

# Veterinerler için Sensör Tabanlı Tanı Destek Sistemi: VET-DEY

Burak Yanığlı<sup>1</sup>, Kaan Kurtel<sup>1</sup>, Ufuk Çelikkan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> İzmir Ekonomi Üniversitesi, Sakarya Cad. No 156 Balçova, İzmir, Türkiye  
byaniglı@gmail.com, {kaan.kurtel, ufuk.celikkan}@ieu.edu.tr

**Özet.** Bu çalışmada, sığır cinsi hayvanlara ilişkin tıbbi bulguların, sensörler aracılığı ile toplanıp, kaydedilmesi ve veteriner hekime bu bulguların yollanıp, tanı aşamasında destek sağlaması amaçlanmaktadır. Çalışmada ayrıca, sensörlerden gelen ve gözlem yoluyla toplanan bulgular sayesinde, sığırlardaki hastalığın tanısına yönelik veteriner hekimin bilgilendirilmesini, hastalıklı sığırların kimlik bilgilerinin ve hastalık belirtilerinin Tanı Destek Sisteminde tutulmasını, ilgili taraflara ileterek maddi kayıplar oluşmadan, hızla tedavi süreci başlatılması hedeflenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sensör, Tanı Destek Sistemi, Bilgisayarlı Sürü Yönetimi, Veteriner

## 1 Giriş

Veterinerlik hizmetlerinden en önemlisi hayvanların sağlığının korunması ve hayvanlardaki hastalık belirtilerinin erken fark edilip tanının doğru konulmasıdır. Veteriner hekimler, karşılaştıkları medikal problemleri tanımlamaya ve çözmeye çalışırken, hastalıklara ilişkin bulguları tıbbi kayıt sistemi altında tutmaktadırlar [1].

Veteriner hekim, sığır cinsi hayvana teşhis koymak için bir dizi karar verme işlemi yapmaktadır. Bu işlemler hayvanın bakıcısı ile görüşme, hayvanı muayene etme ve hayvanın geçmişte yaşadığı rahatsızlık ve benzeri durumları değerlendirmesi ile gerçekleşmektedir. Sığır işletmenlerinde, sürülerdeki sığır sayısının fazlalığından ve sürü bakıcısının yeterli teknik ve tıbbi bilgiye sahip olmamasından dolayı, sürünün hastalık takibini gerçekleştirmek zor bir eylem haline dönüşmektedir. Hastalığın fark edilmediği durumlarda, salgın hastalıklar, tüm sürüye yayılarak, işletmeyi maddi yönden zarara uğratmaktadır. Ayrıca, hastalıklı sığırların denetim altına alınmadığı durumlarda sığır ölümlerine yol açmakta, süt ve et üretiminin hastalıklı ürünler ile yapılmasını tetiklemektedir. Diğer yandan, sığırlara verilen yemlerin besin değerlerinin doğru oranda veya yeterli miktarda olmaması, hayvanlar da fazla veya eksik beslenmeye dayalı yağlanma veya zayıflama sorunlarına neden olmaktadır.

Bu çalışmada veteriner hekimin sığıra ilişkin koyacağı tanıya yardımcı olmak üzere sensör tabanlı bir sistem sunulmaktadır. Sistem diğer çözümlerle karşılaştırıldığında entegre bir çözüm olup hayvan yetiştiriciliğiyle ilgili bütün paydaşlara bir katma değer sunmaktadır. Bunun yanı sıra hem hayvanın kendisine, hem de yaşam alanına ait verileri bütünleşik olarak değerlendirerek, sığır cinsi hayvanlar için bir tanı destek sistemi önerilmektedir.

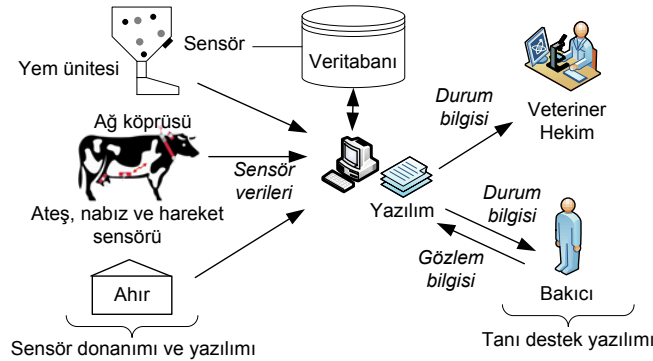
## 2 Literatür Özeti

Bir süt çiftliğinin kaliteli süt elde etmek için gerekli altyapı ve süreçleri RFID tabanlı olarak [2] de incelenmiştir. RFID yongaları kullanarak sıcaklık algılamasının mümkün olabileceğini [3] ve [4] de belirtilmiştir. Kablosuz sensör ağlarının büyükbaş hayvanların izlemesindeki kullanım durumu [5], [6] ve [7] de araştırılmıştır.

Endüstride yapılan araştırmada ise, Teta [8] sürü takip sistemi bilgi yönetimi ve otomatik besleme ürünleri bulunmaktadır. DeLaval [9], hayvanın kızgınlığını süttan alınan örneklere göre bulmaktadır. SCR [10] inek, sağım ve sürü takip konularında çözümler sunmaktadır. Nedap [11] ve Sezer Sağım Teknolojileri [12] Sürü Yönetim Sistemleri, kızgınlık takibi, yemleme, sağım sistemleri alanında faaliyet göstermektedir. Afimilk [13] ise hayvan çiftliklerine yönelik bilgisayar uygulamaları geliştirmektedir. Algan Yazılım [14], hayvancılık sektörüne RFID tabanlı büyükbaş hayvan takibi, sürü yönetimi, çeşitli besicilik sistemleri hakkında yapılmış çeşitli uygulamaları mevcuttur.

## 3 Sistem Tasarımı

VET-DEY sistemin genel görünümü Şekil 1'de sunulmaktadır.

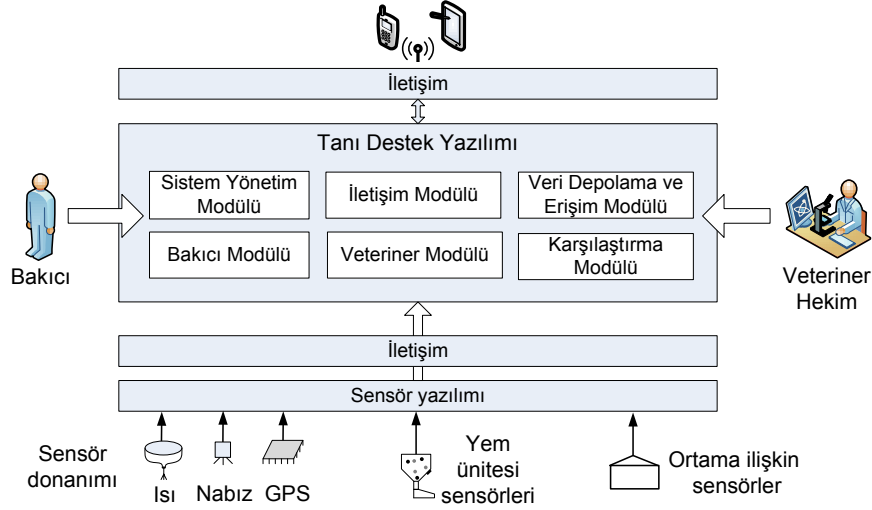


Şekil 1. VET-DEY sistemi.

VET-DEY sisteminin bileşenleri ve Tanı Destek Yazılımının modülleri Şekil 2'de sunulmaktadır. Projede, katmanlı mimari yapısının seçilmesinin nedeni, yazılımı oluşturan modülleri birbiri ile gevşek bağlamak suretiyle bir modülde olabilecek değişikliklerin, diğer modülleri en az etkilemesine ve modüllerin yeniden kullanılmasına olanak sağlamaktır. Örneğin sensör yazılımı ve iletişim modülleri Tanı Destek Sistemine bir arayüz ile bağlandıklarından dolayı bu modüllerin diğer uygulamalarda tekrar kullanılması mümkün olacaktır.

## 4 Sensör Donanım ve Yazılımı

Bu bölümde VET-DEY sistemine ait sensörler, bağlantıları ve veri iletişimi, sensör yazılımı açıklanmaktadır.



Şekil 2. VET-DEY sisteminin bileşenleri.

#### 4.1 Sensörler

Sistemde sensör verileri; 1) hayvana takılan ateş, nabız ve hareket sensörlerden elde edilen veriler ve 2) hayvanın beslenme ve barınma koşulları ile ilgili hayvan dışındaki kaynaklardan elde edilen veriler olarak ele alınmaktadır.

**Sıcaklık sensörü.** Projede sıcaklık sensörünün, kulak içine konumlandırılması öngörülmüştür. Projede MLX90614 kızılötesi termostatı kullanılmıştır [15]. Bu sensör temas olmaksızın sıcaklık verilerini ölçebilmektedir.

**Nabız sensörü.** SeedStuido tarafından geliştirilen HeartRate nabız sensörü kullanılmıştır [16]. Bu sensör doğru akımda 3 ile 5 volt arası gerilim ile çalışarak, düşük enerji tüketimi ile yüksek hassasiyet sağlamakta ve klipsli olmasından dolayı, sığırın kulak bölgesine kolayca takılabilmektedir.

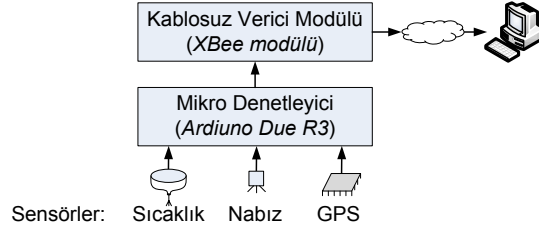
**Hareketlilik sensörü.** Hareketlilik, büyük baş hayvan hastalıklarını teşhis edilmesindeki temel belirtilerden birisidir [17]. Çalışmada sığırın hareketlerini bulmak için GY-NEO6MV2 GPS sensörü [18] kullanılmaktadır. Böylelikle sığırın konumu hakkında bilgi toplanmakta ve hareketliliği saptanmaktadır.

**Beslenmenin takip edilmesi.** Besleme ünitesinin temel fonksiyonu, hayvana ait yemleme durumunun takip edilmesidir. Hayvanın besleme alışkanlığı beslenme ünitesine, Arduino Uno, ağırlık sensörü, mesafe sensörü ve XBee kablosuz ağ modülünden oluşan bir devre kartı hazırlanacaktır.

**Ortamın takip edilmesi.** Hayvanlara sağlıklı barınma koşullarının sağlanması için ortama ait sıcaklık, nem ve havalandırmanın çeşitli sensörler aracılığı ile takip edilmesi amaçlanmaktadır.

## 4.2 Sensör Bağlantıları ve Veri İletimi

Sensörlerden elde edilen iki veri grubu için iki veri operasyonu tasarlanmıştır. Bu operasyonlardan ilki hayvana takılması planlanan kemere aittir. Bu veri toplama operasyonunda kemerin üzerindeki sensörlerden gelen sinyaller (ateş, nabız ve hareketlilik verileri) Arduino Mega 2560 mikro kontrolü ile denetlenmektedir. Sensör verilerinin kablosuz ağ yardımı ile bilgisayara iletilmesi, Digi firması tarafından üretilen XBee haberleşme modülünün Arduino üzerine takılması ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). İkinci veri toplama operasyonunda ise yem ünitesindeki RFID tabanlı sensörler aracılığı ile beslenme verileri doğrudan bilgisayara gönderilecektir. Veri operasyonlarının iki ayrı şekilde ele alınmasının nedeni, yem ünitesi sabit bir konuma sahipken, sığırın konumunun sürekli değişmesidir.



Şekil. 3: Sığır cinsi hayvana takılan sensörler.

## 5 Tanı Destek Yazılımı

Tanı Destek Sisteminde, sensörler aracılığıyla sığırdan toplanmış olan veriler veri tabanında saklanarak, sağlıklı hayvan bilgisi ile karşılaştırılmıştır. Sağlıklı olmadığı tespit edilen sığırlara ilişkin durum bilgisi öncelikle bakıcının mobil cihazına gönderilmiştir. Bakıcı öncelikle hastalık şüphesi taşıyan hayvanı kontrol ederek izlemeye alacak ve gözlemleyerek (dışkılama, salya, gözyaşı gibi) sisteme girecektir. Bu işlemi takiben yeni durum bilgisi veteriner hekime bakıcının gözlem bilgisini de içerecek şekilde mobil olarak gönderilecektir. Tanı destek yazılımındaki modüller aşağıda sunulmaktadır.

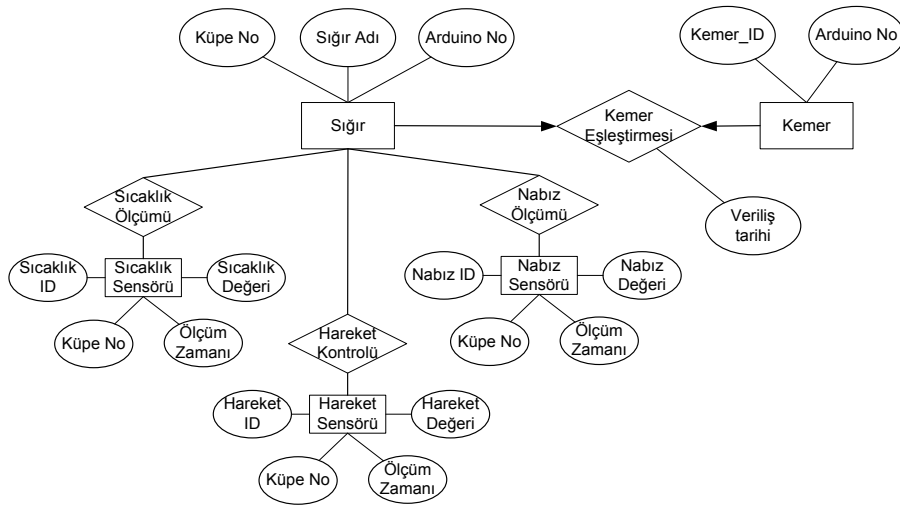
**Sistem Yönetim Modülü:** Bu modül sistemin bir bütün olarak aksaksız çalışmasını sağlayacak parametrelerin tanımlanması ve konfigürasyonu ile ilgilidir. Temel fonksiyonları: 1) işletme bilgileri ve işletmeye ait sığır cinsi hayvanın kaydedilmesi, 2) kemer numarasının hayvana atanması, 3) sürü veya bireysel olarak hayvan hakkında raporlar oluşturma ve 4) kullanıcıların sisteme tanımlanmasıdır.

**Veri Depolama ve Erişim Modülü:** Bu modülde sensörlerden kablosuz ağ üzerinden gelen veriler, veri tabanına kaydedilmektedir. Sığırdan toplanan ölçüm değerine, bu değeri yollayan Arduino mikro denetleyici numarası ve ölçüm türü bilgisi de eklenerek bir dizgi oluşturulur ve bu dizgi bilgisayara yollanır. Bu oluşturulan dizginin biçimi şu şekildedir: “<ArduinoID>-<ÖlçümDeğeri>-<ÖlçümTürü>”. Gelen sensör verileri bilgisayarda ayrıştırıldıktan sonra veri tabanında ilgili tabloya kaydedilmektedir. Şekil 4’de veri depolama ve iletişim modülüne gelen ham veri ve ayrıştırılma sonrasında kaydedilmeye hazır veri gösterilmektedir.

Arduino No	Ölçüm Değeri	Ölçüm Türü	Tarih	Saat
885544	Girilmedi	beslenme	22.1.2015	15:32:37
885544	110	nabiz	22.1.2015	15:32:32
885544	35	derece	22.1.2015	15:32:32

Şekil 4. Ham veri ve ham verinin ayrıştırılması.

Şekil 5’da veri tabanındaki toplanan sıcaklık, nabız, beslenme, hareket verileri ve sığırın kimlik bilgilerinin tutulduğu tablolara ilişkin E/R diyagramı görülmektedir.



Şekil 5. Veri tabanındaki sensör verilerine ait E/R diyagramı.

**Veteriner modülü:** Veterinerin hayvanla ilgili verilere ulaşmasını sağlayan, hekimin veri ekleme ve güncelleme yaptığı web tabanlı bir modüldür. Bu modül ile, veteriner mobil cihazları da kullanarak ateş, nabız, hareket, beslenme durumu ve gözlem bilgilerine erişerek hastalığı teşhis edebilir veya hastalık şüphesi taşıyan hayvanlar için yorumda bulunabilir, sağım ve ilaçlama gibi gerekli işlemleri yapabilecektir.

**Bakıcı Modülü:** Bu modül ile bakıcı, veteriner hekim tarafından tanı aşamasında kullanılacak hayvana ait gözlem ve belirtileri veri tabanına kaydedecektir. Böylelikle veteriner hekim oluşturulan aktiviteleri izleyebilecektir.

**İletişim Modülü:** Modülünün temel görevi iletişim planının oluşturulmasını sağlamaktır. İkinci fonksiyonu ise, tanı destek sisteminden bakıcı ve veteriner hekime SMS ve e-mail atarak bildirimde bulunmaktır.

## 6 Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışma ile sensörler aracılığı ile sığırlardan ve ortamdan toplanan veriler yardımı ile bakıcı ve veteriner hayvan takibinde, hastalık tanı ve teşhisinde yardımcı

olunması amaçlanmaktadır. Verilerin sürekli olarak toplanması verilerin güncel olmasını ve dolayısı ile de tedavi sürecinin ivedilikle başlatılıp maddi kayıpların minimuma indirgenmesini sağlamaktadır. Veri toplamada sensör kullanımı sayesinde, veterinerin daha etkin çalışması sağlanacaktır. Yazılımın bildirim mekanizması sayesinde hayvanların durumlarındaki değişiklikler paydaşlara yollanacaktır. Verilerin saklanması, hayvan hastalık geçmişi anlık ulaşım ve raporlama özellikleri hayvan takibinde hataların ve zaman kaybının önüne geçilmesini sağlayacaktır.

Yazılımın katmanlı ve modüler mimari yapısı, yazılımı oluşturan bileşenlerin diğer sensör tabanlı uygulamalarda da tekrar kullanılabilmesini olanak sağlamaktadır.

Takip eden çalışmada hayvanın ahır ortamında izlenmesi yazılıma dahil edilecektir.

**Teşekkür.** Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1919B011402522 nolu proje kapsamında desteklenmektedir. TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

1. Albasan, H., Osborne, C.A., Sancak, A., Hazıroğlu, R.: Probleme yönelik tıbbi sistem ve kayıtlar. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg. 60 (2013) 297-301
2. Trevarthen, A., Michael, K.: The RFID-Enabled Dairy Farm: Towards Total Farm Management. Mobile Business, 2008. ICMB '08. 7th International Conference on, 241-250, 7-8 July 2008, <http://dx.doi.org/10.1109/ICMB.2008.39>
3. Higgins, K.T.: Engineering R&D: Temperature readings by remote control. <http://www.foodengineeringmag.com/articles/84021-engineering-r-d-temperature-readings-by-remote-control> (2003) (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
4. Hostetter, J.: Animal-tracking chips now let you in on how Fido is feeling. [http://www.usatoday.com/tech/news/techinnovations/2003-04-21-animal-chip\\_x.htm](http://www.usatoday.com/tech/news/techinnovations/2003-04-21-animal-chip_x.htm) (2003) (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
5. Andonovic I., et al. : Wireless Sensor Networks for Cattle Health Monitoring. In: Danco D., Jorge M.G. (eds.): ICT Innovations 2009, Springer Berlin Heidelberg, (2010) 21-31.
6. Sikka, P., Corke, P., Valencia, P., Crossman, C., Swain, D., Bishop-Hurley, G. : Wireless ad hoc sensor and actuator networks on the farm. Information Processing in Sensor Networks, IPSN 2006. The Fifth International Conference on, (2006) 492-499.
7. Mayer, K., Ellis, K., Taylor, K.: Cattle Health Monitoring Using Wireless Sensor Networks, In: Proc. of CCN, Cambridge, Massachusetts, USA, (2004).
8. Teta Teknik Tarım, <http://www.te-ta.com.tr/> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
9. DeLeval, <http://www.delaval.com/> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 10.SCR, <http://www.scrdairy.com/> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 11.Nedap, <http://en.nedap-livestockmanagement.com/> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 12.Sezer Sağlık Teknolojileri, <http://www.sezermac.com/> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 13.Afimilk, <http://www.afimilk.com/> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 14.Algan Yazılım ve Bilişim, <http://www.alganyazilim.com.tr/> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 15.Melexis MLX90614 kızılötesi termostat, <http://www.melexis.com/Assets/IR-sensor-thermometer-MLX90614-Datasheet-5152.aspx> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 16.SeedStuido HeartRate nabız sensörü, [http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove\\_-\\_Heart\\_rate\\_ear\\_clip\\_kit](http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_Heart_rate_ear_clip_kit) (Son erişim tarihi: 21.5.2015)
- 17.The Merck Veterinary Manual, 8th Edition, Ed. Susan E. Aiello, 1998.
- 18.GPS sensörü, <http://www.u-blox.com/en/gps-modules/pvt-modules/neo-7.html> (Son erişim tarihi: 21.5.2015)