-innovation in agricultural innovation systems: a multiple case study analysis and a conceptual model. J. Agric. Educ. Ext. 24(1). <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1394885>.
- Fielke S J, Garrard R, Jakku, E, Fleming A, Wiseman L & Taylor B M (2019). Conceptualising the DAIS: implications of the ‘Digitalisation of Agricultural Innovation Systems’ on technology and policy at multiple levels. NJAS–Wageningen J. Life Sci. 90. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.002>.
- Fielke S, Taylor B & Jakku E (2020). Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: a state-of-the-art review. Agricultural Systems 180. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102763>.
- Fleming A, Jakku E, Fielke S, Taylor B M, Lacey J, Terhorst A & Stitzlein C (2021). Foresighting Australian digital agricultural futures: Applying responsible innovation thinking to anticipate research and development impact under different scenarios. Agricultural Systems 190: 103120. doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103120.
- García L, Parra L, Jimenez J M, Lloret J & Lorenz P (2020). IoT Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture. Sensors. 20(4). <https://doi.org/10.3390/s20041042>.
- GHD and AgThentic (2018). Emerging agricultural technologies: Consumer perceptions around emerging agtech, Publication No. 18/048, Project No. PRJ-011141, 2018 AgriFutures Australia.

- Güllüce, Y., Çelik, R. N. (2020). FireAnalyst: An effective system for detecting fire deolocation and fire behavior in forests using mathematical modeling, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 44.
- Gürbüz, İ. B. & Bayar, F. (2018). Information Management System Services From The User's Perspective: Tarbıl. Electronic Turkish Studies, 13(13).
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2014). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Felsefe-Yöntem- Analiz. Seçkin Yayıncılık. Ankara.
- Güvener, A. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışanların Teknolojik Hazır Oluş Seviyelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Goh C S, Ahl A & Woo W T (2021). Sustainable Transformation of Land-Based Economic Development in the Era of Digital Revolution, Trends in Biotechnology, 39(1): 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.05.010>.
- Haberli, M. (2019). Dijital Çağda Din ve Dindarlığın Dönüşümü. Medya ve Din Araştırmaları Dergisi, 2 (2).
- Hazine ve Maliye Bakanlığı (Ekim, 2018). Aylık Ekonomik Göstergeler. <https://www.hazine.gov.tr/ekonomik-gostergeler>.
- Holland Trade, (2013). 5 Reasons Holland Is The Place To Be, When You're In The Agriculture And Food Industry. <https://Www.Hollandtradeandinvest.Com/Key-Sectors/Agriculture-And- Food.>
- Hürriyet, (30.10.2002). İsrail Tarlada 5 Yıldızlı Oldu Gözünü Japonya'ya Dikti.<http://www.hurriyet.com.tr/israil-tarlada-5-yildizli-oldu-gozunu-japonyaya-dikti-38426376>.
- Halis, M. (2013). Sektörel rekabet gücü ve kümelenme potansiyeli ilişkisi: Bişkek bölgesi kırmızı et sektöründe bir araştırma. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). T.C. Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- HM Government. (2013). A UK Strategy for Agricultural. Industrial Strategy: government and industry in partnership, 10.
- ISPA (2021). Precision Ag Definition. International Society of Precision Agriculture Retrieved in July, 29, 2021 from, <https://www.ispag.org/about/definition>
- IOF2020 (2017). Project INTERNET OF FOOD & FARM 2020. Retrieved in July, 1, 2021 from <https://www.iof2020.eu>.
- İnan, H., Gülçubuk, B., Ertuğrul, C., Kantürer, E., Baran, E.A. ve Dilmen Ö., (2018). Türkiye’de Tarımda Kırsal Kesim Örgütlenmesi. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/00c563bfd2c48c1_ek.pdf?tipi=14&sube=(Erişim Tarihi: 05.02.2022).

- Jha K, Doshi A, Patel P & Shah M (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*. 2: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.004>.
- Kabaca, D. Y. (2019). Dijital Tarım Devrimi ve Uygulamaları İle Etkilerinin İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kahraman, H., (2017). Dijital Tarım'la Birlikte Gelen Akıllı Tarım. <http://www.endustri40.com/endustri-4-0la-birlikte-gelen-akillitarim/> (ErişimTarihi: 15.03.2022).
- Kahraman, Ş, Atakul, Ş., Kılınç, S., Alp, A., Duman, M., Baran, B., Özasan, C. (2020). Çeltik yetiştiriciliğinde organik tarım olanaklarının araştırılması ve konvansiyonel tarım ile karşılaştırılması, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2).
- Karasoy, H., & Babaoğlu, P. (2020). Türkiye’de Elektronik Devletten Dijital Devlete Doğru. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12 (23).
- Kesayak, B., (2017). Dijital Tarım Tarım Sektörünü Nasıl Etkileyecek.<http://www.endustri40.com/endustri-4-0-tarim-sektorunu-nasiletkileyecek/>(ErişimTarihi: 21.01.2022).
- Kelton K, Fleischmann K R & Wallace W A (2008). Trust in digital information. *J. Assoc. Inf. Sci. Technol.* 59(3).
- Klerkx L, Seuneke P, de Wolf P & Rossing W A (2017). Replication and translation of co-innovation: the influence of institutional context in large international participatory research projects. *Land Use Policy* 61: 276-292. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.11.027>.
- Klerkx L, Jakku E & Labarthe P (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculturDijital Tarım: new contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen J. Life Sci.* 90-91: 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.
- Klein, M. (2020). İşletmelerin Dijital Dönüşüm Senaryoları- Kavramsal Bir Model Önerisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19 (74).
- Kırçova, İ. (2006). Küçük ve orta ölçekli işletmelerde elektronik tedarik sistemleri ve avantajları. *Euromat Entegre Matbaacılık Anonim Şirketi*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 5.
- Kırılmaz, S. K. (2020). İnsan Kaynakları Yönetiminde Yaşanan Dijital Dönüşüm: İşletmelerin Dijital İKY Uygulamalarının Araştırılması. *Research Journal of Business and Management* , 7 (3).
- Kim S, Lee M & Shin C (2018). IoT-Based Strawberry Disease Prediction System for Smart Farming. *Sensors* 18(11): 4051-4067.<https://doi.org/10.3390/s18114051>.

- Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı [KOSGEB] (2011).Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2013. KOSGEB Yayınları, Ankara.
- Knight C H (2020). Sensor techniques in ruminants_ more than fitness trackers. *Animal* 14:187-195. doi:10.1017/S175173111900327.6
- Kochhar A & Kumar N (2019). Wireless sensor networks for greenhouses: An end-to-end review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 163: 104877-104891. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104877>.
- Koçak, B. (2019). Dijital Dönüşüm İle Mobil Uygulamaların Pazarlama Faaliyetlerine Katkısının Ve Tüketici Davranışlarıyla İlişkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kour V P & Arora S (2020). Recent developments of the Internet of Things in Agriculture: A Survey. *IEEE Access* 8: 129924-129957. <https://doi.org/10.1109/Access.628763910.1109/ACCESS.2020.3009298>.
- Koger, C. H. (2003). Detecting Late Season Weed Infestations in Soybean (Glycine max) . *Weed Technol* 17, doi:10.1614/WT02-122.
- Klerkx L & Begemann S (2020). Supporting food systems transformation: the what, why, who, where and how of mission-oriented agricultural innovation systems. *Agric. Syst.* 184: 102901. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102901>.
- Klerkx L & Rose D (2020). Dealing with the game-changing technologies of AgricultureDijital Tarım: how do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security* 24. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- Keogh M & Henry M (2016). The Implications of Digital Agriculture and Big Data for Australian Agriculture. Australian Farm Institute, Sydney, Australia
- Kmoch, L. P. (2018). Using local agroecological knowledge in climate change adaptation: A study of tree-based options in Northern Morocco. *Sustainability*. 10 (10)
- Kyocera, (2021). Dijital Dönüşümün Fayda ve Amaçları. 20 Eylül 2022 tarihinde <https://www.kyoceradocumentsolutions.com.tr/tr/smarter-workspaces/insightshub/articles/dijital-donusum-avantajlari-ii.html> adresinden alınmıştır.
- Larsson, L. N. (2019). Facilitating an Industry 4.0 Implementation. Kth Royal Institute of Technology School of Industrial Engineering and Management.
- Lezoche M, Hernandez J, Diaz M D M A, Panetto H & Kacprzyk J (2020). Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture. *Comput. Ind.* 117. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103187>.

- Liakos KG, Busato P, Moshou D, Pearson S & Bochtis D (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*, 18(2674): 1-29. <https://doi.org/10.3390/s18082674>.
- Liao M S, Chena S F, Chou C Y, Chen H Y, Yeh S H, Chang Y C & Jiang J A (2017). On precisely relating the growth of Phalaenopsis leaves to greenhouse environmental factors by using an IoT-based monitoring system *Computers and Electronics in Agriculture* 136. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.03.003>.
- Limoncuoğlu, E. N. (2022). Proje Yönetiminde Dijital Dönüşüm Süreçleri İçin Bir Bulanık ÇKKV Modeli Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Lin N, Wang X, Zhang Y, Hu X & Ruan J (2020). Fertigation management for sustainable precision agriculture based on Internet of Things. *Journal of Cleaner Production* 277: 124119. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124119>.
- Liu Y, Ma X, Shu L, Hancke G P, Abu-Mahfouz A M (2021). From Industry 4.0 to Agriculture Dijital Tarım: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6): 4322-4334. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3003910>.
- Lu, Yang (2017), “Industry 4.0: A Survey On Technologies, Applications and Open Research Issues” *Journal of Industrial Information Integration* 6.
- McBratney A, Whelan B, Ancev T & Bouma J (2005). Future directions of precision agriculture, *Precision Agriculture* 6: 7-23. <https://doi.org/10.1007/s11119-005-0681-8>.
- Marolia A, Narwane V S & Gardas B B (2021). Applications of IoT for achieving sustainability in agricultural sector: A comprehensive review, *Journal of Environmental Management* 298. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113488>.
- Mell, P. G. (2009). NIST definition of cloud computing. National Institute of Standards and Technology, Publication No: 800.
- Mert, H., Güner, M., & Duyar, G. (2022). Dijitalleşme Sürecinin Gelişimi Ve Muhasebe Uygulamalarına Etkileri Yönünden İstanbul İlinde SMMM’ler Üzerinde Bir Araştırma. *Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi*, 66.
- Mert, G. (2020). Kurumların Stratejik Yönetim Süreçlerinde Dijitalleşmenin Rolü. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 6 (22).
- Mitchel I., Locke M., Wilson M., Fuller A. (2012). Büyük Veri Beyaz Kitabı, Fujitsu Services Ltd., 2012.
- Müderrişoğlu, B. (2016). Küme Oluşum Ve Gelişim Sürecinde Belirleyiciler: İstanbul Mobilya Sektörü Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

- Mirza, N. (2016). İzmir Medikal Turizm Kümelenme Potansiyeli. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(4).
- Mamadjanova, T. (2019). Issues of agricultural cluster's organization: foreign experience. ISJ Theoretical & Applied Science, 9(77).
- Moysiadis V, Sarigiannidis P Vitsas V & Khelifi A (2021). Smart Farming in Europe. Computer Science Review 39. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100345>.
- Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D., & Popp, J. (2018). The role and impact of industry 4.0 and the internet of things on the business strategy of the value chain-The case of Hungary. Sustainability, 10 (3491), 1-25. 3 Aralık 2022 tarihinde file:///C:/Users/HP/Downloads/sustainability-10-03491.pdf adresinden alınmıştır.
- Nalbantoğlu, B. C. (2021a). Covid 19 Sürecinin Dijital Dönüşüme Etkileri. Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi, 7 (4), 13-18.
- Newton J E, Nettle R & Pryce J E (2020). Farming smarter with big data: Insights from the case of Australia's national dairy herd milk recording scheme, Agricultural Systems 181: 102811. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102811>.
- New Southbound Policy Portal [NSPP] (2018). Smart Agriculture-Farming Goes High Tech. <https://nspp.mofa.gov.tw/nsppe/news.php?post=139401&unit=410>.
- Neuman, W.L. (2017). Toplumsal Araştırma Yöntemleri: Nitel ve Nicel Yaklaşımlar – Cilt 1 (9. Baskı), çev. Sedef Özge, Ankara: Yayın Odası Yayınları.
- Niesen Tim, Constantin Houy, Peter Fettke and Peter Loos (2016), “Towards an Integrative Big Data Analysis Framework for Data-driven Risk Management in Industry 4.0”, 49th Hawaii International Conference on System Sciences pp.5065-5074.
- Niesen, Tim, Fettke, Peter ve Loos, Peter (2016), “Towards an Integrative Big Data Analysis Framework for Data-driven Risk Management in Industry 4.0” 49th Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 5065-5074.
- Ojha T, Misra S, Raghuwanshi NS (2015). Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges.Computer and Electronic in Agriculture, 118: 66-84 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.08.011>.
- Özbalcı, A., A., (2022). Dijitalleşme. Baş, M., Erdoğan, İ., ve Aslan, R., (Editörler). Efe Akademi Yayınları. Aralık 2022. 1.Baskı.
- Porter, M.E. "The Competitive Advantage of Nations." Harvard Business Review, 1990: 73-91.
- Pourmoayed, R. N. (2016). A hierarchical Markov decision process modeling feeding and marketing decisions of growing pigs. Eur. J. Oper. Res. 250 (3).

- Pylianidis C, Osinga S & Athanasiadis IN (2021). Introducing digital twins to agriculture, Computers and Electronics in Agriculture 184,105942. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105942>.
- Pamuk, N. S. ve Soysal, M. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Dijital Tarım Üzerine Bir İnceleme, Verimlilik Dergisi, 2018.
- PAT Research. (2020). Precision Agriculture Software. 04 25, 2020 tarihinde <https://www.predictiveanalyticstoday.com/top-precision-agriculture-software/>. Erişim Tarihi: 04.04.2022.
- Popovic, T., Latinovic, N., Pesic, A., Zecevic, Z., Krstajic B., Dju- Kanovic, S., (2017). Architecting An Iot-Enabled Platform For Precision Ag- Riculture And Ecological Monitoring: A Casestudy. Computersand Electronics İn Agriculture, 140: 255-265.
- Pugnatorius(2018).AgricultureThailand’sSuperfood. <https://pugnatorius.com/agriculture>.
- Regan Á (2019). ‘Smart farming’ in Ireland: a risk perception study with key governance actors. NJAS – Wageningen J. Life Sci 90-91: 100292.<https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.02.003>.
- Rose D C & Chilvers J (2018). AgriculturDijital Tarım: Broadening responsible innovation in an era of smart farming, Frontiers in Sustainable Food System 2(87): 1-6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>.
- Rose D C, Wheeler R, Winter M, Lobley M & Chivers CA (2021). AgriculturDijital Tarım: Making it work for people, production, and the planet. Land Use Policy 100: 104933. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104933>.
- Roy S K, Misra S, Raghuwanshi N S & Das S K (2021). AgriSens: IoT-based dynamic irrigation scheduling system for water management of irrigated crops, IEEE Internet Things J., 8(6): 5023-5030. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3036126>.
- ROMI (2020). Project ROMI (RObotics for MIcrofarms). Retrieved in July, 1, 2021 from <https://romi-project.eu>.
- Raj M, Gupta S, Chamola V, Elhence A, Garg T, Atiquzzaman M & Niyato D (2021). A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting AgriculturDijital Tarım. Journal of Network and Computer Applications 187: 10310. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103107>.
- Rijswijk K, Klerkx L, Bacco M, Bartolini F, Bulten E, Debruyne L, Dessein J, Scotti I & Brunori G (2021). Digital transformation of Agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation, Journal of Rural Studies 85: 79-90.<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.003>.
- Ron Martin – Peter Sunley, “Deconstructing Clusters: Chaotic Concept or Policy Panacea?”, Journal of Economic Geography, 2003, Vol.3, No.1, p.12.

- Roltek - Dokuz Eylül Üniversitesi Teknoloji Geliştirme. (2018). Akıllı Tarım Nedir? Tarım 4.0 Uygulamaları Nelerdir? 2020 tarihinde <https://www.roltek.com.tr/blog/akillitarim-tarim-40/> (Erişim Tarihi: 25.04.2022).
- Sadowski S & Spachos P (2020). Wireless technologies for smart agricultural monitoring using internet of things devices with Energy harvesting capabilities. *Computers Electronics in Agriculture* 172: 105338-105347. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105338>.
- Sağlam, M. (2021). İşletmelerde Geleceğin Vizyonu Olarak Dijital Dönüşümün Gerçekleştirilmesi ve Dijital Dönüşüm Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (40), 395-420.
- Santos, M. Y., e Sá, J. O., Andrade, C., Lima, F. V., Costa, E., Costa, C., ... & Galvão, J. (2017). A big data system supporting bosch braga industry 4.0 strategy. *International Journal of Information Management*, 37(6), 750-760.
- Sarangi, S., Umadikar, J. & Kar, S. (2016). Automation of Agriculture Support Systems using Wisekar: Case study of a crop-disease advisory service. *Computers and electronics in agriculture*, 122,200-210.
- Sarıtaş A. (2012), “Batı Akdeniz Bölgesi İmalat Kobilerinin Kümelenme Düzeylerinin Analizi”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora tezi, Isparta.
- Satılmış Ç.(2019), “Dijitalleşme ve Endüstri 4.0’ın Beyaz Eşya Sektörüne Etkisi” Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul.
- Savaş, Y. (2021). Dijitalleşmenin Örgüt Kültürü ve İşbirliğine Etkisi. Hatem F., Bozkurt, Ö., ve Sid A., S., (Editörler), 14. Uluslararası Güncel Araştırmalarla Sosyal Bilimler Kongresi Tam Metinleri. *Book of Proceeding 14th International Congress on Social Studies with Recent Researches*. Dördüncü Cilt .
- Sert E. (2020), “Dijital Dönüşümde Endüstri 4.0 Değer Zinciri Temel Faaliyetler Analizi: Otomotiv Sektörü İçin Model Önerisi”, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, doktora tezi, İstanbul.
- Simmon, E. D. (2012). NIST Cloud Computing Program Supporting the U.S. Cloud Computing Strategy. *Proceedings of the 19th ISPE International Conference on Concurrent Engineering*. Maryland, U.S.: National Institute of Standards and Technology (NIST).
- Sinha B B & Dhanalakshmi R (2022). Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey. *Future Generation Computer Systems* 126(2022): 169-184. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.08.006>.
- Sölvell, Ö. (2008). *Cluster-Balancing Evolutionary and Constructive Forces*. Ivory Tower Publishing, s.13.

- Sung T.K. (2017). "Industry 4.0: A Korea Perspective" Technological Forecasting & Social Change Journal Homepage, 2017.
- Şişman, A. (2006). E-Devlet'in Bir Alt Portalı Olarak E-Mülkiyet Kavramının Geliştirilmesi. Yayınlanmış Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sharma, S. (2014). Agro-based Clusters: A Tool for competitiveness of Indian agriculture in the ERA of globalisation. Global Journal of Finance and Management, 6(8), 713-718.
- Schwab K (2015) The fourth Industrial revolution: What it means and how to respond, Foreign Affairs. Retrieved in July, 1, 2021 from <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>.
- Sligo F X & Massey C (2007). Risk, trust and knowledge networks in farmers' learning. J. Rural. Stud 23(2): 170-182. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2006.06.001>.
- Shepherd M, Turner J A, Small B & Wheeler D (2018). Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the 'digital agriculture' revolution. J. Sci. Food Agric. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>.
- Selçuk Karayel, "Yenilikçi Bir Örgütlenme Modeli Olarak "Kümelenme" ile İşletme Performansı ilişkisi: Ayakkabıcılık Sektöründe Bir Araştırma", Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 2010, s.9.
- Sucu, M. (2021). Çalışanların Dijitalleşme Faaliyetlerine Uyumu ve Örgüt İklimi Arasındaki İlişkiyi Tespit Etmeye Yönelik Bir Araştırma. Journal of International Social Research, 14 (77), 1458-1473.
- Sudduth, K. (1999). Engineering Technologies for Precision Farming. Suwon, Korea: The International Seminar on Agricultural Mechanization Technology for Precision Farming.
- Sylvester, G. (2018). E-Agriculture in Action: Drones for Agriculture. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations & International Telecommunication Union.
- Endüstri Medya, Endüstri 4.0 Uygulamaları ve Zirvesi Dergisi, S.26, Nisan 2017
- Endüstri Medya, Endüstri 4.0 Uygulamaları ve Zirvesi Dergisi, S.35, Mart 2019.
- Endüstri Medya, Endüstri 4.0 Uygulamaları ve Zirvesi Dergisi, S.38, Haziran 2019.
- Endüstri Medya, Endüstri 4.0 Uygulamaları ve Zirvesi Dergisi, S.40, Ağustos 2019.
- Endüstri Medya, Endüstri 4.0 Uygulamaları ve Zirvesi Dergisi, S.41, Eylül 2019.
- Endüstri Medya, Endüstri 4.0 Uygulamaları ve Zirvesi Dergisi, S.42, Ekim 2019.

Endüstri Medya, Endüstri 4.0 Uygulamaları ve Zirvesi Dergisi, S.44, Aralık 2019.

Şenkal, A. "Sosyal Sermaye ve Bölgesel Kalkınma (Max Weber Perspektifinden Bir Değerlendirme)." "İş, Güç" Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi 10, no. 1 (2008): 118-143.

Tarnet. (2020). Akıllı Tarım. 04 17, 2020 tarihinde <https://www.tarnet.com.tr/blog/nedir/akillitarim/>. Erişim Tarihi: 22.03.2022.

Taşel, F. (2020). Dijitalleşmenin Ticarete ve Ekonomiye Etkisi. Beykoz Akademi Dergisi, 8 (2), 127-137.

Teke, V. (2016). Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları İçin Havadan ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi ve Analizi. Ankara: TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü 06800, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.

Tekin, A. B. (2015). Tarımda Teknolojik Evrim; İnsansız Hava Araçları. Eskişehir: Akademik Bilişim Kongresi, 4-6 Şubat.

Tao W, Zhao L, Wang G & Liang R (2021). Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges. Computers and Electronics in Agriculture 189(2021): 106352 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106352>.

Topal, Ş., (2016). Atos'tan Yenilikçi Endüstri 4.0 Uygulamaları.

<http://www.endustri40.com/endustri-4-0-uygulamada-atostanyenilikci-endustri-4-0-uygulama-ornekleri/>. (Erişim Tarihi: 17.04.2022).

Topakcı, M. Ü. (2010). Hassas Tarımda Değişken Oranlı Uygulamalar. Tarımsal Mekanizasyon 26. Ulusal Kongresi, 22-23 Eylül. Hatay.

Topaktaş, S. (2021). Dijitalleşme Sürecinde Bilgi ve Bilgiyi Kullanma Biçimleri: Kuşaklar Arası Bir Kıyaslama. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kastamonu.

Trendov N M, Varas S & Zeng M (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas - Status Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

TSKB. (T. Y.). Endüstriyel Dönüşüm. 23 Ağustos 2022 tarihinde <https://www.tskb.com.tr/hizmetler/danismanlik-hizmetleri/muhendislik-ve-teknikdanismanlik-hizmetleri/endustriyel-donusum> adresinden alınmıştır.

Tzounis A, Katsoulas N, Bartzanas T & Kittas C (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. Biosystems Engineering. 164: 31-48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>.

- Turkinfo, (2018). Hollanda Tarım Ürünü İhracatında Rekor Kırdı – 100 Milyar Avroluk Tarım Mucizesi. <https://www.turkinfo.nl/haber/hollanda-tarim-urun-u-ihracatinda-rekor-kirdi-100milyar-avroluk-tarim-mucizesi/22128/>.
- Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD] (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0. Erişim: 18.09.2018.
- Türkseven, S. K. (2016). Tarımda Dijital Dönüşüm; İnsansız Hava Araçları Kullanımı. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science) 12(4), 267271.
- T.C. Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü, "KOBİ İşbirliği ve Kümelenme Projesi", <http://www.smenetworking.gov.tr/.../ekonomiBakanligi/urgeUygulamaKlavuz>, (22.05.2014).
- T.C. Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü, "Kümelenme için ortak rekabet alanları stratejisi raporu, http://www.smenetworking.gov.tr/.../ekonomiBakanligi/1_yerel_paydaslar.pdf, (22.04.2015).
- Tarım alet ve makineleri sektörü değer zinciri analizi ve kümelenme çalışmaları, 2011; <http://www.finansenstitusu.com/>.
- Türkiye için Dijital Tarım SWOT Analizi (BİMY, "Bilişimle Kalkınmada Sanayidijital Tarım", 2016.
- Udias, A. P. (2018). A decision support tool to enhance agricultural growth in the Mekrou river basin. Comput. Electron. Agric. 154, 467-481.
- USB (University of Stellenbosch Business School), (2017). The Future of The Western Cape Agricultural Sector In The Context of The 4th Industrial Revolution. <http://www.elsenburg.com/sites/default/files/24.%204IR%20%20AGRICULTURE%20LITERATURE%20REVIEW%20%281%29.pdf> (Erişim Tarihi: 19.03.2022).
- United Nations E-Government Survey (2014). (Birleşmiş Milletler E-Devlet Raporu 2014) <http://unpan3.un.org/egovkb/en-us/reports/un-e-government-survey-2014>.
- Unit, Economist Intelligence. "Innovation Clusters – Why Companies Are Better Together." The Economist Intelligence Unit Limited, 2016: 1-24.
- Ünal, İ. T. (2013). Tarımsal Üretim Uygulamalarında Bulut Hesaplama (Cloud Computing) Teknolojisi . Akademik Bilişim 2013 – XV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 23-25 Ocak 2013 (s. 751). Antalya: Akdeniz Üniversitesi.
- Üzmez, S. S., & Büyükbeşe, T. (2021). Dijitalleşme Sürecinde Bilgi Yönetiminin İşletmelerin Teknoloji Uyumuna Etkileri. Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi, 16 (2) , 117-127.

- Venkataramana, K. P. (2012). A Design of Framework for AGRI-CLOUD. IOSR Journal of Computer Engineering, 4(5), 1-6.
- Vaintrub M O, Levit H, Chincarini M, Fusaro I, Giammarco M & Vignola G (2021). Precision livestock farming, automats and new technologies: possible applications in extensive dairy sheep farming, Animal 15(2021): 100143. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100143>.
- Van Evert, F. F. (2017). Big data for weed control and crop protection. Weed Res. 57 (4), 218-233.
- Yılmaz K. (2018), "Awareness Analysis Of Industry 4.0" Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü , Yüksek lisans tezi, İzmir.
- VINBOT (2017). Project VINBOT (Autonomous Cloud-Computing Vineyard Robot to Optimize Yield Management and Wine Quality). Retrieved in July, 1, 2021 from <http://vinbot.eu>.
- WB (2017). ICT in Agriculture: Connecting Smallholders to Knowledge, Networks, and Institutions, Updated Edition. World Bank Washington, DC.
- WB (2019). Future of Food Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes. World Bank Washington, DC.
- WB (2019). Future of Food Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes. World Bank Washington, DC.
- Wolfert S, Ge L, Verdouw C & Bogaardt M J (2017). Big data in smart farming-A review, Agricultural Systems 153: 69-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>.
- Xu, J., Solmaz, G., Rahmatizadeh, R., Turgut, D. & Boloni, L. (2016). Internet of Things Applications: Animal Monitoring With Unmanned aerial Vehicle.
- Yankın, F. B. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı. Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi, 7 (2), 1-38.
- Yuan, J. L. (2018). Urbanization, rural development and environmental health in China. Environ. Dev. 28, 101-110.
- Yücel, G., & Adiloğlu, B. (2019). Dijitalleşme - Yapay Zeka ve Muhasebe Beklentiler. Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi, (17), 47-60.
- Yiğit, S. "Kümelenme Teorisi: Kavramsal Bir Çerçeve." Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 2014: 107-128.

- Yıldız, B. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Blok Zinciri Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler. 21 Kasım 2022 tarihinde https://www.researchgate.net/profile/Burcu-Yildiz-3/publication/337171422_DIJITAL_DONUSUM_SURECINDE_BLOK_ZINCIRI_TEKNOLOJISI_ve_AKILLI_SOZLESMELER/links/61f2f4218d338833e39bceeb/DIJITAL-DOeNUeSUeM-SUeRECINDE-BLOK-ZINCIRI-TEKNOLOJISI-veAKILLI-SOeZLESMELER.pdf adresinden alınmıştır.
- Yıldız, Ö., ve Ünlü, A., (2021). Türkiye’de Dijitalleşmenin İşgücü Piyasaları Üzerine Etkisi. 26 Aralık 2022 tarihinde https://www.researchgate.net/profile/Atilla-Uenlue-2/publication/361255476_TURKIYE'DE_DIJITALLESMENIN_IS_GUCU_PİYASALARI_UZERINE_ETKISI/links/62a70de0c660ab61f878fd90/TUeRKIYEDEDIJITALLESMENIN-IS-GUeCUe-PIYASALARI-UeZERINE-ETKISI.pdf adresinden alınmıştır.
- Yılmaz, Y. (2021). Dijital Ekonomiye Geçiş Süreci, Ölçümü ve Dijitalleşme Verimlilik İlişkisi. İstanbul İktisat Dergisi, 71 (1), 283-316.
- Yülek M A (2018). The industrialization process: A streamlined version. In: How Nations Succeed: Manufacturing, Trade, Industrial Policy, and Economic Development. Springer Heidelberg, Germany, pp. 171-182.
- Zheliaskov, G., Zaimova, D., Genchev, E., & Toneva, K. (2015). Cluster development in rural areas. Economics of Agriculture, 1(62), 73-93.
- Zhai Z, Martínez J F, Beltran V & Martínez N L (2020). Decision support systems for agriculturDijital Tarım: Survey and challenges. Computer Electronics and Agriculture. 170: 105256: 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>.
- Zambon I, Cecchini M, Egidi G, Saporito M G & Colantoni A (2019). Revolution 4.0: Industry vs. agriculture in a future development for SMEs. Processes 7(36): 1-16. <https://doi.org/10.3390/pr7010036>.
- Zamora-Izquierdo M A, Santa J, Martinez J A, Martinez V & Skarmeta A F (2019). Smart farming IoT platform based on edge and cloudcomputing. Biosystems Engineering. 177: 4-17. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.10.014>.
- Zeybek, B. (2020). “Nesnelerin İnterneti Uygulama Alanı Olarak Akıllı Şehirler: Geleceğin Marka Şehirleri. Edit. P. E. Yayınoğlu, B. Küçüksaraç, İletişim Çalışmalarında Yaratıcı Ve Yenilikçi Uygulamalar. Konya: Literatürk academia.
- Zorlu (2015). Dijital Dönüşüm. Türkiye'de ve Dünyada Zorlu Dergisi, Zorlu Holding İç İletişim Yayını, Yayın No; 50 İstanbul, Temmuz-Eylül Ayı 2015.

- Zhang M, Wang X, Feng H, Huang Q, Xiao X & Zhang X (2021). Wearable Internet of Things enabled precision livestock farming in smart farms: A review of technical solutions for precise perception, biocompatibility, and sustainability monitoring. *Journal of Cleaner Production* 312: 127712. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127712>.
- Zhang, R., Hao, F., Sun, X. (2017). The- Design Of Agricultural Machinery Service Management System Based On Internet Of Things. *Procedia Computer Science*, 107:53-57.

EKLER

EK 1 Anket Formu

	Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği anabilim dalında yürütülmekte olan “Türkiye’de Tarımda Dijital Dönüşüm Kapsamında Uygun Bir Tarım Makinaları ve Teknolojileri Sanayi Kümelenme Modeli Geliştirilmesi” başlıklı Doktora tezinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Anket bilgi formundan ve Dijital Tarım ölçümleme sorularından oluşmaktadır. Elde edilen veriler, bilimsel çalışmaya temel oluşturacak olup, başka bir amaç için kullanılmayacaktır. Araştırmanın hedeflenen amaca ulaşması açısından objektif cevaplar vermenizi rica eder, göstermiş olduğunuz katkı ve ilgilerden dolayı teşekkürlerimizi sunarız. Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK Tez Danışmanı GÖKHAN AVŞAR Doktora Öğrencisi ANKARA ÜNİVERSİTESİ	
A. KİŞİSEL BİLGİLER		
1.	Firma Adı	
2.	Eğitim Durumunuz	☐ İlkokul ☐ Ortaokul ☐ Lise ☐ Ön lisans ☐ Lisans ☐ Lisansüstü
3.	İşletmedeki Statünüz/ rolünüz	☐ İşletme Sahibi ☐ Ortaklardan birisi ☐ Yönetici ☐ Çalışan ☐ Diğer
4.	Hangi bölümde çalışıyorsunuz?	☐ Satış-Pazarlama ☐ Ürün geliştirme/Ar-Ge ☐ Müşteri hizmetleri ☐ Bilgi Teknolojisi ☐ Tedarik zinciri ☐ Üretim/Kalite
B. GENEL BİLGİLER		
1.	İşletmenizin Kuruluş Yılı/Yaşı	
2.	İşletmenizin Faaliyet Alanı	☐ Otomotiv ☐ Makina ☐ Hizmet ☐ Diğer
3.	İşletmenizin Hukuki Yapısı	☐ Aile İşletmesi ☐ Limited ☐ Şahıs Şirketi ☐ Diğer
4.	İşletmenizin Kuruluş Yeri	☐ Organize Sanayi Bölgesi ☐ Küçük Sanayi Sitesi ☐ Mahalli Yerleşim ☐ Diğer
5.	İşletmenizin yıllık cirosu hangi aralıktadır.	☐ 0- 50000 TL ☐ 50001- 250000 TL ☐ 250001- 500000 TL ☐ 500001-1000000TL ☐ 1000001- 5000000 TL ☐ 5000001 – ve üzeri TL

6.	Sistemler ve süreçler Sistemli Pazar araştırması yapıyor musunuz? Yeni ürün geliştirme çabası içinde misiniz? Yurtiçi fuarlara katılım yapıyor musunuz? Yurtdışı fuarlara katılım yapıyor musunuz? Bilgisayarlı üretim ve satış planlaması yapıyor musunuz? Eğitim uygulamaları yapıyor musunuz? Firmanın markası tescilli mi? Firmanın patent/ Ar-Ge departmanı var mı? Firmanın tasarım tescili var mı? Firma devlet destekli AR-GE yürüttü mü? Yabancı dil bilen personeliniz mevcut mu?	EVET		HAYIR
7.	İşletmenizdeki işgücü dağılımı/ Çalışan Sayısı nasıldır?	İş Gücü Mühendis/Ar-ge Teknisyen Usta İşçi İdari Personel Diğer Toplam Çalışan	Erkek Sayısı 	Kadın Sayısı
8.	Kümelenme hakkında bilginiz var mı?	(1) EVET (2) BİRAZ (3) HAYIR		
9.	Dijital Tarım teknolojilerini kullanıyor musunuz?	(1) EVET (2) BİRAZ (3) HAYIR		
C. KÜMELENME YAPISI				
1.	Kullandığınız makina ve donanımı satın aldığınız tedarikçiler/üreticiler	☐ Aynı Sanayi Bölgesi ☐ Aynı Şehir ☐ Farklı Şehir ☐ Yurt Dışı		
2.	Yedek parçalarınızı satın aldığınız tedarikçiler/ üreticiler	☐ Aynı Sanayi Bölgesi ☐ Aynı Şehir ☐ Farklı Şehir ☐ Yurt Dışı		
3.	Bakım hizmeti aldığınız işletmeler	☐ Aynı Sanayi Bölgesi ☐ Aynı Şehir ☐ Farklı Şehir ☐ Yurt Dışı		
4.	Kullandığınız hammadde/yarı mamullerinizi satın aldığınız tedarikçi / üreticiler	☐ Aynı Sanayi Bölgesi ☐ Aynı Şehir ☐ Farklı Şehir ☐ Yurt Dışı		

5.	Ürünlerinizi sattığınız müşteriler	☐ Aynı Sanayi Bölgesi ☐ Aynı Şehir ☐ Farklı Şehir ☐ Yurt Dışı				
6.	Diğer işletmelerle işbirliği yapıyor musunuz?	☐ Aynı Sanayi Bölgesi ☐ Aynı Şehir ☐ Farklı Şehir ☐ Yurt Dışı				
7.	Rakipleriniz olan üreticiler	☐ Aynı Sanayi Bölgesi ☐ Aynı Şehir ☐ Farklı Şehir ☐ Yurt Dışı				
8.	Ürün ve üretim ile ilgili belge ya da belgelere sahip misiniz?	☐ Yok ☐ Var ☐ TSE ☐ Diğer				
9.	Firmanızın ulusal düzeydeki pazar payı ne ölçüdedir?	Çok Düşük	Düşük	Orta	İyi	Çok iyi
10.	Bölgenizdeki diğer birey ve kurumlarla ortak iş yapma tutumunuz nedir?					
11.	Bölgedeki girişimci firmaların güven düzeyini ne derecede buluyorsunuz?					
12.	Rekabet ortamını nasıl değerlendiriyorsunuz?					
13.	Rekabet ortamında kendinizi nasıl konumlandırıyorsunuz?					
D. DİJİTAL TARIM DÜZEY ÖLÇÜMÜ						
Strateji ile İlgili Sorular						
1.	İşletmenizde Dijital Dönüşüm inisiyatifi için ayrı bir bütçe tahsis edilmekte midir?					☐ Evet ☐ Hayır
2.	İşletmenizde Dijital Dönüşüm yatırımlarına öncelik verilen bölümler / departmanlar var mıdır?					☐ Evet ☐ Hayır
3.	İşletmenizde Dijital Tarım'ın etkisini en üst seviyeye çıkarmak için yeni iş modellerini tanımakta mıdır?					☐ Evet ☐ Hayır
4.	İşletmenizde Dijital Dönüşüm iş modelinizi değiştirdi mi?					☐ Evet ☐ Hayır
5.	İşletmenizde Dijital Dönüşüm tüm iç süreçlerimizi, organizasyon yapımızı ve iş modelimiz ile şirket misyonunu/vizyonunu değiştirdi mi?					☐ Evet ☐ Hayır
Organizasyon ile İlgili Sorular						

1.	Dijital Tarım uygulamalarını kullanmaya ne zaman başladınız?																																																																
2.	Dijital Tarım (Veri analitiği, IoT, CPS, HMI, üretim güvenliği, 3D Baskı, Sanallaştırma, PLM vb.) konusunda hangi aşamada olduğunuzu lütfen işaretleyiniz?	☐ Dışarıda kalmış ☐ Acemi ☐ Orta Seviye ☐ Tecrübeli ☐ Uzman ☐ En iyi uygulama örneği																																																															
3.	İşletmenizde, Ar-Ge, İnovasyon ve Dijital Tarım ile ilgili projelere katılım var mıdır?	☐ Evet ☐ Hayır																																																															
4.	İşletmenizde, Dijital Dönüşüm yatırımlarına öncelik verilen bölümler var mıdır?	☐ Evet ☐ Hayır																																																															
5.	Dijital Dönüşümün şirketinizi ve iş modelinizi ne ölçüde değiştirdiğini düşünüyorsunuz?	☐ Herhangi bir etkisi olmadı. ☐ Sadece iş süreçlerimizi değiştirdi. ☐ İş süreçlerimiz ile birlikte organizasyon yapımızı değiştirdi.																																																															
6.	İşletmenizde, Dijital Dönüşüm projesi önerecek olsaydınız hangi odak alanı tercih ederdiniz?	☐ Ar-Ge ☐ Üretim/Kalite ☐ Tedarik Zinciri ☐ Satış/Pazarlama/Satış Sonrası																																																															
Müşteri Entegrasyonu ile İlgili Sorular																																																																	
1.	İşletmenizde müşteri ilişkileri geliştirmek için, online ve offline dijital platformları var mıdır?	☐ Evet ☐ Hayır																																																															
2.	İşletmenizde, Kampanya yönetimi, geri bildirim almak, talepleri yönetmek vb. pazarlama faaliyetleri için birden fazla kanal (web sitesi, bloglar, forumlar, sosyal medya vb.) var mıdır?	☐ Evet ☐ Hayır																																																															
3.	İşletmenizde, Ürün fiyatlandırma sisteminiz müşteriye özel midir?	☐ Evet ☐ Hayır																																																															
4.	İşletmenizde, satış gücünüz dijital olarak etkinliği yeterli seviyede mi?	☐ Evet ☐ Hayır																																																															
Ürün, Hizmet ve Süreçler ile İlgili Sorular																																																																	
1.	İşletmenizin Dijital Tarım'a teknolojilerini uyguladığı ve bu uygulamaların kullanım düzeyini gösteren aşağıdaki Çizelgede, size en uygun olanını lütfen işaretleyiniz.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">Kullanım Düzeyleri</th></tr> <tr> <th>Dijital Tarım Teknolojileri</th><th>Uygulanmadı</th><th>Hazırlık Aşamasında</th><th>Başlangıç Aşamasında</th><th>Kısmen Uygulandı</th><th>Tamamen Uygulandı</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nesnelerin İnterneti</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Büyük Veri</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Siber Fiziksel Sistemler</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Bulut Bilişim</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Robotik Uygulamalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>3D Baskı</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Artırılmış Gerçeklik</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Kullanım Düzeyleri							Dijital Tarım Teknolojileri	Uygulanmadı	Hazırlık Aşamasında	Başlangıç Aşamasında	Kısmen Uygulandı	Tamamen Uygulandı		Nesnelerin İnterneti							Büyük Veri							Siber Fiziksel Sistemler							Bulut Bilişim							Robotik Uygulamalar							3D Baskı							Artırılmış Gerçeklik						
Kullanım Düzeyleri																																																																	
Dijital Tarım Teknolojileri	Uygulanmadı	Hazırlık Aşamasında	Başlangıç Aşamasında	Kısmen Uygulandı	Tamamen Uygulandı																																																												
Nesnelerin İnterneti																																																																	
Büyük Veri																																																																	
Siber Fiziksel Sistemler																																																																	
Bulut Bilişim																																																																	
Robotik Uygulamalar																																																																	
3D Baskı																																																																	
Artırılmış Gerçeklik																																																																	
2.	Dijital Tarım'a geçiş konusunda işletmenizi zorlayan en önemli sorun hangisi olduğunu işaretleyiniz. ☐ Finans yetersizliği ☐ Bilgi eksikliği ☐ Nitelikli çalışan yokluğu ☐ Siber güvenlik ☐ Standartlaşma ☐ Araştırma ve eğitim maliyetleri ☐ Diğer																																																																

3.	İşletmenizde, değişen müşteri ihtiyaçları veya taleplere göre üretim ve/veya hizmet yapınız ne kadar esnektir? ☐Esnek değildir. ☐Sadece belirli hizmet ve/veya ürün grubu özelinde esnektir ancak süreçleri izleyemiyoruz. ☐Sadece belirli sipariş ve/veya ürün grubu özelinde esnektir ayrıca süreçleri izleyebiliyoruz. ☐Sadece belirli sipariş ve/veya ürün grubu özelinde esnektir ayrıca süreçleri izleyerek yönetebiliyor ve üretim ve/veya hizmet yapımızı değiştirebiliyoruz.
4.	Mevcut iş modelimizde, verilerin kullanımı ve analizi (müşteri verileri, ürün veya makina tarafından üretilen veriler) önemli midir? ☐Evet ☐Hayır
5.	Makina parametrelerini yapay zeka ile yönetebiliyor musunuz? ☐Evet ☐Hayır
6.	Kalite ve test süreçlerinin etkinliğini simülasyon programları ile yönetebiliyor musunuz? ☐Evet ☐Hayır
7.	Dijital Tarım sayesinde ürünlere, üretim hattına, sistemlere ve belgelere dijital erişilebilirlik ve aynı zamanda ürün, üretim hattı, sistem ve belgeler arasında eş zamanlı olarak bilgi akışı ve değişimi olacaktır. Bu sistem hayata geçtiğinde üretim bölümü olarak en çok hangi problemlerden kurtulmuş olacaksınız?
8.	Dijital Tarım sayesinde montaj hattına mobil cihazlar ile 3-boyutlu olarak ulaşım sağlanabilecektir (akıllı gözlükler, artırılmış gerçeklikler vb.). Bu size ne gibi avantajlar sağlar?
9.	Hangi tür yenilik (robotik uygulamalar, dijital dönüşüm ya da otomasyon) sizin işlerinizi hızlandırdı ve kolaylaştırdı?