



## TARIM 4.0 ÖLÇEĞİNDE BİR DİJİTAL TARIM UYGULAMASI: ÇİFTLİK İZLEME VE YÖNETİM SİSTEMİ

Onur SEVLİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Burdur

### Makale Bilgisi

Geliş tarihi: 04.09.2023

Kabul Tarihi: 17.10.2023

Yayın tarihi: 29.12.2023

### ÖZET

Tarım, dünya genelinde ekonomik gelişmenin temel unsurlarından biridir. Son yıllarda ortaya çıkan Tarım 4.0 kavramı ile birlikte tarım sektöründe bir dönüşüm meydana gelmeye başlamıştır. Tarım 4.0 üretim süreçlerini izlemek, optimize etmek için dijital teknolojiler, sensörler, nesnelerin interneti, yapay zekâ, robotik gibi teknolojilerin tarımsal süreçlere entegre edilmesini ifade eder. Tarım 4.0 teknolojilerine duyulan ihtiyaç giderek daha belirgin hale gelirken dünyada ve ülkemizde bu alandaki yatırımlar da hızla artış göstermektedir. Tarım sektörünün önemli sahalarından biri olan hayvancılıkta da dijital dönüşümün etkileri görülmektedir. Hayvancılık alanında Tarım 4.0 teknolojileri çiftliklerin verimliliğini artırarak, hayvan sağlığı ve refahını kontrol altında tutma, üretim süreçlerini optimize etme ve kaynakları etkin kullanma gibi avantajlar sağlamaktadır. Tarım 4.0 içerisinde sürü yönetim sistemlerinin önemli bir yeri vardır. Sürü yönetim sistemleri, çiftçilerin hayvanlarını daha verimli bir şekilde izlemelerini ve yönetmelerini sağlayan yazılımlardır. Bu çalışmada Tarım 4.0 ölçeğinde bir sürü yönetim yazılımı ve genişletilebilir ekosistem olarak geliştirilen Çiftlik İzleme ve Yönetim Sistemi (ÇİYS) projesinin teknik ve fonksiyonel özelliklerinden, modülleri ve işleyişinden söz edilmektedir. Ayrıca ana projeye entegre olan laboratuvar analiz uygulaması (ÇİYSLAB) ve mobil uygulamanın detaylarına da yer verilmiştir. Proje, hayvancılık alanında bölgenin ve ülkenin en büyük ihtiyaçlarından biri olan sağlıklı veri kaydı, çiftlik izleme ve yönetimini sağlayan bir ekosistem olup, gerçekleştirilen analizlerle geleceğe dönük projeksiyonlar oluşturulmasına ve verim artışına olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler;

Tarım 4.0, sürü yönetim sistemi, çiftlik izleme ve yönetim sistemi

## A DIGITAL AGRICULTURE APPLICATION ACCORDING TO THE SCALE OF AGRICULTURE 4.0: FARM MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM

### Article Info

Received: 04.09.2023

Accepted: 17.10.2023

Published: 29.12.2023

### ABSTRACT

Agriculture is one of the fundamental elements of economic development worldwide. With the emergence of the agriculture 4.0 concept in recent years, a transformation has begun in the agricultural sector. Agriculture 4.0 entails the integration of digital technologies such as sensors, the Internet of Things (IoT), artificial intelligence, and robotics into agricultural processes to monitor and optimize production processes. As the need for Agriculture 4.0 technologies becomes increasingly evident, investments in this field are rapidly increasing both globally and in our country. The effects of digital transformation are also evident in livestock farming, which is an important area of the agricultural sector. Within livestock farming, Agriculture 4.0 technologies offer advantages such as increasing farm efficiency, maintaining animal health and welfare, optimizing production processes, and efficient resource utilization. Herd management systems hold a significant place within Agriculture 4.0. These systems are software applications that enable farmers to monitor and manage their animals more efficiently. This study discusses the technical and functional features, modules, and operation of the Farm Monitoring and Management System, a herd management software developed as part of the agriculture 4.0 scale and an expandable ecosystem. Furthermore,

details of the integrated laboratory analysis application and the mobile application are also provided. The project represents an ecosystem that addresses the critical needs of the region and the country in livestock farming, namely healthy data recording, farm monitoring, and management, enabling the creation of future projections and increased efficiency through conducted analyses.

Keywords;

Agriculture 4.0, herd management system, farm monitoring and management system

## 1. Giriş

Tarım, dünyanın pek çok ülkesinde ekonomik büyüme ve kalkınmanın itici gücüdür. Tarım sektörü son yıllarda “Tarım 4.0” kavramının ortaya çıkması ve dijital teknolojilerin yaygınlaşması ile birlikte önemli bir dönüşüm geçirmeye başlamıştır (Bernhardt, 2021). Tarım 4.0, tarımsal üretim süreçlerini izlemek, optimize etmek ve otomatikleştirmek için dijital sensörler, nesnelerin interneti (Internet of Things – IoT), robotik, yapay zekâ, bulut bilişim ve büyük veri analizi gibi gelişmiş dijital teknolojileri tarımsal üretim süreçleri ve tedarik zincirlerine entegre etmeye olanak sağlayan teknolojilerin genel adıdır. Tarım 4.0 teknolojilerinin benimsenmesi, tarımsal üretkenliği artırma, atıkları azaltma, maliyetleri düşürme, gıda güvenliğini ve kalitesini artırma gibi büyük bir potansiyel ortaya çıkarmaktadır (Bi, 2022).

Dijital tarım teknolojileri, 2000’li yılların başında Alman Hükümeti’nin “Tarımın Geleceği Girişimi” programını başlatmasından bu yana hız kazanarak ilerlemeye devam etmiştir (Suwanan, 2021). Bu girişim, çiftçilerin ve üreticilerin verimlilik ve üretkenliklerini artırmalarını sağlamak için dijital teknolojilerin ve hizmetlerin geliştirilmesini teşvik etmeyi amaçlamıştır. O zamandan beri dünya çapında tarım sektöründe dijital teknolojilerin kullanımını artırma amacıyla benzer girişimler ve projeler yürütülmektedir (OECD, 2018). Dijital tarım uygulamalarının geliştirilmesi, çiftçilerin ve üreticilerin üretim verimlerini en üst düzeye çıkarmalarının yanı sıra zararlı çevresel etkilerin de azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ülkel şartlarda bilinçsizce yapılan uygulamalar akıllı teknolojilerin sağladığı doğru kararlar ile ortadan kaldırılmaktadır. Hassas tarım, akıllı çiftçilik ve dijital ikiz gibi teknolojilerin uygulanmasıyla çiftçiler ve üreticiler, doğru kararlar almak ve üretim süreçlerini optimize etmek için veri odaklı hareket edebilmektedirler. Gerçek zamanlı veri aktaran sensörler ve yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı, çiftçilerin üretim sahasından canlı veri ve geri bildirim almalarını sağlayarak ürünlerin kalitesini arttırmaya yardımcı olmaktadır (Beck, 2020). Üretim süreçlerini

iyileştirmenin yanı sıra, dijital tarım uygulamaları gıda israfını azaltmaya ve gıda güvenliğini artırmaya da yardımcı olmaktadır. Blok zincir, yapay zekâ, bulut bilişim ve IoT gibi teknolojiler kullanarak üreticiler ve tüketiciler, ürünlerin kökeni ve hareketini daha iyi görebilir ve çiftliklerin koşullarını gerçek zamanlı olarak izleyebilirler. Bu gelişmiş izlenebilirlik, gıda güvenliğini sağlamaya yardımcı olur ve gıda tedarik zincirinde daha fazla şeffaflık sağlar.

“Tarım 4.0” terimi ilk olarak 2020 yılında Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından kullanılmıştır ve dijital teknolojideki ilerlemelerle sağlanan modern tarım çağını ifade etmektedir (Garcia vd., 2020). Tarımın evriminde bir sonraki adım olan Tarım 4.0’ın amacı, çiftçilerin daha verimli ve üretken, üretimin daha sürdürülebilir olmasına yardımcı olacak dijital çözümler ortaya koymaktır. Tarım 4.0; sensör teknolojisi, robotik ve otomasyon, yapay zekâ ve büyük veri analizi dahil olmak üzere birçok farklı dijital teknolojiden oluşur. Bu teknolojiler, çiftçilere, çiftçilik operasyonları hakkında daha bilinçli kararlar vermek için kullanılacak gerçek zamanlı veri ve bilgiler sağlar.

Son yıllarda, dünya çapında hem kamu hem de özel sektörde Tarım 4.0 ve dijital tarım uygulamalarına artan bir ilgi ve yatırım gerçekleştirilmektedir. Örneğin, Avrupa Birliği’nin Horizon 2020 araştırma ve yenilik programında, dijital tarımda araştırma ve geliştirmeyi desteklemek için önemli miktarda fon ayrılmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Benzer şekilde, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı, dijital tarım teknolojilerinin benimsenmesini teşvik etmek için Tarım İnovasyon Gündemi ve Dijital Tarım Atlası (USDA, 2021) gibi çeşitli girişimler başlatmıştır.

Ülkemizde de önemi giderek daha çok fark edilen ve ihtiyacı daha belirgin hale gelen Tarım 4.0 uygulamaları; sektördeki verimliliği artırmak, kaynakların etkin kullanımını sağlamak, tarımsal üretimi modernize etmek ve sürdürülebilirlik açısından önemli rol oynamaktadır (Alcantara,

2021). Ülkemiz ve dünyada Tarım 4.0'ın önemi farklı boyutlar açısından şu şekilde değerlendirilebilir:

**Verimlilik artışı:** Tarım 4.0 teknolojileri; otomasyon, sensörler, yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi unsurları kullanarak tarımsal üretim süreçlerini optimize etmeye yardımcı olur. Bu sayede daha yüksek verimlilik elde edilip, kaynakların daha etkin kullanımı sağlanır.

**Sürdürülebilirlik:** Tarım 4.0 teknolojileri, su ve enerji tasarrufu sağlayan sulama sistemleri ve doğal kaynakların korunmasını destekleyen yöntemler gibi sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlar.

**İnovasyon ve rekabetçilik:** Tarım 4.0, yeni teknolojilerin tarım sektörüne entegrasyonunu teşvik eder ve yenilikçi tarım uygulamalarının geliştirilmesine yol açar.

**Kaynakların etkin kullanımı:** Tarım 4.0 teknolojileri, tarım faaliyetlerindeki kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılmasına yardımcı olur. Örneğin, sensörler aracılığıyla ortamın sıcaklık, nem, pH seviyesi gibi faktörleri izlenerek, doğru zamanda doğru miktarlarda kaynak kullanımı sağlanır. Bu da gereksiz kaynak tüketimini önlemeye yardımcı olur.

**İstihdam olanakları:** Tarım 4.0'ın gelişimi ve tarımsal dijitalleşme, yeni iş fırsatları ve istihdam olanakları yaratır. Tarım 4.0 teknolojilerinin uygulanması ve yaygınlaştırılması için uzmanlar, mühendisler, yazılım geliştiriciler ve diğer teknik becerilere sahip çalışanlara ihtiyaç duyulur (Ramos, 2021). Ayrıca tarımda dijitalleşme ve teknoloji kullanımıyla ilgili eğitim, danışmanlık ve destek hizmetleri sunan kuruluşlara da ihtiyaç doğmaktadır.

**Veri odaklı tarım yönetimi:** Tarım 4.0, büyük veri analitiği ve sensör teknolojileri sayesinde tarımın daha verimli ve akıllı bir şekilde yönetilmesini sağlar. Tarım alanlarından elde edilen verilerin analiz edilmesiyle, tarım işletmeleri daha iyi kararlar alabilir, üretim süreçlerini optimize edebilir ve kaynakları daha etkin bir şekilde kullanabilir hale gelirler. Veri odaklı tarım yönetimi, tarım sektöründe daha yüksek üretim verimliliği, kalite kontrolü ve maliyet tasarrufu sağlar (Sharma, 2022).

**İklim değişikliğiyle başa çıkma:** Tarım sektörü, iklim değişikliği ve olağandışı hava olayları gibi

zorluklarla karşı karşıyadır. Tarım 4.0 teknolojileri, iklim değişikliğiyle başa çıkmak için çeşitli çözümler sunar (Ciani, 2021). Sensörler ve meteorolojik verilerin analizi ile tarım işletmeleri, hava tahminleri ve iklim değişikliği modelleriyle uyumlu olarak üretim planlaması yapabilirler.

**Gıda güvenliği ve takip edilebilirlik:** Tarım 4.0, gıda güvenliği ve takip edilebilirlik konularında önemli avantajlar sunar. Örneğin, otomatik tanıma ve izleme sistemleri sayesinde, tarım ve hayvancılık ürünlerinin yetiştirilme, ürüne dönüştürülme, paketlenme gibi süreçleri takip edilebilir (Fukatsu, 2009). Bu da ürünlerin kalite kontrolü ve gıda güvenliği standartlarına uygunluğunun sağlanmasına yardımcı olur. Ayrıca tüketicilere, ürünlerin nerede ve hangi koşullarda üretildiği hakkında daha fazla bilgi sağlar.

## 2. Tarım 4.0 ve Hayvancılık: Dijitalleşme ve Teknolojik İlerlemenin Rolü

Tarım sektörü, dünya genelinde gıda üretimi ve temel bir ekonomik faaliyet olarak büyük öneme sahiptir. Hayvancılık, tarım sektörünün önemli bir bileşeni olup, et, süt, deri gibi hayvansal ürünlerin üretim dinamiklerini içerir. Günümüzde tarım sektörü, Tarım 4.0 olarak adlandırılan teknolojik gelişmelerin hız kazanmasıyla birlikte dijitalleşme ve otomasyon konularında büyük bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu bağlamda, hayvancılık sektörü de Tarım 4.0'ın etkilerini yoğun şekilde hissetmektedir.

Hayvancılık sektöründe Tarım 4.0 teknolojileri ve dijital çözümler, çiftliklerin verimliliğini artırarak, hayvan sağlığını kontrol altında tutma, üretim süreçlerini izleme ve yönetme, çiftlik kaynaklarını etkin kullanma gibi birçok avantaj sağlamaktadır (Oduniyi, 2022). Örneğin, akıllı hayvan izleme ve takip sistemleri sayesinde hayvanların hareketleri, vücut sıcaklıkları, nabız gibi verileri gerçek zamanlı olarak izlenip ve sağlık durumları hakkında anlık bilgi sahibi olunabilmektedir. Bu izlenebilirlik, erken teşhis ve müdahale imkânı sağlayarak anormal durumların ve hastalıkların erken tespit edilip önlenmesine ve rehabilitasyon süreçlerinin daha etkin yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, otomatik yemleme sistemleri ve süt otomatları gibi teknolojiler, hayvanların beslenme ve süt verimini optimize ederken, iş gücü maliyetlerini düşürerek çiftliklerin verimliliğini arttırmaktadır.

Tarım 4.0'ın hayvancılık sektöründeki bir diğer önemli etkisi, büyük veri analitiği ve yapay zekâ gibi

teknolojilerin kullanılmasıyla sağlanan veri odaklı karar verme süreçleridir. Çiftliklerdeki sensörler ve veri toplama araçları sayesinde elde edilen veriler analiz edilerek hayvanların sağlık durumu, beslenme alışkanlıkları, üretim verimliliği gibi birçok faktör hakkında kritik bilgiler elde edilebilmektedir (Morrone, 2022). Bu bilgiler, çiftlik yöneticilerinin istikrarlı kararlar almasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede, hayvan refahı ve verimliliği artırılarak, çiftliklerin sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda faaliyet göstermesi sağlanır. Bununla birlikte, veri analitiği ve yapay zekâ gibi teknolojilerin kullanılmasıyla, hayvan yetiştiriciliğinde genetik verimlilik, ırk seçimi ve genetik hastalıkların önlenmesi gibi konularda da önemli adımlar atılabilir (Liu, 2022).

### 3. Tarım 4.0 ve Sürü Yönetim Sistemleri

Sürü yönetim sistemleri, çiftçilerin hayvanlarını daha verimli bir şekilde izlemelerini ve yönetmelerini sağlayan yazılım sistemleridir (Ateş ve Şahin, 2021). Bu sistemler, hayvan davranışı, sağlığı ve üretkenliği hakkında veri toplamak için sensörler ve diğer IoT cihazlarını kullanır. Veriler daha sonra algoritmalar ile işlenerek çiftçilerin bilinçli kararlar almasına yardımcı olabilecek öngörüler üretilir.

Tarım 4.0'da sürü yönetim sistemlerinin önemi giderek artmaktadır (Dayıoğlu ve Turker, 2021). Bu sistemler sayesinde süt üretimi, üreme davranışları ve stok takibi gibi pek çok parametre izlenebilmektedir. Ayrıca hastalıkların erken belirtilerini tespit edilip olası sorunlara karşı uyarılar üretilebilmektedir. Sürü yönetim sistemlerinin modern çiftçilikte kullanılması sayısız fayda sağlar. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

**Gelişmiş hayvan sağlığı:** Sürü yönetim sistemleri, çiftçilerin hayvanlarının sağlığını gerçek zamanlı olarak izlemelerine olanak tanır (Neethirajan ve Kemp, 2021). Bu sayede potansiyel sağlık sorunları erken evrede tespit edilerek bunları önlemek veya hafifletmek için hızla harekete geçilebilir. Hastalığın erken tespiti olası salgınları risklerini azaltarak hayvan refahını iyileştirir.

**Artan verimlilik:** Sürü yönetim sistemleri, çiftçilere hayvan verimliliği hakkında gerçek zamanlı veriler sağlar. Bu veriler, yüksek performanslı hayvanları belirlemek ve bilinçli üreme kararları vermek için kullanılabilir. Ayrıca, yem ve beslenme programlarını optimize etmek için de bu verilerden

yararlanılır. Bu durum verimliliğin ve kârlılığın artmasına olanak sağlar.

**Daha iyi yetiştirme programları:** Sürü yönetim sistemleri, çiftçilere hayvan genetiği, üreme oranları ve diğer önemli parametreler hakkında bilgiler sunar. Bu bilgiler, çiftlik hayvanlarının genetik kalitesini iyileştiren yetiştirme programları geliştirmek için kullanılır. Bu şekilde tohumlama programları optimize edilerek daha yüksek gebe kalma oranlarına erişilebilir (Cockburn, 2020).

**Azaltılmış işçilik maliyetleri:** Sürü yönetim sistemleri, hayvancılıkla ilgili yoğun emek gerektiren görevlerin çoğunu otomatik hale getirir. Bu durum işçiliğe olan ihtiyacı azaltır; işçilik maliyetlerinin düşmesine ve verimliliğin artmasına olanak sağlar (Khanal vd., 2010).

### 4. Çiftlik İzleme ve Yönetim Sistemi

Bu çalışmada 2017 yılında T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenen “Burdur İli Sektörel Rekabet Gücünün Arttırılması: Tarım ve Hayvancılıkta Farklılaşarak Bütünleşik Kalkınma” projesi çatısı altında geliştirilen, bir Tarım 4.0 çözümü olan “Çiftlik İzleme ve Yönetim Sistemi'nin” teknik altyapısı, modülleri, fonksiyonel özellikleri açıklanarak ve hayvancılık alanına katkılarından söz edilecektir.

#### 4.1. Teknik altyapı

Çiftlik İzleme ve Yönetim Sistemi (ÇİYS) projesi katmanlı proje mimarisi yaklaşımı ile Microsoft ASP.NET teknolojisi kullanılarak geliştirilen platform bağımsız bir web uygulamasıdır. Verilerin depolanması için MSSQL Server veri tabanı kullanılmaktadır. Uygulama kurum içi özel bir bulut altyapısı üzerine konuşlandırılmıştır.

ÇİYS projesinin platform bağımsız ve web tabanlı oluşu, sistemi kullanan çiftliklerin ek sunucu yatırımı, kurulum ve depolama maliyetlerini ortadan kaldırmaktadır. İnternete bağlı herhangi bir cihaz ile istenilen her noktadan sisteme erişim olanağı mevcuttur. Bu anlamda işletme sahiplerinin çiftliklerini uzaktan izlemeleri ve gerekli işlemleri yerine getirmeleri mümkün olmaktadır.

Uygulamanın yetkilendirmesi sistem yöneticisi ve kullanıcı olmak üzere temel iki seviyede olup, kullanıcı yetkileri kendi içerisinde alt hiyerarşilere ayrılmaktadır. Çiftlik operatörleri ve veteriner hekimler odağında sistem üzerinde gerçekleşen her

bir operasyon için tanımlanan yetki atamaları kullanıcılara özgü olarak ayrı ayrı gerçekleştirilebilmektedir. Kullanıcı sınıfları sadece çiftlik operatörü ve veteriner hekimlerle sınırlı olmayıp istenilen operasyon yetkilerine sahip farklı yetkili sınıfları da rahatlıkla tanımlanabilmektedir. Yöneticiler en üst düzey yetkilere sahip olup yeni kullanıcılar tanımlama, çiftlik düzeyindeki yetkilendirme ve diğer tüm operasyonların erişimine sahiptir. Çiftlik oluşturma ve çiftliğe yetkili kullanıcı atama işlemleri yöneticiler tarafından gerçekleştirilmektedir.

ÇİYS uygulamasının teknik detayları şöyle sıralanabilir:

- Sisteme farklı coğrafyalardaki tüm çiftliklerden gelen veriler kurum içi bulut sunucularına aktarılmaktadır.
- Sistemin yönetimsel parametreleri kurumsal yöneticiler tarafından tanımlanabilmekte ve güncellenebilmektedir.
- Saha verileri internet alt yapısı olan bölgelerde anında güncellenebilmektedir.
- İnternete erişimi kısmen veya tamamen olmayan bölgelerde ise anlık sorgulama gerektirmeyen işlemler kullanılan cihazlar, tablet ya da cep telefonlarına çevrimdışı olarak kaydedilmekte

ve internet bağlantısına erişildiğinde ÇİYS sistemine senkronize edilmektedir.

- Tüm sisteme manuel olarak da veri girilebilmekte ancak entegrasyonu mümkün olan çiftlik cihazlarında veriler otomatik olarak da alınabilmektedir.

## 4.2.ÇİYS modülleri ve fonksiyonel özellikleri

ÇİYS projesi aşağıda belirtilen temel modüller ve fonksiyonel özelliklere sahiptir.

### 4.2.1.Hayvan kaydı

Uygulamanın başlangıç noktası olarak nitelendirilebilecek bu modülde doğum veya transfer yoluyla çiftliğe yeni gelen hayvanların kayıtları gerçekleştirilmektedir (Şekil 1).

Hayvan kayıt işlemi esnasında hayvana ait künye bilgileri olan küpe numarası, ırkı, cinsiyeti, mevcut statüsü (buzağı, inek, boğa vb.), doğum tarihi, çiftliğe giriş tarihi, satın alınan bir hayvan ise tedarikçi bilgisi, hayvanın ebeveynlerine ait küpe numaraları, çiftliğe giriş veya doğumdaki ağırlığı, skoru, fotoğrafı, türü (etçi, sütçü, damızlık) ve varsa hayvana verilebilecek etiketler sisteme girilmektedir.

The screenshot shows a web-based form for animal registration. The form is organized into several sections:

- Genel Bilgiler (General Information):** Includes fields for 'Görsel Küpe' (Visual Tag), 'Elektronik Küpe' (Electronic Tag), 'Çiftlik Numarası' (Farm Number), 'İrk \*' (Breed), 'Baba Küpe No' (Father Tag No), 'Vücut Kondisyon Skoru' (Body Condition Score), 'Notlar' (Notes), 'Adı' (Name), 'Doğum Tarihi \*' (Birth Date), 'Cinsiyet \*' (Sex), 'Grup' (Group), 'Anne Küpe No' (Mother Tag No), and 'Statü' (Status).
- Lokasyon Bilgisi (Location Information):** Includes 'Padok' (Paddock) and 'Lot Periyod' (Lot Period).
- Giriş Bilgileri (Entry Information):** Includes 'Değerlendirme' (Evaluation), 'Giriş Türü' (Entry Type), 'Tedarikçi' (Supplier), 'Giriş Ağırlığı' (Entry Weight), 'Giriş Tarihi' (Entry Date), and 'Fiyat' (Price).
- Yetiştirme Bilgileri (Rearing Information):** Includes checkboxes for 'Sütçü mü? \*' (Milk producer?), 'Etçi mi? \*' (Meat producer?), and 'Damızlık mı?' (Breeder?).

A 'Kaydet' (Save) button is located at the bottom right of the form.

Şekil 1. Hayvan kayıt modülü

Şekil 1’de görülen alanlardan ilk kayıt esnasında zorunlu olarak veri girişi yapılması gerekenleri ırk,

cinsiyet, doğum tarihi ve yetiştirme bilgileridir. Diğer bilgiler ilk kayıt esnasında girilebileceği gibi

sonradan da güncellenebilmektedir. Eğer doğum yolu ile hayvan kaydı yapılıyorsa sistem üzerinden hayvanın pedigrisi takip edilebilmektedir. Hayvanlara çeşitli etiketler tanımlanabilmekte ve bu etiketler kullanılarak gerektiği zaman gruplama ve arama yapılabilir. Hayvanın statüsü sistemdeki diğer veriler doğrultusunda (yaş, doğum, süt verimi vs.) otomatik olarak güncellenmektedir.

#### 4.2.2. Hayvan detay kartı

Hayvana ait genel bilgilerin, tartım, transfer, sağlık, sağım, soyağacı, adım sayısı, yapılan tahliller ve hayvana ait hatırlatmalar gibi detayların, hayvan fotoğrafı, laktasyon bilgileri ve hayvana ait tüm detay sürecin takvim bazında listelendiği alt modülleri içerir (Şekil 2). Her bir alt modülün temel işlevleri şu şekilde sıralanabilir:

Şekil 2. Hayvan detay kartı

- **Genel bilgiler:** Bu modülde hayvanın kimlik bilgileri, doğum veya çiftliğe giriş tarihi, ebeveyn, ırk, grup, ağırlık, etiket, fotoğraf gibi temel bilgileri listelenmektedir.
- **Transfer:** Transfer modülünde hayvanların padoklar ve ahırlar arasındaki transfer işlemleri gerçekleştirilmektedir. Transfer işlemi hayvanın hangi padoğa hangi tarihte transfer edileceği ve transfer sırasında opsiyonel olarak ağırlık verisi girilebilmektedir.
- **Tartım:** Bu modülde çiftlikteki hayvanların tartım bilgileri seans, tarih ve tartım ağırlığı verileri ile kaydedilmektedir.
- **Sağlık:** Bu modülde çiftlikte bulunan hayvanlara uygulanan sağlık işlemleri kayıt altına alınmaktadır. Hayvana uygulanan işlem ürünü seçildikten sonra işlem tarihi, dozaj, uygulama yolu, birim, depo ve uygulayan kişi bilgileri girilerek kayıt oluşturulmaktadır.
- **Teşhis:** Bu modülde hayvanlara konan hastalık teşhisleri kayıt altına alınabilmektedir. Teşhis edilen hastalık seçildikten sonra işlem tarihi,

teşhisi koyan personel ve tedavi sonucu verileri girilerek kayıt oluşturulmaktadır.

- **Üreme:** Bu modülde hayvanın tüm üreme döngüsüne ilişkin bilgilerin girişi gerçekleştirilmektedir. Bu modülde girilebilecek veriler kızgınlık, tohumlama, gebelik muayenesi, kuruya alma ve buzağılama temel bölümleri altında yer alır. Seçeneklerden tohumlama alanında 3 farklı veri işlem tipi bulunmaktadır. Bunlar doğal aşım, suni tohumlama ve embriyo transferidir. Seçilen işlem türüne göre kullanılan sperma, dozaj, ebeveyn küpe numaraları, işlem tarihi ve işlem yapan personel bilgileri girilerek kayıt gerçekleştirilmektedir. Bunun yanında kızgınlık tespiti, gebelik muayenesi, kuruya alma ve buzağılama işlemlerinde gerçekleştirilen her bir işlem, işlemi yapan personel ve işlem tarihi bilgileri ile birlikte kaydedilmektedir. Ayrıca buzağılama işlemlerinde doğan buzağı sayısı, varsa ölen sayısı ve ölüm nedeni bilgileri de kayıt altına alınır.



- **Sağım:** Bu modülde çiftlikte bulunan hayvanların süt verileri kaydedilmektedir. Burada sağım tarihi, süt seansı ve süt miktarı bilgileri girilerek kayıt oluşturulabilmektedir. Bunun yanında çeşitli teşhis işlemleri için kullanılacak süt iletkenliği ve birim hacimdeki somatik hücre sayısı bilgileri de opsiyonel olarak kaydedilebilmektedir.
- **Soyağacı:** Bu modülde çiftlikte kayıtlı her bir hayvanın, kayıt esnasında girilen ebeveyn bilgilerine bağlı olarak soyağacı oluşturulmaktadır.
- **Hatırlatmalar:** Bu modülde çiftlikteki tüm hayvanların yaklaşan sağlık, üreme, tedavi süreçlerine ilişkin otomatize edilen yapılacak işlemler, gün bazlı olarak listelenmektedir.
- **Tahliller:** Bu modülde hayvana ilişkin yapılan tahliller ve detayları görüntülenmektedir. Hayvanlara ilişkin tahlillerin veri girişleri ise ÇİYS yazılımına entegre şekilde çalışan laboratuvar yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.
- **Adım sayısı:** Bu modülde hayvan davranışlarına ilişkin bilgi çıkarımında rolü olan adım hayvana adım sayısı bilgisinin kaydı gerçekleştirilmektedir.

#### 4.2.3.Yemleme

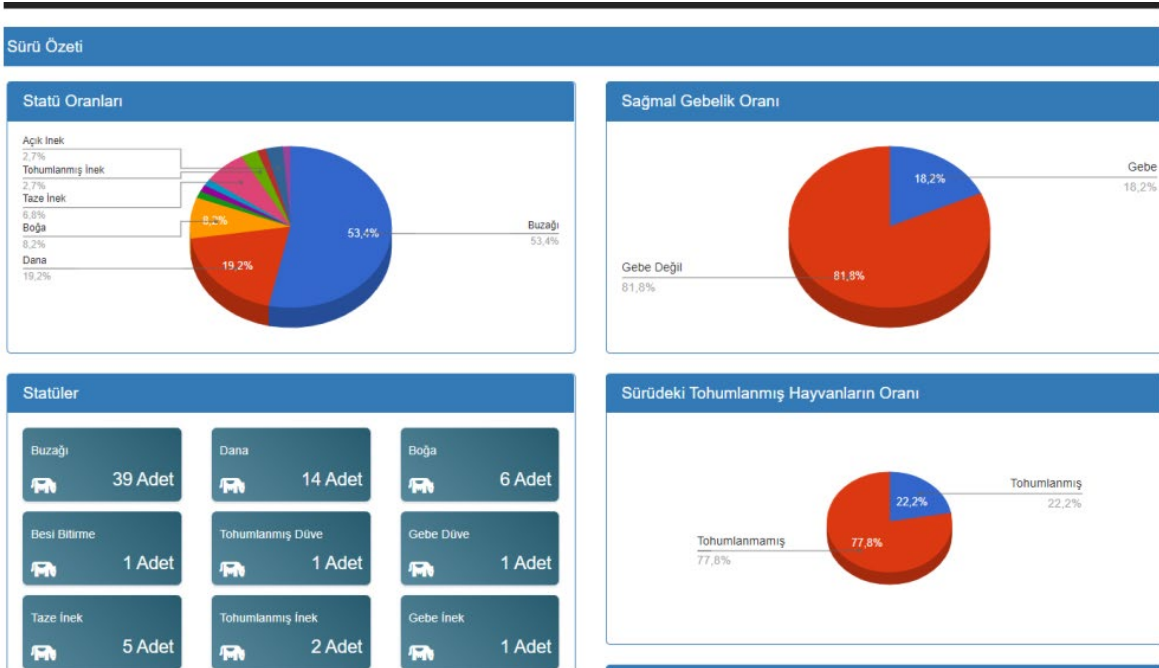
Çiftlikte yer alan hayvanların günlük beslenme verilerinin, yem ve rasyon bilgilerinin sisteme

kaydedilmesini sağlayan kısımları içermektedir. Hayvan beslenmesi için kullanılan tüm ürünler sistemde kayıt altına alınmaktadır. Modül altındaki yem tanımlama alanından yeni yem türleri ve çeşitli rasyonlar tanımlanabilmektedir. Burada yemlemede kullanılacak ürünün ismi, birimi, otomatik stok takip durumu, son kullanma tarihi, varsa opsiyonel parametreleri ve reçete durumu belirlenerek kaydedilmektedir. Opsiyonel parametreler yem içerisinde bulunan protein, enerji gibi öğelerin tanımlanabilmesi sağlar. Birden fazla ürünün bileşiminde oluşan yem tanımlamaları için reçete oluşturulur. Reçetesi var olduğu belirtilen yemler için, yemi oluşturan tüm alt ürünler oranları ile eklenebilmektedir.

Çiftlikteki hayvanlara yemleme yapabilmek için modül altındaki yemleme alanından kayıt oluşturulur. Yemleme yapılacak ahır ve padoklar, tarih ve yemleme seansı seçilerek verilecek yem ve miktar bilgileri girilerek kayıt oluşturulur. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan yem miktarı stoktan otomatik olarak düşülür.

#### 4.2.2.Sürü ve üreme özeti

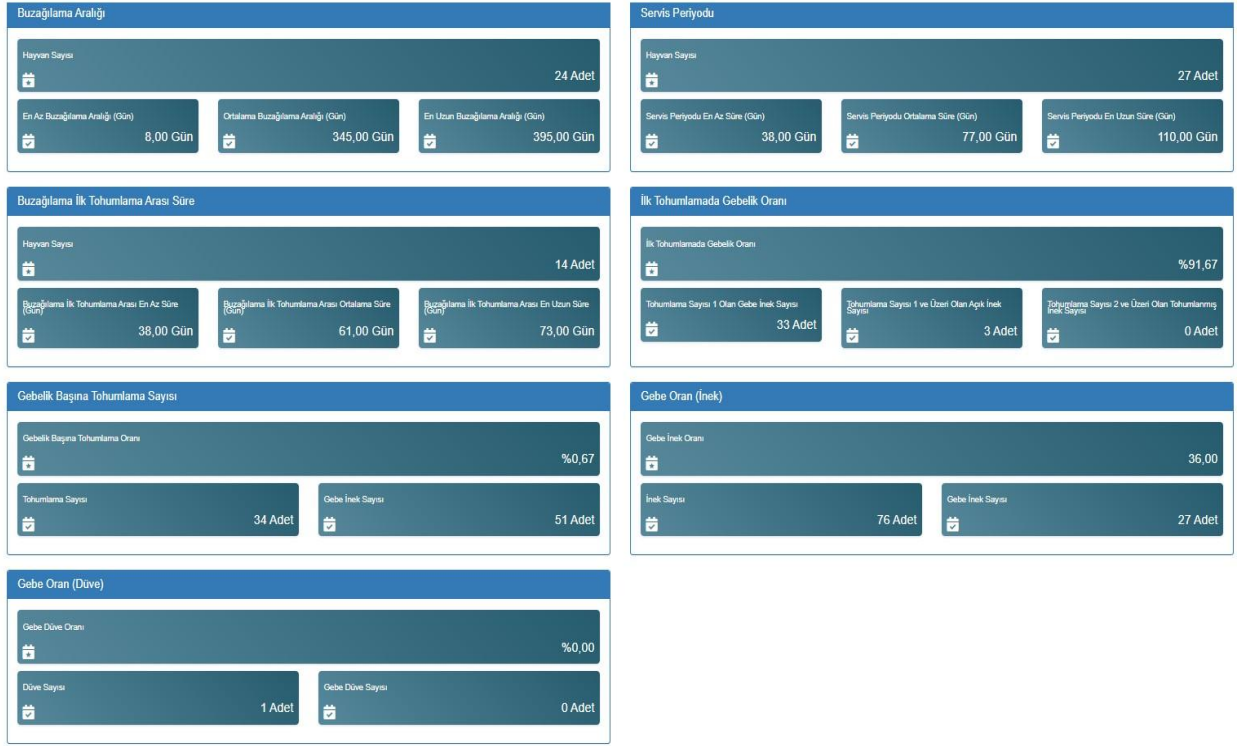
Sürü özeti, çiftlik içerisinde yer alan hayvan varlığına ait statü oranları, sürü yaşı, kuruda kalma ve gebe kalma süreleri, sağmal gün sayısı gibi nicel veriler ve oranların grafiklerle desteklenerek gösterildiği modüldür (Şekil 3).



Şekil 3. Sürü özeti

Üreme özeti modülünde ise buzağılama aralığı, servis periyodu, buzağılama ile ilk tohumlama arası geçen süre, ilk tohumlamada gebelik oranı, gebelik başına tohumlama sayısı, düve ve ineklerde gebelik

oranı gibi bilgiler raporlanmaktadır. Bu modül sürünün verimliliğine ilişkin önemli ipuçları sunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Üreme özeti

#### 4.2.5. Tanımlamalar

Çiftlik işlemlerini sürdürebilmek için öncelikle çiftlikte bulunan ırkların, ahır ve padokların, grupların, yemleme ve süt seanslarının, firmaların ve tedarikçilerin, hastalıkların ve benzeri temel alanların tanımlanması gerekmektedir.

Bu kısımda; yemleme/tartım/sağım seansları, ahır ve padoklar, gruplar, ırklar, depolar, üretim yerleri ve firmalar, hastalık, uygulama grupları ve protokol tanımlamaları, ecza, malzeme ve sperma tanımlamaları ile veterinerlik ve bakım işlemi tanımlamaları yapılabilmektedir. Tanımlamada ürün/işlem ismi, kodu, otomatik uygulama miktarı (kg başına miktar), stok ve son kullanma takibi seçenekleri belirlenerek ürün veya işlem sisteme kaydedilmektedir.

#### 4.2.6. Stok

Bu modülde stoktaki tüm ürünlerin listesi bulunmakta ve yeni ürünlerin stok kayıtları yapılmaktadır. Stok girişinin ardından her ürün kullanımında, ürünler sistem tarafından otomatik olarak stoktan düşülmekte ve bunun için kullanıcının

ek işlem yapmasına gerek kalmamaktadır. Stok tanımlama kısmında stok giriş tarihi, ürün, tedarikçi, miktar, birim, fiyat ve depo bilgilerinin doldurulması stok girişinin yapılması durumunda; stok, maliyet ve tedarikçi takibi yapılabilmektedir. Bunun yanında giriş ve tüketim zamanlarına bağlı olarak stok girişi yapılan ürünün işletme içerisindeki sirkülasyonu da görülebilmektedir.

#### 4.3. Mobil uygulama

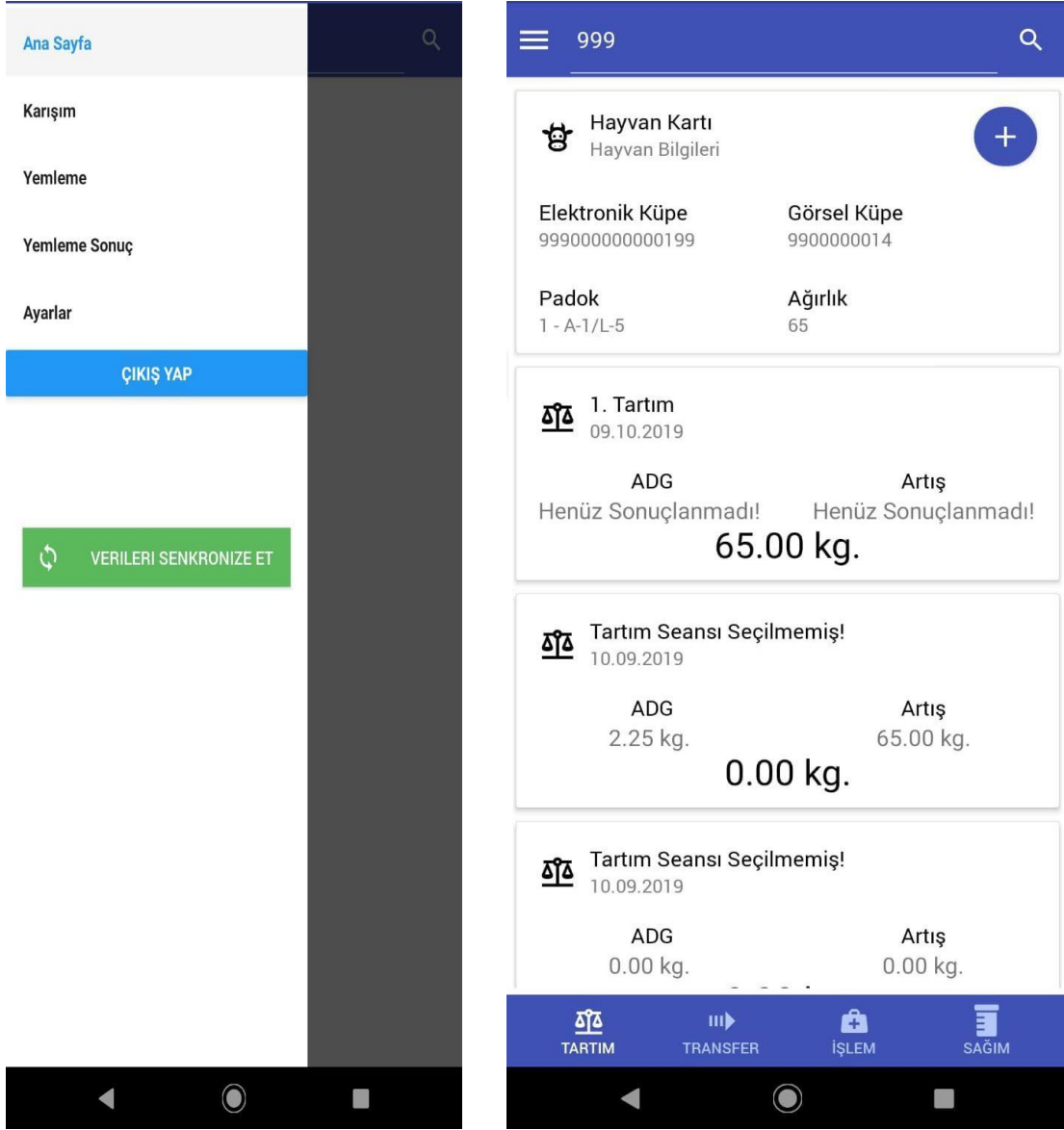
ÇİYS mobil uygulaması, sahada çalışan veteriner hekim ve kullanıcılara veri kayıt ve çiftlik takibinde kullanım kolaylığı sunan ve ÇİYS web uygulaması ile entegre çalışan bir mobil yazılımdır. Kullanıcılar; hayvanlarında takılı olan elektronik küpeleri elektronik okuyucular ile kolaylıkla okutarak ve okuyucu bulunmayan durumlarda manuel veri girişi ile tablet veya telefonları üzerinden, hayvana ait sağlık, süt verimi, transfer, tartım verilerini sisteme kolaylıkla ve kısa sürede aktarabilmektedirler (Şekil 5).

Toplu olarak gerçekleştirilen aşılama vb. bakım işlemlerinde elektronik küpeler bir grup hayvan için



toplu şekilde okutulup, okuyucu üzerinden Bluetooth ile mobil uygulamaya aktarılıp, toplu işlem kaydı bir

grup hayvan için tek bir seferde ve hızlı şekilde yapılabilir.



Şekil 5. ÇİYS mobil uygulama

ÇİYS mobil uygulaması internet erişimi olmadan çevrimdışı olarak da çalışabilmektedir. Özellikle sahada internet erişim imkânı olmayan bölgelerde gerçekleştirilen işlemler ÇİYS mobil yazılımı ile kullanılan telefon ya da tabletin hafızasında depolanmakta, internete ulaşılan noktalarda ise ÇİYS web uygulamasına senkronize edilebilmektedir. ÇİYS mobil ile sahanın en büyük sorunlarından biri olan kırsalda, internetin olmadığı bölgelerde veri kaydının yapılabilmesi için bir çözüm sunulmaktadır.

ÇİYS mobil uygulaması Android işletim sistemi için yerli uygulama olarak geliştirilmiştir. Bunun yanında IOS, Windows, MacOS, Linux vb. tüm farklı sistemlerde tarayıcı üzerinden ÇİYS web

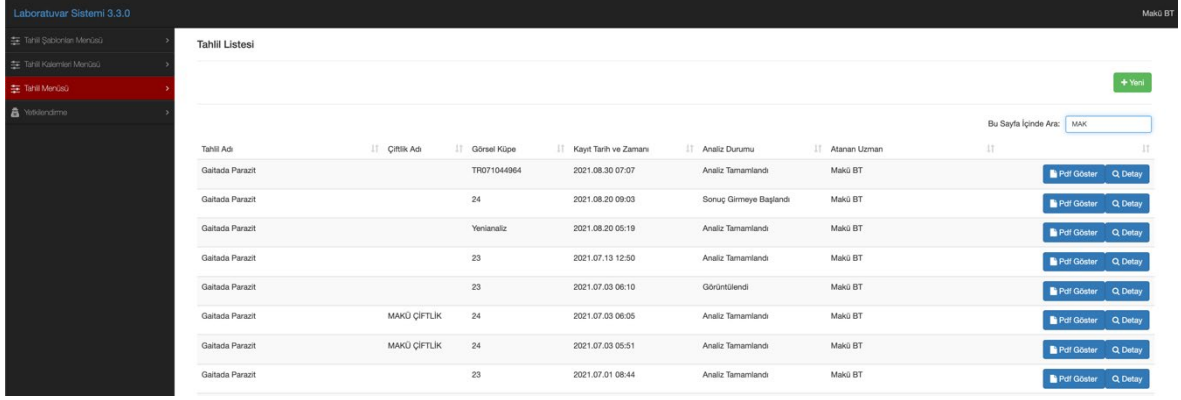
uygulamasına ulaşıldığında, tarayıcı adres çubuğunda beliren simge ile ÇİYS yazılımın kullanılan platforma özgü sürümünün oluşturulması sağlanmaktadır.

#### 4.4.Laboratuvar uygulaması

ÇİYS web ve mobil uygulaması ile entegre çalışan ve numune analizlerinin gerçekleştirildiği ÇİYS laboratuvar (ÇİYSLAB) uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulama sisteme girişi yapılan numunelerin laboratuvar uzmanları tarafından incelenerek tahlil sonuçlarının sisteme raporlanmasını sağlamaktadır. ÇİYSLAB uygulaması, uygulama için yetkilendirilmiş kullanıcılar tarafından kullanılabilir (Şekil 6). Sahadan alınan kan, idrar, dışkı, süt gibi numuneler saha veterinerleri ya

da yetkili diğerk kullanıcılar tarafından sisteme girilmektedir. Sisteme girişi yapılan numune ilgili alan uzmanı tarafından incelenip gerekli tetkikler

yapıldıktan sonra tahlil sonuçları sisteme kaydedilmektedir.



The screenshot shows the ÇİYSLAB application interface. On the left is a dark sidebar menu with options like 'Tahlil Şablonları Menüü', 'Tahlil Kalıplar Menüü', 'Tahlil Menüü', and 'Yardımcı'. The main area is titled 'Tahlil Listesi' and contains a table of test results. The table has columns for 'Tahlil Adı', 'Çiftlik Adı', 'Görsel Küpe', 'Kayıt Tarihi ve Zamanı', 'Analiz Durumu', and 'Atanan Uzman'. Each row includes a 'PDF Göster' and 'Q Detay' button. A search bar at the top right is labeled 'Bu Sayfa İçinde Arz: MAK'.

Tahlil Adı	Çiftlik Adı	Görsel Küpe	Kayıt Tarihi ve Zamanı	Analiz Durumu	Atanan Uzman	
Gaitada Parazit		TR071044964	2021.08.30 07:07	Analiz Tamamlandı	Makü BT	PDF Göster Q Detay
Gaitada Parazit		24	2021.08.20 09:03	Sonuç Girmeye Başlandı	Makü BT	PDF Göster Q Detay
Gaitada Parazit		Yenianaliz	2021.08.20 05:19	Analiz Tamamlandı	Makü BT	PDF Göster Q Detay
Gaitada Parazit		23	2021.07.13 12:50	Analiz Tamamlandı	Makü BT	PDF Göster Q Detay
Gaitada Parazit		23	2021.07.03 06:10	Görüntülendi	Makü BT	PDF Göster Q Detay
Gaitada Parazit	MAKÜ ÇİFTLİK	24	2021.07.03 06:05	Analiz Tamamlandı	Makü BT	PDF Göster Q Detay
Gaitada Parazit	MAKÜ ÇİFTLİK	24	2021.07.03 05:51	Analiz Tamamlandı	Makü BT	PDF Göster Q Detay
Gaitada Parazit		23	2021.07.01 08:44	Analiz Tamamlandı	Makü BT	PDF Göster Q Detay

Şekil 6. ÇİYSLAB uygulaması

Sisteme girilen her numune için sistem tarafından bir kare kod üretilmektedir. Bu kod sisteme girişi yapılan numune için eşsiz bir tanımlayıcı olup ilgili

numunenin takibini kolaylaştırmaktadır. Sisteme girilen numunelere ait bilgiler ve tahliller PDF formunda raporlanabilmektedir (Şekil 7).



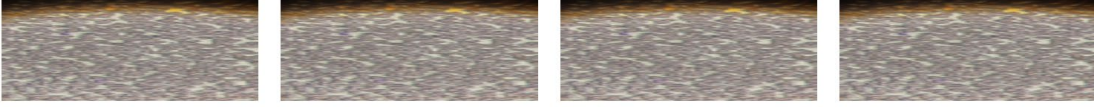
The screenshot shows a sample report card for 'ÇİYSLAB - T1 DIAGNOSİS'. It features the MAKÜ logo and a QR code. The report details include: 'Tahlil adı : Gaitada Parazit', 'Numune Alış Tarihi : 30.08.2021 07:07', 'Numune Sonuç Tarihi : 30.08.2021 10:09', 'Elektronik Küpe No :', 'Görsel Küpe : TR071044964', 'Numune Gönderen Kişi :', 'Tahlil Sonucu Giren Kişi : Makü BT', and 'Tahlil Sonucu : Pozitif'. A disclaimer at the bottom states: 'Bu rapor MAKÜ bünyesinde uzman kişiler tarafından incelenen örnekler üzerinden oluşturulmuştur. Sonuçlar sadece uzman görüşü olup teshis ve ya tedavi amaçlı kullanılamaz.'

Şekil 7. Numune raporu

ÇİYSLAB yazılımı, mobil mikroskop ile entegre çalışmaktadır. Mobil mikroskop ile sahadan alınan numune görüntüleri API üzerinden ÇİYSLAB yazılımına aktarılmaktadır. Sisteme girişi

gerçekleşen numune görselleri, girilen şikâyet bilgileri ile birlikte uzmanlar tarafından değerlendirilmekte ve sonuçları raporlanmaktadır (Şekil 8).

Tahill *	Gaitada Parazit
Çiftlik	BT
Numune Alış Tarihi	09.03.2020
Numune Giriş Tarihi	04.03.2020
Elektronik Küpe No	Elektronik Küpe No
Gorsel Küpe	DE000952325910
Şikayet / Tanı	Kripto Analizi



**Şekil 8.** ÇİYSLAB mikroskop görüntülerinin analizi

## 5. Tartışma ve Sonuç

Hayvancılık sektörünün en büyük sorunlarından biri sağlıklı veri kayıdır. Verilerini düzenli olarak kayıt altında tutan işletme sayısı sınırlı olup, ülkedeki hayvan sayısı ve hayvancılığa dayalı üretim düzeyi tahmini rakamlarla ifade edilip net ölçümler yapılamamaktadır. Sağlıklı veri kaydı için veri kayıt sistemleri gerekmekte, bu sistemlerin kurulumları ise işletmeye ciddi maliyetler getirmektedir. Ayrıca yerli kayıt sistemleri piyasada yeterli düzeyde olmayıp, yabancı kaynaklı sistemler kullanılmaktadır.

Tüm bu sorunlar sağlıklı veri kaydına yönelik, minimum maliyetli, yerli ve milli bir çözüme olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Geliştirilen ÇİYS projesi, bir işletmedeki hayvan varlığının kaydı, süt üretimi odağında verim takibi, kayıtlı soy bilgisi ile doğum öncesinden başlayıp, doğum ve hayvanın kesim vb. yolla çiftlikten çıkışına kadar olan süreçteki takibi, medikal işlemler, periyodik işlemler, rasyon ve yemleme, üreme ve kondisyon kaydı, stok takibi gibi geniş bir yelpazede, bir işletmenin ihtiyaçlarına cevap verecek ölçekte bir kayıt, takip ve raporlama sistemi sunmaktadır. ÇİYS projesi, küçük işletmeleri de kapsayacak şekilde her ölçekteki işletmeye minimum maliyetle maksimum özellikli bir kayıt, izleme ve yönetim sistemi sunmaktadır.

ÇİYS bir ekosistem olup içerisinde çiftlik yönetimi, laboratuvar, tartım ve sağım sistemlerine bağlantıyı sağlayan ara yüzler ile esnek ve ölçeklenebilir bir altyapı sunmaktadır. Web tabanlı bir sistem oluşu işletmeler için bilgi teknolojileri ve depolama maliyetini sıfıra indirmekte; verilerin ölçeklenebilir bir bulut altyapısında depolanması ve işlenmesine

imkân sağlamakta; aynı anda çok sayıda kullanıcıya performanslı bir şekilde hizmet sunmakta;

güncelleme ve iyileştirmelerin tek noktadan ve anında tüm kullanıcılara yansıtılmasını sağlamaktadır. ÇİYS projesi akademinin uzman kimliği ile sahayı bütünleştirmekte, sistem üzerinde yer alan verilerin lokal, bölgesel, genel ölçekte analizleri ve karşılaştırmalarını sağlamakta, akademik bilgi birikimini ve sektörün saha deneyimleri ile birleştirilerek hayvancılık sahasına katma değer olarak sunulmaktadır.

ÇİYS projesi sunduğu uygulama programlama ara yüzleri ile daha sonra geliştirilecek çiftlik donanımları ile entegrasyon kabiliyetine sahip bir çerçeve oluşturmaktadır. Mevcut kayıt sistemleri ile entegre olabilmekte, çiftliklerin ÇİYS sistemine kademeli geçişi için de uygun bir altyapı sağlamaktadır.

ÇİYS hayvancılık alanında bölgenin ve ülkenin en büyük ihtiyaçlarından biri olan sağlıklı veri kaydı, izleme ve yönetimi sağlayan yerli bir ekosistemdir. Sağlıklı veriler üzerinden bölge ve ülke verilerinin analiz edilerek geleceğe dönük sağlıklı projeksiyonlar oluşturulmasına, en az maliyetle maksimum verimin sağlanmasına, ülkenin dışa bağımlılığının azaltılmasına imkân sunan, ihraç potansiyeli olan, gelecek vadeden bir projedir.

## 6. Teşekkür

Bu çalışma, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca, 2017K12-41003-04 proje numarası ile desteklenmiştir.

## 7. Kaynaklar

- Alcantara, I.R., Schimidt, J.G.A., Vian, C.E.F., Belardo, G, 2021. Agriculture 4.0: Origin and Features in the World and Brazil. *Quaestum*, 2, 1-14.
- Ateş, M., Şahin, Y., 2021. Evaluation of Industry 4.0 Applications for Agriculture Using AHP Methodology. *Kocaeli Journal of Science and Engineering*, 4(1), 39-45.
- Beck, M.A., Liu, C.Y., Bidinosti, C.P., Henry, C.J., Godee, C.M., Ajmani, M., 2020. An Embedded System for the Automated Generation of Labeled Plant Images to Enable Machine Learning Applications in Agriculture. *Plos One*, 15, (12), e0243923.
- Bernhardt, H., Bozkurt, M., Brunsch, R., Colangelo, E., Herrmann, A., Horstmann, J., Kraft, M., Marquering, J., Steckel, T., Tapken, H., Weltzien, C., Westerkamp, C., 2021. Challenges For Agriculture Through Industry 4.0. *Agronomy*, 11, (10), 1935.
- Bi, X., Wen, B., Zou., W., 2022. The Role of Internet Development in China's Grain Production: Specific Path and Dialectical Perspective. *Agriculture*, 12, (3), 377.
- Ciani, M., Lippolis, A., Fava, F., Rodolfi, L., Niccolai, A., Tredici., M.R., 2021. Microbes: Food For the Future. *Foods*, 10, (5), 971.
- Cockburn, M., 2020. Application and Prospective Discussion of Machine Learning for The Management of Dairy Farms. *Animals*, 10, (9), 1690.
- Dayıoğlu, M.A., Turker, U., 2021. Digital Transformation for Sustainable Future-Agriculture 4.0: A review. *Journal of Agricultural Sciences*, 27, (4), 373-399.
- Fukatsu, T., Nanseki, T., 2009. Monitoring System for Farming Operations with Wearable Devices Utilized Sensor Networks. *Sensors*, 9, (8), 6171-6184.
- Garcia, S.N., Osburn, B.I., Jay-Russell, M.T., 2020. One Health for Food Safety, Food Security, and Sustainable Food Production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1.
- Khanal, A.R., Gillespie, J., MacDonald, J., 2010. Adoption of Technology, Management Practices, and Production Systems in US Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 93, (12), 6012-6022.
- Liu, B., Tao, W., Feng, D., Wang, Y., Heizatuola, N., Ahemetbai, T., Wu, W., 2022. Revealing Genetic Diversity and Population Structure of Endangered Altay White-headed Cattle Population Using 100 K SNP Markers. *Animals*, 12, (22), 3214.
- Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., Cappai, M.G., 2022. Industry 4.0 and Precision Livestock Farming (PLF): An Up To Date Overview Across Animal Productions. *Sensors*, 22, (12), 4319.
- Neethirajan, S., Kemp, B., 2021. Digital Livestock Farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 32, 100408.
- Oduniyi, O.S., Antwi, M.A., Mukwevho, A.N, 2022. Assessing Emerging Beef Farmers Participation in High-Value Market and its Impact on Cattle Sales in South Africa. *Int. J. Agril. Res. Innov. Tech.*, 11, (2), 27-36.
- OECD., 2018. How Digital Technologies are Impacting the Way We Grow and Distribute Food. <https://one.oecd.org>
- Ramos, P.H.B, Pedroso, M.C., 2021. Classification and Categorization of Brazilian Agricultural Startups (Agtechs). *INMR*, 18, (3), 237-257.
- Sharma, K., Sharma, C., Sharma, S., Asenso, E., 2022. Broadening the Research Pathways in Smart Agriculture: Predictive Analysis Using Semiautomatic Information Modeling. *Journal of Sensors*, 2022, 1-19.
- Suwanan, A.F., Rori, A.M., Kurniawan, D.T., 2021. The Critical Review of Agriculture Technological Transfer in the Era of Decentralization. *E3S Web Conf.*, 306, 03021.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020. AB Çerçeve Program Projeleri. Erişim Tarihi: 21.07.2023 <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/9/Ab-Cerceve-Program-Projeleri>