



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çiftçilerin Damla Sulama ve Akıllı Sulama Sistemleri Hakkında Farkındalık Düzeyinin Araştırılması

SALİH ERSÖZ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

**Şanlıurfa
2025**



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çiftçilerin Damla Sulama ve Akıllı Sulama Sistemleri Hakkında Farkındalık Düzeyinin Araştırılması

SALİH ERSÖZ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
Tez Danışmanı: Doç. Dr. HASAN ŞAHİN

Şanlıurfa
2025

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilgi, deneyim ve akademik birikimiyle bana rehberlik eden, her aşamada desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Hasan ŞAHİN hocama en içten teşekkürlerimi sunarım. Yapıcı eleştirileri, yönlendirmeleri ve akademik bakış açısı, tez çalışmamın akademik niteliğinin artmasında önemli bir rol oynamıştır.

Ayrıca, bölüm hocalarım Sayın Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM, Sayın Doç. Dr. Ferhat KÜP ve sayın Dr. Öğretim Üyesi Bülent PİŐKİN'e de tezime yaptıkları katkı ve destekleri için teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
1. GİRİŞ	1
1.1. TARIM SEKTÖRÜ VE TÜRKİYE'DE TARIM	2
1.2. Tarım Sektörü	2
1.3. Tarımda Verimliliği Etkileyen Faktörler	4
1.4. Türkiye'de Tarımın Önemi	7
1.5. Türkiye'de Tarım	8
1.5.1. Toprak ve Su Kaynakları	8
1.6. Akıllı Tarım Uygulamaları	10
1.7. Akıllı Sulama Sistemleri ve Robotik Uygulamaları	15
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
4. BULGULAR	30
4.1. Demografik dağılım	74
4.2. Eğitim durumu ve tarım Tipi	74
4.3. Akıllı Tarım Teknolojilerinin Faydaları	74
4.4. Yeni Teknoloji İhtiyaçları	74
4.5. Eğitim Eksiklikleri	74
4.6. Akıllı Sulama Tenolojilerine Geçişte Etkili Faktörler	74
4.7. Dijital Cihaz ve İnternet Kullanımı	75
4.8. Sulama Sisteminde Filtre ve Gübeleme Kullanımı	75
4.9. Eğitim ve Bilgilendirme Faaliyetleri	75
4.10. Akıllı Tarım Teknolojilerinin Genel Faydalılığı	75
4.111. Maliyet Tasarrufu ve Verim Artışı	76
4.1112. Damla Sulama/Akıllı Sulama Faaliyeti Süresi	76
5. TARTIŞMA	77
6. SONUÇLAR	80
7. ÖNERİLER	83
7.1. Eğitim Programlarının Geliştirilmesi	83
7.2. Dijital Altyapının Güçlendirilmesi	83
7.3. Devlet Desteklerinin Artırılması	83
7.4. İleri Düzey Teknolojiye Erişim İmkanlarının Artırılması	83
7.5. Bilgilendirme Kampanyalarının Düzenlenmesi	84
7.6. Araştırma ve Geliştirme Çalışmalarının Desteklenmesi	84
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ	97
EKLER	98

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çiftçilerin Damla Sulama ve Akıllı Sulama Sistemleri Hakkında Farkındalık Düzeyinin Araştırılması

SALİH ERSÖZ

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Tez Danışman: Doç. Dr. HASAN ŞAHİN
Yıl: 2025, Sayfa : 102

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulu tarım yapan çiftçilerin modern sulama sistemlerine bakışı, damla ve akıllı sulama sistemleri gibi yeni sulama teknolojileri hakkında bilgi düzeyleri ve farkındalıkları tespit edilerek modern tarımsal sulama sistemlerin yaygınlaşması önündeki engellerin anlaşılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla, bölgeden sulu tarım yapmakta olan Şanlıurfa ilinden 50, Şırnak'tan 51, Batman'dan 50, Diyarbakır'dan 51 ve Mardin ilinden 50 çiftçi olmak toplamda 252 çiftçi ile anket yapılarak veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 2021 istatistik analiz programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Akıllı tarım uygulamaları, modern tarım teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte, bu teknolojilerin verimlilik üzerindeki etkisi tartışılmaktadır. Akıllı sulama sistemleri ve robotik uygulamalar gibi yenilikçi teknolojilerin tarımsal üretimdeki yeri incelenerek, bu uygulamaların maliyet düşürme, verim artırma ve kaynak kullanımını optimize etme gibi avantajları ele alınmaktadır. Çalışmanın literatür taraması, akıllı tarım uygulamaları ve modern sulama teknolojileri üzerine yapılmış önceki çalışmalar bölümünde özetlenmekte ve bu alanda yapılan bilimsel araştırmaların bulguları paylaşılmaktadır.

Araştırma da, Türkiye'de tarım sektörünün genel yapısı, tarımın ülke ekonomisi ve toplum üzerindeki önemi ele alınmaktadır. İlk bölümde, tarım sektörünün kapsamı ve verimliliği etkileyen faktörler üzerinde durulmakta, ardından Türkiye tarımının tarihsel gelişimi ve mevcut durumu incelenmektedir. Tarımın Türkiye açısından önemine vurgu yapılarak, toprak ve su kaynakları ile bitkisel üretim faaliyetlerine ilişkin bilgiler sunulmaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki tarım arazilerinin kullanım şekilleri ve tarım arazilerinin verimli bir şekilde değerlendirilmesi konusu ele alınmaktadır.

Çalışma sonucunda; Katılımcıların damla sulama/akıllı sulama sistemine geçişten ve sistemin sunduğu olanaklardan yüksek düzeyde memnun oldukları gözlemlenmiştir. Aynı zamanda; Damla veya akıllı sulama faaliyetlerinin küçük alanlarda daha az tercih edildiğini, çoğunlukla daha geniş alanlarda tercih edilip özellikle büyük ölçekli tarımsal faaliyetlerde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Katılımcıların büyük çoğunlukta ilkökul mezunu olduğu ve yaklaşık %98'i damla sulama sistemi hakkında eğitim almadıklarını ancak yaklaşık %85'nin bu sistemleri en az 5 yıllık bir deneyimle kullandıklarını göstermektedir. Dolayısıyla katılımcıların eğitim düzeyi ile bu teknolojiler hakkındaki farkındalıkları ve teknoloji kullanma oranı arasında ciddi bir ters orantı olduğu saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Tarımsal sulama, akıllı sulama, robotik uygulamalar

ABSTRACT

MASTER THESIS

Research on the Awareness Level of Farmers About Drip Irrigation and Smart Irrigation Systems in the Southeastern Anatolia Region

SALİH ERSÖZ

HARRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE EDUCATION
AGRICULTURAL MACHINERY DEPARTMENT

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. HASAN ŞAHİN
Year: 2025, Page : 102

This study aims to determine the perspective of farmers doing irrigated farming in the Southeastern Anatolia Region on modern irrigation systems, their knowledge levels and awareness about new irrigation technologies such as drip and smart irrigation systems, and to understand the obstacles to the spread of modern agricultural irrigation systems. For this purpose, a survey was conducted with 50 farmers from Şanlıurfa province, 51 from Şırnak, 50 from Batman, 51 from Diyarbakır and 50 from Mardin province, a total of 252 farmers doing irrigated farming in the region, and data were collected. The obtained data were evaluated using the SPSS 2021 statistical analysis program. Smart agricultural applications are evaluated within the scope of modern agricultural technologies, and the impact of these technologies on productivity is discussed. The place of innovative technologies such as smart irrigation systems and robotic applications in agricultural production is examined, and the advantages of these applications such as reducing costs, increasing yields and optimizing resource use are discussed. The literature review of the study is summarized in the previous studies on smart agricultural applications and modern irrigation technologies section, and the findings of scientific research in this field are shared.

The research examines the general structure of the agricultural sector in Türkiye, the importance of agriculture on the country's economy and society. In the first section, the scope of the agricultural sector and the factors affecting productivity are discussed, then the historical development and current status of Turkish agriculture are examined. The importance of agriculture for Turkey is emphasized, and information on soil and water resources and plant production activities is presented. In addition, the use of agricultural lands in Türkiye and the efficient use of agricultural lands are discussed.

As a result of the study; It was observed that the participants were highly satisfied with the transition to drip irrigation/smart irrigation system and the opportunities offered by the system. At the same time; It reveals that drip or smart irrigation activities are less preferred in small areas, mostly preferred in larger areas and used especially in large-scale agricultural activities. The vast majority of the participants are primary school graduates and approximately 98% of them have not received training on drip irrigation systems, but approximately 85% have used these systems with at least 5 years of experience. Therefore, it was determined that there is a serious inverse proportion between the participants' level of education and their awareness of these technologies and the rate of using technology.

KEYWORDS: Agricultural irrigation, smart irrigation, robotic applications

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Cinsiyet Dağılımı	33
Şekil 4.2.	Yaş Dağılımı	34
Şekil 4.3.	Eğitim Seviyesi	36
Şekil 4.4.	Tarım Türü	37
Şekil 4.5.	Damla Sulama Faaliyet Süresi	38
Şekil 4.6.	Damla Sulama Alanı	39
Şekil 4.7.	Tarımsal Sulama Desteklerinden Yararlanma Düzeyi	40
Şekil 4.8.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Memnuniyet Düzeyi	42
Şekil 4.9.	Su Kaynağı	43
Şekil 4.10.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Filtre Kullanma Düzeyi	44
Şekil 4.11.	Sulama Aralığı Analizi	46
Şekil 4.12.	Verim Artış Gözlemi	47
Şekil 4.13.	Gübreleme ve İlaçlama Durumu	48
Şekil 4.14.	Kurulum Maliyeti	49
Şekil 4.15.	Damla Sulama Sistemine Geçmekteki Ana Faktör	50
Şekil 4.16.	Tarım Ekipmanları Varlığı	51
Şekil 4.17.	Toprak-Su Analizi Yaptırma Düzeyi	52
Şekil 4.18.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Yöntemini Faydalı Bulma Düzeyi	53
Şekil 4.19.	Damla Sulama Sistemi Hakkında Eğitim Alma Düzeyi	54
Şekil 4.20.	Ekipman Kullanımı Hakkındaki Eğitim Düzeyi	55
Şekil 4.21.	Akıllı Mobil Cihaz Kullanım Düzeyi	56
Şekil 4.22.	Sabit İnternet Varlığı	57
Şekil 4.23.	İnternet Erişim Sorunu	58
Şekil 4.24.	İnternet Erişim Problemi	59
Şekil 4.25.	Akıllı Tarım Teknolojisi Bilgi Düzeyi	60
Şekil 4.26.	Akıllı Sulama Eğitim Düzeyi	61
Şekil 4.27.	Akıllı Sulama Ekipman Kullanım Düzeyi	62
Şekil 4.28.	Akıllı Tarım Teknolojisi Bilgisi	63
Şekil 4.29.	Bilgilendirme Duyurusu	64
Şekil 4.30.	Akıllı sulama sistemine geçişteki ana faktör	65
Şekil 4.31.	Dijital Tabanlı Mahsul İzleme	66
Şekil 4.32.	Canlı Hava Durumu Takibi	67
Şekil 4.33.	Veri ve Bildirimlerle Tedbir Alma Düzeyi	68
Şekil 4.34.	Akıllı Sulama Sistemi Hakkında Eğitim Düzeyi	69
Şekil 4.35.	Akıllı Tarım Teknolojilerini Faydalı Bulma Durumu	70
Şekil 4.36.	Akıllı Sistemlerle Daha Az Emekle Daha Çok Verim Elde Etme Düzeyi	71
Şekil 4.37.	Maliyet Düşüş Gözlemeleme Düzeyi	72
Şekil 4.38.	En Çok İhtiyaç Duyulan Yeni Teknoloji	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Korelasyon Analizi	30
Çizelge 4.2.	Regresyon Analizi	31
Çizelge 4.3.	Anova Analizi	31
Çizelge 4.4.	Korelasyon Analizi	32
Çizelge 4.5.	Kalan İstatistikler	32
Çizelge 4.6.	Cinsiyet Analizi	33
Çizelge 4.7.	Yaş Analizi	34
Çizelge 4.8.	Eğitim Seviyesi Analizi	35
Çizelge 4.9.	Yapılan Tarım Türü Analizi	36
Çizelge 4.10.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Faaliyeti Kullanım Süresi Analizi	38
Çizelge 4.11.	Damla Sulama/ Akıllı Sulama Kullanılan Alan Bilgisi Analizi	39
Çizelge 4.12.	Tarımsal Sulama Desteklerinden Yararlanma Düzeyi	40
Çizelge 4.13.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Memnuniyet Düzeyi	41
Çizelge 4.14.	Sulama Sisteminde Kullanılan Su Kaynağı Analizi	43
Çizelge 4.15.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Filtre Kullanma Düzeyi Analizi	44
Çizelge 4.16.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Sulama Aralığı Analizi	45
Çizelge 4.17.	Damla Sulama Koşullarında Verim Artışı Gözlemleme Analizi	46
Çizelge 4.18.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Gübre-İlaç Kullanımı Analizi	48
Çizelge 4.19.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminin Kurulum Maliyeti Hakkındaki Düşünce Analizi	49
Çizelge 4.20.	Damla Sulama Sistemine Geçmekteki Ana Faktör Analizi	50
Çizelge 4.21.	İşletmeye Ait Alet, Ekipman ve Makina Varlığı Analizi	51
Çizelge 4.22.	Toprak-Su Analizi Yaptırma Analizi	52
Çizelge 4.23.	Damla Sulama/Akıllı Sulama Yöntemini Faydalı Bulma Analizi	53
Çizelge 4.24.	Damla Sulama Sistemi Hakkındaki Eğitim Sorgulama Analizi	54
Çizelge 4.25.	Damla Sulama Sisteminde Kullanılan Makine, Alet ve Ekipmanların Kullanımı Hakkında Eğitim Bilgisi Analizi	55
Çizelge 4.26.	Akıllı Mobil Cihaz Kullanım Analizi	56
Çizelge 4.27.	Sabit Bir İnternet Erişim Bağlantı Bilgisi Analizi	57
Çizelge 4.28.	İnternet Erişim Sorunları Analizi	58
Çizelge 4.29.	İnternet Erişiminde Yaşanan Problem Analizi	59
Çizelge 4.30.	Akıllı Tarım Teknolojileri Hakkındaki Bilgi Durumu Analizi	60
Çizelge 4.31.	Akıllı Sulama Sistemi Hakkındaki Eğitim Alma Durumu Analizi	61
Çizelge 4.32.	Akıllı Sulama Sisteminde Kullanılan Makina, Alet ve Ekipmanların Kullanımı Hakkında Eğitim Düzeyi Analizi	62
Çizelge 4.33.	Akıllı Tarım Teknolojileri Hakkında Yeterli Donanım ve Bilgi Düzeyi Analizi	63
Çizelge 4.34.	Akıllı Tarım Teknolojilerine Dair Kurum veya Kuruluşlardan Bilgilendirme Duyuru Alma Durumu Analizi	64
Çizelge 4.35.	Akıllı Sulama Sistemine Geçmedeki Ana Faktör Analizi	65
Çizelge 4.36.	Mahsul İzleme Amaçlı Diital Tabanlı Uygulama Kullanma Durumu Analizi	66
Çizelge 4.37.	İnternet Erişimli Canlı Olarak Hava Durumu Tahminlerini Takip Etme Durumu Analizi	67
Çizelge 4.38.	Akıllı Tarım Teknolojileri Sayesinde Herhangi Bir Olumsuz Duruma Karşı Tedbir Alma Durumu Analizi	68
Çizelge 4.39.	Akıllı Sulama Sistemi Hakkında Eğitim Alma Durumu Analizi	69
Çizelge 4.40.	Akıllı Tarım Teknolojilerini Faydalı Bulma Durumu Analizi	70
Çizelge 4.41.	Akıllı Tarım Teknolojileri İle Akıllı Sulama Sistemi Sayesinde Az Emek ve İşçilik İle Verim Artışı Analizi	71
Çizelge 4.42.	Maliyet Analizi	72
Çizelge 4.43.	İhtiyaç Duyulan Tarım Teknolojisi Analizi	73

1. GİRİŞ

Sulamanın tarihi, insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Tarımsal üretim faaliyetlerini sürdürebilmek amacıyla, medeniyetlerin ortaya çıkışından önce bile ilkel sulama tekniklerinin kullanıldığı bilinmektedir. Tarihsel olarak bakıldığında, medeniyetlerin çoğu, su kaynaklarının bol olduğu ve bu kaynakların etkin biçimde kullanılabilirdiği bölgelerde yaşamlarını kurmuş ve sürdürmüştür. Mezopotamya ve Eski Mısır'da gerçekleştirilen arkeolojik kazılarda, MÖ 6000'lere kadar uzanan döneme ait sulama sistemlerine dair bulgulara ulaşılmıştır (Postel, 2000). Günümüz verilerine göre, ilk sulama faaliyetleri yaklaşık 7000 yıl önce Mezopotamya'da, 5000 yıl önce ise Mısır'da, henüz ilkel bir yapıda uygulanmıştır. Bu dönemde Kuzey Mezopotamya yaylalarından göç eden topluluklar, Dicle ve Fırat nehirleri arasındaki kurak ovalara, yani günümüz Güney Irak topraklarına yerleşmiş ve tarımsal faaliyetlerini sürdürebilmek amacıyla çözüm arayışına girmişlerdir. Hasat dönemine ulaşmadan kuruyup yok olan ekinler nedeniyle çözüm üretmek zorunda kalan bu topluluklar, tarihe Sümerliler olarak geçmiş ve Fırat Nehri'nden hendekler aracılığıyla tarlalarına su yönlendirmiştir. Böylece sulamalı tarımın temelleri atılmıştır (Yenikaya, 2017).

Türkiye özelinde gerçekleştirilen çalışmalarda ise sulama teknolojilerine yönelik farkındalığın artırılması amaçlanmaktadır. "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çiftçilerin damla sulama ve akıllı sulama sistemleri hakkında farkındalık düzeyinin araştırılması" başlıklı sulu tarım yapan 252 katılımcı ile gerçekleştirilen çalışmanın ilk bölümünde, tarım sektörünün insan yaşamı ve ekonomik yapı üzerindeki önemi detaylı biçimde ele alınmaktadır. Tarımın yalnızca gıda üretimi değil, aynı zamanda sosyoekonomik yapının şekillenmesinde de kilit rol oynadığı vurgulanmakta; sektörel verimliliğe etki eden başlıca faktörler ayrıntılı şekilde açıklanmaktadır. Bu faktörlerin doğru analiz edilmesiyle tarımsal üretimde izlenmesi gereken stratejilere dikkat çekilmekte ve maksimum verim için izlenecek yollar açıklanmaktadır (Çamoğlu et al., 2021).

Ekonomik krizler nedeniyle tarım sektöründe yaşanan aksaklıklar, bu aksaklıkların üretim üzerindeki olumsuz etkileri ve sonrasında atılan iyileştirici adımlar, neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde değerlendirilmektedir. Özellikle toprak ve su kaynaklarının önemi vurgulanarak, tarımsal girdiye doğrudan etki eden bitkisel üretim konuları da istatistiksel verilerle desteklenmektedir.

Ülkenin topografik yapısı göz önüne alınarak geliştirilen tarımsal faaliyetler, modern teknolojiyle birleşerek akıllı tarım uygulamalarını doğurmuştur. Bu bağlamda, artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının sürdürülebilir biçimde karşılanabilmesi için teknoloji destekli çözümler geliştirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise; Akıllı tarım uygulamaları ve modern sulama teknolojileri ile ilgili literatür taraması yapılarak daha önce yapılmış olan önceki çalışmalar bu bölümde anlatılarak konu ile ilgili yapılmış olan bilimsel veriler paylaşılmaktadır. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise araştırmada uygulanan gereç ve yöntemler anlatılarak bu doğrultuda elde edilen veriler doğrultusunda yapılmış olan istatistik analizler yorumlanarak anlatılmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde de araştırma ile ilgili elde edilen bulgular istatistik analiz verileri doğrultusunda tablo ve grafikler oluşturularak detaylı bir şekilde yorumlanmıştır. Beşinci bölüm olan tartışma bölümünde ise; Çalışma ile ilgili eğitim, altyapı geliştirme ve bu teknolojilerin yaygınlaşması önündeki engellerin anlaşılmasının yanı sıra Türkiye'nin tarım sektöründe daha güçlü ve sürdürülebilir bir yapıya ulaşması için gerekli olan ve yapılması gereken çalışmalar tartışılmaktadır. Altıncı bölümde ise; Tarımsal üretimde damlama sulama ve akıllı sulama teknolojilerinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kullanımının yaygınlaştırılması ve aynı zamanda su tasarrufuna dayalı modern sulama tekniklerin bölgeye entegre edilmesinin tarımsal sürdürülebilirlik ve bölge kalkınması açısından öneminden bahsedilerek bu teknolojilerin yaygınlaşmasının desteklenmesi ve bölgenin kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için stratejik bir öneme sahip olduğu gibi çalışma ile ilgili varılan sonuçlar ele alınarak son olarak ta çalışmanın yedinci bölümünde çalışma ile ilgili elde edilen bulgular doğrultusunda akıllı tarım teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanımı ve yaygınlaştırılması için öneriler sunulmaktadır.

1.1. TARIM SEKTÖRÜ VE TÜRKİYE'DE TARIM

1.2. Tarım Sektörü

Tarım sektörü, insanların yaşamlarını sürdürebilmesi açısından temel besin maddelerinin üretimini sağlaması ve nüfusun belirli bir kesimine istihdam yaratması bakımından, küresel sosyoekonomik yapı içerisinde son derece önemli bir konuma sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu'na (TÜİK, 2023) göre tarım; toprağın ve tohumun işlenmesini, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretimini kapsayan, bu süreci kolaylaştıran ve çok yönlü bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. Tarım sektörü yalnızca gıda üretimi ile sınırlı kalmamakta; aynı zamanda ürünlerin kalite ve verim

düzeyinin artırılmasını, uygun depolama koşullarının sağlanmasını, işlenmesini, analiz edilmesini ve pazara sunulmasını da kapsamaktadır. Bu yönüyle tarım, bir yandan temel beslenme ihtiyaçlarını karşılamakta, diğer yandan ihracatın artırılması yoluyla ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yarattığı istihdam ile dışa bağımlılığı azaltarak ekonomik anlamda stratejik bir sektör olma hedefini taşımaktadır (TÜİK, 2023).

Tarımın bu stratejik işlevi, sunduğu çok yönlü katkılar aracılığıyla sosyoekonomik yapının geneline doğrudan etki etmektedir. Sektörün bu etkileri; gıda güvenliğinin sağlanması, sanayiye hammadde temini, toplum sağlığının ve yaşam konforunun korunması, gelir oluşturma araçlarının sağlanması ve tarım dışı sektörlere iş gücü katkısı gibi alanlarda belirginleşmektedir (Dinler, 2014; Souli, Elmagalou & Bercas, 2015).

Söz konusu işlevler dikkate alındığında, tarım sektörü özellikle istihdam açısından merkezi bir role sahiptir. Ancak bu rolün etkin biçimde yerine getirilebilmesi ve ulusal düzeyde istihdama anlamlı katkılar sağlanabilmesi için tarımsal verimliliğin yüksek olması büyük önem taşımaktadır. Tarım, doğrudan doğal çevre ile etkileşim içinde olan ve açık hava koşullarında üretim gerçekleştirilen bir sektör olması nedeniyle, üretim süreci ve miktarı; iklim şartları, sıcaklık, yağış rejimi ve toprak özellikleri gibi doğal unsurların etkisine açıktır. Bu bağlamda tarımsal verimlilik, ekolojik değişkenlerle doğrudan ilişkilidir ve bu değişkenler çoğu zaman öngörülemez verimsizliklere yol açabilmektedir. Bu nedenle çiftçiler, karşılaşılabilecek olumsuzluklara karşı, iklim ve toprak yapısına uygun ürün seçimleri yaparak önleyici tedbirler almaya çalışmaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde gözlenen çeşitli topografik ve iklimsel koşullar dikkate alındığında, yetiştirilen ürünlerin bölgeye göre önemli farklılıklar göstermesi kaçınılmaz hale gelmektedir (Abdelmoamen Ahmed et al., 2021).

Tarımsal verimliliğin yüksek olduğu şehirler, bölgeler ve ülkelerde, tarım sektörü aracılığıyla elde edilen gelirlerin çoğu zaman bireylerin yalnızca geçimini sağlamaktan öteye geçtiği gözlemlenmektedir. Bu tür yerleşim birimlerinde ortaya çıkan tasarruf fazlaları, sanayi yatırımlarının gerçekleştirilmesi ve mevcut endüstriyel kapasitelerin genişletilmesi için gerekli olan sermayeyi oluşturmakta; bu durum, ulusal ekonomik büyümeyi doğrudan destekleyen önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Dinler, 2014).

Bununla birlikte, tarımsal verimliliğin düşük olduğu coğrafi bölgelerde, tarım faaliyetlerinden elde edilen gelirler çoğunlukla bireylerin yalnızca temel yaşam ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde kalmaktadır. Bu durum, endüstriyel yatırımlar için gerekli olan sermaye birikimini ve yöresel ekonomik gelişimi engellemekte; dolayısıyla bölgesel istihdam kapasitesini de olumsuz etkilemektedir. Bu çerçevede, bir şehir, bölge ya da ülkenin tarımsal verimlilik düzeyi, söz konusu bölgenin istihdam yapısını ve ekonomik gelişmişlik seviyesini belirlemede kritik bir rol oynamaktadır (Abernethy, 2010).

1.3. Tarımda Verimliliği Etkileyen Faktörler

Tarım odaklı üretimi etkileyen pek çok faktör, üretim sürecinin doğrudan verimliliğini belirlemekte ve sektörel gelişimi önemli ölçüde yönlendirmektedir. Bu faktörler arasında; su kıtlığı, su kirliliği, ücretlendirme politikaları, topografik ve iklimsel etkenler, toprak değerlendirme ve yönetimi, gübre kullanımı ve maliyeti, pestisit giderleri, tohum ıslahı, ürün ithalatı, ürün rotasyonuna uyulmaması, arazi parçalanması, pazarlama süreçlerindeki aksaklıklar, sübvansiyon sistemindeki eksiklikler ve çiftçi eğitimi gibi birçok unsur yer almaktadır. Belirtilen bu çok yönlü etkenler, üretim, yönetim, sosyoekonomik yapı ve pazarlama bağlamında kurumsal bir yaklaşımla analiz edildiğinde dört temel başlık altında sınıflandırılabilir (Öztürk ve ark., 2017):

Üretim Faktörü: İklim koşulları, toprak yönetimi ve analizi, gübreleme ve ilaçlama uygulamaları, sulama imkânları, su kıtlığı ve kirliliği, arazi parçalanması ve kullanılan tohum türü.

Yönetimsel Faktörler: Çiftçi eğitimi, profesyonel yönetim anlayışı, yeni teknolojilerin benimsenmesi, devlet ve birey düzeyinde planlama ve denetim süreçleri, nadas alanlarının kullanımı, teknik personel yeterliliği ve üreticilere olan ulaşılabilirlik.

Ekonomik Faktörler: Devlet desteklerinin düzeyi, tarımsal girdilerin fiyatlandırılması, gübre ve pestisit maliyetleri, tarım makineleri ve ekipmanlarının maliyetleri.

Pazarlama Faktörleri: Sübvansiyon sistemleri ve pazarlama altyapıları (Yıldız ve ark., 2013).

Bu temel kategorilerden bazıları, özellikle tarımsal verimlilik açısından daha detaylı biçimde incelenmeyi gerektirmektedir.

İklim ve Topografya: Tarımsal üretimi doğrudan etkileyen dış çevre unsurlarının başında sıcaklık, güneşlenme süresi ve yağış gibi iklimsel faktörler gelmektedir. Bu unsurlar toprak oluşumunu ve yapısını belirleyerek verimlilik düzeylerini şekillendirmektedir (İşler vd., 2016). Farklı yeryüzü şekilleri ve toprak tipleri, kendilerine özgü tarımsal eylemleri beraberinde getirerek coğrafi anlamda üretim çeşitliliğine yol açmaktadır. Bu nedenle, belirli bir ürün için uygun toprak seçimi ve düzenli toprak bakımı, tarımsal üretimde maksimum verimin sağlanabilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Bojago & Abrham, 2023).

Toprak Yönetimi ve Analizi: Verimli bitki yetiştiriciliği, doğrudan toprağın mevcut fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Toprak verimliliğini artırmak adına uygulanan en temel yöntemlerden biri, toprağın havalandırılmasıdır. Bu süreç, özellikle "nadas" uygulaması ile gerçekleştirilmekte olup; bir arazinin belirli bir süre boyunca ekilmeden dinlendirilmesini ifade etmektedir. Nadas uygulaması, özellikle su kaynaklarının kısıtlı olduğu ve kuru tarımın yaygın olduğu coğrafi bölgelerde tarımsal sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Nadas uygulamasının yanı sıra, toprağın değerlendirilmesi ve analiz edilmesi de üretim öncesinde yerine getirilmesi gereken başlıca prosedürlerden biridir (Bjornlund et al., 2020).

Toprak Analizi: Toprak analizi, belirli bir toprak parçasında yetiştirilmesi planlanan bitkilerin gereksinim duyduğu besin maddelerinin miktarlarını tespit etmeyi amaçlayan bilimsel bir süreçtir. Bu analizler, toprağın üretime uygun hale getirilmesi için yabancı otların ve taşların uzaklaştırılması, toprağın havalandırılması, sürülmesi ve genel bakım işlemlerinin yapılması gibi uygulamaları da içermektedir (Karbuş vd., 2009, s. 5). Toprak analizi sonucunda elde edilen veriler, ürünün ihtiyaç duyduğu özel besin maddelerine göre gübreleme stratejisinin belirlenmesini kolaylaştırmakta ve üretim verimliliği üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır.

Sulama: Tarımsal üretimde sulama, doğrudan verim artışına katkı sağlayan en önemli unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir. Sulamanın zamanında ve doğru biçimde gerçekleştirilmesi, iklim koşullarına olan bağımlılığı azaltmakta ve yıl boyunca sürdürülebilir üretimi mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, sulama uygulamaları coğrafi ve iklimsel özelliklere göre çeşitlilik göstermektedir. Sulama ile ilgili problemlerin tespiti ve giderilmesi, üretim hacmini artırmakta ve kuraklık

riskine karşı tarımın dayanıklılığını güçlendirmektedir (Fathy & Ali, 2023; Ishak et al., 2021).

Çiftçi Eğitimi: Tarımsal üretimde teknolojinin etkin biçimde kullanılabilmesi ve üretim süreçlerinin modern yöntemlerle sürdürülebilmesi, çiftçilerin eğitim düzeyleriyle doğrudan ilişkilidir. Çiftçiler arasındaki yüksek eğitim düzeyi, yeni teknolojilerin daha hızlı benimsenmesini sağlamakta; bunun yanında üretimin her aşamasında ürün kalitesi ve verimlilik üzerindeki etkilerin daha bilinçli bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır (Demirtaş ve ark., 1994). Tarım sektörü, teknolojik gelişmelerden en az diğer sektörler kadar etkilenmekte ve bu gelişmelerin doğrudan bir sonucu olarak hem üretimde verim artışı sağlanmakta hem de sosyoekonomik istihdam olanakları genişlemektedir. Gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan ülkeler üzerinde bilgi birikimi yoluyla kurduğu bağımlılık ilişkisi, eğitim ve öğretimin stratejik önemini açıkça ortaya koymaktadır (Bouali et al., 2022).

Tarımsal Mekanizasyon: Tarımsal faaliyetlerde verimlilik artışının sağlanabilmesi, tarım makineleri ve ekipmanlarının yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi ile mümkün olabilmektedir. Ancak bu tür sermaye kaynaklarının çiftçiler tarafından bireysel olarak karşılanamaması durumunda, devlet desteklerinin devreye girmesi kaçınılmaz hâle gelmektedir (Tuğay, 2012). Mekanizasyon; daha yüksek verim elde edilmesi, maliyetlerin azaltılması, ürün kalitesinin artırılması ve tarımsal faaliyetlerin zamanında yapılabilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde tarımsal mekanizasyonun yaygınlığı önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bu farklılıklar; engebeli arazi yapısı nedeniyle bazı bölgelerde makinelerin kullanılamaması, ucuz iş gücünün tercih edilmesi, makine edinim maliyetlerinin çiftçiler açısından yüksek olması ve teknolojinin benimsenmesinde eğitim düzeyinin yetersizliği gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Miran, 2005).

Gübre ve Pestisit Maliyeti: Tarımsal üretimde verimliliği doğrudan etkileyen önemli girdilerden biri olan gübre ve pestisit kullanımı, üretim sürecinde kilit rol oynamaktadır. Ancak yerli üretimin talebi karşılamada yetersiz kalması nedeniyle, bu ürünlerin büyük bir kısmı ithal edilmekte ve buna bağlı olarak yüksek vergi ve fiyat artışları, tarımsal maliyetleri ciddi biçimde yükseltmektedir (Dyantiy & Njenga, 2022). Bu durum, üreticilerin girdi temininde zorluk yaşamasına ve dolayısıyla verimliliğin düşmesine yol açmaktadır.

Sübvansiyonlar ve Pazarlama; Tarımsal üretimin öncelikli hedefi pazarlamayı sağlamaktır. Bir ürünün üretimi tamamlandıktan sonra bahsi geçen tamamlanmış ürünün satılması süreci pazarlama çatısı altına girmektedir. Ürünün kazançlı bir fiyattan satılmasına yardımcı olan başarılı pazarlama, üreticiye yarar sağlamaktadır (Ülger ve ark. 2006). Pazarlama verimi direkt olarak etkilemese de dolaylı yoldan üretim kapasitesini etkileyen bir faktör olmaktadır. Üreticilerin ürettiklerini zarar etmeden satmaları birincilik öncelik olmaktadır. Üreticileri negatif piyasa imkanlarından korumak amacı ile devlet birtakım ürünlere sübvansiyon sağlamaktadır. Tarımsal sübvansiyonların, üretici girdilerinin artırılması, vergi girdilerinin yaratılması yolu ile yerli gelire katkı, gıda güvenliğinin sağlanması, üretimin belgelenmesi, genetik kaynakların korunması, çevre koruma ve benzeri türlü faktörleri var olmaktadır (TEAE, 2023).

Ülkemizde tarımda pazarlama ve üretime fayda sağlamak amacı ile destek veren birtakım kurumlar bulunmaktadır. Bahsi geçen kuruluşlar;

- Devlet Su İşleri (DSİ),
- Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO),
- Tarım Kredi Kooperatifleri,
- Devlet Üretim Çiftlikleri,
- Ziraat Bankası,
- Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü,

•Fiskobirlik, Tariş, Çukobirlik, Çaykur, Tekel, Gülbirlik gibi çeşitli kooperatif ve kuruluşlar (ÇSBG, 2013).

1.4. Türkiye'de Tarımın Önemi

Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan günümüze kadar olan süreçte, tarım sektörü ülkenin sosyoekonomik ve toplumsal gelişiminde etkili bir aktör olarak varlık göstermektedir. Tarım sektörü yalnızca kırsal alanları değil, aynı zamanda üretmiş olduğu temel tarım ürünleri aracılığıyla ülke genelindeki ekonomik ve

toplumsal dinamikleri de önemli ölçüde etkilemektedir. Türkiye'nin 82 milyonu aşan nüfusu dikkate alındığında, bu sektörün temel gıda ihtiyacını karşılaması ve böylece nesillerin sağlıklı biçimde devamlılığını sağlaması açısından stratejik bir önemi olduğu açıkça görülmektedir.

Tarım, aynı zamanda Türk nüfusunun önemli bir bölümünün geçim kaynağı olması sebebiyle yüksek düzeyde sosyoekonomik etkiye sahiptir. Sektörün milli gelire katkısı, kalkınma sürecine olan etkisi ve ihracat potansiyeline sağladığı doğrudan ve dolaylı katkılar, tarımın ülke ekonomisindeki önemini pekiştirmektedir. Ayrıca, pek çok sanayi kuruluşunun birincil hammadde kaynağının tarım ürünlerine dayanması, bu sektörün endüstriyel kalkınmayı destekleyici rolünü ortaya koymaktadır (Srivastava, Petropoulos, & Kerr, 2016).

Bununla birlikte, Türkiye tarımında yapısal bazı sorunlar da mevcuttur. Özellikle mera alanlarının etkin kullanılmaması ve yönetim eksiklikleri, bu alanların zamanla azalmasına yol açmaktadır. Diğer taraftan, iklim değişikliği kaynaklı kuraklık, ani sıcaklık artışları ve yağış düzensizlikleri; birçok tarım ürününün ekim ve hasat dönemlerinde olumsuz etkiler yaratmakta, üretim potansiyellerinde yıllar içinde dalgalanmalara neden olmaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında gelir kaynaklarının sürdürülebilir biçimde temin edilmesi ve bilinçli kullanımı, tarımsal üretim kapasitesinin ve verimliliğinin artırılmasına olumlu katkı sağlayacaktır (Fischer et al., 2020).

1.5. Türkiye'de Tarım

1.5.1. Toprak ve Su Kaynakları

Türkiye'de bulunan su kaynakları, ülkenin coğrafi yapısıyla uyumlu olarak şekillenen yağış modelleriyle doğrudan ilişkilidir. Yarı kurak iklim kuşağında yer alan Türkiye'de, yağış dağılımı iklimsel ve mevsimsel farklılıklara bağlı olarak bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) 2021 yılı verilerine göre, Türkiye'nin yıllık ortalama yağış hacmi yaklaşık 574 milyar metreküp olmakta; bu toplamdan yaklaşık 450 milyar metreküpü, etkili yağış potansiyeli olarak değerlendirilmektedir (Yiğit & Mustafa, 2023).

DSİ'nin 2022 yılı raporuna göre Türkiye'nin yüzey şekilleri, 25 farklı nehir havzası yapısı etrafında şekillenmiştir. Yağışların mevsimsel ve bölgesel farklılık göstermesi, nehir yataklarının eğimi gibi çeşitli hidrografik faktörler; akarsu debilerini, su taşıma kapasitelerini, tortu miktarlarını ve erozyon eğilimlerini

etkileyerek yıl boyunca önemli değişkenlikler yaratmaktadır. Ayrıca ülke genelinde büyük çoğunluğu mevsimsel doluluğa sahip 320 doğal göl bulunmaktadır. Bu göller, kış yağışlarıyla dolmakta; yaz aylarında ise kuraklık nedeniyle önemli ölçüde küçülmektedir (Pınarlık, 2023).

Türkiye'nin su potansiyelinin büyük bir kısmı, 2022 yılında DSİ tarafından faal durumda olduğu belirlenen 861 barajdan sağlanmaktadır. Ülkenin toplam yıllık yüzey suyu akışı yaklaşık 186 milyar metreküp olup, bu suyun 94 milyar metreküplük kısmı kullanılabilir niteliktedir. Yeraltı su kaynakları açısından ise yıllık 18 milyar metreküp düzeyinde çekim yapılmasına olanak tanınmakta; böylece Türkiye'nin toplam kullanılabilir su kapasitesi yaklaşık 112 milyar metreküple sınırlandırılmaktadır (Suh et al., 2017).

Su tüketimi açısından yapılan su ayak izi analizlerine göre, Türkiye'deki üretim temelli toplam su ayak izinin %89'u tarımsal faaliyetlere aittir. Bunu %7 oranla evsel kullanım ve %4 ile endüstriyel faaliyetler takip etmektedir. Tarımsal su ayak izinin %92'si bitki temelli üretimden kaynaklanırken, kalan %8'lik kısım hayvancılık faaliyetlerine atfedilmektedir. Bitki bazlı üretimde su ayak izi dağılımı incelendiğinde; tahıllar %38 ile en büyük paya sahipken, yem bitkileri %32, meyve ve sert kabuklu meyveler %13, endüstriyel ürünler %10, yağ bitkileri %5 ve sebze/baklagiller %2 oranında katkı sağlamaktadır (World Wildlife Fund [WWF], 2014).

Türkiye'deki mera alanlarının yaklaşık %85'i kuru tarım uygulamaları ile değerlendirilmektedir. Tarımsal üretim perspektifinden bakıldığında, toplam su ayak izinin %64'ü doğal yağışla gelen "yeşil su"dan, %19'u ise yüzey ve yeraltı su kaynaklarını temsil eden "mavi su"dan oluşmaktadır (WWF, 2014). Bu veriler, Türkiye tarımının büyük ölçüde yağmur suyuna bağımlı olduğunu göstermektedir. Ancak kuru tarım yapılan alanlarda verimlilik, yağış rejimlerine yüksek derecede bağımlı olduğundan, yağışlardaki yıllık dalgalanmalar üretim miktarında ciddi oynamalara yol açmaktadır. Kuraklık senaryolarına ilişkin projeksiyonlar; yağışların azalması durumunda tarımsal verimliliğin düşeceğini, ürün kayıplarının artacağını ve bu durumun gıda arzında kriz oluşturabilecek düzeyde olumsuzluklara neden olacağını öngörmektedir (Doran et al., 2009). Bu risklerin azaltılması ve gıda güvenliğinin sürdürülebilirliği amacıyla, Türkiye'de yaklaşık 8,5 milyon hektarlık tarım arazisi sulamaya tahsis edilmiş olup, ilave olarak 6,5 milyon hektarlık alanın da sulama açısından uygun olduğu değerlendirilmiştir (Yavuz et al., 2020).

Türkiye'nin sosyoekonomik yapısının önemli bir bölümü tarım sektörü tarafından şekillendirilmektedir. Tarım, yalnızca ekonomik büyüme ve kalkınmanın bir unsuru olmakla kalmayıp, aynı zamanda gıda güvenliği, istihdam ve kırsal kalkınmanın da temel dayanaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. Ülkenin tarım arazileri; meyve, içecek ve baharat bitkileri, nadas alanları, sebzeler, süs bitkileri ve tahıllar gibi çeşitli kategorileri içerecek şekilde geniş bir üretim desenine sahiptir.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2021 yılı verilerine göre, ülkemizdeki en geniş tarımsal alan 160.615.720 dekar ile tahıllar ve diğer bitkisel ürünlere tahsis edilmiştir. Bu alanı, 35.913.447 dekarlık kısmı kapsayan meyve, içecek ve baharat bitkileri takip etmektedir. Ayrıca, 30.591.619 dekar alan nadas uygulamaları için kullanılmakta; 7.553.346 dekar alan sebze üretimi, 54.642 dekar alan ise süs bitkileri üretimi amacıyla ayrılmıştır (Taşkın, Somuncu, & Çapar, 2022).

Süs bitkileri hariç tutulduğunda, Türkiye'nin toplam bitkisel üretiminin yaklaşık 180 milyon ton gibi kayda değer bir seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu üretimin önemli bir kısmı tahıl grubu ve diğer bitkisel ürünlerden oluşmaktadır. 2021 yılı itibarıyla mısır, buğday, şeker pancarı ve pamuk; en fazla üretimi yapılan tahıl ve endüstriyel ürünler olarak öne çıkmaktadır. Sebze üretimi bağlamında domates, soğan, karpuz, kavun, salatalık ve biber temel ürün grupları arasında yer almaktadır. Meyve üretiminde ise elma, üzüm, limon, portakal ve zeytin yüksek üretim hacmiyle dikkat çeken türler arasında bulunmaktadır.

1.6. Akıllı Tarım Uygulamaları

Gelişen teknoloji ile birlikte tarım sektörü de akıllı uygulamaların avantajlarından yararlanmaktadır. Tarım sektörü, akıllı tarım uygulamaları sayesinde daha verimli, sürdürülebilir ve maliyet etkin bir hale getirilmiştir. Akıllı tarım, teknolojik gelişmelerin tarım sektöründe de etkisini gösterdiği bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarım nüfusunda artan nüfus ve gıda ihtiyacı, üretim süreçlerinde verimlilik artışı, kaynakların daha verimli kullanımı gibi nedenler akıllı tarım uygulamalarının geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Son 5 yılda gerçekleştirilen akıllı tarım uygulamaları, tarım sektörü için yeni bir dönem açmış ve tarım sektörünün dijitalleşmesi için temel altyapıyı oluşturmuştur (Rasheed et al., 2022).

Ahsen ve Ahmed (2012), Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar iki katına çıkması beklenmekte olduğunu dünya gıda kaynağı, tarım alanlarının veya suyun

mevcudiyetinin iki katına çıkarılmasıyla iki katına çıkmayacağını bu nedenle insanlığın hayatta kalması için tarımın akıllı hale gelmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle tarımdaki Kablosuz Sensör Ağları (WSN) tiplerini araştırmışlar ve 13 farklı geleneksel tarım türünü inceleyip WSN için en uygun tarım türünün Akdeniz Tarımı olduğu belirlenmiştir.

Costa vd.(2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Radyo Frekansı Tanımlama Sistemi (RFID) teknolojisi kullanılarak bir tarım yönetim sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, RFID etiketleri sayesinde bitkilerin büyüme sürecini izleyebilmekte ve bu verileri kullanılarak otomatik sulama, gübreleme ve ilaçlama işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Bu sayede, tarım işletmeleri bitkilerin büyümesini daha iyi takip ederek, daha az kaynak kullanarak daha verimli bir üretim yapabilmektedirler.

Du vd. (2014), büyümenin tüm aşamalarında ekin tarlaları arasında seyahat edebilecek kadar küçük, otonom bir bilgisayar görüşü tabanlı yabancı ot püskürtme robotunun tasarımını yapmışlardır. Bu robot birden çok herbisiti tanıma özelliğine ve Inertial Measurement Unit (IMU) ve kameradan gelen kaynaştırma bilgileri aracılığıyla sıralar arası gezinme yeteneğine sahiptir. Sistemde donanım çerçevesine dayalı olarak, moneküler kamera görüşüne bağlı olarak çeşitli sıralar arası gezinme algoritmalarından re-Contour-Gradient navigasyon yönetimi kullanılmıştır. Özel ön işleme (pre) teknikleriyle birleştirilmiş renk tabanlı bir kontur algoritması olup, robotun yalnızca düz değil, aynı zamanda kavisli ve düzensiz ekin çizgileri arasında da gezinmesini sağlanmaktadır. Robot, her ekin çizgisinin sonuna gelirken alandaki azalmayı (Eğim) algılayarak bir sonraki çizgiye dönme kararı vermektedir. Ayrıca robot, şarj istasyonuna geri dönerek pilin azaldığını tespit ettiğinde kendi kendini şarj edebilmektedir.

Yind vd. (2015), kablosuz sensör ağları kullanarak sera ortamının izlenmesi ve karar destek sistemi oluşturulması konusunu ele almışlardır. Kablosuz Sensör Ağı (WSN) teknolojisi ve bitki büyüme simülasyon tekniklerini kullanarak sera ortamlarında otomatik izleme ve kapalı çevrim kontrol sistemi tasarımı üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada büyük ölçekli sera ortamlarının izlenmesi için uygun çoklu atlama ağ iletişim yöntemi tasarlanmış ve analiz edilmiştir. Sera ikliminin ayarlanması için fizyolojik gelişim günü temelli bitki büyüme simülasyon modeli oluşturulmuştur. Ayrıca, 60 MC 13213 düğümlü bir WSN ile kapsamlı bir sera dinamik izleme ve kapalı çevrim kontrol sistemi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonuçları, üç AAA Nİ-MH (Yüksek enerji yoğunluğu, daha uzun kullanım ömrü ve daha az çevresel etkiye sahip şarj edilebilir pil.) pil ile, düğümlerin

%80'inin 45-60 gün arasında bir hayatta kalma süresine sahip olduğunu, model tahmininin gözlenen değerle yüksek bir korelasyon etkinliği olan %95 olduğunu göstermektedir. Bu sayede sera ortamındaki sıcaklık, nem, ışık vb. verileri toplayan sensörlerin yerleştirilmesi ve bu verilerin kablosuz olarak merkezi bir sunucuya gönderilmesiyle, çiftçilerin sera ortamını uzaktan izlemesi ve yönetmesi mümkün hale gelmektedir.

Akıllı tarım uygulamaları arasında yer alan bir diğer önemli teknoloji, robotik tarım sistemleridir. Bu sistemler, özellikle meyve ve sebzelerin hasadında, çapa işlemlerinde ve sulama gibi zahmetli tarım işlemlerinde insan gücünün yerine kullanılmaktadır. Örneğin, 2019 yılında geliştirilen robot, toprak nem ölçümü için bir sensör, ekinlerin sürülmesi ve tohumların ekilmesi için kısa süreli düzenlemesi, ekin izleme için bir kamera sensörü, manyetometre ve Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) tabanlı navigasyon sağlamak için bir GPS modülü gibi bir dizi donanımla donatılmıştır. Robotun ilk görevi tarlanın sürülmesi ve toprak hakkında bilgi toplamaktır. Daha sonra, tohumları ekmek ve izlemek ve son olarak mahsulleri hasat etmek için kullanılabilir. Tüm bu işlemler, uzaktan kontrol edilebilen bir mobil uygulama aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Bu robot tarımın otomatikleştirilmesine yardımcı olur ve çiftçilerin zahmetli ve tekrarlayan görevlerinden önemli ölçüde tasarruf sağlamaktadır (Yinka-Banjo and Ajayi, 2019). Yine aynı yıl Durmuş ve Güneş (2019) yaptıkları çalışmada çevresel, navigasyonel, robot durumu ve sahadan görüntü veri paketleri olmak üzere dört farklı tipte veriler ile 2015 yılında başladıkları AGROBOT isimli çalışmalarını bitirmişlerdir. Bu çalışmada çevresel veri paketi, robot üzerinde bulunan Mikro Elektro Mekanik Sistemler (MEMS) sensörleri aracılığıyla sıcaklık, nem, basınç ve ışık ölçümlerini içermektedir. Bu değerler, robot sistemiyle herhangi bir karışıklığa neden olmadan robot üzerinde serbestçe yerleştirilmiş olan sensörler tarafından elde edilmektedir.

Ayrıca, son yıllarda akıllı sensörler de tarım sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sensörler, toprak ve hava koşullarını ölçerek, bitki büyümesini ve üretim kalitesini artırmak için kullanılan verileri sağlamaktadır (Mohamed vd., 2021). Sensörler, toprağın nem, pH ve mineral içeriği gibi faktörlerini ölçerek, bitkilerin ihtiyaç duyduğu su ve gübreyi sağlamak için kullanılır. Ayrıca, hava sensörleri, nem, sıcaklık, rüzgar ve güneş ışınları gibi faktörleri ölçerek, bitki büyümesi için ideal koşulların oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

Son yıllarda akıl tarım uygulamaları arasında yer alan bir diğer önemli teknoloji, blockchain tabanlı takip sistemleridir. Blok zinciri teknolojisi, tarımsal

verilerin toplanması ve analizi için de kullanılabilir. Tarımsal verilerin doğru ve güvenilir bir şekilde toplanması, tarım işletmelerinin karar verme süreçlerinde önemlidir. Blok zinciri, bu verilerin kaydedilmesi ve paylaşılması için güvenli bir platform sağlar. Blockchain teknolojisi ve tarım ürünlerinin izlenebilirliği kombinasyonu ile düşük hacim, yüksek fikir birliği gecikmesi ve düşük sorgu verimliliği gibi geleneksel izlenebilirliğin dezavantajlarını ortadan kaldırmaktadır (İndap, 2022).

Şahin (2022) yaptığı çalışmada, tarım sektöründe yaşanan dijital dönüşüm sürecini, “Tarım 4.0” ve “Dijital Tarım” kavramları üzerinden kapsamlı biçimde incelemiştir. Yazar, küresel ölçekte artan nüfus, iklim değişikliği, su kaynaklarının azalması, gıda güvenliği ve kırsaldan kente göç gibi temel problemleri vurgulayarak, bu sorunların tarımsal üretim süreçlerinde ileri teknolojilerin kullanımını zorunlu hale getirdiğini belirtmiştir. Çalışmada, tarımda dijitalleşme süreci tarihsel bir perspektifle ele alınmış; Tarım 1.0’den Tarım 4.0’a kadar olan evreler detaylandırılmıştır. Tarım 4.0 ile birlikte, geleneksel yöntemlerin yerini alan akıllı tarım teknolojileri, yapay zekâ (AI), makine öğrenmesi, nesnelerin interneti (IoT) ve robotik sistemler gibi ileri uygulamaların sektöre entegrasyonu analiz edilmiştir. Şahin’e göre, bu dijital araçlar yalnızca üretimi optimize etmekle kalmamakta, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir.

Makale, özellikle robotik ve mekatronik sistemlerin tarımdaki rolü üzerinde durmaktadır. Hasat, sulama, gübreleme, yabancı ot kontrolü ve ürün takibi gibi birçok faaliyetin, otomatik robotlar ve akıllı makineler yardımıyla daha hassas ve verimli şekilde yürütüldüğü ifade edilmiştir. Yazar, yapay görme ve makine öğrenmesi tekniklerinin ürün kalitesi değerlendirmesi, hastalık tespiti ve seçici hasat gibi alanlarda önemli katkılar sağladığını da belirtmiştir. Şahin (2022), bununla birlikte bu teknolojilerin uygulanmasında karşılaşılan bazı sorunlara da dikkat çekmiştir. Zorlu arazi koşulları, enerji kısıtları, sensör ve sistem kalibrasyonu gibi teknik sınırlılıkların, sistemlerin yaygın kullanımını zorlaştırdığı ifade edilmiştir. Ayrıca kullanıcıların teknik bilgi eksikliği, yüksek başlangıç maliyetleri ve teknolojik bağımlılık gibi faktörlerin, özellikle küçük ölçekli çiftçiler açısından dikkatle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Sonuç bölümünde, Türkiye’de tarımsal dijitalleşme sürecinin hızlandırılması adına, üniversiteler, kamu kurumları ve özel sektör arasında stratejik iş birliklerinin geliştirilmesi, teknoloji farkındalığının artırılması, yerli üretimin teşvik edilmesi ve mevcut tarımsal sistemlerin modernizasyonu gibi önerilere yer verilmiştir. Bu kapsamlı çalışmasıyla Şahin (2022), dijital tarım teknolojilerinin potansiyelini ortaya koymakta ve Tarım

5.0'a geçiş sürecinde bilimsel bir rehber sunmaktadır.

Şahin, 2024-a yaptığı çalışmada, özellikle orta ve küçük ölçekli tarımsal işletmelerin karşılaştığı enerji ve sulama altyapısı yetersizliklerini çözmeye yönelik yenilikçi bir yaklaşım sunmuştur. Çalışmada geliştirilen sistem, güneş enerjili, sensör tabanlı ve maliyeti düşük bir akıllı sulama prototipi olarak dikkat çekmektedir. Tarımda en büyük sorunlardan biri olan su israfı ile mücadele etmeyi hedefleyen bu öneri, nem, sıcaklık ve ışık sensörlerinden elde edilen verileri esas alarak, sulamanın yalnızca bitkinin ihtiyaç duyduğu zaman dilimlerinde yapılmasını sağlar. Bu sayede hem suyun daha etkin kullanımı sağlanmakta hem de bitkisel üretim verimliliği artırılmaktadır.

Sistemin en önemli avantajlarından biri, şebekeye bağımlı olmadan çalışabilmesi, yani enerji altyapısının zayıf olduğu kırsal bölgelerde bile kolaylıkla uygulanabilmesidir. Ayrıca, sistemin modüler ve sade yapısı, onu teknik bilgiye sahip olmayan çiftçiler için bile erişilebilir ve kullanıcı dostu bir çözüm haline getirmektedir. Geliştirilen otomasyon altyapısı, mikrodenetleyici destekli olup, gerçek zamanlı çevresel verileri değerlendirerek sulama zamanlamasını otomatikleştirmektedir. Bu sayede insan hataları ve zamanlama yanlışlıkları minimize edilmekte, üretim daha planlı ve verimli bir hale getirilmektedir. Çalışmanın önemi yalnızca teknik çözüm üretmesiyle sınırlı değildir; aynı zamanda iklim değişikliği, kuraklık ve sürdürülebilir tarım uygulamaları gibi günümüzün en önemli küresel sorunlarına yerelden çözüm üretebilme potansiyeli taşıması açısından da değerlidir. Şahin'in bu önerisi, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki küçük ölçekli tarımsal işletmeler için hem ekonomik hem de ekolojik bir umut kapısı aralamaktadır. Tarımda dijital dönüşüm kavramına sade ama etkili bir örnek sunan bu sistem, ileri düzey teknolojilere gerek duymadan, doğayla uyumlu, çevreci ve ekonomik bir tarım pratiği sunmaktadır.

Şahin, 2024-b yaptığı çalışmada, tarımsal akıllı sulama sistemlerinde yapay zekâ, derin öğrenme ve nesnelerin interneti (IoT) uygulamalarının kullanımını kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Tarımsal su yönetiminin, iklim değişikliği, küresel ısınma ve artan su krizleri bağlamında giderek daha kritik bir hâl aldığını vurgulayan Şahin, suyun etkin ve verimli kullanılmasının hem gıda güvenliği hem de ekosistem sürdürülebilirliği açısından zorunlu olduğunu belirtmektedir. Çalışmada, akıllı sulama sistemlerinin; toprak nemi, sıcaklık, hava durumu gibi çevresel parametreleri ölçen sensörler, bu sensörlerden gelen veriler doğrultusunda sulamayı düzenleyen kontrolörler ve iletişim sistemleriyle entegre çalışan bir yapı olduğu ifade

edilmektedir. Bu sistemlerde; dielektrik sensörler, TDR (Zaman Alanı Reflektometri), FDR (Frekans Alanı Reflektometri), kapasitans ve nötron saçılma gibi farklı toprak nemi ölçüm teknikleri kullanıldığı aktarılmıştır.

Şahin'e göre, bu sistemlerde makine öğrenmesi ve derin öğrenme teknikleri toprak nemi, hava sıcaklığı, nem ve diğer çevresel verilerin analizinde oldukça başarılıdır. Özellikle, yapay sinir ağları (ANN) ve evrişimli sinir ağları (CNN) gibi algoritmaların, doğru sulama zamanlarının belirlenmesinde etkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, IoT destekli derin öğrenme sistemleri (IoTDL-SIS) ile insan müdahalesi azaltılarak daha verimli su kullanımı sağlanabilmektedir. Bunun yanında, Şahin çalışmasında akıllı sulama sistemlerinin karşılaştığı bazı zorlukları da ele almıştır. Bunlar arasında; yüksek kurulum maliyeti, sistemin karmaşıklığı, teknolojiye bağımlılık, veri güvenliği sorunları ve çiftçilerin teknik bilgi eksikliği yer almaktadır. Tüm bu unsurlar, sistemin yaygınlaşmasının önündeki engeller olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Şahin, akıllı sulama sistemlerinin özellikle büyük ölçekli tarım işletmeleri için vazgeçilmez hâle geldiğini, ancak küçük ve orta ölçekli çiftçiler için ise maliyet-fayda analizlerinin dikkatle yapılması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca yerli üretimin teşvik edilmesi, kamu kurumlarının koordinasyonu ve çiftçilerin doğru bilgilendirilmesi gerektiği de öneriler arasında yer almaktadır.

1.7. Akıllı Sulama Sistemleri ve Robotik Uygulamaları

Tarım sektörü, artan dünya nüfusu ve azalan doğal kaynaklar bağlamında daha verimli, sürdürülebilir ve teknoloji odaklı üretim sistemlerine yönelmiştir. Bu bağlamda, akıllı sulama sistemleri ve robotik uygulamalar, modern tarımsal üretim anlayışının temel yapı taşlarından biri hâline gelmiştir. Akıllı sulama sistemleri; sensör teknolojileri, yapay zekâ algoritmaları, büyük veri analizleri ve nesnelerin interneti (IoT) bileşenleriyle desteklenen entegre sistemlerdir. Bu sistemler, yalnızca suyun tasarruflu kullanımıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda bitki sağlığı, gübre yönetimi ve enerji verimliliğini de dikkate alan çok boyutlu bir sulama yaklaşımı sunmaktadır (Sami et al., 2022; Adenugba et al., 2019).

Akıllı sulama sistemlerinin temel amacı, bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarını, zamanını ve süresini optimum düzeyde belirlemek ve uygulamaktır. Bu bağlamda kullanılan toprak nem sensörleri, hava durumu istasyonları, yaprak ıslaklığı sensörleri, sıcaklık ve ışık algılayıcıları gibi çok sayıda çevresel veri toplama aygıtı, tarımsal verimliliği artırmak amacıyla gerçek zamanlı veri

üretmektedir (Fraga-Lamas et al., 2019). Elde edilen bu veriler, sistemin merkezinde yer alan kontrol biriminde işlenmekte ve sulama işlemi, yalnızca ihtiyaç doğrultusunda, hedefe yönelik ve kaynak dostu bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu durum yalnızca su tasarrufunu değil, aynı zamanda bitki gelişiminde kalite ve verim artışını da beraberinde getirmektedir (Jiménez et al., 2022).

Akıllı sulama sistemlerinin en dikkat çeken bileşenlerinden biri ise robotik uygulamalardır. Bu sistemlerde kullanılan tarımsal robotlar (agrobotlar), sulama faaliyetlerinin otomasyonunda aktif rol oynamakta; toprak analizi, bitki büyümesi takibi, su püskürtme ya da damla sulama gibi görevleri otonom biçimde gerçekleştirebilmektedir. Robotik sistemler, görüntü işleme ve yapay zekâ tabanlı analizlerle, bitki yapısındaki stres faktörlerini (renk değişimleri, yaprak sararması, vb.) tespit edebilmekte ve buna uygun sulama düzeyini kendi başına belirleyebilmektedir (Ko et al., 2023; Munir et al., 2021). Özellikle fotovoltaik panellerle çalışan mobil sulama robotları, güneş enerjisiyle beslenerek çevreci bir enerji yapısı sunmakta ve dış müdahaleye gerek duymaksızın geniş tarım arazilerinde etkili sulama yapabilmektedir (Hassan et al., 2021).

Robotik sistemlerin entegre edildiği akıllı sulama uygulamaları, yalnızca fiziksel verilerin takibiyle sınırlı kalmayıp, bilişsel karar alma süreçlerini de kapsayan karmaşık algoritmalara dayanmaktadır. Örneğin; Radial Basis Function Network (RBFN), XGBoost, K-Nearest Neighbors (KNN) gibi yapay zekâ algoritmaları, sulama kararlarını çevresel verilerle ilişkilendirerek veri odaklı bir optimizasyon süreci sunmaktadır. Bu sistemler sayesinde, sulama gereksinimi yalnızca nem seviyesine bağlı değil, aynı zamanda hava tahminleri, gün ışığı süresi, mevsim geçişleri gibi değişkenler üzerinden de belirlenebilmektedir (Nandanwar et al., 2020; Tace et al., 2022).

Bununla birlikte, düşük maliyetli ve erişilebilir çözümler üretmek amacıyla geliştirilen sistemlerde, Arduino Mega, NodeMCU ve ESP8266 gibi mikrodenetleyici kartları ile GSM, Wi-Fi ve LoRaWAN gibi kablosuz iletişim protokolleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, sensör verilerini bulut tabanlı bir arayüzde toplamakta ve uzaktan izleme imkânı sunarak çiftçilere mobil cihazları üzerinden alan yönetimi yapma kolaylığı sağlamaktadır (Leh et al., 2019; Nawandar & Satpute, 2019). Ayrıca, tarımsal sulama sistemlerinde Blynk, ThingSpeak ve Firebase gibi IoT platformları, kullanıcı dostu arayüzleri sayesinde gerçek zamanlı veri analizi ve karar destek sistemlerinin oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

Enerji verimliliği, akıllı sulama sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından bir diğer önemli başlıktır. Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarıyla çalışan sistemler, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki elektrik altyapısı sorunlarına çözüm sunmakta ve sistemlerin enerji bağımsızlığına sahip olmasını sağlamaktadır (Godsent et al., 2023). Ayrıca, bu sistemlerin bir diğer avantajı da hava tahminiyle entegre çalışan algoritmalar yardımıyla sulama kararlarını çevresel dinamiklere göre dinamik olarak güncelleyebilmesidir.

Akıllı sulama sistemleri ve robotik uygulamalar, tarımsal su kullanımının etkinleştirilmesi, bitki sağlığının korunması, üretim verimliliğinin artırılması ve insan müdahalesinin azaltılması gibi çok boyutlu avantajlar sunmaktadır. Bu sistemler, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde önemli bir rol oynamakta olup; sadece büyük ölçekli ticari işletmelerde değil, küçük ve orta ölçekli çiftliklerde de yaygınlaştırılarak kırsal kalkınmayı destekleme potansiyeline sahiptir. Gelişen yapay zekâ, IoT ve robotik teknolojilerin entegrasyonu ile gelecekte tamamen otonom ve veriye dayalı tarım modellerinin oluşturulması mümkün hâle gelmektedir.

Şahin, 2024-b yaptığı çalışmada, tarımsal sulama yönetiminin, tarımsal faaliyetlerdeki en kritik başlıklardan biri olduğunu vurgulamaktadır. Tarımsal üretimde su tüketiminin %70'lik paya sahip olduğunu hatırlatarak, bu kaynakların etkin, dengeli ve sürdürülebilir kullanımının hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından zorunluluk hâline geldiğini ifade etmektedir. Çalışmada ayrıca, yapay zekâ destekli algoritmalarla öngörüye dayalı sulama stratejilerinin geliştirilebildiği, bu sayede sulama kararlarının sadece geçmiş verilere değil aynı zamanda tahminlenen gelecek senaryolara göre de alınabildiği belirtilmiştir. Derin öğrenme yöntemleriyle birlikte çalışabilen bu sistemlerin, özellikle geniş tarım alanlarında çevresel koşulların farklılık gösterdiği durumlarda dinamik çözümler sunduğu da belirtilmektedir. Ayrıca, tarımsal faaliyetlerde kamu desteklerinin artırılması ve çiftçilerin dijital okuryazarlık düzeylerinin yükseltilmesinin bu sistemlerin yaygınlaşmasında önemli birer unsur olduğuna dikkat çekilmiştir. Bu bağlamda, akıllı sistemlerin yaygınlaştırılması ile tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanabileceği ve iklim değişikliği ile mücadelede etkin araçlar geliştirilebileceği ifade edilmektedir.

Vinothinig vd. (2023) yaptıkları çalışmada akıllı sulama sistemi kullanarak bitkilerin ihtiyaç duyduğu kadar sulanması hedeflenmişlerdir. Bu sistem, bulut tabanlı bir sistemdir ve toprak nem sensörleri kullanarak bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarını belirlemektedir. Bulut tabanlı bir sulama sisteminde, nem seviyelerini

ölçmek için sensörler toprağa yerleştirilir ve bu bilgi bir bulut tabanlı sunucuya iletilir. Sunucu daha sonra verileri analiz eder ve toprağın nem seviyelerine göre sulama sistemi açma veya kapama talimatları gönderir. Sistem ayrıca hava tahminlerini dikkate alabilir ve sulama programlarını buna göre ayarlayabilir. Bulut tabanlı sulama sistemlerinin ana faydalarından biri, sadece gerektiğinde sulama yaparak su kaybını azaltabilmesidir. Ayrıca, bulut tabanlı sulama sistemleri uzaktan erişilebilir ve kontrol edilebilir, böylece çiftçiler internet bağlantısı olan herhangi bir yerden sulama sistemlerini yönetebilmektedirler.

Alves vd. (2023) akıllı tarımda su tasarrufu sağlamak amacıyla dijital ikiz uygulaması çalışması yapmışlardır. Dijital ikiz, verilerin otomatik olarak ve fiziksel bir nesne ile sanal bir nesne arasında her iki yönde aktığı bir ikiz uygulamadır. Bu sistemde, FIWARE tabanlı nesnelerin interneti platformundan Siemens Plant Simulation yazılımındaki ayrık olay simülasyon modelinden oluşmaktadır. Platform, toprak, hava durumu ve mahsul verilerini toplayarak günlük sulama reçeteleri hesaplamak için kullanılırken, simülasyon modeli ise bir sulama sisteminin davranışını simüle etmek için kullanılmaktadır. Önerilen sistemlerin faydaları arasında, çiftçilerin çiftliklerinde uygulamadan önce sistemin davranışını değerlendirebilmesi ve çiftlik operasyonlarını iyileştirebilmesi ve su kullanımını azaltabilmesi yer almaktadır.

Zho vd. (2023) jeo-uzamsal analiz kullanarak büyük veri analitiği ve nesnelerin internetiyle desteklenen bir akıllı tarım çerçevesi önerilmişlerdir. Kablosuz sensörler ve iletişim yöntemleri kullanarak, mahsul durumu, toprak hazırlığı, böcek ve haşere tespiti, programlanmış sulama gibi tarım uygulamaları için IoT sensörleri kullanılmaktadır. Bilgisayar tarafından oluşturulan bir coğrafi bilgi sistemi sayesinde , mahsullerin sulanması ve izlenmesi için bölge görüntüleme ve doğru agroteknolojik kararlar almak mümkün hale gelmektedir. Analitik ve izleme süreçleri, çiftliklerin akıllıca yönetilmesi ve işletilmesi için önemli bir bileşen olan büyük verilere değer katar. Yine de, teknik ve sosyoekonomik değişkenler tarafından sınırlıdır. Simülasyon sonuçları, önerilen IoT -SFF modelinin mahsul verim oranını %92,4, tahmin oranını %97,7, doğruluk oranını %94,5, ortalama hatayı %38,3 ve düşük maliyet oranını %34,4 iyileştirdiğini göstermektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Şahin ve Ersöz (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, özellikle su tasarrufunu ve enerji verimliliğini ön planda tutan akıllı sulama teknolojilerine yapılan yatırımların teşvik edilmesinin, tarımsal sürdürülebilirlik açısından taşıdığı kritik öneme dikkat çekilmiştir. Araştırmada, modern sulama sistemlerinin uygulanmasıyla yalnızca su değil; aynı zamanda gübre, enerji ve kimyasal madde kullanımında da kayda değer tasarruflar sağlanarak, üretim maliyetlerinde ciddi düşüşlerin elde edileceği ifade edilmiştir. Özellikle küçük ve orta ölçekli tarımsal işletmelerde bu sistemlere dair farkındalık oluşturulmasının, tarımsal verimliliğin artırılması ve ekonomik katkının maksimize edilmesi açısından uzun vadeli faydalar doğuracağı belirtilmiştir. Akıllı sulama sistemlerinin; bitki, toprak ve çevresel değişkenlere ait verileri gerçek zamanlı olarak analiz edebildiği ve böylece ihtiyaca yönelik sulama gerçekleştirme yeteneği sayesinde, bitkisel gelişimde yüksek verim elde edilmesini mümkün kıldığı vurgulanmaktadır. Ayrıca, bu sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen, sağladıkları su tasarrufu, uzaktan kontrol edilebilirlik özellikleri, işçilik ve bakım maliyetlerinde sağladığı düşüş ile uzun vadede ekonomik bir çözüm sunduğu belirtilmektedir. Toprak nemi parametrelerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayan bu sistemlerin, düşük maliyetli kontrol sistemlerine de entegre edilebildiği ve önceden tanımlanmış nem eşik değerine ulaşıldığında otomatik sulama yapabildiği ifade edilmektedir.

Godsent ve arkadaşları (2023) ise çiftçilerin toprak nem durumu üzerinde uzaktan izleme ve müdahale gerçekleştirebilecekleri, GSM ve Wi-Fi özellikleri ile entegre edilmiş işlevsel bir akıllı sulama sistemi geliştirmiştir. Geliştirilen sistem; bir DC pompa, GSM modülü, nem sensörü ve NodeMCU mikrodenetleyiciden oluşan bir donanım bütününe sahiptir. Prototip sistem, yazılım ve donanımın bütünleştirilmesiyle özelleştirilmiş olup birden fazla alt birim içermektedir. Sistem, toprak nem düzeyine göre otomatik olarak sulama işlemini başlatan ve gerektiğinde durduran akıllı anahtar mekanizması gibi çalışmaktadır. Toprak sensörlerinden alınan veriler, analiz edilmek üzere işlem birimine iletilmekte ve bu veriler grafiksel olarak görselleştirilerek çiftçilere karar verme süreçlerinde destek sağlamaktadır.

Jain (2023) ise artan sulama ihtiyaçlarına çözüm olarak, IoT tabanlı ve damla sulama prensibine dayanan bir sistem geliştirmiştir. Bu çalışma kapsamında, Android ve web uygulamaları ile entegre çalışan akıllı bir damla sulama sistemi tasarlanmış ve insan müdahalesine ihtiyaç duymadan sürekli izleme ve kontrol olanakları sağlanmıştır. Sistem, sulama pompası aracılığıyla yalnızca ihtiyaç duyulan miktarda

suyu temin etmekte ve böylece maksimum su tasarrufu hedeflenmektedir. Kullanıcılar, Android tabanlı mobil cihazları veya web uygulaması üzerinden sulama sistemini her yerden kontrol edebilmekte; böylelikle uygulama yalnızca otomasyon sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kullanıcı etkileşimini ve bilinçli müdahaleyi de mümkün kılmaktadır.

Kumar ve çalışma arkadaşları (2023), özellikle suyun erişilebilirliği ve korunması gibi konuların tarımsal faaliyetlerde önemli sorunlar teşkil ettiği bölgelerde, geleneksel tarım yöntemlerinin etkinliğini yitirdiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda, Nesnelerin İnterneti (IoT) temelli bir otomatik sulama sisteminin tasarımı ve uygulanabilirliğine odaklanılmıştır. Çalışmada, toprak nem sensörleri yardımıyla elde edilen veriler IoT üzerinden yorumlanarak sulama süreci otomatik hâle getirilmiş, böylece çiftçilerin hem zaman hem de kaynak kullanımında tasarruf sağlamaları amaçlanmıştır. Sistemin özellikle düşük gelirli ve teknolojik altyapısı sınırlı olan bölgeler için uygun ve ekonomik bir çözüm sunduğu belirtilmiş, ayrıca enerji ve su tüketiminde kayda değer tasarruf sağladığı vurgulanmıştır.

Venkatesh ve arkadaşları (2023), IoT teknolojisi ile iç mekân bahçeciliğini entegre eden akıllı bir sistemin tasarımını ve işlevsel yapısını ortaya koymuşlardır. Sistem, toprak nem düzeyinin sensörler aracılığıyla izlenmesiyle çalışmakta olup, düşük nem seviyelerinde NodeMCU mikrodenetleyicisine sinyal gönderilmektedir. Kullanıcı, bir mobil uygulama aracılığıyla sulama pompasını manuel olarak açıp kapatabildiği gibi, sıcaklık sensörleri sayesinde ortam ısısına bağlı olarak havalandırma sistemini de kontrol edebilmektedir. Tüm sensör verileri uygulama arayüzünden takip edilebilmektedir. Bu entegre yapı sayesinde, yaşlı bireyler gibi hassas gruplar için iç mekân tarımında erişilebilirliği ve yaşam kalitesini artıran yeni bir çözüm sunulmuştur.

Ko ve arkadaşları (2023), Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) verilerine dayanarak, bitki büyümesi için optimal sulama zamanlaması sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Çalışmada, yaprak sıcaklığı, hava sıcaklığı, hava hacmi gibi çevresel veriler ve termal görüntüleme kameraları tarafından toplanan bilgiler kullanılmıştır. Bu veriler ışığında, XGBoosting algoritması yardımıyla CWSI değeri hesaplanarak, üç farklı ortama özgü sulama modeli tasarlanmıştır. Geliştirilen sistem sayesinde, geleneksel sulama yöntemlerine kıyasla daha az su kullanımı ile bitki büyümesi optimize edilmiştir. Ayrıca, sulama sisteminin fiziksel altyapısı, tarım arazisinin işgalini azaltacak şekilde yeniden düzenlenmiştir.

Sami ve çalışma arkadaşları (2022), tarım alanlarında sıklıkla karşılaşılan fiziksel sensör arızalarına karşı alternatif bir tahminleme modeli geliştirmişlerdir. Bu model, sıcaklık, nem ve toprak nemi gibi değişkenleri tahmin ederek, fiziksel sensör düşümlerinin arızalanması durumunda sistemin çalışmaya devam etmesini sağlamaktadır. Geliştirilen yapay sinir sensörü (neural sensor), tarımsal sahaya yerleştirilen mevcut sensörlerin verimliliğini ve güvenilirliğini artırırken; sistemin tamamının kesintisiz çalışmasını da garanti altına almaktadır. Çalışmada ayrıca, bu yapının Karar Destek Sistemleri (SIS) ile entegre edilebilirliği değerlendirilmiş ve gerçek zamanlı uygulamalarda kullanım potansiyeline vurgu yapılmıştır.

Khan ve arkadaşları (2022), IoT tabanlı tarım uygulamalarında karşılaşılan veri aktarım hataları, enerji tüketimi, ağ ömrü kısalması ve gecikme gibi teknik sorunlara çözüm aramışlardır. Bu kapsamda, Hierarchy Shuffled Shepherd Clustering (HSSC) adını verdikleri kümeleme algoritmasını geliştirerek optimal küme başı oluşumunu sağlamışlardır. Ek olarak, enerji yönetimi ve veri yönlendirmede etkinliği artırmak amacıyla Emperor Penguin Jellyfish Optimizer (EPJO) adlı yeni bir optimizasyon yöntemi sunmuşlardır. Geliştirilen algoritmalar, Network Simulator-2 (NS2) ortamında test edilmiş ve elde edilen sonuçlar, önerilen sistemin geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük enerji tüketimi ile daha uzun ağ ömrü sağladığını ortaya koymuştur.

Regab ve arkadaşları (2022) tarafından geliştirilen çalışmada, ESP32 mikrodenetleyicisinin Arduino C dili kullanılarak programlanmasıyla akıllı merkez pivot sulama ve gübreleme sisteminin tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sistem, nesnelerin interneti (IoT) ve bulut sunucu teknolojileri ile entegre edilerek, özellikle su israfı ve aşırı gübre kullanımı gibi yaygın tarımsal problemlere çözüm sunmayı hedeflemektedir. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protokolü kullanılarak sensörlerden web veya mobil uygulamalara ve tersi yönde veri iletimi sağlanmıştır. Sistem, bitkilerin su ve besin ihtiyacına göre sulama işlemini otomatik olarak başlatma, sulama miktarını belirleme ve ihtiyaç duyulan gübre oranını düzenleme yetisine sahiptir. Ayrıca, manuel modda da çalışabilme özelliği ile kullanıcı kontrolüne olanak tanımakta; yağış tespiti durumunda sulama işlemini otomatik olarak durdurabilmektedir. Bu yönüyle sistem, çevresel koşullara duyarlı, enerji verimliliği yüksek ve kullanıcı dostu bir tarımsal otomasyon örneği sunmaktadır.

Tephila ve çalışma arkadaşları (2022), mevcut su kaynaklarının daha verimli kullanımı amacıyla IoT tabanlı akıllı sulama sistemi geliştirmişlerdir. Tasarlanan yönetim cihazı, sulama sürecini zamanlama bakımından otomatik olarak kontrol etmekte; alt sulama ve aşırı sulama problemlerini minimize ederek su tüketimini optimize etmektedir. Sistem aynı zamanda açık kaynak bulut teknolojileri, füzyon merkezleri, veri alıcıları ve saha sensörleri gibi birçok bileşeni bünyesinde barındırmaktadır. Gerçekleştirilen performans değerlendirmelerinde sistemin; paket iletim oranı, ağ kararlılığı ve enerji tüketimi açısından mevcut yöntemlere göre üstün performans gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle %30 oranında enerji tasarrufu sağladığı ve daha kararlı bir ağ yapısı sunduğu deneysel bulgularla ortaya konmuştur. Geliştirilen bu yönetim cihazı; yan hareketli sulama, yüzey sulama, sprinkler sulama ve damla sulama gibi çeşitli sistemlerle uyumlu çalışabilmekte olup, yalnızca 2G ve 3G altyapısına sahip ülkelerdeki küçük ölçekli tarım işletmeleri için de etkili bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

Tace ve arkadaşları (2022) ise düşük maliyetli ve enerji tasarruflu, esnek kullanım senaryolarına uygun bir akıllı sulama sistemi yaklaşımı önermiştir. Bu sistem, akıllı tarım uygulamaları için çeşitli makine öğrenimi algoritmalarına dayanmaktadır. Uygulamada, Node-RED platformu ile MongoDB büyük veri tabanı yönetim sistemi kullanılarak, toprak nemi, sıcaklık ve yağış gibi çevresel veriler toplanmıştır. Ardından, bu veriler temelinde K-En Yakın Komşu (KNN), Lojistik Regresyon (LR), Yapay Sinir Ağları (NN), Destek Vektör Makineleri (SVM) ve Naive Bayes (NB) gibi çeşitli makine öğrenme modelleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, %98,3 doğruluk oranı ve 0,12 RMSE değeri ile KNN algoritmasının diğer modellere kıyasla daha üstün performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ek olarak, sistemin sunduğu çıktıları kullanıcı dostu bir şekilde görselleştirmek amacıyla sensör verilerini ve tahmin modellerini bütünleştiren bir web uygulaması da geliştirilmiştir.

Munir ve çalışma arkadaşları (2021), akıllı sulama uygulamalarına yönelik olarak üç modülden oluşan bütünleşik bir çözüm önermektedir. Çalışmanın birinci modülünde; su ihtiyacını etkileyen çevresel faktörleri algılamak amacıyla DHT22 sıcaklık ve nem sensörü, BH1750 ışık sensörü ve HL-69 toprak nem sensörü kullanılarak veri toplama süreci gerçekleştirilmiştir. İkinci modülde, toplanan örnek veri seti üzerinde K-En Yakın Komşu (KNN) algoritması ile model eğitimi gerçekleştirilmiş; veriler, “çok gerekli”, “gereklidir”, “ortalama”, “gerekli değil” ve “hiç gerekli değil” olmak üzere beş sınıfa ayrılmıştır. Üçüncü modülde ise, kenar ve bulut IoT sunucuları üzerinden HTTP protokolü ile veri aktarımı gerçekleştirilmiştir. Tüm sistem Anaconda platformu üzerinde uygulamaya alınmış ve çalışmanın ileri

aşamalarında farklı karar verme algoritmalarının kullanılabilceği, ayrıca kenar bilişim mimarisinin gecikme süresini azaltmak amacıyla geliştirilebileceği ifade edilmiştir.

Hassan ve arkadaşları (2021), geleneksel tarım uygulamalarının yetersizliklerine çözüm getirmek amacıyla uzaktan kontrol edilebilen robotik tabanlı akıllı sulama sistemi geliştirmişlerdir. Güneş enerjisi ile çalışan robotlar, üzerlerindeki foton-voltaik paneller, yüksek çözünürlüklü kamera ve çeşitli sensörler yardımıyla bitki ve toprak durumunu izlemektedir. Toplanan veriler GSM modülü aracılığıyla kullanıcıya iletilmekte ve özel olarak geliştirilen bir uygulama üzerinden bilgisayara aktarılmaktadır. Sistemin uzaktan erişilebilir olması ve yenilenebilir enerji kaynakları ile çalışabilmesi, tarımda hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunmaktadır.

Kanade ve JP (2021), tarım alanında karşılaşılan aşırı ya da yetersiz sulama, yeraltı suyu tükenmesi ve su israfı gibi sorunlara çözüm getirmek amacıyla IoT ve Makine Öğrenimi (ML) tabanlı bir akıllı sulama sistemi geliştirmişlerdir. Sistemde; sıcaklık, toprak nemi, pH ve basınç sensörleri, Raspberry Pi veya Arduino kontrol modülü ile birlikte Bolt IoT modülü entegre edilmiştir. Sıcaklık sensörleri sayesinde bölgesel hava durumu tahmini yapılarak su tüketimi optimize edilmekte; pH sensörleri ise toprağın sulama ihtiyacını analiz etmektedir. Bu kapsamda, sistem yaz aylarında daha yoğun, kış ve yağışlı mevsimlerde ise daha az su kullanımı sağlayarak mevsimsel uyumlu sulama stratejisi geliştirmiştir.

Mousavi ve Ghaffari (2021), IoT tabanlı akıllı sulama sistemlerinde veri güvenliğini sağlamak amacıyla, ECC (Elliptic Curve Cryptography) ve SHA-256 algoritmalarına dayalı yeni bir şifreleme yöntemi önermişlerdir. Sistem, ABC (Artificial Bee Colony) algoritması ile ECC için özel anahtarlar üretmekte ve veri şifreleme/çözme işlemlerinde etkinlik sağlamaktadır. Geliştirilen yöntem, şifreleme süresini azaltarak performansı optimize etmiş; 100 ve 150 iterasyon sonunda ideal sonuçlar elde edilmiştir. Verimlilik analizi, önerilen modelin geleneksel sistemlere kıyasla %58,41 oranında daha yüksek performans sunduğunu göstermiştir. Ayrıca sistemin, kaynak sınırlı IoT cihazları için maliyet-etkin ve güvenli bir çözüm olduğu, kriptografik saldırılara karşı dirençli yapısı ile küçük ölçekli uygulamalarda yüksek başarı sağladığı belirtilmiştir.

Naeem ve çalışma arkadaşları (2021), tarımda modernizasyon ve maliyet etkinliğini temel alan bir yaklaşımla, IoT tabanlı akıllı sulama sistemleri üzerine bir model geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem; sensörler aracılığıyla çevresel verileri toplayarak, bu verileri önceden tanımlanmış eşik değer kümeleriyle karşılaştırmakta ve sulama kararlarını otomatik olarak almaktadır. Kullanıcılar için mobil uygulama tabanlı kullanıcı dostu bir arayüz sağlanmakta, bu arayüzle entegre çalışan bir web sitesi aracılığıyla da farklı bitki türlerine ait eşik değerler, çevresel veriler ve teknik parametrelerin görsel temsilleri sunulmaktadır. Bu sistemin çiftçilere, mevcut tarımsal koşulların hedef bitki türü için uygun olup olmadığını değerlendirme açısından önemli katkılar sağladığı ifade edilmektedir.

Krishnan ve çalışma arkadaşları (2020) tarafından geliştirilen benzer yapıllı akıllı sulama sistemi de, IoT teknolojisi tabanlı, düşük maliyetli ve kullanımı kolay bir çözüm sunmaktadır. Sistem, çeşitli tarımsal verileri toplayarak bu verileri önceden belirlenmiş eşik değerlerle karşılaştırmakta ve sulama ihtiyacını bu doğrultuda belirlemektedir. Sistem, mobil uygulama ve web arayüzü üzerinden kullanıcıya görsel ve etkileşimli veriler sunmakta olup, farklı bitki türlerine özel eşik değerlerin takibini ve buna göre karar verilmesini mümkün kılmaktadır. Bu yönüyle, sistemin tarım sektöründe bilgiye dayalı karar mekanizmalarının yaygınlaşmasına katkı sunduğu vurgulanmaktadır.

Boursianis ve arkadaşları (2020), AREThOU5A isimli IoT tabanlı sulama yönetim platformunun geliştirilmesine yönelik gerçekleştirdikleri çalışmada, sistemin mimari yapısı, alt sistemleri ve işlem akışlarını detaylandırmışlardır. Platformda kullanılan katmanlı mimari yapı ve yenilikçi enerji çözümleri, sistemin çevresel koşullara uyumunu ve sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Özellikle sistemin ölçüm alt bileşeninde yer alan rectenna modülü, dış mekân koşullarında yapılan deneysel testlerde yüksek performans göstermiştir. Antenin yansıma katsayısı -31.18 dB (870 MHz) ve -27.84 dB (937.5 MHz) olarak ölçülmüş, doğrultucunun verimliliği ise giriş gücü 0 dBm için %68 olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, sistemin hem enerji verimliliği hem de ölçeklenebilirliği açısından tarımsal IoT uygulamaları için uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Tiglaio ve arkadaşları (2020) ise, Kablosuz Sensör ve Aktüatör Ağı (WSAN) temelli bir sistem olan Agrinex'i geliştirerek tarımsal sulamada kaynak kullanımını optimize etmeyi hedeflemişlerdir. Sistem, toprak nemi, sıcaklık ve bağıl nem verilerini ölçen sensör düğümleri ile entegre çalışmakta; bu sensörler sulamayı düzenleyen otomatik valfler ile eşgüdümlü çalışmaktadır. Ağ yapısı dinamik olup,

tarla koşullarındaki değişikliklere bağlı olarak kendini yeniden organize etme kapasitesine sahiptir. Bu özellik, sistemin tarım alanlarında esnek ve adaptif bir kontrol mekanizması olarak işlev görebilmesini sağlamaktadır. Sonuç olarak, Agrinex sistemi, WSN teknolojilerinin tarımsal uygulamalarda etkin ve sürdürülebilir biçimde kullanılabilceğini göstermiştir.

Karpagam ve arkadaşları (2020), tarımda verimli su kullanımını sağlamak amacıyla mikrodenetleyici tabanlı otomatik bir sulama sistemi geliştirmişlerdir. Sistem, tarım arazisine yerleştirilen sensörler aracılığıyla toprak sıcaklığı ve nem düzeyini sürekli izleyerek bu verileri mikrodenetleyiciye iletmektedir. Toprak nem sensörü tarafından algılanan veriler doğrultusunda, sulama motorunun otomatik olarak açılıp kapanması sağlanmaktadır. Kablosuz sensör ağları (WSN) ile donatılan bu sistem, ESP8266 Wi-Fi modülü üzerinden internete bağlanmakta ve kullanıcıya mesaj göndererek uzaktan bilgilendirme sağlamaktadır. Bu yapı, kullanıcının arazisini uzaktan takip etmesine olanak tanımakta ve toprağın ihtiyacına göre sulama yapılmasını sağlayarak su tasarrufu ve yüksek hassasiyetli sulama imkânı sunmaktadır.

Nandanwar ve arkadaşları (2020), tarımsal sulama sistemlerinde makine öğrenmesi (ML) algoritmalarının kullanım potansiyelini incelemişlerdir. Çalışmalarında, veri madenciliği ve kümeleme algoritmaları yardımıyla, su yönetimi, mahsul verimliliği, toprak yönetimi, hastalık ve yabancı ot tespiti ile mahsul kalitesinin artırılması gibi çeşitli tarım süreçlerine katkı sağlanmıştır. Sistem, farklı parametreler üzerinden analiz yaparak kullanıcı müdahalesine ihtiyaç duymadan sulama kararları alabilmektedir. Ayrıca, kritik hava koşulları hakkında önceden uyarı sağlayarak sürdürülebilirliği artırmakta ve su kaynaklarının korunmasına doğrudan katkı sunmaktadır. Bu yönüyle, makine öğrenmesine dayalı otomatik sistemlerin tarımda verimlilik, karar destek ve çevresel koruma işlevleri açısından önemi vurgulanmıştır.

Taştan, (2019) yaptığı çalışmada, akıllı sulama sistemleri ve robotik uygulamaların, su kaynaklarının etkin kullanımı ve tarımsal verimliliğin artırılması açısından taşıdığı önem özellikle vurgulanmaktadır.

Nawandar ve Satpute (2019), düşük maliyetli ancak etkin çalışabilen akıllı bir sulama sistemi geliştirmişlerdir. Sistem, üç ana bileşenden oluşmaktadır: Birleşik Sensör Direği (USP), Sulama Ünitesi (IU) ve Sensör Bilgi Ünitesi (SIU). USP, mahsul türü, ekim tarihi ve toprak verilerini kullanarak buharlaşma-terleme

değerlerini hesaplamakta ve sulama zamanlamasını belirlemektedir. IU, USP'den gelen verileri bölgelere ayrıştırarak bölgesel sulama kontrolü gerçekleştirmektedir. SIU ise sensörlerden gelen verileri Mosquitto MQTT protokolü aracılığıyla günlük dosyalarına kaydetmekte ve analiz edilmesini sağlamaktadır. Geliştirilen sistem; su tasarrufu, verimli kaynak kullanımı ve uzaktan izleme özellikleriyle tarımsal sulamada etkin bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

Adenugba ve arkadaşları (2019), Her Şeyin İnterneti (IoE) mimarisine dayalı olarak güneş enerjisiyle çalışan bir akıllı sulama sisteminin geliştirilmesine yönelik bir model sunmuşlardır. Sistem; sensörler ve çevresel veriler yardımıyla sulama sürecini otomatik biçimde kontrol etmekte ve olası beklenmedik durumlara karşı manuel müdahale imkânı sağlayan bir web platformu ile desteklenmektedir. Bu platform yalnızca yetkili kişiler tarafından erişilebilir olacak şekilde yapılandırılmıştır. Sulama kararları, Radial Basis Function Network (RBFN) yapay zekâ algoritması yardımıyla hava durumu tahminleri, nem düzeyi, sıcaklık ve su seviyesi gibi çevresel veriler doğrultusunda alınmakta, bu sayede gereksiz sulama işlemleri engellenerek doğal kaynakların korunması sağlanmaktadır. Bu yapı, enerji verimliliği ve sürdürülebilir su yönetimi açısından önemli bir yenilik olarak değerlendirilmiştir.

Leh ve arkadaşları (2019), Arduino Mega 2560 tabanlı ve IoT destekli bir akıllı sulama sistemi geliştirerek tarım alanlarında otomatik ve uzaktan kontrol edilebilen bir çözüm sunmuşlardır. Sistem, toprak nemini ölçen sensörler yardımıyla elde edilen verileri işleyerek sulama kararlarını otomatik şekilde uygulamakta ve Blynk platformu aracılığıyla gerçek zamanlı veri takibi sağlamaktadır. Kullanıcılar, mobil cihazları üzerinden anlık olarak toprak koşullarını izleyebilmekte ve sulama sistemini kontrol edebilmektedir. Sistemin sıcaklık sensörü, nem sensörü ve toprak nem sensörü gibi donanımlarla desteklendiği; verilerin Blynk sunucusunda uzun süreli olarak depolanabildiği belirtilmiştir. Bu yapı sayesinde sistem, sadece bitki ihtiyacına göre doğru miktarda su sağlayarak etkin kaynak kullanımı sunmaktadır. Ancak, sistemin geniş ölçekli tarım arazilerinde uygulanabilirliğinin maliyet açısından sınırlı olabileceği de ifade edilmiştir.

Fraga-Lamas ve arkadaşları (2019), altyapı eksikliği olan kentsel alanlar için LoRaWAN tabanlı, uzun menzilli iletişim sağlayan bir akıllı sulama sistemi geliştirmiştir. Önerilen sistem, IoT düğümleri aracılığıyla çevresel verileri toplamakta ve bu verileri yerel sis (fog) bilişim düğümleri ya da uzak bulut sistemlerine iletmektedir. Sulama programları; toprak nemi, hava tahmini gibi çoklu

parametreler dikkate alınarak oluşturulmakta ve böylece veriye dayalı sulama stratejileri geliştirilmektedir. Çalışma kapsamında, sistemin engellerle dolu kentsel alanlarda (binalar, bitki örtüsü, araçlar vb.) verimli çalışıp çalışmadığını değerlendirmek amacıyla bir üniversite kampüsü modeli üzerinde 3D-ray launching radyo planlama aracı ile kapsamlı bir senaryo simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, LoRaWAN tabanlı mimarinin düşük enerji tüketimi ile uzun mesafeli ve güvenilir iletişim sağladığını ortaya koymuştur.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

GEREÇ: ÇİFTÇİLERE UYGULANAN ANKETLER;

Bu araştırmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulu tarım yapan; Şanlıurfa ilinden 50 çiftçi, Şırnak ilinden 51 çiftçi, Batman ilinden 50 çiftçi, Diyarbakır ilinden 51 çiftçi ve Mardin ilinden 50 çiftçi olmak üzere toplam da 252 katılımcının akıllı sulama ve akıllı tarım teknolojilerini kullanma deneyimlerini değerlendirmek amacıyla bir anket yöntemi uygulanmıştır. Araştırma kapsamında, demografik özellikler, eğitim durumu, tarım türü, sulama yöntemleri ve akıllı tarım teknolojileri kullanımı gibi değişkenler incelenmiştir. Anket, katılımcıların cinsiyet, yaş, eğitim durumu gibi temel demografik bilgilerini toplamakla başlamış, ardından katılımcıların akıllı sulama ve tarım teknolojileriyle ilgili deneyimlerine odaklanmıştır. Özellikle, katılımcılara bu teknolojileri ne kadar süredir kullandıkları, kullandıkları alanın büyüklüğü, bu teknolojilerin maliyet üzerindeki etkileri ve verimlilikte gözlemlenen değişiklikler gibi sorular yöneltilmiştir.

YÖNTEM: SPSS 2021 İSTATİSTİK ANALİZ PROGRAMI VE YÖNTEMİ;

Veriler, nicel analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Korelasyon analizleri ile damla sulama/akıllı sulama ve yeni tarım teknolojileri kullanımında yaş başta olmak üzere cinsiyet, deneyim, kullanılan alan, maliyetlerdeki değişim ve bu teknolojilerden en çok hangisine ihtiyaç duyulduğu gibi demografik ve operasyonel değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiş, damla sulama/akıllı sulama sistemlerinde kullanılan alanın büyüklüğü ile sulama faaliyet süresi ile doğru orantılı olarak büyük alanlara sahip katılımcıların bu sistemler ile uzun yıllardır tarımsal faaliyetlerini gerçekleştirdikleri gibi değişkenler arasındaki ilişkiler detaylı bir şekilde anlatılmaktadır. Regresyon analizleri ile bazı değişkenlerin belirli sonuçları tahmin etme gücü ölçülmüştür. Frekans tabloları ise katılımcıların çeşitli sorulara verdikleri yanıtların dağılımını görselleştirmek için kullanılmıştır. Bu yöntemle, katılımcıların akıllı tarım teknolojilerine olan ilgisi, bu teknolojilerden memnuniyet düzeyleri ve teknolojilerin sağladığı maliyet düşüşleri gibi konular hakkında kapsamlı bir veri seti elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, damla sulama/akıllı sulama ve yeni tarım teknolojilerinin tarımsal uygulamalardaki yeri ve önemi hakkında genel bir bakış sunmaktadır.

Elde edilen sonuçlar; 252 katılımcı arasından en yüksek katılım ile katılımcıların %34'ünü oluşturan 85 kişinin ilköğretim düzeyinde oldukları ve buna rağmen yeni tarım teknolojileri hakkındaki farkındalıkları oldukça yüksek düzeyde olduğu ve daha ileri teknolojilere olan ihtiyaçları da elde edilen sonuçlar arasında yer almaktadır. Damla sulama/akıllı sulama sistemlerinin büyük bir çoğunluğu oluşturan 214 katılımcı tarafından memnuniyetle karşılandığını ve bu sistemlerin kullanıcı ihtiyaçlarını büyük ölçüde karşıladığını ve su tasarrufu başta olmak üzere işçilik ve maliyetlerde ciddi olumlu etkiler yaşandığını göstermektedir. Aynı zamanda özellikle damla sulama faaliyetinde bulunan katılımcıların çoğunluğunun en az 5 yıldır bu sistemleri kullandığı ve aynı zamanda bu sistemleri uzun zamandır kullananların daha büyük tarımsal alanlara sahip olduğu görülmektedir. Yine en çarpıcı varılan sonuçlardan biri de katılımcıların neredeyse tamamının damla sulama/akıllı sulama ve yeni tarım teknolojileri ile ilgili herhangi bir toplantı, konferans veya seminer gibi duyurular almadıklarıdır. Bazı katılımcılar da internet erişiminde ciddi problemler yaşadıklarını belirtmiş olup bu yüzden de kırsal bölgede altyapı eksiklerinin olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yeni tarım teknolojilerinin yaygınlaşması için ve iklim değişikliğine bağlı olarak su stresiyle karşı karşıya olan bölgenin damla sulama/akıllı sulama sistemleri ile entegreli olarak yeni tarım teknolojilerinin kullanımı önündeki internet erişimindeki problemler gibi altyapı eksiklikleri gibi engellerin aşılabilmesi ve aynı zamanda bu teknolojilere erişim hususunda eğitim programlarının geliştirilmesi, dijital altyapının güçlendirilmesi, devlet desteklerinin artırılması, bilgilendirme kampanyalarının düzenlenmesi, ileri düzey teknolojiye erişim imkanlarının artırılması ve araştırma ve geliştirme çalışmalarının desteklenmesi bölgenin kalkınma hedeflerine ulaşmasında da stratejik bir öneme sahip olduğu elde edilen sonuçlar arasında yer almaktadır.

4. BULGULAR

Çizelge 4.1. Korelasyon Analizi

		Korelasyonlar					
		Yaşınız	Cinsiyet	Kaç yıldır Damla sulama/ Akıllı sulama faaliyeti yapıyorsunuz?	Damla sulama/ Akıllı sulama alanınız kaç dekar?	Akıllı sulama sistemi ile akıllı tarım teknolojileri sayesinde maliyetlerde bir düşüş gözlemlediniz mi?	Yeni tarım teknolojilerinden hangisine şu anda en çok ihtiyaç duyuyorsunuz?
Yaşınız	Pearson correlation	1	-.019	.171**	.193**	.081	.081
	Meaning (double-sided)		.762	.007	.002	.200	.200
	N	251	251	251	250	251	251
Cinsiyet	Pearson correlation	-.019	1	-.039	-.041	.006	.028
	Meaning (double-sided)	.762		.541	.518	.919	.654
	N	251	251	251	250	251	251
Kaç yıldır Damla sulama/ Akıllı sulama faaliyeti yapıyorsunuz?	Pearson correlation	.171**	-.039	1	.836**	-.322**	-.280**
	Meaning (double-sided)	.007	.541		.000	.000	.000
	N	251	251	252	251	252	252
Damla sulama/ Akıllı sulama alanınız kaç dekar?	Pearson correlation	.193**	-.041	.836**	1	-.266**	-.239**
	Meaning (double-sided)	.002	.518	.000		.000	.000
	N	250	250	251	251	251	251
Akıllı sulama sistemi ile akıllı tarım teknolojileri sayesinde maliyetlerde bir düşüş gözlemlediniz mi?	Pearson correlation	.081	.006	-.322**	-.266**	1	.811**
	Meaning (double-sided)	.200	.919	.000	.000		.000
	N	251	251	252	251	252	252
Yeni tarım teknolojilerinden hangisine şu anda en çok ihtiyaç duyuyorsunuz?	Pearson correlation	.081	.028	-.280**	-.239**	.811**	1
	Meaning (double-sided)	.200	.654	.000	.000	.000	
	N	251	251	252	251	252	252

** . Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır (2-kuyruklu).

Çizelge 4.1'de akıllı sulama ve tarım teknolojileri kullanımında deneyim, yaş ve kullanılan alan gibi demografik ve operasyonel değişkenler arasındaki ilişkilere bakılmıştır.

Örneğin, damla veya akıllı sulama faaliyeti süresi ile sulama alanının büyüklüğü arasında güçlü bir pozitif ilişki vardır. Bu durum, uzun yıllardır bu teknolojiyi kullanan kişilerin genellikle daha büyük alanlara sahip olduğunu göstermektedir.

Öte yandan, akıllı sulama sistemine katılım süresi ile maliyetlerdeki düşüş algısı arasında olumsuz bir korelasyon gözlenmiştir. Bu, teknolojiye uzun süredir dahil olan kullanıcıların, maliyet avantajlarını diğerlerine göre daha az gözleme eğiliminde olduğunu gösterebilir.

Çizelge 4.2'de regresyon analizinde ise, sulama alanı büyüklüğü, sulama yönteminin faydalı bulunması ve verim artışı gibi değişkenlerin cinsiyeti tahmin etme gücü düşük bulunmuştur. Bu durum, araştırmada kullanılan değişkenlerin cinsiyet üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını ve demografik özelliklerin bu tür tarım teknolojilerini tercih etmede belirleyici olmadığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.2. Regresyon Analizi

Model özeti ^b				
Model	R	R-kare	Ayarlanmış R-kare	Tahminin standart hatası
1	.045 ^a	.002	-.010	.10966
a. Tahminciler: (sabit), Damla sulama/ Akıllı sulama alanınız kaç dekar? , Damla sulama/ Akıllı sulama yöntemini faydalı buluyor musunuz? Damla sulama koşullarında verim artışı gözlemlediniz mi?				
b. Bağımlı Değişken: Cinsiyet				

Çizelge 4.3'te anova analizinde katılımcıların farklı sorulara verdikleri cevapların dağılımı incelendiğinde, akıllı sulama sistemine geçişten ve sistemin sunduğu olanaklardan yüksek düzeyde memnuniyet duydukları gözlemlenmiştir. Çoğunlukla, katılımcıların büyük bir kısmı, akıllı sulama sistemlerinin üretkenliği artırdığı ve işçilik maliyetlerini düşürdüğü görüşündedir. Ayrıca, bu teknolojilere erişim ve bilgi düzeyine dair veriler, çoğu katılımcının temel eğitim aldığı fakat ileri düzeyde veya özel eğitim eksikliklerinin bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. Anova Analizi

ANOVA ^a						
Model		Karelerin toplamı	St.St.	Orta kare	F	Önemi
1	Regresyon	.006	3	.002	.167	.919 ^b
	Kalan	2.958	246	.012		
	Toplam	2.964	249			
a. Bağımlı Değişken: Cinsiyet						
b. Tahminciler: (sabit), Damla sulama/ Akıllı sulama alanınız kaç dekar? , Damla sulama/ Akıllı sulama yöntemini faydalı buluyor musunuz?, Damla sulama koşullarında verim artışı gözlemlediniz mi?						

Çizelge 4.4' te akıllı tarım teknolojilerine duyulan ihtiyaç sorulduğunda, katılımcılar en çok toprak analizi veya verim optimizasyonu gibi ileri teknolojilere ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Bu, sektördeki kullanıcıların mevcut teknolojilere erişimi olmasına rağmen daha ileri düzeydeki teknolojilere olan talebin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.4. Korelasyon Analizi

Katsayı ^a					
Model	Standartlaştırılmamış katsayı		Standartlaştırılmış katsayı	etc	Önemi
	B	Standart hata	Beta		
(Devamlı)	2.028	.070		28.961	.000
1 Damla sulama koşullarında verim artışı gözlemlediniz mi?	.000	.019	.003	.023	.982
Damla sulama/ Akıllı sulama yöntemini faydalı buluyor musunuz?	-.002	.013	-.021	-.197	.844
Damla sulama/ Akıllı sulama alanınız kaç dekar?	-.008	.021	-.047	-.382	.703

a. Bağımlı değişken: Cinsiyet

Çizelge 4.5'te genel olarak, bu çalışma, akıllı tarım teknolojilerinin faydalarını, kullanıcı deneyimlerini ve sektördeki ileri teknoloji ihtiyaçlarını açıkça ortaya koymaktadır. Kullanıcılar, teknolojinin sağladığı maliyet düşüşlerini ve verim artışlarını takdir etmekte, ancak daha ileri düzeyde eğitim ve teknolojiye erişim konusunda ihtiyaç duymaktadırlar.

Çizelge 4.5. Kalan İstatistikler

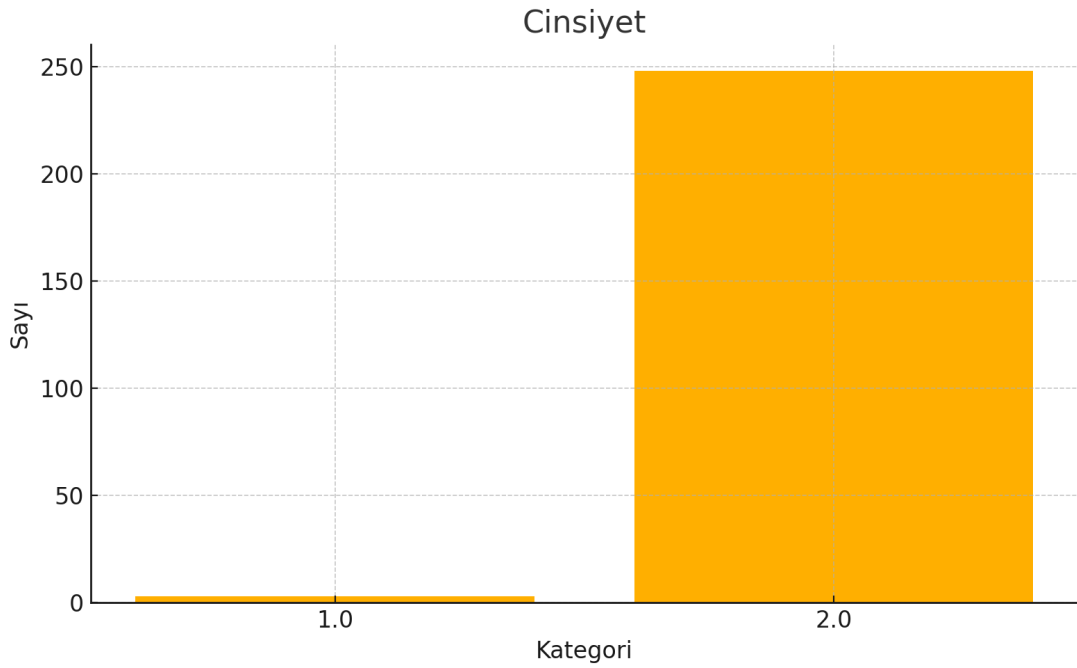
Kalan İstatistikler ^a					
	Asgari	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	N
Tahmini değer	1.9803	2.0097	1.9880	.00492	250
Kalan	-.98683	.01968	.00000	.10899	250
Standart Tahmini değer	-1.562	4.407	.000	1.000	250
Standart Bakiye	-8.999	.179	.000	.994	250

a. Bağımlı değişken: Cinsiyet

Çizelge 4.6'da katılımcıların cinsiyet dağılımı incelendiğinde, 1.00 kodlu cinsiyetten 3 kişi, 2.00 kodlu cinsiyetten ise 248 kişi bulunmaktadır. Bu veri, örneklemdaki katılımcıların aşağıdaki şekil 4.1'deki grafikte görüldüğü gibi katılımcıların yaklaşık %99'unun bir cinsiyet grubunda (2.00 kodlu, erkek olarak işaretlenen) toplandığını göstermektedir.

Çizelge 4.6. Cinsiyet Analizi

		Katılımcı Sayısı
Cinsiyet	1.00	3
	2.00	248

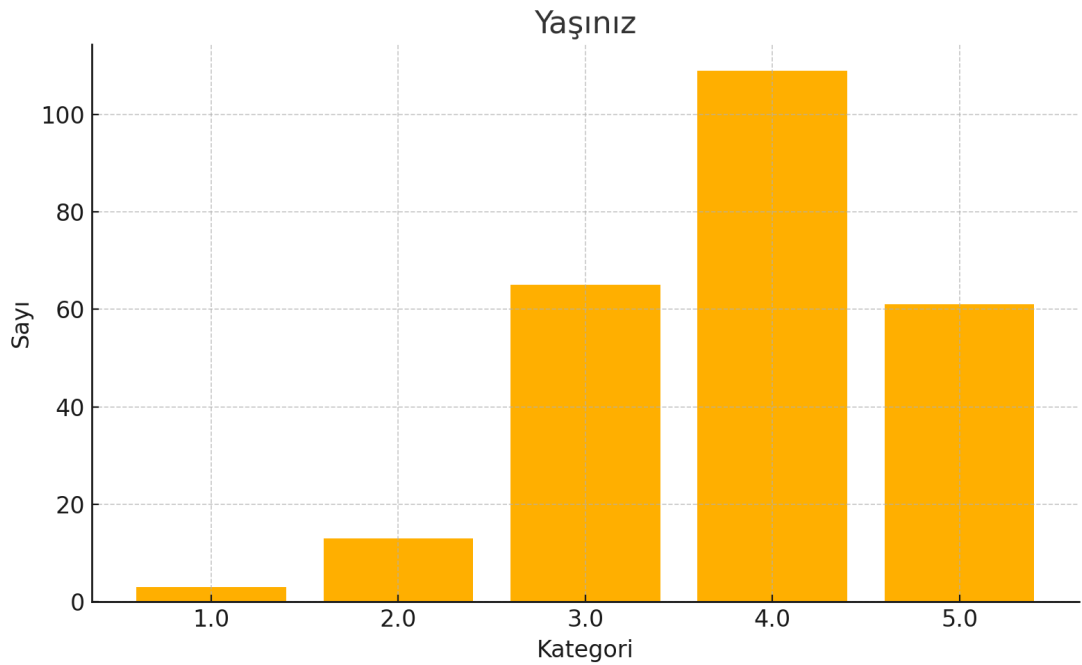


Şekil 4.1. Cinsiyet Dağılımı

Çizelge 4.7'de katılımcılar farklı yaş gruplarına göre sınıflandırılmıştır. 1.00 kodlu grupta 3 kişi, 2.00 kodlu grupta 13 kişi, 3.00 kodlu grupta 65 kişi, 4.00 kodlu grupta 109 kişi ve 5.00 kodlu grupta 61 kişi bulunmaktadır. Şekil 4.2'de verilen grafikte görüldüğü gibi özellikle 4.00 kodlu yaş grubunun en yüksek katılımı gösterdiği ve çalışmada daha fazla temsil edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.7. Yaş Analizi

Yaşınız	Katılımcı Sayısı
1.00	3
2.00	13
3.00	65
4.00	109
5.00	61

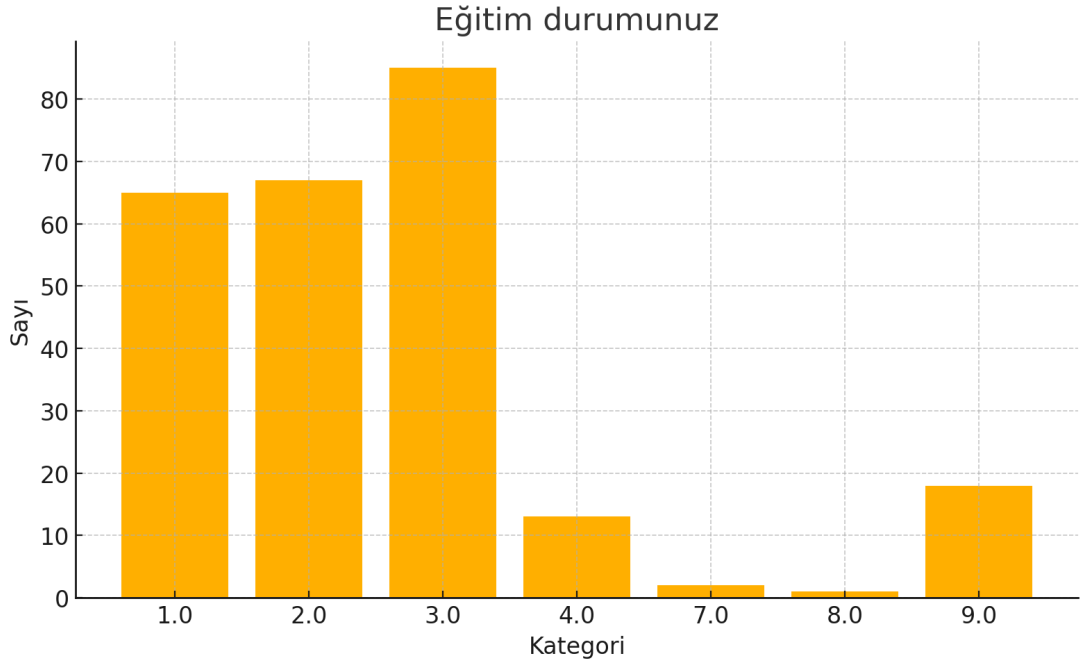


Şekil 4.2. Yaş Dağılımı

Çizelge 4.8'de, farklı eğitim seviyelerine sahip bireylerin sayısını göstermektedir. Eğitim seviyeleri 1'den 9'a kadar sayılarla ifade edilmiştir ve her seviyedeki birey sayısı belirtilmiştir. Şekil 4.3'ten de anlaşılacağı gibi verilere göre, en fazla kişi 3.00 seviyesinde (85 kişi) bulunurken, bunu 2.00 seviyesi (67 kişi) takip etmektedir. Bu durum, toplumda bu eğitim seviyelerinin daha yaygın olduğunu göstermektedir. Diğer yandan, 4.00 eğitim seviyesine sahip kişi sayısı 13, 9.00 seviyesinde ise 18 kişidir, bu da bu seviyelerin orta derecede temsil edildiğini göstermektedir. En az sayıda kişi ise 7.00 (2 kişi) ve 8.00 (1 kişi) seviyelerinde bulunmakta olup, bu seviyelerde eğitim almış bireylerin nispeten nadir olduğunu işaret etmektedir. Bu tablo, toplumdaki farklı eğitim seviyelerinin dağılımını ve hangi seviyelerin daha fazla temsil edildiğini göstererek, eğitim düzeyi ile ilgili çeşitli analizler için bir temel sağlamaktadır.

Çizelge 4.8. Eğitim Seviyesi Analizi

Eğitim durumunuz	Katılımcı Sayısı
1.00	65
2.00	67
3.00	85
4.00	13
7.00	2
8.00	1
9.00	18

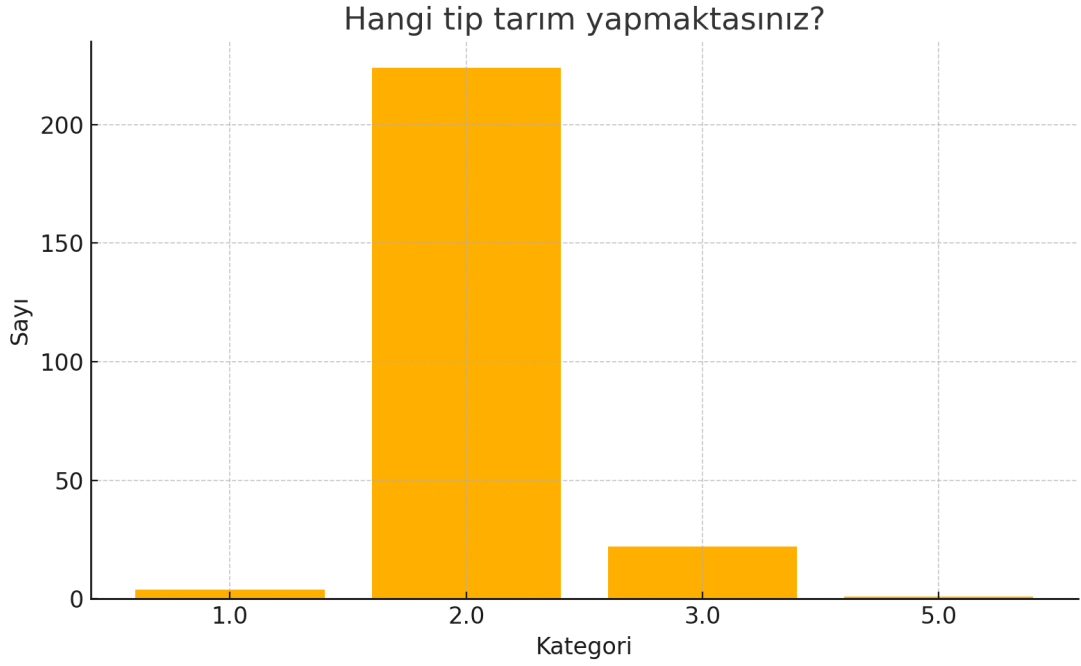


Şekil 4.3. Eğitim Seviyesi

Çizelge 4.9'da, farklı tarım türleriyle uğraşan kişi sayılarını göstermektedir. Tarım türleri 1, 2, 3 ve 5 olarak sınıflandırılmış ve her türle uğraşan kişi sayısı verilmiştir. Şekil 4.4'de görüldüğü gibi en çok tercih edilen tarım türü 2.00 olarak kodlanan tarım türüdür; bu türle uğraşan kişi sayısı 224 olup, en yaygın tarım türünü temsil etmektedir. İkinci sırada, 3.00 olarak belirtilen tarım türü gelmektedir ve bu türle uğraşan kişi sayısı 22'dir. Daha az yaygın olan tarım türleri arasında, 1.00 kodlu tarım türü 4 kişi ile temsil edilmektedir. En nadir görülen ise 5.00 kodlu tarım türüdür ve yalnızca 1 kişi bu türle uğraşmaktadır. Bu tablo, tarım türlerinin toplumda ne kadar yaygın olduğunu ve hangi türlerin daha fazla tercih edildiğini göstermektedir, bu da tarım türleriyle ilgili analizlerde dikkate alınabilecek önemli bir veri sunmaktadır.

Çizelge 4.9. Yapılan Tarım Türü Analizi

				Katılımcı Sayısı
Hangi tip tarım yapmaktasınız?			1.00	4
			2.00	224
			3.00	22
			5.00	1

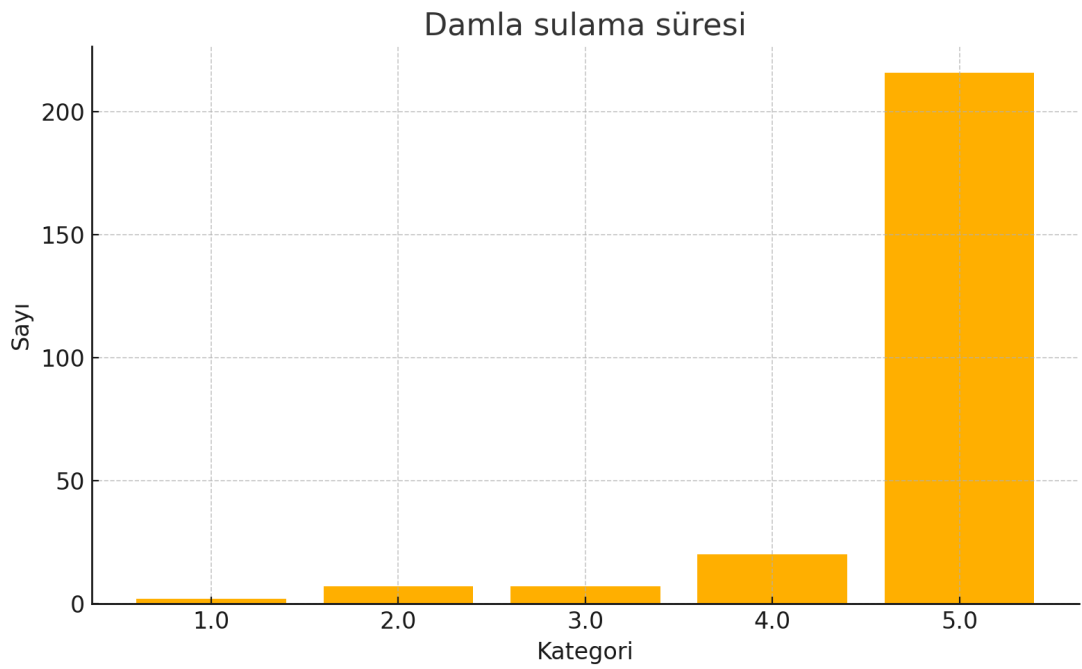


Şekil 4.4. Tarım Türü

Çizelge 4.10'da, bireylerin kaç yıldır damla sulama veya akıllı sulama faaliyetiyle uğraştığını göstermektedir. Yıllar, 1'den 5'e kadar sınıflandırılmış ve her bir kategorideki kişi sayısı verilmiştir. Verilere göre, en çok sayıda kişi 5 yıldır bu faaliyetle uğraşmakta olup, bu kategoriye 216 kişi girmektedir. Bu durum, şekil 4.5'ten de anlaşılacağı gibi damla sulama veya akıllı sulama ile uzun süreli uğraşanların ağırlıklı olarak 5 yıldan fazla deneyime sahip olduğunu göstermektedir. Orta seviyede, 4 yıldır bu faaliyeti sürdürenler bulunmaktadır ve bu grupta 20 kişi yer almaktadır. Bu, 4 yıllık deneyime sahip olanların daha az, ancak yine de dikkate değer bir grup olduğunu göstermektedir. Daha kısa süreli deneyime sahip gruplar ise 1, 2 ve 3 yıldır bu işle uğraşanlardır. 1 yıl deneyime sahip olanların sayısı 2 kişi, 2 ve 3 yıl deneyime sahip olanlar ise 7 kişi ile temsil edilmektedir. Bu veriler, damla veya akıllı sulama faaliyetinde yeni olanların daha az sayıda olduğunu göstermektedir. Bu tablo, damla veya akıllı sulama faaliyetiyle ilgilenen kişilerin çoğunlukla uzun süreli deneyime sahip olduklarını ve bu yöntemin uzun vadede tercih edilen bir uygulama olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10. Damla Sulama/Akıllı Sulama Faaliyeti Kullanım Süresi Analizi

		Katılımcı Sayısı
Kaç yıldır Damla sulama/ Akıllı sulama faaliyeti yapıyorsunuz?	1.00	2
	2.00	7
	3.00	7
	4.00	20
	5.00	216

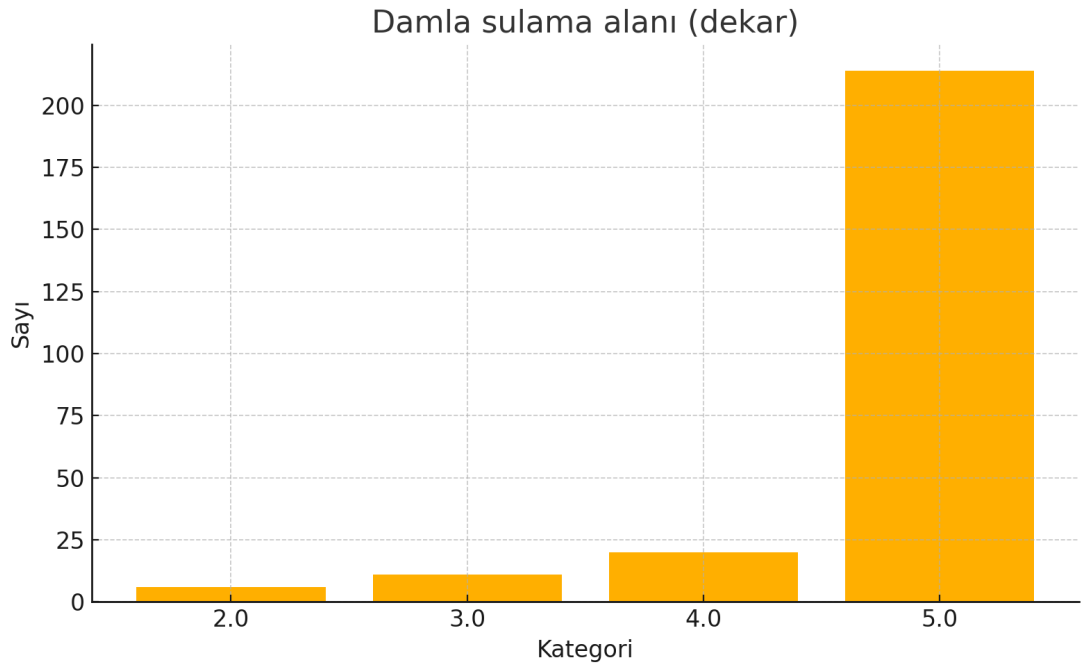
**Şekil 4.5.** Damla Sulama Faaliyet Süresi

Çizelge 4.11'de, bireylerin damla sulama veya akıllı sulama yapılan alanlarının büyüklüğünü dekaraya göre göstermektedir. Alan büyüklükleri 2 ile 5 arasında sınıflandırılmış ve her bir kategori için kişi sayısı belirtilmiştir. Verilere göre, en çok tercih edilen alan büyüklüğü Şekil 4.6'da görüldüğü gibi 5 dekar olup, bu büyüklükte sulama yapan 214 kişi bulunmaktadır. Bu, damla veya akıllı sulama faaliyetlerinin büyük ölçüde geniş alanlarda uygulandığını göstermektedir. Orta büyüklükteki alanlar ise 4 dekar olarak belirlenmiştir ve bu kategoride 20 kişi bulunmaktadır. Bu, 4 dekar büyüklüğündeki alanların da belirli bir yaygınlığa sahip olduğunu göstermektedir. Daha küçük alanlarda sulama yapan gruplar ise 2 ve 3 dekar büyüklüğündeki alanları kapsar. 3 dekar alanla sulama yapan 11 kişi, 2 dekar alanla sulama yapan ise 6 kişi bulunmaktadır. Bu da damla veya akıllı sulama

faaliyetlerinin küçük alanlarda daha az tercih edildiğini göstermektedir. Tablo, damla veya akıllı sulama faaliyetlerinin çoğunlukla daha geniş alanlarda tercih edildiğini ve bu sulama yönteminin özellikle büyük ölçekli tarımsal faaliyetlerde kullanıldığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.11. Damla Sulama/ Akıllı Sulama Kullanılan Alan Bilgisi Analizi

			Katılımcı Sayısı
Damla sulama/ Akıllı sulama alanınız kaç dekar?	2.00		6
	3.00		11
	4.00		20
	5.00		214



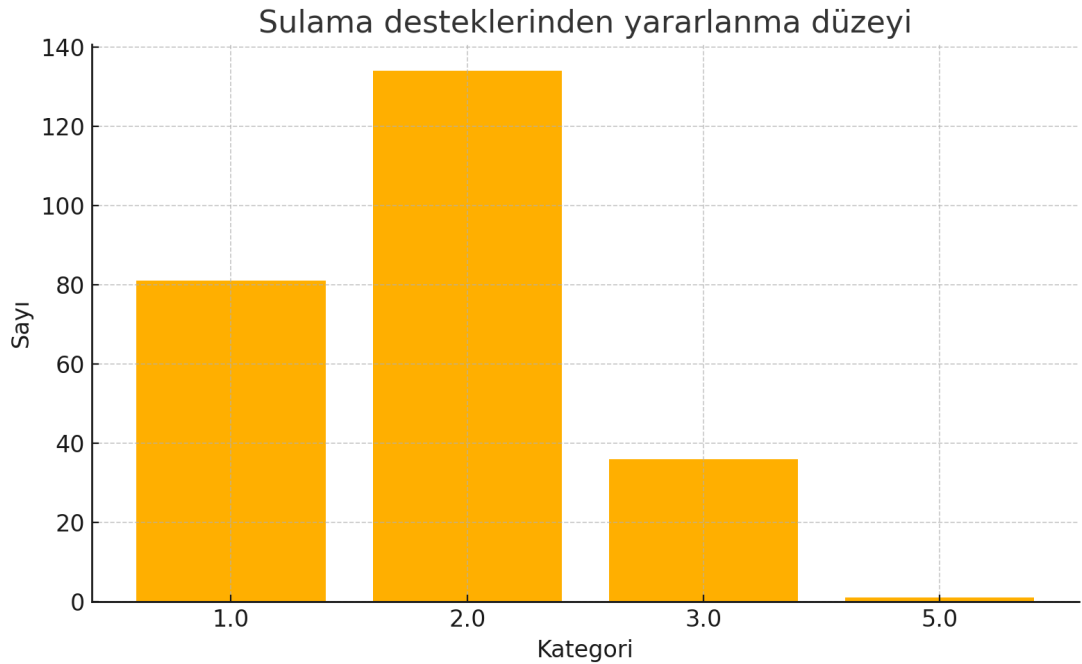
Şekil 4.6. Damla Sulama Alanı

Çizelge 4.12'de, bireylerin tarımsal sulama desteklerinden yararlanma düzeylerini göstermektedir. Desteklerden yararlanma düzeyleri 1'den 5'e kadar derecelendirilmiş ve her bir düzeydeki kişi sayısı belirtilmiştir. Verilere göre, en yüksek sayıda kişi, desteklerden yararlanma düzeyi 2.00 olan grupta bulunmaktadır ve bu grupta 134 kişi yer almaktadır. Bu, desteklerden orta seviyede faydalananların çoğunlukta olduğunu göstermektedir. Desteklerden daha düşük seviyede

yararlananlar ise 1.00 düzeyindedir ve bu grupta 81 kişi bulunmaktadır. Bu, tarımsal sulama desteklerinden düşük düzeyde yararlananların da önemli bir sayıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Daha yüksek yararlanma düzeyinde ise, 3.00 düzeyinde olan 36 kişi bulunmaktadır, bu da desteklerden nispeten daha fazla faydalanan bir grup olduğunu göstermektedir. Şekil 4.7'den de anlaşılacağı üzere en az sayıdaki grup ise 5.00 düzeyinde olanlardır ve yalnızca 1 kişi bu kategoride yer almaktadır, bu da desteklerden çok yüksek oranda yararlananların oldukça nadir olduğunu göstermektedir. Bu tablo, tarımsal sulama desteklerinden faydalanma düzeyinin genellikle düşük ve orta seviyelerde yoğunlaştığını, yüksek yararlanma düzeylerinin ise nadir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.12. Tarımsal Sulama Desteklerinden Yararlanma Düzeyi

			Katılımcı Sayısı
Tarımsal sulama desteklerinden yararlanma düzeyiniz nedir?	1.00		81
	2.00		134
	3.00		36
	5.00		1

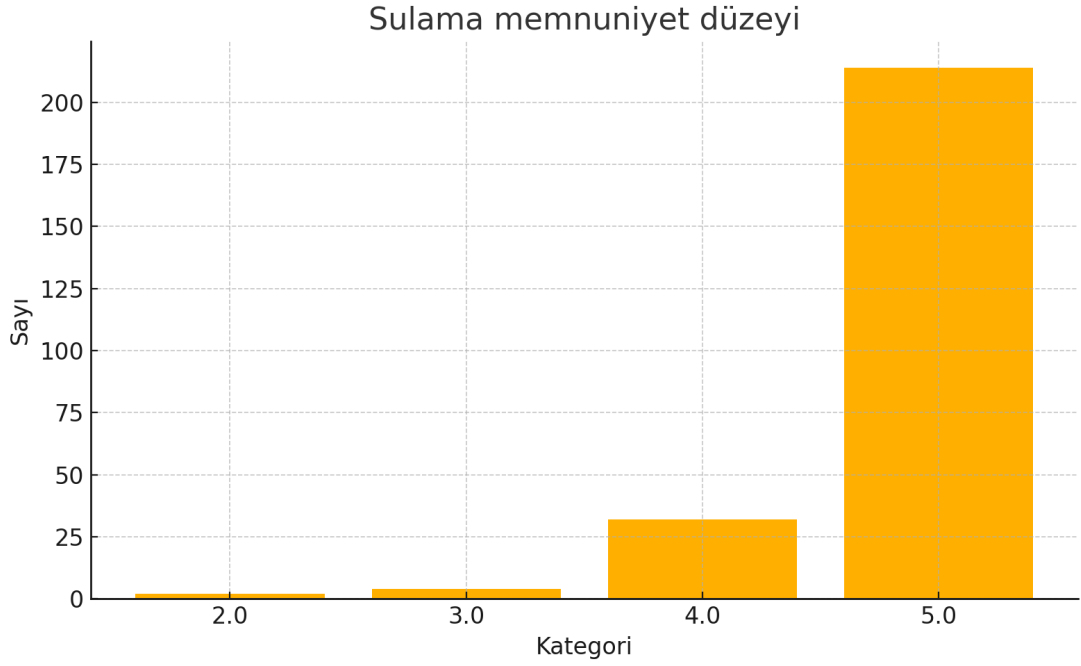


Şekil 4.7. Tarımsal Sulama Desteklerinden Yararlanma Düzeyi

Çizelge 4.13'te, bireylerin damla sulama veya akıllı sulama sistemlerinden memnuniyet düzeylerini göstermektedir. Memnuniyet düzeyleri 2 ile 5 arasında sınıflandırılmış ve her bir düzeydeki kişi sayısı belirtilmiştir. Verilere göre, en yüksek memnuniyet düzeyi olan 5.00 ile 214 kişi temsil edilmektedir. Bu, çoğunluğun damla veya akıllı sulama sistemlerinden oldukça memnun olduğunu ve bu sistemlerin büyük oranda kullanıcıların beklentilerini karşıladığını göstermektedir. Orta seviyede bir memnuniyet düzeyi olan 4.00 ise 32 kişi tarafından belirtilmiştir. Bu da yüksek memnuniyet düzeyinde yer almakla birlikte, kullanıcıların bir kısmının sistemden biraz daha fazla iyileştirme beklediğini göstermektedir. Daha düşük memnuniyet düzeyleri ise Şekil 4.8'den de anlaşılacağı gibi 3.00 ve 2.00 seviyelerinde gözlemlenmektedir. 3.00 düzeyinde memnuniyet bildiren 4 kişi, 2.00 düzeyinde memnuniyet bildiren ise 2 kişi bulunmaktadır. Bu, memnuniyetsizliğin oldukça nadir olduğunu ve çoğu kullanıcının sulama sistemlerinden genel olarak tatmin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu tablo, damla veya akıllı sulama sistemlerinin büyük bir çoğunluk tarafından memnuniyetle karşılandığını ve bu sistemlerin kullanıcı ihtiyaçlarını büyük ölçüde karşıladığını göstermektedir.

Çizelge 4.13. Damla Sulama/Akıllı Sulama Memnuniyet Düzeyi

			Katılımcı Sayısı
Damla sulama/ Akıllı sulama memnuniyet düzeyiniz nedir?	2.00		2
	3.00		4
	4.00		32
	5.00		214



Şekil 4.8. Damla Sulama/Akıllı Sulama Memnuniyet Düzeyi

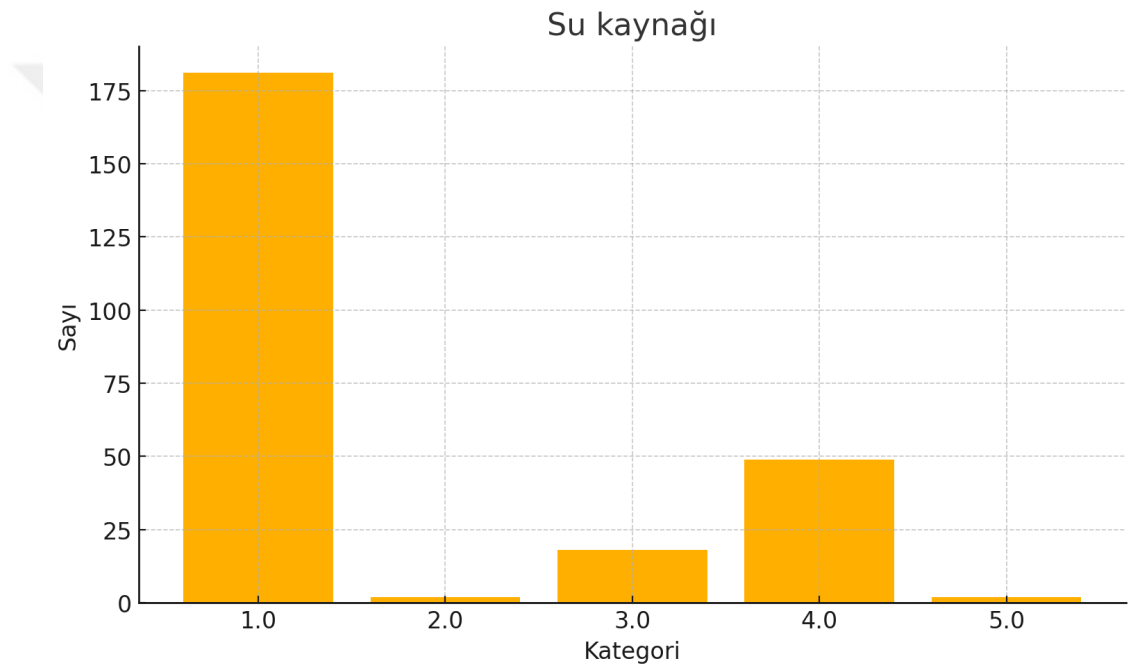
Çizelge 4.14'te, sulama sistemlerinde kullanılan su kaynaklarının dağılımını göstermektedir. Su kaynakları 1'den 5'e kadar sınıflandırılmış ve her bir kaynak türünü kullanan kişi sayısı belirtilmiştir. Verilere göre, en çok tercih edilen su kaynağı Şekil 4.9'daki grafikte görüldüğü gibi 1.00 kodlu kaynaktır ve bu kaynağı kullanan 181 kişi bulunmaktadır. Bu, sulama sistemlerinde en yaygın olarak bu kaynağın kullanıldığını göstermektedir.

Diğer bir popüler su kaynağı ise 4.00 koduyla belirtilmiş olup, bu kaynağı kullanan 49 kişi vardır. Bu, 4.00 su kaynağının da önemli ölçüde tercih edildiğini, ancak 1.00 kaynağı kadar yaygın olmadığını göstermektedir. Daha az tercih edilen su kaynakları ise 3.00, 2.00 ve 5.00 kodlarıyla belirtilmiştir. 3.00 kaynak türünü kullanan 18 kişi bulunurken, 2.00 ve 5.00 kaynaklarını kullanan yalnızca 2 kişi vardır. Bu da bu kaynak türlerinin nadir olarak kullanıldığını göstermektedir.

Genel olarak bu tablo, sulama sistemlerinde kullanılan su kaynaklarının büyük çoğunlukla 1.00 ve 4.00 kodlu kaynaklardan sağlandığını, diğer kaynak türlerinin ise oldukça az sayıda kişi tarafından tercih edildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.14. Sulama Sisteminde Kullanılan Su Kaynağı Analizi

		Katılımcı Sayısı
Sulama sisteminde kullanılan su kaynağınız nedir?	1.00	181
	2.00	2
	3.00	18
	4.00	49
	5.00	2

**Şekil 4.9.** Su Kaynağı

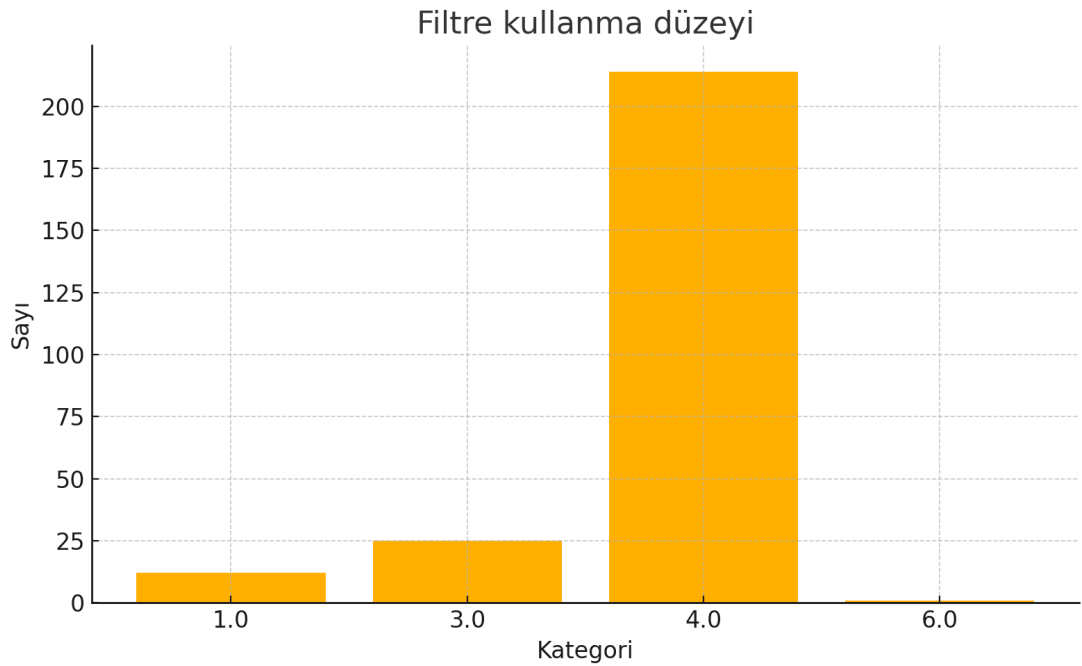
Çizelge 4.15'te, damla sulama veya akıllı sulama sistemlerinde filtre kullanma düzeylerinin dağılımını göstermektedir. Filtre kullanma düzeyleri 1'den 6'ya kadar sınıflandırılmıştır. Verilere göre, en çok filtre kullanma düzeyi 4.00 kodu ile belirtilmiş olup, bu sınıfta 214 kişi bulunmaktadır.

Bu, sulama sistemlerinde filtre kullanımının çoğunluk tarafından tercih edildiğini bize göstermektedir. Diğer filtre kullanım düzeylerini inceleyecek olur isek, orta seviye bir kullanım düzeyini oluşturan 25 kişi ise 3.00 kodlu tercihi belirtmiş olup, düşük bir seviyede kullanım düzeyini oluşturanlar ise 1.00 ve 6.00 kodlarıyla belirtilen sırasıyla 25 kişi ve 1 kişi bu şekilde bir tercih yapmış olmaktadır.

Genel olarak tablo, Şekil 4.10'daki grafikte görüldüğü gibi özellikle damla sulama sistemleri kullanımında filtre kullanma düzeyinin oldukça fazla olduğunu ve bu konuda çiftçilerin ciddi manada oldukça bilinçli olduğunu damla sulama sistemi kullanımında filtre kullanımını gerekli bulduklarını bize göstermektedir.

Çizelge 4.15. Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Filtre Kullanma Düzeyi Analizi

		Katılımcı Sayısı
Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminde filtre kullanma düzeyiniz nedir?	1.00	12
	3.00	25
	4.00	214
	6.00	1



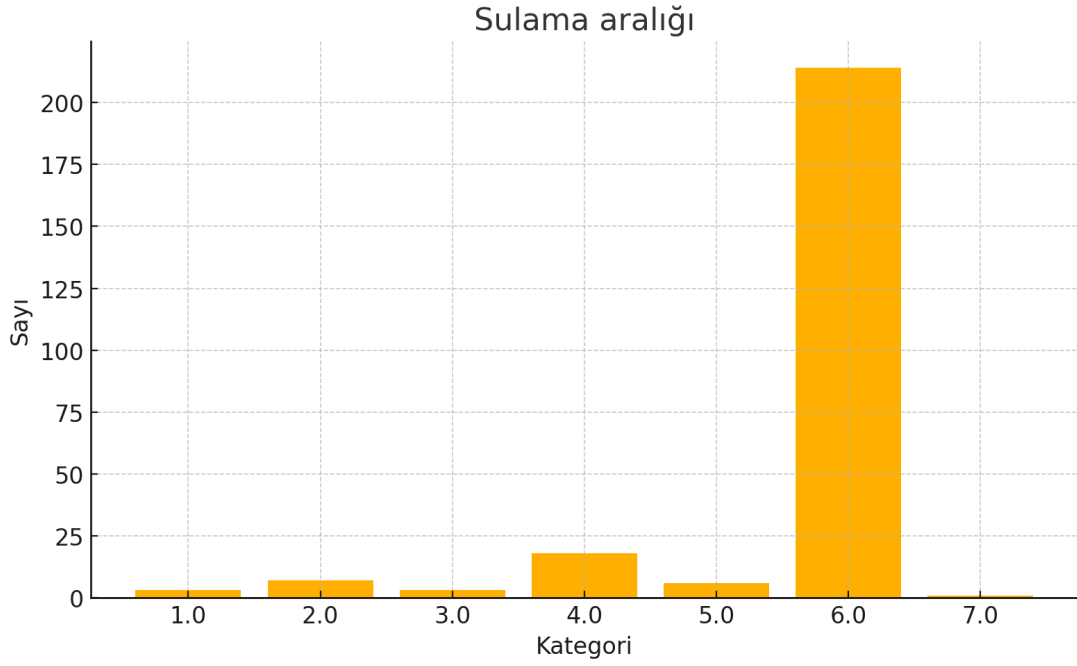
Şekil 4.10. Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Filtre Kullanma Düzeyi

Çizelge 4.16'da, damla sulama veya akıllı sulama sistemlerinde kullanılan sulama aralıklarının dağılımını göstermektedir. Sulama aralıkları 1'den 7'ye kadar sınıflandırılmış ve her bir aralığı tercih eden kişi sayısı verilmiştir. Verilere göre, en yaygın sulama aralığı 6.00 koduyla belirtilmiş olup, bu aralığı kullanan 214 kişi bulunmaktadır. Bu, çoğunluğun bu aralığı tercih ettiğini ve sulama sistemlerinde en

uygun aralık olarak 6.00'ın yaygın şekilde kullanıldığını göstermektedir. Diğer sulama aralıkları ise daha az tercih edilmiştir. Örneğin, 4.00 aralığını kullanan 18 kişi bulunmaktadır, bu da orta derecede tercih edilen bir sulama aralığını temsil eder. Daha az sayıda kullanılan sulama aralıkları ise 2.00 (7 kişi), 5.00 (6 kişi), 1.00 (3 kişi) ve 3.00 (3 kişi) kodlarıyla belirtilmiştir. Bu, bu sulama aralıklarının daha az yaygın olduğunu ve daha az kişi tarafından tercih edildiğini göstermektedir. En az kullanılan sulama aralığı ise 7.00 olup, yalnızca 1 kişi bu aralığı tercih etmiştir. Genel olarak tablo, Şekil 4.11'deki grafikte de görüldüğü gibi damla veya akıllı sulama sistemlerinde en çok tercih edilen sulama aralığının 6.00 olduğunu, diğer aralıkların ise oldukça az sayıda kullanıcı tarafından seçildiğini göstermektedir. Bu durum, sulama aralıkları arasında 6.00 aralığının daha verimli veya kullanıcılar tarafından daha uygun görüldüğünü düşündürmektedir.

Çizelge 4.16. Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Sulama Aralığı Analizi

		Katılımcı Sayısı
Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminde sulama aralığınız nedir?	1.00	3
	2.00	7
	3.00	3
	4.00	18
	5.00	6
	6.00	214
	7.00	1

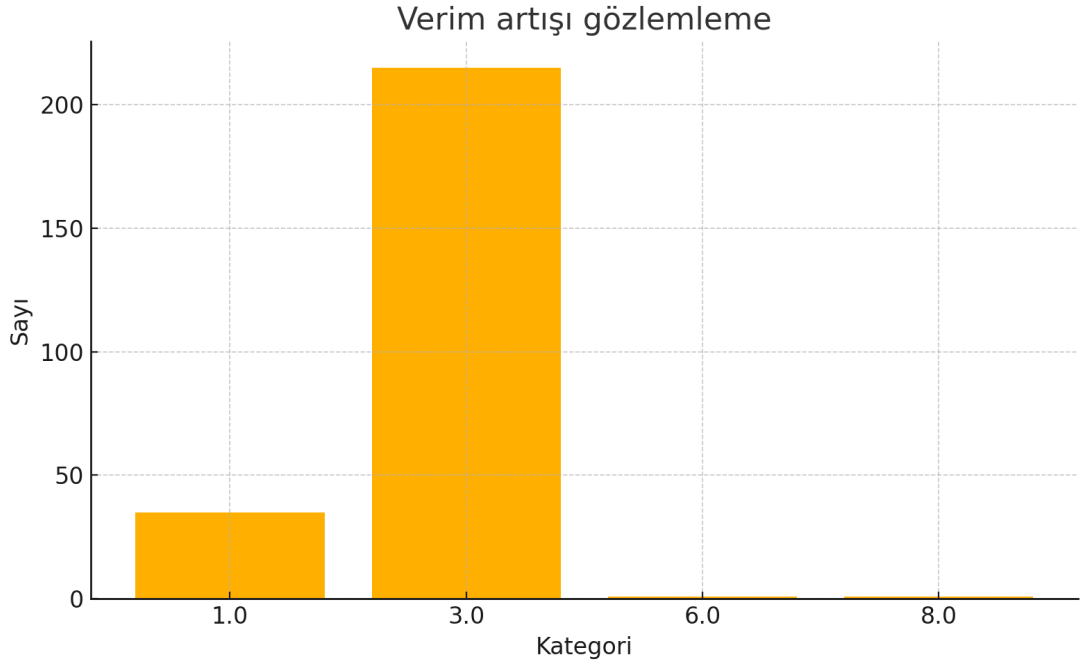


Şekil 4.11. Sulama Aralığı Analizi

Çizelge 4.17'de, damla sulama koşullarında katılımcıların verimde artış gözlemleyip gözlemediklerini bize göstermektedir. Katılımcıların çoğunluğunu oluşturan ve yüksek bir seviyede tercih edilmiş olan 3.00 kodunu 215 kişi tercih etmiştir. Orta seviyede bir tercih olan 1.00 kodunu ise 35 kişi tercih etmiş olup, düşük seviyede tercihlerde bulunan 6.00 ve 8.00 kodlu 1'er kişi bulunmaktadır. Genel olarak tablo, Şekil 4.12'deki grafikte görüldüğü üzere çoğunluğun damla sulama sistemleri kullanımında verimde artış gözlemediklerini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.17. Damla Sulama Koşullarında Verim Artışı Gözlemeleme Analizi

			Katılımcı Sayısı
Damla sulama koşullarında verim artışı gözlemediniz mi?	1.00		35
	3.00		215
	6.00		1
	8.00		1

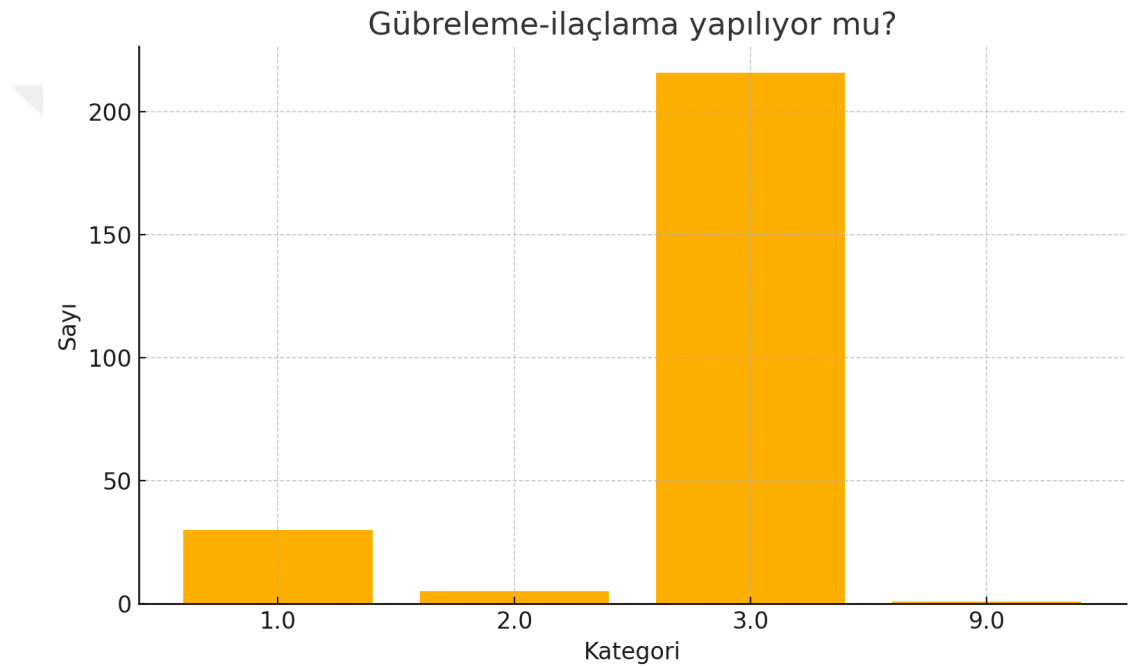


Şekil 4.12. Verim Artış Gözlemi

Çizelge 4.18'de, damla sulama veya akıllı sulama sistemlerinde gübreleme ve ilaçlama yapma durumunu göstermektedir. Gübreleme-ilaçlama yapma durumu 1, 2, 3 ve 9 olarak kodlanmış ve her bir seçeneği tercih eden kişi sayısı belirtilmiştir. Verilere göre, en yaygın uygulama seçeneği 3.00 olarak kodlanmış olup, 216 kişi bu seçeneği tercih etmektedir. Bu, damla sulama veya akıllı sulama sistemi kullanıcılarının büyük çoğunluğunun düzenli olarak gübreleme ve ilaçlama yaptığını göstermektedir. Daha az sayıda kişi ise 1.00 kodlu seçeneği tercih etmiş olup, bu grupta 30 kişi bulunmaktadır. Bu, bazı kullanıcıların gübreleme ve ilaçlama uygulamalarını daha sınırlı veya belirli aralıklarla yaptığını düşündürmektedir. Gübreleme ve ilaçlama yapmayan veya çok nadir uygulayan gruplar ise Şekil 4.13'teki grafikte 2.00 ve 9.00 kodlarıyla gösterilmiştir. 2.00 düzeyinde yalnızca 5 kişi, 9.00 düzeyinde ise yalnızca 1 kişi bulunmaktadır. Bu, gübreleme ve ilaçlama uygulamasını çok az sayıda kullanıcının tercih etmediğini veya nadiren yaptığını göstermektedir. Genel olarak tablo, damla sulama veya akıllı sulama sistemi kullanıcılarının çoğunlukla gübreleme ve ilaçlama uygulamalarını düzenli olarak tercih ettiğini ve bu uygulamaların sistemin yaygın bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.18. Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminde Gübre-İlaç Kullanımı Analizi

		Katılımcı Sayısı
Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminde gübreleme-ilaçlama yapıyor musunuz?	1.00	30
	2.00	5
	3.00	216
	9.00	1

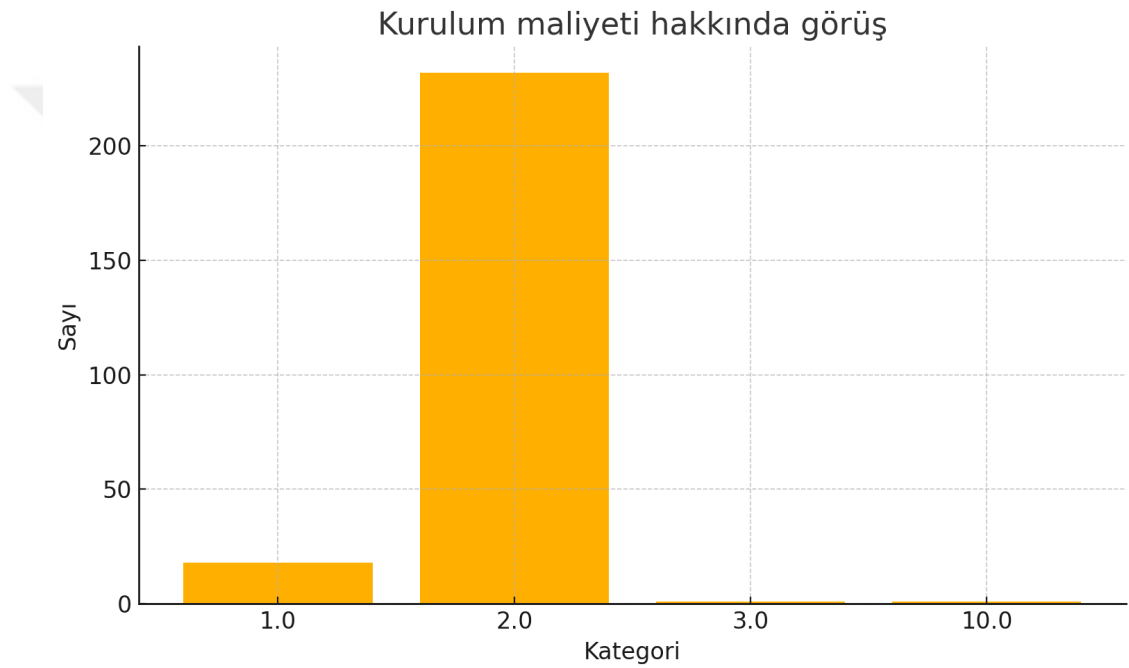


Şekil 4.13. Gübreleme ve İlaçlama Durumu

Çizelge 4.19'da katılımcılara damla sulama veya akıllı sulama sisteminin kurulum maliyeti hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Cevaplara göre, Şekil 4.14'teki grafikte de görüldüğü gibi çoğunluğu oluşturan 232 kişi belirli bir görüşü (2.00 kodlu) paylaşmaktadır ve bu, en yaygın yanıt olarak öne çıkmaktadır. 18 kişi farklı bir görüşü (1.00 kodlu) belirtmiştir. Ayrıca, 1'er kişi diğer seçenekleri işaretlemiştir. Bu sonuçlar, çoğunluğun kurulum maliyeti konusunda ortak bir düşünceye sahip olduğunu, ancak bazı katılımcıların farklı görüşlere sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.19. Damla Sulama/Akıllı Sulama Sisteminin Kurulum Maliyeti Hakkındaki Düşünce Analizi

		Katılımcı Sayısı
Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminin kurulum maliyeti hakkında ne düşünüyorsunuz?	1.00	18
	2.00	232
	3.00	1
	10.00	1

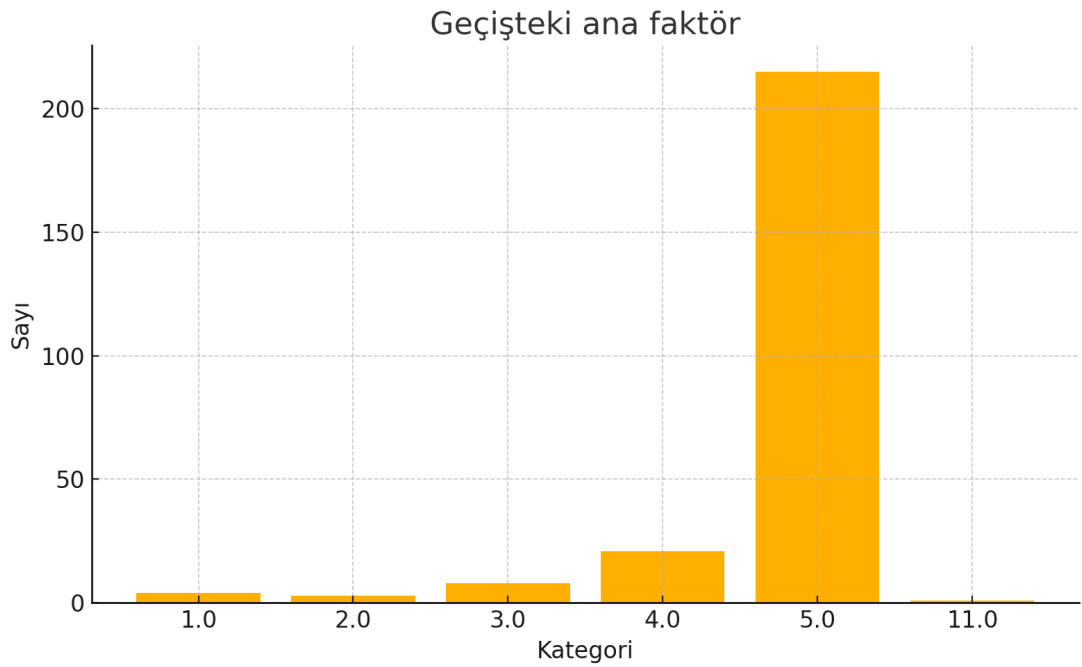


Şekil 4.14. Kurulum Maliyeti

Çizelge 4.20'de katılımcılara damla sulama sistemine geçişlerindeki ana faktör sorulmuştur. Cevaplara göre, 215 kişi 5.00 kodlu faktörü ana neden olarak belirtmiştir, bu da en yaygın geçiş sebebi olarak öne çıkmaktadır. Diğer yandan, 21 kişi 4.00 kodlu, 8 kişi 3.00 kodlu, 4 kişi 1.00 kodlu ve 3 kişi 2.00 kodlu faktörleri tercih etmiştir. Ayrıca, 1 kişi 11.00 kodlu özel bir durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.15'te de görüldüğü gibi çoğunluğun (5.00 kodlu) belirli bir ana faktör nedeniyle damla sulama sistemine geçtiğini, ancak diğer bazı faktörlerin de etkili olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.20. Damla Sulama Sistemine Geçmekteki Ana Faktör Analizi

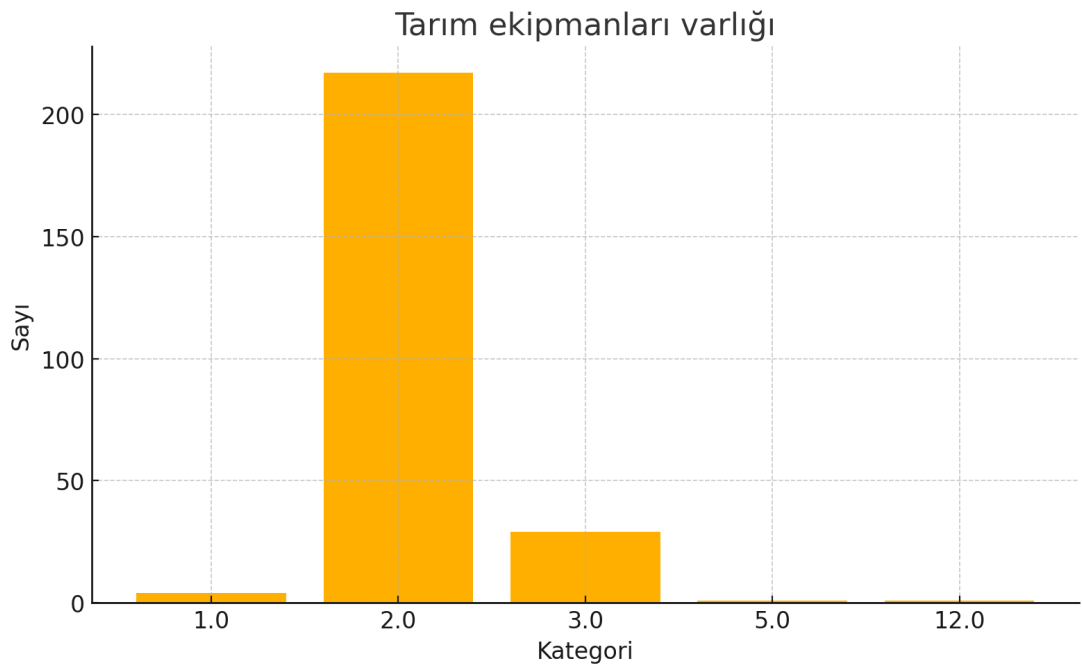
		Katılımcı Sayısı
Damla sulama sistemine geçmenizdeki ana faktör nedir?	1.00	4
	2.00	3
	3.00	8
	4.00	21
	5.00	215
	11.00	1

**Şekil 4.15.** Damla Sulama Sistemine Geçmekteki Ana Faktör

Çizelge 4.21'de katılımcılara işletmelerine ait tarım makineleri ve ekipmanlarının varlığı sorulmuştur. Cevaplara göre, 217 kişi belirli bir varlık durumunu (2.00 kodlu) işaretlemiş, bu da en yaygın yanıt olarak öne çıkmaktadır. 29 kişi farklı bir varlık durumunu (3.00 kodlu) belirtmiştir. Ayrıca, 4 kişi 1.00, 1'er kişi de 5.00 ve 12.00 kodlu seçenekleri işaretlemiştir. Bu sonuçlar, Şekil 4.16'daki grafikten de anlaşılacağı gibi katılımcıların çoğunluğunun belirli bir düzeyde (2.00 kodlu) ekipman varlığına sahip olduğunu, ancak sahiplik seviyesinde çeşitlilik bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.21. İşletmeye Ait Alet, Ekipman ve Makina Varlığı Analizi

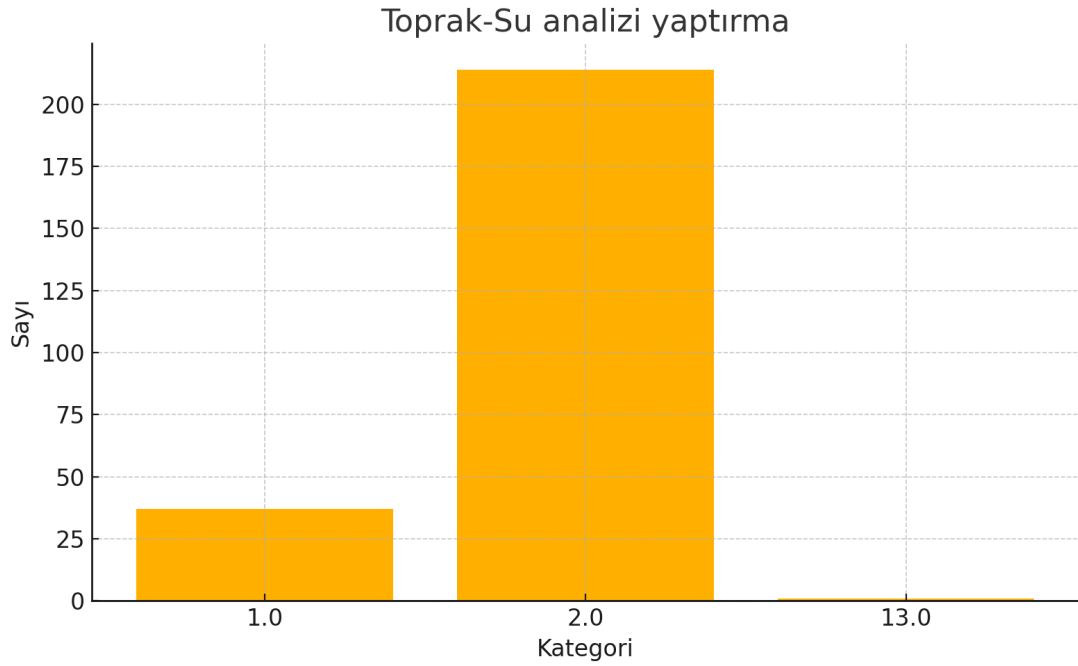
		Katılımcı Sayısı
İşletmenize ait Traktör, Orak makinesi, Balya makinesi, Biçerdöver, Çapa makinesi, Harman makinesi, Pulluk, Silaj makinesi, Toprak frezesi, Pülverizatör, Kültivatör, Mibzer varlığınız nedir?	1.00	4
	2.00	217
	3.00	29
	5.00	1
	12.00	1

**Şekil 4.16.** Tarım Ekipmanları Varlığı

Çizelge 4.22'de katılımcılara toprak ve su analizi yapıp yapmadıkları sorulmuştur. Çoğunluk, yani 214 kişi, analiz yaptırdığını belirtmiştir. Buna karşın, 37 kişi analiz yaptırmadığını ifade etmiştir. Sadece 1 kişi, farklı bir seçenek belirtmiştir. Bu sonuçlar, Şekil 4.17'de gösterildiği gibi katılımcıların büyük bir kısmının (2.00 Kodlu) tarımsal faaliyetlerinde toprak ve su analizine önem verdiğini göstermektedir.

Çizelge 4.22. Toprak-Su Analizi Yaptırma Analizi

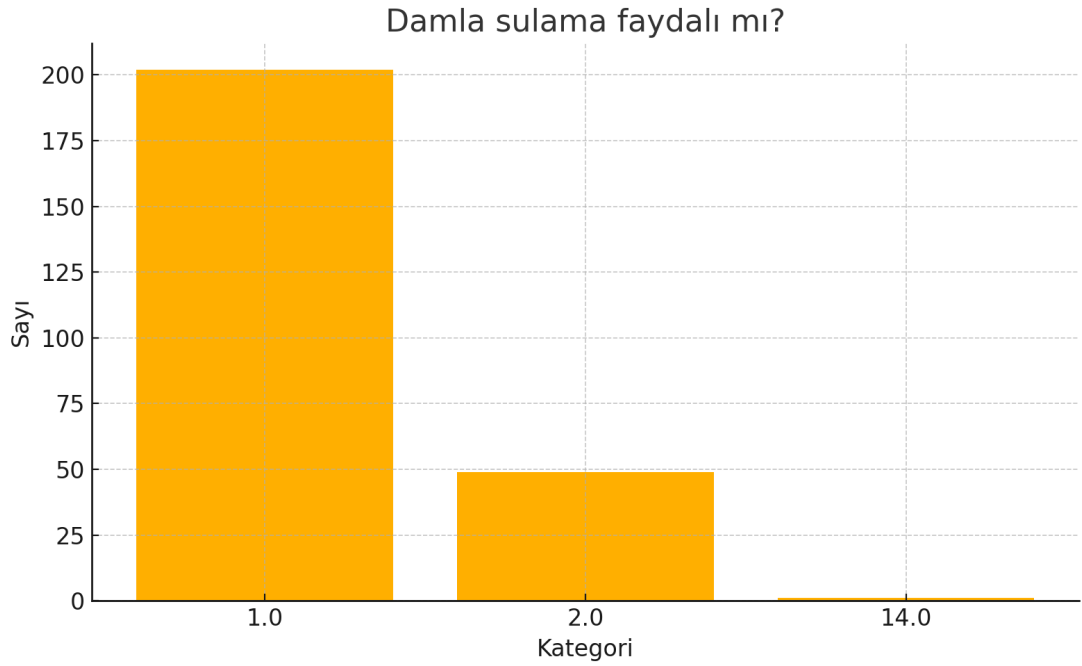
			Katılımcı Sayısı
Toprak-Su analizi yaptırıyor musunuz?	1.00		37
	2.00		214
	13.00		1

**Şekil 4.17.** Toprak-Su Analizi Yaptırma Düzeyi

Çizelge 4.23'te katılımcılara damla sulama ve akıllı sulama yöntemini faydalı bulup bulmadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 202 kişi bu yöntemi faydalı bulurken, 49 kişi faydalı bulmadığını belirtmiştir. Ayrıca, sadece 1 kişi farklı bir seçeneği işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.18'deki grafikte de belirtildiği gibi çoğunluğun (1.00 Kodlu) bu sulama yöntemini tarımsal verimlilik açısından yararlı gördüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.23. Damla Sulama/Akıllı Sulama Yöntemini Faydalı Bulma Analizi

		Katılımcı Sayısı
Damla sulama/ Akıllı sulama yöntemini faydalı buluyor musunuz?	1.00	202
	2.00	49
	14.00	1

**Şekil 4.18.** Damla Sulama/Akıllı Sulama Yöntemini Faydalı Bulma Düzeyi

Çizelge 4.24'te, katılımcılara damla sulama sistemi hakkında eğitim alıp almadıkları sorulmuştur. Cevaplar incelendiğinde, 247 kişi eğitim almadığını belirtirken, sadece 2 kişi eğitim alğını ifade etmiştir. Ayrıca, 2 kişi farklı bir seçenek belirtmiş ve 1 kişi de başka bir özel durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.19'daki grafikte gösterildiği gibi büyük çoğunluğun (2.00 Kodlu) damla sulama sistemi konusunda eğitim almadığını göstermektedir.

Çizelge 4.24. Damla Sulama Sistemi Hakkındaki Eğitim Sorgulama Analizi

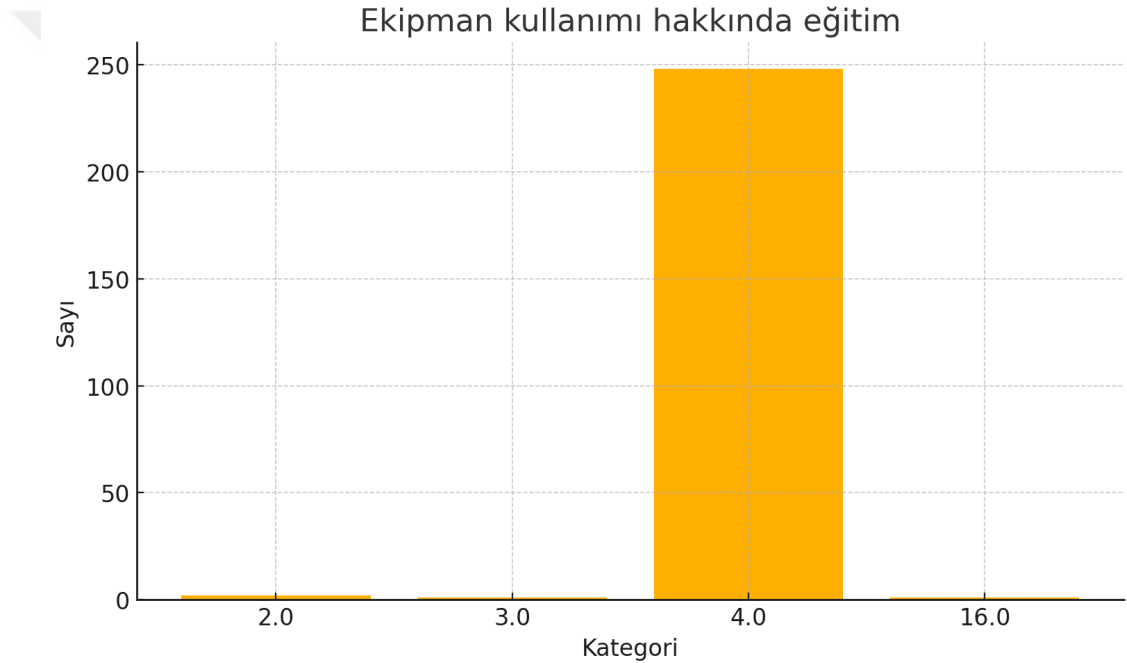
		Katılımcı Sayısı
Damla sulama sistemi hakkında eğitim aldınız mı?	1.00	2
	2.00	247
	4.00	2
	15.00	1

**Şekil 4.19.** Damla Sulama Sistemi Hakkında Eğitim Alma Düzeyi

Çizelge 4.25'te, katılımcılara damla sulama sisteminde kullanılan makina, alet ve ekipmanların kullanımı hakkında eğitim alıp almadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 248 kişi bu ekipmanların kullanımı hakkında eğitim almadıklarını 4.00 kodlu seçenekle belirtirken, 2.00(2 kişi), 3.00(1 kişi) ve 16.00(1 kişi) kodlu seçeneklerini işaretleyerek farklı seçenekler belirtmişlerdir. Bu dağılım, Şekil 4.20'deki grafikten de anlaşılacağı gibi katılımcıların %98'inin (4.00 Kodlu) damla sulama sistemlerinde kullanılan makine,alet ve ekipmanların kullanımı ile ilgili herhangi bir eğitim almadıklarını göstermektedir.

Çizelge 4.25. Damla Sulama Sisteminde Kullanılan Makine, Alet ve Ekipmanların Kullanımı Hakkında Eğitim Bilgisi Analizi

		Katılımcı Sayısı
Damla sulama sisteminde kullanılan makine, alet ve ekipmanların kullanımı hakkında eğitim aldınız mı?	2.00	2
	3.00	1
	4.00	248
	16.00	1

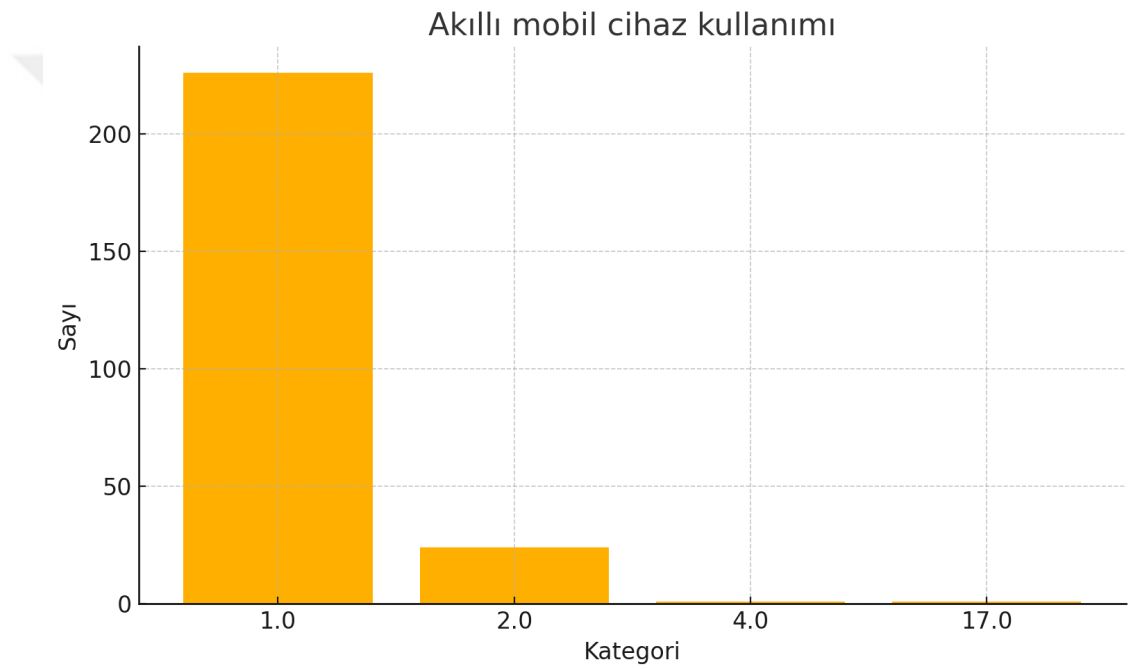


Şekil 4.20. Ekipman Kullanımı Hakkındaki Eğitim Düzeyi

Çizelge 4.26'da, katılımcılara akıllı mobil cihaz kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 226 kişi akıllı mobil cihaz kullandığını belirtirken, 24 kişi kullanmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, 1 kişi farklı bir seçenek belirtmiş ve 1 kişi de özel bir durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.21'de verilen grafikten de anlaşılacağı gibi katılımcıların %90'ının (1.00 Kodlu) akıllı mobil cihaz kullandığını göstermektedir.

Çizelge 4.26. Akıllı Mobil Cihaz Kullanım Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı mobil cihaz kullanıyor musunuz ?	1.00	226
	2.00	24
	4.00	1
	17.00	1

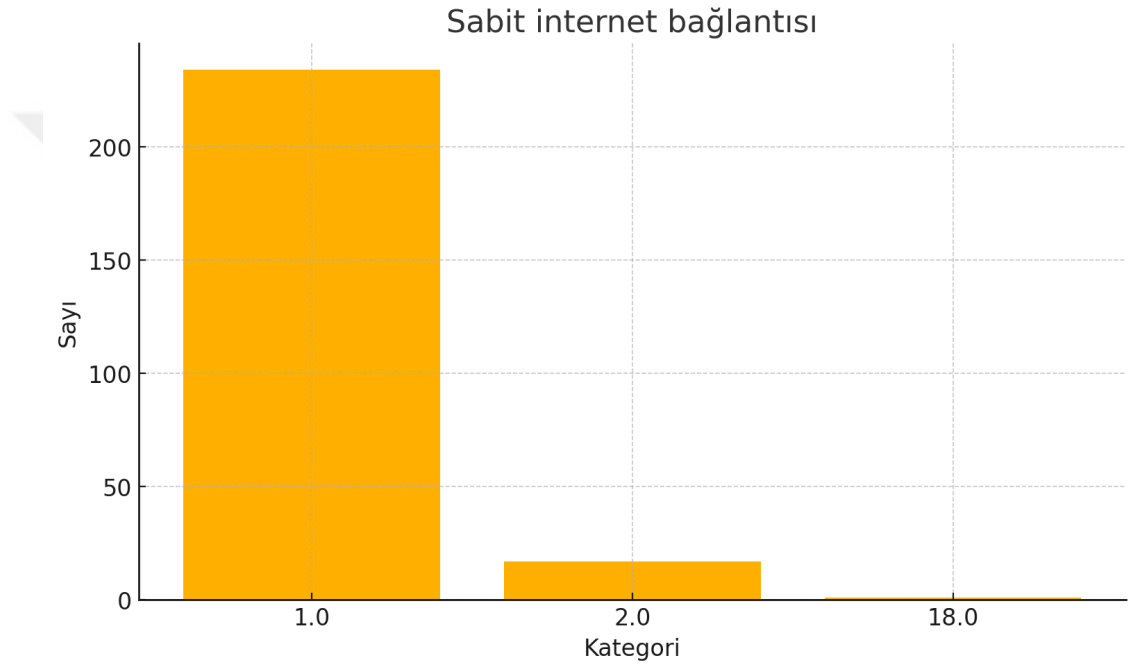


Şekil 4.21. Akıllı Mobil Cihaz Kullanım Düzeyi

Çizelge 4.27'de, katılımcılara sabit bir internet erişim bağlantılarının olup olmadığı sorulmuştur. Cevaplara göre, 234 kişi sabit internet bağlantısına sahip olduğunu belirtirken, 17 kişi sabit internet bağlantısı olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, 1 kişi özel bir durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.22'deki grafikte de katılımcıların %93'ünün sabit bir internet erişim bağlantısına sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.27. Sabit Bir İnternet Erişim Bağlantı Bilgisi Analizi

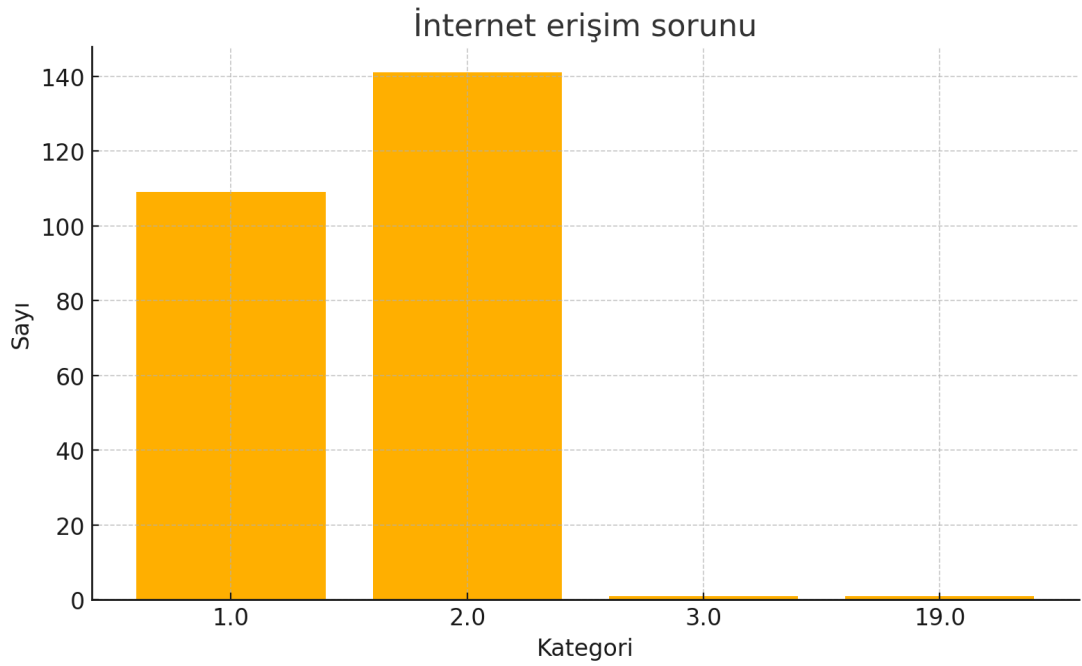
		Katılımcı Sayısı
Sabit bir internet erişim bağlantınız varmı?	1.00	234
	2.00	17
	18.00	1

**Şekil 4.22.** Sabit İnternet Varlığı

Çizelge 4.28'de, katılımcılara internet erişiminde sorun yaşayıp yaşamadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 141 kişi internet erişiminde sorun yaşamadığını belirtirken, 109 kişi sorun yaşadığını ifade etmiştir. Ayrıca, 1 kişi farklı bir seçenek belirtmiş ve 1 kişi de özel bir durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.23'te verilen grafikten de anlaşılacağı gibi katılımcıların yarısından fazlasının (2.00 Kodlu) internet erişiminde sorun yaşamadığını, ancak yaklaşık %43'lük kısmının (1.00 Kodlu) bu konuda sıkıntı yaşadığını göstermektedir.

Çizelge 4.28. İnternet Erişim Sorunları Analizi

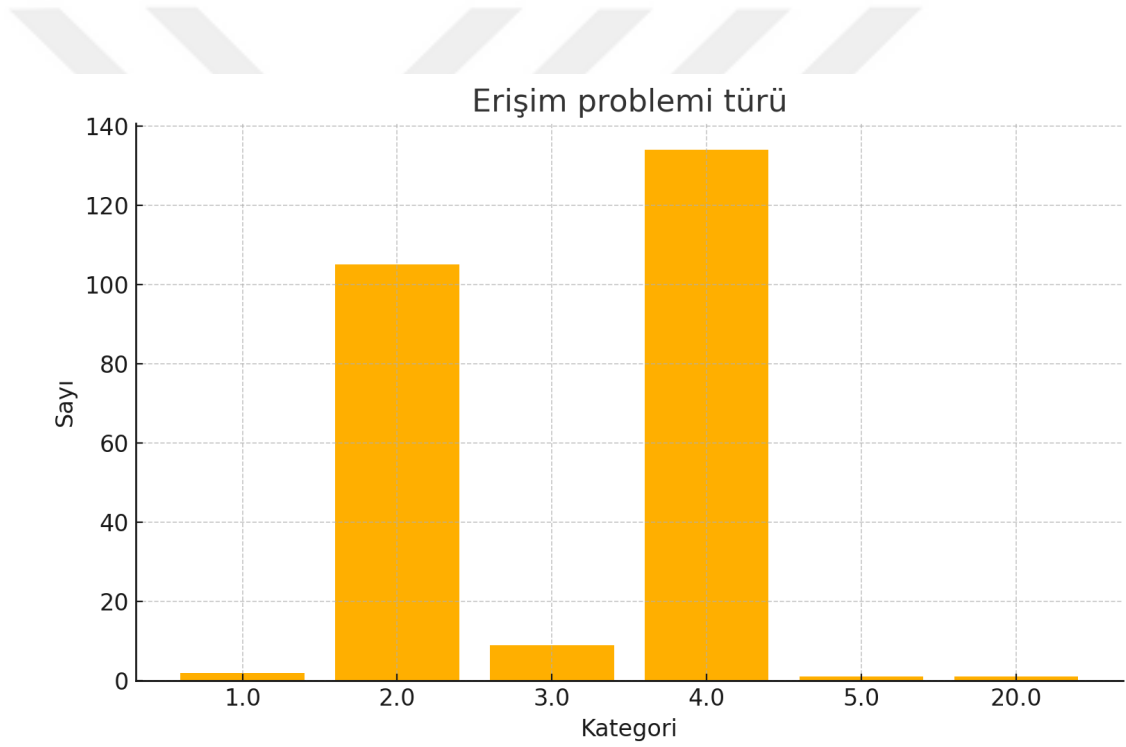
			Katılımcı Sayısı
İnternet sorunlar musunuz?	erişiminde yaşıyor	1.00	109
		2.00	141
		3.00	1
		19.00	1

**Şekil 4.23.** İnternet Erişim Sorunu

Çizelge 4.29'da, katılımcılara internet erişiminde yaşadıkları sorunlar sorulmuştur. Cevaplara göre, 134 kişi en yaygın sorun olarak belirtilen seçeneği işaretlemiştir. 105 kişi ikinci yaygın sorunu, 9 kişi üçüncü seçeneği ve 2 kişi de birinci seçeneği belirtmiştir. Ayrıca, 1'er kişi diğer iki özel durumu işaretlemiştir. Bu sonuçlar, Şekil 4.24'teki grafikte de verildiği gibi internet erişiminde belirli sorunların (4.00 Kodlu) katılımcılar arasında daha sık yaşandığını göstermektedir.

Çizelge 4.29. İnternet Erişiminde Yaşanan Problem Analizi

			Katılımcı Sayısı
İnternet erişiminde yaşadığımız problem nedir?	1.00		2
	2.00		105
	3.00		9
	4.00		134
	5.00		1
	20.00		1

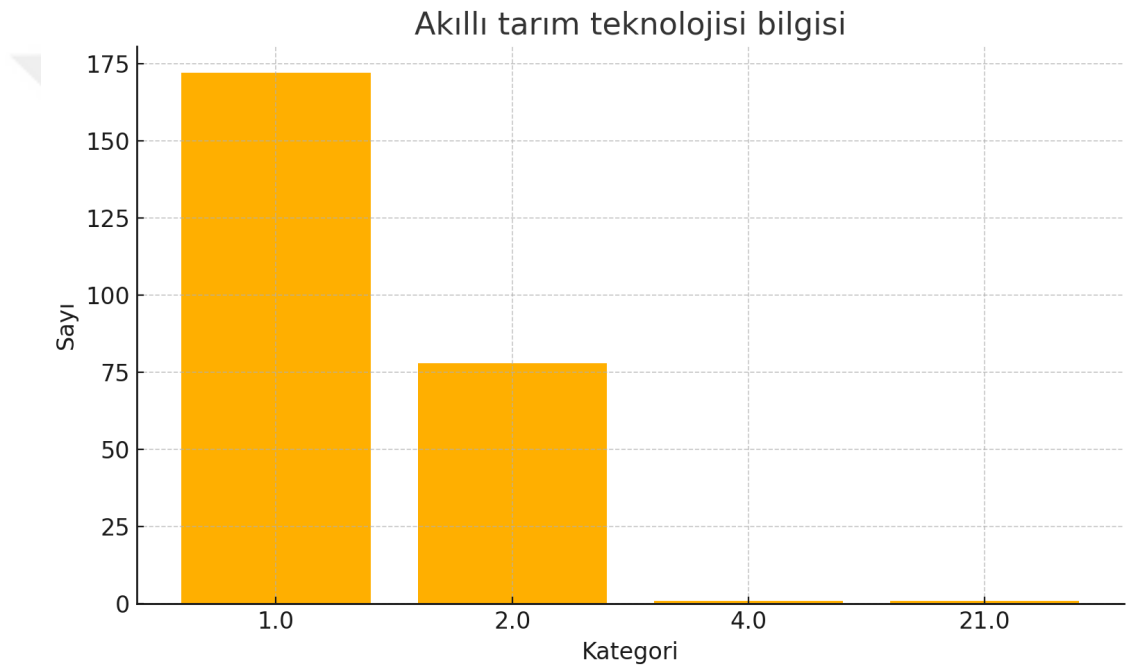


Şekil 4.24. İnternet Erişim Problemi

Çizelge 4.30'da, katılımcılara akıllı tarım teknolojileri hakkında bilgi sahibi olup olmadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 172 kişi bu konuda bilgi sahibi olduğunu belirtmiştir. 78 kişi ise bilgi sahibi olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, 1'er kişi farklı iki özel durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.25'teki grafikten de anlaşılacağı gibi katılımcıların %68'inin (1.00 Kodlu) akıllı tarım teknolojileri hakkında bilgi sahibi olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.30. Akıllı Tarım Teknolojileri Hakkındaki Bilgi Durumu Analizi

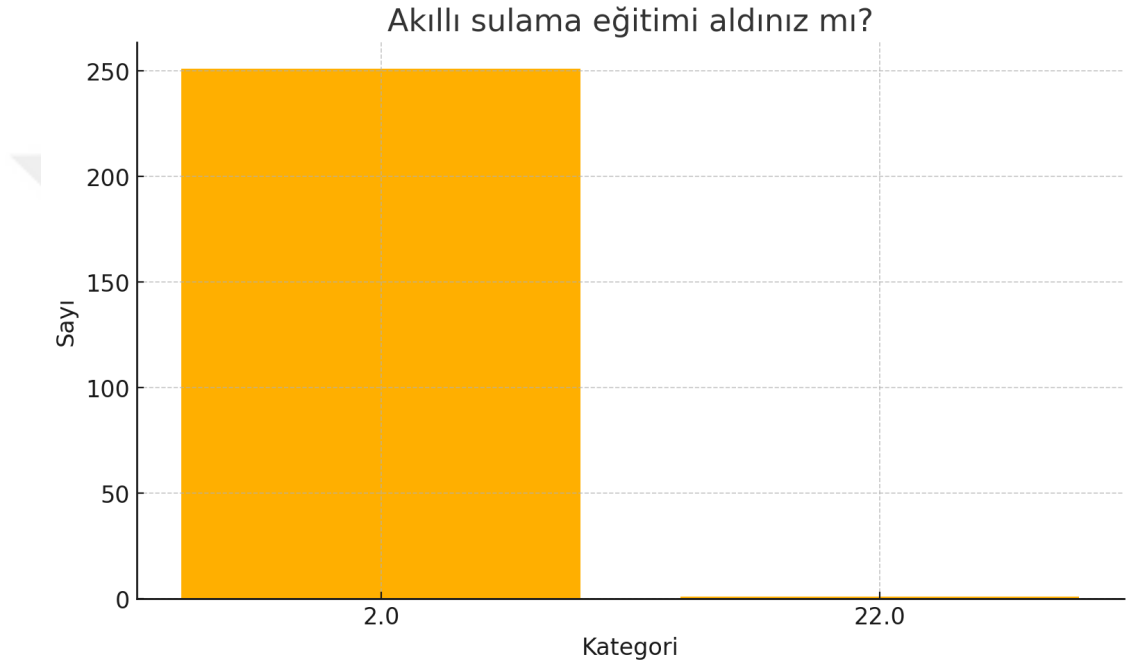
		Katılımcı Sayısı
Akıllı tarım teknolojileri hakkında bir bilginiz var mı?	1.00	172
	2.00	78
	4.00	1
	21.00	1

**Şekil 4.25.** Akıllı Tarım Teknolojisi Bilgi Düzeyi

Çizelge 4.31'de, katılımcılara akıllı sulama sistemi hakkında eğitim alıp almadıkları sorulmuştur. 251 kişi 2.00 kodlu seçeneği işaretlerken herhangi bir eğitim almadığını belirtirken 1 kişi de 22.00 kodlu seçeneği işaretleyerek farklı bir seçeneği işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.26'da verilen grafikte de katılımcıların %99'unun (2.00 Kodlu) akıllı sulama sistemleri ile ilgili herhangi bir eğitim almadığını göstermektedir.

Çizelge 4.31. Akıllı Sulama Sistemi Hakkındaki Eğitim Alma Durumu Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı sulama sistemi hakkında eğitim aldınız mı?	2.00	251
	22.00	1

**Şekil 4.26.** Akıllı Sulama Eğitim Düzeyi

Çizelge 4.32'de, katılımcılara akıllı sulama sisteminde kullanılan makine, alet ve ekipmanların kullanımı hakkında eğitim alıp almadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 248 kişi bu konuda eğitim almadığını belirtmiştir. 2 kişi eğitim aldığını ifade ederken, 1'er kişi de iki farklı özel durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.27'deki verilen grafikten de anlaşılacağı üzere katılımcıların %98'inin (4.00 Kodlu) akıllı sulama ekipmanları kullanımı konusunda eğitim almadığını göstermektedir.

Çizelge 4.32. Akıllı Sulama Sisteminde Kullanılan Makina, Alet ve Ekipmanların Kullanımı Hakkında Eğitim Düzeyi Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı sulama sisteminde kullanılan makina, alet ve ekipmanların kullanımı hakkında eğitim aldınız mı?	2.00	2
	3.00	1
	4.00	248
	23.00	1

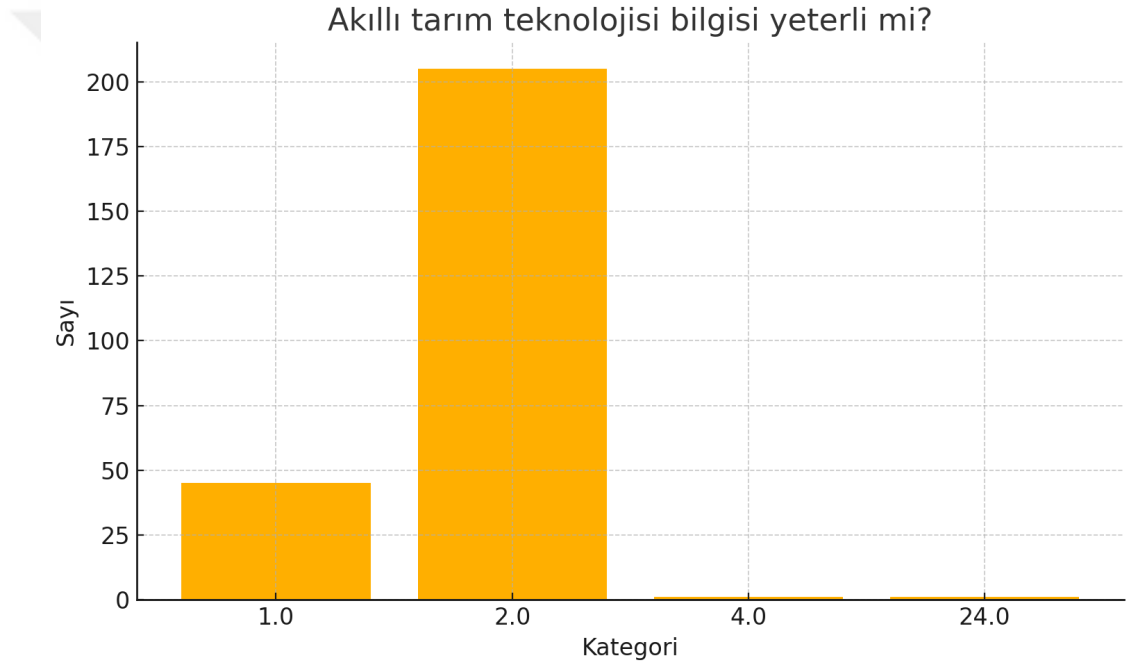


Şekil 4.27. Akıllı Sulama Ekipman Kullanım Düzeyi

Çizelge 4.33'de, katılımcılara akıllı tarım teknolojileri hakkında yeterli donanıma ve bilgiye sahip olup olmadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 205 kişi yeterli donanıma ve bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. 45 kişi ise kendini bu konuda yeterli bulduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, 1'er kişi farklı iki özel durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.28'de verilen grafikte de görüldüğü gibi katılımcıların %81'inin (2.00 Kodlu) akıllı tarım teknolojileri konusunda kendini yeterli görmediğini göstermektedir.

Çizelge 4.33. Akıllı Tarım Teknolojileri Hakkında Yeterli Donanım ve Bilgi Düzeyi Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı tarım teknolojileri hakkında yeterli donanıma ve bilgiye sahip olduğunuzu düşünüyor musunuz?	1.00	45
	2.00	205
	4.00	1
	24.00	1



Şekil 4.28. Akıllı Tarım Teknolojisi Bilgisi

Çizelge 4.34'te, katılımcılara, akıllı tarım teknolojileri hakkında kurum veya kuruluşlardan bilgilendirme amaçlı toplantı, seminer, kurs gibi duyurular alıp almadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 247 kişi bu tür duyurular almadığını belirtmiştir. Sadece 3 kişi duyuru aldığını ifade ederken, 1'er kişi iki farklı özel durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.29'da verilmiş olan grafikten de anlaşılacağı üzere katılımcıların %98'inin (2.00 Kodlu) akıllı tarım teknolojileri hakkında bilgilendirme duyurularına erişim sağlayamadığını göstermektedir.

Çizelge 4.34. Akıllı Tarım Teknolojilerine Dair Kurum veya Kuruluşlardan Bilgilendirme Duyuru Alma Durumu Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı tarım teknolojilerine dair kurum veya kuruluşlardan bilgilendirme amaçlı toplantı, seminer, kurs vb. dair herhangi bir duyuru aldınız mı?	1.00	3
	2.00	247
	4.00	1
	25.00	1

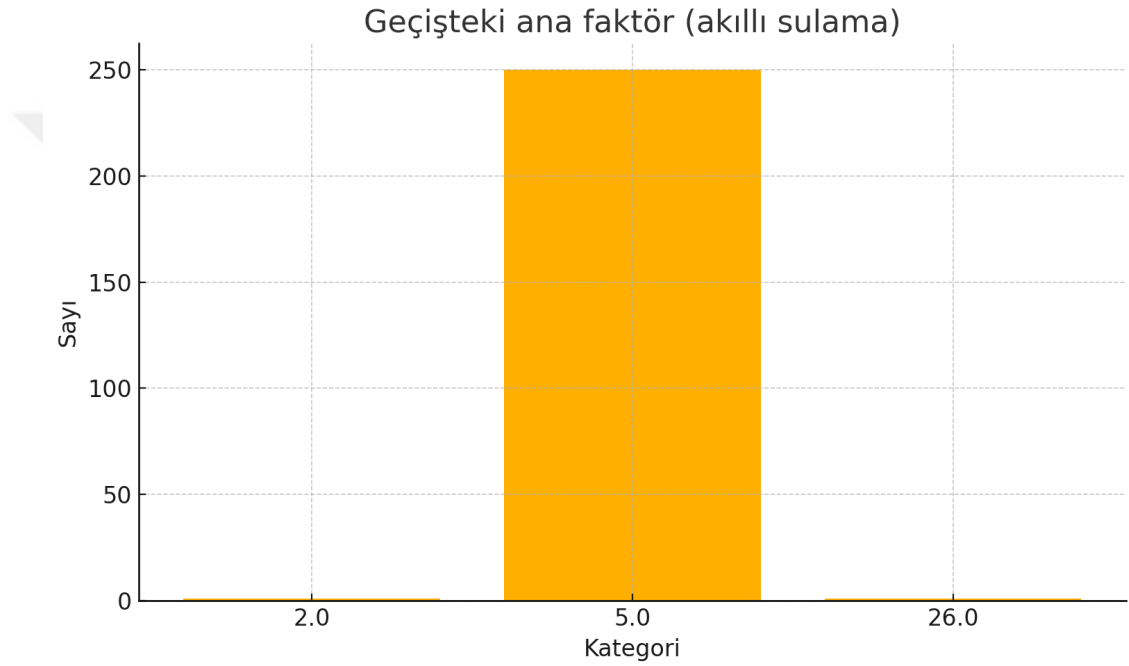


Şekil 4.29. Bilgilendirme Duyurusu

Çizelge 4.35'te, katılımcılara akıllı sulama sistemine geçişteki ana faktör sorulmuştur. Cevaplara göre, 250 kişi 5.00 koduyla belirtilen "Akıllı Sulama Sistemi Kullanmıyorum" seçeneğini işaretlemiştir. Ayrıca, 1'er kişi 2.00 ve 26.00 kodlu seçenekleri işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.30'daki grafikte de katılımcıların yaklaşık %99'unun (muhtemelen 5.00 kodlu) akıllı sulama sistemi kullanmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.35. Akıllı Sulama Sistemine Geçmedeki Ana Faktör Analizi

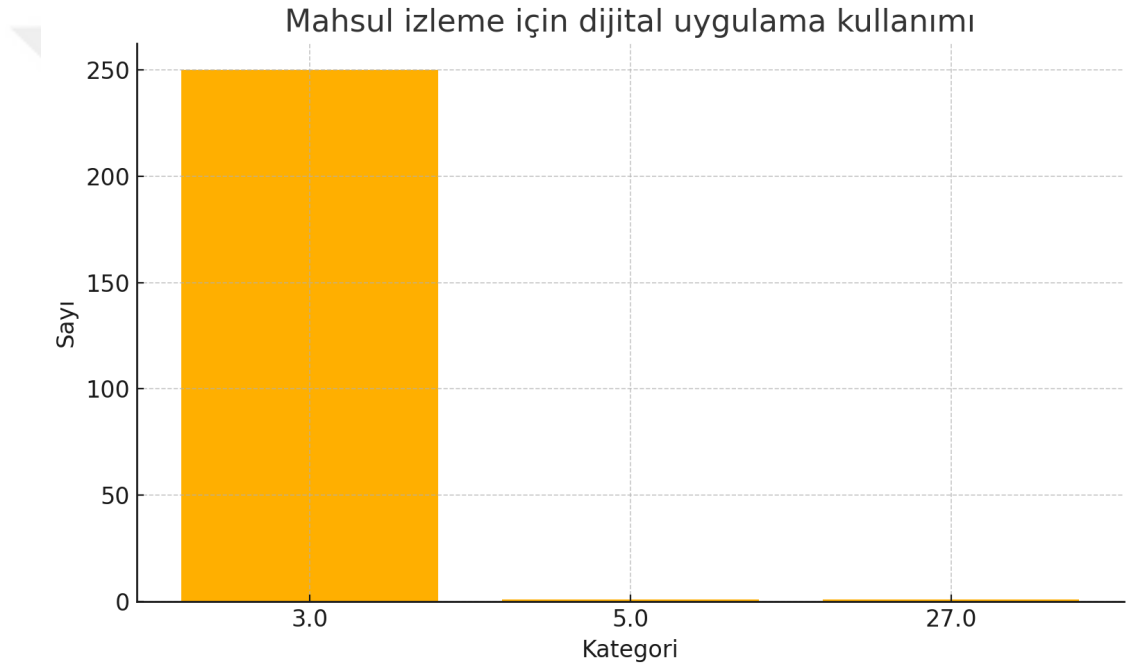
		Katılımcı Sayısı
Akıllı sulama sistemine geçmenizdeki ana faktör nedir?	2.00	1
	5.00	250
	26.00	1

**Şekil 4.30.** Akıllı sulama sistemine geçişteki ana faktör

Çizelge 4.36'da, katılımcılara mahsul izleme amacıyla uydu verileri veya dronlar aracılığıyla gelişmiş dijital tabanlı bir uygulama kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 250 kişi 3.00 koduyla belirtilen bu tür bir uygulamayı kullanmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, 1'er kişi 5.00 ve 27.00 kodlu özel seçenekleri işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.31'de verilen grafikten de anlaşılacağı üzere katılımcıların %99'unun (3.00 Kodlu) mahsul izleme için dijital tabanlı uygulamaları etkin bir şekilde kullanmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.36. Mahsul İzleme Amaçlı Diital Tabanlı Uygulama Kullanma Durumu Analizi

		Katılımcı Sayısı
Mahsul izleme amaçlı farklı uydu veya dronlar aracılığıyla uydu verileri kullanılarak gelişmiş dijital tabanlı bir uygulama kullanıyor musunuz?	3.00	250
	5.00	1
	27.00	1

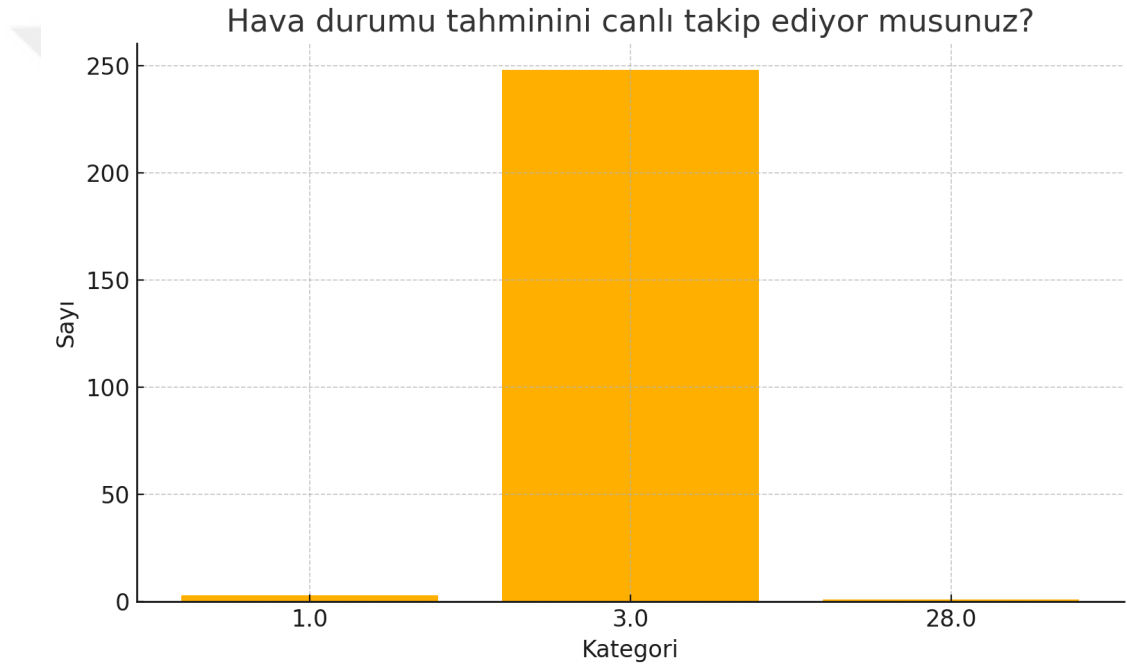


Şekil 4.31. Dijital Tabanlı Mahsul İzleme

Çizelge 4.37'de, katılımcılara, internet erişimli akıllı mobil cihazları ve diğer akıllı tarım teknolojileri aracılığıyla canlı hava durumu tahminlerini takip edip etmedikleri sorulmuştur. Cevaplara göre, 248 kişi bu tahminleri takip ettiğini belirtmiştir. Sadece 3 kişi hava durumu tahminlerini takip etmediğini ifade ederken, 1 kişi özel bir durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.32'deki grafikte de görüldüğü gibi katılımcıların %98'inin hava durumu tahminlerini canlı olarak takip ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.37. İnternet Erişimli Canlı Olarak Hava Durumu Tahminlerini Takip Etme Durumu Analizi

		Katılımcı Sayısı
İnternet erişimli akıllı mobil cihazınız başta olmak üzere kullandığınız akıllı tarım teknolojileri aracılığıyla canlı olarak hava durumu tahminlerini takip ediyor musunuz?	1.00	3
	3.00	248
	28.00	1



Şekil 4.32. Canlı Hava Durumu Takibi

Çizelge 4.38'de, katılımcılara, akıllı tarım teknolojileri sayesinde başta hava durumu tahminleri olmak üzere aldığınız veri ve bildirimler yaşanabilecek herhangi bir olumsuz duruma karşı tedbir almalarına olanak sağlayıp sağlamadığı sorulmuştur. Katılımcıların büyük çoğunluğu akıllı sulama sistemi yada teknolojilerini kullanmadığını 3.00 kodlu seçeneği 249 kişi işaretleyerek belirtmişlerdir. 1.00 kodlu seçeneği 2 kişi ve 29.00 kodlu seçeneği 1 kişi işaretleyerek özel durumu işaretlemişlerdir. Genel olarak tablo, Şekil 4.33'te paylaşılan grafikten de anlaşılacağı üzere katılımcıların büyük bir çoğunluğunun (3.00 Kodlu) bu tür tahmin, veri ve bildirimleri akıllı tarım teknolojilerini kullanmadığından dolayı alamadıklarını ve herhangi bir olumsuz duruma karşı tedbir alamadıklarını göstermiştir.

Çizelge 4.38. Akıllı Tarım Teknolojileri Sayesinde Herhangi Bir Olumsuz Duruma Karşı Tedbir Alma Durumu Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı tarım teknolojileri sayesinde başta hava durumu tahminleri olmak üzere aldığınız veri ve bildirimler yaşanabilecek herhangi bir olumsuz duruma karşı tedbir almanızda olanak sağlıyor mu?	1.00	2
	3.00	249
	29.00	1



Şekil 4.33. Veri ve Bildirimlerle Tedbir Alma Düzeyi

Çizelge 4.39'da, katılımcılara, akıllı sulama sistemi hakkında eğitim alıp almadıkları sorulmuştur. Katılımcıların büyük çoğunluğu 2.00 kodlu seçeneği işaretlerken 1 kişi 22.00 kodlu seçeneği işaretleyerek özel bir durum belirtmiştir. Genel olarak tablo, Şekil 4.34'teki grafikten de anlaşılacağı gibi 251 kişiden oluşan büyük çoğunluğun (2.00Kodlu) akıllı sulama sistemleri hakkında eğitim almadığını göstermektedir.

Çizelge 4.39. Akıllı Sulama Sistemi Hakkında Eğitim Alma Durumu Analizi

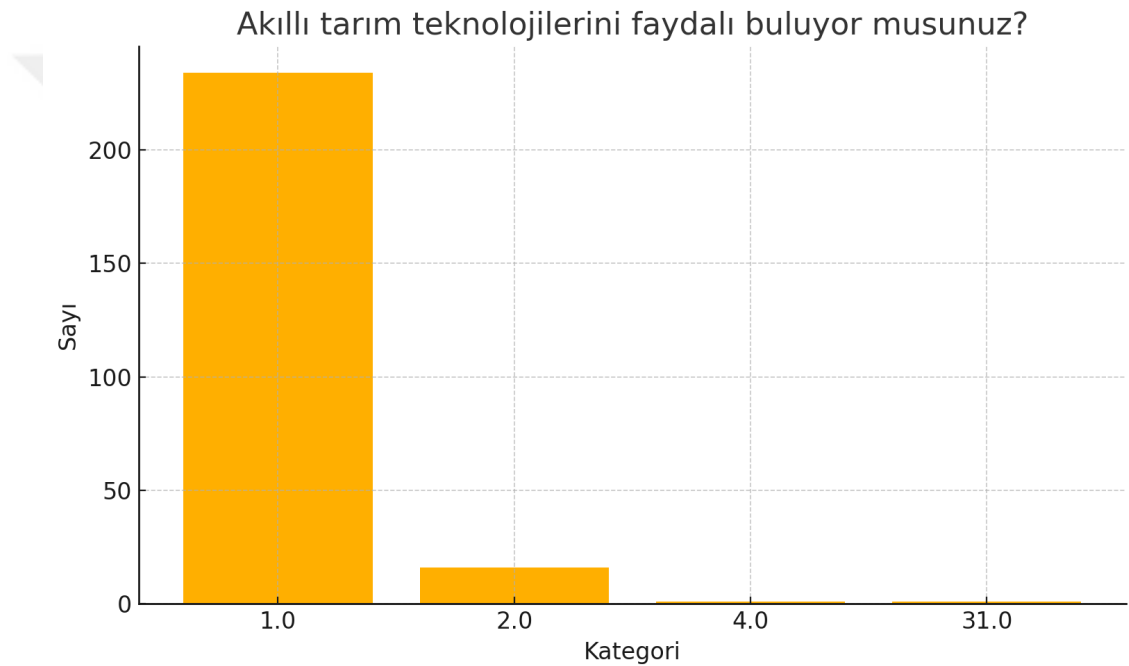
		Katılımcı Sayısı
Akıllı sulama sistemi hakkında eğitim aldınız mı?	2.00	251
	22.00	1

**Şekil 4.34.** Akıllı Sulama Sistemi Hakkında Eğitim Düzeyi

Çizelge 4.40'ta, katılımcılara akıllı tarım teknolojilerini faydalı bulup bulmadıkları sorulmuştur. Cevaplara göre, 234 kişi bu teknolojileri faydalı bulduğunu belirtmiştir. 16 kişi faydalı bulmadığını ifade ederken, 1'er kişi farklı iki özel durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.35'teki grafikte de görüldüğü üzere katılımcıların büyük çoğunluğunun (1.00 Kodlu) akıllı tarım teknolojilerini yararlı gördüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.40. Akıllı Tarım Teknolojilerini Faydalı Bulma Durumu Analizi

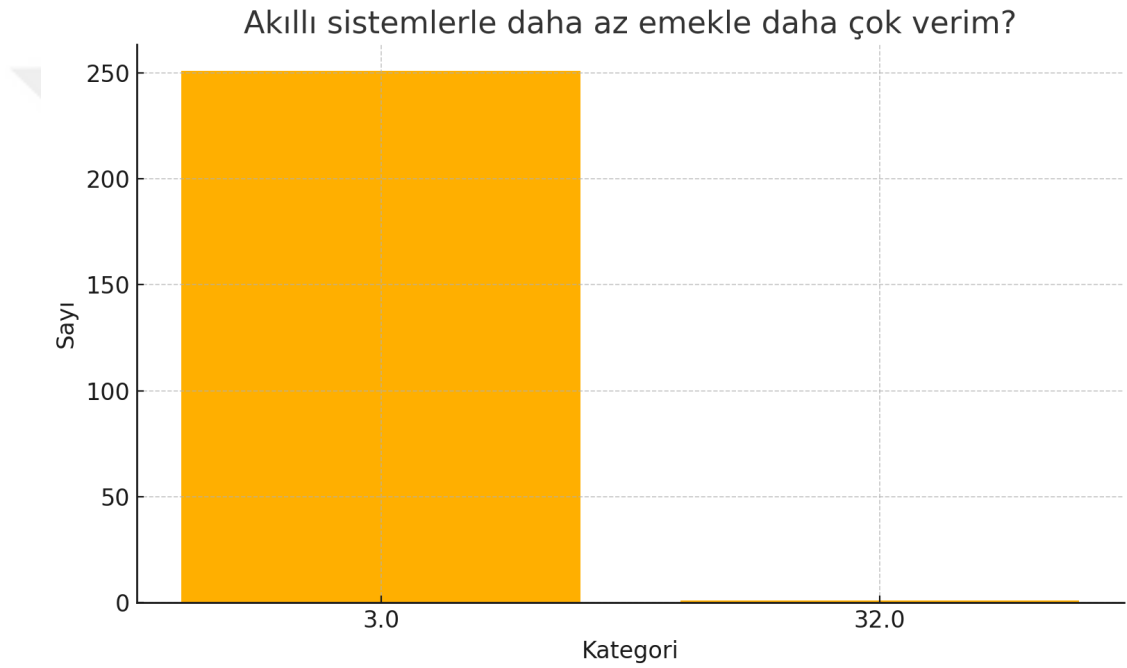
		Katılımcı Sayısı
Akıllı tarım teknolojilerini faydalı buluyor musunuz?	1.00	234
	2.00	16
	4.00	1
	31.00	1

**Şekil 4.35.** Akıllı Tarım Teknolojilerini Faydalı Bulma Durumu

Çizelge 4.41'de, katılımcılara, akıllı tarım teknolojileri ve akıllı sulama sistemi sayesinde daha az emek ve işçilikle daha yüksek verim elde etmedikleri sorulmuştur. Cevaplara göre, 251 kişi bu sistemlerin daha verimli çalışmaya katkı sağladığını düşünmektedir. Sadece 1 kişi farklı bir durumu işaretlemiştir. Bu dağılım, Şekil 4.36'daki grafikte anlaşılacağı gibi katılımcıların neredeyse tamamının (3.00 Kodlu) akıllı tarım ve sulama sistemlerinin verimliliği artırdığına inandığını göstermektedir.

Çizelge 4.41. Akıllı Tarım Teknolojileri İle Akıllı Sulama Sistemi Sayesinde Az Emek ve İşçilik İle Verim Artışı Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı tarım teknolojileri ile akıllı sulama sistemi sayesinde daha az emek ve işçilikle daha çok verim elde ettiğinizi düşünüyor musunuz?	3.00	251
	32.00	1



Şekil 4.36. Akıllı Sistemlerle Daha Az Emekle Daha Çok Verim Elde Etme Düzeyi

Çizelge 4.42'de katılımcılara, akıllı sulama sistemi ile akıllı tarım teknolojileri sayesinde maliyetlerde bir düşüş gözlemleyip gözlemedikleri sorulmuştur. Katılımcıların büyük çoğunluğu 3.00 kodlu seçeneği işaretlemiş olup, 1.00 ve 33.00 kodlu seçeneği 1'er kişi işaretleyerek özel bir durum belirtmişlerdir. Genel olarak tablo bize, Şekil 4.37'de yer alan grafikte de katılımcıların büyük bir çoğunluğunu oluşturan 250 kişinin akıllı sulama sistemi kullanmadığını göstererek maliyetlerdeki değişikliğide gözlemleyemeyeceklerini göstermektedir.

Çizelge 4.42. Maliyet Analizi

		Katılımcı Sayısı
Akıllı sulama sistemi ile akıllı tarım teknolojileri sayesinde maliyetlerde bir düşüş gözlemlediniz mi?	1.00	1
	3.00	250
	33.00	1

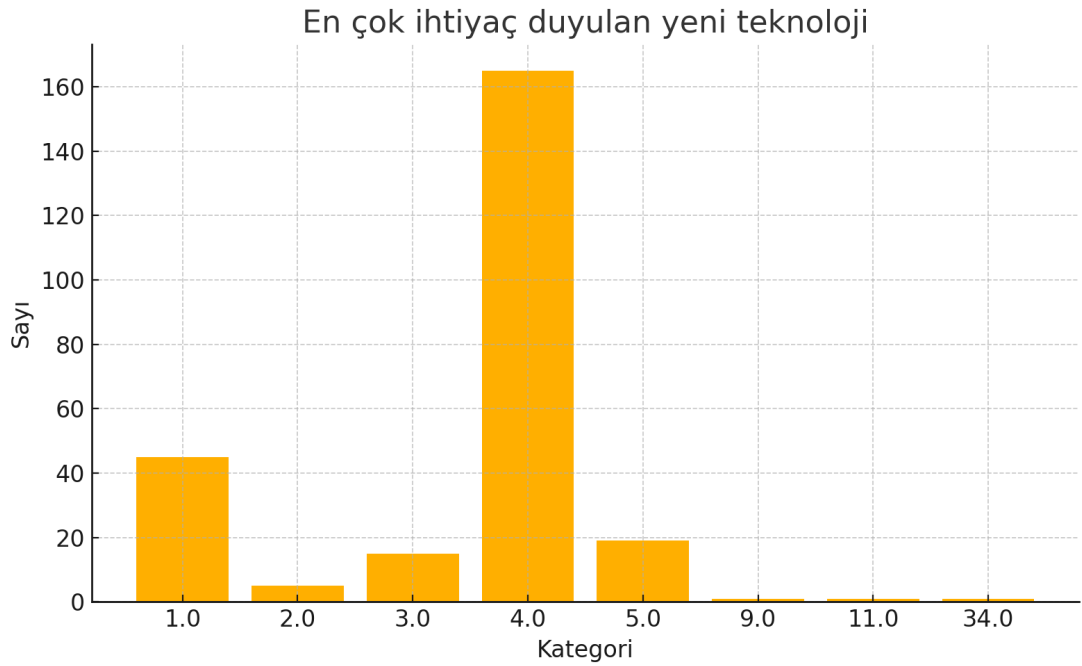


Şekil 4.37. Maliyet Düşüş Gözlemeleme Düzeyi

Çizelge 4.43'te, katılımcılara en çok ihtiyaç duydukları yeni tarım teknolojisi sorulmuştur. Yanıtlara göre, 165 kişi belirli bir teknolojiye (4.00 kodlu) ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir ve bu, en çok talep edilen teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Diğer yandan, 45 kişi başka bir teknolojiye (1.00 kodlu), 19 kişi ise farklı bir teknolojiye (5.00 kodlu) ihtiyaç duyduğunu ifade etmiştir. 15 kişi de başka bir teknolojiyi (3.00 kodlu) tercih etmiştir. Az sayıda katılımcı ise diğer bazı seçenekleri işaretlemiştir. Bu sonuçlar, Şekil 4.38'de paylaşılmış olan grafikte de görüldüğü gibi katılımcıların çoğunluğunun (4.00 Kodlu) belirli bir teknolojiye yoğun bir ihtiyaç duyduğunu, ancak farklı teknoloji ihtiyaçlarının da bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.43. İhtiyaç Duyulan Tarım Teknolojisi Analizi

			Katılımcı Sayısı
Yeni tarım teknolojilerinden hangisine şuanda en çok ihtiyaç duyuyorsunuz?	1.00		45
	2.00		5
	3.00		15
	4.00		165
	5.00		19
	9.00		1
	11.00		1
	34.00		1



Şekil 4.38. En Çok İhtiyaç Duyulan Yeni Teknoloji

Bu araştırmanın bulguları, akıllı sulama ve akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal faaliyetlerde benimsenme düzeyi, kullanıcı deneyimi ve sağladığı faydalar hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

4.1. Demografik dağılım

Katılımcıların büyük çoğunluğunun belirli bir yaş grubunda ve cinsiyet grubunda toplandığı gözlemlenmiştir. Özellikle 4.00 kodlu yaş grubunda yoğun bir katılım olması, araştırmada bu yaş grubundaki bireylerin akıllı tarım teknolojilerine daha fazla ilgi gösterdiğini düşündürmektedir.

4.2. Eğitim durumu ve tarım Tipi

Katılımcıların eğitim düzeyleri geniş bir yelpazede dağılmıştır; en yüksek katılım 3.00 kodu ile işaretlenmiş olan "ilkokul" eğitim seviyesindedir. Bu dağılım, farklı eğitim seviyelerinden bireylerin akıllı tarım teknolojilerine ilgi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, 2.00 kodlu "sulu tarım" tipini tercih eden katılımcıların sayısının yüksek olması, bu tarım türünün çalışmadaki diğer tarım türlerine kıyasla daha yaygın olduğunu göstermektedir.

4.3. Akıllı Tarım Teknolojilerinin Faydaları

Çoğu katılımcı, akıllı sulama ve tarım teknolojilerinin maliyet düşüşü sağladığını ve verimliliği artırdığını belirtmiştir. Katılımcıların büyük bir kısmı, bu teknolojilerden memnun olduğunu ifade etmiş ve bu teknolojilerin maliyet tasarrufu, işçilikten tasarruf ve üretkenlik artışı gibi faydalar sunduğunu vurgulamıştır.

4.4. Yeni Teknoloji İhtiyaçları

Katılımcılar arasında en çok ihtiyaç duyulan teknolojiler arasında toprak analizi ve verim optimizasyonu gibi ileri düzey teknolojiler öne çıkmaktadır. Bu durum, mevcut akıllı tarım teknolojilerinin yaygın olarak kullanılmasına rağmen, katılımcıların daha gelişmiş araç ve tekniklere ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

4.5. Eğitim Eksiklikleri

Katılımcıların çoğu, temel seviyede eğitim aldığını ancak ileri düzeyde eğitimlere ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Bu eksiklik, teknolojinin etkin kullanımını sınırlayabilir ve bu alanda daha fazla eğitim ve bilgilendirme faaliyetinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

4.6. Akıllı Sulama Tenolojilerine Geçişte Etkili Faktörler

Katılımcılar, akıllı sulama teknolojilerine geçiş yapmalarındaki ana

motivasyonları belirtmişlerdir. En yaygın sebepler arasında verimliliğin artırılması, su tasarrufu sağlanması ve işçilik maliyetlerinin azaltılması yer almaktadır. Bu faktörler, katılımcıların sürdürülebilirlik ve maliyet etkinliği gibi unsurlara önem verdiklerini göstermektedir.

4.7. Dijital Cihaz ve İnternet Kullanımı

Katılımcıların büyük çoğunluğunun akıllı tarım faaliyetleri için dijital cihazlar kullandığı ve internet erişimine sahip olduğu görülmüştür. Özellikle hava durumu tahminlerini takip etmek için kullanılan mobil cihazlar ve internet bağlantısı, tarımsal faaliyetlerin planlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, bazı katılımcılar internet erişiminde sorun yaşadıklarını belirtmiş, bu da kırsal bölgelerdeki altyapı eksikliklerine işaret edebilmektedir.

4.8. Sulama Sisteminde Filtre ve Gübreleme Kullanımı

Araştırma sonuçlarına göre, katılımcıların büyük bir kısmı akıllı sulama sistemlerinde filtre kullanmakta ve gübreleme yapmaktadır. Bu uygulamalar, hem bitki sağlığını koruma hem de sulama suyu kalitesini artırma açısından önem taşımaktadır. Filtre ve gübreleme sistemlerinin kullanımı, modern tarım tekniklerine adaptasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

4.9. Eğitim ve Bilgilendirme Faaliyetleri

Katılımcıların çoğunluğu, akıllı sulama sistemleri ve ilgili ekipmanların kullanımı hakkında temel seviyede eğitim aldıklarını belirtmiştir. Ancak, ileri düzeyde bilgiye ve donanıma sahip olma konusunda eksiklik hissettiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, bilgilendirme toplantıları, seminerler veya kurslar gibi etkinliklerin yeterli sayıda düzenlenmediği belirtilmiştir. Bu durum, tarım sektöründe teknoloji kullanımını artırmak ve verimliliği sağlamak adına daha fazla eğitim ve bilgilendirme etkinliğine ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

4.10. Akıllı Tarım Teknolojilerinin Genel Faydalılığı

Katılımcıların büyük bir kısmı, akıllı tarım teknolojilerini genel olarak faydalı bulduğunu belirtmiştir. Bu teknolojilerin verimliliği artırdığı, iş yükünü azalttığı ve daha az emekle daha fazla verim sağladığı ifade edilmiştir. Bu durum, teknolojinin tarımsal süreçlere olumlu katkı sunduğunu ve kullanıcılar arasında yüksek düzeyde kabul gördüğünü göstermektedir.

4.111. Maliyet Tasarrufu ve Verim Artışı

Son olarak, akıllı sulama sistemi ve akıllı tarım teknolojileri sayesinde maliyetlerde belirgin bir düşüş gözlemlendiği ve verimlilikte artış sağlandığı belirtilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu, bu teknolojilerin maliyet etkinliğini artırdığını ve daha düşük işçilik maliyeti ile daha yüksek verimlilik sağladığını vurgulamıştır. Bu bulgu, akıllı tarım teknolojilerinin ekonomik açıdan da avantaj sağladığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak, bu bulgular akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal faaliyetlerde verimlilik, maliyet tasarrufu ve işgücü azalması gibi konularda olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Ancak, teknolojilerin etkin kullanımını artırmak ve kullanıcıları daha fazla desteklemek için eğitim, bilgilendirme ve altyapı iyileştirmelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sonuçlar, akıllı tarım teknolojilerinin yaygınlaşması ve etkili kullanımı için stratejik bir yol haritası oluşturulmasına katkı sağlayabilir.

4.1112. Damla Sulama/Akıllı Sulama Faaliyeti Süresi

Katılımcıların çoğunun uzun süredir damla sulama/akıllı sulama faaliyetinde bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle 5.00 kodlu "5+Yıl" olarak işaretlenmiş kategorideki yüksek katılım, birçok katılımcının uzun yıllardır bu teknolojileri kullandığını ve bu süreçte edindikleri deneyimlerin artmakta olduğunu göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları, akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal verimlilik üzerindeki etkilerini ve kullanıcıların bu teknolojilerden memnuniyet düzeylerini incelemektedir. Araştırmanın bulguları, akıllı sulama sistemlerinin ve akıllı tarım teknolojilerinin maliyet düşüşü, işçilik tasarrufu ve verimlilik artışı gibi alanlarda olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur. Ancak, kullanıcıların ileri düzeyde eğitim ve daha gelişmiş teknolojilere erişim ihtiyaçları da vurgulanmaktadır.

Akıllı tarım teknolojilerinin verimlilik ve maliyet düşüşü sağlaması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından önemli bir avantaj olarak görülmektedir. Charmet'in (2011) belirttiği gibi, tarımsal yenilikler gelecekte sürdürülebilir üretim için kritik bir rol oynayabilir. Aynı şekilde, Cooper (2015) buğday gibi temel ürünlerin eski çeşitlerine dönülmesi ve bu türlerin fonksiyonel gıda olarak yeniden keşfi üzerinde durarak, geleneksel ve yenilikçi tarım yöntemlerinin entegre edilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, akıllı tarım teknolojilerinin kullanımı, hem geleneksel tarım yöntemlerinin verimliliğini artırmakta hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu katkılar sağlamaktadır.

Türkiye'de tarım sektörünün gelişimi ve destekleme politikalarının tarihine baktığımızda, özellikle teknolojinin entegrasyonu ve modernizasyonun önemi görülmektedir (Demirdöğen & Olhan, 2017). Akıllı tarım teknolojilerinin benimsenmesi ve uygulanması, geleneksel yöntemlerin yerini almakta ve tarımsal verimliliği artırmakta önemli rol oynamaktadır. Çalışmada elde edilen veriler, Türkiye'deki tarımsal faaliyetlerde bu teknolojilerin daha yaygın ve etkin bir şekilde kullanılması gerektiğine işaret etmektedir.

Bu çalışmada ayrıca eğitim eksikliğinin, akıllı tarım teknolojilerinin etkin kullanımı üzerindeki olumsuz etkileri gözlemlenmiştir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın (2013) raporunda da belirtildiği gibi, tarımsal iş gücünün eğitim seviyesinin artırılması, bu alandaki verimliliği doğrudan etkileyen faktörlerden biridir. Eğitim ve bilgilendirme faaliyetlerinin artırılması, kullanıcıların teknolojileri daha etkin ve verimli bir şekilde kullanmalarına olanak sağlayacaktır.

Bu araştırmanın sonuçları ve öneriler ışığında, akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal faaliyetlerde daha yaygın bir şekilde benimsenmesi için bazı stratejik adımların atılması gerekmektedir. Tarımsal üretimde verimlilik, maliyet etkinliği ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, araştırma bulguları doğrultusunda

geliştirilecek eğitim ve altyapı yatırımları büyük önem taşımaktadır.

Elde edilen bulgular, tarımsal işgücünün teknolojiye adaptasyon sürecinde bilgi eksikliklerinin giderilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, tarımsal eğitim programlarının içeriklerinin güncellenmesi ve teknoloji odaklı müfredatların hazırlanması önerilmektedir. Demirtaş ve Gürler'in (1994) Türkiye'de tarımsal eğitim ve öğretimin gelişimi üzerine yaptıkları çalışmada da vurguladığı gibi, tarımsal eğitimin niteliğinin artırılması, sektördeki yenilikçi uygulamaların etkinliğini doğrudan etkilemektedir.

Ayrıca, kırsal alanlardaki internet ve teknoloji altyapısının iyileştirilmesi, dijital tarım uygulamalarının daha geniş bir kesime ulaşmasını sağlayacaktır. Karagöz ve arkadaşları (2015) çölleşme, kuraklık ve erozyon gibi çevresel zorlukların tarımsal üretim üzerindeki etkilerine dikkat çekmiş ve bu etkilerin azaltılması için modern teknolojilerin kullanılmasının önemini vurgulamıştır. Benzer şekilde, akıllı sulama ve tarımsal veri izleme sistemleri gibi teknolojilerin yaygınlaştırılması, üreticilere iklim değişikliği ve çevresel risklere karşı proaktif çözümler sunacaktır.

Devlet destekleri ve teşviklerin artırılması, akıllı tarım teknolojilerinin benimsenmesini hızlandırabilir. Eştürk ve Ören'in (2014) Türkiye'de tarım politikaları üzerine yaptıkları çalışmada, tarımsal desteklerin gıda güvenliği ve sürdürülebilir üretim üzerindeki etkileri ele alınmış ve bu desteklerin sektör için stratejik bir öneme sahip olduğu ifade edilmiştir. Akıllı tarım teknolojileri, devlet destekleriyle birlikte daha fazla çiftçiye ulaşabilir ve ülke genelinde tarımsal üretimin kalitesini artırabilir.

Son olarak, bu çalışmada ortaya konulan sonuçlar, tarım sektöründe inovasyonun önemini vurgulamakta ve akıllı tarım teknolojilerinin yaygınlaştırılması için gerekli adımları işaret etmektedir. Dinler'in (2014) ifade ettiği gibi, ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma için tarım sektöründe teknolojiye yatırım yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda, akıllı tarım teknolojilerinin sağladığı faydaların artırılması ve ülke genelinde yaygınlaştırılması, Türkiye tarım sektöründe önemli bir dönüşüm sağlayacaktır.

Özetle, bu çalışmada ortaya konulan bulgular doğrultusunda, eğitim, altyapı geliştirme ve destekleme politikaları gibi alanlarda yapılacak iyileştirmeler, akıllı tarım teknolojilerinin etkili kullanımını teşvik edecek ve sektörde uzun vadeli

verimlilik artışı sağlayacaktır. Bu adımlar, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek Türkiye'nin tarım sektöründe daha güçlü bir yapıya kavuşmasına katkıda bulunacaktır.



6. SONUÇLAR

Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAP), Türkiye'nin en geniş tarımsal üretim potansiyeline sahip bölgelerinden biri olup, sulanabilir arazi miktarının fazlalığı ve iklim koşullarının elverişliliği nedeniyle tarımsal kalkınma stratejilerinde kritik bir konuma sahiptir. Ancak, geleneksel sulama yöntemlerinin (vahşi sulama, salma sulama vb.) yaygınlığı, hem su kaynaklarının etkin olmayan kullanımına hem de toprak verimliliğinde azalmaya yol açmaktadır. Tarımsal üretimde damlama sulama ve akıllı sulama teknolojilerinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kullanımının yaygınlaştırılması, yalnızca su tasarrufu ve verim artışı gibi teknik kazanımlarla sınırlı kalmayıp, bölgenin ekonomik canlılığını artıran, çevresel ve tarımsal sürdürülebilirliği güçlendiren ve toplumsal dönüşümü teşvik eden çok boyutlu bir etki yaratacağı görülmektedir. Ayrıca, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, tarihsel olarak suya bağımlı bir yaşam biçiminin ve üretim kültürünün merkezlerinden biri olduğundan, su tasarrufuna dayalı modern sulama tekniklerinin bölgeye entegre edilmesi, tarım kültüründe yenilikçi uygulamaların benimsenmesini ve kuşaklar arası bilgi aktarımında teknolojik farkındalığın artmasını teşvik edecektir. Böylece, sürdürülebilir tarım anlayışı hem ekonomik rasyonalite hem de kültürel devamlılık temelinde inşa edilecektir. Bu nedenle, politika yapıcıların, akademik çevrelerin ve yerel paydaşların iş birliği içinde bu teknolojilerin yaygınlaştırılmasını desteklemesi, bölgenin kalkınma hedeflerine ulaşmasında stratejik bir öneme sahiptir.

Bu araştırma, akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal üretimde verimlilik, maliyet düşüşü ve iş gücü tasarrufu gibi alanlarda sağladığı katkıları ve kullanıcıların bu teknolojilerle ilgili deneyimlerini incelemiştir. Elde edilen bulgular, akıllı sulama ve tarım teknolojilerinin tarımsal faaliyetlerde olumlu etkiler yarattığını ve kullanıcılar arasında yüksek bir memnuniyet düzeyi oluşturduğunu göstermektedir.

Katılımcıların çoğu, akıllı tarım teknolojilerinin maliyetleri düşürdüğünü ve verimliliği artırdığını ifade etmiştir. Bununla birlikte, eğitim eksiklikleri ve ileri düzey teknolojiye erişim konusunda yaşanan zorluklar, bu teknolojinin etkin kullanımını kısıtlamaktadır. Araştırma, ayrıca internet altyapısının geliştirilmesi ve dijital cihazların daha yaygın hale getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu gereklilikler, teknolojinin kırsal bölgelerde daha yaygın olarak kullanılabilmesi için önemli bir engel olarak görülmektedir.

Sonuç olarak, akıllı tarım teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve etkin kullanımını için eğitim, altyapı geliştirme ve devlet desteği gibi alanlarda çeşitli

adımların atılması gerekmektedir. Eğitim programlarının güncelenmesi, kırsal bölgelerde internet altyapısının güçlendirilmesi ve ileri düzey teknolojilere erişim imkanlarının artırılması, bu teknolojilerin benimsenmesini hızlandıracaktır. Ayrıca, devlet desteklerinin artırılması ve bilgilendirme kampanyalarının düzenlenmesi, çiftçilerin akıllı tarım teknolojilerine adaptasyonunu kolaylaştıracaktır.

Bu adımların atılması, Türkiye'nin tarım sektöründe sürdürülebilir bir yapının oluşmasına katkı sağlayacak ve tarımsal üretimde verimliliği artıracaktır. Akıllı tarım teknolojilerinin benimsenmesi, tarımsal faaliyetlerin iklim değişikliği ve çevresel zorluklar karşısında dayanıklılığını artırırken, ülke genelinde tarımsal üretimin kalitesini ve rekabet gücünü de artıracaktır.

Bu bağlamda, akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal üretime entegrasyonu, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Teknolojinin sağladığı avantajlar, yalnızca ekonomik faydalarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de desteklenmelidir. Akıllı sulama sistemleri ve dijital izleme araçları sayesinde, su ve gübre gibi kaynakların daha verimli kullanılması sağlanmakta, bu da doğal kaynakların korunmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır.

Araştırmada ortaya çıkan en önemli ihtiyaçlardan biri, ileri düzey tarım teknolojilerine erişimin kolaylaştırılmasıdır. Bu tür teknolojiler, tarımsal üretimin daha yüksek standartlarda yapılmasını sağlamakta ve çiftçilerin değişen iklim koşullarına daha hızlı uyum sağlamalarına olanak tanımaktadır. Özellikle, toprak analiz cihazları, uydu tabanlı mahsul izleme sistemleri ve otomatik sulama gibi yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılması, verimliliği artırmada kilit bir faktör olacaktır.

Ayrıca, devletin ve ilgili kurumların sağlayacağı destekler, akıllı tarım teknolojilerinin daha geniş kesimlere ulaşmasını hızlandırabilir. Bu desteklerin maddi teşviklerin ötesine geçerek, çiftçilere yönelik sürekli eğitim programı, danışmanlık hizmetleri ve yerel iş birlikleri ile güçlendirilmesi önemlidir. Böylelikle, çiftçilerin yeni teknolojilere uyum süreçleri daha sağlıklı ilerleyebilir ve bu teknolojilerden elde edilen fayda en üst düzeye çıkartılabilir.

Bu nedenle, akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal üretim süreçlerine entegrasyonu, Türkiye tarım sektörünün küresel rekabet gücünü artıracaktır. Bu teknolojiler sayesinde elde edilen veri odaklı ve hassas yönetim, ürün kalitesini

arttırırken aynı zamanda çiftçilerin daha bilinçli ve verimli üretim yapmasına olanak tanır. Böylelikle, tarımsal ürünlerde kalite standardının korunması ve tarımsal ihracatın güçlenmesi mümkün olacaktır.

Ayrıca, akıllı tarım uygulamalarının daha geniş bir alanda kullanılabilmesi, Türkiye'nin kırsal kalkınma hedefleri doğrultusunda kırsal alanlarda yaşayan çiftçilerin yaşam standartlarını yükseltebilir. Akıllı tarım teknolojileri, çiftçilerin üretim maliyetlerini düşürerek karlılığı artırırken, aynı zamanda iş yükünü azaltır ve daha az emek ile daha yüksek verim elde edilmesini sağlar. Bu durum, kırsal kesimlerde istihdam olanaklarını artırabilir ve genç nüfusun tarım sektörüne olan ilgisini yeniden canlandırabilir.

Özetle, bu araştırma, akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal verimlilik, maliyet tasarrufu ve çevresel sürdürülebilirlik gibi alanlarda sağladığı faydaları ortaya koyarken, bu teknolojilerin yaygınlaştırılması için gerekli olan stratejik öncelikleri de belirlemektedir. Eğitim, altyapı geliştirme, devlet destekleri ve toplumsal farkındalık gibi alanlarda yapılacak yatırımlar, Türkiye'nin tarım sektöründe dijital dönüşümü hızlandıracak ve tarımsal sürdürülebilirlik için önemli bir adım olacaktır. Türkiye, akıllı tarım teknolojilerine yapacağı yatırımlarla tarımsal verimlilikte öncü ülkeler arasında yer alabilir ve bu teknolojilerin sağladığı avantajlarla geleceğin tarımına uyum sağlayarak daha güçlü ve sürdürülebilir bir tarım sektörüne sahip olabilir.

Sonuç olarak, bu araştırma, akıllı tarım teknolojilerinin tarımsal sektördeki potansiyelini vurgulamakta ve bu teknolojilerin etkin kullanımı için yapılması gerekenleri ortaya koymaktadır. Türkiye'nin tarımsal sürdürülebilirlik ve verimlilik hedeflerine ulaşması için akıllı tarım teknolojilerinin benimsenmesi kritik bir gerekliliktir. Bu süreçte yapılacak stratejik yatırımlar, hem tarım sektörünün modernizasyonuna hem de kırsal kalkınmanın desteklenmesine katkıda bulunacaktır.

7. ÖNERİLER

Bu araştırmada elde edilen bulgular doğrultusunda akıllı tarım teknolojilerinin etkin bir şekilde benimsenmesi ve yaygınlaştırılması için çeşitli öneriler sunulmaktadır. Bu öneriler, tarımsal üretimde verimliliği artırmaya yönelik somut adımlar içermekte olup, tarımsal iş gücünün teknolojiye adaptasyonunu kolaylaştıracak unsurları kapsamaktadır.

7.1. Eğitim Programlarının Geliştirilmesi

Akıllı tarım teknolojilerinin doğru ve etkin kullanımı için çiftçilerin bilgi ve becerilerinin artırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, tarımsal eğitim programlarının güncellenmesi ve akıllı tarım teknolojilerini kapsayacak şekilde zenginleştirilmesi önerilmektedir. Tarımsal okullarda ve bölgesel eğitim merkezlerinde verilecek pratik odaklı eğitimlerle, çiftçilerin teknolojiye adaptasyon süreci hızlandırılabilir.

7.2. Dijital Altyapının Güçlendirilmesi

Özellikle kırsal bölgelerde, internet erişimi ve dijital altyapı yetersizlikleri akıllı tarım teknolojilerinin kullanımını sınırlamaktadır. Bu eksikliklerin giderilmesi için kırsal bölgelerde internet altyapısının güçlendirilmesi ve dijital tarım cihazlarının kullanımını destekleyecek teknolojik altyapının oluşturulması önemlidir. Böylelikle, çiftçilerin hava durumu verileri, sulama takvimi ve tarımsal analiz sonuçları gibi bilgileri anlık olarak takip edebilmeleri sağlanabilir.

7.3. Devlet Desteklerinin Artırılması

Akıllı tarım teknolojilerinin yaygınlaştırılması için çiftçilere yönelik teşvik ve desteklerin artırılması gerekmektedir. Devlet, bu teknolojilere geçiş yapmak isteyen çiftçilere maddi destek sunarak, akıllı tarım araçlarının daha geniş kitlelerce benimsenmesini sağlayabilir. Özellikle küçük ölçekli çiftçiler için düşük faizli krediler, hibe programları ve vergi indirimleri gibi teşvikler, teknolojinin daha geniş kesimlere ulaşmasına katkı sağlayacaktır.

7.4. İleri Düzey Teknolojiye Erişim İmkanlarının Artırılması

Akıllı tarım teknolojilerinin belirli seviyede benimsenmesine rağmen, daha ileri düzey teknolojilere erişim sınırlıdır. Toprak analiz cihazları, uydu destekli mahsul izleme sistemleri ve otomatik gübreleme sistemleri gibi teknolojilere erişimin

kolaylaştırılması, çiftçilerin üretim süreçlerini daha verimli bir şekilde yönetmelerini sağlayacaktır. Bu bağlamda, devlet ve özel sektör işbirliği ile ileri düzey tarım teknolojilerinin kullanımının teşvik edilmesi önemlidir.

7.5. Bilgilendirme Kampanyalarının Düzenlenmesi

Çiftçilerin akıllı tarım teknolojilerinin faydaları konusunda bilinçlendirilmesi, bu teknolojilerin daha hızlı benimsenmesini sağlayacaktır. Bölgesel düzeyde düzenlenecek seminerler, tarım fuarları ve saha çalışmaları ile çiftçiler, akıllı tarım teknolojilerinin sağladığı maliyet düşüşü, işçilik tasarrufu ve verim artışı gibi avantajlar hakkında bilgilendirilebilir.

7.6. Araştırma ve Geliştirme Çalışmalarının Desteklenmesi

Türkiye'de tarımsal üretimin gelişmesi için Ar-Ge çalışmalarının önemi büyüktür. Akıllı tarım teknolojilerinin yerel koşullara uygun olarak geliştirilmesi, bölgeye özgü tarımsal sorunlara çözüm üretebilecek teknolojilerin ortaya çıkmasına yardımcı olabilir. Bu nedenle, tarım alanında faaliyet gösteren üniversiteler, araştırma enstitüleri ve özel sektörün Ar-Ge faaliyetlerine teşvikler sağlanmalıdır.

Bu öneriler, akıllı tarım teknolojilerinin Türkiye tarım sektöründe daha geniş çapta benimsenmesine yönelik stratejik bir yaklaşım sunmaktadır. Bu adımların hayata geçirilmesi, hem tarımsal verimliliği artıracak hem de sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdelmoamen Ahmed, A., Al Omari, S., Awal, R., Fares, A., & Chouikha, M. (2021). A distributed system for supporting smart irrigation using Internet of Things technology. *Engineering Reports*, 3(7), e12352. <https://doi.org/10.1002/eng2.12352>
- Precipitation and Temperature Climate Pattern Relation with
- Abdulla, M., & Marhoon, A. (2023). Deep learning and IoT for monitoring tomato plant. *Iraqi Journal for Electrical and Electronic Engineering*, 19(1), 70–78. <https://doi.org/10.37917/ijeee.19.1.9>
- Abernethy, C. L. (2010). Governance of irrigation systems: Does history offer lessons for today? *Irrigation and Drainage*, 59(1), 31–39. <https://doi.org/10.1002/ird.552>
- Abioye, E. A., Abidin, M. S. Z., Mahmud, M. S. A., Buyamin, S., Ishak, M. H. I., Rahman, M. K. I. A., Otuoze, A. O., Onotu, P., & Ramli, M. S. A. (2020). A review on monitoring and advanced control strategies for precision irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173, 105441. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105441>
- Acıbuca, V., & Budak, D. B. (2018). Dünya’da ve Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(1), 37- 44.
- Adoleye, A. J., Rustum, R., & Kariyama, I. D. (2014). Neural computing modeling of the reference crop evapotranspiration. *Environmental Modelling & Software*, 29(1), 61–73.
- Ahansal, Y., Bouziani, M., Yaagoubi, R., Sebari, I., Sebari, K., & Kenny, L. (2022). Towards smart irrigation: A literature review on the use of geospatial technologies and machine learning in the management of water resources in arboriculture. *Agronomy*, 12(2), 297. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020297>
- Ahmad, S., Kalra, A., & Stephen, H. (2010). Estimating soil moisture using remote sensing data: A machine learning approach. *Advances in Water Resources*, 33(1), 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2009.10.008>
- Akan, E., Ünsal, N. E. ve Ünsal, A. S. (2021). Kuru koşullarda durum buğday çeşitlerinin verim ve kalitelerini etkileyen önemli parametrelerin belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(1), 246-256
- Akıllıoğlu, H.G. ve Yalçın, E. "Tahıl Protein Hidrolizatlarının Antioksidan
- Aksoy, Y. "Antioksidan Mekanizmada Glutatyonun Rolü", *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri*, 22, 442-448, (2002).
- Aktiviteleleri", *Gıda*, 35, (3), 227-233, (2010).

- Albayrak, Ö., Kızılgöçü, F., Yıldırım, M. ve Akıncı, C. (2020). Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeçlik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(2), 164-174.
- Alves, R. G., Maia, R. F., & Lima, F. (2023). Development of a Digital Twin for smart farming: Irrigation management system for water saving. *Journal of Cleaner Production*, 388, 135920. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135920>
- AlZu'bi, S., Hawashin, B., Mujahed, M., Jararweh, Y., & Gupta, B. B. (2019). An efficient employment of internet of multimedia things in smart and future agriculture. *Multimedia Tools and Applications*, 78(20), 29581–29605. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-7367-0>
- Arazilerinin Değerini Etkileyen Faktörlerin Analizi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3)
- Arias, M., Notarnicola, C., Campo-Bescós, M. Á., Arregui, L. M., & Álvarez-Mozos, J. (2023). Evaluation of soil moisture estimation techniques based on Sentinel-1 observations over wheat fields. *Agricultural Water Management*, 287, 108422. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108422>
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., ... & Zhu, Y. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature climate change*, 5(2), 143-147.
- Atak, M. "Buğday ve Türkiye Buğday Köy Çeşitleri", Mustafa Kemal Üniversitesi
- Atar, B. (2017). Gıdamız buğdayın, geçmişten geleceğe yolculuğu. Süleyman
- Aubriot, O. (2022). The history and politics of communal irrigation: A review. *Water Alternatives*, 15(2), 307–340.
- Bashimov, G. (2021). Orta Asya ülkelerinde buğday üretiminin ekonomik gelişim seyri. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 66-75.
- Bhardwaj, A., Kumar, M., Alshehri, M., Keshta, I., Abugabah, A., & Sharma, S. K. (2022). Smart water management framework for irrigation in agriculture. *Environmental Technology*, 45(12), 2320–2334. <https://doi.org/10.1080/09593330.2022.2039783>
- Bhatti, E. U. H., Khan, M. M., Shah, S. A. R., Raza, S. S., Shoaib, M., & Adnan, M. (2019). Dynamics of water quality: Impact assessment process for water resource management. *Processes*, 7(2), 102. <https://doi.org/10.3390/pr7020102>
- Bjornlund, H., van Rooyen, A., Pittock, J., Parry, K., Moyo, M., Mdemu, M., & de Sousa, W. (2020). Institutional innovation and smart water management technologies in small-scale irrigation schemes in southern Africa. *Water International*, 45(6), 621–650. <https://doi.org/10.1080/02508060.2020.1804715>

- Bojago, E., & Abrham, Y. (2023). Small-scale irrigation (SSI) farming as a climate-smart agriculture (CSA) practice and its influence on livelihood improvement in Offa District, Southern Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100534. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100534>
- Borneo, R. ve León, A. E., 2012, Whole grain cereals: functional components and health benefits, *Food & function*, 3 (2), 110-119.
- Bouali, E. T., Abid, M. R., Boufounas, E. M., Hamed, T. A., & Benhaddou, D. (2022). Renewable energy integration into cloud IoT-based smart agriculture. *IEEE Access*, 10, 1–17. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3138160>
- Cardenas-Lailhacar, B., Dukes, M. D., & Miller, G. L. (2010). Sensor-based automation of irrigation on bermudagrass during dry weather conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 136(3), 184–193. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0000153](https://doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000153)
- Cardenas-Lailhacar, B., Dukes, M. D., & Miller, G. L. (2008). Sensor-based automation of irrigation on bermudagrass during wet weather conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 134(2), 120–128. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9437\(2008\)134:2\(120\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9437(2008)134:2(120))
- Cevher, C. and Coskun-Cevher, S. 2021. Effect of state subsidies granted to farmers
- Charmet, G., 2011, Wheat domestication: Lessons for the future. *Comptes Rendus Biologies*. 334(3), 212-220.
- Chen, H., Chen, A., Xu, L., Xie, H., Qiao, H., Lin, Q., & Cai, K. (2020). A deep learning CNN architecture applied in smart near-infrared analysis of water pollution for agricultural irrigation resources. *Agricultural Water Management*, 240, 106303. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106303>
- Climate Change Related Factors (High CO₂, Elevated Temperature and
- Cooper, R. (2015). Re-discovering ancient wheat varieties as functional foods. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5, 138-143.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2013). 2013 yılı faaliyet raporu
- Çamoğlu, G., Kızıllı, Ö., Demirel, K., Aksu, S., Nar, H., & Genç, L. (2021). Bazı ekonomik toprak nem sensörlerinin hassasiyetinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2), 247–254. <https://doi.org/10.24180/ijaws.848644>
- Davis, W. Buğday Göbeği, (E. Duru, Çev.) İstanbul: Pegasus Yayınları
- Demirdöğen, A., & Olhan, E. (2017). Türkiye tarımının kısa tarihi: destekleme politikası özeli. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(1), 1-12.
- Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi, 2(1), 1-12
- Demirtaş M. ve Gürler A. Z., (1994), “Türkiye’de Tarımsal Eğitim Ve Öğretimin
- Dernek, Z. (2006). Cumhuriyet’in kuruluşundan günümüze tarımsal gelişmeler.
- Deviren, N.V., ve Çelik, N., 2017. Dünya’da ve Türkiye’de organik tarımın

ekonomik açıdan değerlendirilmesi, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10(48), 669-678.

Dietterich LH, Fitzgerald G, Hasegawa T, Holbrook NM, Nelson RL, Ottman

Dinler Z. (2014). İktisada Giriş, Ekin Basım Yayınları 20

Doğan İ.S. ve Meral R. "Buğdayda Bulunan Antioksidan Maddeler", (Editör:Turhan

Doran, İ., Koca, Y. K., Kılıç, T. (2009). Olası İklim Değişiminin Diyarbakır Tarımına Etkileri. V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu,16-17 Ekim 2008, 369-377, Ankara.

Dörtok, A. ve Aksoy, A. (2018). Türkiye buğday sektörünün eşanlı model yöntemiyle tahmini. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 21(4), 580-586.

Drought) on Wheat Production in Turkey. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(3), 1320-1333

Dyanti, O., & Njenga, J. (2022). Awareness and perceptions of smart irrigation technologies by small scale farmers in rural South Africa. In *2022 IST-Africa Conference, IST-Africa 2022*. <https://doi.org/10.23919/IST-Africa56635.2022.9845613>

Eştürk, Ö., & Ören, M. N. (2014). Türkiye'de tarım politikaları ve gıda güvencesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 24(2), 193-200.

FAO. (2018). *CROPWAT 8.0: Land and Water, Databases and Software*. <http://www.fao.org/nr/water>

Fathy, C., & Ali, H. M. (2023). A secure IoT-based irrigation system for precision agriculture using the expeditious cipher. *Sensors*, 23(4), 2091. <https://doi.org/10.3390/s23042091>

Fischer, M., Heim, D., Hofmann, A., Janiesch, C., Klima, C., & Winkelmann, A. (2020). A taxonomy and archetypes of smart services for smart living. *Electronic Markets*, 30(1), 131-149. <https://doi.org/10.1007/s12525-019-00384-5>

for certified seeds on wheat yield in

Gbodji, K. K., Quarmin, W., & Minh, T. T. (2023). Effective demand for climate-smart adaptation: A case of solar technologies for cocoa irrigation in Ghana. *Sustainable Environment*, 9(1), 2258472. <https://doi.org/10.1080/27658511.2023.2258472>

Gelişimi, Sorunları ve Çözüm Önerileri”, s.483

Genet., 7, p.201

Geren, H. (2021). Wheat importance, history and adaptation. Theoretical and practical new approaches in cereal Science And Technology (3rd ed.) (3). Ankara: Iksad Publications.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262035613/deep-learning/>

- Hachimi, C. E., Belaqziz, S., Khabba, S., Sebbar, B., Dhiba, D., & Chehbouni, A. (2023). Smart weather data management based on artificial intelligence and big data analytics for precision agriculture. *Agriculture*, 13(1), 95. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010095>
- Hadidi, A., Saba, D., & Sahli, Y. (2022). Smart irrigation system for smart agricultural using IoT: Concepts, architecture, and applications. In R. Bhatnagar, N. K. Tripathi, N. Bhatnagar, & C. K. Panda (Eds.), *The Digital Agricultural Revolution: Innovations and Challenges in Agriculture through Technology Disruptions* (ch. 7). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119823469.ch7>
- Harvest Initiative, 1-26
- Hayta, Mehmet (2002). Bulgur quality as affected by drying methods. *Journal of Food Science*, 67(6), 2241-2244
- Haziq, M., Pang, W. L., Chan, K. Y., Lee, I. E., Chung, G. C., & Wong, S. K. (2022). High-efficiency low-cost smart IoT agriculture irrigation, soil's fertility and moisture controlling system. *Universal Journal of Agricultural Research*, 10(6), 785–793. <https://doi.org/10.13189/ujar.2022.100616>
- İşler N., & Kılınç M. (2016). *Tarla Tarımı*, Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi Yay.
- Ilyas, A., Parkinson, S., Vinca, A., Byers, E., Manzoor, T., Riahi, K., Willaarts, B., Siddiqi, A., & Muhammad, A. (2022). Balancing smart irrigation and hydropower investments for sustainable water conservation in the Indus basin. *Environmental Science and Policy*, 135, 147–161. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.04.012>
- Ishak, A., Hajjaj, S., Ganganya, K., Kameed Sultan, M. T., Mail, M., & Lee, S. H. (2021). Autonomous fertilizer mixer through the Internet of Things (IoT). *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.194>
- Jain, R. K. (2023). Experimental performance of smart IoT-enabled drip irrigation system using and controlled through web-based applications. *Smart Agricultural Technology*, 4, 100215. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100215>
- Jiménez, A. F., Cárdenas, P. F., & Jiménez, F. (2022). Intelligent IoT-multiagent precision irrigation approach for improving water use efficiency in irrigation systems at farm and district scales. *Computers and Electronics in Agriculture*, 192, 106635. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106635>
- Karagöz, A., Doğan, O., Erpul, G., Dengiz, O., Sönmez, B., Tekeli, İ., ... & Madenoğlu, S. (2015). Çölleşme, kuraklık ve erozyonun olası etkilerinin Türkiye ölçeğinde değerlendirilmesi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, 118.
- Karbuç, F., Öztürk, İ., & Savaş, D. O. (2009). Türkiye’de üretilen tarım ürünleri ve ekonomideki yeri. *İstanbul Ticaret Odası*, 1-144.
- Kasimenk, C., Sininen, J. P., Taumberger, M., Dantas, R., Toscano, A., Salmon

- Cinotti, T., & Torre Neto, A. (2019). A smart water management platform: IoT-based precision irrigation platform. *Sensors*, 19(2), 2019–2026.
- Kaur, K., Mahajan, R., Bagai, D., & Student, M. E. (2007). A review of various soil moisture measurement techniques. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5(4), 5774–5778.
- Kavyashree, T., & Shreedhara, K. S. (2021). Intelligent IoT based smart irrigation system. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 9(2), 2709–2722.
- Kaya, Y. (2021). Winter wheat adaptation to climate change in Turkey. *Agronomy*, 11(4), 689
- Kayhan, F., & Okur, A. (2017). Türkiye’de vadeli işlem ve opsiyon piyasasında yer alan buğday sözleşmelerine yönelik bir araştırma. *Bildiriler Kitabı*.
- Keçeli, A. A, "Review on the Bioactive, Antioxidant Properties of Einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) Populations and Using in Organic Agriculture", *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7,(12), 2111-2120, (2019)
- Khachatryan, H., Rihn, A., Suh, D. H., & Dukes, M. (2020). Homeowners’ preferences for smart irrigation systems and features. *EDIS*, 2020(5), FE1080. <https://doi.org/10.32473/edis-fe1080-2020>
- Khachatryan, H., Suh, D. H., Xu, W., Useche, P., & Dukes, M. D. (2019). Towards sustainable water management: Preferences and willingness to pay for smart landscape irrigation technologies. *Land Use Policy*, 85, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.014>
- Khashiboun, K., Zilberman, A., Shaviv, A., Starosvetsky, J., & Armon, R. (2007). The fate of *Cryptosporidium parvum* oocysts in reclaimed water irrigation-history and non-history soils irrigated with various effluent qualities. *Water, Air, and Soil Pollution*, 185, 33–41. <https://doi.org/10.1007/s11270-007-9420-2>
- Khriji, S., El Houssaini, D., Kammoun, I., & Kanoun, O. (2021). Precision irrigation: An IoT-enabled Wireless Sensor Network for smart irrigation systems. In S. Khriji, D. El Houssaini, I. Kammoun, & O. Kanoun (Eds.), *Women in Precision Agriculture*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49244-1_6
- Kılavuz, E., & Yücer, E. N. (2023). Üçüncü gıda rejimi çerçevesinde Rusya ve Türkiye’nin tarımsal yapısı ve ticaretinin analizi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 183-207.
- Kılıç H., Hatipoğlu A. ve Şahin M., "İnsan Sağlığı Esaslı Ekmeklik Buğday Kalite Yaklaşımları", *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9, (1), 857-870, (2021).
- Kızıldeniz, T., Aydın, T. K., Göler, S., & Buse, T. U. N. A. (2022) Impact of Altered Korkut D. ve Soysal A., "Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar", *Halk Sağlığı*

- Uzamanları Derneği (HASUDER),Ankara, (2013).
- Kruse, J., 2010, Estimating demand for agricultural commodities to 2050, Global
- Küçükefe, B., & Akkurt, H. Ö. (2022). Covid-19 pandemisi ve Ukrayna-Rusya Savaşı'nın, Türkiye'de tahıl fiyatları ve üretim arzları üzerindeki etkileri. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Li, G. Q., Li, Z. F., Yang, W. Y., Zhang, Y., He, Z. H., Xu, S. C., Singh, R. P., Qu, Lichtenberg, E., Majstrik, J., & Savvoss, M. (2013). Profitability of sensor-based irrigation in greenhouse and nursery operations. *HortTechnology*, 23(6), 770–774.
- Lobell, D. B., & Gourdji, S. M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant physiology*, 160(4), 1686-1697.
- Matsuoka, Y., 2011, Evolution of polyploid Triticum wheats under cultivation: the role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification. *Plant and cell physiology* 52, 750–764.
- Meas-Carrascosa, F., Verdu, D., Moreno, J., Sánchez de la Orden, M. A. (2015). *Biosystems Engineering*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511050012008>
(Erişim tarihi: 12 Kasım 2021)
- Meltem, A. V. A. N. (2021). Türkiye'de ve Dünya'da görülen önemli tıbbi ve aromatik bitkiler, özellikleri ve hastalıkları üzerine araştırmalar. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 129-156.
- Miran, B. (2005). Tarımsal yapı ve üretim, F. Yavuz (Ed.), *Türkiye'de Tarım* (ss. 9 42). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü.
- MJ, Raboy V, Sakai H, Sartor KA, Schwartz J , Seneweera S, Tausz M, Usui
- Mülayim, M., 2023, <https://www.konyayenigun.com/konyada-bugday-uretimi-veunsanayisi>: [26.09.2023]
- Myers SS, Zanobetti A, Kloog I, Huybers P, Leakey ADB, Bloom AJ, Carlisle E, Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T. B. ve Ringler, C., 2010, Food security, farming, and climate change to 2050: scenarios, results, policy options, Intl Food Policy Res Inst, p
- Norma J. Temple,"Antioksidants And Disease: More Questions Than Answers",*Nutrition Research*, 20, (3), 449-459, (2000).
- Oktar, S., & Varlı, A. (2010). Türkiye'de 1950–54 döneminde Demokrat Parti'nin tarım politikası. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(1), 1-22.
- Özberk, F., Karagöz, A., Özberk, İ. ve Atlı, A., "Buğday Genetik Kaynaklarından Yerel ve Kültür Çeşitlerine; Türkiye'de Buğday ve Ekmek",*Tarla Bitkileri*

- Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25,(2), 218-233, (2016).
- Özberk, İ., Atay, S., Altay, F., Cabi, E., Özkan, H. ve Atlı, A., "Türkiye'nin Buğday Atlası", İstanbul: WWF-Türkiye, (2016).
- Öztürk, G., Engindeniz, S. ve Bayraktar, Ö.V. 2017. İzmir'deki Sulanabilir Tarım
- Parasuraman, G., & Sivaprasath, K. (2016). Arduino based smart drip irrigation system using Internet of Things. *International Journal of Engineering Science*, 6, 5518–5521.
- Pekcan, G., Köksal, E., Küçükerdönmez, Ö. ve Özel, H., 2006, Household food wastage in Turkey.
- Pınarlık, M. (2023). Yeşilirmak havzası için sediment-akım fonksiyonlarının belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 441-456.
- Porter, J. R., & Semenov, M. A. (2005). Crop responses to climatic variation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), 2021-2035.
- Raffelli, G., Previati, M., Canone, D., Gisolo, D., Bevilacqua, I., Capello, G., Biddoccu, M., Cavallo, E., Deiana, R., Cassiani, G., & Ferraris, S. (2017). Local- and plot-scale measurements of soil moisture: Time and spatially resolved field techniques in plain, hill and mountain sites. *Water*, 9(9), 706. <https://doi.org/10.3390/w9090706>
- Rajaram, S., 2010, Challenges in wheat research and development. *The International Dimension of the American Society of Agronomy: Past and Future*, 39-47.v
- Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P., & Reeves, M. (2017). Reshaping business with Artificial Intelligence: Closing the gap between ambition and action. *MIT Sloan Management Review*, 59(1), 59181.
- Rasheed, M. W., Tang, J., Sarwar, A., Shah, S., Saddique, N., Khan, M. U., Imran Khan, M., Nawaz, S., Shamshiri, R. R., Aziz, M., & Sultan, M. (2022). Soil moisture measuring techniques and factors affecting the moisture dynamics: A comprehensive review. *Sustainability*, 14(18), 11538. <https://doi.org/10.3390/su141811538>
- Ruiz-Real, J. L., Uribe-Toril, J., Torres, J. A., & Pablo, J. D. E. (2021). Artificial intelligence in business and economics research: Trends and future. *Journal of Business Economics and Management*, 22(1), 98–117. <https://doi.org/10.3846/jbem.2020.13641>
- Sami, M., Khan, S. Q., Khurram, M., Farooq, M. U., Anjum, R., Aziz, S., Qureshi, R., & Sadak, F. (2022). A deep learning-based sensor modeling for smart irrigation system. *Agronomy*, 12(1), 212. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010212>
- Sasi Kumar, G., Nagaraju, G., Rohith, D., & Vasudevarao, A. (2023). Design and development of smart irrigation system using Internet of Things (IoT) – A case study. *Nature Environment and Pollution Technology*, 22(1), 523–526.

<https://doi.org/10.46488/NEPT.2023.v22i01.052>

- Sehgal, D., Dreisigacker, S., Belen, S., Küçüközdemir, Ü., Mert, Z., Özer, E. and Morgounov, A., 2016, Mining Centuries Old In situ Conserved Turkish Wheat Landraces for Grain Yield and Stripe Rust Resistance Genes. *Front.*
- Serote, B., Mokgehle, S., Du Plooy, C., Mpandeli, S., Nhamo, L., & Senyolo, G. (2021). Factors influencing the adoption of climate-smart irrigation technologies for sustainable crop productivity by smallholder farmers in arid areas of South Africa. *Agriculture*, 11(12), 1222. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121222>
- Seydioğlu, H. (2003). Uluslararası Mali Krizler, IMF Politikaları, Az Gelişmiş
- Sharma, A. K., Hubert-Moy, L., Buvaneshwari, S., Sekhar, M., Ruiz, L., Bandyopadhyay, S., & Corgne, S. (2018). Irrigation history estimation using multitemporal Landsat satellite images: Application to an intensive groundwater irrigated agricultural watershed in India. *Remote Sensing*, 10(6), 893. <https://doi.org/10.3390/rs10060893>
- Shrestha, Y. R., Krishna, V., & von Krogh, G. (2021). Augmenting organizational decision-making with deep learning algorithms: Principles, promises, and challenges. *Journal of Business Research*, 123, 588–603. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.068>
- Singh, A. K., Bhardwaj, A. K., Verma, C. L., & Mishra, V. K. (2019). Soil moisture sensing techniques for scheduling irrigation. *Journal of Soil Salinity and Water Quality*, 11(1), 68–76.
- Souli, K. X., Elmagalou, S., & Bercas, N. (2015). Investigating the effects of soil moisture sensors positioning and accuracy on soil moisture data drop in irrigation scheduling systems. *Agricultural Water Management*, 148, 258–268.
- Srivastava, P. K., Petropoulos, G. P., & Kerr, Y. H. (2016). Satellite soil moisture retrieval: Techniques and applications. In P. K. Srivastava (Ed.), *Satellite soil moisture retrieval: Techniques and applications*. Elsevier.
- Stoljescu-Crisan, C., Butunoi, B. P., & Crisan, C. (2022). An IoT based smart irrigation system. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 11(3), 50–58. <https://doi.org/10.1109/MCE.2021.3084123>
- Sugözü, İ. H. (2018). Türkiye’de tarım politikaları, I. Arpacı, & O. Ağır (Ed.).
- Suh, D. H., Khachatryan, H., Rihn, A., & Dukes, M. (2017). Relating knowledge and perceptions of sustainable water management to preferences for smart irrigation technology. *Sustainability*, 9(4), 607. <https://doi.org/10.3390/su9040607>
- Suresh, P., Aswathy, R. H., Arumugam, S., Albraikan, A. A., Al-Wesabi, F. N., Hilal, A. M., & Alamgeer, M. (2022). IoT with evolutionary algorithm based deep learning for smart irrigation system. *Computers, Materials and Continua*, 71(1), 1713–1728. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.021789>

- Susha Lekshmi, S. U., Singh, D. N., & Shojaei Baghini, M. (2014). A critical review of soil moisture measurement. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 54, 92–105. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2014.04.007>
- Şahin, 2022-a, *Dijital tarım, Tarım 4.0, akıllı tarım, robotik uygulamalar ve otonom sistemler*. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(2), 68–83. <https://doi.org/10.24102/tarmak.2022.18.2.68>
- Şahin, 2024-b, *A cheap and basic solar-powered smart irrigation system proposal for medium and small-scale farming*. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 9(3), Article 3174. <https://doi.org/10.24018/ejeng.2024.9.3.3174>
- Şahin, 2024-a, *Tarımsal akıllı sulama sistemlerinde yapay zekâ, derin öğrenme ve nesnelerin interneti uygulamaları*. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 20(1), 41–60. <https://doi.org/10.24102/tarmak.2024.20.1.41>
- Şahin, 2022-b, Digital agriculture, agriculture 4.0, intelligent agriculture, robotic applications and autonomous. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18, 68–83.
- Şahin, H. ve Ersöz S. (2024). Tarımsal sulamada yeni teknolojiler: akıllı sulama sistemleri. H. Çiftçi ve H. Şahin (Ed.), 12. Uluslararası Gap Zirvesi Bilimsel Araştırmalar Kongresi Bildiriler Kitabı içinde (s. 140). 12. Gap Kongresi'nde sunulan bildiri, Gaziantep.
- Tarım-Orman (2019) Tarım ve Orman Bakanlığı 2019 yılı faaliyet raporu
- Tarım Ve Orman Bakanlığı (2014-2018) Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018 yılı
- Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (TEAE) (2008). Ekonomik göstergelerle Türkiye’de tarım.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) (2022). Buğday Durum Tahmin Raporu 2022.
- Taşcı, R., Özercan, B., Bolat, M., Arslan, S., Yazar, S., Karabak, S., & Bayramoğlu, Z. (2020). Yozgat ilinde makarnalık buğday üretim ve pazarlama yapısının incelenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 30(2), 207220.
- Taşkın, Ö., Somuncu, M., & Çapar, G. (2022). İklim değişikliğinin Türkiye’de su kaynakları ve tarım sektörüne etkileri üzerine bir değerlendirme. *TÜCAUM 2022 Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 12-14 Ekim 2022, 468-484.
- Taştan, M. (2019). Nesnelerin interneti tabanlı akıllı sulama ve gübreleme kontrol izleme sistemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 229–246. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2101039>
- Toprak Mahsulleri Ofisi (2022) 2022 yılı hububat raporu
- Tuğay, M. E. (2012). Türk tarımında bitkisel üretimi artırma yolları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 1-8.
- Tuncer), Hububat 2006 (Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Fuarı) Gaziantep

360-365, (2006)

- Turmuş, E., & Güneş, E. (2020). Dünyada ve Türkiye’de gıda güvenliği/güvencesinin hububat sektörü yönüyle değerlendirilmesi. *Türkiye Biyoetik Dergisi*, 7(3), 124-143
- Tüfekçi, Ş., Yerlikaya, D. Ü., Polat, P. Ö. K. ve Yağdı, K. (2017). Ekim öncesi tohuma uygulanan bazı kimyasalların ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) çeşitlerinin çimlenme özellikleri ve fide gelişimine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 79-87.
- TÜİK. (2023). Tarım alanları, <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=tarım> (Erişim Tarihi: 02.03.2023).
- TÜİK, 2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr,https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>: [2023].
- Türkiye’de devlet politikaları (ss. 297-312), 1. Basım.
- Ugli, A. M. I. (2022). History of irrigation in the Fergana Valley. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(4), 157–159. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.40960>
- Uhri, A., "Boğaz Derdi, Arkeolojik, Arkeobotanik, Tarihsel ve Etimolojik Veriler Işığında Tarım ve Beslenmenin Kültür Tarihi", İstanbul, Ege Yayınları, (2011).
- United Nations. (2020). *Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable*. <https://sdgs.un.org/goals/goal11>
- Ülger, P., Gönülol, E. & Toruk, F. (2006). Avrupa Birliği sürecinde Türkiye tarımı, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(1), 13-17.
- Ülkeler, Türkiye Ve Dönüşüm Ekonomileri. *DergiPark Akademik*, 4(2), 141-156
- Vallejo-Gómez, D., Osorio, M., & Hincapié, C. A. (2023). Smart irrigation systems in agriculture: A systematic review. *Agronomy*, 13(2), 342. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020342>
- Vij, A., Vijendra, S., Jain, A., Bajaj, S., Bassi, A., & Sharma, A. (2020). IoT and Machine Learning Approaches for Automation of Farm Irrigation System. *Procedia Computer Science*, 167, 1250–1257. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.440>
- Wicks, G. A., Nordquist, P. T., Baenziger, P. S., Klein, R. N., Hammons, R. H., & Watkins, J. E. (2004). Winter wheat cultivar characteristics affect annual weed suppression. *Weed Technology*, 18(4), 988-998.
- World wildlife fund (2014). Yaşayan Gezegen Raporu 2014 (Erişim Tarihi:
- Yavuz, F. (2005). Türkiye’de Tarım. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü.
- Yavuz, T., Hakan, K. I. R., & Gül, V. (2020). Türkiye’de kaba yem üretim potansiyelinin değerlendirilmesi: Kırşehir ili örneği. *Türkiye Tarımsal*

Araştırmalar Dergisi, 7(3), 345-352.

Yenikaya, M. A. (2017). *Internet-aided smart irrigation and fertilization system* (Yüksek lisans tezi). İzmir Ekonomi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yenikaya, M. A., Güvenoğlu, E., & Kondakçı, S. (2022). Nesnelerin interneti (IoT) tabanlı akıllı sulama ve gübreleme sistemi. *Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 15(1), 1–10. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2101039>

Yıldız, M.Y. ve Özkaya, T., "Atalık Buğdaylara Dönüş ve Öncü Girişimler", Meltem İzmir Akdeniz Akademisi Dergisi, (5), 27-59, (2019)

Yıldız, S., Pazarcık, Y., Taşkiran, E., Deniz, A., & Bayezit, N. (2013). Buğday üreticilerinin yönetsel, üretimsel, iktisadi ve pazarlama problemleri üzerine Kars ilinde bir araştırma. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi*, 1(12), 73-95.

Yiğit, E. B., & Var, M. (2023). Ekolojik koridorlarda peyzaj yapısının ve değişiminin tanımlanması: Sazlıdere-Küçükçekmece örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1), 196-205

Ziraat Fakültesi Dergisi, 22,(2), 71-88, (2017).

Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1), 1-12.

Zulkadir, G., "Tahılların Antioksidan İçerikleri", *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2,(1), 122-132, (2022).

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

İsim Soyisim : SALİH ERSÖZ
Doğum Tarihi : 0000-00-00
Doğum Yeri : MARDİN
Telefon : 0500 000 00 00
E-Posta : mardinlisalihersoz@gmail.com



EKLER

EK 1

Bu anket çalışması, Güneydoğu Anadolu bölgesinde çiftçilerin damla sulama, akıllı sulama sistemleri hakkında farkındalık düzeyinin araştırılması için hazırlanmıştır. Teşekkür ederiz.

ANKET FORMU

İl/İlçe/Köy adı	
Cinsiyet	<input type="checkbox"/> Kadın <input type="checkbox"/> Erkek
Yaşınız	<input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 21-30 <input type="checkbox"/> 31-40 <input type="checkbox"/> 41-50 <input type="checkbox"/> 51-üstü
Eğitim durumunuz	<input type="checkbox"/> İlkokul <input type="checkbox"/> Ortaokul <input type="checkbox"/> Lise <input type="checkbox"/> Üniversite <input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Okul terk (kaçıncı sınıf)..... <input type="checkbox"/> Okur yazar değil <input type="checkbox"/> Sadece okur yazar
Hangi tip tarım yapmaktasınız?	<input type="checkbox"/> Kuru tarım <input type="checkbox"/> Sulu tarım <input type="checkbox"/> İkisi birlikte <input type="checkbox"/> Hiçbiri
Ekili ürüne göre arazi tipiniz nedir?	<input type="checkbox"/> Tarla arazisi <input type="checkbox"/> Meyve arazisi <input type="checkbox"/> Sebze arazisi <input type="checkbox"/> Örtü altı arazisi
Hangi ürünü yetiştiriyorsunuz	<input type="checkbox"/> Mısır <input type="checkbox"/> Pamuk <input type="checkbox"/> Buğday <input type="checkbox"/> Arpa <input type="checkbox"/> Mercimek <input type="checkbox"/> Sebze <input type="checkbox"/> Meyve <input type="checkbox"/> Diğer
Tarım İşletmelerinin yapısı nedir?	<input type="checkbox"/> Mülk <input type="checkbox"/> Kira <input type="checkbox"/> Mülk+Kira <input type="checkbox"/> Hiçbiri
Toplam arazi varlığınız ne kadardır?	<input type="checkbox"/> 10-50 da <input type="checkbox"/> 51-100 da <input type="checkbox"/> 101-200 da <input type="checkbox"/> 201 da dan fazla
Üretim alanı miktarınız ne kadardır?	<input type="checkbox"/> 10-50 da <input type="checkbox"/> 51-100 da <input type="checkbox"/> 101-200 da <input type="checkbox"/> 201 da dan fazla
Sulu tarım yaptığınız alan miktarınız ne kadardır?	<input type="checkbox"/> 10-50 da <input type="checkbox"/> 51-100 da <input type="checkbox"/> 101-200 da <input type="checkbox"/> 201 da dan fazla
Hali hazırda hangi tip sulama yöntemini kullanmaktasınız?	<input type="checkbox"/> Damla sulama <input type="checkbox"/> Yağmurlama (sprink) sulama <input type="checkbox"/> Sızdırma Sulama <input type="checkbox"/> Yüzey sulama Yöntemi <input type="checkbox"/> Salma Sulama Yöntemi <input type="checkbox"/> Karık Sulama <input type="checkbox"/> Tava Sulama Yöntemi <input type="checkbox"/> Uzun Tava (border) Sulama Yöntemi

1- Kaç yıldır Damla sulama/ Akıllı sulama faaliyeti yapıyorsunuz?

- a- 0-1 Yıl
- b- 1-3 Yıl
- c- 3-5 Yıl
- d- 5 + Yıl
- e- Damla sulama/Akıllı sulama yöntemi kullanmıyorum

EK 2

- 2- Damla sulama/ Akıllı sulama alanınız kaç dekar?
a- 0-20 Dekar
b- 20-50 Dekar
c- 50-100 Dekar
d- 100+ Dekar
e- Damla sulama/Akıllı sulama yöntemi kullanmıyorum
- 3- Tarımsal sulama desteklerinden yararlanma düzeyiniz nedir?
a- Hiç yararlanmadım
b- Kısmen yararlandım
c- Sürekli Yararlandım
- 4- Damla sulama/ Akıllı sulama memnuniyet düzeyiniz nedir?
a- Kötü
b- Kısmen İyi
c- İyi
d- Çok İyi
e- Damla sulama/Akıllı sulama yöntemi kullanmıyorum
- 5- Sulama sisteminde kullanılan su kaynağınız nedir?
a- Kuyu
b- Kanal
c- Gölet
d- Diğer
- 6- Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminde filtre kullanma düzeyiniz nedir?
a- Kullanmıyorum
b- Kısmen kullanıyorum
c- Kullanıyorum
d- Damla sulama/Akıllı sulama yöntemi kullanmıyorum
- 7- Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminde sulama aralığınız nedir?
a- 0-3 saat/Gün
b- 3-6 saat/Gün
c- 6-9 saat/Gün
d- 9-12 saat/Gün
e- 12-18 saat/Gün
f- Damla sulama/Akıllı sulama yöntemi kullanmıyorum
- 8 – Damla sulama koşullarında verim artışı gözlemlediniz mi?
a- Evet
b- Hayır
c- Damla sulama yöntemi kullanmıyorum
- 9- Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminde gübreleme-ilaçlama yapıyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır
c- Damla sulama/Akıllı sulama yöntemi kullanmıyorum
- 10- Damla sulama/ Akıllı sulama sisteminin kurulum maliyeti hakkında ne düşünüyorsunuz?
a- Düşük Maliyetli
b- Yüksek Maliyetli

EK 3

- 11- Damla sulama sistemine geçmenizdeki ana faktör nedir?
a- Su tasarrufu sağlaması
b- Enerji tasarrufu sağlaması
c- Verimi arttırması
d- Kolaylık sağlaması
e- Damla sulama sistemi kullanmıyorum
- 12- İşletmenize ait Traktör, Orak makinesi, Balya makinesi, Biçerdöver, Çapa makinesi, Harman makinesi, Pulluk, Silaj makinesi, Toprak frezesi, Pülverizatör, Kültivatör, Mibzer varlığınız nedir?
a- Yok
b- Var
c- Kiralık/Emanet
- 13- Toprak-Su analizi yaptırıyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır
- 14- Damla sulama/ Akıllı sulama yöntemini faydalı buluyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır
- 15- Damla sulama sistemi hakkında eğitim aldınız mı?
a- Evet
b- Hayır
- 16- Damla sulama sisteminde kullanılan makina, alet ve ekipmanların kullanımı hakkında eğitim aldınız mı?
a- Kurs/ seminer/ eğitim aldım
b- Sertifika aldım
c- Ehliyet aldım
d- Hiçbir eğitim almadım
- 17- Akıllı mobil cihaz kullanıyor musunuz ?
a- Evet
b- Hayır
- 18- Sabit bir internet erişim bağlantınız varmı?
a- Evet
b- Hayır
- 19- İnternet erişiminde sorunlar yaşıyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır
- 20- İnternet erişiminde yaşadığınız problem nedir?
a- Baz istasyonu olmaması
b- Baz istasyonunun yetersiz ve uzak olması
c- Akıllı mobil erişim cihazımın olmaması
d- Herhangi bir problem yaşamıyorum
- 21- Akıllı tarım teknolojileri hakkında bir bilginiz var mı?
a- Evet
b- Hayır

EK 4

- 22- Akıllı sulama sistemi hakkında eğitim aldınız mı?
a- Evet
b- Hayır
- 23- Akıllı sulama sisteminde kullanılan makina, alet ve ekipmanların kullanımı hakkında eğitim aldınız mı?
a- Kurs/ seminer/ eğitim aldım
b- Sertifika aldım
c- Ehliyet aldım
d- Hiçbir eğitim almadım
- 24- Akıllı tarım teknolojileri hakkında yeterli donanım ve bilgiye sahip olduğunuzu düşünüyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır
- 25- Akıllı tarım teknolojilerine dair kurum veya kuruluşlardan bilgilendirme amaçlı toplantı, seminer, kurs vb. dair herhangi bir duyuru aldınız mı?
a- Evet
b- Hayır
- 26- Akıllı sulama sistemine geçmenizdeki ana faktör nedir?
a- Su tasarrufu sağlama
b- Enerji tasarrufu sağlama
c- Verimi arttırması
d- Kolaylık sağlama
e- Akıllı sulama sistemi kullanmıyorum
- 27- Mahsul izleme amaçlı farklı uydu veya dronlar aracılığıyla uydu verileri kullanılarak gelişmiş dijital tabanlı bir uygulama kullanıyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır
c- Akıllı sulama sistemi kullanmıyorum
- 28- İnternet erişimli akıllı mobil cihazınız başta olmak üzere kullandığınız akıllı tarım teknolojileri aracılığıyla canlı olarak hava durumu tahminlerini takip ediyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır
c- Akıllı tarım teknolojilerini kullanmıyorum
- 29- Akıllı tarım teknolojileri sayesinde başta hava durumu tahminleri olmak üzere aldığınız veri ve bildirimler yaşanabilecek herhangi bir olumsuz duruma karşı tedbir almanızda olanak sağlıyor mu?
a- Evet
b- Hayır
c- Akıllı sulama sistemi yada teknolojilerini kullanmıyorum
- 30- Akıllı sulama teknolojilerinin kullanımında üretim verimliliğinde bir artış gözlemlediniz mi?
a- Evet
b- Hayır
c- Akıllı sulama sistemi kullanmıyorum
- 31- Akıllı tarım teknolojilerini faydalı buluyor musunuz?
a- Evet
b- Hayır

EK 5

32- Akıllı tarım teknolojileri ile akıllı sulama sistemi sayesinde daha az emek ve işçilikle daha çok verim elde ettiğinizi düşünüyor musunuz?

- a- Evet
- b- Hayır
- c- Akıllı sulama sistemi kullanmıyorum

33- Akıllı sulama sistemi ile akıllı tarım teknolojileri sayesinde maliyetlerde bir düşüş gözlemlediniz mi?

- a- Evet
- b- Hayır
- c- Akıllı sulama sistemi kullanmıyorum

34- Yeni tarım teknolojilerinden hangisine şu anda en çok ihtiyaç duyuyorsunuz?

- a- Dron
- b- Pamuk toplama makinesi
- c- Akıllı ilaçlama
- d- Akıllı sulama
- e- Otonom Traktör
- f- Dikey tarım uygulamaları
- g- Lazerli korkuluklar
- h- Akıllı Sensörler
- i- Hasat kalite otomasyonu
- j- Toprak DNA testi
- k- Arı vektörleme sistemi