



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ERKEN LAKTASYONDAKİ SÜTÇÜ İNEKLERDE ÖSTRUS  
BELİRLEMEDE AKTİVİTE ÖLÇER KULLANIMININ  
REPRODÜKTİF PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Semra ERGÜL YILMAZ**

**VETERİNERLİK DOĞUM VE JİNEKOLOJİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Halit KANCA**

**ANKARA  
2023**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ERKEN LAKTASYONDAKİ SÜTÇÜ İNEKLERDE ÖSTRUS  
BELİRLEMEDE AKTİVİTE ÖLÇER KULLANIMININ  
REPRODÜKTİF PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Semra ERGÜL YILMAZ**

**VETERİNERLİK DOĞUM VE JİNEKOLOJİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Halit KANCA**

**ANKARA  
2023**

## ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Erken Laktasyondaki Sütçü İneklerde Östrus Belirlemede Aktivite Ölçer Kullanımının Reprodüktif Performans Üzerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı:

Tarih:

İmza:

## KABUL ve ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Tez Savunma Tarihi:

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Jüri Başkanı

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Raportör

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Üye

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Üye

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Üye

Doğum ve Jinekoloji (Veterinerlik) Anabilim Dalında

Semra ERGÜL YILMAZ tarafından hazırlanan “Erken Laktasyondaki Sütçü İneklerde Östrus Belirlemede Aktivite Ölçer Kullanımının Reprodüktif Performans Üzerine Etkilerinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile kabul / ret edilmiştir.

hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

<b>ETİK BEYAN</b>	ii
<b>KABUL ve ONAY</b>	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b>	iv
<b>ÖNSÖZ</b>	vi
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b>	vii
<b>ŞEKİLLER</b>	viii
<b>ÇİZELGELER</b>	ix
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1. Sürü Bazında Reprodüktif Hedefler	1
1.2. Östrus Belirleme Yöntemleri	2
1.2.1. Gözlem Yöntemi	4
1.2.2. Aktivite Ölçer	5
1.3. Vücut Kondisyon Skorunun Tohumlama Başarısı Üzerine Etkisi	9
1.4. Topallığın Östrus Belirleme Üzerine Etkisi	10
1.5. Tarsal ve Karpal Eklem Verilerinin Östrus Tespiti Üzerine Etkisi	10
1.6. Seksüel Siklusun Östrus evresinde Progesteron Seviyesi	11
<b>2. GEREÇ ve YÖNTEM</b>	13
2.1. Gereç	13
2.1.1. Hayvan Materyali	13
2.1.2. Hayvanların Beslenmesi	14
2.1.3. Ultrasonografi Cihazı	14
2.1.4. Uterus Akıntı Skorlaması (Metricheck)	15
2.1.5. Süt Progesteron ELISA Kiti	15
2.1.6. Derin Dondurucu	15
2.1.7. Aktivite Ölçer Cihaz ve Sensör Özellikleri	15
2.1.8. Verilerin Alınması ve Toplanması	16
2.2. Yöntem	17
2.2.1. Hayvanların Gruplara Ayrılması	18
2.2.2. Vücut Kondüsyon Skorunun Belirlenmesi	18
2.2.3. Topallık Skorunun Belirlenmesi	18

2.2.4. Tarsal ve Karpal Eklem skorunun Belirlenmesi	19
2.2.5. Postpartum 35. gün Genital Organ Muayenesi	19
2.2.6. Aktivite Ölçerlerin Takılması	20
2.2.7. Östrusların Belirlenmesi	21
2.2.7.1. Gözlem Yoluyla Östrusların Belirlenmesi	21
2.2.7.2. Aktivite Ölçer ile Östrusların Belirlenmesi	22
2.2.8. Süt Progesteron Ölçümü	23
2.2.9. İstatistiksel Analiz	24
<b>3. BULGULAR</b>	<b>25</b>
3.1. Tanımlayıcı Veriler	25
3.2. Fertilite Parametreleri	26
3.3. Süt Progesteron Konsantrasyonları	32
<b>4. TARTIŞMA</b>	<b>33</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>38</b>
<b>ÖZET</b>	<b>39</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>40</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>41</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>46</b>

## ÖNSÖZ

Ülkemizde büyükbaş hayvancılık yaygın olarak yapılmakla birlikte çiftlik bazlı işletmelerden daha çok küçük ve orta ölçekli sığır işletmeciliği yaygındır. Her iki işletmede kar-zarar bazlı olarak bakıldığında asıl amaç bir inekten yılda bir yavru sağlanması işletmeyi ayakta tutan en önemli gelir kaynağıdır. Östruslar gözlem, pedometre, boya salar cihazlar, vazoktemize edilmiş boğalar gibi birçok yöntemle belirlenebilmektedir. Bu yöntemlerin içinde en çok tercih edilenleri gözlem ve pedometre yöntemleridir. Östrusların zamanında tespit edilip tohumlamaların zamanında yapılması gebelik süresini optimumda tutmayı sağlar. Aksi takdirde kaçırılan bir östrus dönemi bir inek için 21 gün kayba neden olmaktadır. Bu durumun önemi büyükbaş işletmelerinde farkında olunması ile birlikte gözlem yoluyla östrusların belirlenmesini hayvan sayısının çok olmasından dolayı zor olduğu için pedometreler yaygın olarak kullanılmaktadır. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde ise pedometrelerin maliyetinden daha az tercih edilmektedir ve östruslar gözlemle tespit edilmektedir. Ülkemizde yerli pedometreler üretilmeye başlanması pedometrelerin maliyetini düşürmüştür ve bunların küçük ve orta ölçekli işletmelerde kullanılmasına imkan sağlamıştır. Bu tez çalışmasında aile tipi işletmelerde pedometrelerin kullanımınınreprodüktif performans üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

Tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde katkılarından dolayı Prof. Dr. Halit Kanca'ya, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı öğretim üyeleri, öğretim elemanı ve personeline, Ankara Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne (Proje No: 21L0239013), Algan Grup firmasına, laboratuvar analizleri sürecinde doktora tez çalışmam için yardımlarından dolayı Doç. Dr. Mert Pekcan'a, bana gerekli imkanları hazırlayan ve sunan Adem Çakır, Hasan Çakır ve personellerine, deneyimleri ve saha çalışmamda yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yanımda olan eşim Alperen Yılmaz'a ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
±	Yaklaşık
°C	Santigrad Derece
AED	Otomatik Östrus Tespiti
B mode	parlaklık modu
CL	Korpus Luteum
Cm	Santimetre
EIA	Enzimle Bağlanmış İmmunosorbent Deneyi
ELISA	Enzimle Bağlanmış İmmunosorbent Deneyi
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
IBM SPSS	İstatistiksel Analize Yönelik Bilgisayar Programı
Kg	Kilogram
M mode	Hareket modu
MHZ	Megahertz
M	Metre
NED	Negatif Enerji Dengesi
NPV	Net Mevcut Değer
NRS	Numerik Derecelendirme Ölçeği
P4	Progesteron
SIM	Abone Kimlik Modülü
SMS	Kısa Mesaj
TAI	Zamanlı Suni Tohumlama
USG	Ultrasonografi
VKS	Vücut Kondisyon Skoru
VO	Görsel Gözlem
®	Ticari
\$	Dolar
£	Euro
3G	3. Nesil İnternet Hızı

## ŞEKİLLER

<b>Şekil 1.1.</b> Tarsal eklemlerin inek konforu açısından değerlendirilmesi	10
<b>Şekil 1.2.</b> Karpal eklemlerin inek konforu açısından değerlendirilmesi	11
<b>Şekil 2.1.</b> Çalışma planının şematize edilmesi	13
<b>Şekil 2.2.</b> İneklerin USG ile genital organ muayenelerinin yapılması	14
<b>Şekil 2.3.</b> Okuyucu cihaz ve kemere takılı olan aktivite ölçer cihaz	16
<b>Şekil 2.4.</b> Hareketi algılayan cihaz okuyucuya ileti göndermesi ve okuyucu cihaz ise SMS aracılığıyla kayıtlı cep telefonuna bildiri göndermesi şematize edilmiştir.	17
<b>Şekil 2.5.</b> Telefondaki uygulamadan hayvanın anlık hareketinin grafik olarak şematize edilmesi	17
<b>Şekil 2.6.</b> Postpartum 35. günde USG ile genital organ muayenesinin yapılması	19
<b>Şekil 2.7.</b> . Metrichek ile çekilen akıntının skorlandırılması	20
<b>Şekil 2.8.</b> İneklerin boyunlarına aktivite ölçer takılması	21
<b>Şekil 2.9.</b> Aktivite ölçer takılan ineklerin görüntüleri	23
<b>Şekil 3.1.</b> Bu grafiklerde 14979 numaralı tasmanın takılı olduğu inekte 20/10/2022-22/10/2022 tarihleri arasındaki hareket grafiği gösterilmiştir	29
<b>Şekil 3.2.</b> Bu grafikler 14875 numaralı inek için 16/10/2022-18/10/2022 tarihleri arasındaki grafiği gösterilmektedir	30
<b>Şekil 3.3.</b> Bu grafiklerde 14709 nolu tasmanın takılı olduğu ineğin 15/09/2022-17/09/2022 tarihleri arasındaki grafikleri gösterilmiştir	31

## ÇİZELGELER

<b>Çizelge 1.1.</b> Uygun döl verimi göstergeleri	1
<b>Çizelge 1.2.</b> Günlük gözlem sayısı ile östrusun belirlenme etkinliğinin oranı	5
<b>Çizelge 2.1.</b> Östrus belirtilerinin skorlandırılması	22
<b>Çizelge 3.1.</b> Çalışma gruplarında tanımlayıcı veriler ( $p>0,05$ )	25
<b>Çizelge 3.2.</b> Çalışma gruplarında fertilité parametreleri	27



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Sürü Bazında Reprodüktif Hedefler

Sütçü ve etçi sürülerde verimliliği ve ekonomik durumu etkileyen başlıca faktör reprodüktif performanstır. Suni tohumlama yapılan çiftliklerde buzağılamaların bir araya getirilmesi ve dolayısıyla doğum aralığı açısından, östrusların belirlenme oranı ve doğum oranı başlıca iki faktördür (Shahinfar ve ark., 2014).

**Çizelge 1.1.** Uygun döl verimi göstergeleri (Varışlı ve Akyol, 2018).

Üreme Parametreleri	Hedef
Doğum-ilk östrus	45-60 gün
Buzağılama aralığı	12-13,5 ay
Östrus belirleme oranı	>% 65
Gönüllü bekleme periyodu	40-70 gün
Doğum-ilk tohumlama aralığı	<70 gün
Doğum-fekondasyon aralığı	90 gün
İlk tohumlamada gebelik oranı	>% 60
Gebelik başına tohumlama sayısı	<1,65
Üreme Etkinliği (yılda bir yavru alma Hedefi)	%75-80

Başarılı süt ve döl verimi için klasik hedef, her inekten yılda bir sağlıklı buzağı elde edilmesidir. Bu hedefe ulaşabilmek için hayvanların östruslarının iyi takip edilmesi, doğru olarak belirlenmesi, zamanında tohumlanması ve mümkün olan en uygun sürede de gebe kalmalarının sağlanması gerekir. Östrusların yetersiz ve/veya yanlış belirlenmesi tohumlamalar için gerekli sürenin uzamasına, gebelik oranlarının azalmasına ve buzağılama aralığının uzamasına yol açmaktadır. Süt inekçiliği işletmelerinde östrusların belirlenmesi karlılığın önemli bir bileşenidir (Arbel ve ark., 2001; Sarath ve ark., 2013).

Süt endüstrisinde işletme sahipleri ve sektör profesyonelleri, reproduktif yönetimin karlılık üzerine olumlu etkilere sahip olabileceği konusunda hemfikirdir. Modern süt üretim sürecinin en önemli bileşenlerinden biri üreme kayıtlarının incelenmesi ve analizidir. Çiftlik verilerinin doğru ve güvenilir kayıtları; üretici, veteriner hekim ve danışmanlara üreme yönetimiyle ilgili daha verimli kararlar vermelerine yardımcı olacaktır. Reproduktif performansın izlenmesindeki ilk adım verilerin elde edilmesidir. Temel sığır verilerinin yanı sıra servis olayları ve buzağılamanın doğru kayıtları başarılı reproduktif bir programın sürdürülebilmesi için gerekli olan en minimum bilgidir. Ne kadar doğru ve fazla bilgiye ulaşırsa çiftlikten elde edilen kazanç o oranda fazla olmaktadır (Overton, 2009).

Sürünün performansının incelenmesi durumunda, sürü yöneticileri ve danışmanlara sorulan sorular şunları içermektedir (Cavalieri ve ark., 2008):

- Mevcut performans nedir?
- Yakın zamanda bir şeyler değişti mi?
- Eğer değiştiyse bu değişiklikler iyi veya kötü yönde mi?
- Mevcut zamanda araştırılması gerekenler neler?

İnek ve düveler poliöstrus gösteren yani yılın her mevsiminde, yaklaşık 21 günde bir tekrarlayan östrus dönemine sahiptirler. Bu süre 18-24 günler arasında değişebilir. Normal doğum yapan bir inek, doğumdan 2-4 hafta sonra ilk östrus belirtilerini gösterir. Bu süre ineğin yaşı, ırkı, mevsim, beslenme düzeyi ve doğumun normal veya güç doğum olmasına bağlı olarak da değişebilir. İneğin, yeni bir gebeliğe hazırlanma sürecinin tamamlanması açısından 2. veya 3. kızgınlığında tohumlanabilir (Sönmez ve ark., 2007).

## **1.2.Östrus Belirleme Yöntemleri**

Östrus belirtileri; üzerine atlandığında hareketsiz durma, vulva ödemi, vaginal mukozada hiperemi, renksiz ve yumurta akı kıvamında müköz akıntı, kuyruk kökünde

deri lezyonları, huzursuzluk, grup oluşturma, flehmen davranışı, yalama, itme, sinirlilik, diğer hayvanların üzerine atlama, lordoz, muhtemelen iştahsızlık ve süt veriminde azalma şeklinde sıralanabilir. Özellikle birkaç hayvan aynı anda östrus gösterdiğinde, östrus belirtileri yanlış yorumlanabilmektedir. Bütün belirtiler içerisinde en belirgin olanı, ineğin üzerine bir başka hayvan atladığında hareketsiz durması ve aşımaya izin vermesidir (standing refleksi). Bu bulgu gözlemlendiğinde ineğin östrusta olduğu söylenebilir (Berisha ve Schams, 2005; Sönmez ve ark., 2007).

Östrusun belirtilerine bakıldığında;

- Diğer ineklerin üzerine atlamak ister veya atlar.
- Diğer ineklerin kendisine atlamasına izin verir.
- Belli bir grup oluşturur ve koklaşırlar, diğer hayvanı yalarlar.
- Sık sık bağıırır, huzursuzdur, sinirlidir, ilgisi dağınıktır, yeme ilgisi azdır.
- Ahırda diğer hayvanlar yatarken ayakta durur, yatmaz.
- Vulvası şiş, hiperemik ve nemlidir.
- Vulvadan şeffaf çaraya denilen bir akıntı gelir.
- Süt veriminde ani düşüş vardır.
- Belinin kendiliğinden çökmesi gibi davranışlar gösterir.

Östrus saptanan bir inekte tohumlama için en uygun zaman tohumlama başarısı için önem taşımaktadır. Tohumlamanın başarısı östrusun ortalarında ve sonlarına doğru yapıldığında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Östrus başlangıcından itibaren 12-18. saatler tohumlama için en uygun tohumlama aralığıdır. Bu sebeple sabah östrus gösteren inekler akşam saatlerinde akşam östrus gösteren inekler sabah saatlerinde tohumlaması önerilmektedir.

Modern hayvancılıkla birlikte inek ve düvelerde östrusların belirlenmesi daha zorlaşmış ve daha büyük önem taşımıştır. Verim kayıpları çoğunlukla östrusların iyi belirlenememesi dolayısıyla ortaya çıkmaktadır. Bunun için birçok yöntem kullanılmaktadır. Böylece inek ve düvelerin östruslarının belirlenmesi ve zamanında tohumlanarak gebe bırakılmalarına yoğun çaba harcanmaktadır.

En çok kullanılan yöntemler;

- gözlem yoluyla belirleme,
- adım sayıcı,
- atlamayı belirleyen aygıtlar,
- arayıcı hayvan kullanma,
- kamera,
- ısı ölçer,
- direnç ölçer,
- hormon analizleri ve benzer yöntemlerdir (Kalkan ve Öcal, 2002).

### **1.2.1. Gözlem Yöntemi**

Yetiştirici östrusu yakaladığı takdirde uygun tohumlama zamanında veteriner hekime suni tohumlamasını yaptırarak veya doğal olarak aşım yaptırarak gebelik sürecini başlatmaktadır. Bu işletmenin devamlılığı, sürü sayısının artması ve süt üretimi sağlayabilmesi açısından önemlidir. Ancak özellikle gece gerçekleşen östrus davranışlarının gözlenememesi ve 12-18 saatlik gibi kısa bir sürede ineğin tohumlanamaması sonucu 21 günlük bir kayba neden olmaktadır. Bunun için de hayvanların östrus belirtilerinin iyi bilinmesi ve bunların doğru tespit edilmesi gerekir (Ball ve Peters, 2004).

Sığırlarda östrus belirtileri en yoğun olarak 18.00-06.00 saatleri arasında olmaktadır. Gündüz saatlerinde ise ancak sığırların % 10'u belirti gösterdiğinden gözlemler akşam, gece ve sabah erken saatlerinde daha dikkatle yapılmalıdır (Wattiaux, 2009). Seksüel davranışların yoğunluğu, gruptaki kızgın ineklerin sayısına bağlıdır. Ayrıca kalıtım, yaş, ırk, süt verimi, laktasyon sayısı, ayak hastalıkları, üreme organları hastalıkları, ortamda boğanın varlığı, zeminin kaygan veya kirli olması, hayvanların sıkışık olması, negatif enerji dengesi, ketozis, mevsim, iklim şartları, yetiştirme şartları, serbest veya bağlı olması, çayırdaki besleme östrus davranışlarını yakından etkilemektedir. Zayıf ve yetersiz beslenen, hasta, vücudu dirençsiz ineklerde östrus belirtileri daha zayıf görülmektedir.

(Noakes ve ark., 2009). Hava koşulları, gün uzunluğu, çevre sıcaklığı ve fotoperiyot gibi mevsimle ilgili çevresel faktörler sığırlarda seksüel etkinliği etkileyebilmektedir. İneklerde östrus davranışlarının şiddetinin yaz aylarına göre erken kış dönemi ve geç kış dönemlerinde azaldığı bildirilmektedir. Östrus davranışlarını etkileyen diğer çevresel faktörler fazla yağış, kuvvetli rüzgâr ve yüksek nemdir (Orihuela, 2000; Ball ve Peters,2004; Roelofs ve ark.,2010; Wattiaux, 2009).

**Çizelge 1.2.** Günlük gözlem sayısı ile östrusun belirlenme etkinliğinin oranı (Sarath ve ark, 2013).

<b>Gözlem sıklığı</b>	<b>Etkinlik</b>
Günde bir defa	% 60
Günde iki defa	% 80
Günde üç defa	% 90
Günde dört defa	%95-100

### **1.2.1. Aktivite Ölçer**

Yeni teknoloji sayesinde refahın biyolojik belirteçleri, hareketlilik temelli refah değerlendirilmesi, sıcaklık ve pH sensörleri gibi ortaya çıkan gelişmelere odaklanmaktadır. Mühendislik teknolojisinin ilerlemesiyle süt endüstrisinde fiyat azalmasına rağmen çalışma kapasitesi artırılmış ve dijital alanda veri toplama, depolama, daha hızlı işlemhızı, daha yüksek çözünürlüklü video kameralar, hassas ve ucuz sensörler aracılığıyla büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. 1980 yılından bu yana yapılan birçok çalışma ile özellikle bireysel bir inekten otomatik olarak elde edilebilecek veriler üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların somut sonuçlarından bir tanesi de hareketlilik üzerine odaklanan östrus takibidir (Rutten ve ark. 2013).

Östrusun yüksek oranlarda doğru tespiti gebeliğin gerçekleştirilmesinde önemli bir ön koşuldur. Östrus belirtileri ortalama 8-21 saat sürmektedir. Östrus periyodunun kısa olması, sakin östrus, östrus belirtilerinin gece olması, büyük çiftliklerde belirtilerin gözden kaçması gibi nedenlerden dolayı östrusun tespiti ile ilgili sıkıntılar yaşanabilmektedir (Özgüven ve Tan, 2015).

Östrustaki hayvanların hareketlerindeki artışın belirgin olarak gözlenmesi ile östrus belirlenebilmektedir. Hayvanların arka ayak bileklerine takılan pedometre (adım sayar) hayvanın östrusta iken artan adım sayılarında değişimi ölçerek yetiştiriciye haber veren östrus belirlemede kullanılan teknolojik bir alettir (Tarhan ve ark., 2015).

Büyükbaş damızlık işletmelerinde en önemli verim parametrelerinden birisi de zamanında tohumlama ile yılda en az bir defa yavru alınmasıdır. Ancak kızgınlığın zamanında yakalanamaması ya da tohumlamanın geç yapılması gibi sebeplerle, hayvanların gebe kalma süreleri uzamaktadır. Aktivite ölçerler de bu sorun üzerine odaklanmış, gelişmiş bir östrus takip sistemidir. Çalışmada kullandığımız aktivite ölçer hayvanların boyunlarına takılan gelişmiş bir pedometredir. Aktivite ölçer takıldığı hayvanın hareketlerini ilk beş gün içerisinde kavrar ve östrus davranışlarını otomatik olarak tespit eder; östrusun takip edilmesi ile sisteme kayıtlı telefon numaralarına SMS ile bilgilendirme yapar. İstenildiği zaman hayvanın tüm hareket verileri internet sitesi ve mobil uygulaması üzerinden incelenebilir. Östrus belirtisi hareketliliğin başlamasını takip eden 6.saatte verilmektedir.

Bir işletmede 1 ineğin ortalama 1 yılda bir buzağı sağlaması, işletmenin karı açısından önem taşımaktadır. Bu sürenin uzaması zarara neden olmakla birlikte, reproduktif açıdan herhangi bir problemin olabileceğini de düşündürmektedir. Bu nedenle hareketlilik ölçen cihazların entegrasyonu ile östrusların takibi bu kaybın önüne geçmek için büyük önem taşımaktadır. Östrusların takibi reproduktif açıdan takip edilmesi gereken en önemli sekmedir (Roelofs ve ark., 2005).

Yayınlanmış çalışmalara bakıldığında östrus için sensör sistemleri üzerine yapılan çalışmalar, sensör sistemlerinin daha yüksek bir seviyeye getirildiğini göstermiştir, ancak sensör performansını artırmaya duyulan ihtiyaç halen mevcuttur. İneklerin hareketini izleyen aktivite ölçerler, östrusların belirlenmesinde artarak kullanılmaktadır (Rutten ve ark., 2013).

Aktivite ölçerler 1975'lerin başlarında artan sürü büyüklüğünden dolayı görsel gözlemin zorlaşmasına bağlı bir alternatif olarak ortaya çıkmış ve test edilmeye başlanmıştır (Foote, 1975). O yıllarda östrus tespit yöntemleri karşılaştırıldığında pedometre görsel gözleme göre daha az östrus tespit ettiği sonucuna varılmıştır. Bu sebeple aktivite ölçerler uzaktan veri kaydı içinde uygun olarak görülmemiştir (Williams ve ark 1981). Buna rağmen tohumlanan ineklerin gebelik oranı, östrus senkronizasyonu ve pedometre ile östrus tespiti için eşit olarak gösterilmiştir (Rossing, 1999). Böylece büyük çaptaki sütçü sürülerde zorlaşan görsel gözleme gerek kalmadan otomatik olarak östrusun saptanması, fertilitite yönetiminde östrus senkronizasyonu için alternatif sağlamaktadır. İsrail'de çoğunlukla büyük sütçü sürülerde fertilitite yönetimi için pedometreler tercih edilirken, Amerika Birleşik Devletleri'nde geniş çapta östrus senkronizasyonu kullanılmıştır (Galon, N. 2010). Yeni sensör sistemleri artan sürü sayısı, artan iş maliyetinin yanı sıra genel olarak bilgi teknolojisi ve özellikle sensör sistemlerinde artan kullanım ve aşinalık nedeniyle geliştirilmiştir. Sensör sistemlerinin ayrıca hayvanlarının refahını korumak ve iyileştirmeyi önemsemesi de işletmeler ve dolayısıyla toplum için önemlidir.

Aktivite ölçerler, elektronik ve bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak bilgisayar destekli olarak geliştirilen sürü yönetim sistemlerinden bir tanesidir. Hareketliliğe dönük pedometreler genelde ineğin sol arka ayağına uygulanmakla birlikte bu sensörler on-cow sensör olarak ifade edilmektedir. Ticari olarak mevcut olan üreme yönetim teknolojilerinin çoğu (örn., Östrüs, buzağılama), bir çeşit hareket kaydetmeye yönelik veya üç eksenli ivme ölçerlerdir ('SensOor', 'Cow Alert', 'CowScout', 'Qwes' 'Etkinlik ölçer', 'Silent Herdsman', 'Gyuhoo SaaS', 'HeatWath II', 'Heatime' ve 'HeatSeeker') (Rutten ve ark., 2013).

Aktivite ölçerler gizli östrusları da otomatik olarak yakalamaktadır. Eğer uyarı verilen hayvanda, östrus ile ilgili bir hareketlilik görünmüyorsa gizli östrus ihtimali göz önünde bulundurularak rektal muayene yapılmalıdır. Aktivite ölçerlerden beklenen verim sürekli bağlı duraklı ahırlarda düşmektedir.

Hayvanların çeşitli bölgelerine yerleştirilen teknolojilerin tümü, dikkat gerektiren veya risk altındaki hayvanı tanımlayabilir ve çiftlik personeli ile her zaman mobil cihaz uygulamalar veya kısa mesaj ile iletişim kurabilir. Piyasada mevcut olan çeşitli teknolojilerin yanında, deneysel geliştirmenin çeşitli aşamalarında olan birçok teknoloji daha vardır. Doğruluk, hassaslık, yanlış pozitiflikler ve negatifler için yapılan iddialar çoğu durumda üreticinin iddiaları olduğundan, bağımsız olarak test edilmediğinden dolayı bireysel ticari teknolojilerin işe yarayıp yaramadığını belirlemek mümkün değildir. Bununla birlikte üreticiler tam çözümler sunulmasını isteseler dahi, birlikte çalışan tüm sistemlerin tam kombinasyonunu kullanarak bunu başarabilen tek bir sistem yoktur ve farklı teknolojiler birbirinden bağımsız çalışır, birbirleriyle iletişim kurmazlar (Barriuso ve ark., 2018).

Aktivite ölçerler, hayvanların boyunlarına takılan östrus takip cihazı (pedometre) ve aktivite metre verilerini GSM ile merkeze gönderen okuyucu cihazdan oluşmaktadır. Aktivite metreler hayvanların boyunlarına kemer ile takılmaktadır.

Okuyucu cihazın, aktivite ölçerlerin takılı bulunduğu hayvanların yer aldığı ahırda takılı olması gerekmektedir. Okuyucu cihazın aktivite ölçerleri doğrudan görebileceği bir yere takılmaması, kapsama alanını olumsuz yönde etkiler. Sistemin östrus bildirimleri yapabilmesi için okuyucu cihazın GSM operatörünün kapsama alanında olması gerekmektedir. Okuyucu cihaz ile aktivite ölçerler arası mesafe 100 metreyi geçtiği durumlarda veri kayıpları yaşanabilir.

Otomatik östrus tespiti teknolojilerine yatırım yapmanın ekonomik etkilerinin değerlendirilmesi, süt üreticileri için çok zor olabilir. AED (*automated eustrus*

*detection*) teknoloji kombinasyonlarının yatırım senaryolarına göre sağlanan değerlere bakıldığında ilk olarak % 100 görsel gözlem ile otomatik östrus tespiti için 5.000 \$ ile 10.000 \$ arasında yatırım sağlanarak inek başına yılda 50 \$ ile 100 \$ etiket maliyetiyle ortalama %70 (60-80) östrus belirleme başarısı sağlandığı belirtilmiştir. Burada en karlı olan kombinasyonda 5.000 \$ yatırımda, inek başına yılda 50 \$ maliyet ile %80 tespit başarısı sağlandığında 35,3 gün açık gün sayısında azalma, sürüden çıkarılma performansında %81,2 azalma, yıllık bir inek için net mevcut değer 25,5 \$ olduğu ve geri ödeme süresinin de 1,6 yıl olarak tespit edilmiştir. %75 otomatik östrus tespiti ve %25 görsel gözlem uygulanan kombinasyona bakıldığında ise aralıklar aynı şekilde kalarak, en uygun kombinasyonda açık gün sayısı 28,3 gün azalmış, sürüden çıkarılma performansı %70,7 azalmış, yıllık bir inek için net mevcut değer 17,0 \$ ve geri ödeme süresi ise 1,8 yıl olarak tespit edilmiştir (Dolecheck ve ark., 2016).

### **1.3. Vücut Kondisyon Skorunun Tohumlama Başarısı Üzerine Etkisi**

Vücut kondisyon skoru (VKS), saha koşullarında enerji dengesinin kolay olarak izlenmesini sağlayan önemli bir yöntem olmakla birlikte; VKS ineklerin metabolizması için sağlanabilir enerji kaynağı ve beslenme durumunu yansıtan bir ölçülendirme şeklidir. İdeal VKS bütün inekler için aynıdır. VKS değişimi, fertilité üzerine oldukça önemli bir etkiye sahiptir. VKS'nun izlenmesi fertilité hastalıklarının en aza indirgenmesi, işletmedeki bakım idaresi ve hayvan beslenme uygulamalarında ve ayrıca negatif enerji dengesinin takibinde önemli bir konuma sahiptir (Chapinal ve ark., 2007).

VKS değişiminin fertilité, süt verimi ve sağlık sorunu üzerine yapılan birçok çalışma mevcuttur. Östrustaki fiziksel aktivite artışını etkileyen risk faktörlerinin araştırıldığı bir çalışmada ise VKS'nun, otomatik aktivite ölçer kullanılarak östrus tespitini etkileyen en önemli faktör olduğu belirlenmiştir (Madureira ve ark., 2015). Ayrıca pedometre ile östrus tespitinde östrus belirleme olasılığının düşük (<2) VKS'li ineklerde azaldığı (Holman ve ark., 2011) ve VKS ile östrus ifadesi arasında bir ilişki bulunduğu, VKS'de 0,25 puanlık artışın, ovulasyondan önce artan fiziksel aktivite ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Aungier ve ark., 2012).

#### 1.4. Topallığın Östrus Belirleme Üzerine Etkisi

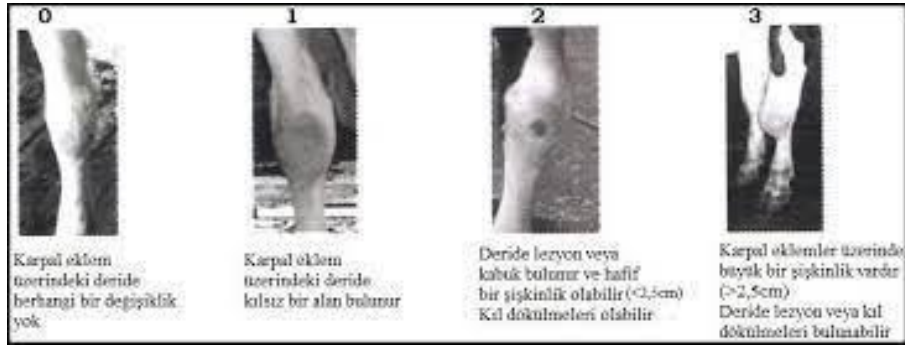
İneklerde topallık, yatma süresini uzatma ve fiziksel aktiviteyi azaltmanın yanı sıra östrusun davranışsal belirtilerini de azaltabilmektedir (Galindo ve Broom, 2002). Topallığın östrus sırasında yürüme aktivitesini azalttığı ve östrus evresinde ayakta durma süresini kısalttığı tespit edilmiştir (Walker ve ark., 2008).

#### 1.5. Tarsal ve Karpal Eklem Verilerinin Östrus Tespiti Üzerine Etkisi

Tarsal ve karpal eklem lezyonları östrus tespitini etkileyebilmektedir. Tarsal ve karpal eklemlerde kıl dökülmesi, hemoraji ve şişlik gibi lezyonlar değerlendirilerek 0 ve 3 arasında değişen derecelerde puanlama yapılmaktadır. Puanlamanın daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için hayvanların temiz olması altlığın konforlu olması gerekir. Puanlama inekler sağım esnasında sabit durumdayken yapılabilir ve gözlemci gözlemi yaparken 50 cm uzaklıktan yapılan değerlendirme daha doğru sonuç vermektedir. Gibson ve ark., (2012)'nin yapmış olduğu puanlamaya göre 0 puan; şişkinlik ve kıl dökülmesi yok veya çok az, 1 puan; şişkinlik yok veya hafif derecede şişkinlik var, 2 puan; şişkinlik ölçüldüğünde 1 – 2,5 cm aralığında şişkinlik olup kabuk bulunabilir, 3 puan; 2,5 cm ve üzeri bir şişkinlik ölçülür (Blowey, 2015).



Şekil 1.1. Tarsal eklemlerin inek konforu açısından değerlendirilmesi (Gibbons ve ark., 2012)



**Şekil 1.2.** Karpal eklemlerin inek konforu açısından değerlendirilmesi (Gibbons ve ark.,2012).

Karpal eklemlerde de aynı şekilde şişkinlik, hemoraji ve kalınlık değerlendirilmekle birlikte daha iyi sonuçlar elde etmek için tarsal ve karpal eklem lezyonları beraber değerlendirilmelidir (Keskin ve ark., 2022).

### 1.6. Seksüel Siklusun Östrus Evresinde Progesteron Seviyesi

İneklerde östrus belirtisi için altın standart östrustaki ineğin üzerine atlanıldığında durma, takip eden sürede ovulasyon ile sonuçlanacak bir dominant foliküle sahip olma ve ovaryumlarda korpus luteumun bulunmaması sebebiyle düşük serum veya süt progesteron (P4) konsantrasyonuna sahip değildir (LeRoy ve ark., 2018). Bir inek, aktivite artışı da dahil olmak üzere östrus belirtileri gösterirken yüksek P4 konsantrasyonuna sahipse, bu durum yanlış pozitif östrus tanısı olarak kabul edilir. Bununla birlikte dolaşımdaki P4 konsantrasyonu düşük bir ineğin östrusta olduğu varsayılmaz çünkü ineğin anovulatorik olması ya da seksüel siklusun proöstrus veya metöstrus evresinde olması mümkündür (Aungier ve ark., 2012).

Süt inekçiliği işletmelerinde östrusların belirlenmesi karlılığın önemli bir bileşenidir. İneklerin hareketlerini izleyen aktivite ölçerler, östrusların belirlenmesinde artarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada aile tipi bir işletmede erken laktasyondaki sütçü ineklerde östrus belirlemede aktivite ölçer kullanımının

reprodüktif performans üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu çıkarların doğrultusunda aile tipi işletmelerde; östrus belirleme oranlarının artırılması, postpartum genital organ muayenesi, vücut kondisyon skorunun belirlenmesi, topallık skorunun belirlenmesi, ovaryum ultrasonografisi, otomatik östrus belirleme, işletmedeki reprodüktif performansın artırılması ve buzağılama aralığının kısaltılması ile mesleki bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi konularında katkı sağlanması amaçlanmıştır.



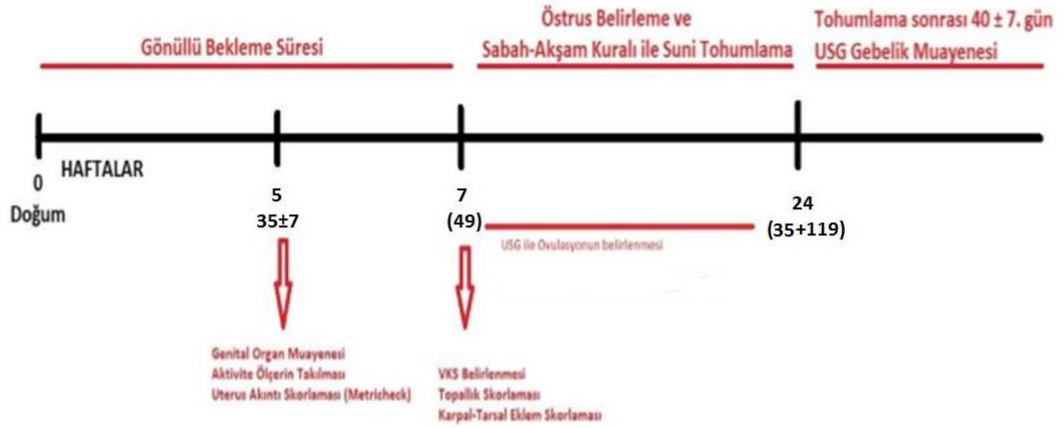
## 2. GEREÇ ve YÖNTEM

### 2.1. Gereç

#### 2.1.1. Hayvan Materyali

Tez çalışması, İzmir İli Beydağ İlçesinde yerleşik, toplam 96 baş sağmal ineğin barındırıldığı, serbest duraklı sisteme sahip, laktasyon ortalaması 4 olan aile tipi süt ineği işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma materyalini erken laktasyondaki toplam 88 baş Holştayn ırkı inek oluşturmuştur.

Postpartum 35 günü geçmiş inekler, kayıt sisteminden belirlenerek izlemeye alındı. Kulak numaralarına göre kayıtları yapılan bu inekler kulak numaralarının son dört hanelerinin numaraları verildi. Çalışmaya dahil olan çalışma ve otomatik östrus tespit grubundaki inekler diğer hayvanlarla birlikte barındırıldı.



Şekil 2.1. Çalışma planının şematize edilmesi

### 2.1.2. Hayvanların Beslenmesi

Gözlem ve otomatik östrus tespit grubu Holstayn inekler aynı bölmelerde tutulmuş olup aynı rasyonla beslenmiştir. Rasyonda saman, mısır flake, yonca, %21 proteinli süt yemi, mısırsilajı, arpa posası, bypass yağı, buffer ve soya küspesi TMR ile karıştırılarak verilmiştir.

### 2.1.3. Ultrasonografi Cihazı

Çalışmada Hasvet 838 marka ultrasonografi cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.2.: İneklerin USG ile genital organ muayenelerinin yapılması.

#### **2.1.4. Uterus Akıntı Skorlaması (Metricheck)**

Postpartum 35. günde tüm ineklerin rutin genital organ muayenesi sırasında uterus akıntı skorlaması Metricheck kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sağlıklı olan (Uterus akıntı skoru 0-1) hayvanlar çalışmaya dâhil edilmiştir, uterus skoru  $\geq 2$  olan hayvanlara tedavi uygulanarak, çalışmaya dahil edilmemiştir.

#### **2.1.5. Süt Progesteron ELISA Kiti**

Suni tohumlama sonrasında her hayvandan toplam 10 ml süt örneği steril tüplere alınmıştır. Süt progesteron seviyesinin ölçülmesi amacıyla ticari sığır progesteron ELISA Kiti (BT LAb,EA0008Bo) kullanılmıştır.

#### **2.1.6. Derin Dondurucu**

Süt örnekleri, analizleri yapılana kadar  $-20\text{ C}^{\circ}$ 'ye kadar soğutma özelliğine sahip derin dondurucuda saklanmıştır.

#### **2.1.7. Aktivite Ölçer Cihaz ve Sensör Özellikleri**

Hayvanın hareketini tespit eden cihazlar bir adet okuyucu ve aktivite ölçerin takılı olduğu kemerden oluşmaktadır. Okuyucunun içerisinde ek altyapı, internet ve bilgisayar gerektirmeyen SIM kart bulunmaktadır. Bir okuyucu, 100 adet aktivite ölçer cihazı desteklemektedir. Aktivite ölçer cihaz sıcaklık, nem ve sudan etkilenmeyen bir yapıya sahiptir. Aktivite ölçer cihaz 5 yıl pil ömrü ile kesintiye uğramadan östrus takibi sunmaktadır. Aktivite ölçer cihazı hayvanın boynuna sabitlemek için paraşüt ipinden yapılan sağlam yapılı kemer kullanılmıştır. Cihaz 7/24 saat hareket kaydetmektedir.



Şekil 2.3. Okuyucu cihaz ve kemere takılı olan aktivite ölçer cihaz.

### 2.1.8. Verilerin Alınması ve Toplanması

İşletmenin kayıt sisteminden belirlenen ve çalışmaya dahil edilen ineklere postpartum 35. günlerde aktivite ölçer cihaz ineklerin boyunlarına takılmıştır. Veri kayıplarının önlenmesi için elde edilen veriler veri tabanı sisteminde depolanarak saklanmıştır.

Cihazın ineğin boyun bölgesinden düşmesi sonucu veri kaybı nedeniyle 5 adet hayvan çalışmadan çıkarılmıştır.



**Şekil 2.4.** Hareketi algılayan cihaz okuyucuya ileti göndermesi ve okuyucu cihaz ise SMS aracılığıyla kayıtlı cep telefonuna bildiri göndermesi şematize edilmiştir.

Veri toplama çalışmalarına başlamadan önce çalışmada kullanılacak olan aktivite ölçer cihazın veri akışı kontrol edilmiştir. Verilerle hayvan davranışlarının karşılaştırılabilmesi için kamera sistemi ve bakıcı ile gözlem yapılmıştır.



**Şekil 2.5.** Telefondaki uygulamadan hayvanın anlık hareketinin grafik olarak şematize edilmesi.

Kırmızı çizgi hayvanın anlık hareketini yansıtırken mavi çizgi ise aynı hayvanın kayıtlı hareketlerinin ortalamasını oluşturmaktadır. Ortalama ile aktivite arasındaki oluşan hareketin farklı olması hareketteki artışı ifade etmektedir (Şekil 2.5).

## **2.2. Yöntem**

Çalışma protokolü Ege Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 24.06.2020 tarihli toplantısında 2020-078 sayılı kararıyla uygun bulunmuştur. Doktora tez çalışması Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 21L0239013 numaralı doktora tez projesi kapsamında desteklenmiştir.

### **2.2.1. Hayvanların Gruplara Ayrılması**

Çalışmada toplam 88 baş Holştayn inek, gözlem (n=44) ve otomatik östrus tespiti (n=44) olarak iki gruba rastgele ayrılmıştır. Tez çalışmasının projelendirilmesi ve aktivite ölçer tedarikindeki gecikmelerden dolayı önce gözlem grubundaki uygulamalar gerçekleştirilmiş daha sonra otomatik östrus tespiti grubu tamamlanmıştır.

### **2.2.2. Vücut Kondisyon Skorunun Belirlenmesi**

Vücut kondisyon skoru (VKS) postpartum 35'inci günde yapılan reproduktif muayenede 5 dereceli skora göre puanlanmış (Edmondson ve ark., 1989). VKS 2,5 altında ve 3,25 üzerinde olan hayvanlar çalışmada kullanılmamıştır.

### **2.2.3. Topallık Skorunun Belirlenmesi**

Sağımhane çıkışında yürüyüş skoru skor 1= sağlıklı ve skor 5= şiddetli topallık olacak şekilde 5 puanlık sistem (Numerical Rating System, NRS) kullanılarak belirlenmiştir (Sprecher ve ark., 1997). NRS  $\geq 3$  olarak skorlanan hayvanlar klinik topallık pozitif değerlendirilmiş ve çalışmaya dahil edilmemiştir.

#### 2.2.4. Tarsal ve Karpal Eklem Skorunun Belirlenmesi

Tarsal ve karpal eklem lezyonları sağım sırasında Gibbons ve ark. (2012) tarafından bildirilen 0-3 puanlık skala kullanılarak puanlanmış, klinik tarsal ve/veya karpal eklem lezyonu bulunan (skor  $\geq 2$ ) hayvanlar çalışmaya dahil edilmemiştir.

#### 2.2.5. Postpartum 35. Gün Genital Organ Muayenesi

Postpartum  $35 \pm 7$ . günde tüm ineklerin rutin genital organ muayenesi sırasında uterus akıntı skorlaması Metricheck kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Vajinal akıntı skorlaması amacıyla Metricheck kullanılmıştır. Tespit edilen vajinal akıntılar sağlıklı olan (Uterus akıntı skoru 0-1) hayvanlar çalışmaya dâhil edilmiş, uterus akıntı skoru  $\geq 2$  olan hayvanlara tedavi uygulanmış, çalışmaya dahil edilmemiş, çiftlik protokollerine uygun intrauterin oksitetrasiklin uygulaması yapılmıştır.



şekil 2.6: Postpartum 35. günde USG ile genital organların muayenesinin yapılması.

Skor sistemi kullanılarak, mukus şöyle tanımlanmıştır;

- Skor 0= saydam veya yarı saydam mukus,
- Skor 1= beyaz irin içeren mukus,
- Skor 2=  $\leq$  % 50 beyaz veya beyaz mukopurulent içeren içerik,
- Skor 3= genellikle beyaz veya kan kırmızısı, %50 purulent içerik.



Şekil 2.7. Metrichek ile çekilen akıntının skorlandırılması (Sheldon ve Dobson., 2004).

### 2.2.6. Aktivite Ölçerlerin Takılması

Postpartum 35. günde genital organ muayeneleri yapılan ineklerin aktivite ölçerleri boyunlarına tasma ile takıldı. Tasma takıldığı hayvanın hareket grafiğini ilk beş gün içerisinde kavrayıp gelecekte oluşan östrus davranışlarını otomatik olarak tespit etmektedir.



**Şekil 2.8.** İneklerin boyunlarına aktivite ölçer takılması.

## **2.2.7. Östrusların Belirlenmesi**

### **2.2.7.1. Gözlem Yoluyla Östrusların Belirlenmesi**

Östrusların gözlenmesi günlük 3 defa 20 dk olacak şekilde saat 06:00, 14:00 ve 22:00'de gerçekleştirilmiştir. Östrus ile ilişkili davranışlar belirlendiğinde Çizelge 2.1'de belirtilen şekilde skorlama yapılmış olup östrusun 20 dakikalık gözlem süresinde skor  $\geq 100$  olduğunda başladığı kabul edilmiştir. Östruslar serbest dolaşımında belirlendi.

**Çizelge 2.1.** Östrus belirtilerinin skorlandırılması (Van Eerdenburg ve ark., 1996).

<b>Östrus belirtileri</b>	<b>Skor</b>
Atlama belirtileri	
Atlandığında durma	100
Başka ineğin baş tarafına atlama	45
Diğer ineklere atlama	35
Diğer inekler tarafından atlandığında durmama	10
Diğer belirtiler	
Çenesini diğer ineklere yaslama	15
Diğer ineklerin vulvasını koklama	10
Huzursuzluk	5
Mukoz vaginal akıntı (çara) görülmesi	5
Böğürme	5

### **2.2.7.2. Aktivite Ölçer ile Östrusların Belirlenmesi**

Hayvanların boynuna takılan aktivite ölçer ile ineklerin hareketliliği otomatik olarak takip edilmiştir. Aktivite ölçerden elde edilen veriler işletmeye takılan alıcı anten aracılığı ile otomatik değerlendirilmiştir. Aktivite ölçerin belirlediği östrustaki hayvanlar ultrason ile ovaryum ve uterus muayenesi yapılarak doğruluğu belirlenmiştir.



Şekil 2.9. Aktivite ölçer takılan ineklerin görüntüleri

### 2.2.8. Süt Progesteron Ölçümü

Süt örnekleri suni tohumlama esnasında steril olarak 10 ml alınıp laboratuvar analizleri yapılana kadar derin dondurucuda bekletilmiştir. Suni tohumlama esnasında toplanan örneklerin tamamı aynı anda analiz edilmiştir.

Toplanan süt örnekleri +4 C’de 15000 rpm’de 30 dk santrifüj sonrasında, üst kısmındaki yağ tabakası uzaklaştırıldı. Elde edilen serum, analiz gerçekleştirilinceye kadar -20 C’de saklandı. Örnekler çözüldükten sonra tüm örneklerin analizi aynı gün içerisinde gerçekleştirildi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarında örneklerin analizi yarışmalı ELISA tekniği ile gerçekleştirildi. Örnekler önceden antikorla kaplanmış plakaya eklendi. Bunun ardından da biyotinlenmiş antijen (P4) ilave edildi. Numunelerdeki antijenler (P4), yakalayıcı antikora bağlanmak için biyotinlenmiş antijenle rekabet ettiği inkübasyonda tutuldu. Bağlanmamış antijenler yıkama ile uzaklaştırıldı. Daha sonra avidin-HRP eklendi ve tekrar inkübe edildi. Bağlanmamış avidin-HRP bir sonraki

yıkama adımı sırasında uzaklaştırıldı. Daha sonra TMB Substratı eklenerek ve renk gelişimi sağlandı. Son renk oluşum reaksiyonu asidik çözelti ilave edilerek durduruldu ve renk 450 nm'de ölçülebilen sarıya dönüştürüldü. Oluşan rengin yoğunluğu numunedeki P4 konsantrasyonuyla ters orantılıdır. Numunedeki P4 konsantrasyonu daha sonra uygun yazılımlar aracılığıyla numunelerin OD'si standart eğri ile karşılaştırılarak belirlendi.

### **2.2.9. İstatistiksel Analiz**

Elde edilen reproduktif veriler normallik yönünden Kolmogorov-Smirnov testi ile, varyansların homojenliği yönünden ise Levene testi ile incelenmiştir. Değişkenlerin parametrik varsayımların sağlandığı durumda gruplar arası farklılığın istatistiksel açıdan belirlenmesi Student t test ile, varsayımların sağlanmadığı durumda ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Grupların gebelik oranları açısından değerlendirilmesi Ki-kare testi ile gerçekleştirilmiştir. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık sınırı  $p > 0,05$  olarak kabul edilmiş, istatistiksel analizlerde IBM SPSS 23.0 paket programından yararlanılmıştır. Veriler Ortalama±Standart Sapma şeklinde sunulmuştur.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Tanımlayıcı Veriler

Gözlem grubuna 01.08.2020 ile 20.09.2021 tarihleri arasında doğum yapan inekler dahil edilirken, otomatik östrus tespiti grubuna 10.09.2021 ile 23.08.2022 tarihleri arasında doğum yapan inekler alınmıştır. Çalışma grubunda bir inek aktivite ölçer takıldıktan sonra ayak problemi oluştuğu için, diğer bir inek ise postpartum hastalıklarından abomasum deplasmanı şekillendiği için çalışmadan çıkarıldı ve yerlerine iki inek çalışmaya dahil edildi.

Kamera görüntüleri ile bakıcı gözlem tespiti değerlendirildiğinde aktivite ölçerin hareket grafiği anlamlı bir şekilde değişmiştir.

Bu çalışma esnasında uygulama hayvanlarında yapılan saha çalışması hayvan hareketlerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmamıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde, hayvan hareketlerinin proöstrus belirtilerinde artış gözlemlenmiş, östrus süresince ortalama 12-18 saat devam etmiştir.

**Çizelge 3.1:** Çalışma gruplarında tanımlayıcı veriler ( $p>0,05$ )

PARAMETRE GRUP	YAŞ(AY)	LAKTASYON SAYISI	VKS	AKINTI SKORLAMASI	TOPALLIK	TARSAL KARPAL EKLEM SKORLAMASI
GÖZLEM	64,89±24,67	3,86±1,85	2,89±0,28	0,38±0,49	0,29±0,89	0,25±0,43
OTOMATİK ÖSTRUS BELİRLEME	66,59±26,54	3,98±1,87	2,85±0,25	0,36±0,48	0,31±0,47	0,22±0,42

Gözlem ve otomatik östrus tespiti gruplarındaki ineklerin ortalama yaşları sırasıyla 64,89±24,67 ay ve 66,59±26,54 ay olarak belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). Laktasyon sayısı gözlem grubunda 3,86±1,85; otomatik östrus tespiti grubunda ise 3,98±1,87 olmuştur ( $p>0,05$ ). Çalışma grupları arasında ortalama VKS farklılık

göstermemiştir. Ortalama VKS gözlem grubunda  $2,89\pm 0,28$ ; otomatik östrus tespiti grubunda ise  $2,85\pm 0,25$  olarak kaydedilmiştir ( $p>0,05$ ). Benzer şekilde ortalama uterus akıntı skoru ve topallık skoru çalışma gruplarında farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ).

### **3.2. Fertilité Parametreleri**

Otomatik östrus tespiti grubunda çalışma süresinde toplam 77 östrus belirlenirken gözlem grubunda toplam 64 östrus tespit edilmiştir. Otomatik östrus tespiti grubunda inek başına belirlenen östrus sayısı ( $1,75\pm 0,97$ ) gözlem grubuna kıyasla ( $1,45\pm 0,59$ ) daha yüksek olmuştur ( $p=0,256$ ). Ancak fark önemsizdir.

Gözlem grubunda toplam 59 suni tohumlama gerçekleştirilmiş olup, inek başına ortalama tohumlama sayısı  $1,34\pm 0,57$  olarak belirlenmiştir. Bu grupta gözlem yoluyla belirlenen toplam 5 östrusta yapılan reproduktif muayene sonrasında suni tohumlama yapılmama kararı alınmıştır. Bahsi geçen vakalardan birinde reproduktif muayenede korpus luteum belirlenmesi bir diğerinde ise dominant folikül bulunmaması nedeniyle suni tohumlama yapılmamıştır. İki inekte  $>25$  mm çapında folikül bulunması nedeniyle suni tohumlama yapılmamış, bir inekte ise uterus akıntı skorunun  $\geq 2$  olmasından dolayı suni tohumlama yapılmamıştır.

Otomatik östrus tespiti grubunda toplam 68 suni tohumlama gerçekleştirilmiş olup, inek başına ortalama tohumlama sayısı  $1,55\pm 0,87$  olarak belirlenmiştir. Bu grupta belirlenen toplam 9 östrusta yapılan reproduktif muayene sonrasında suni tohumlama yapılmamıştır. İlk vakada inekte  $>25$  mm çapında folikül bulunması nedeniyle suni tohumlama yapılmamış, takip eden süreçte ise aynı hayvanın belirlenen 3. östrusunda hidrometra tanısı nedeniyle suni tohumlama yapılmamıştır. İkinci vakada ineğin tespit edilen ilk östrusunda  $>25$  mm çapında folikül belirlenmesi nedeniyle, tespit edilen 3. östrusta ise dominant folikül bulunmaması nedeniyle suni tohumlama yapılmamıştır. Bu grupta 1 inekte belirlenen östrusta reproduktif

muayenede korpus luteum belirlenmesi, bir diğerk inekte ise postpartum 67. günde belirlenen ilk östrusta östrusunda >25 mm çapında folikül belirlenmesi nedeniyle suni tohumlama yapılmazken 3 inekte uterus akıntı skorunun  $\geq 2$  olması nedeniyle suni tohumlama yapılmamıştır. Ayrıca, otomatik östrus tespiti grubunda östrus uyarısı alınan 2 ineğedaha önceki gebelik muayene sonuçları pozitif olduğundan suni tohumlama yapılmamıştır.

**Çizelge 3.2:** Çalışma gruplarında fertilitte parametreleri

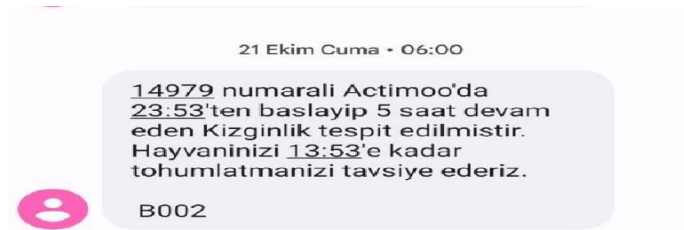
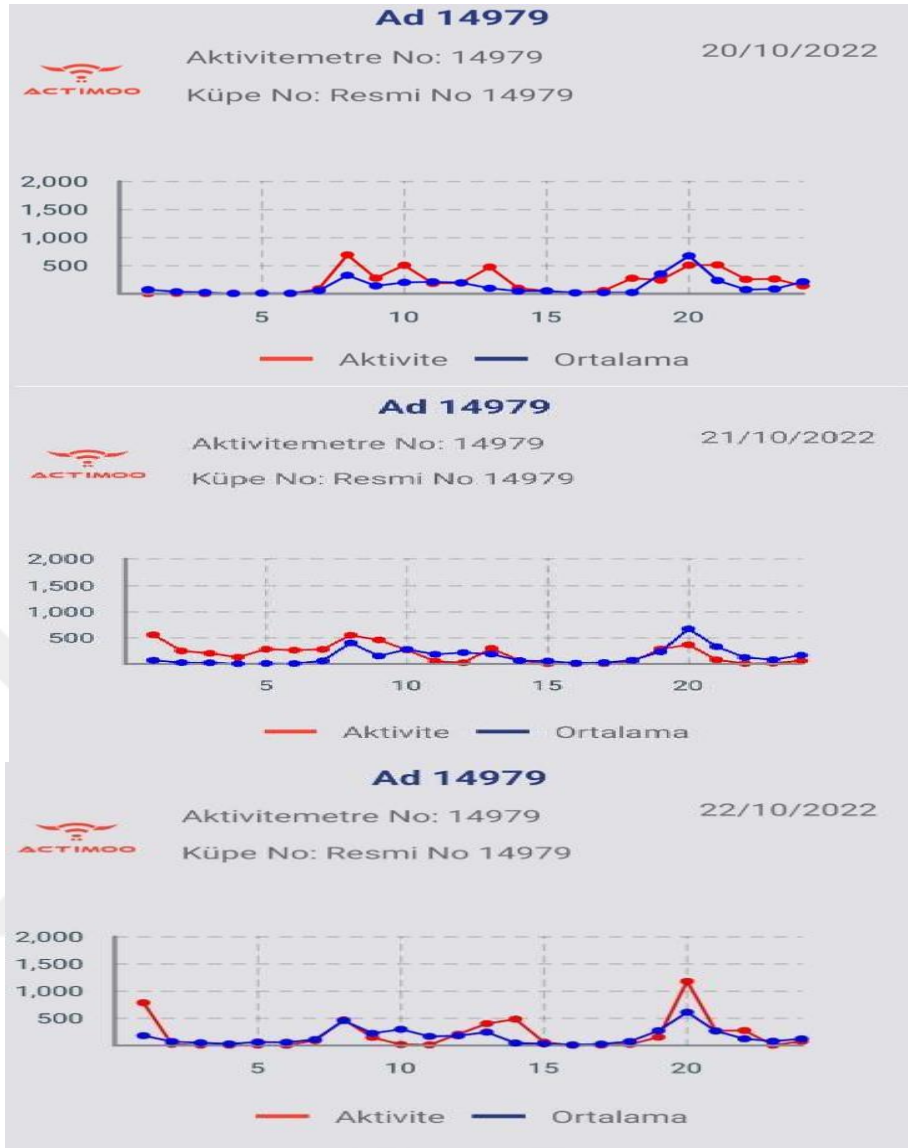
	GÖZLEM	OTOMATİK ÖSTRUS BELİRLEME	p
ÖSTRUS SAYISI	64	77	
İNEK BAŞINA BELİRLENEN ÖSTRUS SAYISI	1,45±0,59	1,75±0,97	0,256
SUNİ TOHURLAMA	59	68	
İNEK BAŞINA ORTALAMA TOHURLAMA SAYISI	1,34±0,57	1,55±0,87	
GEBELİK SAYISI	29/44(%65,91)	35/44(79,55)	
GEBELİK BAŞINA TOHURLAMA SAYISI	2,03	1,94	
BUZAĞILAMA ARALIĞI	377,97±26,82	365,77±27,04	0,076
AÇIK GÜN SAYISI	97,83±25,36	85,89±26,41	0,072
PP İLK ÖSTRUS BELİRLEME GÜNÜ	77,23±15,31	72,86±2174	0,283

Görsel östrus tespitinin pozitif prediktif değeri %96,88 olarak belirlenmiş, bu değerk otomatik östrus tespiti için %94,94 olmuştur.

Çalışma süresi sonunda gözlem grubunda toplam 29 gebelik elde edilmiş olup gebelik oranı %65,91 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın, otomatik östrus tespiti grubunda toplam 35 gebelik elde edilmiş ve gebelik oranı %79,55 olmuştur. Gebelik başına tohumlama sayısı gözlem grubunda 2,03; otomatik östrus tespiti grubunda ise 1,94 olmuştur.

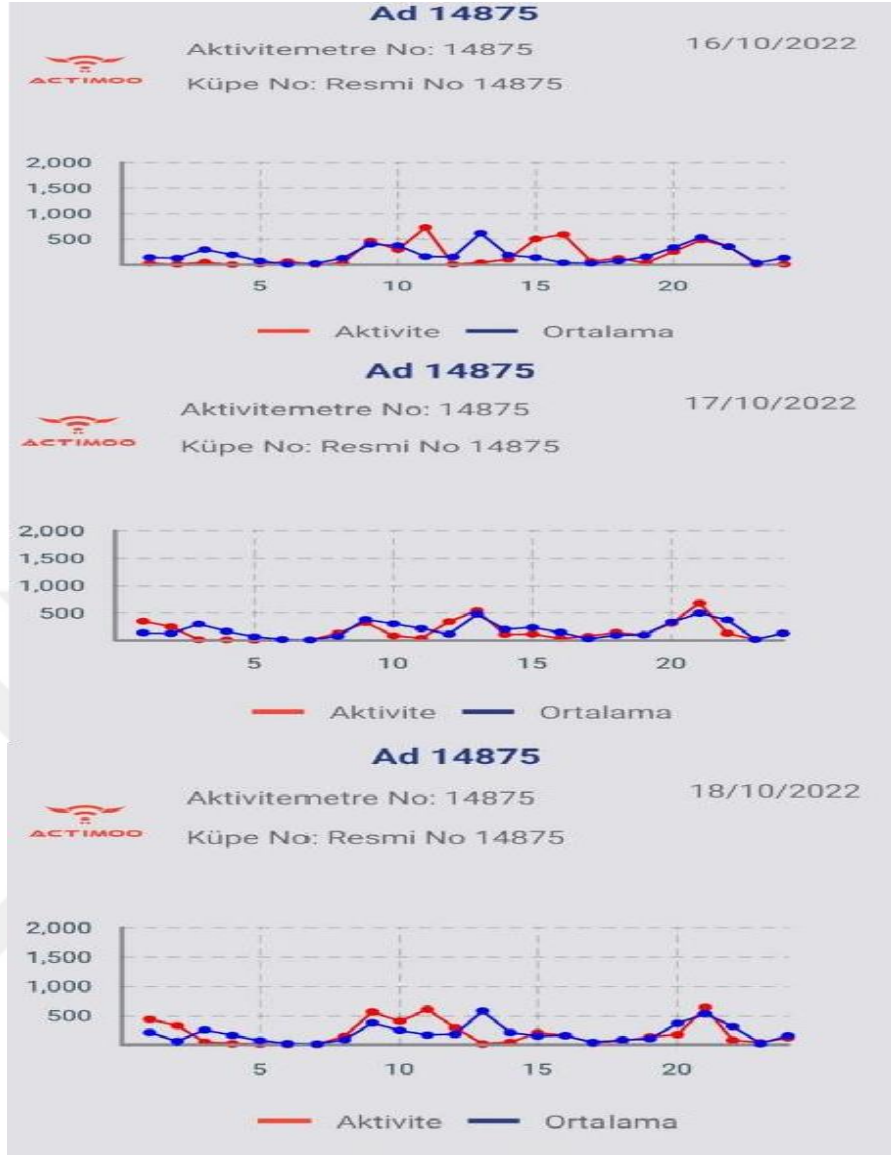
Buzağılama aralığı gözlem grubunda  $377,97 \pm 26,82$ ; otomatik östrus tespiti grubunda ise  $365,77 \pm 27,04$  gün ( $p=0,076$ ) olarak belirlenmiştir. Açık gün sayısı gözlem ve otomatik östrus tespiti gruplarında sırasıyla  $97,83 \pm 25,36$  gün ve  $85,89 \pm 26,41$  gün ( $p=0,072$ ) olmuştur. İlk östrus tespiti gözlem grubunda postpartum  $77,23 \pm 15,31$  günde; otomatik östrus tespiti grubunda ise  $72,86 \pm 21,74$  günde gerçekleşmiştir ( $p=0,283$ ).





**Şekil 3.1.** Bu grafiklerde 14979 numaralı tasmanın takılı olduğu inekte 20/10/2022-22/10/2022 tarihleri arasındaki hareket grafiği gösterilmiştir.

14979 nolu inek 20 Kasım'da ortalamanın üzerinde aktivite göstermeye başladı ve gece yarısı hareketlerde artış gösterdi. Hareket bilgisi gözlemciye mesaj olarak geldi. Uygun saatte suni tohumlaması yapıldı, 45. gün yapılan gebelik muayenesi pozitif olarak yorumlandı.



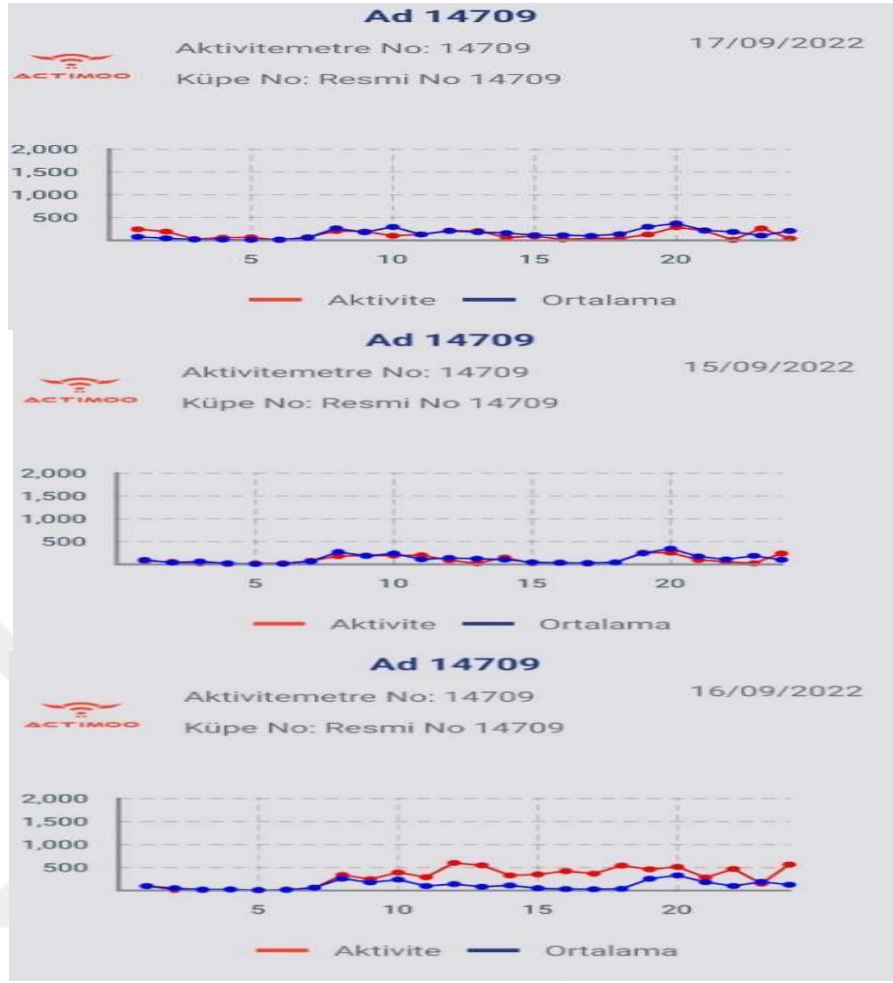
17 Kasım Perşembe • 12:02

14875 numaralı Actimoo'da 06:27'den başlayıp 6 saat devam eden Kızgınlık tespit edilmiştir. Hayvanınızı 20:27'e kadar tohumlatmanızı tavsiye ederiz.

B002

**Şekil 3.2.** Bu grafikler 14875 numaralı inek için 16/10/2022-18/10/2022 tarihleri arasındaki grafik gösterilmektedir.

Tasma inekte aktivitenin olduğunu östrus açısından kontrol edilmesi gerektiği mesajını gönderdi. Kontrol edildiğinde inekte herhangi bir östrus belirtisi yoktu takibe alındı, tohumlama sonrası 30. ve 47. günlerde gebelik takibi yapıldı ve ilk tohumlamadan gebelik şekillendiği, tasmanın yalancı östrus belirtisi mesajı gönderdiği gözlemlendi.



16 Eylül Cuma • 13:12

14709 numaralı Actimoo'da 07:23'ten başlayıp 6 saat devam eden Kızgınlık tespit edilmiştir. Hayvanınızı 21:23'e kadar tohumlatmanızı tavsiye ederiz.

B002

**Şekil 3.3.** Bu grafiklerde 14709 nolu tasmanın takılı olduğu ineğin 15/09/2022-17/09/2022 tarihleri arasındaki grafikleri gösterilmiştir.

Bu olguda mesaj sonrasında inek ovaryum ve genital organları kontrol edildiğinde foliküler kist gözlemlendi. İnek suni tohumlama yapılmadı bir sonraki östrus belirtilerinin gözlemlendiği tarihe kadar beklendi.

### 3.3. Süt Progesteron Konsantrasyonları

Gözlem ve otomatik aktivite ölçer gruplarında östrusta olduğu belirlenen ve suni tohumlama yapılan tüm ineklerde süt örneklerinde P4 konsantrasyonu <1ng/ml olarak belirlenmiştir.



## 4. TARTIŞMA

Aynı bakım, besleme ve barındırma koşullarında bulunan süt ineklerinde otomatik östrus tespiti grubunda tespit edilen östrus sayısının gözlem grubuna kıyasla daha yüksek bulunması otomatik östrus tespitinin başarısına işaret etmektedir. Toplam 139 Holştayn ineğin postpartum 21. günden gebeliğin 40. gününe kadar otomatik bir östrus takip sistemi (Heatime®) ve günde 3 defa 20 dk süreyle görsel östrus tespiti ile izlendiği bir çalışmada benzer sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmada belirlenen gerçek pozitif östrus dönemi sayısı otomatik östrus tespitinde 256, görsel östrus tespitinde ise 157 olmuştur. Tespit edilmeyen östrus dönemi sayısı ise otomatik östrus tespitinde 45, görsel östrus tespitinde ise 144 olarak belirlenmiş, östrus belirleme oranı otomatik östrus tespitinde %85, görsel östrus tespitinde ise %52,2 olmuştur (Ina Gaude ve ark., 2017). Aynı östrus takip sistemi postpartum 20-40. günden itibaren 67 Holştayn inekte günde 6 defa 2 sorumlu ve 3 yardımcı personel tarafından gerçekleştirilen görsel östrus takibi ile karşılaştırıldığı bir çalışmada ise östrus belirlemede duyarlılık farkı belirlenmemiştir (Holman ve ark., 2011).

Tez çalışmasında aynı süre zarfında otomatik östrus tespiti grubunda daha fazla sayıda östrus belirlenmesi neticesinde daha fazla sayıda suni tohumlama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada otomatik ve görsel östrus tespiti için belirlenen yüksek pozitif prediktif değerler konu ile ilgili bazı çalışmaların sonuçları ile uyumlu (Holman ve ark., 2011; Ina Gaude ve ark., 2017), bazı sonuçlardan ise (Chanvallon ve ark., 2014; Hockey ve ark., 2010; Michaelis ve ark., 2014) yüksektir. Otomatik östrus belirleme sistemleri tarafından üretilen yanlış pozitif ve yanlış negatif uyarıların sayısında farklı faktörler rol oynamakta olup östrus uyarısının oluşturulduğu eşğin hassasiyet ve pozitif prediktif değer üzerinde büyük bir etkisi olduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak, çevresel şartlar da önem arz etmektedir (Hockey ve ark., 2010; Kamphuis ve ark., 2012; Roelofs ve ark., 2005). Örneğin, tez çalışmasında kullanılan aktivite ölçerin postpartum >80 gündeki 49 Montofon ırkı inekte 2 ay süreyle denendiği bir çalışmada toplam 75 östrus belirlenmiş, bunlardan 64'ü (%85,3) doğrulanmıştır (Kanca ve Güleç, 2018).

Tez çalışmasında gözlem grubunda gebelik oranı %65,91 olarak gerçekleşmiştir. Otomatik östrus tespiti grubunda ise gebelik oranı %79,55 olmuştur. Aktivite ölçer ve gözlem yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada tez çalışması sonuçlarına benzer şekilde otomatik östrus tespiti daha yüksek gebelik oranı ile sonuçlanmış ve laktasyonun 200 gününde gebelik oranı sırasıyla aktivite ölçer ve gözlem gruplarında sırasıyla %66,8 ve %57,1 olarak bildirilmiştir. Toplam 394 ineğin kullanıldığı aktivite ölçer ile östrus takibinin yapıldığı benzer bir çalışmada ise 50 günlük gönüllü bekleme süresi sonrasında gerçekleştirilen suni tohumlamaları takiben laktasyonun 150. gününde gebelik oranı %68 olarak belirlenmiştir (Stevenson ve ark., 2014).

Tez çalışmasında otomatik östrus tespiti grubunda buzağılama aralığı ve açık gün sayısı yaklaşık 12 gün azalmıştır. Doğum ile onu takip eden gebe kalma arasındaki süre olan, buzağılama-konsepsiyon aralığı (açık gün sayısı), süt inekçiliği işletmelerinde reproduktif performansını belirlemek ve ekonomik bir karar vermek için kullanılan temel parametrelerdendir (Temesgen ve ark., 2022). Açık günlerin en aza indirilmesi, işgücü ve yem maliyetlerine göre süt verimini artırarak, buzağı sayısını ve ömür boyu üretken gün sayısını artırarak ve üreme maliyetlerini ve sürüden çıkarma oranını azaltarak ekonomik açıdan fayda sağlamaktadır (Cabrera, 2014; Inchaisri ve ark., 2010; Gonzalez-Recio ve ark., 2004) Örneğin, ABD'de her ilave açık günün yaklaşık 0,25 ila 0,71 ABD Doları ekonomik kayba neden olduğu bildirilmiştir (Temesgen ve ark., 2022).

Süt inekçiliğinde geleneksel yaklaşım 12 aylık bir buzağılama aralığını hedeflemektir. Bu geleneksel yaklaşım erken konsepsiyonun ekonomik fayda sağladığı fikrine dayanmaktadır. Bununla birlikte, özellikle yüksek süt verimli ineklerde daha uzun bir açık gün dönemi ve bunun sonucunda uzayan buzağılama aralıklarının avantajları da söz konusudur. Ancak genel bir ifadeyle süt veriminin çok yüksek olmadığı aile tipi işletmelerde buzağılama aralığının kısa olması uygundur (Österman ve Bertilsson, 2003). Bu bakımdan, aile tipi işletmelerde östrus takibinde aktivite ölçer kullanımının faydalı olacağı düşünülmektedir.

İneklerde topallık sadece yatma süresini uzatmanın ve fiziksel aktiviteyi azaltmanın yanı sıra östrusun davranışsal belirtilerini de azaltabilmektedir (Galindo ve Broom, 2002). Topallığın östrus sırasında yürüme aktivitesini azalttığı ve östrus evresinde ayakta durma süresini azalttığı gösterilmiştir (Walker ve ark., 2008). Ayrıca topallık ile düşük vücut kondisyon skoru arasında belirgin bir ilişki bulunmaktadır (Løvendahl ve Chagunda, 2010; Madureira ve ark., 2015). Tez çalışmasında topallık pozitif inekler ile klinik tarsal ve/veya karpal eklem lezyonu bulunan ineklerin çalışmaya dahil edilmemesinin nispeten yüksek östrus belirleme oranı ve gebelik oranlarının elde edilmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Buzağılama sonrası VKS'nin ve VKS düşüş miktarının, östrus gözlemlenmesi üzerine doğrusal bir etkisinin olduğu, postpartum dönemde vücut kondisyon kaybının yüksek olduğu ineklerde östrus gözlenme olasılığının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Roche ve ark., (2007). Çalışmada postpartum dönemde 1 birim VKS kaybeden ineklerde östrus belirleme olasılığı 0,69 kat daha düşük olmuştur. Benzer şekilde, postpartum 5 aylık süreçte düşük VKS'ye sahip ineklerde östrusta fiziksel aktivitenin azaldığı bildirilmiştir (Lovendahl ve Chagunda 2010). Östrustaki fiziksel aktivite artışını etkileyen risk faktörlerinin araştırıldığı bir çalışmada ise VKS'nin, otomatik aktivite ölçer kullanılarak östrus tespitini etkileyen en önemli faktör olduğu belirlenmiştir (Madureira ve ark., 2015). Ayrıca pedometre ile östrus tespitinde östrus belirleme olasılığının düşük (<2) VKS'li ineklerde azaldığı (Holman ve ark., 2011) ve VKS ile östrus ifadesi arasında bir ilişki bulunduğu, VKS'de 0,25 puanlık artışın, ovulasyondan önce artan fiziksel aktivite ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Aungier ve ark., 2012). Tez çalışmasında VKS ile östrus tespiti arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmamış olmakla birlikte, VKS'nin çalışma sonuçlarını olumsuz etkileme ihtimalinin azaltılması ve çalışma grupları arasında VKS yönünden benzerliğin sağlanması amacıyla postpartum 35. günde VKS belirlenmiş, VKS 2,5 altında ve 3,25 üzerinde olan inekler çalışmaya dahil edilmemiştir.

İneklerde östrus için altın standart atlanıldığında durma, daha sonra ovulasyon ile sonuçlanacak bir dominant foliküle sahip olma ve ovaryumlarda korpus luteumun bulunmaması dolayısıyla düşük serum veya süt P4 konsantrasyonuna sahip olmalıdır

(LeRoy ve ark., 2018). Bununla birlikte gözlemin doğru ve etkin yapılması da büyük önem taşımaktadır. Gözlemcinin deneyimli olması, gözlemlerle östrus tespit edilen inek sayısında değişiklik sağlamaktadır. Bir inek, aktivite artışı da dahil olmak üzere östrus belirtileri gösterirken yüksek P4 konsantrasyonuna sahipse, bu durum yanlış pozitif östrus tanısı olarak kabul edilir (Aungier ve ark., 2012). Bununla birlikte, dolaşımdaki P4 konsantrasyonu düşük bir ineğin östrusta olduğu varsayılmaz çünkü ineğin anovulatorik olması ya da seksüel siklusun proöstrus veya metestrus evresinde olmasının mümkündür.

Holman ve ark. (2011), aktivite monitörleri ile tespit edilen östrus olaylarının %93,5'inde süt P4 konsantrasyonunun  $<0,2$  ng/mL olduğunu, yanlış pozitif sonuçların nadir olduğu bildirmişlerdir. Dört ticari süt inekçiliği işletmesinde otomatik aktivite ölçer ile östrus tespiti etkinliğinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise elde edilen östrus uyarılarında yapılan suni tohumlamaların %98,7'sinde kan P4 konsantrasyonlarının östrus uyarısı ile uyumlu olduğu belirlenmiştir (LeRoy, 2016). Tez çalışmasında otomatik aktivite ölçer uyarısı ve gözlem yoluyla östrusta olduğu belirlenen ve suni tohumlama yapılan tüm ineklerde süt P4 konsantrasyonu  $<1$  ng/ml olarak belirlenmiştir. Bu durum, suni tohumlama yapılan ineklerin kan P4 konsantrasyonunun seksüel siklusun östrus evresi ile uyumlu olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca gözlem grubunda 5, otomatik östrus tespiti grubunda ise 9 belirlenen östrusta yapılan muayene sonrasında farklı nedenlerle suni tohumlama yapılmamasının suni tohumlama yapılan tüm hayvanlarda uyumlu süt P4 konsantrasyonlarının belirlenmesine neden olduğu düşünülmüştür.

Östrus tespit oranının artırılması, süt ineklerinde üreme performansına önemli bir katkı sağlıyor olsa da otomatik östrus tespit sistemlerinin ekonomik olarak değerlendirilmesine yönelik çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmalarda otomatik östrus tespitinin karlılığı artırdığı ancak, genellikle yalnızca bireysel işletmelere özel durumların ele alındığı görülmektedir. Örneğin, Van Asseldonk ve ark., (1999) Hollanda'nın üretim koşullarında östrus belirleme oranının %50'den %90'a çıktığında üretilen her 100 litre süt için 0,45-0,55 Euro brüt kar elde edileceğini bildirmiştir. Rutten ve ark. (2014), otomatik östrus tespiti için aktivite ölçerlere yatırım yapmanın ekonomik faydasını hesapladıkları çalışmalarında 130 ineklik bir sürü için östrus

saptama oranının %50'den (gözlem) %80'e (aktivite ölçer) yükseldiği varsayımına göre inek başına 2.827 €'luk ortalama marjinal finansal etki tahmininde bulunmuştur. Zayıf, ortalama ve iyi reproduktif performansın ekonomik sonuçlarının hesapladığı bir çalışmada ise ortalama senaryoda, östrus tespit oranının %30'dan %50'ye ve %50'den %70'e yükselmesinin, yıllık net ekonomik kaybın inek başına sırasıyla 53 € ve 11 € oranında azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Inchaisri ve ark., 2010). Otomatik östrus tespiti teknolojilerine yatırım yapmanın ekonomik etkilerinin değerlendirilmesi, süt üreticileri için oldukça güçtür. Otomatik östrus tespiti teknolojilerine yatırım senaryolarına göre sağlanan değerlere bakıldığında ilk olarak otomatik östrus tespiti için 5.000 \$ ile 10.000 \$ arasında yatırım sağlanarak inek başına yılda 50 \$ ile 100 \$ etiket maliyetiyle ortalama %70 (60-80) östrus belirleme başarısı sağlandığı belirtilmiştir. Çalışmada en karlı olan kombinasyonda 5.000 \$ yatırımda, inek başına yılda 50 \$ maliyet ile %80 tespit başarısı sağlandığında açık gün sayısının 35,3 gün azaldığı, bir inek için net mevcut gelirin 25,5 \$ olduğu ve geri ödeme süresinin de 1,6 yıl olduğu bildirilmiştir (Dolecheck ve ark., 2016). Tez çalışmasında kullanılan yerli üretim aktivite ölçerin yatırım maliyeti açısından avantaj sağlayabileceği kanaatine varılmıştır.

Östrus tespiti için kullanılan aktivite ölçerlerin ekonomik bir değerlendirmesi amacıyla sürü büyüklüğü 70-210 baş arasında değişen, yıllık süt verimi ise 9.000 veya 11.000 kg olan Holştayn sürülerinde farklı östrus tespit oranlarının brüt kar marjları üzerindeki etkisinin modellendiği güncel bir çalışmada ise aktivite ölçerlere yapılan yatırımın pozitif bir net geri dönüş olasılığının %85 ile 99 arasında olduğu hesaplanmıştır (Pfeiffer ve ark., 2020). Tez çalışmasında ekonomik analiz yapılmamış olmakla birlikte, ülkemizde yaygın işletme tipi olan aile tipi süt inekçiliği işletmelerinde östrus tespitinde aktivite ölçer kullanımının reproduktif sürü yönetimine katkı sağlayacağı kanısına varılmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aynı bakım, besleme ve barındırma koşullarında bulunan süt ineklerinde otomatik östrus tespiti grubunda tespit edilen östrus sayısının gözlem grubuna kıyasla daha yüksek bulunması otomatik östrus tespitinin başarısına işaret etmektedir.

Tez çalışmasında aynı süre zarfında otomatik östrus tespiti grubunda daha fazla sayıda östrus belirlenmesi neticesinde daha fazla sayıda suni tohumlama gerçekleştirilmiştir.

Östrus tespit oranının artırılması, süt ineklerinde üreme performansına önemli bir katkı sağlıyor olsa da otomatik östrus tespit sistemlerinin ekonomik olarak değerlendirilmesine yönelik çalışmalar sınırlıdır. Tez çalışmasında kullanılan yerli üretim aktivite ölçerin yatırım maliyeti açısından avantaj sağlayabileceği kanaatine varılmıştır.

Tez çalışmasında ekonomik analiz yapılmamış olmakla birlikte, ülkemizde en yaygın işletme tipi olan aile tipi süt inekçiliği işletmelerinde östrus tespitinde aktivite ölçer kullanımının reproduktif sürü yönetimine katkı sağlayacağı kanısına varılmıştır.

## ÖZET

### **Erken Laktasyondaki Sütçü İneklerde Östrus Belirlemede Aktivite Ölçer Kullanımının Reprodüktif Performans Üzerine Etkilerinin Araştırılması**

Süt inekçiliği işletmelerinde östrusların belirlenmesi karlılığın önemli bir bileşenidir. İneklerin hareketlerini izleyen aktivite ölçerler, östrusların belirlenmesinde artarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada aile tipi bir işletmede erken laktasyondaki sütçü ineklerde östrus belirlemede aktivite ölçer kullanımının reprodüktif performans üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada erken laktasyondaki toplam 88 baş sağlıklı Holştayn inek kullanılmıştır. İnekler rastgele gözlem (n=44) ve otomatik östrus tespiti (n=44) gruplarına ayrılmıştır. Gönüllü bekleme süresi postpartum 49 gün olarak belirlenmiş ve takip eden 119 gün boyunca östruslar izlenerek belirlenen östruslarda suni tohumlama uygulanmıştır. Gözlem grubunda östrusların belirlenmesi gözlem yoluyla günde 3 defa 20 dk olacak gerçekleştirilmiştir. Uygulama grubunda hayvanların boynuna takılan aktivite ölçer (Actimoo, Türkiye) ile ineklerin hareketliliği otomatik olarak takip edilmiştir. Gebelik muayenesi tohumlama sonrası  $40 \pm 7$  günlerde transrektal ultrasonografi kullanılarak gerçekleştirilmiş, gebelik kayıpları 60-80. günlerde yapılan muayene ile belirlenmiştir. Elde edilen reprodüktif veriler normallik yönünden Kolmogorov-Smirnov testi ile, varyansların homojenliği yönünden ise Levene testi ile incelenmiştir. Değişkenlerin parametrik varsayımların sağlandığı durumda gruplar arası farklılığın belirlenmesi Student t test ile, varsayımların sağlanmadığı durumda ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık sınırı  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir. Buzağılama aralığı gözlem grubunda  $377,97 \pm 26,82$  otomatik östrus tespit grubunda ise  $365,77 \pm 27,04$  gün ( $p=0,076$ ) olmuştur. Açık gün sayısı gözlem ve otomatik östrus tespiti gruplarında sırasıyla  $97,83 \pm 25,36$  ve  $85,89 \pm 26,41$  gün ( $p=0,072$ ) olarak belirlenmiştir. Postpartum ilk östrus tespiti gözlem grubunda  $77,23 \pm 15,31$ ; otomatik östrus tespiti grubunda ise  $72,86 \pm 21,74$  günde gerçekleşmiştir ( $p=0,283$ ). Otomatik östrus tespiti grubunda hayvan başına belirlenen östrus sayısı ( $1,75 \pm 0,97$ ) gözlem grubuna ( $1,45 \pm 0,59$ ) göre daha yüksek olmuştur ( $p=0,256$ ). Sonuç olarak, aile tipi süt inekçiliği işletmelerinde östrus belirlemede aktivite ölçer kullanımının faydalı olacağı kanısına varılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Aktivite ölçer, Östrus tespiti, Reprodüksiyon, Süt ineği

## SUMMARY

### **The Effects Of The Use Of Activity Meter For Estrous Detection On Reproductive Performance Of Early Lactation Dairy Cows**

Heat detection in dairy farms is a major component of profitability. Activity meters that monitor the movements of cows are increasingly used to detect estrus. This study was aimed to evaluate the effects of using an activity meter to determine estrus on reproductive performance in dairy cows in early lactation in a family type farm. 88 healthy Holstein cows were used in the study. Cows were randomly allocated into observation (n=44) and automated estrus detection (n=44) groups. Voluntary waiting period was determined as 49 days postpartum and cows detected at estrus were artificially inseminated in following 119 days. The detection of estrus in the observation group was carried out by observation of cows for 20 minutes, 3 times a day. In automated estrus detection group, the activity of the cows was automatically monitored with an activity meter (Actimoo, Turkey) attached to the neck of the animals. Pregnancy examination was performed using transrectal ultrasonography at  $40 \pm 7$  days after insemination, pregnancy losses were checked on days 60-80. Reproductive data obtained were analyzed with Kolmogorov-Smirnov test for normality and Levene test for homogeneity of variances. Statistical determination of the difference between the groups was used in cases where the parametric assumptions of the variables were met, and the Mann-Whitney U test was used when the assumptions were not met. In all statistical analyses, the limit of significance was  $p < 0.05$ . The calving interval was  $377.97 \pm 26.82$  days in the observation group and  $365.77 \pm 27.04$  days in the automatic oestrus detection group ( $p = 0.076$ ). The number of open days was determined as  $97.83 \pm 25.36$  and  $85.89 \pm 26.41$  days ( $p = 0.072$ ) in the observation and automatic oestrus detection groups, respectively. Postpartum first estrus detection was  $77.23 \pm 15.31$  in the observation group; in the automatic oestrus detection group, it was  $72.86 \pm 21.74$  days ( $p = 0.283$ ). The number of estrus determined per animal ( $1.75 \pm 0.97$ ) in the automatic oestrus detection group was higher than that of the observation group ( $1.45 \pm 0.59$ ;  $p = 0.256$ ). It was concluded that the use of activity meters would be beneficial in estrus detection in family type dairy cattle farms.

**Keywords:** Activity meter, Dairy cow, Estrous detection, Reproduction

## KAYNAKLAR

- ARBEL R, BIGUN Y, EZRA E, STURMAN H, HOJMAN D (2001). The Effect of Extended Calving Intervals in High Lactating Cows on Milk Production and Profitability. *J Dairy Sci.*, **84**: 600-608.
- AUNGIER SPM, ROCHE JF, SHEEHY F, CROWE MA (2012). Effects of management and health on the use of activity monitoring for estrus detection in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **95**: 2452–2466.
- BALL PJH, PETERS AR (2004). *Reproduction in Cattle*. 3rd Edition, Blackwell publishing, Ltd, Oxford: UK.
- BARRIUSO AL, VILLARRUBIA GONZÁLEZ G, DE PAZ JF, LOZANO Á, BAJO J (2018). Combination of Multi-Agent Systems and Wireless Sensor Networks for the Monitoring of Cattle. *Sensors.*, **18**: 108.
- BERI1 “SHA B, SCHAMS D. (2005). Ovarian Function in Ruminants. *Domest Anim Endocrinol.*, **29**: 305-30-17.
- CABRERA VE. (2014). Economics of Fertility in High-Yielding Dairy Cows on Confined TMR Systems. *Animal.*, **8**: 211–21.
- CAVALIERI J, SMART VM, HEPWORTH G, RYAN M, MACMILLAN KL. (2008). Ovarian Folikuler Development and Hormone Concentrations in Inseminated Dairy Cows with Resynchronized Estruos Cycles *Theriogenology*, **70**: 946-955.
- CHANVALLON A, COYRAL-CASTEL S, GATIEN J, LAMY JM, RIBAUD D, ALLAINC, CLEMENT P, SALVETTI P. (2014). Comparison of Three Devices for the Automated Detection of Estrus In Dairy Cows. *Theriogenology.*, **82**: 734-741.
- CHAPINAL, NAM DE PASSILLÉ, DM WEARY, MAG VON KEYSERLINGK, AND J RUSHEN. (2009). Using gait score, walking speed, and lying behavior to detect hoof lesions in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **92**: 4365–4374.
- DOLECHECK KA, HEERSCHE G, BEWLEY JM. (2016). Retention Pay off Based Cost Per Day Open Regression Equations: Application in a User-Friendly Decision Support Tool for Investment Analysis of Automated Estrus Detection Technologies. *Journal of Dairy Science.*, **99**: 10182-10193.
- EDMONSON AJ, LEAN IJ, WEAVER LD, FARVER T, WEBSTER G. (1989). A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy*

*Science.*

- FOOTE RH. (1975). Estrus Detection and Estrus Detection Aids. *J. Dairy Sci.*
- GALINDO F, BROOM DM. (2002). The Effects of Lameness on Social and Individual Behavior of Dairy Cows. *Journal of Applied Animal Welfare Science.*, **5**: 193-201.
- GALON N. (2010). The Use of Pedometry for Estrus Detection in Dairy Cows in Israel. *J. Reprod. Dev.*, **56**: 48–S52.
- GAUDE I, KEMPFH A, STRUVE KD, HOEDEMAKER M. (2017). Comparison of Visual and Computerized Estrous Detection and Evaluation of Influencing Factors, *Animal Reproduction Science.*, **184**: 211-217.
- GIBBONS J, VASSEUR E, RUSHEN J, DE PASSILLÉ AM. (2012). A Training Programme to Ensure High Repeatability of Injury Scoring of Dairy Cows. *Animal Welfare.*, **21**: 379-388.
- GONZALES REGIO O, PEREZ-CABAL MA, ALENDA R. (2004). Economic Value of Female Fertility and Its Relationship with Profit in Spanish Dairy Cattle. *J Dairy Sci.*, **87**: 61-3053.
- HOCKEY CD, MORTON JM, NORMAN ST, MCGOWAN MR. (2010). Evaluation of a Neck Mounted 2-Hourly Activity Meter System for Detecting Cows About to Ovulate in Two Paddock-Based Australian Dairy Herds. *Reprod Domest Anim.*, **45**: 107-117.
- HOLMAN A, THOMPSON J, ROUTLY JE, CAMERON J, JONES DN, GROVE-WHITE D, SMITH RF, DOBSON H. (2011). Comparison of Oestrus Detection Methods in Dairy Cattle. *Vet. Rec.*, **169**: 47.
- INCHAISRI C, JORRITSMA R, PLAM V, VAN DER WEIJDEN GC, HOGEVEEN H. (2010). Economic Consequences of Reproductive Performance in Dairy Cattle. *Theriogenology.*, **74**: 46-835.
- KALKAN C, ÖCAL H (2012). Üreme fizyolojisi (içinde) Semacan A, Kaymaz M, Fındık M, Rışvanlı A, Köker A. (Ed.) Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji.
- KAMPHUIS C, DELARUE B, BURKE CR, JAGO J. (2012). Field Evaluation of 2 Collar-Mounted Activity Meters for Detecting Cows in Estrus on a Large Pasturegrazed Dairy Farm. *J Dairy Sci.*, **95**: 3045-3056.

- KANCA H, GULEC MH. The Use of Activity Meter for Estrus Detection in Dairy Cows. 1st International Herd Health and Management Congress, 14-17 October, 2018, Antalya, TURKEY.
- KESKIN H, ARSLAN E, GARIP M. (2022). Serbest Duraklı Süt Sığırı İşletmelerinde Konfor Ölçüm Yöntemleri. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences.*, **12**: 150-157.
- LEROY CNS, WALTON JS, LEBLANC SJ. (2018). Estrous Detection Intensity and Accuracy and Optimal Timing of Insemination with Automated Activity Monitors for Dairy Cows. *J Dairy Sci.*, **101**: 1638-1647.
- LOVENDAHL P, CHAGUNDA GG. (2010). On the Use of Physical Activity Monitoring for Estrus Detection in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, **93**: 249–259.
- MADUREIRA AM, SILPER BF, BURNETT TA, POLSKY L, CRUPPE LH, VEIRA DM, VASCONCELOS JL, CERRI RL. (2015). Factors Affecting Expression of Estrus Measured by Activity Monitors and Conception Risk of Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci.*, **98**: 7003-14.
- MICHAELIS I., BURFEIND O, HEUWIESER W. (2014). Evaluation of Oestrous Detection in Dairy Cattle Comparing an Automated Activity Monitoring System to Visual Observation. *Reprod Dom Anim.*, **49**: 621-628.
- NOAKES DE, PARKINSON TJ, ENGLAND GCW. (2009). Veterinary Reproduction and Obstetrics. 9th Edition. Edinburg: Saunders-Elsevier.
- ORIHUELA A (2000). Some Factors Affecting the Behavioural Manifestation of Oestrus in Cattle: a Review. *Paalied Animal Behaviour Science.*, **70**: 1-16.
- OSTERMAN S, BERTILSSON J. (2003). Extended Calving Interval in Combination with Milking Two or Three Times Per Day: Effects on Milk Production and Milk Composition. *Livest. Prod. Sci.* **82**: 139–149.
- OVERTON MW (2009). Using Reproductive Records: Basics of Monitoring. In *Proceedings 46th Florida Dairy Production Conference* (Vol. 33).
- OZGUVEN MM, TAN M. (2017). Östrus Tespitinde Kullanılan Pedometrelerde Kablosuz Veri İletim Yöntemleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, **6**: 61-69.
- PFEIFFER J, GANDORFER M, ETTEMA JF. (2020). Evaluation of Activity Meters for Estrus Detection: A Stochastic Bioeconomic Modeling Approach. *J Dairy Sci.*, **103**: 492-506.
- ROCHE JR, LEE JM, MACDONALD KA, BURKE CR, BERRY DP. (2007). Associations Between Body Condition Score, Body Weight and Reproductive

- Performance in Seasonal-Calving Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, **90**: 376–391.
- ROELEFS J, LOPEZ-GATIUS F, HUNTER RHF, VAN EERDENBURG FJCM, HANZEN CH. (2010). When Is a Cow In Estrus? Clinical and Practical Aspects. Review. *Theriogenology.*, **74**: 327-344.
- ROELOFS JB, VAN EERDENBURG FJ, SOEDE NM, KEMP B. (2005). Pedometer Readings for Estrous Detection and As Predictor for Time of Ovulation in Dairy Cattle. *Theriogenology.*, **64**: 1690-1703.
- ROSSING W (1999). Animal Identification: Introduction and History. *Comput. Electron. Agric.*, **24**: 1–4.
- RUTTEN CJ, STEENEVELD J, INCHAISRI C, HOGEVEEN H. (2014). An Ex Ante Analysis on the Use of Activity Meters for Automated Estrus Detection: To Invest or Not to Invest? *J. Dairy Sci.*, **97**: 6869–6887.
- RUTTEN CJ, VELTHUIS AGJ, STEENEVELD W, HOGEVEEN H. (2013). Invited Review: Sensors to Support Health Management on Dairy Farms. *Journal of Dairy Science.*
- SARATH KK, PUSHPAKUMARA A, ALEXANDER B. (2013). The Effect of Pregnant Mare Serum Gonadotrophin (PMSG) and GnRH Injection on Weaning to Oestrus Interval and Litter Size of Artificially Inseminated Sows.
- SHAHINFAR S, GUENTHER JN, PAGE CD, CABRERA, FRICKE PM, WEIGEL KA. (2014). Prediction of Insemination Outcomes in Holstein Dairy Cattle Using Alternative Machine Learning Algorithms. *Journal Dairy Science.*, **97**: 731–742.
- SÖNMEZ M, GAFFARI TÜRK, DEMİRCİ E. (2007). İneklerde Gebelik Oranı Üzerine Gözlem Yöntemi ve Progesteron Test Kitleriyle Yapılan Östrus Tespitinin Etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.*, **54**: 81-90.
- SPRECHER DJ, HOSTETLER DE, KANEENE JB. (1997). A Lameness Scoring System That Uses Posture and Gait to Predict Dairy Cattle Reproductive Performance. *Theriogenology.*, **47**: 1179-1187.
- STEVENSON JS, HILL SL, NEBEL RL, DEJARNETTE JM. (2014). Ovulation Timing and Conception Risk After Automated Activity Monitoring in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci.*, **97**: 4296-308.
- TARHAN S, OZGUVEN MM, ERTUĞRUL M. (2015). Süt Sığırcı İşletmelerindeki Bilgi Teknolojileri Uygulamaları, GAP VII. Tarım Kongresi, 28-30 Nisan 2015, Şanlıurfa.
- TEMESGEN MY, ASSEN AA, GIZAW TT, MİNALU BA, MERSHA AY. (2022). Factors Affecting Calving To Conception Interval (Days Open) In Dairy Cows Located At Dessie And Kombolcha Towns, Ethiopia. *PLoS One*, **17**;17(2):e0264029.

- VAN ASSELDONK M, JALVINGH AW, HUIRNE RBM, DIJKHUIZEN AA. (1999). Potential Economic Benefits From Changes In Management Via Information Technology Applications On Dutch Dairy Farms: A Simulation Study. *Livest. Prod. Sci.*, **60**: 33–44.
- VAN EERDENBURG FJCM, LOEFFLER HSH, VAN VLIET JH (1996) Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Veterinary Quarterly* **18**: 52-54.
- VARIŞLI Ö, TEKİN N. (2012). Holştayn İneklerde Vücut Kondisyon Skorunun Östrus Semptomları ile İlişkisi ve Bazı Reprodüktif Parametrelerin Fertiliteye Etkisi . *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **1**: 9-17.
- WALKER SL, SMITH RF, ROUTLY JE, JONES DN, MORRIS MJ ,DOBSON H. (2008). Lameness Activity Time-Budgets and Estrus Expression in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science.*, **91**: 4552-4559.
- WATTIAUX MA. (2009). Reproduction and Genetic Selection. In: *Technical Dairy Guide* Babcock Institute, Wisconsin, USA; Çev. Ed: Ahmet G. Önal, Adnan Menderes Üniversitesi Yayın No; 29, Aydın.
- WILLIAMS WF, DR YVER, TS GROSS. (1981). Comparison Of Estrus Detection Techniques In Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* **64**: 1738– 1741.
- XU ZZ, MCKNIGHT DJ, VISHWANATH R, PITT CJ, BURTON LJ. (1998). Estrus Detection Using Radiotelemetry Or Visual Observation And Tail Painting For Dairy Cows On Pasture. *J Dairy Sci.*, **81**: 2890–2896.