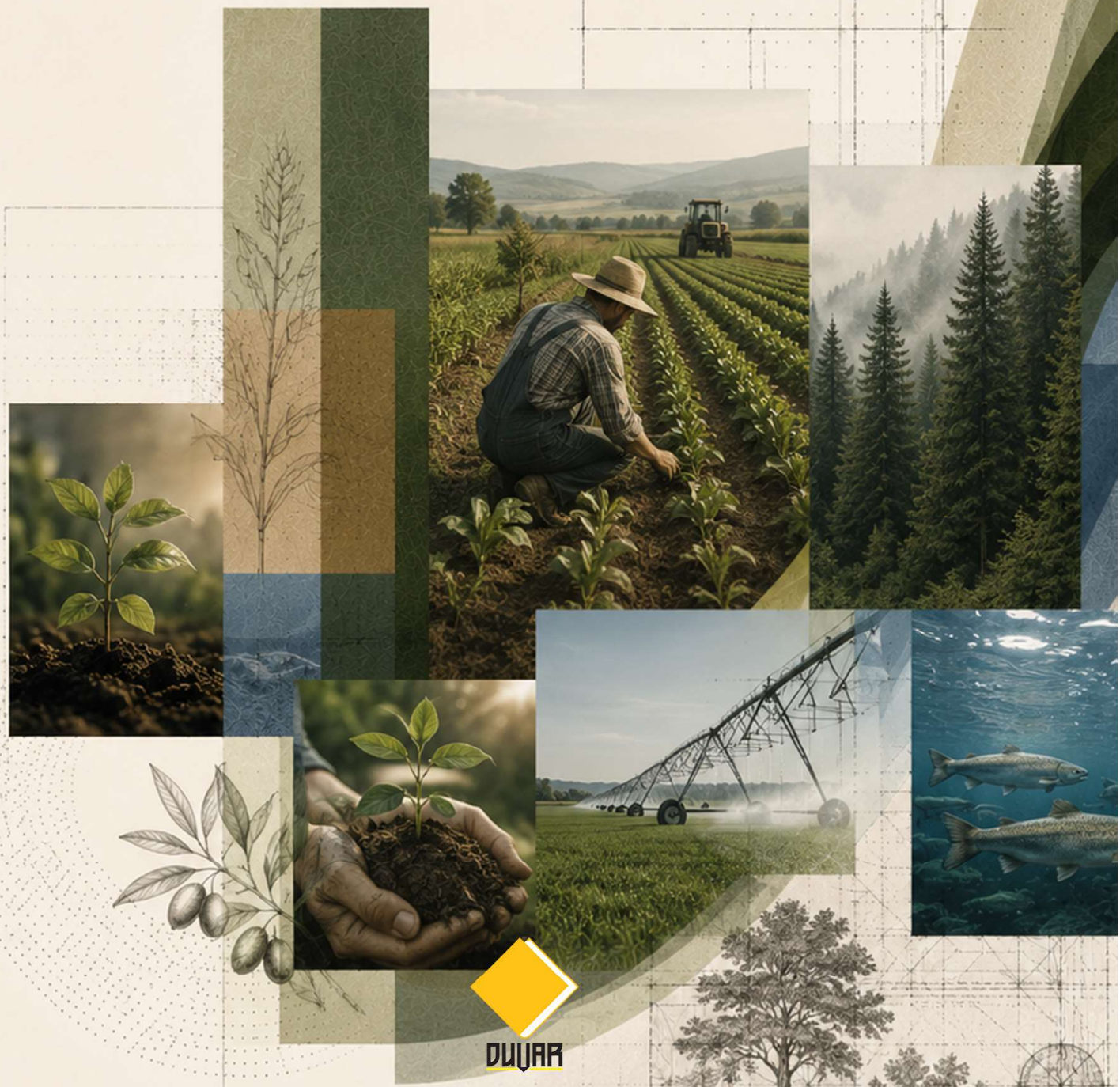
Tarım, Orman ve Su Bilimlerinde Güncel Tartışmalar ve Disiplinlerarası Yaklaşımlar

Editör: Doç. Dr. Senem ŞEN



DUVAR

TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİNDE GÜNCEL TARTIŞMALAR VE DİSİPLİNLERARASI YAKLAŞIMLAR

Editör

Doç. Dr. Senem ŞEN

Tarım, Orman ve Su Bilimlerinde Güncel Tartışmalar ve Disiplinlerarası Yaklaşımlar

Editör
Doç. Dr. Senem ŞEN

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek
Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar DESIGN
Basım Tarihi: Mayıs 2026
Yayıncı Sertifika No: 49837
E-ISBN: 9978-625-8756-68-5

© Duvar Yayınları
853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir
Tel: 0 232 484 88 68

www.duvaryayinlari.com
duvarkitabevi@gmail.com

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir. Yayınevi ve editörler sorumlu tutulamaz.

İÇİNDEKİLER

1.Bölüm 1
Dünyada ve Ülkemizde Organik Bağcılık
Arif ATAK

2.Bölüm 25
Bağcılıkta Akıllı Tarım Uygulamaları
Arif ATAK

3. Bölüm 43
Toprakların Mikrobiyal Çeşitliliğini Etkileyen Faktörler
Çiğdem KÜÇÜK

4. Bölüm 56
Hassas Hayvancılıkta Dijitalleşme, Sürdürülebilirlik ve Hayvan Refahı
Mehmet SARAÇOĞLU

5. Bölüm 68
Türkiye Kıyılarında Balon Balıkları ve İstiladan Kurtulma Arayışları
Okan AKYOL

6. Bölüm 82
Pestisitlerin Sucul Organizmalar Üzerindeki Genel Etkileri
Pınar YILDIRIM, Menekşe TAŞ DİVRİK

7. Bölüm 99
Ormancılıkta Sürütme Yollarının Yapım Sürecinin İncelenmesi
Gürkan ÇOLAK, Yılmaz TÜRK

2. Bölüm

Bağcılıkta Akıllı Tarım Uygulamaları

Arif ATAK[1]

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılında 9,7 milyara ulaşacağı öngörülüyor (Habib ve ark., 2025). Peki, bu süre boyunca insanlık, artan nüfusu besleyebilecek yeterlilikte kaynağa sahip olabilecek mi? Tam da tehlike çanları yoğun biçimde çalmaya başlamışken, Endüstri 4.0 bu konuda kurtarıcı olabilir mi? Geçmişte tarımda verimin artmasını sağlayan makineler bu sefer, akıllanmış halleriyle daha fazlasını başaracak gibi görünüyor. Akıllı Tarım veya Tarım 2.0 diye de adlandırılan bu teknoloji aslında endüstri 4.0'ın ortaya çıkardığı bir Yeşil Devrim. Çünkü artık akıllı tarım yöntemi ile çiftçiler, tarlalarını tablet ya da telefondan kolay bir şekilde kontrol edebilecek ve ilaçlama, sulama, dondan koruma gibi birçok işlemi uzaktan yapabilecek (Bulut ve Arslan, 2024). Akıllı tarım teknikleri sağladıkları birçok önemli avantajdan dolayı artık birçok bağ üreticisi tarafından da tercih edilmeye ve kullanılmaya başlandı. Özellikle şaraplık üzüm üreticilerinin bu teknikleri sıklıkla tercih etmeye başladığını görmekteyiz (Sarri ve ark., 2020). Dijitalleşme çabasının ardındaki temel amaçlar arasında verimlilik, şeffaflık, üretkenlik, yeni iş modelleri/değer önerileri ve sürdürülebilirliktir. Asma ve şarap sektörü bir bütün olarak teknolojideki gelişmelerden faydalanabilir, ancak bunlar zaman, para ve yeni yeteneklere önemli yatırımlar gerektirir. Bu genellikle yavaş benimsenmesinin arkasındaki ana nedendir (Bastard ve Chaillet, 2023).

Verimlilik

Artan verimliliğin, kıt kaynakları daha verimli bir şekilde yönetme/kullanma, çevreye zarar veren ürünlerin kullanımını azaltma ve daha hızlı iletişim kurma, toplantılar düzenleme veya belgeleri kolayca paylaşma/indirme becerisini geliştirme gibi önemli faydaları vardır. Manuel süreçlerin dijitalleştirilmesi, organizasyonların gelişimi ve hayatta kalması için önemli bir konu haline gelmiştir.

Asma ve şarap sektöründe bu, üzümlerin durumu ve kalitesi hakkında bağda veri elde etme, üretim kapasitesini artırma veya akıllı depolama gibi teknolojiler

[1] Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 16059, Bursa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-7251-2417 E-mail: arifatak@uludag.edu.tr

aracılığıyla manuel dağıtım süreçlerini iyileştirme gibi değer zincirinin farklı aşamalarında bir iyileşme olarak yansımıştır.

Üretkenlik

Aynı kaynaklarla yıllık üretimi artırmak, herhangi bir sektörün temel hedeflerinden biridir ve günümüzde dijitalleşmeyle güçlü bir şekilde bağlantılıdır Dijitalleşme yoluyla üretkenlik arttırabilmekte ve farklı ülkelerdeki kuruluşlar arasında çalışma yeteneği ve ithalat/ihracat konularında zamandan tasarruf sağlanabilmektedir. Dijital iyileştirmeler yardımıyla daha fazla değerlendirme için veri toplama kapasitesinin yüksek olmakta ve bu sayede bağcılık sektörünün maliyetleri azaltılarak üretkenliği artırılmaktadır. Ayrıca bağdaki veri toplama sayesinde bir sonraki üzüm satış ve işleme süreci için üzümleri ne zaman hasat edileceğine karar verirken daha iyi kararlar almasına olanak tanıyan gelişmiş karar alma sürecine yardım etmektedir.

Şeffaflık

Şeffaflık tüm hükümetler, kuruluşlar ve tüketiciler için büyük bir endişe kaynağı olmasına karşılık dijitalleşme ile birlikte bilgileri daha geniş bir kitle için daha erişilebilir hale getirilmektedir. Bu durumda ürün iyileştirmede önemli rol oynayan teknolojiler aracılığıyla başarıya büyük katkıda bulunmaktadır.

Son tüketiciler farklı kuruluşlarla doğrudan etkileşim kurabilir ve üretim aşamaları hakkında doğrudan bilgi alabilir (örneğin blok zinciri aracılığıyla), bu da son tüketiciler için açık bir avantajdır.

Üzüm ve şarap sektöründe tüketiciler için artan şeffaflığın bir örneği, QR kodu sayesinde geleneksel etiketlerin izin verdiğinden daha fazla bilgi eklenmesine ve bilgiye ulaşılmasına izin veren e-etiket sistemidir.

Değer önerisi ve yeni iş modelleri

Dijital dönüşüm tarımın da içinde olduğu birçok sektör için yeni fırsatlar sağladı. Her gün yeni ürünler ve kullanımlar ortaya çıkıyor ayrıca teknoloji gelişmeleri eski iş modellerinin hızla eskimesini neden olurken aynı zamanda bu modeller hızla değiştirilme şansına da sahiptirler.

Operasyonel mükemmellik ile müşterilere uygun fiyatlarla, doğru zamanda, hızlı ve uygun maliyetli tedarik zincirleri kullanarak ürünler sunulabilmektedir.

Satış kanallarının çevrimiçi olarak dijitalleştirilmesi sayesinde tüketiciler artık ürünleri daha kolay satın alabiliyor. Üzüm ve üzüm ürünleri artık müşterinin bir lojistik merkezine veya satış noktasına gitmesine gerek kalmadan doğrudan evlerine teslim edilebiliyor.

Bir diğer önemli faktör de hizmetlerin iyileştirilmesidir. Dijitalleşmenin hayata geçirilmesiyle birlikte kuruluşlar üyelerine daha iyi hizmet sunabilecek, onları daha iyi bilgilendirebilecek ve daha doğrudan ve etkili bir şekilde etkileşime girebilmelerine olanak tanıyacak.

Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik dijitalleşmenin ve akıllı tarımın en önemli sonuçları arasında yer alır. İklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunurken toprak kalitesini iyileştirmeye yardımcı olan rejeneratif tarım veya yeni su döngüleride (suyun toplanması, kullanılması ve yenilenmesi) sürdürülebilirliğe bu anlamda önemli katkı sağlar. Sınırlı kaynakları kullanırken, atık ve diğer kirliliğe neden olan yöntemlerden kaçınmak, ürünleri ve malzemeleri mümkün olduğunca uzun süre ve mümkün olan en yüksek değerde kullanmak, doğal sistemleri yenilemek en önemli sürdürülebilirlik uygulamalarıdır.

Akıllı Tarım Nedir?

Gelişmiş teknoloji ve modern yöntemlerin zirai alanda verimli ve etkin bir şekilde kullanılmasına Akıllı Tarım denir. Akıllı Tarım, tarımsal süreçleri iyileştirmek için bir dizi teknolojiyi, cihazı, protokolü ve hesaplamalı paradigmayı entegre eder. Büyük veri, yapay zeka, bulut ve uç bilgi işlem, bileşenler tarafından oluşturulan devasa verileri saklamaya, depolamaya ve analiz etmeye yönelik yetenekler ve çözümler sağlar (Sapna ve ark., 2026). Akıllı Tarım ile amaçlanan ana unsur; Tarımsal üretimde uygulanan girdilerin; ihtiyaç duyulduğu yerde, zamanda ve miktarda kullanılmasıdır.

Akıllı tarım, bir tarım işletmesinde ekim/dikim yapılmadan önce yada sonra birçok farklı alanda ve şekilde bize yardımcı olabilmektedir.

Akıllı tarımın hedefleri arasında gübre ve ilaç gibi kimyasal giderlerinin azaltılması; bu kullanımların azaltılarak çevrenin korunması; verim ve kalite artışı sağlanması; işletme ve yetiştiricilik kararları için daha etkin bir bilgi akışının sağlanması ve tarımda kayıt düzeninin oluşturulması yer almaktadır (Kumar ve ark., 2024a).

Nesnelerin İnterneti (IoT) Teknolojisi tarım, tarım teknolojisi ve tarımdaki birçok uygulamayı kapsar.

- Sensörlerin kullanımı,
- veri toplama,
- kablosuz ağlar,
- bulut platformları/veri analizi

tarımsal üretimde devrim niteliğindedir.

Akıllı Tarımın Ana Faydaları;

- Gerçek zamanlı ve akıllı maliyet yönetimi
- Arttırılmış (daha fazla) üretim
- Daha düşük üretim maliyetleri
- Operasyonel verimlilikler

Bağ İklim İstasyonları

Bağ iklim istasyonları, üzüm bağlarındaki sıcaklık, nem, yağış, rüzgâr ve toprak nemi gibi birçok mikroiklim verilerini anlık olarak ölçen, ayrıca hastalık tahmini, sulama zamanlaması ve don riski yönetimi sağlayan akıllı tarım sistemleridir (Fonseca ve ark., 2024). Bu istasyonlar sayesinde, gereksiz ilaçlama ve işçilik maliyetlerini düşürürken aynı zamanda verimliliği artırmak için üreticilere kritik veriler sağlamaktadır (Resim 1).

Bağ İklim İstasyonlarının Özellikleri

Erken Uyarı: Özellikle külleme ve mildiyö gibi önemli bağ hastalıkları için uygun koşulları önceden tespit ederek ilaçlama zamanını belirler.

Mikroklimaya Ait Ölçümler: Bağın sahip olduğu özel koşullara göre (toprak tuzluluğu, toprak nemi, yaprak ıslaklığı gibi) hassas veriler toplar.

Anlık Veri Sağlama ve Uzaktan Takip: Farklı firmalar tarafından geliştirilen sistemler, verileri istanilen zaman aralığında kaydederek bulut tabanlı uygulamalar üzerinden (telefon/PC) gerçek zamanlı veriler sunar.

Ani İklim Olayları Uyarısı: Özellikle don, dolu, aşırı yağış ve fırtına ihtimali gibi ani iklim olayları konusunda bağ üreticilerine SMS veya farklı bildirimlerle uyarı göndererek önlem almaları konusunda bilgi sağlayabilirler

Modüler Yapı: İklim istasyonları ihtiyaca göre üzerlerine ilave edilebilen modüllere sahiptir. Özellikle yetiştiriciliğin türüne ve bölgeye göre öncelik arz eden üniteler ve sensörler yerleştirilebilir. Güneşlenme, rüzgâr hızı, hastalık ve zararlı uyarı sistemleri gibi üniteler ihtiyaca göre eklenerek özelleştirilebilir.

Hassas Tarım ve Ürün Yönetimi

Geleneksel tarımda tarihsel verilere, deneyime ve ön görülere dayalı genel kararlar vererek arazi ve ürün yönetimine odaklanılmaktadır. Bu geleneksel kararlar ile gübre miktarı, sulama zamanı, tarımsal ilaçlama ve hasat zamanı belirlenmektedir. Nesnelerin İnterneti (IoT) nin ortaya çıkmasıyla birlikte; Akıllı Tarım (veya Hassas Tarım) yardımıyla faaliyet ve yatırımları için maksimum getiri için kullanabileceğiniz doğru, gerçek zamanlı bilgiler sensörler, GPS, haritalama ve veri analitiği yardımı ile kullanılarak tüm uygulamalar çok daha amaca uygun biçimde yapılabilmektedir. Akıllı yazılımlar önerilerde bulunabilir, alarmları tetikleyebilir ve verileri görselleştirmenize imkan sağlar. Raporlara ve iç görülere bir

web tarayıcısı, mobil veya tablet cihaz kullanarak erişmek mümkündür (Kumar ve ark., 2024b).



Resim 1. Hava ve topraktan verileri almak üzere bir bağa kurulu iklim istasyonu

Hassas veya Akıllı Tarım, bağ veya bahçenizle ilgili olarak sahip olduğunuz görünürlüğü ve kontrolü artırır (Resim 2). Bu faktörler daha iyi zaman yönetimi, daha iyi karar verme ve kaynakların (örneğin gübre ve sulama) daha pratik uygulanmasını sağlar daha sağlıklı mahsuller, daha yüksek verimler üretir ve kaynakları korumanıza olanak tanır (Resim 3). Tüm bu faktörler daha az iş, daha yüksek gelir ve daha düşük maliyet anlamına gelir.

Akıllı tarım uygulamaları olarak sensörler, uzaktan algılama, drone ve uydu teknolojileri, yapay zeka, robot teknolojileri ile görüntü işleme teknolojileri sıralanabilir (Köse ve Yaman, 2026).

Sensörler yardımıyla toprağın ve havanın ısısını ölçerek sulama ve ilaçlama gibi işler daha bilinçli ve doğru zamanda yapılabilir (Aarif ve ark., 2025). Kendi üretim alanlarındaki lokal meteoroloji istasyonları ile bölgesel tahminlere ulaşabilir ve böylece üreticiler kendi bölgelerindeki hava şartlarına daha hakim biçimde kararlar alabilirler (Collins ve ark., 2024). Akıllı sulama sistemleri de yine hayatı kolaylaştıran ve su tasarrufu sağlayan teknolojilerden birisidir. Artık cep telefonundan bile kontrol edilebilen sistemler mevcuttur. Tarla yada bahçeye gitme zahmetine ve masrafına katlanmadan çiftçiler bulundukları yerden tarla/bağ/bahçelerini sulama şansına sahiptirler (Ali ve ark., 2025). Uydu veya Dron görüntü işleme sistemleri yardımıyla arazilerin verimliliğini ve bu verimliliği etkileyen faktörleri araziye gitmeden tespit edebilmemiz mümkündür (Ogungbuyi ve ark., 2024). Görüntü işleme teknolojileri ile hastalık ve zararlıları da çok kolayca tespit edebiliriz (Ngugi ve ark., 2021).

Akıllı Tarım Uygulamaları Nasıl Kullanılır?

Ayrıca akıllı tarım uygulamalarıyla bağın hangi bölgesine, ne ölçüde ve ne tür gübreler atılması gerektiği, nasıl bir ilaçlama yapılacağı, asmaların sulama zamanı, toprağın durumu, tahmini hasat zamanı, detaylı ve gerçek zamanlı bir şekilde görülebilmektedir (Tardaguilla ve ark., 2021).

Akıllı tarım ile toprak nem seviyeleri sürekli olarak izleyerek gereksiz sulama ve aşırı sulama önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Toprak neminin hassas bir şekilde izlenmesi bu parametreleri optimize ederek yüksek kaliteli ve bol verimli bir üretim yapmamıza imkan verebilmektedir (Et-Taibi ve ark., 2024).

Bunlar akıllı tarım teknolojileri ile neyin mümkün olduğuna dair sadece basit bir örnek. Spesifik uygulamalar ve fırsatlar ürüne göre değişiklik göstermektedir.

Nesnelerin İnterneti Akıllı Tarım Teknolojilerinin bazı uygulamaları:

- **Toprak nemi izleme**
- **Sulama kontrolü**. Toprak nemi belirli bir seviyenin altına düştüğünde sulama vanaları etkinleştirilir.
- **Toprak besin analizi.** Topraktaki NPK seviyelerini izleyebilen sensörler kullanılır
- **Güneş radyasyonu**. Bitki büyümesini, sağlığını ve hastalık riskini öngören dijital modellerde kullanılacak güneş radyasyonu düzeyleri izlenir.
- **Hava istasyonları**. Rüzgar, yağmur, sıcaklık ve nem izleme kalite ve verim açısından izlenmesi gereken çok önemli faktörlerdir.
- **Hayvancılık takibi**. GPS özellikli varlık takibi, bir tasma takılarak çiftçinin hayvanlarının yerini belirlemesine olanak tanır.
- **Otonom çiftlik araçları.** Araç kullanma ve çalıştırma ile ilgili insan emeğini azaltır.

- **Tarımsal insansız hava araçları.** Üreticilerin tarla, bahçe ve bağlarını kolaylıkla incelemesine olanak tanır; hastalıkları, zararlıları veya büyümeyle ilgili diğer sorunları tanımak için görüntüleme teknolojisi kullanılır.

Bu uygulamalar gelirleri arttırıp maliyetleri düşürürken aynı zamanda da çevresel etkiyi de azaltma potansiyeline sahiptirler.

Günümüzde akıllı telefonlar artık sadece gençleri değil; bağ sahiplerini de akıllı telefon kullanıcıları haline getiriyor. Bugünlerde telefonun tarayıcısıyla yalnızca olağan e-postalara ve web sitelerine erişmekle kalmıyor, aynı zamanda akıllı telefonlar için tasarlanmış özel bağcılık araçlarına da ulaşılabiliyor (Gogiali ve ark., 2023). Bu araçlardan ulaşabilen veriler arasında;

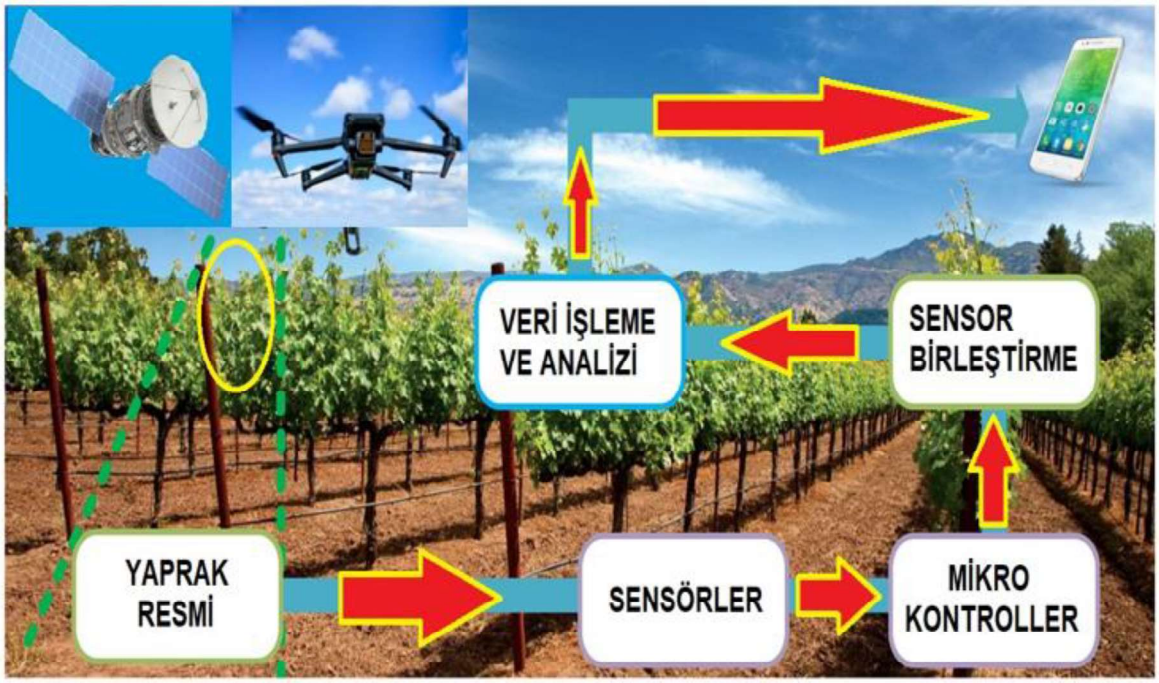
- Coğrafi verilerin toplanması ve bunlara erişilmesi
- Hava durumunu izleme
- Sulama verilerinin toplanması
- Paylaşmak için not alma ve fotoğraf çekme
- İşgücü verilerinin toplanması
- Veriminin tahmin edilmesi

Uzaktan uygulamalar yardımıyla donmaya karşı asma bitkilerini ve taze sürgünleri korumak için kullanılan yağmurlama sistemlerini başlatabiliyor. Sulama vanalarını açmak ve diğer benzer eylemleri başlatmak için uzaktan uygulamaların kullanımı giderek artıyor (St Fort ve ark., 2025). Özellikle üzüm bağlarına yönelik yazılımların taşınabilir bilgisayarlara yüklenen bağımsız ürünlerden internet tabanlı hizmetlere geçmesiyle birlikte genişledi. Sonuç olarak bağa gitme ihtiyacı da büyük ölçüde azaldı (Kovačević ve ark., 2025).

Günümüzde neredeyse tüm bağ sahiplerinin akıllı cep telefonu var; çünkü artık günümüzde pekçok günlük olay cep telefonu üzerinden kontrol edilebilir hale geldi. Akıllı telefonu olan herkesinde bildiği gibi ‘Wi-Fi veya hücresel veri ağını’ kullanarak (veri sinyalinin olduğu her yerden) internet üzerinden verilere erişebilebilmekte. Ancak bu programların akıllı telefonlar için optimize edilmesine ihtiyaç vardır. Ekranın küçük olması bazı sorunlar neden olmaktadır. İpad ve benzeri tablet cihazlar bu durum için daha büyük format seçeneklerini sunmaktadır. Birçok yazılım şirketi ve geliştiricileri, akıllı telefon boyutundaki ekranlar için biçimlendirilmiş özel sayfalar oluşturarak bu sorunu çözmeye başlamışlardır.



Resim 2. Akılı Bağcılığın farklı kullanım alanlarına ait resimler



Resim 3. Akılı Bağcılıkta veri akışı, veri işleme ve
veri analizinin şematik gösterimi

Akıllı sulama sistemleri, Bağ ve Meyve Bahçelerinde hem gerektiği zaman ve miktarda sulama için kullanıldığı gibi aynı zamanda don hasarını azaltmak için çok etkili çözümler sunabilmektedir. Çözüm tamamen otomatiktir ve standart yöntemlere göre çok daha az işgücü ve enerjiye ihtiyaç duyar. Sıcaklıklar 2,5°C'nin altına düşmeye başladığında (bu değer ayarlanabilir) donma koruma sistemi devreye alınmaktadır. Sıcaklık sensörleri radyasyon don zararı ihtimalini algıladığında, sürekli olarak asmaların kanopinilerinin üzerine su püskürtülür ve bu su buza dönüşür. Dondurma işlemi, mikro iklim yaratan ve üzüm veya meyve ağaçların yakınındaki havayı ısıtan gizli ısıyı açığa çıkarır. Her 1 gram su için 80 kalori enerji açığa çıkar.

Ayrıca bitki hücrelerinin içindeki suyun donmaması ve bitkiyi çevreleyen havanın donma noktasının çok altına düşmemesi için yaprakların üzerinde sürekli olarak oluşan ve eriyen ince bir buz tabakası oluşturulur. Sistem kendisini yalnızca don olayından sonraki sabah, yapraklar ve ağaçlardaki tüm buzun eridiği zaman kapatır. Yağmurlama sistemi kullanarak donmaya karşı koruma, sıcaklıklar güvenli seviyelere dönene kadar sistemin tüm donma olayı boyunca mahsul üzerine tutarlı bir su tabakası uygulamasını gerektirir. Uygun maliyetli koruma elde etmek için sprinklerlerin suyu omcaların sıraları arasına değil yalnızca omcaların bulunduğu yerlere uygulayacak şekilde yerleştirilmelidir (Bhavsar ve ark., 2023; Ahmed ve ark., 2023).

Örneğin, bir bağda omcalar toplam yüzeyin yalnızca yüzde 50'sini kapsıyorsa ve yağmurlama sistemleri suyu çıplak zemine değil yalnızca omcaların üzerine uygularsa (iyi bir koruma için 5 mm/saatlik bir uygulama oranı gerekli) sistem ana hattının yalnızca 2,5 mm/saat dağıtım yapması gerekecektir. Bu, tam kapsamlı sprinkler sistemine kıyasla sistem maliyetini %30-40 oranında azaltabilmektedir.

Bağcılıkta kullanılan akıllı yazılım uygulamalarının sayısı her yıl artmaktadır (Tardaguila ve ark., 2021; Ferro ve Catania, 2023). Bu uygulamalardan biriside Premiere Bağcılık uygulamasıdır. Premiere Bağcılık (Vineinfo.com), kullanıcıların budamadan şarap üretimine kadar tüm kritik bağ bilgilerini verimli bir şekilde yönetmesine ve izlemesine imkân sağlayan gerçek zamanlı İnternet tabanlı bir hizmet sunmaktadır.

Şirket bu yazılımında üç modül sunmaktadır.

PremiereData, PremiereDecision ve PremiereVision

PremiereData elektronik bir "dosyalama sistemi" sağlar. Bir bilgisayar (veya akıllı telefon) ve İnternet erişimi ile birçok bilgiye gerçek zamanlı ulaşmak mümkündür.

Klonlar, anaçlar, destek sistemleri, aralıklar, hava durumu verileri, yaprak ve toprak örnekleri, gübreler, besin uygulamaları, basınç okumaları, pestisitler, olgunluk takibi ve hasat sonuçları gibi unsurları takip eder.

Premiere Decision, yetiştiricilerin, kullanıcıların topladığı bilgilere dayanarak bağcılık ile ilgili kararları almasına yardımcı olur. Sulama yönetimi ve planlaması, ilaçlama uygulama emirleri, gübre, örtü bitkisi, toprak iyileştirme iş emirleri ve kapsamlı raporlama gibi farklı işlere yönelik araçların yanı sıra size ihtiyacınız olan bilgiyi verecek verim tahminini de içerir. Kararlar alındığında iş emri elektronik olarak oluşturulur ve saklanır.

Premiere Vision bir dizi entegre planlama aracı sağlar. Bu araçlar, bir yetiştiricinin bağındaki her bir blok için çiftlik planlarını, bütçelerini ve faaliyet programlarını içerir. Premiere Decision'ın programları, raporları ve iş emirleri Excel'e indirilebilir veya PDF olarak kaydedilebilir ve yazdırılabilir veya herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde herkese e-postayla gönderilebilir.

Akıllı Gübreleme Sistemleri

Farklı firmalar tarafından geliştirilen sistem ve yazılımlar sayesinde asma bitkisinde akıllı gübreleme sistemleri geniş alanlarda etkin biçimde kullanılmaktadır. Bu sistemler farklı gübre dağıtım çözümleri sunabilir. Böylelikle hem üzüm bağları hemde meyve bahçelerinin tamamı hassas ve eşit biçimde gübrelenebilir. Bu sistemler sensörler yardımıyla eksik olan besin elementlerini belirleyerek sisteme aktarılmasına da imkan verebilmektedirler (Papadopoulos ve ark., 2024).

Bir başka akıllı bağ uygulaması Kaliforniya'daki Napa vadisinde bulunan Bettinelli bağlarında uygulanmaktadır. Buradaki üzüm bağlarındaki hava koşullarını izlemek için akıllı telefonu kullanılıyor ve tüm veriler iklim istasyonundan alınıyor. Bu bağlarda en büyük endişelerinden birise elbette sıcaklık artışları ve don olayları. Üzüm bağlarındaki hava istasyonlarından alınan diğer verilerin yanı sıra sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü, toprak sıcaklığı ve nemi izleniyor. Bu hava istasyonları güneş enerjisiyle çalışıyor ve konuma bağlı olarak kendi uydu veya hücre bağlantılarını içermektedir. Bağ sahibi bağını evden veya sahadan izliyor ve sıcaklık düştüğünde veya çok yükseldiğinde sistemin onu araması için parametreleri ayarlayabilmektedir. Ayrıca su basıncını da kontrol edebilir.

Donmaya karşı yağmurlama sistemini çalıştırırken aynı zamanda tıkanma, suyun bitmesi veya pompa arızası nedeniyle basınç düşerse sistem bağ sahibini bilgilendiriyor. Ayrıca yakın zamanda yağmurlama vanalarını uzaktan açabilen akıllı bir sistemin de yeni kurulduğu bildiriliyor. Teknoloji dona karşı koruma için rüzgar makinelerini de çalıştıracak teknolojiye sahip olmasına karşılık su daha düşük sıcaklıklara karşı koruma sağladığından bu teknoloji kullanılıyor.

Bağ sahibi yeni akıllı sistemin daha erken kararlar almalarına imkan sağladığını söylüyor. Ayrıca geçmişte, fıskiyeleri sık sık emin olmak için gerekenden daha erken açmak zorunda kaldığını ve çok fazla sayıda olduğu için hepsini aynı anda yapamadığını söylüyor. Ayrıca sistemin çok daha fazla su ve yakıt tasarrufu sağladığı bildiriliyor (Northchutt, 2013).

Bir başka akıllı bağcılık uygulaması da gene California'daki bulunan Lamborn Family Vineyards'da yürütülmektedir.

Bağ sahibi bağının özelliklerini belirlemek için profesyonel bir iPad tabanlı GIS veri toplama ve veri kullanım platformu olan GISroam'u (A Geographic Information System) kullanıyor. Ayrıca hava durumunu kontrol etmek için akıllı telefonunu kullanıyor. Hava koşullarında hayatta kalmanın en önemli anahtarı bilgidir ve buna ulaşmak gerekir diyor. Ölçülebilen her şeyi değerlendirmek için akıllı teknolojileri kullandığını bildiriyor. Toprak, sıcaklık, rüzgar, nem gibi birçok veriyi kullanarak bunları üzüm bağları için mümkün olduğunca en uygun hale getirecek şekilde ayarlayarak bunları otomatikleştirmeye yardımcı olmak için kullanmaktadır (Casadó-Tortosa ve ark., 2025).

Ayrıca çeşitli yerlerdeki tomurcukların uyanmasını kaydetmek için asmanın büyüme aşamalarının fotoğraflarını çekiyor ve Evernote'u kullanarak notlar alıyor. Yeni projelerinden biri de blokları kolay tanımlama için QR kodlarıyla işaretlemek.

Bağ sahibi kendisi, Premiere Bağcılık tarafından sunulanlar gibi kapsamlı ürünlere ihtiyaç duymayan kişiler için daha basit bir veri tabanı olan iPhone uygulaması hazırlıyor. Bloklarla ilgili yönetim verilerini ve hasat verilerini içermekte ve internet üzerinden satışa sunulmakta.

Bağ yöneticilerine yönelik akıllı telefon uygulamalarının yanı sıra şaraphane uygulamalarına yönelik de pek çok uygulama geliştiriliyor. CELLARHAND ve EZYPRO bunlardan ikisi. Şaraphane için bazı bağcılık uygulamalarını birleştirmektedirler. Asma yoğunluğu hesaplayıcısı, verim tahmincisi ve hatta biyodinamik hesaplayıcı gibi özellikler içerebiliyor

Birçok bağcılık yazılımı tedarikçisiyle yapılan görüşmelerde, akıllı telefonlarda sahada kullanılmak üzere başka uygulamaların geliştirildiği veya değiştirildiği açıkça görülüyor (Parr ve ark., 2026). Bağ ilerlemesini haritalarken şeker, asit ve pH değerini okumak için üzüm suyunu bir akıllı telefon aksesuarına sıkarak mahsulünüzü izleyebilmenizin ne kadar zaman alacağını kim bilebilir?

Belkide kim bilir çıktı ve kullanılıyor…

Agrivoltaik/Vitivoltaik Sistemler

Agrivoltaik sistemler yükseltilmiş güneş panelleriyle elektrik üretilirken altında da tarım yapılmasına olanak sağlıyor. Özellikle kurak bölgelerde panellerin

gölgesiyle bir mikro iklim yaratırken elektrik ihtiyacı da karşılanabiliyor. Bağlarda kullanılan bu sistemlere vitivoltaik'te denmektedir.

İklim değişikliğinin bitkilerdeki stresi arttırması ve dengeli bir olgunluk indisi oluşumunu engellemesi güneş panellerinin bağlarda kullanımını özellikle serin iklimde şaraplık bağ üretimi yapan üreticilere önemli bir şans sunuyor.

Panellerin altında sıcaklık üç ila dört derece daha düşük ve daha az radyasyon var, bu da daha yavaş olgunlaşmaya yol açıyor. Asmalar daha az güneş yanığı oluyor, daha düşük şeker içeriğine ve daha yüksek asiditeye sahip oluyorlar. Paneller kuraklık sırasında buharlaşmayı da azaltmaya yardımcı oluyor ve altlarındaki toprak daha uzun süre nemli kalıp daha az sulama ihtiyacı oluşuyor (Magarelli ve ark., 2025; Hanrieder ve ark., 2026).

Alman SUNfarming firmasının ürettiği, fotovoltaik paneller ile tarımı birleştiren tarımsal voltaik sistemler, enerji üretiyor, bitki ve hayvanlar için barınak ve alan sağlıyor, yağmur suyunun daha verimli kullanılmasını sağlıyor (Sunfarming, 2026).

Yapay zeka daha sürdürülebilir ve organik bağcılık yapılmasına yardımcı olabilir mi?

Evet, Şu anda bağlarda kullanılan teknolojiler üreticilerin daha akıllı yaklaşımları benimseyerek gübre ve hastalık ve zararlılar için ilaç kullanımını azaltmalarına yardımcı oluyor. Sulama da aynı şekilde gerektiği kadar gereken alana verildiği için israf önlenirken, hastalık, yabancı ot riski azalıyor böylelikle daha sürdürülebilir bağcılık yapılabiliyor. Bunların hepsi kesin verilerin toplanmasına ve bağlarda olup bitenlerin anında analizine ve geliştirilmesine imkan veriyor (Maar, 2025). Yapay zeka ve makine öğreniminin sürdürülebilir şarap yapımının geleceğini şekillendirmede önemli bir rol oynadığına dair bir örnek verecek olursak;

2023 yılı için dünyada bir milyar şişe şarap üretilmiş ve bununda %3.5 in organik olarak üretilmiştir. Organik şarap yapımı, pazarın hala küçük bir kısmını oluştursa da, asma yetiştirme uygulamaları üzerinde önemli bir etki oluşturdu. Pek çok şarap imalathanesi, gübre ve hastalık/böcek ilaçlarını aşamalı olarak kaldırdıkları bildirdi. Hatta İspanya'nın kuzeyinde bir bölgede her şeyiyle tam organik şarap üretimine geçildi. İşte bu organik üretimde kalite ve verimden ödün vermeden bir üretim yapabilmek için akıllı tarım uygulamalarının ayrı bir önemi vardır (Agraso-Otero ve ark., 2025).

Böylece gerektiği kadar organik kökenli ilaç ve gübre kullanımının belirlenmesinde önemli rol oynayabilmektedirler. Genel olarak bakıldığında, kimyasal ayak izlerini azaltmanın yanı sıra kaynaklarının yönetimini iyileştirmek isteyen üretici sayısı giderek artıyor. Sürdürülebilirlik bunun genel adıdır. Yapay zeka, üzüm ve üzüm ürünleri üreticilerinin gübrelere, pestisitlere ve herbisitlere yaklaşımlarında daha seçici olmak için kullandıkları araçlardan biridir. Yapay zeka

sistemleri uydulardan, dronlardan ve yer sensörlerinden toplanan verilerle kimyasallara olan ihtiyacı ve bunların nerelerde kullanılacağını tam olarak değerlendirebiliyor.

Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), asmaların sağlığı hakkında bilgi sağlar. Bu analiz sayesinde çiftçiler hangi bitkilerde besin eksikliği olduğunu görebilir ve buna göre gübreleme yapabilir. Benzer şekilde bir zararlı salgınının erken evrelerde tespit edilmesi pestisitlerin yanlış kullanımını önleyebilir. Yapay zeka ve akıllı bağcılığın avantajları arasında "su, enerji, fungusit, insektisit ve herbisit kullanımının azaltılması ve sonuçta daha çevre bilincine sahip ve maliyet açısından daha verimli bir üretim yapılabilmesi yer almaktadır (Vera-Esmeraldas ve ark., 2025).

Günümüzde küresel iklim değişikliği ve bunun en olumsuz sonuçları arasında yer alan aşırı ısınma maalesef tarımın her dalında olduğu gibi bağcılığı da etkileyen en önemli sorunlar arasında yer alıyor. Güneş yanığı, küresel ısınmanın bağlar üzerindeki en önemli ve zararlı etkilerinden birisidir. Asmaların aldığı güneş ışığı miktarını kontrol edebilmek için bazı çözüm yolları aranmakta. Elbette asmaların gelişmesi için hala güneş ışığına ihtiyacı var, bu nedenle dengeyi sağlamak bazen oldukça zor olabilir.

Bu duruma karşı akıllı tarım teknolojileri bize ciddi yardımlar sağlayabiliyor. Agrivoltaik sistemler akıllı bağcılıkta son yıllarda bu amaçla öne çıkan uygulamalardan bir tanesidir. Güneş enerjisinden yararlanırken aynı zamanda gölgeleme yapmaya imkan veren bir akıllı bağcılık uygulamasıdır.

Hareketli güneş panellerine sahip, yapay zeka destekli dinamik agrivoltaik sistem günümüzde hem küresel ısınma hemde artan enerji maliyetleri nedeniyle giderek artan bir oranda kullanılmaya başlanmıştır. Güneş panelleri bağ için gölge sağlamakta aynı zamanda güneş ışığından maksimum oranda yararlanabilmek için farklı eğim derecelerine göre haraket edebilmektedir. Böylece yapay zeka algoritmaları, toprağın nemi ve ısı okumalarına dayanarak gerekli gölge miktarına ve panellerin eğimine ve yönlerine karar verebilmektedir (Coluccia ve ark., 2025). Sistem sıcak hava dalgalarının yanı sıra üzüm bağlarını dolu veya don gibi diğer istenmeyen hava olaylarına karşıda koruyabilir. Tabii ki işin güzel tarafı çiftçilerin kendi kullanımları için güneş enerjisi üretebilmesi ve bunu isterlerse ana şebekeye de aktarabilmesidir. Küresel ısınmadan kaynaklanan bir diğer sorun ise artan sulama ihtiyacıdır. Kaliteli üzüm elde etmek için bağın nem ihtiyacını tam olarak anlamak ve bitkileri buna göre sulayabilmek önemlidir. Elbette akıllı sulama aynı zamanda daha az su israfı anlamına da geliyor üstelik çevre dostu ve daha uygun maliyetli (Florea ve ark., 2025).

Şu anda yaygın kullanılan sulama sistemleri bağlardaki tüm asmalara aynı miktarda su sağlıyor. Ancak asmaların yaşı, alınan güneş ışığı miktarı veya toprağın

türü gibi faktörler nem gereksinimlerinin farklı olduğu anlamına gelir. Yapay zeka analiziyle birleştirilmiş granüler bir sulama sistemi, her bitki için gereken suyu ne fazla ne de az sağlayabilir. Gerekli pestisit ve gübreleri benzer bir yaklaşım ile ne kadar uygulanacağını IoT ve robotikler aracılığıyla yapılabilmektedir (Bayrak ve Olu, 2025).

KAYNAKLAR

Aarif K. O., Afroj, M.A. & Hotak, Y. (2025). Smart Sensor Technologies Shaping the Future of Precision Agriculture: Recent Advances and Future Outlooks, Journal of Sensors, 2460098, 26 pages. https://doi.org/10.1155/js/2460098

Agraso-Otero, A., Cancela, J. J., Vilanova, M., Ugarte Andreva, J., Rebolledo-Leiva, R., & González-García, S. (2025). Assessing the Environmental Sustainability of Organic Wine Grape Production with Qualified Designation of Origin in La Rioja, Spain. Agriculture, 15(5), 536. https://doi.org/10.3390/agriculture15050536

Ahmed, Z., Gui, D., Murtaza, G., Yunfei, L., & Ali, S. (2023). An Overview of Smart Irrigation Management for Improving Water Productivity under Climate Change in Drylands. Agronomy, 13(8), 2113. https://doi.org/10.3390/agronomy13082113

Ali, A., Hussain, T., & Zahid, A. (2025). Smart Irrigation Technologies and Prospects for Enhancing Water Use Efficiency for Sustainable Agriculture. AgriEngineering, 7(4), 106. https://doi.org/10.3390/agriengineering7040106

Bastard, A. & Chaillet A. (2023). Digitalization from vine to wine: successes and remaining challenges—A review. BIO Web Conf. 68, 01034. https://doi.org/10.1051/bioconf/20236801034

Bayrak, T., & Olu, M. (2025). Applications of artificial intelligence in smart agriculture: Plant health, drone technology, and digital communication. Journal of Agricultural Production, 6(3), 157-166. https://doi.org/10.56430/japro.1767174

Bhavsar, D., Limbasia, B., Mori, Y., Aglodiya, M.I. & Shah, M. (2023). A comprehensive and systematic study in smart drip and sprinkler irrigation systems. Smart Agric. Technol. 5, 100303. https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100303

Bulut, S. & Arslan M. (2024). Smart Agrıculture (Agriculture 4.0) Applications in Organıc Farming. ISARC International Science and Art Research Center. Available: https://www.researchgate.net/publication/382743305

Casadó-Tortosa, A., de Herralde, F., Savé, R., Peris, M., Lordan, J., Sánchez-Ortiz, A., Sánchez-Costa, E., Barbeta, A., & Funes, I. (2025). GIS-Based Approach for Modeling Vineyard and Apple Orchard Suitability in Mountainous Regions. Land, 14(11), 2135. https://doi.org/10.3390/land14112135

Collins, B., Lai, Y., Grewer, U., Attard, S., Sexton, J., Pembleton, K.G. (2024) Evaluating the impact of weather forecasts on productivity and environmental footprint of irrigated maize production systems. Sci. Total Environ. 954, 176368. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176368

Coluccia, S., Ruocco, M., Porta, D.D. & Langella, G. (2025). Agrivoltaic systems: State of the art and potential field applications. Energy Reports, 145, 1606-1633. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.07.038

Et-taibi, B., Abid, M.R., Boufounas, E.-M., Morchid, A., Bourhnane, S., Abu Hamed, T. & Benhaddou, D. (2024). Enhancing water management in smart agriculture: A cloud and IoT-Based smart irrigation system. Results Eng. 22, 102283. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102283

Ferro, M. V., & Catania, P. (2023). Technologies and Innovative Methods for Precision Viticulture: A Comprehensive Review. Horticulturae, 9(3), 399. https://doi.org/10.3390/horticulturae9030399

Florea, A. C., Sumedrea, D. I., Rodino, S., Ion, M., Dragomir, V., Dumitru, A.-M., Pîrcalabu, L., & Dinu, D. G. (2025). The Impact of Climate Change on Eastern European Viticulture: A Review of Smart Irrigation and Water Management Strategies. Horticulturae, 11(11), 1282. https://doi.org/10.3390/horticulturae11111282

Fonseca, A., Cruz, J., Fraga, H., Andrade, C., Valente, J., Alves, F., Neto, A. C., Flores, R., & Santos, J. A. (2024). Vineyard Microclimatic Zoning as a Tool to Promote Sustainable Viticulture under Climate Change. Sustainability, 16(8), 3477. https://doi.org/10.3390/su16083477

Gogiali, G., Nevi, Bissoni, M. & Dezi, L. (2023). Challenging In Tourism: From Boosterism As Usual To A More Responsible Tourism. Leveraging Technology to Enhance Customer Experience in Wineries: a comparative case study in Italy. Turistica, 32, 2. https://doi.org/10.70732/tijt.v32i2.31

Habib, M., Singh, S., Jan, S., Jan, K., & Bashir, K. (2025). The future of the future foods: understandings from the past towards SDG-2. NPJ Sci Food. 12, 9(1), 138. https://doi.org/10.1038/s41538-025-00484-x

Hanrieder, N., Wilbert, S., Solas, A.F., Kujawa, A., Weil, R., et al. (2026). Advanced Energy and Sustainability Research, 7, e70185. https://doi.org/10.1002/aesr.70185

Köse M. A. & Yaman M. (2026). Digital Agriculture in Fruit Production. ETHABD, 9, 16-30. https://doi.org/10.55257/ethabd.1867683

Kovačević, I., Aleksi, I., Keser, T., & Matić, T. (2025). Winnie: A Sensor-Based System for Real-Time Monitoring and Quality Tracking in Wine Fermentation. Applied Sciences, 15(21), 11317. https://doi.org/10.3390/app152111317

Kumar, A., Tiwari, H., Raushan, R., Surya, A. & Awasthi P. (2024a). Reviewing IOT technologies for enhancing sustainability in agriculture: a comprehensive perspective Educ. Admin. Theory Pract., 30(4), 10301-10310. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100487

Kumar, M., Bhattacharya, B.K., Pandya, M.R. & Handique, B.K. (2024b). Machine learning based plot level rice lodging assessment using multi-spectral UAV remote sensing. Comput. Electron. Agric. 2024, 219, 108754. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100487

Maar, B. (2025). Uncorking the Role of Artificial Intelligence in the Wine Industry. Retrieved from https://bmwineguide.co.uk/uncorking-the-role-of-artificial-intelligence-in-the-wine-industry/

Magarelli, A., Mazzeo, A. & Ferrara, G. (2025). Exploring the Grape Agrivoltaic System: Climate Modulation and Vine Benefits in the Puglia Region, Southeastern Italy. Horticulturae, 11(2), 160. https://doi.org/10.3390/horticulturae11020160

Ngugi, L.C., Abelwahab, M. & Abo-Zahhad, M. (2021). Recent advances in image processing techniques for automated leaf pest and disease recognition—A review. Inf. Process. Agric. 8, 27–51. https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.04.004

Northcutt, G. (2013). Napa Valley grower's high-tech management just the start. Western farm Press. https://fruitionsciences.com/download/press/napa-valley-growers-high-tech-management-just-the-start.pdf

Ogungbuyi, M. G., Mohammed, C., Fischer, A. M., Turner, D., Whitehead, J., & Harrison, M. T. (2024). Integration of Drone and Satellite Imagery Improves Agricultural Management Agility. Remote Sensing, 16(24), 4688. https://doi.org/10.3390/rs16244688

Papadopoulos, G., Arduini, S., Uyar, H., Psiroukis, V., Kasimati, A., Fountas, S. (2024). Economic and Environmental Benefits of Digital Agricultural Technologies in Crop Production: A review. Smart Agric. Technol., 8, 100441. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100441

Parr, B., Legg, M. & Alam, F. (2023). Grape yield estimation with a smartphone's colour and depth cameras using machine learning and computer vision techniques. Comput. Electron. Agric., 213, 108174. https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108174

Sapna, G.H. Chauhan, V., Pattanaik, K.K., Trivedi, A. & Ghosh. H. (2026). A comprehensive review of edge computing-empowered smart agriculture: trends, opportunities and future directions. Comput. Electron. Agric., 241, Article 111252, https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.111252

Sarri, D., Lombardo, S., Pagliai, A., Perna, C., Lisci, R., De Pascale, V., Rimediotti, M., Cencini, G., & Vieri, M. (2020). Smart Farming Introduction in Wine Farms: A Systematic Review and a New Proposal. Sustainability, 12(17), 7191. https://doi.org/10.3390/su12177191

St Fort J., V., Dukes, M., Agehara, S., Kadyampakeni, D. & Chase C.A. (2025). Micro-irrigation systems for water conservation during establishment and freeze protection in Florida strawberry production. Scientia Horticulturae, 350, 114368. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2025.114368

Sunfarming, 2026. https://sunfarming.de/en/business-areas/agri-and-eco-solar-plants/sunfarming-agri-photovoltaics

Tardaguila, J., Stoll, M., Gutiérrez, S., Proffitt, T. & Diago, M.P. (2021) Smart Applications and Digital Technologies in Viticulture: A Review. Smart Agric. Technol., 2021, 1, 100005. https://doi.org/10.1016/j.atech.2021.100005

Vera-Esmeraldas, A., Pizarro-Oteíza, S., Labbé, M., Rojo, F., & Salazar, F. (2025). UAV-Based Spectral and Thermal Indices in Precision Viticulture: A Review of NDVI, NDRE, SAVI, GNDVI, and CWSI. Agronomy, 15(11), 2569. https://doi.org/10.3390/agronomy15112569