T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ROBOTİK SAĞIM VE OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİNİN ENERJİ ETKİNLİĞİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Esra BAĞCALI
YÜKSEK LİSANS

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Temmuz-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Esra BAĞCALI tarafından hazırlanan "**ROBOTİK SAĞIM VE OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİNİN ENERJİ ETKİNLİĞİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI**" adlı tez çalışması …/…/… tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Unvanı Adı SOYADI	……..
Danışman Unvanı Adı SOYADI	……..
Üye Unvanı Adı SOYADI	……..
Üye Unvanı Adı SOYADI	……..
Üye Unvanı Adı SOYADI	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. ……. ……..
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 19201081 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

ROBOTİK SAĞIM VE OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİNİN ENERJİ ETKİNLİĞİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Esra BAĞCALI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selda UZAL SEYFİ

2020, 120 Sayfa

Jüri
Danışman Prof. Dr. Selda UZAL SEYFİ
Prof. Dr. Ramazan TOPAK
Dr.Öğr.Üyesi Sevim Seda YAMAÇ

Enerji etkinliği, tarımsal uygulamaların sürdürülebilirliği açısından üzerinde titizlikle durulması gereken önemli hususlardan biridir. Hayvansal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla işletmelerin enerji etkinliğinin değerlendirilmesi giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışma, robotik sağım sistemi ile yaygın olarak kullanılan otomatik sağım ünitelerine sahip süt sığırcılığı işletmelerinin enerji etkinliği yönünden karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, işletmelerin enerji bütçelerinin (enerji girdi ve çıktıları ayrı ayrı değerlendirilerek) oluşturulması ve süt sığırı yetiştiriciliğinde yeni kullanılmaya başlanan robotik sağım sisteminin incelenmesi, avantajları ve dezavantajlarının ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Araştırma, Konya Bölgesinde robotik sağım ve otomatik sağım sistemini bünyesinde bulunduran ve iki ayrı işletme şeklinde üretimini gerçekleştiren bir işletmede yürütülmüştür. İncelenen işletmelerin genel özellikleri, enerji girdi ve çıktı değerleri ile ilgili veriler yüz yüze anket çalışması yapılarak elde edilmiştir. Araştırma kapsamında her işletme için enerji girdileri (yem, elektrik, makine, mazot, yağ, insan iş gücü ve su) ve enerji çıktıları (süt ve gübre) belirlenerek enerji etkinlik parametreleri hesaplanmıştır. Çalışmada, incelenen işletmeler için enerji değerleri aylara göre ayrı ayrı hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Araştırmada, enerji etkinlik parametreleri olarak enerji kullanım etkinliği (EKE), enerji verimliliği (EV), süt üretim enerjisi (SE), net enerji verimliliği (NEV) ve toplam enerji girdisi değerleri hesaplanmıştır. İncelenen her iki işletmede en yüksek EKE ve EV değerleri temmuz ayında hesaplanmış olup, Robotik Sağım Sistemli İşletmenin 0,60 EKE ve 8,09 L/100 MJ EV değerleri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (0,41 ve 5,41 L/100 MJ) daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede toplam enerji girdisi değeri en yüksek 6896463,69 MJ ile aralık ayında hesaplanırken, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede en yüksek 8676989,05 MJ değeri ile eylül ayında hesaplanmıştır. NEV değerinin; Robotik Sağım Sistemli İşletmede (-1928255,10 MJ, ocak ayında) Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden daha yüksek (-3807138,08 MJ, temmuz ayında) olduğu tespit edilmiştir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede yıllık EKE, EV ve SE parametrelerinin 0,54,7,23 L/100 MJ ve 13,83 MJ/L değerleri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (0,38, 5,10 L/MJ,19,59 MJ/L) daha yüksek hesaplanması; enerjiyi daha etkin kullandığını göstermektedir. Çalışma sonucunda; süt sığırı yetiştiriciliğinde işletmelerin enerji verimlilik parametreleri, su kullanımı, süt üretimi, sütün kalite parametreleri ve kalifiye eleman ihtiyacı dikkate alındığında enerjinin daha etkin kullanılması amacıyla Robotik Sağım Sisteminin kullanılmasının daha faydalı olduğu tespit edilmiştir. Yeni kurulacak süt sığırcılığı işletmelerinde robotik sağım sisteminin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji kullanım etkinliği, Enerji verimliliği, Net enerji verimliliği, Süt üretim enerjisi, Otomatik sağım sistemi, Robotik sağım sistemi.

ABSTRACT

MS THESIS

COMPARISON of DAIRY CATTLE FARMS with THE ROBOTIC AND AUTOMATIC MILKING SYSTEM in terms of ENERGY EFFICIENCY

Esra BAĞCALI

THE GRADUATE SCHOOL of NATURAL and APPLIED SCIENCE of SELÇUK UNIVERSITY
DEPARTMENT of AGRICULTURAL STRUCTURES and IRRIGATION

Advisor: Prof. Dr. Selda UZAL SEYFİ

2020, 120 Pages
Jury
Advisor Prof. Dr. Selda UZAL SEYFİ
Prof. Dr. Ramazan TOPAK
Assist. Prof. Dr. Sevim Seda YAMAÇ

Energy efficiency is one of the important issues that should be carefully considered in terms of the sustainability of agricultural practices. Evaluating the energy efficiency of enterprises is becoming increasingly important in order to ensure the sustainability of animal production. This study was carried out to compare the robotic milking system and dairy cattle farms with automatic milking units, in terms of energy efficiency. The purpose of the study was to develop the energy budgets of enterprises (by analyzing energy inputs and outputs separately) and to analyze the robotic milking system that has just started to be used in dairy cattle breeding, and to assess the advantages and disadvantages in detail. The research was conducted in a dairy farm which includes robotic milking and automated milking systems in the Konya Region and produces in two separate enterprises. Data on the general characteristics, energy input and output values of the enterprises examined were obtained through face-to-face surveys. Within the scope of this study, energy efficiency parameters were calculated by determining energy inputs (feed, electricity, machinery, diesel, oil, human labor and water) and energy outputs (milk and fertilizer) for each enterprise. Energy values for the enterprises examined in the study were calculated and compared on a monthly basis separately. In the study, energy use efficiency (EKE), energy efficiency (EV), milk production energy (SE), net energy efficiency (NEV) and total energy input values were calculated as energy efficiency parameters. The highest EKE and EV values were calculated in July in both enterprises examined, and the Robotic Milking System Plant values (0,60 EKE and 8,09 L/100 MJ EV) were higher than those found in the Automatic Milking System (0.41 and 5.41 L/100 MJ). In the Robotic Milking System Enterprise, the total energy input value was calculated with the highest 6896463.69 MJ in December, while the highest value of 8676989.05 MJ in the Automatic Milking System was calculated in September. It has been determined that NEV value it is higher in the Robotic Milking System (-1928255.10 MJ in January) than the Automatic Milking System (-3807138.08 MJ in July). Annual EKE, EV and SE values in Robotic Milking System Plant 0.54, 7.23 L/100 MJ and 13.83 MJ/L were determined to be more advantageous than in Automatic Milking System (0.38, 5.10 L/MJ, 19.59 MJ/L). The findings of this study have shown that, when the energy efficiency parameters of enterprises, water use, milk production and milk quality parameters are considered in dairy cattle breeding, the robotic milking system is more beneficial and efficient in energy use. It is recommended to use robotic milking system in dairy farms to be established.

Keywords: Dairy cattle, Energy efficiency, Energy use efficiency, Net energy yield, Automatic milking systematic, Specific energy, robotic milking systematic.

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP Proje No: 19201081) Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile çalışmalarımı yönlendiren kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım danışmanım ve değerli hocam Sayın Prof. Dr. Selda UZAL SEYFİ'ye teşekkürlerimi sunuyorum. Tezin arazi çalışmalarını işletmelerinde yürütmeme izin veren ve çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ahmet SEMACAN'a ve diğer işletme çalışanlarına içten teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmamda yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Mehmet Akif KALENDER, Ziraat Yük. Mühendisi Sümeyye Verde ŞANLI ve Ziraat Yük. Mühendisi A. Serdar ÖNAL'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans ders sürecinde ve yüksek lisans tez çalışmam boyunca tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli annem Ayşe BAĞCALI, babam Ali BAĞCALI ve abim Mustafa BAĞCALI'ya teşekkür ederim.

Esra BAĞCALI
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI ..... **i**

TEZ BİLDİRİMİ ..... **ii**

ÖZET ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

ÖNSÖZ ..... **v**

İÇİNDEKİLER ..... **vi**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **6**
2.1. Süt Sığırı Barınaklarının Planlanması 6
2.1.1. Serbest duraklı süt sığırı barınakları 6
2.1.2. Serbest sistem süt sığırı barınakları 9
2.2. Süt Sığırı Barınaklarında Sağım Sistemleri 11
2.2.1. Ardışık (sıraya) sağım durakları 13
2.2.2. Paralel sağım durakları 13
2.2.3. Çapraz (Balıkkılçığı) sağım durakları 14
2.2.4. Trigon sağım durakları 14
2.2.5. Poligon sağım durakları 14
2.2.6. Döner sağım durakları 14
2.3. Süt Sığırı Barınaklarında Kullanılan Robotik Sağım Sistemi 15
2.4. Süt Sığırı İşletmelerinde Kullanılan Diğer Robotik Sistemler 18
2.4.1. Yem dağıtımında kullanılan sistemler 19
2.4.2. Gübre temizliğinde kullanılan sistemler 20
2.5. Enerji Etkinliği 21
2.5.1. Enerji girdi parametreleri 21
2.5.1.1. Doğrudan enerji girdi parametreleri (DE) 22
2.5.1.2. Dolaylı enerji girdi parametreleri (IDE) 22
2.5.2. Enerji çıktı parametreleri 22
2.5.3. Enerji kullanım etkinliği (EKE) 23
2.5.4. Enerji verimliliği (EV) 23
2.5.5. Net Enerji verimliliği (NEV) 23
2.5.6. Süt Üretim enerjisi (SE) 24

3. MATERYAL VE YÖNTEM **25**
3.1.Materyal 25
3.1.1. Araştırmanın yürütüldüğü bölgenin özellikleri 25
3.1.2. Araştırmanın yürütüldüğü işletmenin genel özellikleri 27
3.1.3. Araştırmanın yürütüldüğü robotik sağım sistemli ve otomatik sağım sistemli süt sığırcılığı işletmelerinin özellikleri 28
3.2. Yöntem 37
3.2.1. Arazi Çalışması 37

3.2.2. Büro çalışması 38
3.2.2.1. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji girdi parametrelerinin belirlenmesi 38
3.2.2.2. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji çıktı parametrelerinin belirlenmesi 41
3.2.2.3. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi (EKE) 42
3.2.2.4. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji verimliliğinin belirlenmesi (EV) ... 43
3.2.2.5. Süt sığırcılığı işletmelerinde net enerji verimliliğinin belirlenmesi (NEV) 43
3.2.2.6. Süt sığırcılığı işletmelerinde süt üretim enerjisinin belirlenmesi (SE) .. 43

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 44
4.1. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Genel Özellikleri 44
4.1.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin genel özellikleri 44
4.1.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin genel özellikleri 46
4.2. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Girdilerinin Değerlendirilmesi 48
4.2.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdilerinin değerlendirilmesi 48
4.2.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdilerinin değerlendirilmesi 54
4.2.3. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji girdilerinin aylara göre karşılaştırılması 59
4.2.4. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık toplam enerji girdilerinin karşılaştırılması 79
4.3. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Çıktısı Yönünden Değerlendirilmesi 84
4.3.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji çıktılarının değerlendirilmesi 84
4.3.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji çıktılarının değerlendirilmesi 85
4.3.3. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji çıktılarının aylara göre karşılaştırılması 86
4.3.4. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık toplam enerji çıktılarının karşılaştırılması 91
4.4. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Etkinlik Parametrelerinin Değerlendirilmesi 92
4.4.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji etkinlik parametrelerinin değerlendirilmesi 92
4.4.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji etkinlik parametrelerinin değerlendirilmesi 96
4.4.3. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji etkinlik parametrelerinin aylara göre karşılaştırılması 100
4.4.4. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık enerji etkinlik parametrelerinin karşılaştırılması 108

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 111

KAYNAKLAR 115

ÖZGEÇMİŞ 120

SİMGELER VE KISALTMALAR

BBHB: Büyükbaş Hayvan Birimi

EEB: Enerji Eşdeğeri

EKE: Enerji Kullanım Etkinliği

EV: Enerji Verimliliği

EIE: Elektrik Enerjisi

YaE: Yağ Enerjisi

DiE: Dizel Enerjisi

İE: İnsan Gücü

DE: Doğrudan Enerji Girdisi

IDE: Dolaylı Enerji Girdisi

kW: Kilovat

kg: Kilogram

L: Litre

LU: Çiftlik Birimi

MJ: Megajoule

$Q_{d:}$ Yakıt Tüketimi

MaE: Makine Enerjisi

SuE: Su Enerjisi

RE: Yenilenebilir Enerji

NEV: Net Enerji Verimliliği

SE: Süt Üretim Enerjisi

GE: Gübre Üretim Enerjisi

VMS: Gönüllü Sağım Sistemi

1. GİRİŞ

Süt, sahip olduğu yüksek besin öğeleri dolayısıyla insan beslenmesinde vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Sütün miktar ve kalitesinin arttırılması, süt sığırı yetiştiriciliğinin hayvan refahına uygun olarak planlanmış barınaklarda yapılması ile mümkün olacaktır (Uzal, 2008).

Barınakların tasarımında hayvan rahatlığının sağlanabilmesi için hayvanlarda strese sebep olan faktörlerin etkisinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Hayvanlardaki stres kaynakları; yapısal, iklimsel, sosyal ve diğer faktörlerdir (Uğurlu ve Uzal, 2004).

Hayvan barınaklarının planlanmasında amaç, hayvanları uygun olmayan çevre koşullarından koruyarak onlara sağlıklı yaşama ve üretim alanı oluşturmaktır. Ayrıca, hayvan davranışlarına uygun bir planlama yaparak zaman ve işgücünden ekonomiklik sağlanmaktır. Bu nedenle süt sığırı barınaklarının planlanması ve projelendirilmesinde, yapısal, iklimsel ve üretim tekniği ile ilgili etmenlerin göz önünde bulundurulması ve bunlar arasında uygun bir dengenin kurulması gerekmektedir (Uzal, 2004).

Barınaklarda, hayvan rahatlığının sağlanabilmesi için; uygun barınak tipinin belirlenmesi, hayvanların rahat hareket edebilmelerine imkan verecek şekilde yeterli taban alanının bırakılması, tüm yüzeylerin ve özellikle de döşemelerin hayvanlarda herhangi bir rahatsızlığa ve yaralanmaya neden olmayacak şekilde yapılması, barınak içerisindeki tüm unsurların boyutlarının hayvan refahına uygun olarak belirlenmesi, hayvanlar için uygun bir yatma ortamının sağlanması ve uygun sayıda hayvan gruplarının oluşturulması, hasta hayvanların gruplardan ayrı bir yerde bulundurulması, sulama, yemleme, sağım ve gübre temizliği gibi günlük işlerin yürütülmesinde hayvan yönetimi ile ilgili tesis ve ekipmanların seçimi ve hayvanlar için optimum iklimsel çevrenin oluşturulması gerekmektedir. Başarılı bir barınak tasarımının yapılması; hayvanların bireysel, birbirleri ve insanlarla olan davranışlarının, istek ve tercihlerinin bilinmesini zorunlu kılmaktadır (Olgun ve Çelik, 1997).

Günümüz koşullarında ekonomiklik her alanda olduğu gibi süt sığırcılığında da rekabeti beraberinde getirmiştir. Süt sığırcılığında ana ürün süt olduğu için ucuz ve kaliteli üretim ön plana çıkmıştır. Bu rekabet şartları süt sığırcılığının şekil değiştirmesine sebep olmuştur. Süt sığırı yetiştiriciliği, 3-5 baş ineğe sahip aile işletmeciliğinden 100, 200, 300 hatta 1000 başlık modern işletmelerde yapılmaya başlanmıştır. Böylece, işletmelerde işçiliği en aza indirgemiş merkezi sistemler geliştirilmiştir (Alıç ve Yener, 2006).

Türkiye' deki hayvan varlığının illere göre sıralaması Çizelge 1.1.'de verilmiştir. Konya, 927 bin baş inek ve manda varlığı ile en yüksek kapasiteye sahip il olurken, koyun varlığı bakımından ikinci sırada, keçi varlığı bakımından ise onuncu sırada yer almaktadır. Türkiye'de koyun varlığı bakımından ilk sırada yer alan il Van iken, keçi varlığında Mersin ilidir.

Çizelge 1. 1. Türkiye'deki hayvan varlığının illere göre sıralaması (TÜİK, 2019)

HAYVAN VARLIĞI (baş)					
İNEK VE MANDA		**KEÇİ**		**KOYUN**	
Konya	927.082	**Mersin**	919.519	**Van**	2.505.417
Erzurum	827.806	**Antalya**	752.809	**Konya**	2.191.228
İzmir	780.253	**Şırnak**	491.357	**Şanlıurfa**	1.969.555
Diyarbakır	663.843	**Adana**	439.870	**Diyarbakır**	1.527.051
Balıkesir	543.224	**Mardin**	433.472	**Ağrı**	1.263.535
		Konya	268.732 (10.)		

Türkiye süt üretim miktarının ilk beş ile göre sıralaması, 2018 yılı Türkiye İstatistik Kurumu verilerinden yararlanılarak Çizelge 1.2. verilmiştir. Konya, inek ve manda sütü üretim miktarı olarak Türkiye'de en yüksek üretim miktarına sahip il iken, koyun sütü üretiminde 3. sırada ve keçi sütü üretiminde 17. sırada yer almaktadır.

Çizelge 1. 2. Türkiye'deki süt üretim miktarının ilk beş ile göre sıralaması (TÜİK, 2018)

SÜT ÜRETİM MİKTARI (ton)					
İNEK VE MANDA		**KEÇİ**		**KOYUN**	
Konya	1.200.488,16	**Antalya**	35.837,26	**Van**	104.048,22
İzmir	1.085.332,73	**Mersin**	35.761,29	**Şanlıurfa**	82.687,75
Erzurum	860.624,90	**Şırnak**	28.543,13	**Konya**	79.320,17
Balıkesir	652.968,64	**Siirt**	27.662,95	**Diyarbakır**	72.307,85
Kars	565.228,89	**Mardin**	25.845,49	**Ağrı**	58.657,36
		Konya	10.395,12 (17.)		

Türkiye'de hayvancılık günümüzde büyük oranda geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Geleneksel hayvancılığın en önemli özelliği insan gücüne dayanması ve mekanizasyonu kullanmamasıdır. Hayvancılığın gelişmiş olduğu ülkelerde ve Ülkemizdeki pek çok sığırcılık işletmelerinde hayvancılık insan gücünden çok makinalar tarafından yürütülmektedir. Son yıllarda Dünyada ve Türkiye'de hayvancılık sektöründe

özelliklede sığırcılıkta entegrasyona gidilmesi, yani büyük ölçekli işletmelerin sayısının artması doğal olarak mekanizasyon olgusunun da gelişmesine ve yaygınlaşmasına yol açmıştır. Sığırcılık işletmelerinde modernizasyon ve mekanizasyon daha çok yemleme, sağım ve hayvan refahı konularında yoğunlaşmaktadır (Gökçen, 2016).

Son yıllarda robotlar hızlı bir şekilde hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmeye başlamışlardır. Tüm sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de robotlar ve robotik sistemlerin kullanımında hızlı bir artış dikkati çekmektedir. Süt üretimi ve süt sığırı yetiştiriciliğinde sağım, yetiştiricilik sisteminin en önemli bileşenlerindendir. Sağım, son yıllara kadar daha çok otomatik sistemlerle gerçekleştirilirken, teknolojinin gelişmesi ile son yıllarda robotik sistemlerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu durumun gün geçtikçe daha da artacağı düşünülmektedir. Ayrıca, enerjinin verimli kullanılması ülkemiz için hayati bir konudur. Mevcut tesislerde enerji verimliliği artırılarak, yeni kurulacak sistemlerde enerji yönünden verimli teknoloji ve ekipman seçimi ile enerji kullanımının azaltılması gerekmektedir. Bir işletmede enerji verimliliği çalışması yapılmasının temel amacı, genellikle ekonomiktir. Enerji verimliliğinin artırılması bir işletmede maliyetlerin azaltılmasına yol açar. Böylece daha verimli ve daha rekabetçi süreçler elde edilir (Uzal Seyfi ve ark., 2019).

Süt sığırı barınaklarında robotik sisteme gidilmesinin amacı; zamandan tasarruf, süt kalitesi ve verimde artış, iş gücünden kolaylık, yemin hazırlanması ve dağıtımında kolaylık, sığırların daha sağlıklı olmasını sağlamak, hayvan refahını arttırmak ve enerjinin daha etkin kullanımını sağlamaktır.

Sağım, sütün memeden boşaltılması işlemidir. Sağım, doğrudan veya dolaylı etkileri nedeni ile hem inek hem de işletme açısından üzerinde önemli durulması gereken bir işletme fonksiyonudur. Süt sığırcılığında kullanılan sağım sistemleri; ardışık, paralel, çapraz (balıkkılçığı), trigon, poligon ve döner tipte planlanabilir (Olgun, 2011). Teknolojinin ve mekanizasyonun gelişmesi ve 4. sanayi devriminin etkisiyle robotik sağım sistemi de artık hayvancılık işletmelerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Enerji kullanımı, sürdürülebilir tarımsal üretimde vazgeçilmezdir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte sürdürülebilir tarımsal üretimde enerji kullanımı da hızla artmaktadır. Enerjiyi etkin kullanmanın amacı; fosil yakıtları korumak, havayı kirletmemek ve mali anlamda tasarruf sağlamaktır (Uhlin,1998; Esengün ve ark., 2007; Uzal, 2013). Sürdürülebilir tarımsal üretimde asıl amaç, üretim sırasında ürünün kalitesini ve verimini düşürmeden enerji maliyetini düşürmektedir. Enerji maliyetini düşürmek ise enerji verimliliği ve enerjiyi etkin kullanmakla sağlanmaktadır. Enerjinin etkin kullanımı

için bazı tedbirler alınabilir. Enerji verimliliği için ise, doğal kaynakları tarım işletmelerinde kullanmanın yanında enerji tasarrufu da yapılmalıdır (Önal ve Uzal Seyfi, 2019).

Hayvansal ve tarımsal üretimde kullanılan enerji etkinliğinin hesaplanmasında kullanılan parametreler, doğrudan ve dolaylı enerji girdileridir (Pervanchon ve ark., 2002; Dalgaard ve ark., 2010; Topak ve ark., 2010). Doğrudan enerji girdisi; bitkisel üretimden toprağın işlenmesine ve ürünlerin hasadına kadar geçen süre zarfında kullanılan yağ enerjisi ve mazot enerjisinden oluşmaktadır. Hayvansal üretimde; süt sağımı, yem hazırlama ve dağıtma, gübre temizliği vb. faaliyetlerde kullanılan enerjiler de doğrudan enerji girdisi olarak kullanılır. Dolaylı enerji girdisi ise; tarımsal üretimde alet, tohumluk, sulama, makine, ilaç üretimi, gübre, cihazlar için tüketilen enerji girdilerini içerirken hayvansal üretimde makine ve yem enerjisi girdilerini içermektedir (Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2013).

Meul ve ark., (2007), Heidari ve ark., (2011), Uzal (2013) çalışmalarında, süt sığırı işletmeleri için yenilenebilir enerji kaynaklarını; insan iş gücü, elektrik enerjisi ve yem olarak, yenilenemez enerji kaynaklarını ise dizel, makine ve yağ enerjisi olarak tanımlamaktadırlar.

Bu araştırmada robotik sağım sistemi olarak hayatımıza yeni giren sağım sistemi ile yaygın olarak kullanılan otomatik sağım ünitelerinin enerji etkinliği yönünden karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, sağım sistemlerinin enerji bütçelerinin (enerji girdi ve çıktıları ayrı ayrı değerlendirilerek) oluşturulması ve sağım sistemlerinin avantajlarının ve dezavantajlarının ayrıntılı bir şekilde incelenerek değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Teknoloji kullanımını üst düzeyde tutan, yenilikçi ve öncü özelliklere sahip işletmelerin incelenmesi, yapısal özelliklerin belirlenmesi, enerji bütçelerinin hesaplanması ve enerji kullanım etkinliğinin değerlendirilmesi, hayvancılık açısından oldukça önemlidir. Çalışmada, robotik sağım sistemlerinin kullanımının süt üretim miktar ve kalitesine etkilerinin de detaylarıyla ortaya konması hem Ülkemiz hayvancılığı için oldukça önemlidir. Bu çalışma ile Robotik Sağım Sistemi ile Otomatik Paralel Sağım Sisteminin enerji etkinliği yönünden karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.

Araştırma altı ana başlık altında değerlendirilmiştir. Giriş başlığı altında konunun önemi ve çalışmanın amacı açıklanmıştır. Kaynak araştırmasında bu konu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde materyal ve yöntem açıklanmıştır. Dördüncü bölümde araştırmanın yürütüldüğü işletmenin genel özellikleri,

enerji girdi değerleri, enerji çıktı değerleri, enerji kullanım etkinliği (EKE), enerji verimliliği (EV), net enerji verimliliği (NEV) ve süt üretim enerjisi (SE) değerlerinin belirlenmesi konuları tartışılmıştır. Beşinci bölümde, araştırma sonuçları ve literatür bilgileri ışığında işletmelerin, enerji verimliliğinin arttırılması için değerlendirmelerde bulunulmuş, altıncı bölümde ise kaynaklar verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, süt sığırı barınaklarının planlama ilkeleri, süt sığırı barınaklarında sağım sistemleri, süt sığırı barınaklarında kullanılan robotik sistemler ve enerji etkinliği olarak dört başlık altında verilmiştir.

2.1. Süt Sığırı Barınaklarının Planlanması

Hayvan barınakları, hayvanları olumsuz hava koşullarından koruyan, onlara sağlıklı ve rahat bir üretim alanı sağlayan yapılardır. Hayvan barınaklarında hayvanlar günün 24 saatini barınakta geçirdiği için diğer yapılardan daha fazla önem arz etmektedirler. Barınakların planlanması ve tasarımını önemli kılan unsurlar, hem barınma hem de üretim alanı olmasıdır (Uzal, 2008). Gooch (2003) sığır konforunun asıl unsurları; yemleme alanı, dinlenme alanı, zemin, sulama alanı, uygun sıcaklık ve havalandırma olarak bildirmektedir.

Barınaklar, tarım işletmelerinde bulunan yapılar içerisinde büyük öneme sahiptir. Özellikle ana uğraşısı süt sığırı yetiştiriciliği olan tarım işletmelerinde barınakların önemi daha da büyüktür. Hayvanların barınakta barınması ve burada çalışan insanların sağlığının korunması, yüksek kalitede ürün elde edilerek bunların kalitesinin bozulmadan depolanması amacıyla yapılacak yapılara harcanan paranın çok fazla olması, barınak planlamasında özenli olmayı zorunlu kılmaktadır (Olgun, 1991).

Süt sığırı barınakları genel olarak, bağlı duraklı barınaklar, serbest sistem barınaklar ve serbest duraklı barınaklar olmak üzere üç farklı şekilde planlanabilir (Olgun, 1991; Ekmekyapar, 2001). Çalışmada, hayvan refahına daha uygun sistemler olan ve hayvanlara hareket özgürlüğü sunan serbest duraklı ve serbest sistem süt sığırı barınakları hakkında bilgi verilmiştir.

2.1.1. Serbest duraklı süt sığırı barınakları

Serbest duraklı süt sığırı barınakları planlama sistemleri, bağlı duraklı ve serbest sistem süt sığırı barınak planlama sistemlerinin avantajlı yönleri birleştirilerek oluşturulmuş barınak planlama sistemleridir (Ekmekyapar, 1999). Serbest duraklı süt sığırı barınaklarında durak yapmanın amacı, barınak içerisindeki sığırın hem kendine hem de diğer hayvanlara zarar vermeden dinlenmek için kullanabilecekleri temiz, yumuşak ve rahat bir dinlenme alanı oluşturmaktır.

Olgun (2011) serbest durak yapılmanın amacını, her bir sığıra kendine ve birbirlerine zarar vermeden kullanabilecekleri ve yatabilecekleri temiz bir dinlenme alanı oluşturmak olduğunu bildirmektedir.

Serbest duraklı süt sığırı barınak tipi, Türkiye'nin her yerinde uygulanabilmektedir. Serbest duraklı barınaklar yarı açık ya da kapalı barınak şeklinde planlanabilir. Serbest duraklı barınakların, kapasitesi 20 baş veya daha az olan işletmelerde uygulanması ekonomik olmamaktadır (Arıcı ve ark., 2001).

Durakların tasarımında, hayvanların yaralanmasına neden olmayacak şekilde yatabildikleri veya ayakta durabildikleri hijyenik alanların tasarlanmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, hayvanların duraklara girip-çıkışı, dinlenmesi-ayakta durabilmesi için yeterli alanlar ve kullanım kolaylığı sağlayacak şekilde durak tasarımı gerçekleştirilmelidir (Nordlund ve Cook, 2003).

Çizelge 1. 3. Süt sığırları için canlı ağırlığa bağlı olarak gerekli serbest durak boyutları, cm (Olgun, 2011)

Canlı ağırlık, kg	Durak uzunluğu	Durak genişliği	Bölme yüksekliği
135-180	120-130	70	70-85
180-270	150-170	80	85-90
270-360	170-180	90	90-95
360-450	180-200	100	95-100
450-500	200-210	110	100-110
500-600	210-230	120	110-115
600-725	230-245	125	115-120

Durak tabanı sıkıştırılmış toprak veya beton olabilir. Beton yapılması ilk inşaat giderlerini arttırırken, dayanıklı ve uzun ömürlü olmasını sağlar. Durak tabanı beton olduğunda, betonun üst düzeyi ile kenar betonu üst düzeyi arasında 5 cm'lik bir yükseklik bırakılmalıdır. Bu sayede daha az altlık kullanılmış olur (Ekmekyapar, 1999). Dikilme platformu eni ve boyu sırasıyla 110-120 cm veya 200-230 cm düşünülebilir (Uğurlu, 2012) .

Gebremedhin ve Wu (2001) yürüttükleri bir çalışmada, ineklerin değişik altlık malzemelerinden en çok toprak ve kum olanını tercih ettiklerini bildirmektedirler.

Serbest duraklı süt sığırı barınaklarında, durak tek sıralı olduğu gibi iki veya fazla sıralı olarak da planlanabilir. Bir veya iki sıralı barınaklarda duraklar çoğunlukla barınağın uzun kenarı boyunca; ikiden fazla sıralı barınaklarda ise kısa veya uzun kenara paralel olacak şekilde sıralanırlar. Durakların uzun kenar boyunca tek sıralı olarak

düzenlendiği barınaklar açık cepheleri güneye gelecek şekilde yönlendirilmelidir. Böylece binanın kapalı cephesi perde işlevi görür. Bu tip düzenlemeler daha çok ılıman bölgelerde uygulanmalıdır. Ortada servis yolu, servis yolunun mekanik olarak temizlendiği işletmeler için uygundur. İki sıralı barınaklar kuzey-güney yönünde yerleştirilmelidir. Kuzey cephelerinde sürmeli kapılar, soğuk kış rüzgârlarının barınak içerisine girmesini önler. Durakların U şeklinde düzenlendiği barınakların genişlikleri ortadaki durak sıra sayısına bağlı olarak değişir. Bu tip barınaklarda köşelerdeki geniş bölmelerden hasta veya doğum yapan inekler için özel bölmeler olarak yararlanılabilir (Balaban ve Şen, 1988; Yüksel ve ark., 2004).

Serbest duraklı süt sığırı barınaklarında, duraklar tek sıralı olabildiği gibi iki veya ikiden fazla sıralı olarak da düzenlenebilir. İnek sayısının fazla olduğu barınaklarda serbest duraklar, genellikle uzun kenara paralel olacak şekilde ikiden fazla sıralı olarak düzenlenirler. Bu durumda barınaklarda 2,3 veya 4 servis yolu bulunur (Olgun, 2011).

Serbest duraklı süt sığırı barınaklarında barınak uzunluğunu belirleyen temel eleman, her bir inek için ayrılan yemlik yerinin toplam uzunluğudur. Bütün ineklerin aynı anda yemlikte yem yedikleri göz önünde tutulacak olursa barınak uzunluğu 65-75 cm'dir. Yemleme yeri dinlenme alanına bitişik olarak planlandığında yem yolu 2-3 m genişliğinde olmalıdır (Arıcı ve ark., 2001). Uzal (2008) çalışmasında yemleme uzunluğunu, 1.0-1.2 m arasında alınmasının uygun olduğunu bildirmektedir.

Uzal (2008) serbest duraklı süt sığırı barınaklarının; duraklar, servis yolu, yemleme alanı, gezinti avlusu ve sağım ünitesinden oluştuğunu vurgulamaktadır. Olgun (2011) yemlik bölmesi sığırların yeme ulaşması kolay ve yem kaybının olmayacağı şekilde planlanması gerektiğine dikkat çekmektedir. Yemlik duvarı yüksekliği 50-55 cm, yemlik tabanı 10-15 cm yüksekte olmalıdır. Merkezi yemlik ve yem yolu genişliği 4-5 m arasında olmalıdır. Hayvan başına 2-3 m^2 alan bırakılmalı ve barınağın diğer bölümlerinden rahatlıkla ulaşılabilecek bir yerde planlanmalıdır (Uzal, 2008).

Servis yollarında bulunan ızgaralar hayvanları strese veya yaralanmaya yol açmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Izgaralı servis yolları en az 180-270 cm arasında bir genişlikte planlanmalıdır (Olgun, 2011). Servis yolları en az günde bir defa temizlenmelidir. Temizliğin mekanik olarak yapılması zaman ve işgücü açısından ekonomiklik sağlar. Servis yollarının beton olması ve durak seviyesinden 25 cm aşağıda olması temizliğin basınçlı su ile yapılmasına da imkân sağlar. Serbest duraklı barınaklarda yem muhafaza kısmı ve yemleme, sağım yeri ve süt odası, gezinti avlusu

gibi barınak kısımlarının ve ekipmanlarının planlanması serbest barınaklar ile benzer olabilmektedir (Ekmekyapar, 1999).

Durak zeminlerinin temiz kalabilmesi için servis yollarına doğru % 4-5 eğim ile yapılmaktadır. Durak tabanında kullanılan malzemenin hayvan rahatlığının göz önünde bulundurulmasının yanı sıra temizliğinin kolay olmasına, dayanaklılığına, ısı yalıtımına, yumuşaklığına ve kimyasal maddelere karşı dirençli olmasına da dikkat edilmelidir (Olgun, 2011).

Açıkgöz (2001), 25-30 litre süt verimi beklenen ve 600 kg ağırlığındaki bir süt ineği için günlük 75-100 litre su tüketiminin olacağını bildirmektedir.

Suluklar, hayvanların su tüketim ihtiyaçlarını karşılamak için dinlenme ya da gezinti avlusuna yerleştirilebilen ve 20 hayvan için bir adet olacak şekilde planlanmalıdır (Uzal, 2008).

Serbest duraklı süt sığırı barınaklarında sağım, özel planlanmış sağım yerinde yapılır. Sağım yeri barınak planlanmasına başlanırken belirlenir. Sağım yeri seçilerken barınak içerisinde ineklerin kolayca gidip gelmeleri sağılan ineklerin diğerleriyle karışmaları ve sağım yerinin ilerleyen dönemde büyütülebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Ekmekyapar, 1993; Arıcı ve ark., 2001).

Serbest duraklı süt sığırı barınaklarında sağım merkezi işgücünden büyük tasarruf ve kolaylık sağlarken, ineklerin bireysel kontrolü ve hijyenik süt elde edilmesine de imkan sağlar.

2.1.2. Serbest sistem süt sığırı barınakları

Serbest sistem barınaklar, ineklere serbestçe hareket etme olanağının tanındığı bir sistemdir. Barınağın tasarımında, pahalı ve tamamen kapalı yapılar yerine daha ucuz ve açık sistem barınaklar seçilmektedir (Arıcı ve ark., 2001).

Ekmekyapar (2001) serbest sistem süt sığırı barınağını; üç cephesi kapalı, özellikle güney ve doğudaki bir cephesi açık, üstü uygun bir çatı ile kapalı yapılar olarak tanımlamaktadır. Aynı çatı altında veya ayrı bir alanda dinlenme alanı, yemleme yeri, gezinti avlusu ile sağım ünitesi ve süt odasından oluşur. Yetişkin hayvanlara ait dinlenme yerini kapatan çatı altında veya ona ekli olarak, genç danalar, hasta ve gebe hayvanlar için özel bölmelerin bulunduğu bir bölüm tertip edilir.

Serbest sistem süt sığırı barınağı, işten tasarruf sağlar ve inşaat maliyeti yönünden kapalı sisteme kıyasla daha uygundur. Ancak, inşaat maliyeti yönünden ekonomik olabilmesi için sığır sayısının en az 20 adet olması uygundur. Çünkü serbest sistem süt

sığırı barınaklarında sağım yeri ve hatta süt odası inşaatı zorunludur (Balaban ve Şen, 1988).

Serbest sistem barınaklarda özellikle güney ve doğu cephesinden biri açık, üç tarafı ve üstü kapalı yapılardır (Olgun, 2011). Arıcı ve ark. (2001) ve Uzal (2008) serbest sistem süt sığırı barınaklarının yemleme alanı, dinlenme alanı, gezinti avlusu, sağımhane ve süt odası bölümlerinden oluşmakta olduğunu bildirmektedirler.

Dinlenme alanı, üzeri çatı ile kapatılmış zeminine altlık malzeme serilmiş yerlerdir. Günün belirli bir kısmını dinlenme yerinde, yemleme ve sağım yerinde geçirmiş sığırların dinlenmeleri için kullanılan alandır. Dinlenme yeri, hayvanları yağmur, rüzgâr ve kar gibi olumsuz hava koşullarından korumak amacıyla doğu ve güney tarafı açık diğer tarafları kapalı yapılardır. Soğuk iklim koşullarında açık cephe, 100-120 cm yükselti duvarları ile kapatılır. Fazla yağış alan bölgelerde dinlenme alanının drenajının sağlanabilmesi ve gezinti alanında biriken yağış sularının dinlenme alanına sızmasının önlenebilmesi için dinlenme alanı tabanı gezinti alanından 20-30 cm yüksek olmalıdır. Dinlenme alanında sığır başına yeterli alan, iklimin sert geçtiği yerlerde 5 m^2/hayvan, ılık ve sıcak yerlerde 4.5 m^2/hayvan alınabilir (Ekmekyapar, 1999). Blowey (1994) yılındaki çalışmasında ise 5.8 m^2/hayvan olarak bildirmektedir.

Süt sığırı yetiştiriciliğinde verimli bir yetiştiricilik için dinlenme alanı, hayvanların günde 12-14 saat dinlenmelerine imkân sağlayacak özellikte olmalıdır. Dinlenme alanının geniş olması özellikle yağışlı ve soğuk dönemlerde daha temiz kalarak ineklere uygun dinlenme imkânı sağlayacaktır. Bu nedenle, dinlenme alanı için hayvan başına 6-10 m^2 alan bırakılmalıdır (Uzal, 2008).

Dinlenme alanında yataklık ve gübrenin birikmesiyle sıcak ve yumuşak bir zemin oluşur. Gübre sonbaharda birikmeye başlar ve bu birikme ilkbahara kadar devam eder. Dinlenme alanında biriken yataklık ve gübrenin yüksekliği, hayvanların barınakta tutuldukları süreye bağlı olarak soğuk bölgelerde 60-80 cm, ılık bölgelerde ise 35-50 cm arasında değişir (Yüksel ve ark., 2004).

Gezinme alanı soğuk bölgelerde ağaçlar, binalar veya çitlerle daimi soğuk kış rüzgârlarından korunmalıdır. Dinlenme alanının güneyindeki gezinme yerlerinde kış rüzgârları çoğunlukla büyük bir sorun oluşturmazlar (Balaban ve Şen, 1988).

Balaban ve Şen (1988) gezinme alanını, hayvanların temiz havaya çıkmasını ve gezinmesini sağlayan dinlenme alanının açık cepheli bölümü olarak tanımlamaktadır. Gezinme alanının toprakla kaplanması durumunda, 24 m^2/hayvan olması gerekmektedir (Uğurlu ve Uzal, 2004). Ekmekyapar (1999) ise kaplanmış zeminler için en az

5,5-6,5 m^2/hayvan alınmasını imkânlar elveriyorsa bu değeri 9-10 m^2/hayvan alınmasının uygun olacağını bildirmektedir. Dinlenme alanından gezinti alanına doğru %2'lik eğim verilmesi ile iyi bir drenaj sağlanabilir. Gezinme avlusundaki suluklar, zarar görmeyecekleri ve temiz kalabilecekleri alanlara 20-30 hayvana bir suluk olacak şekilde yerleştirilmelidir (Uzal, 2004).

Yemleme yeri, serbest sistemde gezinme alanının yanında olarak yerleştirilmiş metal, beton ya da ahşaptan yapılmış üzeri sundurma çatı ile örtülmüş yemliklerde yapılmaktadır (Arıcı ve ark., 2001). Merkezi yemlik ve yem yolu genişliği 4,0-5,5 m olarak planlanmalıdır (Webster, 1994). Blowey (1994) ise çalışmasında, yemleme alanı olarak hayvan başına 2 m^2 alan bildirmektedir. Yemleme alanının; ulaşımının ve temizliğinin kolaylıkla gerçekleşebileceği, işletmedeki işgücünden ve işletme ekonomisinden faydalanmayı sağlayacak şekilde planlanması gerekmektedir (Uğurlu ve Uzal, 2004).

Sulukların gezinme yerindeki konumları da oldukça önemlidir. Kirlenme oluşmaması için suluklar dinlenme yerinden yeterince uzak olmalı ve altlık ilavesi veya barınak temizlenmesi esnasında kirlenebileceği ya da zarar görebileceği yerler göz önünde bulundurularak ona göre yerleştirilmelidir. Suluklar otomatik suluk veya su tankı şeklinde olabilirler (Arıcı ve ark., 2001). Kışın sert geçtiği bölgelerde ve soğuk tipteki barınaklarda sulukların ve su borularının donmaya karşı korunması gerekir. Her 20-25 inek için daire şeklindeki suluklarda 60 cm çapında, dikdörtgen şeklindeki suluklar için ise 60 cm uzunluğunda bir suluk yüzeyi yeterlidir (Olgun, 2009).

2.2. Süt Sığırı Barınaklarında Sağım Sistemleri

Günümüzde modern süt sığırı işletmelerinde sağım işlemi için yaygın olarak sağım üniteleri kullanılmaktadır. Süt sağım üniteleri, süt sığırı işletmesinin oldukça karmaşık bir yapısını oluşturur. Sağım yerinin en önemli unsurları, süt sığırları ve sağımcılardır. Bu sebeple sağım yerleri, hayvanlar ve sağımcılar için en uygun çevre koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanır, inşa edilir ve yönetilir. Sağım merkezinde hayvan trafik düzeni ile kullanılan ekipmanların yetersizliği, giriş ve çıkış kapılarının yerleri ve boyutlarının hatalı olması ya da döşemelerin kayganlığı gibi sorunlar süt sığırlarının rahatını olumsuz şekilde etkileyeceğinden süt üretiminde düşüşe sebep olur. Aynı şekilde sağımcının çalışma düzenini bozacak koşullarda sağımcının performansının ve dolaylı olarak da süt kalitesinin düşmesine yol açar (Olgun, 2011).

Ekmekyapar (1993); Arıcı ve ark. (2001) sağım işleminin özel olarak hazırlanmış alanlarda yapılmasının uygun olacağını bildirmektedirler. Ayrıca, hayvanların rahat girip çıkacağı sağmal ineklerin diğer ineklerden ayırt edilebileceği ve gelecekteki gelişme olanaklarının düşünülmesi gerektiğini bildirmektedirler. Sağım ünitesi, iş gücünün ekonomik kullanımını sağlayacak kolay temizlenebilen malzemeler kullanılarak inşa edilmiş, güneş ışınlarından faydalanabilen, işletme merkezine ve ana yola yakın olacak şekilde planlanmalıdır.

Bir süt sığırcılığı işletmesinde gerekli toplam işgücünün %50'sinden fazlasına sağım işleminde ihtiyaç duyulur ve toplam sağım maliyetinin de %75'inden fazlası işgücü maliyetleridir (Olgun, 2011). Bu nedenle, sağım işlemlerinde düzenin, sürekliliğin ve ekonomikliğin sağlanması; teknoloji kullanımının arttırılması diğer bir ifade ile sağımda robotik sistemlerin kullanılması ile mümkün olacaktır.

Serbest ve serbest duraklı barınak sistemlerinde sağım işlemi için ayrı bir sağım bölümüne ihtiyaç vardır. Bu sistemde işletmedeki tüm süt sığırları sağım bölümüne getirilir ve burada sağıldıktan sonra tekrar barınağa gönderilir. Sağım işleminde mekanizasyon kullanılır. Sağım bölümünde kullanılan tüm ekipmanlar yıkanabilir, dezenfekte edilebilir nitelikte olmalıdır. Serbest ve serbest duraklı barınaklarda sağım bölümü esas olarak; bekleme alanı, sağım yeri, süt odası, ofis, makine odası, depo ve hasta hayvanlar için tedavi bölümünden oluşur (Olgun, 2011).

Sağım merkezinin boyutları; sağım yerinin tipine, sağmal inek sayısına, süt tanklarının büyüklük ve çeşidine, kompresörün yerleşim durumuna, sağımda kullanılan ekipmanların tipine ve yıkama şekline bağlıdır (Olgun, 2011).

Sağım ünitelerinde bekleme alanı, işletmedeki inekleri sağıma hazırlamak için ineklerin tamamının ya da bir bölümünün alındığı alandır. Toplanma alanı olarak da isimlendirilebilir. Sağım yeri, bekleme alanı ve barınak arasında uygun bir hayvan trafiği oluşturmalıdır. Bekleme yerinin tabanına dışa doğru %1-6 eğim verilmeli ve her sağımdan sonra temizlenmelidir. Sağım yerinin hijyenikliği açısından bekleme yerinin temiz tutulması önemlidir. Bekleme yerinde sığır başına 1,3-1,5 m^2 alan bırakılmalıdır. Ancak bekleme yerinin tasarımında sağım yerinin kapasitesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bekleme yerinde sığırlar 1,5-2 saatten fazla tutulmamalıdır (Olgun, 2011).

Sağım yerleri, sığırların sağıldığı yerdir. Sağım yerinin tasarımında ilk olarak sağım yerinin tipi belirlenmelidir. Sağım yerinin belirlenmesinde etkili olan faktörler;

sağım merkezinin büyüklüğü, yerleşim durumu, düzenleme şekli, hayvan trafiği, mekanizasyon ve sağım iş programıdır (Olgun, 2011).

Sağım yerlerinin tasarımında, sığırların sağım yerine giriş ve çıkış zamanlarını kısaltacak önlemlerin alınması gerekir. Sağım yerine giriş ve çıkışta basamak veya rampa olmamalıdır (Olgun, 2011).

Süt sığırı barınaklarında, 10 baş sağmal hayvanı olan bir işletme için 6-8 m^2, 20-30 baş sağmal hayvanı olan bir işletme için ise 15-18 m^2 sağım yerleri planlanmalıdır. Sağım yeri barınağın kuzeyine kurulmalı aynı zamanda işletmeden sütün alınmasına imkân sağlayacak şekilde konumlandırılmalıdır (Ekmekyapar, 2001).

Sağım yerinin ve bekleme yerinin tabanı sığırlara yürüme emniyeti sağlayacak biçimde olmalıdır. En ideal zeminlerden biri sıcak asfalttır (Arıcı ve ark., 2001). Günümüzde, pürüzlü beton zemin daha yaygın kullanım alanına sahiptir.

Sağım yerleri, sağım duraklarının yerleştirilme konumlarına göre veya duraklarda duruş şekillerine çok farklı şekillerde ve boyutlarda düzenlenebilir. Sağım yerlerinde duraklar; ardışık (sıraya), paralel, çapraz (balıkkılçığı), trigon, poligon veya döner tipte düzenlenebilirler (Olgun, 2011). Teknolojinin gelişmesi ile birlikte robotlu sağım sistemleri de hayvancılık işletmelerinde yer almaya başlamıştır (Demir ve Öztürk, 2010). Robotik sağım sistemlerinin kullanımının Covid-19 salgını nedeniyle daha da hızlı artış göstermesi beklenmektedir.

2.2.1. Ardışık (sıraya) sağım durakları

Sağım duraklarının ardışık (sıraya) sağım durakları şeklinde düzenlenmesinde duraklar, hayvanlar arka arkaya bir sıra oluşturacak şekilde yerleştirilirler. Sağım durakları tek ya da genellikle iki sıralı olup, her sırada 2, 3 veya 4 adet sağım durağı bulunur. Bu sistem, verimleri farklı sığırlardan oluşan tek sağmal gruba sahip küçük işletmeler için uygundur (Olgun, 2011).

2.2.2. Paralel sağım durakları

Sağım duraklarının paralel sağım durakları şeklinde düzenlenmesi en basit sağım yeri düzenleme şekli olup, sağım durakları bağlı duraklı barınaklardaki duraklara benzer şekilde yan yana dizilmiştir. Sığırlar sağım duraklarına durakların arkasından girerler. Sağımı işlemi biten sığırlar ilerleyerek sağım durağını terk ederler. İki sığırın sağımına hizmet edecek şekilde duraklar arasında sağımcı platformları planlanır. Sağımcı platformları duraklardan 60-75 cm daha aşağıdadır. Bu düzenleme şekli özellikle hayvan

sayısı arttıkça daha etkili olmaktadır. Diğer bir uygulama şeklide iki hayvanın sağımına hizmet edecek şekilde duraklar arasına sağımcı platformunun yerleştirilmesidir. Ancak bu düzenleme şeklinde sağımcının yürüme mesafesi artar ve iş ekonomisi açısından uygun değildir. Bu nedenle bir sıradaki durak sayısının 6'dan fazla olması istenmez (Ekmekyapar, 2001; Olgun, 2011).

2.2.3. Çapraz (Balıkkılçığı) sağım durakları

Sağım duraklarının çapraz (balıkkılçığı) sağım durakları şeklinde düzenlenmesinde, sağım durakları balıkkılçığı şeklinde yerleştirilir. Sağım durakları sağımcı platformunun uzun ekseniyle 30-45° 'lik açı yaparlar. Sığırların sıralanmasında sıklık sağlandığından sağımcı aynı anda daha fazla sığıra hizmet edebilir. Bu tipteki sığırların memeleri arasındaki yürüme uzaklığı 90 cm''e düşmüştür. Belirli zamanda daha çok sayıda sığır sağılabilir, bu sayede iş ekonomisi sağlanmış olur. Çapraz sağım yeri tek sıralı veya iki sıralı olarak planlanabilir. Çapraz sağım yerinde bir sıradaki sağım durağı sayısı 4-10 arasında değişir (Ekmekyapar, 2001). Günümüzde 20x2'lik sağım sistemleri de yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2.4. Trigon sağım durakları

Bu düzenleme şeklinde duraklar üç doğrultuda çapraz olarak yerleştirilir. İki sıralı çapraz sağım duraklarına göre daha etkili bir sistemdir. Sağım yerindeki toplam sağım durağı sayısı 12, 16, 18, 22 ve 24 olabilir (Olgun, 2011).

2.2.5. Poligon sağım durakları

Bu düzenleme şekli, yandan girişli ve çapraz sağım duraklarının avantajlarını birleştirir. Özellikle 400 baş ve üzerinde olduğu işletmelerde düşünülür. Genellikle sağım durakları dört doğrultuda çapraz olarak yerleştirilir (Olgun, 2011). Aynı sayıda inek sağmak için daha fazla alana ihtiyaç duyulduğu için çok fazla kullanım alanı bulamamıştır. Bunun yerine daha çok döner sağım üniteleri tercih edilmektedir.

2.2.6. Döner sağım durakları

Dönen sağım durakları, ortada bırakılan dairesel bir boşluk etrafında eksenel olarak dönen dairesel bir platformun üzerinde sağım duraklarının düzenlenmesiyle oluşturulur (Şekil 2.1.). Sağım durakları döner platformun üzerine ardışık, paralel veya çapraz olacak şekilde düzenlenebilir (Ekmekyapar,2001; Olgun,2011).

Yüksek kapasiteli süt sığırcılığı işletmelerinde daha çok kullanılan döner sağım sistemlerinin en önemli avantajı diğer sağım sistemlerine göre aynı hayvanı sağmak için daha az iş gücü gereksinimine sahip olmasıdır.



Şekil 2. 1. Döner sağım durakları

2.3. Süt Sığırı Barınaklarında Kullanılan Robotik Sağım Sistemi

Süt sağım makinalarının yapısal ve işlevsel özellikleri, hayvanı rahatsız etmeden ve meme sağlığına zarar vermeyerek memedeki sütün kısa bir sürede sağılabilmesi ve çalışan personelin iş yükünün azaltılması açısından önemlidir (Öz ve Alayunt, 2011). Sağım teknolojisindeki gelişmeler; daha az enerji tüketimi ve işgücü ile hijyenik bir sağım ünitesinde süt sığırlarının sağlıklı bir şekilde sağılmasını amaçlamaktadır (Mundan ve ark., 2014).

Robotik sağım sistemi, otomatik sağım sistemlerinin daha gelişmiş bir modeli olup, 1992 yılında ilk defa Hollanda'da ticari süt sığırcılığı işletmelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Aynı dönemde Danimarka, Almanya ve Fransa gibi diğer ülkelerde robotik sağım sistemini benimsedikten sonra sistem hızlı bir şekilde gelişim göstermiştir (De Koning ve ark., 2001; Wirtz ve ark., 2001; Van der Vorst ve De Koning, 2002; Meijering, 2004).

Büyük kapasitelere sahip işletmelerde, geleneksel sağım sistemlerinin kullanılması çok etkili olmamaktadır. Bu sistemlerde, verimli ve hızlı olmayan donanımların bulunması yanında az bir maliyet gerektirmelerine rağmen sağım çok fazla

zaman alan bir işlemdir (Steevens, 1992). Robotik sağım sistemi ise, fazla işgücü olmaksızın birim zamanda daha fazla ineğin sağılabilmesine imkân tanımaktadır.

Robotik sağım ile geleneksel sağım sistemi arasındaki başlıca fark, her bir sığırın işletme sahibi bulunmadan sağım işleminin gerçekleşebilmesidir (Van't Land ve ark., 2000; Helgren ve Reinemann, 2003). Robotik sağımın işletme içerisindeki başlıca yararları, sağımın günde birkaç defa gerçekleşmesinden dolayı süt veriminin artması, işgücünün azalması, sağım zamanlarında çalışan bir personelin bulunmasına ihtiyaç duyulmaması şeklinde sayılabilir (Van't Land ve ark., 2000).

Robotik sağım, bir işletme için tasarlandığı zaman, verim, sığır davranışı, işgücünden tasarruf, sığırların beslenme alışkanlığı yönetim pratiklerine etkisi irdelenmelidir (Van't Land ve ark., 2000).



Şekil 2. 2. Robotik sağım sistemli barınakta hayvanların bekleme alanı

Robotik sağım sisteminde, inekler sistemi insan denetimi olmadan herhangi bir zamanda gönüllü olarak ziyaret etmekte ve Şekil 2.2.'de görülmektedir. İnek sağım ya da yem yemek için doğrudan sağım durağına gitmektedir. İnekler, sağım durağına geldiği zaman sistem çalışmaya başlamaktadır. Sağım sistemi ineklerin boynundaki manyetik çipler yardımıyla sağım işlemi başlatılmaktadır (De Koning ve ark., 2001; Graves, 2002; Reinemann, 2002).

Sağım işlemi şu sırada gerçekleşmektedir,

1. Sistemin giriş kapısı elektronik olarak kapandıktan sonra elektronik yemleyiciler ile yem verilmektedir.

2. Sistemin bir parçası olan metal robot kol ineğin altına doğru gelmekte ve metal robot kolun üzerine monte olan yıkama sistemi ile meme başları temizlenmektedir.

3. Yıkama işleminden sonra temizleme işlemini yapan silindir şeklindeki fırça geri çekilmektedir ve lazer ünitesi ile ineğin meme başlarının konumları belirlenmektedir.

4. Lazer sistemle meme başlarının yerleri belirlendikten sonra metal robot kol üzerinde bulunan sağım başlıkları ineğin memesine takılmaktadır.

Her bir sağım başlığı kendi ölçme aygıtına sahiptir. Süt akışı azaldığında sağım başlıklarındaki vakum azalmakta ve sağım başlıkları çıkarılmaktadır. Bütün sağım başlıkları çıkarıldıktan sonra, metal robot kol üzerinde her sağım başlığı yıkanmakta, metal robot kol tekrar ineğin altına doğru hareket etmekte ve her bir meme başına dezenfektanlı solüsyon püskürtülmektedir. Bu işlem de tamamlandıktan sonra çıkış kapıları açılmakta ve inekler sağım durağından ayrılmaktadır (Halladay, 1999; Cooper, 2001; Gearin, 2001; Dick, 2002; Hopster ve ark., 2002; Rodenburg, 2002; Radfor, 2003; Wilson, 2003; Halachmi, 2004).

Sağım robotu, sağım işlemini gerçekleştiren donanım ile bu donanım parçalarını kontrol eden bilgisayar yazılımından ibarettir. Robotik sağım sistemi; bilgisayar, sensörler, temizleme sistemi, sağım bölmesi, otomatik kapılar, yemleme yeri, süt ölçerler, soğutma tankı ve robot kol veya kollarından oluşmaktadır (Türkyılmaz, 2005; Alıç ve Yener, 2006). Robotik sağım sistemli işletmede sağım robotlarının iç kısımdan görünümü Şekil 2.3.'de verilmiştir.



Şekil 2. 3. Robotik sağım sisteminde robotik sağım iç kısım

Robotik sağım sisteminde, sağım işini yapan ekipmanlar, bir süt iletim hattı, süt akışı algılayıcıları, süt ölçüm kavanozu ile sağım başlıklarından meydana gelmektedir.

Süt ölçüm kavanozu, inekten alınan sütün toplanmasında kullanılmaktadır (Graves, 2002).

İşletme sahipleri robotlu sağım sistemini kullanarak yüksek süt kalitesi elde etmektedir. Ancak, bazı yönetim stratejileri geleneksel bir sağım sistemine göre farklı olmaktadır. Örnek olarak, mastitis kontrolü, geleneksel sağım sistemlerinde kuru meme başları için bir kurulama servisini ve sağımdan sonra enfekte olmayan bir meme için daldırma işlemini gerektirmektedir. Diğer taraftan bir robotlu sağım sisteminde meme başları otomatik olarak kurulanmakta, sağımdan sonra daldırma yerine bir sprey kullanılarak aynı işlemler yapılmaktadır (Radfor, 2003).

Robotlu sağım sisteminde hem inek hem de sistemin performansını dikkatli bir şekilde denetlemek ve sağım sisteminin nasıl denetleneceğinin öğrenilmesi bakımından işletme sahibine bir takım sorumluluklar düşmektedir. Robotlu sağım ünitesini gönüllü ziyaret etmeyen inekler düzenli bir şekilde sağıma yönlendirilmelidir.

Robotik sağım sisteminde, hem işletmenin sahip olduğu sığırların süt verimi ve kalitesini hem de işletme sahiplerinin yaşam kalitesini arttırmaktadır (Helgren ve Reinemann, 2003).

2.4. Süt Sığırı İşletmelerinde Kullanılan Diğer Robotik Sistemler

Türkiye'de hayvancılık günümüzde büyük ölçüde geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Geleneksel hayvancılığın en önemli özelliği insan gücüne dayanması ve mekanizasyonu kullanmamasıdır. Hayvancılığın gelişmiş olduğu ülkelerde ve ülkemizdeki pek çok sığırcılık işletmelerinde hayvancılık insan gücünden çok makineler tarafından yürütülmektedir (Gökçen, 2016).

Son yıllarda Dünyada ve Türkiye'de hayvancılık sektöründe özelliklede sığırcılıkta entegrasyona gidilmesi, yani büyük ölçekli işletmelerin sayısının artması doğal olarak mekanizasyon olgusunun da gelişmesine ve yaygınlaşmasına yol açmıştır (Gökçen, 2016).

Robot, mekaniksel sistemleri ve bunlarla ilişkili algılama ve kontrol sistemleri ile bilgisayar algoritmalarına bağlı olarak akıllı davranan makinelerdir. Robot, yeniden programlanabilen; parçaları, maddeleri, aletleri programlanmış hareketlerle yapılacak işe göre taşıyan veya işleyen çok fonksiyonlu makinelerdir (Anonim, 2020a).

Robotik sistemler ise, endüstriyel robot, parçalar, maddeleri, aletleri ya da özel işlem takımlarını, çeşitli programlarla, istenen görev doğrultusunda hareket edebilen bir tasarımdır. İlk eklemeli kol 1950'lerde geliştirilmiştir. Özellikle endüstriyel otomasyonun

ve bilgisayar uygulamalarının yönetim sistemlerinde kullanılmasıyla birlikte bu alanda birçok gelişme olmuştur. 1950'lerdeki eklemeli kolun ilk gelişmesinden ve mikro işlemci teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak robotlar çeşitli şekil, tip ve büyüklüklerde kullanılmaya başlanmıştır. Robotlar geniş bir görev alanına sahiptir. Aslında robotlara olan ihtiyaç güçlü ve ekonomik performansın sağladığı rekabet ortamı ve her iş ortamına uyum sağlanmasına bağlıdır. Bu iş ortamları kaynakçılık, boya işleri, herhangi bir maddeyi alıp bir yere koyma işlemleri vb. olarak sayılabilir (Anonim, 2020a).

İnsanlar fiziksel yapılarından dolayı bedensel olarak bütün işleri yapma imkânına sahip olmadıkları için, gücünün yetmediği yerlerde kullanmak üzere çeşitli makineler geliştirmiştir. İlk önceleri insan yardımı ile çalışan bu makineler, zamanla geliştirilerek ve çeşitli çevre birimlerini de beraberinde kullanarak insana ihtiyaç duymadan otomatik olarak çalışır hale getirilmiştir. Bu nedenlerle, robotlar hayatımızda önemli bir yere sahiptir. Ve genellikle, üretim maliyetini düşürmek ve daha kaliteli üretim yapmak için kullanılmaktadır (Anonim, 2020a).

Süt sığırı işletmelerinde işgücünün çeşitli işlerde kullanılma yüzdelerine barınak tipine ve uygulanan otomasyonun düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterir. Süt sığırcılığında gerekli olan işgücünün yaklaşık olarak %50'si süt elde etmek, %25'i gübre temizlemek, %15'i yemleme ve %10'u da hayvanlarla ilgili diğer işler için kullanılmaktadır (Mutaf, 1982; Ayık, 1985). Mekanizasyon düzeyi arttıkça süt elde etmek için harcanan işgücünün toplam işgücü içerisindeki payı artmakta, bunun yanı sıra yemleme, gübre temizleme vb. işlerin yüzde payları azalmaktadır (Alkan, 2015).

2.4.1. Yem dağıtımında kullanılan sistemler

Yemleme genellikle mekanik araçlar vasıtasıyla olmaktadır. Yemliğin yanında aynı zamanda traktörün ve yem dağıtımı yapacak aracın rahatlıkla girebileceği genişlikte bir yem yolu bulunmaktadır. Yem yolu genişliği 4–5 m arasında olması gerekir. Yemlik tabanının 10-15 cm yüksekte olması en uygunudur. Yemlik ile sığırların bulunduğu düzlemi ayıran yemlik duvarı yüksekliği 50-55 cm olmalıdır. Yemlik bölmesi, sığırların kolayca yemlenmesine uygun olmalı, yem kaybını önlemelidir. En uygun yemlik bölmesi 240 cm aralıklarla yerleştirilmiş dikmeler üzerine servis yolu tabanından 120 cm yükseklikte bir metal borunun bulunduğu şekildir (Olgun, 2011).

Yemleme bir sığırcılık işletmesinde büyük önem taşımaktadır. Çünkü başta yem verimi olmak üzere süt verimi ve diğer tüm verimler yemleme ile sıkı sıkıya bağlıdır. Yemlemenin robotik sistemlerle yapılması iş gücünden ve zamandan tasarruf

sağlamasının yanında yemlemenin daha düzenli yapılmasını ve hayvanların 7/24 taze yeme ulaşabilmelerine imkân sağlamaktadır. Yemlemede mekanizasyon üç şekilde gerçekleşmektedir (Gökçen, 2016).

1- Yemlemede yararlanılan mekanizasyon sistemlerinden ilki yem kırma ve karıştırma makinesidir. Orta ve büyük ölçekli sığırcılık işletmelerinde uzun süre kesif yemleri yem fabrikalarından çuvalla ya da siloların döktürerek temin etmişlerdir. Ancak son yıllarda hayvanların ihtiyacı olan kesif yemleri işletmeler kendileri yapmaktadırlar. Satın alınan ve uygun koşullarda saklanan arpa, mısır, ayçiçeği küspesi, buğday, mısır silajı, pamuk tohumu küspesi, kuru yonca, kuru ot ve bunlara benzer diğer yem maddeleri belirli bir rasyon yani günlük ihtiyaç listesine uyularak yem kırma ve karıştırma makinasına konulmakta, makine bu yem maddelerini hem hayvanın yiyebileceği boyutlarda kırıp hem de karıştırarak homojen hale getirmektedir. Yem kırma-karma makinesi aynı zamanda kırıp kardığı yemleri barınakta bulunan yemliklere eşit miktarda dağıtma işlevini de üstlenmektedir (Gökçen, 2016).

2- Yemlemede kullanılan diğer bir sistem ise otomatik yemleme sistemidir. Bu sistemde yem dağıtımı robotlarla gerçekleştirilmektedir. Hayvanların süt verimine göre hazırlanan yem rasyonları robota yüklenip dağıtılmaktadır. Yem dağıtım robotu, yemlemenin ardından dağılan yemleri yemliğe süpürmekte, yem yolunda ilerlerken lazer sistemle yem seviyelerini kontrol etmekte ve yemin eksik olduğu yerlerde yemliğe yem ilavesi yapmaktadır. Bu sayede hayvanlara günde yaklaşık sekiz defaya kadar taze yeme ulaşabilme imkânı sağlanmaktadır. Bu sisteme yardımcı diğer bir robotik sistemde yemi hayvanların önüne süpürerek hayvanların yeme ulaşabilmesini sağlamaktadır (Anonim, 2020a).

3- Bantlı yem dağıtım sistemi, bu sistem de yem dağıtımı, hareketli bir bandın üzerinde sığırların yeme ulaşabilmesini sağlamaktadır. Bu platform tek taraflı veya karşılıklı olacak şekilde hayvan sayısına göre planlanabilir. Hayvanların yemleri, istedikleri zaman taze olarak istedikleri miktarda tüketebilmeleri ve yem artıklarını kolayca temizleme imkânı sunmaktadır (Anonim, 2020b).

2.4.2. Gübre temizliğinde kullanılan sistemler

Gübre yönetimi, hayvancılık işletmelerinde önemli sorunlardan birisidir. Gübre yönetimi, insan ve hayvan sağlığına zararı vermeden, çevre kirliliğine ve gübrenin verimlilik değerinde bir azalmaya yol açmadan en az maliyetle gerçekleştirilmelidir.

Yetiştiriciliği yapılan hayvan türüne bağlı olmaksızın gübre yönetimi, tüm hayvancılık işletmeleri için büyük önem taşımaktadır (Olgun, 2016).

Gübre, hayvanlardan elde edilen dışkı ve idrarlardan oluşmaktadır. Ayrıca, atık denilince gübreye ilave olarak barınak içerisinde yürütülen yemleme, sulama, sağım ve bakım gibi günlük faaliyetler sonucunda elde edilen katı-sıvı atıklar, yağış, yataklık malzeme ve diğer kaynaklardan gelen su ile gübre içine karışabilecek toprak gibi materyallerden oluşturduğu karışım anlaşılır (Olgun, 2011).

Barınak içerisinde gübrenin temizlenmesinde genellikle mekanik sistemlerden yararlanılır. Bunlar iki grupta değerlendirilebilir.

Gübre temizleme robotları, katı gübrenin mekanizasyonunda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Robotlar; ızgara zeminle, bağlantı yollarını köşeleri temizleyerek barınağın kuru ve temiz kalmasını sağlar. Sığırlar arasında onları rahatsız etmeden sessizce hareket ederek barınağı temizler ve hayvanlara temiz ve rahat bir barınma ortamı sağlar (Anonim, 2020c).

Mekanik sıyırıcı sistemlerde, sıyırıcılar beton döşemeler üzerinde bulunan ve ızgara döşemeler altındaki kanallara dökülen ya da idrar kanallarında biriken gübreyi toplayarak bir depoya veya bir gübre dağıtıcısına iletirler. Bu sistemde, sıyırıcıların çalışması esnasında hayvanların barınak dışına çıkarılmasına gerek yoktur. Sistemin en önemli üstünlüklerinden biri işgücü gereksiniminin çok düşük olmasıdır (Olgun, 2011).

2.5. Enerji Etkinliği

Bu bölümde enerji etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan terimler tanımlanarak başlıklar altında bu konuda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.5.1. Enerji girdi parametreleri

Tarımda enerji, bitkisel üretim ve tarımsal işleme açısından önemlidir. İnsan, hayvan ve mekanik enerji tarımda bitkisel üretim için yaygın olarak kullanılmaktadır (Özkan ve ark., 2004).

Enerji girdisi; doğrudan enerji girdisi, dolaylı enerji girdisi olarak ikiye ayrılmıştır (Pervanchon ve ark., 2002; Dalgaard ve ark., 2010; Topak ve ark., 2010). Süt üretiminde kullanılan enerji miktarı, çiftlikte kullanılan mekanizasyon seviyesinin yanı sıra mazot, elektrik, yem tüketimi ve işgücü kullanım süresine bağlıdır (Uzal, 2013).

2.5.1.1. Doğrudan enerji girdi parametreleri (DE)

Doğrudan enerji girdisini tanımlarken, hayvansal üretimde ürün elde etmekte kullanılan enerji olarak ifade edilmektedir. Doğrudan enerji girdisi mazot, yağ, elektrik, ve insan işgücü olarak ifade edilmektedir (Meul ve ark., 2007; Heidari ve ark., 2011; Kraatz, 2012).

2.5.1.2. Dolaylı enerji girdi parametreleri (IDE)

Bazı araştırmacılara göre (Meul ve ark., 2007, Heidari ve ark., 2011; ve Uzal, 2013) dolaylı enerji girdilerini tarım makineleri ve hammadde (saman, mısır silajı, kaba yem, kesif yem, vb. ürünler) olarak tanımlamaktadır. Frorip ve ark., 2012; Uzal, 2013; ve Önal ve Uzal Seyfi., 2019 çalışmalarında süt sığırı barınaklarında kullanılan dolaylı enerji girdi parametrelerini, makine ve yem olarak ifade etmektedirler.

2.5.2. Enerji çıktı parametreleri

Çelen (2016) çalışmasında, tarımsal faaliyetlerde arazi yönetimi ve kullanımı için sürdürebilirliğin çok önemli olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, hayvancılıkta oluşan atıkların emisyonları azaltılmalı ve bitkiyi beslemede ise hayvan atıklarının kullanılmasının gerektiğini belirtmektedir. Bu uygulamanın amacının, üretim için girdileri azaltmak ve çıktıyı arttırmak olduğunu ifade etmektedir.

Southwell ve Rothwell (1977) ve Uzal (2013) hayvancılıkta üretilen ürünler için enerji çıkışının, süt ve gübreden oluştuğunu belirtmektedirler. Ancak süt sığırı işletmelerinin temel amacı yüksek kalitede ve verime sahip süt üretmektir. Bu sebeple, süt sığırı işletmelerinin enerji çıktısı süt üretimi olarak hesaplanmaktadır (Uzal, 2013; Önal ve Uzal Seyfi, 2019). Ayrıca, süt sığırı işletmelerinde gelirin %95'i süt üretiminden elde edildiği için diğer bölümler ihmal edilebilmektedir (Meul ve ark., 2007).

Süslü (2013) çiftliklerin %98'inde gübrenin olgunlaştırılması için gerekli önlemler alınmadan tarım arazilerinde kullanıldığını ve %2'sinde ise yakacak olarak değerlendirildiğini bildirmiştir.

Süt sığırı işletmelerinde yaptıkları çalışmada Wells (2001) enerji çıktısı olarak sütün enerji değerini 1,84 MJ/L olarak hesaplandığını ifade etmiştir. Hartman ve Sims (2006) ise aynı değeri 3,9 MJ/L, Cederberg ve Mattson (2000) ve Mittal ve ark. (1985) 3 MJ/L olarak hesapladıklarını bildirmektedirler.

2.5.3. Enerji kullanım etkinliği (EKE)

Meul ve ark. (2007); Uzal (2013) enerji kullanım etkinliğini (EKE) süt üretim işletmeleri için toplam enerji çıktısının toplam enerji girdilerine oranı olarak tanımlamaktadırlar. Başka bir deyişle; birim enerjiye üretilen ürün miktarı olarak tanımlanabilir ve birimsizdir.

Alam ve ark. (2005) tarımsal faaliyetlerde enerji kullanımı üretim miktarı ve kalitesi ile ilişkilendirilmektedir. Enerji kullanım miktarı; mekanizasyona, çalışma süresine ve üretim için kullanılan arazi miktarına bağlı olmaktadır.

Eko verimlilik tanımına göre, enerji kullanım etkinliği daha az girdiden daha fazla çıktı elde etmek için üretilen ürün miktarı olarak tanımlanmaktadır (Uzal, 2013). Tarımsal sistemler için enerji kullanım etkinliği; girdi ve çıktı değerleriyle elde edilen verilerden enerji verimliliğinin hesaplanması olarak ifade edilebilmektedir.

Enerji çıktısının enerji girdisine oranı (EKE) kuzular için 1/57 (0,02), sığırlar için 1/40 (0,03), süt üretimi için 1/14 (0,07), süt tozu üretimi için 1/10 (0,1), hindi-tavukları için 1/4 (0,25) olarak hesaplanmaktadır (Pimental ve Pimental, 2003).

Uzal (2013) serbest sistem ve serbest duraklı süt sığırı barınaklarındaki enerji kullanım etkinliği değerini; serbest barınak sistemli süt sığırı çiftliği için 0.12 hesaplarken serbest duraklı barınaklara sahip süt sığırı işletmesi için 0.16 olarak bildirmektedir.

2.5.4. Enerji verimliliği (EV)

Hayvancılık işletmeleri için enerji verimliliği, toplam enerji girdisi ile üretilen ürün arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Sing ve ark., 1992; Meul ve ark., 2007; Heidari ve ark., 2011; Frorip ve ark., 2012; Bandbafha ve ark., 2017).

Enerji verimliliği, süt sığırı işletmeleri için 100 MJ enerji girdisi ile üretilen süt miktarı (L) olarak ifade edilmektedir (Meul ve ark., 2007; Heidari ve ark., 2011; Uzal, 2013).

2.5.5. Net Enerji verimliliği (NEV)

Uzal (2013) net enerji verimliliğini; üretilen toplam enerji ile kullanılan toplam enerji arasındaki fark olarak ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile toplam enerji çıktısından toplam enerji girdisinin çıkarılması ile elde edilen değerdir.

Unakıtan ve Kumbar (2019) yaptıkları çalışmalarda tüm işletme grupları için NEV değerlerini negatif hesapladıklarını belirtmektedirler. Sonuçların negatif çıkmasının

nedenini ise çıktı enerjisinin girdi enerjisine kıyasla düşük olmasından kaynaklandığını bildirmektedirler.

2.5.6. Süt Üretim enerjisi (SE)

Meul ve ark. (2007), Dalgaard ve ark., (2001) ve Uzal (2013) çalışmalarında, bir litre süt üretimi için harcanan enerjiyi süt üretim enerjisi olarak tanımlamaktadırlar.

Önal ve Uzal Seyfi (2019) süt üretim değerini serbest duraklı bir süt çiftliğinde 19,2 MJ/L olarak hesapladığını bildirmektedirler.

Wells (2001) süt sığırı işletmelerinde yaptığı çalışmada, enerji çıktısı olarak sadece sütün enerji değerini kabul ettiğini ve 1,84 MJ/L olarak hesaplandığını bildirmektedir. Hartman ve Sims (2006) bu değeri 3,9 MJ/L, Cederberg ve Mattson (2000) ve Mittal ve ark. (1985) ise 3 MJ/L olarak hesapladıklarını bildirmektedirler.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

Bu bölümde, araştırmanın yapıldığı bölgenin özellikleri ve araştırmanın yürütüldüğü işletmenin özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

3.1.1. Araştırmanın yürütüldüğü bölgenin özellikleri

Türkiye'nin en geniş yüz ölçümüne sahip olan Konya, 38.873 km^2'lik alana sahiptir. Konya, 36° 14′ ve 39°16′ kuzey enlemleri ile 31°14′ ve 34°26′ doğu boylamları arasında yer almaktadır ve denizden ortalama yüksekliği 1016 m'dir. Konya ili, İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde ve Anadolu Yarımadası'nın ortasında bulunmaktadır. Nüfusu 2019 yılına göre 2.232.374'dür. Konya'nın Meram, Selçuklu ve Karatay başta olmak üzere 31 tane ilçesi vardır. Konya ili güneyde İçel, Karaman ve Antalya, kuzeyde Ankara, doğuda Niğde ve Aksaray ve batıda Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir illeriyle komşudur (Anonim, 2020 d).

Türkiye tarım sektöründe, Konya ili sahip olduğu tarım alanları ve barındırdığı hayvan sayısı ile önemli bir yere sahiptir. Sahip olduğu geniş tarım alanları, farklı tarımsal ekolojik alt bölgeler, sulama imkanları, coğrafi konumu ile ülkemizin tarım başkenti olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2020 d).

Konya ilinin yüzölçümü ile yurdumuzun en geniş arazi varlığına sahip ili olup 19.278.540 dekar alanda tarım yapılmaktadır. Konya'da ekilen alan 13.054.000 dekardır. Türkiye'deki ekili alanların %8,29'unu oluşturmaktadır. Konya ilinin mevcut alanının %19'u 7.614.607 da) çayır-mera, %13'ü (5.401.890 da) fidanlık-ormanlık %21'i ise (8.752.637 da) tarım dışı arazilerden oluşmaktadır. Konya'da mevcut su potansiyeline göre sulanabilir arazi miktarı 1.652.762 hektar olup, halen 595.059 hektar arazi sulanmaktadır (Anonim, 2020 d).

Konya ili tarımsal alandaki faaliyetlere önemli kaynak ve fırsatlar sunmaktadır. Bölge, bir çok tarımsal ürünün yetiştirilmesi için uygun toprak, iklim ve ekolojik koşullara sahiptir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Konya'da yapılacak bitkisel ve hayvansal yatırımlara önemli destekler sağlamaktadır (Anonim, 2020 e).

Türkiye'nin büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı ile et, süt ve yumurta üretimine önemli katkıları olan Konya, sahip olduğu geniş bitkisel üretim alanları ve meralar ile hayvancılığın gelişmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Anonim,2020 d).

Türkiye ve Konya'nın son beş yıl içerisinde sahip oldukları sığır, koyun ve keçi varlıkları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Türkiye'nin büyükbaş hayvan sayısı bir önceki yıla göre %3,8 artarak 17 milyon 872 bin baş olmuştur. Türkiye'nin küçükbaş hayvan sayısı bir önceki yıla göre %5,1 oranında artarak 48 milyon 481 bin baş olmuştur. Küçükbaş hayvanlar arasında yer alan koyun sayısı bir önceki yıla göre %5,9 oranında artarak 37 milyon 276 bin baş, keçi sayısı ise yine bir önceki yıla göre %2,6 oranında artarak 11 milyon 205 bin baş olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. 1. Türkiye ve Konya'daki hayvan varlıklarının yıllara göre değişimi (TÜIK, 2019)

	TÜRKİYE			KONYA		
YILLAR	**SIĞIR**	**KOYUN**	**KEÇİ**	**SIĞIR**	**KOYUN**	**KEÇİ**
2015	14.223.109	31.140.244	10.344.936	740.148	1.862.022	255.168
2016	13.994.071	31.507.934	10.416.166	752.533	1.826.773	261.681
2017	14.080.155	30.983.933	10.345.299	868.551	1.894.530	240.367
2018	17.220.903	35.194.972	10.922.427	921.572	2.001.010	251.451
2019	17.872.331	37.276.050	11.205.429	927.082	2.191.228	268.732

Türkiye süt üretim miktarlarının yıllara göre değişimi Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Ülkemizdeki süt üretimi içerisinde sığır ve manda sütü üretimi 22.960.379 ton miktarı ile ilk sırada yer almaktadır. Sığır ve manda sütünden sonra en yüksek üretim değeri 1.521.455 ton ile koyun sütüne, arkasından 577.209 ton ile keçi sütüne aittir.

Çizelge 3. 2. Süt üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (TUIK, 2019)

	TÜRKİYE		
	SIĞIR VE MANDA	**KOYUN**	**KEÇİ**
2015	18.654.682	1.177.228	481.174
2016	18.489.162	1.160.413	479.401
2017	20.699.894	1.344.779	523.395
2018	22.120.716	1.446.271	561.826
2019	22.960.379	1.521.455	577.209

Konya 2018 yılı sığır ve manda sütü üretimi 1,28 milyon ton'dur. Sığır ve manda sütünden sonra en fazla 86.095 ton ile koyun sütü, 11196 ton ile keçi sütü üretilmektedir (Çizelge 3.3.).

Çizelge 3. 3. Süt üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (TUIK, 2019)

	KONYA		
	SIĞIR VE MANDA	**KOYUN**	**KEÇİ**
2014	898.662	75.902	9.561
2015	930.703	77.852	10.362
2016	971.569	76.859	11.069
2017	1.200.488	79.320	10.395
2018	1.280.196	86.095	11.196

3.1.2. Araştırmanın yürütüldüğü işletmenin genel özellikleri

Araştırma, Konya ilindeki bir süt sığırcılığı işletmesinde yürütülmüştür. İşletmede hayvancılık yanında yem hammaddelerinin (yonca, silajlık mısır, hububat vb) üretilmesine yönelik tarımsal faaliyet yapılmaktadır. İşletme sağım sistemi ve hayvan barınakları yönünden robotik sağım sistemi (20 VMS: Gönüllü Sağım Sistemi) ve otomatik sağım sistemi (2x12 Paralel Sistem) olmak üzere iki ayrı bölüm halinde olduğu için çalışma kapsamında robotik sağımın yapıldığı kısım Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi başlığı altında, Otomatik Sağımın yapıldığı kısım ise Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi olarak tanımlanmıştır. İşletmenin genel görünümü Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden görünüm

3.1.3. Araştırmanın yürütüldüğü robotik sağım sistemli ve otomatik sağım sistemli süt sığırcılığı işletmelerinin özellikleri

Çalışmada, işletmede mevcut olan otomasyonlu sağım sisteminin kapasitesine, günlük sağılan hayvan sayısına, hayvanların barındığı barınağa ve bakım besleme uygulamalarına eş değer olacak şekilde 8 robot sağım sisteminin bulunduğu bölüm materyal olarak ele alınmıştır. Bu nedenle, araştırmanın yapıldığı işletme Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi olarak iki farklı işletme şeklinde değerlendirilerek enerji etkinliği yönünden karşılaştırılması yapılmıştır.



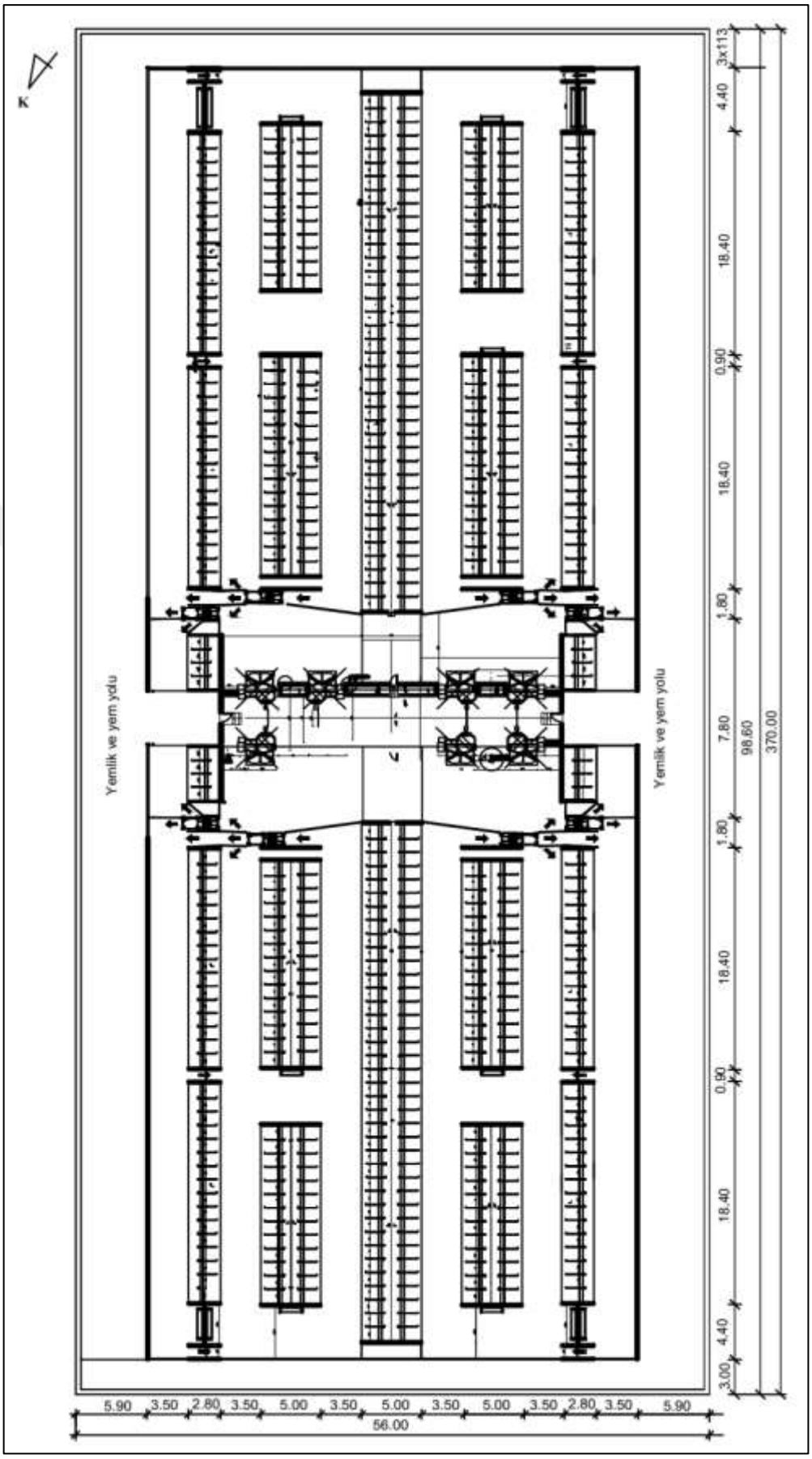
Şekil 3. 2. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı Barınağının içerisinden görünüm

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde, yarı açık serbest duraklı sistemde planlanmış barınakta yetiştiricilik yapılmakta olup barınak içerisinden bir görünüm Şekil 3.2.'de verilmiştir. Robotik Sağım Sistemli bölümdeki sağmal inek yıllık ortalaması 458 olarak hesaplanmıştır. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin genel özellikleri Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

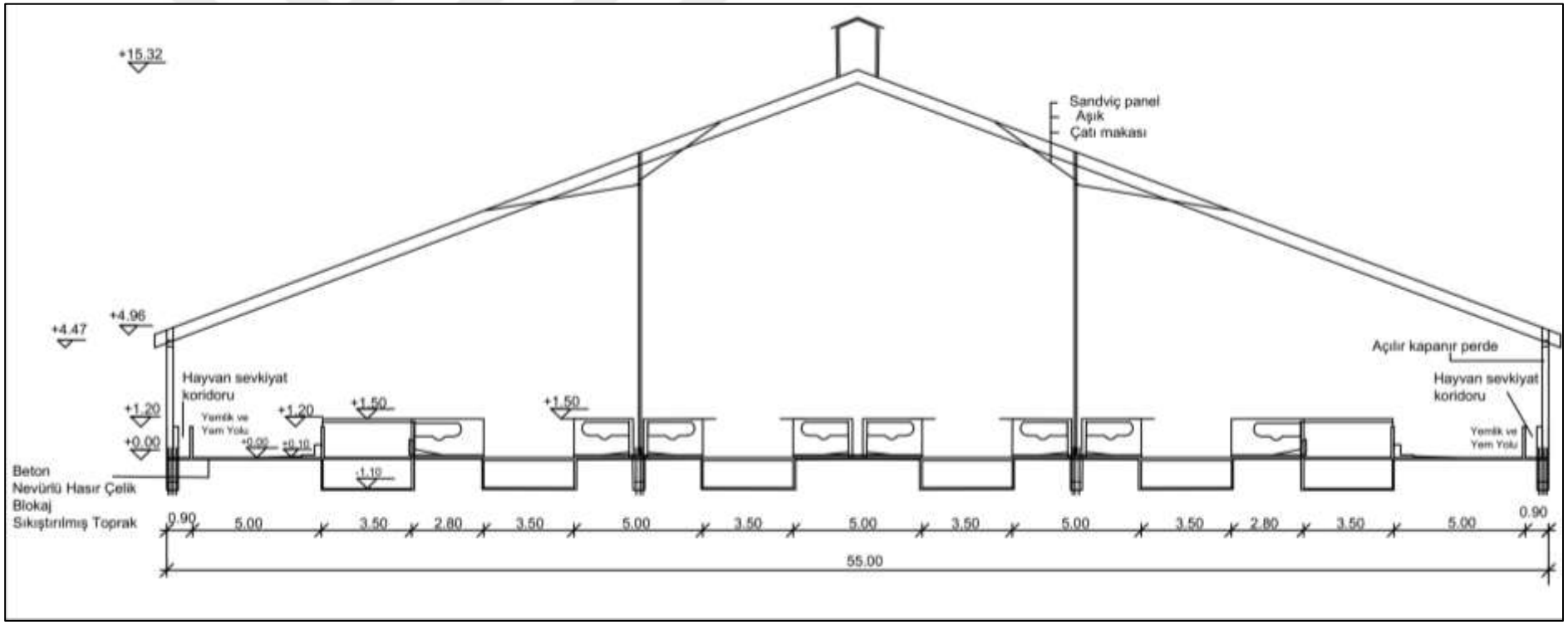
Çizelge 3. 3. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı Barınağının Genel Özellikleri

Genel Özellikler	
Barınak tipi	Yarı açık
Barınak planlama sistemi	Serbest Duraklı Sistem (8 sıralı)
Barınak kapasitesi	1500 baş
Sağmal inek sayısı ortalama	458 (Araştırma süresince)
Barınak genişlik, uzunluk	55.00 m, 370.00 m
Mahya yüksekliği	15.00 m
Yan duvar yüksekliği	5.00 m (120 cm pres tuğla üstü perde)
Durak genişliği	1.20 m
Durak uzunluğu	2.25 m
Gezinti alanı yerleşim sıklığı	Bu sistemde gezinti alanı bulunmamaktadır.
Yemleme uzunluğu	0.60 m/hay
Suluk tipi	Klasik suluk (Boyutları 0.45-2.10)
Suluk sayısı	48 adet
Barınak zemini	Beton ızgara
Dinlenme alanı zemini	Kauçuk
Gezinti avlusu zemini	-
Yemlik yolu genişliği	5.00 m
Servis yolu genişliği	3.50 m
Yem dağıtımı	Yem dağıtıcılarla yapılmaktadır.
Yemleme	Günde 3 defa (08.00-16.00-24.00 saatlerinde) gerçekleşmektedir.
Sağım	Robotik sağım sistemi, 20 adet robot mevcut olup çalışmada 8 adedi materyal olarak kullanılmıştır. Günde 2 ila 5defa (hayvanın kendi isteğine göre) sağım yapılmaktadır.
Somatik hücre sayısı	96.000

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı Barınağının taban planı Şekil 3.3. ‘de ve kesiti Şekil 3.4.’de görülmektedir.



Şekil 3. 3. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı barınağının taban planı (Sağmal inek bölümü, m)



Şekil 3.4. İncelenen Robotik sağım sistemli barınağın ön kesiti (m)

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik sağım sistemli işletmede barınak genişliği 55 m, uzunluğu 370 m, mahya yüksekliği 15 m ve yan duvar yüksekliği ise 5 m'dir. Yan duvarın duvar yüksekliği ise 120 cm pres tuğla ve üstü açıktır. Yalnızca soğuk havalarda kapatılabilmesi için otomatik katlanabilir perde sistemi bulunmaktadır. Bina genişliğinin 55 m olması, 8 sıralı serbest durakların bulunması, iki adet 5 m genişliğinde merkezi yem yolunun bulunması, servis yolları 3.50 m gibi oldukça geniş planlanmıştır. İncelenen işletmede, barınak zemini olarak beton ızgara, durak zemini olarak beton üstüne kauçuk yataklık malzemesi kullanıldığı belirlenmiştir. Robotik sağım sistemli işletmede gezinti avlusu yer almamaktadır. Robotik sağım sistemli işletmede yemleme uzunluğu 60 cm/hayvan alanına sahip yem dağıtıcı ile günde üç defa yemleme yapılmaktadır. Sağım işlemi, robotik sağım sisteminde hayvanın kendi istediği zaman sağılma imkânı sunan bu sistemde 2 ila 5 defa arasında gerçekleşmektedir. Robotik sağım sistemli işletmede sağılan sütün somatik hücre sayısının ortalama 96.000 olması oldukça kaliteli olduğunu göstermektedir. Robotik sağım sistemli işletmede sağım anından bir görünüm Şekil 3.5.'te verilmiştir.



Şekil 3. 5. İncelenen Robotik sağım sisteminde süt sağım işleminden görünüm

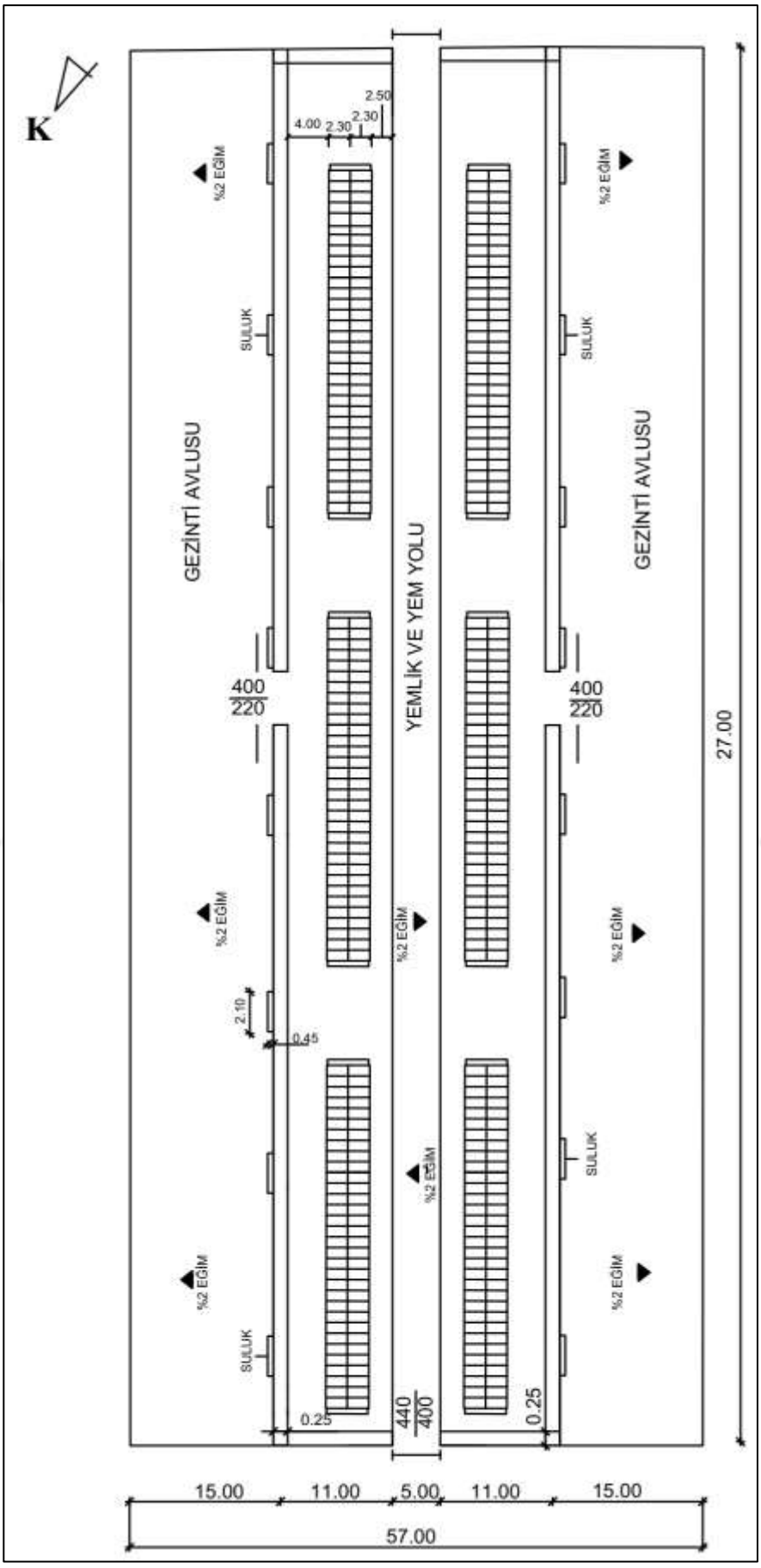
Araştırmanın yürütüldüğü Otomatik sağım sistemli bölümdeki barınaklarda yarı açık serbest duraklı sistemde planlanmış olup barınak içerisinden bir görünüm Şekil 3.2.'de verilmiştir. Robotik sağım sistemli bölümdeki sağmal inek yıllık ortalaması 444 baş olarak hesaplanmıştır.

Otomatik Sağım Sistemli bölümdeki barınakların genel özellikleri Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

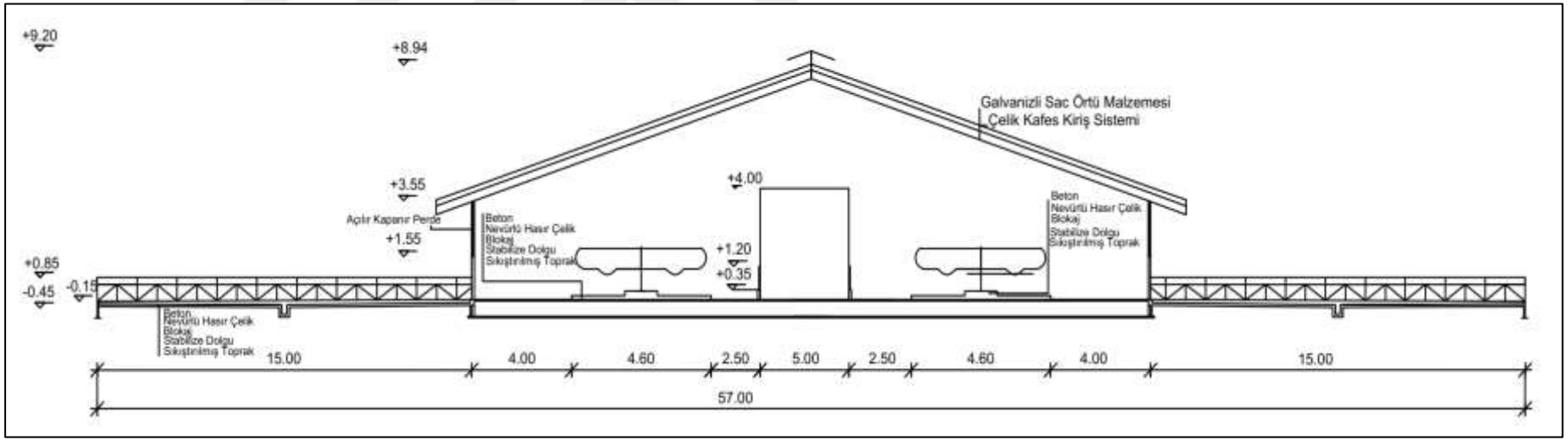
Çizelge 3. 4. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Barınağın Genel Özellikleri

Genel Özellikler	
Barınak tipi	Yarı açık
Barınak planlama sistemi	Serbest Duraklı Sistem (4 sıralı)
Barınak kapasitesi	768 baş
Sağmal inek sayısı ortalama	444 baş (Araştırma süresince)
Barınak genişliği, uzunluğu	27.00 m, 150.00 m
Mahya yüksekliği	9.00 m
Yan duvar yüksekliği	4.00 m
Durak genişliği	1.20 m
Durak uzunluğu	2.25 m
Gezinti alanı yerleşim sıklığı	11.72 m^2/hay
Yemleme uzunluğu	0.75 m/hay
Suluk tipi	Klasik suluk (Boyutları 0.45-2.10)
Suluk sayısı	6 adet
Barınak zemini	Beton Izgara
Dinlenme alanı zemini	Kauçuk
Gezinti avlusu zemini	Parke taşı
Yemlik yolu genişliği	5.00 m
Servis yolu genişliği	2.50 m
Yem dağıtımı	Yem dağıtıcılarla yapılmaktadır.
Yemleme	Günde 3 defa (8.00-16.00-24.00 saatlerinde)
Sağım sistemi	2x12 paralel otomatik sağım sistemi
Sağım sayısı	Günde 3 defa (8.00-16.00-00.00)
Somatik hücre sayısı	120.000

Araştırmanın yürütüldüğü Otomatik sağım sistemli bölümdeki barınağın taban planı ve kesiti Şekil 3.6 ve Şekil 3.7.'de görülmektedir.



Şekil 3. 6. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı barınağının taban planı (m)



Şekil 3.7. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli barınağın ön kesiti (m)

Araştırmanın yürütüldüğü Otomatik sağım sistemli barınağın genişliği 27 m, uzunluğu 150 m, mahya yüksekliği 9 m ve yan duvar yüksekliği 4 m'dir. Barınak 4 sıralı serbest duraklı olup bir adet 5 m genişliğinde merkezi yem yoluna ve 2.40 m genişliğinde planlanmış servis yollarına sahiptir. İncelenen işletmede, barınak zemini beton ızgara, durak zemini ise beton üstüne kauçuk yataklık malzeme olduğu tespit edilmiştir. Otomatik sağım sistemli işletmede gezinti avlusu 15 m genişliğinde, 150 m uzunluğunda planlanmıştır. Otomatik sağım sistemli barınakta yemleme uzunluğu 75 cm/hayvan alanına sahip yem dağıtıcı ile günde üç defa yemleme yapılmaktadır. Otomatik sağım sistemli süt sığırı barınağının yem yolundan görünüm Şekil 3.8. 'de verilmiştir.



Şekil 3. 8. Otomatik Sağım Sistemli İşletmedeki barınağın yem yolundan bir görünüm

Sağım işlemi günde üç defa olup 08.00-16.00-00.00 saatlerinde gerçekleşmekte ve sağım işlemi paralel sağım sistemi (12x2) ile yapılmaktadır. Otomatik sağım sisteminde sağılan sütün somatik hücre sayısı ortalama 120.000'dir. Otomatik sağım sistemli sağımhanenin görünümü Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli İşletmenin sağımhanesinden görünüm

3.2. Yöntem

Araştırma arazi ve büro aşaması olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Arazi aşaması, araştırma materyali olan barınakların genel özellikleri, yetiştiricilik sistemi, üretim kapasitesi ile ilgili sorulardan oluşan anket formunun uygulanması ve işletmelerin veri tabanından araştırma ile ilgili verilerin alınması çalışmalarından oluşmaktadır. Büro aşaması, arazi çalışması sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesinin yapılması aşamasıdır.

3.2.1. Arazi Çalışması

Araştırmanın yürütüldüğü işletmenin bünyesinde hem robotik sağım sistemi hem de otomasyonlu sağım sistemi bulunmasından dolayı araştırma konusu olarak seçilmiştir. Çalışmada, hayvancılık işletmeleri yerinde ziyaret edilerek, işletmelerdeki tüm verilerin daha doğru elde edilebilmesi amacıyla işletme yöneticileri ve teknik personel ile yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. İşletmelerin genel özellikleri, barınak planlama sistemleri, yetiştiricilik tipleri, süt üretimleri, yem üretim ve tüketimleri, yakıt tüketimleri, elektrik tüketimleri, insan işgücü kullanımı gibi enerji etkinlikleri ile ilgili sorulardan oluşan anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Enerji etkinlik verilerinin değerlendirilmesinde 1 Ocak 2019- 31 Aralık 2019 tarihleri arasındaki veriler esas alınmıştır. Bunlara ek olarak, işletmelerin ve barınakların özelliklerinin daha doğru tespit edilmesi amacıyla ölçüm, kroki, gözlem ve fotoğraf çekimleri gerçekleştirilmiş, işletmelerin projeleri incelenmiş ve işletme ziyaretleri çalışma sürecinde belirli periyotlarda gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Büro çalışması

Anket çalışması sonucu elde edilen veriler (işletme özellikleri, barınak özellikleri ve enerji etkinliği ile ilgili) aşağıda açıklanan enerji parametrelerinden (enerji girdileri, enerji çıktıları) faydalanılarak değerlendirilmiştir. Robotik Sağım Sistemi ve Otomatik Sağım Sisteminin enerji bütçeleri belirlenmiştir.

3.2.2.1. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji girdi parametrelerinin belirlenmesi

Süt sığırcılığı işletmesindeki enerji girdi parametreleri dolaylı ve doğrudan enerji girdisi olarak enerji girdi parametreleri ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

Bir süt sığırı işletmesindeki enerji girdilerinin hesaplanması için kullanılan tüm girdilerin (dizel, yağ, elektrik, insan iş gücü, makine, yem ve su) enerji eş değerleri (EE) Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3. 5. Enerji etkinlik değerlerinin hesaplanmasında kullanılan girdilerin enerji eşdeğerleri (EE) (Uzal, 2013)

Girdi - Çıktı	Barınak Bulguları		Enerji Değerleri		Referanslar
	Veri	Birimler	Eşdeğer	Birimler	
Girdiler					
Dizel	Dizelin miktarı	L	40,68	MJ/L	Dalgaard ve ark., 2001; Meul ve ark., 2007;malikens ve Van Lierde (2003); Boustead (2003)
Yağ	Dizelin miktarı	L	3,6	MJ/L dizel	Dalgaard ve ark., 2001
Elektrik	Elektriğin miktarı	kW	5,65*	MJ/kW h	Meul ve ark., 2007, Maertens ve Van Lierde, 2003; EMA, 2002
İnsan İşgücü	Enerji Eşitliği	H	2,2	MJ/H	Fluck, 1992; Jarach (1985)
2.Dolaylı Enerji Girdileri					
Makine	Enerji Eşitliği	kg	71,38	MJ/kg	Acaroğlu ve Aksoy, 2005
Kesif Yem	Satın alınan yem miktarı	kg	6,3	MJ/kg	de Haan ve Feikema, 2001
Mısır Silajı	Satın alınan yem miktarı	kg	5,5	MJ/kg	Meul ve ark., 2007, de Haan ve Feikema, 2001; Wells, 2001
Yonca	Satın alınan yem miktarı	kg	10	MJ/kg	Mittal ve ark., 1985
Saman	Satın alınan yem miktarı	kg	12,5	MJ/kg	Mittal ve ark., 1985
Ot Silajı	Satın alınan yem miktarı	kg	1,5	MJ/kg	Wells, 2001
Soya Küspesi	Satın alınan yem miktarı	kg	14,7	MJ/kg	Mittal ve ark., 1985
Ayçiçek Küspesi	Satın alınan yem miktarı	kg	25	MJ/kg	Mittal ve ark., 1985
Havuç	Satın alınan yem miktarı	kg	1,6	MJ/kg	Mittal ve ark., 1985
Pancar Posası	Satın alınan yem miktarı	kg	1,6	MJ/kg	Mittal ve ark., 1985
Su	Suyun miktarı	L	2,63	MJ/L	Atilgan and Koknaroglu., 2006
Çıktılar					
Süt	Üretilen toplam sütün miktarı	L	7,14	MJ/L	Coley ve ark., 1998
Sığır Gübresi (kuru madde)	Üretilen toplam miktarı	kg	0,3	MJ/kg	Saini ve ark., 1998; Bandbafha ve ark,2017

* Bu değer nükleer enerji ve fosil yakıtlardan gelen elektriğin payını dikkate almaktadır.

Uzal (2013) dizel yakıtı (FE), yağlayıcılar, elektrik ve insan gücü enerjisini (HE) doğrudan enerji girdileri olarak değerlendirmiştir. Ayrıca, enerji parametrelerinin hesaplanmasında; Corre ve ark. (2003); Meul ve ark. (2007); Heidari ve ark. (2011); Uzal (2013)'den faydalanılarak aşağıdaki formüller kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan formüller, işletmedeki enerji kullanımlarını birim sağmal inek başına olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir.

Dizel yakıt enerjisi (DE): Yem dağıtma, taşıma ve gübre temizleme gibi işler için işletmede kullanılan traktör gibi araçların kullanımında tüketilen enerjidir. İşletme faaliyetlerinde kullanılan yakıt, yakıt deposu ve kütle yöntemiyle ölçülmektedir.

Dizel Enerji = Q_d x EE

DE = Yakıt enerjisi (MJ),
Q_d = Yakıt tüketimi (L),
EE = Dizel yakıt enerji eşdeğeri (MJ/L).

Yağ enerjisi (YaE): İşletmelerde tüketilen dizel yakıt miktarına göre hesaplanan bir enerji değeridir. İşletmelerde kullanılan makinelerde (traktör, remork vs.) tüketilmektedir. Tüketilen dizel yakıtın bir oranı olarak hesaplanmıştır.

Yağ Enerjisi = Q_d x EE

YaE = Yağ enerjisi (MJ)
Q_d = Harcanan yakıtın tüketimi (L),
EE = Yağın enerji eşdeğeridir (MJ/L).

Elektrik enerjisi (EIE): İşletmelerde sağım, süt soğutma, su ısıtma ve pompalama, aydınlatma, hava ısıtması, havalandırma, gübreleme, elektrikli çitler, büro ve personel çalışma ortamı vb. kullanılarak tüketilmektedir. Elektrik enerjisi tüketimi kWh cinsinden hesaplanmaktadır. Elektrik enerjisi eşdeğeri 5,65 MJ/kWh olarak bildirilmiştir (Çizelge 3.5.).

Elektrik Enerjisi = Q_e x EE

EIE = Elektrik enerjisi (MJ),
Q_e = Elektrik tüketimi (kWh),
EE = Elektrik enerjisi eşdeğeri (MJ/kWh).

İnsan işgücü enerjisi (İE) : Sağım, yemleme ve hayvan bakımı için gerekli olan tüm işgücünü içermektedir. Bazı araştırmacılar, insan işgücü girdisi enerji rakamlarına

dönüştürmenin zor olduğunu vurgulamakta olup, enerji etkinlik parametrelerinin değerlendirilmesinde hesaplamalara dâhil etmemektedirler (Refsgaard ve ark., 1988). Ancak bazı çalışmalarda, bir tarım sistemin enerji analizinde insan emeği enerjisinin değerlendirilmesinin ne kadar önemli olduğu vurgulanmaktadır (Malik ve Rao, 1982; Mrini ve ark., 2001; Uzal, 2013). Uzal (2013) Ülkemizde hayvansal üretimde insan işgücünün önemli olduğunu ve bu nedenle değerlendirilmesinin gerekli olacağını bildirmiştir. Bu nedenle araştırmada, insan işgücü enerjisi değerlendirilmiş olup aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

İnsan işgücü enerjisi = (çalışma süresi) x EE

Süt sığırcılığı işletmelerinde kullanılan makine (MaE) ve yem (EF) enerjisi dolaylı enerji girdisi olarak enerji analizinde kullanılmaktadır (Uzal, 2013; Oğuz ve Yener, 2019; Önal ve Uzal Seyfi, 2019).

Makine enerjisi (MaE): Hayvancılık işletmelerinde hayvancılık faaliyetlerinin yürütülmesinde kullanılan makine ve ekipmanların (traktör, yem dağıtma makinası, vb.) enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Makine enerjisi, dolaylı enerji olup kullanım süresi, makinanın ağırlığı ve makinenin faydalı ömrüne bağlı olarak hesaplanmaktadır (Ahokas ve ark., 2011).

$$MaE = \frac{ms \; x \; EE \; x \; t}{T}$$

MaE= MJ/ha,

ms = Kütle (kg),

T = Saat (h),

EE = 71,38 makinenin enerji eşdeğeridir (MJ/kg),

t = Ayda birim alan başına çalışma saati (h/ha)

Yem Enerjisi (YE): Süt sığırı işletmelerinde süt üretiminde kullanılan mısır silajı, ot silajı, yonca, kesif yem, saman vb. yemlerin enerji değerinden oluşmaktadır. Çalışmada, Jones (1989), Meul ve ark., (2007) ve Dalgaard ve ark., (2010)'dan faydalanılarak enerji analizinde çiftlik bütçesi (farm-gate) yaklaşımı esas alınarak hayvanların kullandığı yemlerin satın alındığı kabul edilmiştir.

Yem Enerjisi = Q_{feed} x EE

YE = Yem Enerjisi (MJ),
Q_{feed} = Yem tüketimi (kg),
EE = Her yem çeşidi için verilen enerji eşdeğeri (MJ/kg).

Hayvanların yem rasyonuna bağlı olarak yem üretiminin etkisi değişebilmektedir. Bu durum, her yem çeşidinin üretim sürecinin farklı enerji miktarına ihtiyaç duyması ile açıklanabilir (Barnett ve Russell, 2010).

Su Enerjisi (SuE): Süt sığırı işletmelerinde hayvancılık faaliyetlerinin yürütülmesinde kullanılan suyun (sağım, makinelerin temizliği, yıkama tankları vb.) enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Su tüketim enerjisi L cinsinden hesaplanmaktadır. Su enerjisi eş değeri 2,63 MJ/L'dir (Kılıç, 2016 ve Atılgan ve Koknaroglu, 2006).

Su Enerjisi = Q_{su} x EE

EIE = Su enerjisi (MJ),
Q_{su} = Su kullanımı (L)
EE = Su enerjisi eşdeğeri (MJ/L).

Araştırmada incelenen işletmelerin hayvan varlıkları büyükbaş hayvan birimi cinsinden hesaplanmıştır. Büyükbaş hayvan birimi (BBHB) hesaplamasında Yüksek ve ark. (2003)'dan faydalanılarak inek için 1, dana düve için 0,6 ve boğa için 1,2 sabit kat sayıları kullanılmıştır.

İşletmelerin hayvan kapasitelerini ifade etme yöntemlerinden bir diğeri ise, çiftlik birimi (Livestock Unit, LU) kavramıdır. Bu kavramı Castanheira ve ark. (2010)'ı 1 aydan küçük olan buzağıları göz ardı edip 9 aydan küçük olan hayvanlar için 0,6 katsayısını ve 9 aydan büyük olan hayvanlar için 1,0 katsayısını kullandıklarını bildirmişlerdir.

3.2.2.2. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji çıktı parametrelerinin belirlenmesi

Asıl amacı süt üretmek olan özel süt sığırı yetiştiriciliği yapan işletmelerde, enerji çıktısı olarak toplam süt üretim miktarı (L) kullanılmaktadır. Bu süt sığırcılığı işletmelerinde hayvanların canlı ağırlık artışı ve üretilen gübre miktarlarının enerji değeri ihmal edilmektedir. Nedeni ise, süt sığırı işletmelerinin gelirlerinin %95'lik kısmını sütten sağlamasıdır. Araştırmacılar, çiftlik bütçesi (farm-gate) yaklaşımına göre enerji girdisi olarak sadece süt elde etmek için kullanılan toplam enerji miktarını ve enerji çıktısı

olarak elde edilen toplam süt miktarının enerji değerini kabul ettiklerini bildirmişlerdir (Uzal, 2013; Meul ve ark., 2007). Ancak, süt sığırı işletmelerinde enerji etkinliğinin hesaplanması ile ilgili bazı çalışmalarda enerji çıktısı olarak gübrede kullanılmaktadır (Bandbafha ve ark., 2017; Tzilivakis ve ark., 2005; Saini ve ark., 1998). Bu çalışmada işletmede üretilen gübre de çıktı olarak değerlendirilmiştir.

Gübre, tarım işletmelerinde belirli ölçülerde kullandıklarında bir atık değil, bitkisel üretimi artırma amacıyla değerlendirilen bir ticari madde olarak önem kazanır. Bu şekildeki kullanımda, organik maddeler açısından toprağın dengesi korunur. Toprağın fiziksel yapısını düzeltmek ve bitkisel üretime destek amacıyla gübre kullanılmaktadır (Dindar, 2018).

Süt sığırı işletmelerinde gübre üretim enerjisi (GE); hayvancılık faaliyeti süresince üretilen gübrenin enerji değeridir. Tzilivakis ve ark., (2005); Bandbafha ve ark., (2017); Saini ve ark., (1998)'dan faydalanılarak gübre üretim enerjisi (GE), toplam gübre miktarının gübrenin enerji eş değeri ile çarpılması ile hesaplanır. Toplam gübre miktarı hesaplanırken gübrenin katı madde içeriği esas alınmıştır.

Çalışmada, enerji etkinlik parametrelerinin hesaplanmasında işletmelerdeki 1 Ocak 2019 ile 31 Aralık 2019 tarihleri arasındaki işletme verileri esas alınmıştır. Enerji verileri aylık olarak ayrı ayrı değerlendirilerek her iki işletmenin karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. İşletmenin aylık süt üretim miktarının sütün enerji eşdeğeri ile çarpılması sonucu süt enerji çıktısı olan sütün enerji değeri 'MJ' olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.3. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi (EKE)

Meul ve ark. (2007); Uzal, (2013) çalışmalarında enerji kullanım etkinliği (EKE), süt üretim işletmeleri için toplam enerji çıktısının toplam enerji girdisine oranı olarak tanımlanmaktadırlar. Enerji kullanım etkinliği çıktı/girdi enerjisi olduğundan birimsizdir (Uzal, 2013).

$$\text{EKE} = \frac{\textbf{\textit{Toplam Enerji Çıktısı (MJ)}}}{\textbf{\textit{Toplam Enerji Girdisi (MJ)}}}$$

3.2.2.4. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji verimliliğinin belirlenmesi (EV)

Enerji verimliliği, süt sığırı işletmeleri için toplam enerji girdisi (100 MJ) ve ürün miktarı (litre süt) arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Meul ve ark., 2007; Heidari ve ark., 2011; Uzal, 2013).

$$\text{EV} = \frac{\textbf{\textit{Toplam Süt Üretimi (L)}}}{\textbf{\textit{Enerji Girdisi (100 MJ)}}}$$

Uzal (2013) yürüttüğü çalışmada, serbest sistem barınaklı süt sığırı işletmelerinde hayvan yemi tüketiminin toplam enerji kullanımında yüksek bir orana sahip olduğunu bildirmekte ve serbest barınaklı süt sığırı işletmelerinde enerji verimliliğini 3,9 L/MJ olarak ifade etmektedir.

Enerji verimliliğinin bir işletme için yapılmasının amacı ekonomikliktir. Yapılacak araştırmalar sayesinde enerji verimliliği ile mevcut işletmelerdeki enerji kullanımını daha ekonomik hale getirirken, yeni kurulacak işletmelerde verimli ekipman ve teknoloji ile enerji kullanımı azaltılmalıdır (Uzal, 2013). Böylece enerji verimliliğinde artış sağlanacaktır.

3.2.2.5. Süt sığırcılığı işletmelerinde net enerji verimliliğinin belirlenmesi (NEV)

Corre ve ark., (2003) ve Uzal (2013) net enerji verimliliğini bir süt sığırı işletmesinde üretilen toplam enerji çıktısı ile toplam enerji girdisi arasındaki fark olarak tanımlanmaktadırlar. Aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

NEV= Toplam enerji çıktısı (MJ) - Toplam enerji girdisi (MJ)

3.2.2.6. Süt sığırcılığı işletmelerinde süt üretim enerjisinin belirlenmesi (SE)

Süt üretim enerjisi (SE), bir litre süt üretimi için harcanan enerji miktarıdır. Meul ve ark., (2007); Dalgaard ve ark., (2010) ve Uzal (2013)'den faydalanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanır.

SE= Toplam enerji girdisi (MJ) / Toplam süt üretimi (L)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma sonuçları; Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Genel Özellikleri ve Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Etkinliği Yönünden Değerlendirilmesi başlıkları altında değerlendirilmiştir.

4.1. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Genel Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü işletmede sağımlar hem Robotik Sağım Sisteminde hem de Otomatik Sağım Sisteminde yapıldığı için çalışma kapsamında robotik sağımın yapıldığı kısım Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi başlığı altında, otomatik sağımın yapıldığı kısım ise Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi başlığı altında incelenmiştir.

4.1.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin genel özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi 1500 baş hayvan kapasitesine sahiptir. İncelenen işletmede, bir adet 55 m x 370 m boyutlarında yarı açık serbest duraklı Robotik Sağım Sistemli barınak bulunmaktadır. Robotik Sağım Sistemli süt sığırı barınağı, 8 sıralı serbest duraklı olup 5 m genişliğinde merkezi yem yoluna sahiptir. Yemleme uzunluğu 60 cm/hay'dır. Robotik Sağım Sistemli İşletmede gezinti avlusu bulunmamaktadır.

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde hayvanlar için kesif yem, mısır silajı, ot silajı, yonca, ayçiçek küspesi, soya küspesi, havuç ve saman karışımından oluşan yem rasyonu kullanılmaktadır. Yem dağıtımı; (08.00, 16.00, 24.00) günde üç defa yapılmakta ve yem dağıtım işlemi yem dağıtma makineleri ile gerçekleştirilmektedir. Çalışmada 1 Ocak 2019 – 31 Aralık 2019 tarihleri arasındaki enerji verileri kullanılmış aylık veriler ayrı ayrı hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Robotik Sağım Sistemli İşletmeye ait aylık sağmal inek sayısı, dana, düve, buzağı, kurudaki ve toplam hayvan sayısı (adet, BBHB ve LU olarak), işletme alanı, birim işletme alanına düşen sağmal inek sayısı (işletme kapasitesi I), birim işletme alanına düşen BBHB (işletme kapasitesi II), işletme alanı, birim işletme alnına düşen LU (işletme kapasitesi III), toplam süt üretimi (L/ay), günlük süt üretim değerlerinin (L/inek; L/BBHB; L/LU) aylara göre değişimi Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. İncelenen Robotik Sağım Sistemli İşletmenin genel özelliklerinin aylara göre değişimi

PARAMETRE	ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Sağmal inek sayısı (baş)	362	421	440	441	441	465	474	470	493	510	491	506
Dana sayısı (baş)	132	118	85	37	19	22	18	17	55	97	125	129
Düve sayısı (baş)	559	577	597	618	620	603	423	368	347	314	292	290
Buzağı sayısı (baş)	58	80	122	135	193	319	435	461	454	362	334	359
Kurudaki hayvan sayısı (baş)	73	84	88	88	88	93	95	95	99	102	99	101
Toplam hayvan sayısı (baş)	1184	1280	1332	1319	1361	1502	1445	1411	1448	1385	1341	1385
Hayvan sayısı I (BBHB)	825	908	925	850	841	856	757	719	752	776	759	777
Hayvan sayısı II (LU)	1077	1177	1228	1172	1210	1334	1285	1255	1287	1233	1193	1233
İşletme alanı (ha)	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10
İşletme kapasitesi I (inek/ha)	18,95	22,04	23,04	23,09	23,09	24,35	24,82	24,61	25,81	26,70	25,71	26,49
İşletme kapasitesi II (BBHB/ha)	43,17	47,52	48,42	44,48	44,04	44,86	39,61	37,64	39,38	40,62	39,75	40,66
İşletme kapasitesi III (LU/ha)	56,39	61,65	64,27	61,37	63,35	69,85	67,27	65,70	67,41	64,55	62,48	64,55
Süt üretimi I (L/inek.gün)	28,00	28,50	30,00	29,20	29,00	28,50	29,00	29,00	30,00	29,50	30,00	31,00
Süt üretimi II (L/BBHB.gün)	12,29	13,22	14,27	15,16	15,20	15,47	18,17	18,96	19,66	19,39	19,40	20,20
Süt üretimi III (L/LU.gün)	9,41	10,19	10,75	10,99	10,57	9,93	10,70	10,86	11,49	12,20	12,34	12,72
Süt üretimi IV (L/ha.ay)	530,68	628,22	691,10	674,19	669,58	693,82	719,69	713,61	774,35	787,70	771,20	821,26
Toplam süt üretimi (L)	314216	335972	409200	386310	396459	397560	426126	422530	443700	466395	441900	486266
Toplam gübre üretimi (kg)	336660	366270	396000	396900	410130	418500	440820	423000	443700	474300	441900	470580

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı işletmesinde, en yüksek sağmal inek sayısı 510 baş ile ekim ayında olup en düşük sağmal inek sayısı ise 362 baş ile ocak ayında görülmektedir. İşletmede en yüksek dana sayısı ocak ayında 132 baştır. En düşük dana sayısı ise ağustos ayında görülmekte olup 17 baştır. Düve sayısının ise en yüksek 620 baş ile mayıs ayında en düşük düve sayısı ise 290 baş ile aralık ayında olduğu görülmüştür. (Çizelge 4.1.).

İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı işletmesinde buzağı sayısı en yüksek 461 baş ile ağustos ayında görülmektedir. En düşük buzağı sayısı 58 baş ile ocak ayında görülmektedir. İncelenen işletmede toplam hayvan sayısı bakımından en yüksek kapasite 1502 baş ile haziran ayında iken en düşük 1184 baş ile ocak ayında görülmektedir.

Araştırmanın yapıldığı işletmede dana, düve ve buzağı sayısının sağmal inek sayısıyla uyumlu olmaması ve fazla sayıda olması, araştırmanın hem robotik hem de otomatik sağım sistemine sahip aynı işletmede yürütülmesi ve araştırma döneminde işletmede yurt dışından ithal edilmiş olan gebe ve boş düvelerinde bulunmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.1.).

Araştırma kapsamında değerlendirilen işletmede Hayvan Sayısı I büyükbaş hayvan birimi olarak 925 BBHB ile en yüksek değer mart ayında, en düşük değer ise 719 BBHB ile ağustos ayında görülmektedir. İncelenen işletmede, işletme kapasitesi çiftlik birimi (LU) değeri olarak haziran ayında 1334 LU ile en yüksek kapasite iken ocak ayı 1077 LU ile en düşük değere sahiptir.

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde, toplam süt üretiminin 486266 L ile en yüksek aralık ayında, 314216 L ile en düşük süt üretiminin ocak ayında olduğu görülmektedir. Bu farklılık hayvan sayısındaki artışa bağlı olarak süt üretiminin artmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmada incelenen işletmede günlük süt üretiminin (süt üretimi I) 31 L/inek ile en yüksek aralık ayında (506 baş), 28 L/inek ile en düşük ocak ayında (362 baş) olduğu görülmektedir.

4.1.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin genel özellikleri

Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi 768 hayvan kapasitesine sahiptir. Yarı açık 4 sıralı serbest duraklı barınakta yetiştiricilik yapılan işletme de 2x12 otomatik paralel sağım sistemi kullanılmaktadır. Gezinti avlusu zemini parke taşı kaplamalı olup gezinti avlusu alanı 13,50 m^2/hayvandır. Merkezi yem yolu genişliği 5 m ve hayvan başına yemleme uzunluğu 75 cm'dir.

Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde hayvanların yem rasyonu; kesif yem, mısır silajı, ot silajı, yonca, ayçiçek küspesi, soya küspesi, havuç ve saman karışımı ile hazırlanmaktadır. Yem dağıtımı; (08.00, 16.00 ve 24.00) günde üç defa yem dağıtım makineleri ile yapılmaktadır. Araştırmada, 1 Ocak 2019 – 31 Aralık 2019 tarihleri arasındaki enerji verileri kullanılmış ve ayrı ayrı hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesine ait aylık sağmal inek sayısı, dana, düve, buzağı, kurudaki ve toplam hayvan sayısı (adet, BBHB ve LU olarak), işletme alanı, birim işletme alanına düşen sağmal inek sayısı (işletme kapasitesi I), birim işletme alanına düşen BBHB (işletme kapasitesi II), işletme alanı, birim işletme alnına düşen LU (işletme kapasitesi III), toplam süt üretimi (L/ay), günlük süt üretim değerlerinin (L/inek; L/BBHB; L/LU) aylık değişimi Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin genel özelliklerinin aylara göre değişimi

PARAMETRE	OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Sağmal inek sayısı (baş)	486	494	455	417	417	448	438	459	440	416	440	415
Dana sayısı (baş)	175	139	89	36	19	22	16	17	49	79	110	106
Düve sayısı (baş)	742	678	621	593	595	579	391	353	307	257	258	237
Buzağı sayısı (baş)	78	93	127	130	186	307	401	443	403	297	297	294
Kurudaki hayvan sayısı (baş)	97	99	91	84	84	90	87	91	88	83	87	83
Toplam hayvan sayısı (baş)	1578	1503	1383	1260	1301	1446	1333	1363	1287	1132	1192	1135
Hayvan sayısı I (BBHB)	1099	1065	960	809	801	825	699	698	670	633	678	636
Hayvan sayısı II (LU)	1434	1382	1275	1119	1156	1285	1185	1212	1145	1008	1061	1010
İşletme alanı (ha)	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10
İşletme kapasitesi I (inek/ha)	25,45	25,86	23,82	21,83	21,83	23,46	22,93	24,03	23,04	21,78	23,04	21,73
İşletme kapasitesi II (BBHB/ha)	57,52	55,74	50,27	42,35	41,94	43,21	36,60	36,53	35,10	33,15	35,48	33,32
İşletme kapasitesi III (LU/ha)	75,10	72,34	66,76	58,61	60,54	67,27	62,06	63,44	59,94	52,75	55,56	52,89
Süt üretimi I (L/inek.gün)	24,50	24,50	25,00	25,00	25,50	26,00	25,50	25,00	26,00	27,00	26,50	26,50
Süt üretimi II (L/BBHB.gün)	10,84	11,37	11,85	12,89	13,27	14,11	15,98	16,44	17,06	17,74	17,21	17,28
Süt üretimi III (L/LU.gün)	8,30	8,76	8,92	9,31	9,20	9,07	9,42	9,47	9,99	11,15	10,99	10,89
Süt üretimi IV (L/ha.ay)	623,40	633,66	595,55	545,81	556,70	609,84	584,76	600,79	598,95	588,06	610,47	575,76
Toplam süt üretimi (L)	369117	338884	352625	312750	329623	349440	346239	355725	343200	348192	349800	340907
Toplam gübre üretimi (kg)	451980	429780	423150	375300	387810	403200	407340	413100	396000	386880	396000	385950

Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde sağmal inek sayısı en yüksek 494 baş ile şubat ayında görülmekte iken en düşük sağmal inek sayısı ise 415 baş ile aralık ayında görülmektedir. İncelenen işletmede en yüksek dana sayısı 175 baş ile ocak ayında iken en düşük dana sayısı 16 baş ile temmuz ayında gözlemlenmiştir. Düve sayısı en yüksek 742 baş ile ocak ayında, en düşük düve sayısı ise 237 baş ile aralık ayında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.).

İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde, buzağı sayısı en yüksek 443 baş ile ağustos ayında en düşük buzağı sayısı 78 baş ile ocak ayında görülmektedir. İncelenen işletmede toplam hayvan sayısı bakımından en yüksek kapasite 1578 baş ile ocak ayında iken en düşük kapasite 1132 baş ile ekim ayında görülmektedir.

Araştırmanın yapıldığı işletmede dana düve ve buzağı sayısının sağmal inek sayısıyla uyumlu olmaması ve fazla sayıda olması araştırma döneminde işletmede yurt dışından ithal edilmiş olan gebe ve boş düvelerinde bulunmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.2.). Çalışmada, enerji verilerinin değerlendirilmesinde süt sığırlarının tüketim ve üretim değerleri esas alınmıştır.

Araştırma kapsamında değerlendirilen işletmede, Hayvan Sayısı (I) büyükbaş hayvan birimi olarak 1099 BBHB ile en yüksek değer ocak ayında, en düşük değer ise 633 BBHB ile ekim ayında görülmektedir. İncelenen işletmede, işletme kapasitesi çiftlik birimi (LU) olarak hayvan sayısı (II) ocak ayında 1434 LU ile en yüksek kapasiteye sahip iken aralık ayında 1010 LU ile en düşük kapasiteye sahiptir (Çizelge 4.2.).

Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde, toplam süt üretimi 355725 L ile en yüksek ağustos ayında, 312750 L ile en düşük süt üretimi nisan ayında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2). Çalışma kapsamında değerlendirilen işletmede günlük süt üretimi (süt üretimi I) 26,5 L/inek ile en yüksek kasım ve aralık ayı (440 - 415 baş), 24,5 L/inek ile en düşük süt üretimi ocak ve şubat ayında (486 - 494 baş) olduğu görülmektedir.

4.2. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Girdilerinin Değerlendirilmesi

Bu başlık altında; Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdisi yönünden değerlendirilmesi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdisi yönünden değerlendirilmesi, Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji girdilerinin aylara göre karşılaştırılması ve Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji girdilerinin yıllık değerlendirilmesi konuları incelenmiştir.

Uzal, (2013); Heidari ve ark., (2011) ve Topak ve ark., (2010) enerji girdi parametrelerini; doğrudan ve dolaylı enerji girdisinin toplamı olarak tanımlamaktadırlar. Süt üretiminde Doğrudan Enerji (DE) girdisi; elektrik, yağ, dizel yakıt ve insan işgücü enerjisinin toplamından oluşmaktadır. Dolaylı Enerji (IDE) girdisi; süt üretim faaliyetlerinde kullanılan makinelerin enerjisi, yem ve su enerjisinden oluşmaktadır (Heidari ve ark., 201; Atilgan and Koknaroglu., 2006; Meul ve ark., 2007).

4.2.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdilerinin değerlendirilmesi

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdileri ayrı ayrı hesaplanarak aylara göre dağılımı Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4. 3. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdilerinin aylara göre dağılımı

GİRDİ VE ÇIKTI	ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMESİ (Aylar)																							
	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN		MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS		EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
	Mj/inek	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**	**Mj/inek**	**%**
Motorin	148,40	1%	115,26	1%	122,10	1%	117,89	1%	121,82	1%	111,80	1%	113,34	1%	114,30	1%	105,45	1%	105,34	1%	105,88	1%	106,17	1%
Yağ	13,13	0%	10,20	0%	10,80	0%	10,43	0%	10,78	0%	9,89	0%	10,03	0%	10,12	0%	9,33	0%	9,32	0%	9,37	0%	9,40	0%
Elektrik	407,36	3%	353,60	3%	346,85	3%	344,45	3%	347,42	3%	330,57	3%	320,60	3%	325,67	3%	325,97	2%	316,33	2%	324,05	3%	315,51	2%
İnsan iş gücü	15,83	0%	12,29	0%	13,02	0%	12,57	0%	12,99	0%	11,92	0%	12,09	0%	12,19	0%	11,25	0%	11,23	0%	11,29	0%	11,32	0%
Toplam doğrudan enerji girdisi	**584,72**	**4%**	**491,35**	**4%**	**492,77**	**4%**	**485,34**	**4%**	**493,01**	**4%**	**464,19**	**4%**	**456,06**	**4%**	**462,27**	**4%**	**452,01**	**3%**	**442,22**	**3%**	**450,59**	**3%**	**442,39**	**3%**
Makine	5,36	0%	4,16	0%	4,41	0%	4,26	0%	4,40	0%	4,04	0%	4,09	0%	4,13	0%	3,81	0%	3,80	0%	3,82	0%	3,83	0%
Kesif yem	2503,75	21%	2270,27	20%	2708,81	22%	2621,43	22%	2810,37	23%	2719,71	22%	2295,95	21%	2402,19	20%	2582,24	19%	2217,83	18%	2146,28	18%	1983,47	15%
Mısır silajı	3580,50	30%	2772,00	24%	3580,50	29%	3465,00	29%	3580,50	29%	3465,00	29%	3580,50	32%	3580,50	31%	3465,00	27%	3580,50	27%	3465,00	27%	3751,00	28%
Yonca	1209,00	10%	2240,00	19%	1550,00	13%	1500,00	13%	1674,00	13%	1620,00	13%	1147,00	10%	1395,00	12%	1200,00	9%	1240,00	9%	1200,00	9%	1395,00	10%
Saman	290,63	2%	175,00	2%	193,75	2%	187,50	2%	193,75	2%	187,50	2%	-	-	271,25	2%	375,00	3%	387,50	3%	375,00	3%	193,75	1%
Ot silajı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270,00	2%	279,00	2%	270,00	2%	-	-
Soya küspesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	573,30	4%	592,41	4%	573,30	4%	820,26	5%
Ayçiçek küspesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	675,00	5%	697,50	5%	675,00	5%	1162,50	9%
Havuç	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,00	1%	99,20	1%	96,00	1%	148,80	1%
Pancar posası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99,20	1%
Su	3629,17	31%	3629,17	31%	3629,17	30%	3629,17	30%	3629,17	29%	3629,17	30%	3629,17	33%	3629,17	31%	3629,17	27%	3629,17	28%	3629,17	28%	3629,17	27%
Toplam dolaylı enerji girdisi	**11218,40**	**96%**	**11090,60**	**96%**	**11666,64**	**96%**	**11407,36**	**96%**	**11892,19**	**96%**	**11625,42**	**96%**	**10656,71**	**96%**	**11282,24**	**96%**	**12869,52**	**97%**	**12726,91**	**97%**	**12433,58**	**97%**	**13186,98**	**97%**
TOPLAM GİRDİ	11803,12		11581,95		12159,41		11892,70		12385,20		12089,61		11112,77		11744,51		13321,53		13169,13		12884,17		13629,37	
Süt İnek	6197,52		5697,96		6640,2		6254,54		6418,86		6104,47		6418,86		6418,86		6426		6529,53		6426		6861,54	
Gübresi (kg kuru madde)	279,00		261,00		270,00		270,00		279,00		270,00		279,00		270,00		270,00		279,00		270,00		279,00	
TOPLAM ÇIKTI	6476,52		5958,96		6910,2		6524,54		6697,86		6374,47		6697,86		6688,86		6696		6808,53		6696		7140,54	
Sağmal İnek sayısı	362		421		440		441		441		465		474		470		493		510		491		506	

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde doğrudan enerji girdileri değerlendirildiğinde; en yüksek toplam doğrudan enerji girdisi 584,72 MJ/inek ile ocak ayında, en düşük 442,22 MJ/ inek ile ekim ayında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3.). Doğrudan enerji girdisinin ocak ayında fazla olmasının nedeni elektrik ve motorin enerjisindeki değerlerin fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırmada incelenen doğrudan enerji girdisi olan motorin en yüksek 148,40 MJ/inek ile ocak ayında en düşük 105,34 MJ/inek ile ekim ayında hesaplanmıştır. Yağ enerjisi kullanımı en yüksek 13,13 MJ/inek değeri ile ocak ayında ve 9,32 MJ/inek değeri ile en düşük ekim ayında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.3.). Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde motorin; yemin dağıtımı, yemin yem yoluna süpürülmesi, sütün taşınması, hayvanların taşınması ve diğer işlerde kullanılan traktörler tarafından tüketilmektedir.

İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde elektrik enerjisi kullanımı; en yüksek ocak ayında 407,36 MJ/inek ve en düşük aralık ayında 315,51 MJ/inek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3.). Elektrik enerjisi kullanımının aylara göre değişimi benzerlik göstermektedir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede elektrik enerjisi; robotik sağım sisteminde, kullanılan suyun ısıtılması, sütün soğutulmasında, kameralar ve gübre sıyırıcılarında kullanılmaktadır.

Robotik Sağım Sistemli İşletmede, insan iş gücü değerleri ise en yüksek; ocak, mart, mayıs, temmuz, ağustos, ekim ve aralık aylarında 5728,80 MJ, en düşük nisan, haziran, eylül, kasım aylarında 5544,00 MJ ve şubat ayı 5174 MJ olarak hesaplanmıştır. İşletme yılın 12 ayı aynı sayıda personel ile çalışmaktadır. İnsan iş gücü enerji değerinin, diğer aylar ile benzerlik göstermesi ve şubat ayının ise en düşük değere sahip olmasının nedeni aylık çalışma sürelerinden kaynaklanmaktadır.

İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde dolaylı enerji girdileri; en yüksek toplam dolaylı enerji girdisi 13186,98 MJ/inek ile aralık ayında, en düşük toplam dolaylı enerji girdisi ise 10656,71 MJ/inek ile temmuz ayında hesaplanmıştır (Çizelge 4.3). Bu farklılığın nedeninin, aralık ayında robotik sağım sistemli işletmede yem rasyonu uygulamasında yem çeşidinin değişmesi ve miktarının arttırılması olduğu düşünülmektedir.

Araştırılan Robotik Sağım Sistemli İşletmede makine enerjisi kullanımının en yüksek; ocak, mart, mayıs, temmuz, ağustos, ekim ve aralık aylarında 1940,17 en düşük; nisan, mayıs, haziran, eylül, kasım aylarında 1877,58 MJ ve şubat ayı 1752,41 MJ olduğu tespit edilmiştir. Makine enerjisi kullanımının çalışma saatleri ve modelleri aynı olup,

farklılığın aylık toplam çalışma süresinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Çalışmada hesaplanan enerji değerleri yem rasyonunda kullanılan ürünün çeşidi ve miktarına göre gerçekleştirilmiştir.

Robotik Sağım Sistemli İşletmede kesif yem enerjisinin en yüksek 2810,37 MJ/inek ile mayıs ayında, en düşük ise 1983,47 MJ/inek ile aralık ayında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3) Mısır silajı enerjisi en yüksek 3751,00 MJ/inek ile aralık ayında ve en düşük 2772,00 MJ/inek ile şubat ayında hesaplanmıştır. Yoncanın enerji değeri, şubat ayında 2240,00 MJ/inek ile en yüksek ve temmuz ayında 1147,00 MJ/inek ile en düşük değer olarak hesaplanmıştır. Samanın enerjisi en yüksek 387,50 MJ/inek değeri ile ekim ayında iken en düşük 175,00 MJ/inek değeri ile şubat ayında hesaplanmıştır. Ot silajı enerjisi; eylül ayında 270,00 MJ/inek, ekim ayında 279,00 MJ/inek ve kasım ayında 270,00 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Soya küspesi enerjisi; en yüksek 820,26 MJ/inek değeri ile aralık ayında, en düşük ise 573,30 MJ/inek değeri ile eylül ve kasım aylarında hesaplamıştır. Ayçiçek küspesi enerjisi, en yüksek 1162,50 MJ/inek ile aralık ayında ve en düşük 675,00 MJ/inek ile eylül ve kasım aylarında olduğu belirlenmiştir. Havuç enerjisinin, aralık ayında 148,80 MJ/inek ile en yüksek, eylül ve kasım ayında 96,00 MJ/inek ile en düşük olduğu tespit edilmiştir. Pancar posası ise yem rasyonunda sadece aralık ayında kullanılmıştır. Pancar posasının enerjisi değeri aralık ayı için 93,00 MJ/inek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

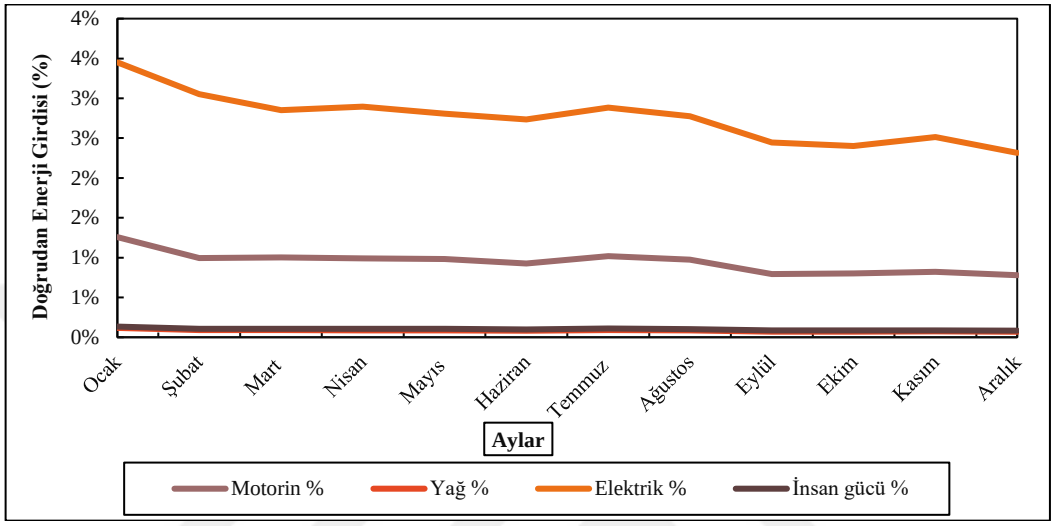
Robotik Sağım Sistemli İşletmede; kesif yem, mısır silajı, yonca ve saman yem rasyonunda yıl içerisinde düzenli olarak kullanılmıştır. Ancak, ot silajı, soya küspesi, ayçiçek küspesi ve havuç yem rasyonunda eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında kullanılmıştır. Pancar posası ise yalnızca aralık ayında kullanılmıştır. Çalışmada hesaplanan enerji değerleri yem rasyonunda kullanılan ürün çeşidi ve miktarına göre gerçekleştirilmiştir. İşletmede yem enerjilerinin aylara göre farklılık göstermesi; işletmenin kendi yemini hammadde esaslı olarak eylül ayından itibaren kendisi üretmeye başladığı ve hayvan sayılarındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır.

Robotik Sağım Sistemli İşletmede su enerjisi kullanımı, 1850876,86 MJ değeri ile en yüksek ekim ayında 1313759,64 MJ değeri ile en düşük ise ocak ayında hesaplanmıştır. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde su enerjisi; sağım işleminde, makinelerin, zeminin ve süt tankların temizliğinde kullanılmaktadır. Bu farklılığın sebebinin sağıma giren hayvan sayısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi değerlendirildiğinde; en yüksek dolaylı enerji girdisi yem iken doğrudan enerji girdisinin ise elektrik girdisi olduğu tespit

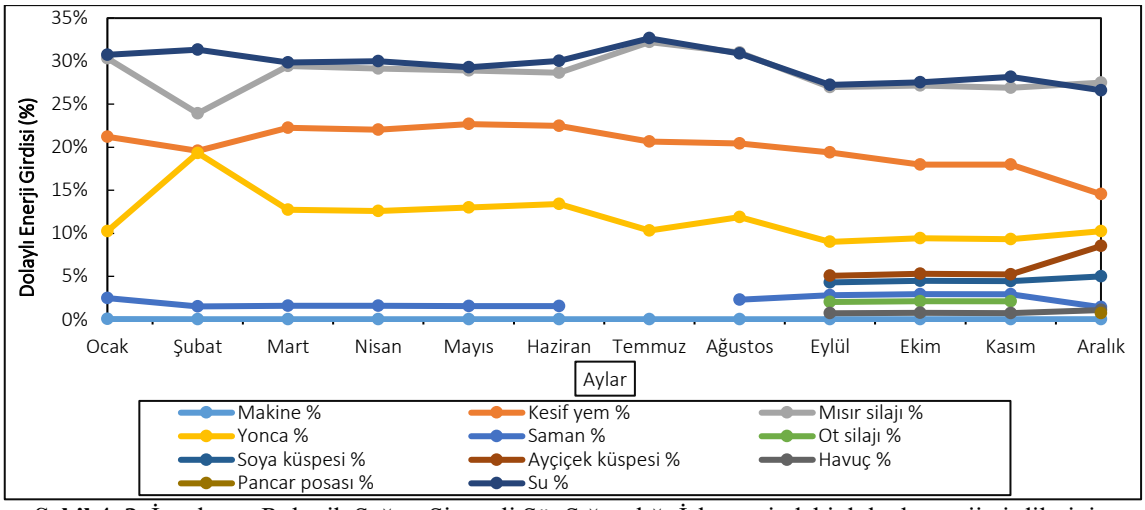
edilmiştir. Literatür çalışmalarıyla karşılaştırıldığında (Uzal, 2013; Oğuz ve Yener, 2019; Önal ve Uzal Seyfi, 2019) benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür.

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli İşletmede doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin toplam enerji kullanımı içerisindeki yüzde oranlarının işletmedeki aylara göre değişimi Şekil 4.1. ve Şekil 4. 2.'de verilmiştir.



Şekil 4. 1. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesindeki doğrudan enerji girdilerinin aylara göre dağılımı

İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde doğrudan enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı %3-4'dür. Doğrudan enerji girdisinde en yüksek girdi oranını %2-3 ile elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Elektrik enerjisinin ardından %1 ile motorin ve %0,0004-0,001 ile yağ gelmektedir (Şekil 4.1.). Doğrudan enerji girdisinde en düşük enerji oranı %0,0004-0,001 ile insan iş gücüne aittir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede elektrik enerjisi kullanım miktarının aylara göre değişimi değerlendirildiğinde, enerji kullanım değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. İnsan iş gücü enerjisinin Robotik Sağım Sistemli İşletmede aylara göre pek farklılık göstermediği belirlenmiştir. Bunun nedeni, işletmede yıl boyunca aynı sayıda personel çalıştığı için farklılık ayların gün sayısına bağlı olarak işçilerin çalışma sürelerinin değişimidir.



Şekil 4. 2. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesindeki dolaylı enerji girdilerinin aylara göre dağılımı

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde dolaylı enerji girdisinin toplam enerji içerisindeki oranı %96-97'dir. Dolaylı enerji girdisinde en yüksek girdiyi %64-69 ile yem ve %27-31 ile su enerjisi oluşturmaktadır. İncelenen işletmede dolaylı enerji içerisinde yer alan enerji girdilerinin toplam enerji içerisindeki oranları sırasıyla; su enerjisi (%27-31), mısır silajı enerjisi (%37-32), kesif yem enerjisi (%15-22), yonca enerjisi (%9-19), saman enerjisi (%1-3), ayçiçek küspesi (%5-9), soya küspesi (%4-5), ot silajı (%2), havuç (%1), pancar posası (%1) ve makine enerjisi (%0,0004-0,001)'dir (Şekil 4.2.).

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde aylar arasındaki en yüksek su kullanım enerjisi %33 ile temmuz ayında görülmektedir. Mısır silajı enerjisi, %32 ile en yüksek temmuz ayında iken en düşük mısır silajı tüketimi ise %24 ile şubat ayında görülmektedir. Kesif yem tüketimi, en yüksek mayıs ayında (%22) en düşük ise aralık ayında (%15) olmaktadır. Yonca enerjisi en yüksek %19 ile şubat ayında, en düşük ise %9 ile eylül ayında görülmektedir. Saman tüketimi, en yüksek %3 ile ekim ayında en düşük ise %2 ile şubat ayında hesaplanmıştır. Ot silajı kullanımı sadece eylül ekim ve kasım aylarında gerçekleştiği için enerji değerleri de aynı aylar için %2 olarak hesaplanmıştır. Soya küspesi, ayçiçek küspesi ve havuç, eylül ekim ve kasım aylarında kullanılmış ve toplam enerji içerisindeki enerji kullanım oranları %1 ile %9 arasında değişmektedir. Pancar posası sadece aralık ayında kullanılmış ve enerji kullanım oranı %1'dir (Şekil 4.2.).

4.2.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdilerinin değerlendirilmesi

Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi için doğrudan ve dolaylı enerji girdi değerleri ayrı ayrı hesaplanarak aylara göre dağılımı Çizelge 4.4. verilmiştir.

Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde doğrudan enerji girdileri değerlendirildiğinde; en yüksek toplam doğrudan enerji girdisinin 403,30 MJ/inek değeri ile mayıs ayında en düşük toplam doğrudan enerji girdisi ise 318,28 MJ/inek değeri ile şubat ayında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 4.). Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde doğrudan enerji girdisinin mayıs ayında fazla olmasının nedeni, elektrik ve motorin tüketimlerinin bu ayda fazla olmasıdır.

Otomatik Sağım Sistemli İşletmede doğrudan enerji girdisi olan motorin kullanım enerjisi; en yüksek 121,82 MJ/inek ile mayıs ayında en düşük ve 83,01 MJ/inek değeri ile şubat ayında görülmektedir. Yağ enerjisi kullanım miktarı, en yüksek 10,78 MJ/inek değeri ile mayıs ayında ve 7,35 MJ/inek değeri ile en düşük şubat ayında gerçekleşmektedir (Çizelge 4.4.). Motorin kullanımı; yem dağıtımı, yemin yem yolundan yemliğe süpürülmesi, sütün taşınması, hayvanların taşınması ve gübre temizliği için kullanılan araçlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Motorin kullanımının mayıs ayında yüksek olması, bu aydaki yağışlar nedeniyle gezinti avlusu temizliğinin daha fazla yapılmış olması ile açıklanabilir. Buna karşılık şubat ayında motorin kullanımının düşük olması; ayın gün sayısının düşük olması yanı sıra iklim koşulları nedeniyle gübre temizliğinin daha az yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 4. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji girdilerinin aylara göre değişimi

GİRDİ VE ÇIKTI	OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMESİ (Aylar)																							
	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN		MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS		EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%	Mj/inek	%
Motorin	93,41	1%	83,01	1%	111,65	1%	105,36	1%	121,82	1%	98,07	1%	115,98	1%	98,91	1%	112,12	1%	109,13	1%	99,85	1%	109,39	1%
Yağ	8,27	0%	7,35	0%	9,88	0%	9,32	0%	10,78	0%	8,68	0%	10,26	0%	8,75	0%	9,92	0%	9,66	0%	8,84	0%	9,68	0%
Elektrik	217,90	1%	211,34	1%	231,10	2%	246,06	2%	248,94	2%	233,58	2%	236,37	2%	229,66	2%	241,36	2%	253,98	2%	241,36	2%	253,70	2%
İnsan iş gücü	18,66	0%	16,58	0%	19,94	0%	21,05	0%	21,75	0%	19,59	0%	20,71	0%	19,76	0%	19,95	0%	21,80	0%	19,95	0%	21,86	0%
Toplam doğrudan enerji girdisi	**338,24**	**2%**	**318,28**	**2%**	**372,57**	**3%**	**381,79**	**3%**	**403,30**	**3%**	**359,92**	**3%**	**383,32**	**3%**	**357,08**	**3%**	**383,37**	**3%**	**394,57**	**3%**	**370,00**	**3%**	**394,63**	**3%**
Makine	3,99	0%	3,55	0%	2,89	0%	4,50	0%	3,16	0%	4,19	0%	3,00	0%	4,23	0%	2,90	0%	4,66	0%	4,27	0%	4,68	0%
Kesif yem	2023,98	14%	1856,62	13%	2157,52	14%	2087,53	13%	2252,32	14%	2179,48	14%	2149,40	14%	2127,88	14%	1812,77	12%	1872,31	12%	1812,77	12%	1471,68	9%
Mısır silajı	3520,86	24%	2879,86	20%	3520,92	23%	3407,23	23%	3520,80	23%	3407,18	22%	3631,88	25%	3520,69	23%	3126,75	20%	3230,48	21%	3126,75	20%	3550,71	21%
Yonca	1153,25	8%	1769,33	12%	1355,01	9%	1310,94	9%	1522,05	10%	1472,81	10%	984,14	7%	1395,00	9%	1291,50	7%	1334,64	9%	1291,50	7%	1395,00	8%
Saman	339,02	2%	260,80	2%	288,54	2%	279,41	2%	261,59	2%	253,21	2%	-	-	337,18	2%	440,63	3%	455,50	3%	440,63	3%	522,89	3%
Ot silajı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	187,88	1%	194,16	1%	187,88	1%	-	-
Soya küspesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	286,65	2%	295,77	2%	286,65	2%	444,72	3%
Ayçiçek küspesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	243,75	2%	251,50	2%	243,75	2%	1297,89	7%
Havuç	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,00	1%	93,00	1%	96,00	1%	123,25	1%
Pancar posası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,75	0%
Su	7463,51	50%	7463,51	51%	7463,51	49%	7463,51	50%	7463,51	48%	7463,51	49%	7463,51	51%	7463,51	49%	7463,51	49%	7463,51	48%	7463,51	49%	7463,51	45%
Toplam dolaylı enerji girdisi	**14504,61**	**98%**	**14233,67**	**98%**	**14788,39**	**97%**	**14553,12**	**97%**	**15023,43**	**97%**	**14780,38**	**97%**	**14231,94**	**97%**	**14848,50**	**97%**	**14952,34**	**97%**	**15195,54**	**97%**	**14953,71**	**97%**	**16325,09**	**97%**
TOPLAM GİRDİ	14842,85		14551,95		15160,96		14934,91		15426,73		15140,30		14615,26		15205,58		15335,71		15590,11		15323,71		16719,72	
Süt	5422,83		4898,04		5533,50		5355,00		5643,90		5569,20		5644,17		5533,50		5569,20		5976,18		5676,30		5865,24	
İnek Gübresi (kg kuru madde)	279,00		261,00		279,00		270,00		279,00		270,00		279,00		270,00		270,00		279,00		270,00		279,00	
TOPLAM ÇIKTI	5701,83		5159,04		5812,50		5625,00		5922,90		5839,20		5839,20		5803,50		5839,20		6255,18		5946,30		6144,24	
Sağmal İnek sayısı	486		494		455		417		417		448		438		459		440		416		440		415	

Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşlemesinde elektrik enerjisi kullanımı; en yüksek 253,98 MJ/inek ile ekim ayında iken en düşük elektrik enerjisi kullanımı ise 211, 34 MJ/inek ile şubat ayında hesaplanmıştır. Aylar arasındaki farklılık, işletmede elektrikle çalışan sağım sistemi, gübre sıyırıcıları, kameralar ve yem karma makinası, elektrik ile çalışan alet ve ekipmanların kullanım süresinin artması ile açıklanabilir.

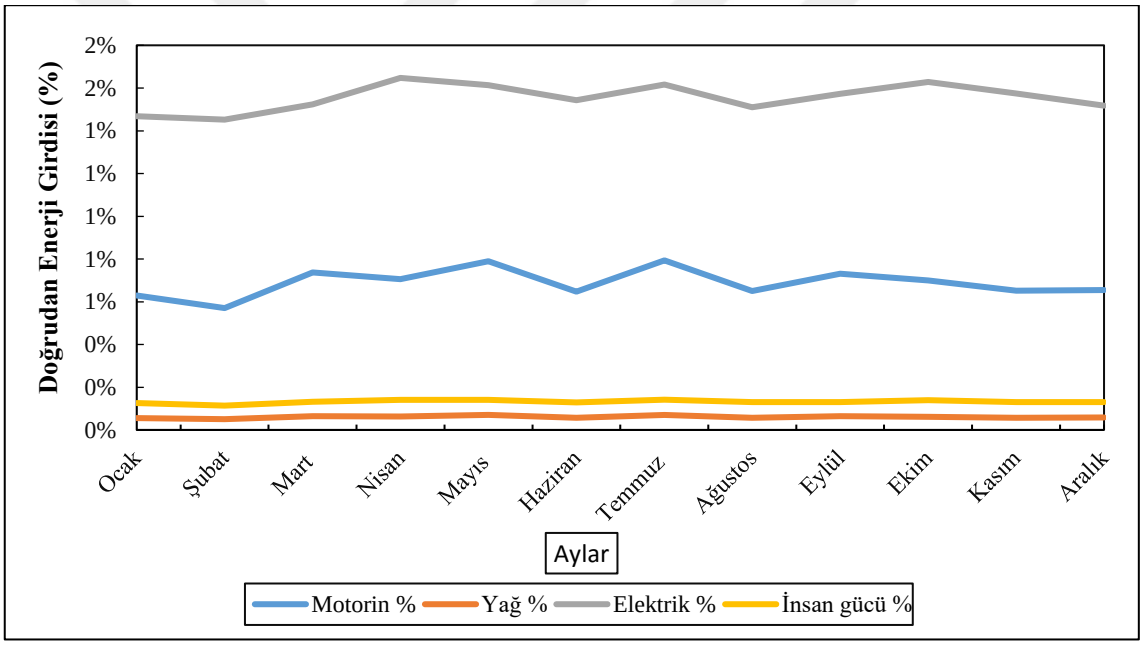
Otomatik Sağım Sistemli İşletmede insan iş gücü enerjisi değerleri ise en yüksek; ocak, mart, mayıs, temmuz, ağustos, ekim ve aralık aylarında 9070,60 MJ, en düşük nisan, haziran, eylül, kasım aylarında 8778,00 MJ ve şubat ayı 8192,80 MJ olarak hesaplanmıştır. İşletmede yıl boyunca aynı sayıda personel çalışmaktadır. İnsan iş gücü enerjisindeki değişimin tek nedeni aylardaki gün sayısına bağlı olarak toplam çalışma süresinin değişmesidir. Bu sistemde insan iş gücü; yem hazırlama, sağım ve barınaktaki diğer işlemlerin gerçekleşmesi için kullanılmaktadır.

Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde; toplam dolaylı enerji girdisi en yüksek 16325,09 MJ/inek ile aralık ayında en düşük ise 14231,94 MJ/inek ile temmuz ayında hesaplanmıştır (Çizelge 4.4.).

İncelenen Otomatik Sağım Sistemli İşletmede makine enerjisi kullanımı, 4,68 MJ/inek değeri ile en yüksek aralık ayında ve en düşük 2,89 MJ/inek ile mart ayında gerçekleşmiştir. Kesif yem enerjisi, en yüksek 2252,32 MJ/inek değeri ile mayıs ayında ve en düşük 1471,68 MJ/inek değeri ile aralık ayında hesaplanmıştır. Mısır silajı enerjisi; en yüksek 3550,71 MJ/inek ile aralık ayında iken 2879,86 MJ/inek ile şubat ayında en düşük hesaplanmıştır. Yonca enerjisinin; en yüksek 1769,33 MJ/inek değeri ile şubat ayında iken en düşük 1153,25 MJ/inek değeri ile ocak ayında kullanıldığı görülmektedir. Saman enerjisi; 522,89MJ/inek ile en yüksek aralık ayında, 253,89 MJ/inek ile en düşük haziran ayında hesaplanmıştır. Ot silajı enerjisi; eylül ayında 187,88 MJ/inek, ekim ayında 194,16 MJ/inek ve kasım ayında 187,88 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Soya küspesi enerjisi, en yüksek 444,72 MJ/inek ile aralık ayında iken en düşük ise 286,65 MJ/inek ile eylül ayında hesaplanmıştır. Ayçiçek küspesi enerjisi, en yüksek 1297,89 MJ/inek ile aralık ayında ve en düşük 243,75 MJ/inek ile eylül ve kasım aylarında hesaplanmıştır. Havuç enerjisinin aralık ayında 123,25 MJ/inek ile en yüksek, ekim ayında 96 MJ/inek ile en düşük kullanım miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Pancar posasının ise enerji değeri aralık ayı için 50,75 MJ/inek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

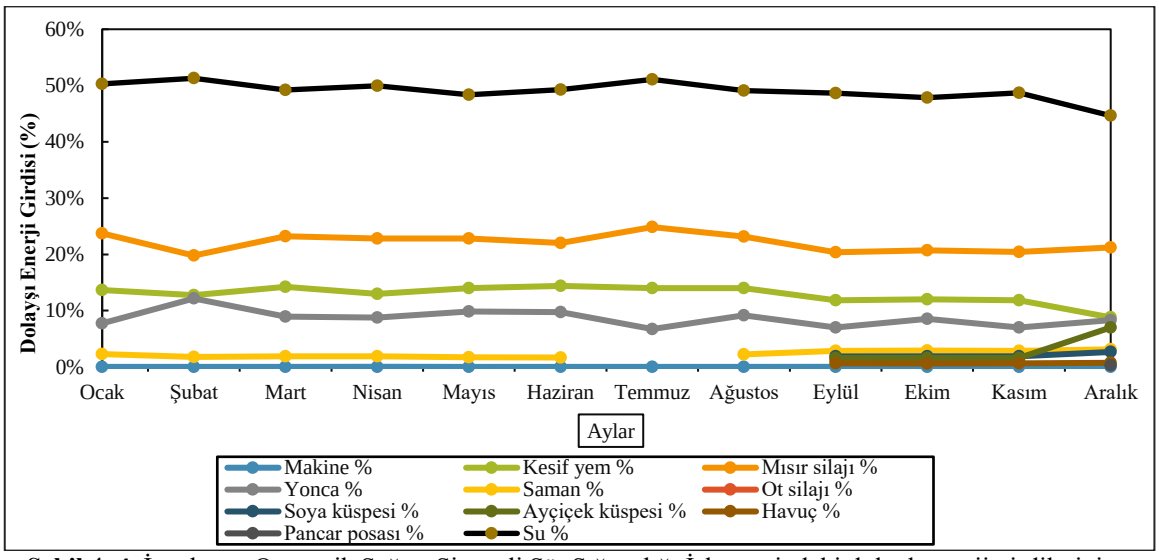
Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde, kesif yem, mısır silajı, yonca ve saman enerjileri yıl içerisinde düzenli olarak yem rasyonunda kullanılmıştır. Yem enerjilerinin aylara göre farklılık göstermesinin nedeni, farklı yem rasyonu uygulamaları ve değişen hayvan sayısıdır. Ot silajı enerjisi yem rasyonunda sadece eylül, ekim ve kasım aylarında kullanılmıştır (Çizelge 4.4.). Soya küspesi, ayçiçek küspesi ve havuç; işletmede eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında yem rasyonunda uygulanmıştır. Pancar posası enerjisi yem rasyonuna sadece aralık ayında ilave edilmiştir. İşletmede soya küspesi, ayçiçek küspesi, havuç ve pancar posası gibi yem hammaddeleri eylül ayından itibaren kullanılmaya başlanıldığı için sadece kullanıldığı aylarda enerji değerleri hesaplanmıştır. Su kullanım enerjisi 7463,51 MJ/inek olarak hesaplanmıştır.

Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin toplam enerji kullanımı içerisindeki yüzde oranlarının aylara göre değişimi Şekil 4.3. ve Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4. 3. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesindeki doğrudan enerji girdilerinin aylara göre dağılımı

Otomatik Sağım Sistemli İşletmede toplam enerji içerisinde doğrudan enerji girdisinin oranı %2-3'dür. Doğrudan enerji girdisinde en yüksek oran %1-2 ile elektrik enerjisine aittir. Elektrik enerjisinin ardından %1 ile motorin, %0,0001-0,001 ile insan iş gücü ve %0,0003-0,001 ile yağ enerjisi gelmektedir. Aylar içerisindeki elektrik enerjisi kullanım miktarları birbirine yakın olarak hesaplanmıştır. Motorin enerjisinin mart, mayıs, temmuz ve eylül aylarında daha yüksek hesaplanmasına işletmede gezinti avlusu temizliğinin bu aylarda yapılmasından kaynaklanmaktadır.



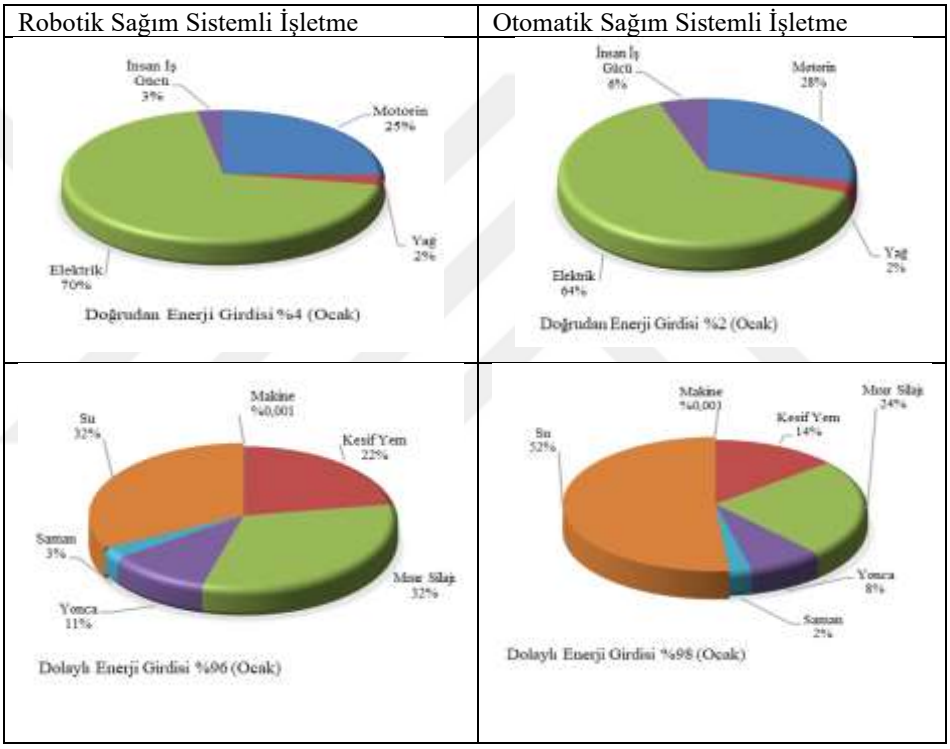
Şekil 4. 4. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesindeki dolaylı enerji girdilerinin aylara göre dağılımı

Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde toplam enerji girdisi içerisindeki dolaylı enerji girdisinin oranı %97-98'dir. Dolaylı enerji girdisinde en yüksek girdiyi yem (%46-52) ve su enerjisi (%45-51) oluşturmaktadır. İncelenen işletmede kullanılan diğer dolaylı enerji paydaşlarının oranları sırasıyla; mısır silajı enerjisi (%20-25), kesif yem enerjisi (%9-14), yonca enerjisi (%8-10), saman enerjisi (%2-3), ayçiçek küspesi (%2-7), soya küspesi (%2-3), ot silajı (%1), havuç (%1), pancar posası (%1) ve makine enerjisi (%0,0004-0,001)'dir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede aylar arasındaki en yüksek su enerjisi %51,30 ile şubat ayında, en düşük su enerjisi ise % 48 ile ekim ayında hesaplanmıştır. Mısır silajı enerjisi, en yüksek %32 ile temmuz ayında iken en düşük %20 ile eylül ayında olduğu belirlenmiştir. İncelenen kesif yem tüketimi en yüksek %14 ile mayıs ayında en düşük ise %9 ile aralık ayında gerçekleşmiştir. Yonca kullanım enerjisinin, en yüksek şubat (%12) ayında en düşük ise temmuz ayında (%7) olduğu belirlenmiştir. Saman tüketimi, en yüksek %3 ile aralık ayında iken en düşük ise %2 ile şubat ayında gerçekleşmiştir. Soya küspesi enerjisi; %3 oranı ile aralık ayında en yüksek, %2 oranı ile eylül ayında en düşük değere sahiptir. Ot silajı enerjisi sadece eylül, ekim ve kasım aylarında kullanılmış olup, enerji değeri oranı %1 olarak hesaplanmıştır. İşletmede havuç kullanımı; eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında gerçekleşmiş olup enerji değeri %1 olarak hesaplanmıştır. Pancar posası sadece aralık ayında yem rasyonunda kullanılmış olup enerji değeri %0,003'dür. Otomatik Sağım Sitemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde su enerjisi kullanım oranı, %45-%51 değerleri arasında gerçekleşmiştir.

4.2.3. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji girdilerinin aylara göre karşılaştırılması

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi için doğrudan enerji girdileri (motorin, yağ, elektrik ve insan iş gücü parametreleri) ve dolaylı enerji girdileri (makine, kesif yem, mısır silajı, yonca, saman, ot silajı, soya küspesi, ayçiçek küspesi, havuç, pancar posası ve su) her bir ay için ayrı ayrı hesaplanarak karşılaştırmaları bu başlık altında değerlendirilmiştir.

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin ocak ayı toplam doğrudan enerji girdisi ve toplam dolaylı enerji girdisi değerleri Şekil 4.5'de verilmiştir.



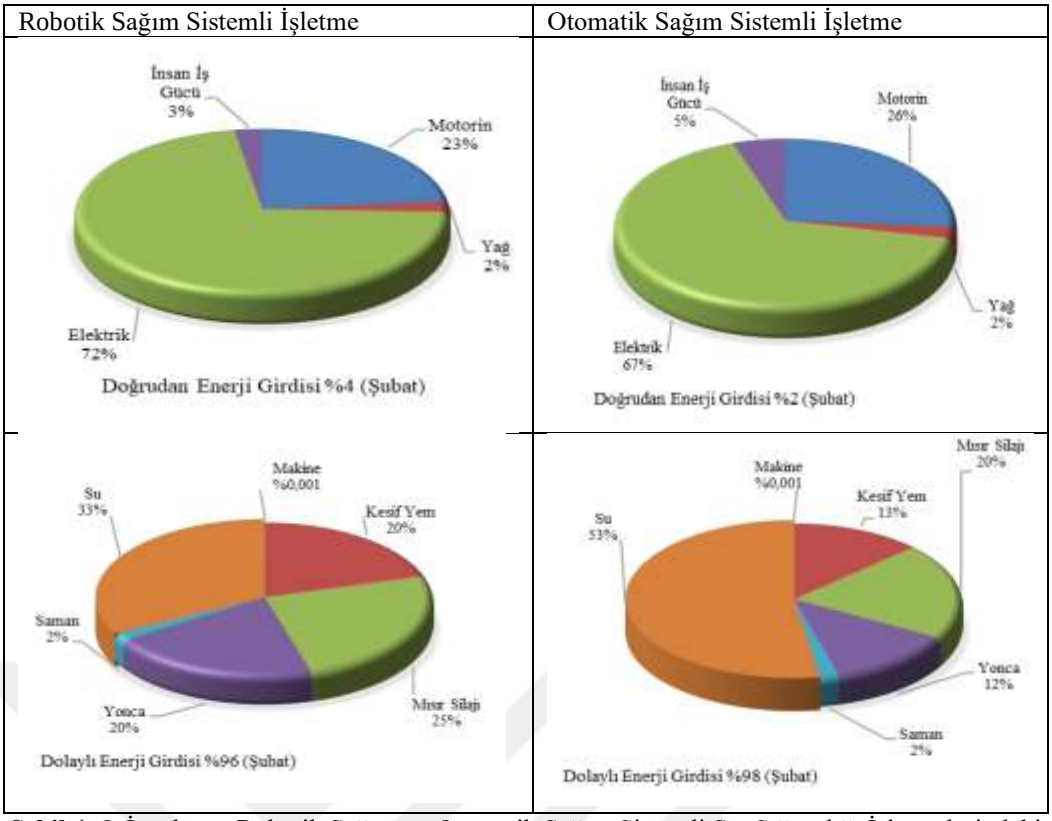
Şekil 4. 5. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin ocak ayındaki dağılımı

İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde ocak ayında doğrudan enerji girdisinin Robotik Sağım Sistemli İşletmede %4 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %2 olduğu tespit edilmiştir. Ocak ayında her iki işletmede, elektrik enerjisi kullanımı en yüksek orana sahiptir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede elektrik enerjisi doğrudan enerji girdisinin %70 (407,36 MJ/inek)'ine sahip iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede elektrik enerjisi %64 (217,90 MJ/inek)'üne sahiptir. Motorin enerjisi tüketim oranı, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde

doğrudan enerji girdisinin %28'ine sahip iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %25'ine sahiptir. Çalışmada, insan iş gücü enerjisinin Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %6 (9068,76 MJ) Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin %3 (5730,46 MJ) iki katı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, robotların hayvansal üretimdeki önemini ve iş gücü gereksinimini istenilen düzeyde karşılayabildiğini göstermektedir. Ayrıca, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde sütün kalite değerlerinin (sütün somatik hücre sayısı, 96.000) daha iyi olduğunun tespit edilmesi, hayvansal üretimde robotik sistemlerin kullanımının iş gücü gereksiniminin karşılanmasının yanı sıra daha kaliteli ve verimli süt üretimi içinde gerekli olduğunu göstermektedir. Yağ enerjisi tüketim oranı ocak ayı için Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmeleri için %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5.).

Araştırmada, ocak ayında dolaylı enerji girdisi Robotik Sağım Sistemli İşletmede %96 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %98 olarak hesaplanmıştır. Dolaylı enerji içerisinde bulunan su enerjisi kullanımı; %52 (7463,51 MJ/inek) oranı ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, %32 (3629,17 MJ/inek) oranı ile Robotik Sağım Sistemli İşletmeden yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Mısır silajı enerjinin dolaylı enerji içerisindeki oranı; Robotik Sağım Sistemli İşletmede %32 (3580,50 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemi İşletmede %24 (3520,86 MJ/inek) olarak hesaplanmıştır. Kesif yem enerjisi tüketimi, %22 oranı ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede %14 oranı ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yonca enerjisi tüketim oranı; Robotik Sağım Sistemli İşletmede %11 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %8 olarak gerçekleşmiştir. Saman enerjisi; Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2 oranında, Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %3 oranında gerçekleşmiştir. Makine enerjisi kullanım oranı, her iki işletmede ocak ayı için %0,001 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5.).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler için hesaplanan şubat ayı doğrudan enerji girdileri ve dolaylı enerji girdilerinin dağılımı Şekil 4.6'da verilmiştir.



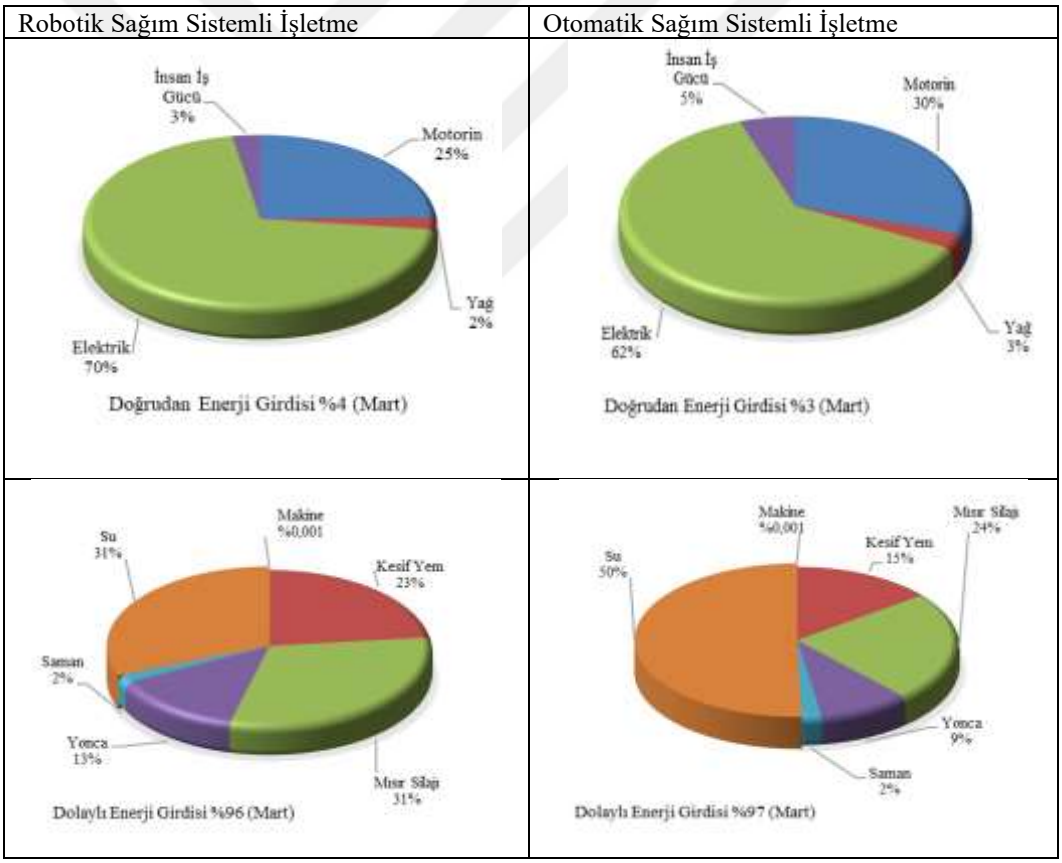
Şekil 4. 6. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin şubat ayındaki dağılımı

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde şubat ayı için doğrudan enerji girdisi; Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %4 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %2 olarak tespit edilmiştir. İncelenen işletmeler için şubat ayı doğrudan enerji girdisi bileşenleri değerlendirildiğinde enerji kullanım oranları sırasıyla; elektrik, motorin, insan iş gücü ve yağ enerjisidir. Elektrik enerjisi kullanımı, Robotik Sağım Sistemli İşletme için %72 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletme için ise %67 oranında hesaplanmıştır. Motorin enerjisi tüketimi, Robotik Sağım Sistemli İşletme için %23 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletme için %26 oranında olduğu tespit edilmiştir. İnsan iş gücü enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %3 ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (%5) daha düşüktür. Yağ enerjisi tüketim oranı, Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmeleri için %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.6.).

Araştırmada incelenen Süt Sığırcılığı İşlemelerinde şubat ayında dolaylı enerji girdisi; Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %98 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %96 olarak gerçekleşmiştir. Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde şubat ayı dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde; su enerjisi kullanımı, %53 (7463,51 MJ/inek) ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (%33, 3629,17 MJ/inek) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mısır silajı

enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %20 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %25 olarak belirlenmiştir. Kesif yem enerji tüketimi %20 (2270,27 MJ/inek) ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (%13, 1856,62 MJ/inek) daha yüksek hesaplanmıştır. Yonca enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %20 (2240,00 MJ/inek) ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %12 (1769,33 MJ/inek) oranında gerçekleşmiştir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede yem rasyonunda daha fazla yonca kullanımı gerçekleşmiştir. Saman enerjisi tüketimi ise Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2 oranında, Robotik Sağım Sistemli İşletmede de %2 oranında gerçekleşmiştir. Makine enerjisi kullanım oranı Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler için %0,001 oranında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6.).

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin mart ayı için doğrudan enerji girdileri ve dolaylı enerji girdileri dağılımı Şekil 4.7'de verilmiştir.



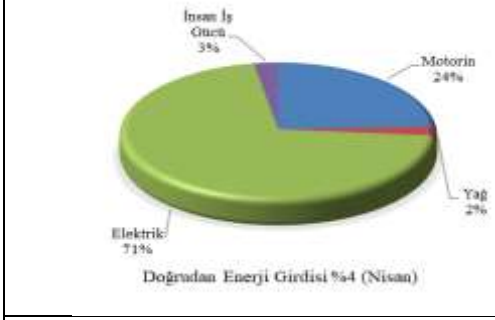
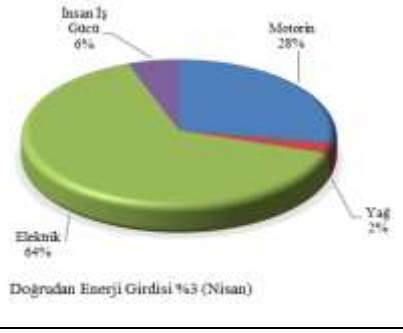
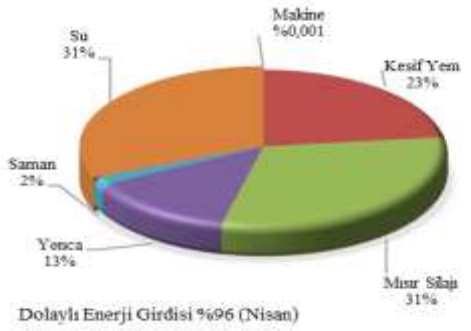
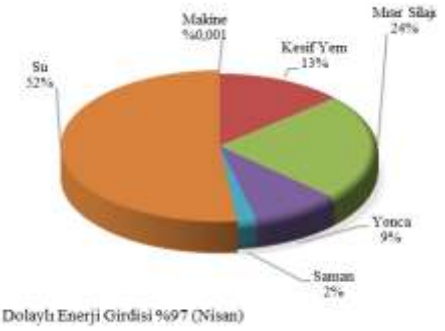
Şekil 4. 7. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin mart ayındaki dağılımı

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde mart ayı için hesaplanan doğrudan enerji girdi oranları, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %4 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %3 olduğu tespit edilmiştir. Doğrudan enerji

içerisinde elektrik enerjisi kullanım oranı Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde %70 (346,85 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise %62 (231,10 MJ/inek) olarak gerçekleşmiştir. Motorin enerjisi kullanımı, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %30 oranında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %25 oranında hesaplanmıştır. İnsan iş gücü enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletme için %5 (9072,7 MJ) iken Robotik Sağım Sistemli İşletme için %3 (5728,8 MJ/inek) oranında olduğu tespit edilmiştir. Yağ enerjisi tüketimi, Otomatik Sağım Sistemli İşletme için %3 iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi için ise %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.7.).

Araştırma kapsamında incelenen İşletmelerde mart ayı için dolaylı enerji girdisi oranı, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %97 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %96 olarak hesaplanmıştır. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde mart ayında dolaylı enerji girdisi içerisindeki su enerjisi kullanımı, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %50 oranında iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %31 oranında gerçekleşmiştir. Mısır silajı enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %31 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %24 oranında hesaplanmıştır. Kesif yem enerjisi, %23 (2708,81 MJ/inek) oranında Robotik Sağım Sistemli İşletmede hesaplanmış iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %15 (2157,52 MJ/inek) oranında hesaplanmıştır. Yonca enerjisinin, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %13 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %9 olduğu tespit edilmiştir. Saman enerjisi; Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler için %2 oranında hesaplanmıştır. Makine enerjisi, incelenen her iki işletmede %0,001 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7.).

Araştırma incelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin doğrudan enerji girdisi ve dolaylı enerji girdisinin nisan ayındaki dağılımı Şekil 4.8’de verilmiştir.

Robotik Sağım Sistemli İşletme	Otomatik Sağım Sistemli İşletme
	
	

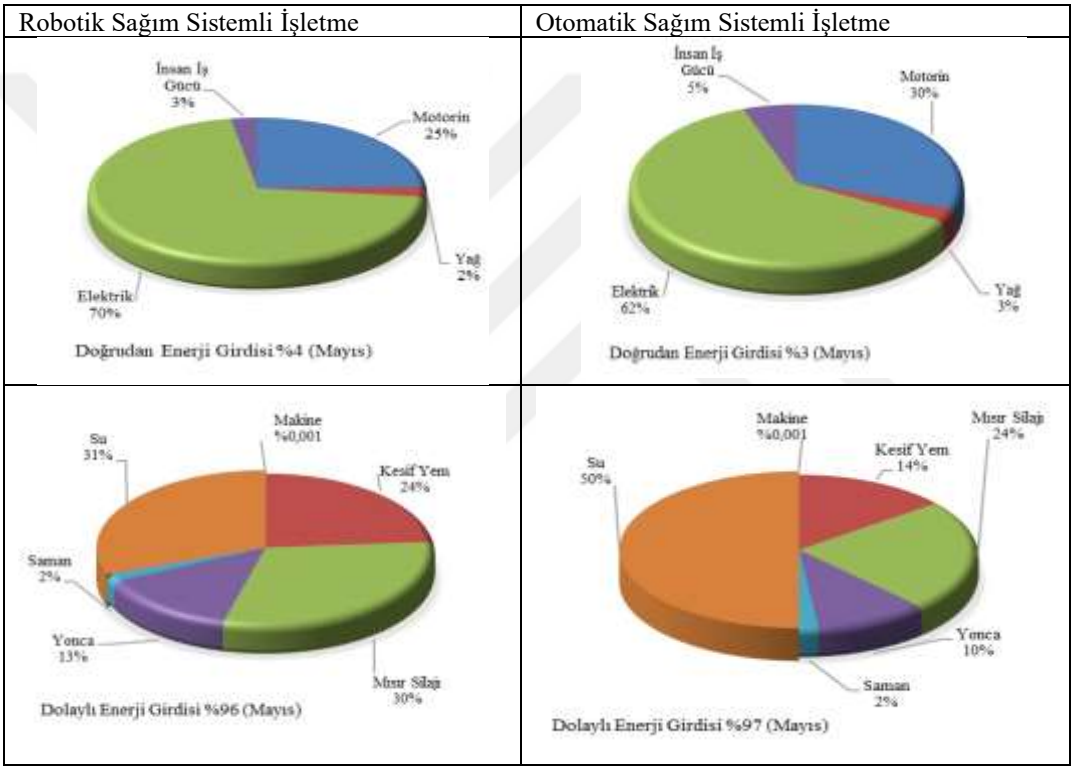
Şekil 4. 8. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin nisan ayındaki dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde nisan ayında doğrudan enerji girdisinin toplam girdi içerisindeki oranı Robotik Sağım Sistemli İşletmede %4 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %3 olarak gerçekleşmiştir. Doğrudan enerji girdileri değerlendirildiğinde, elektrik enerjisi Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde %71 (344,45 MJ/inek) ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden daha yüksek (%64, 246,06 MJ/inek) olarak gerçekleşmiştir. Motorin enerjisi kullanımı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde %24 iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde ise %28 olarak hesaplanmıştır. İnsan iş gücü enerjisinin doğrudan enerji içerisindeki oranı, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %6 ile Robotik Sağım Sistemli İşletmenin (%3) iki katı olarak belirlenmiştir. Yağ enerjisi, incelenen her iki işletme için %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.8.).

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinin nisan ayı için toplam enerji içerisindeki dolaylı enerji girdisi oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %96 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %97 olarak gerçekleşmiştir. Dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde; en yüksek kullanım oranına sahip olan su enerjisinin kullanımı, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %52 (7463,51 MJ/inek) ile Robotik Sağım

Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden daha yüksek (%31, 3629,17 MJ/inek) olarak hesaplanmıştır. Mısır silajı enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %31 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %24 oranında belirlenmiştir. Kesif yem enerjisi tüketimi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %23 (2621,43 MJ/inek) ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (%13, 2087,53 MJ/inek) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Yonca enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %9 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %13 oranında gerçekleşmiştir. Çalışmada incelenen her iki işletme için saman kullanım enerjisi %2 ve makine enerjisi %0,001 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.8).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin mayıs ayındaki dağılımı Şekil 4.9'da verilmiştir.



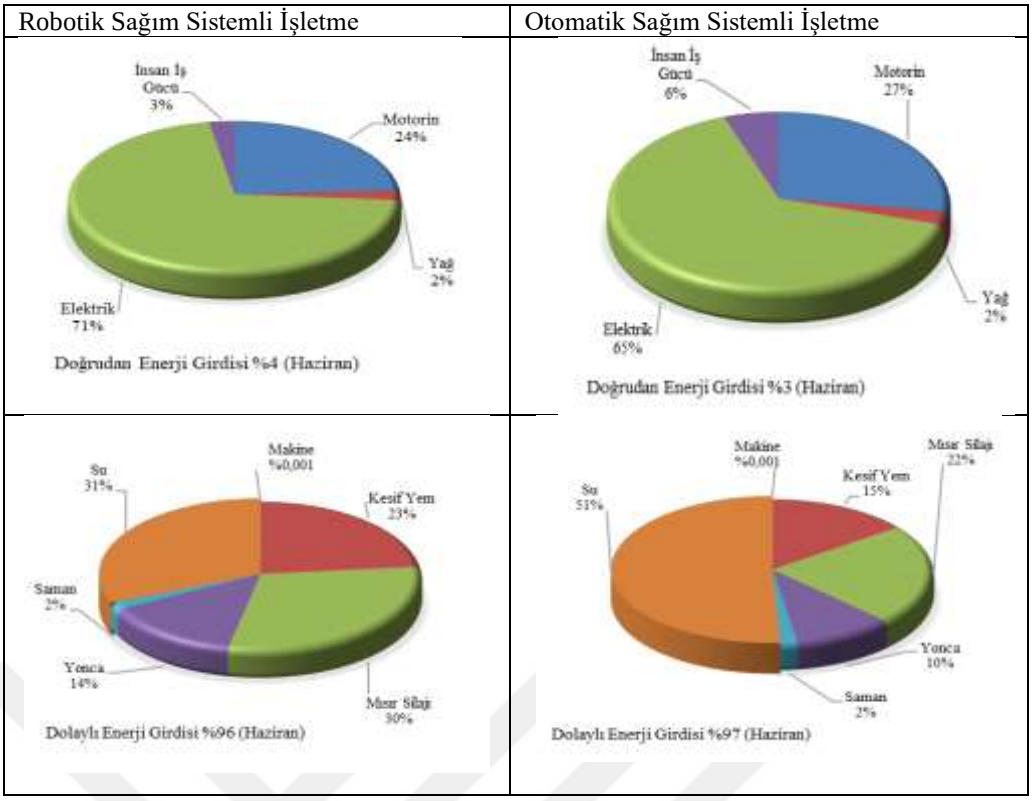
Şekil 4. 9. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin mayıs ayındaki dağılımı

İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde mayıs ayında toplam enerji girdisi içerisinde doğrudan enerji girdisinin oranı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde %4 iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde %3 olarak hesaplanmıştır. Mayıs ayı için doğrudan enerji girdileri değerlendirildiğinde; elektrik enerjisi kullanımı, en yüksek kullanım oranı ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %70 (347,42 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %62 (248,94 MJ/inek) olarak hesaplanmıştır. Motorin enerjisinin Otomatik Sağım

Sistemli İşletmede %25 oranında ve Robotik Sağım Sistemli İşletmede %30 oranında olduğu tespit edilmiştir. İnsan iş gücü enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %5 (9069,75 MJ) oranında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmesinde %3 oranında gerçekleşmiştir. Yağ enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %3 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %2 oranında hesaplanmıştır (Şekil 4.9.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde mayıs ayında toplam enerji girdisi içerisinde dolaylı enerji girdisi oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletme için %96 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletme için %97 olarak hesaplanmıştır. Dolaylı enerji girdileri mayıs ayı için değerlendirildiğinde, en yüksek kullanım oranının su enerjisine ait olduğu görülmektedir (Şekil 4.9.). Su enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %50 kullanım oranına sahip iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise bu oran %31'dir. Mısır silajı enerjisi oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %30 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %24 olarak gerçekleşmiştir. Kesif yem enerjisi tüketimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %24 (2810,37 MJ/inek) ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %14 (2252,32 MJ/inek) olarak tespit edilmiştir. Yonca enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %13 (1674,00 MJ/inek) ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (%10, 1522,05 MJ/inek) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Araştırmada incelenen her iki işletmede saman enerjisi %2 ve makine enerjisi %0,001 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.9.).

Araştırma kapsamında incelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerin doğrudan enerji ve dolaylı enerji girdilerinin haziran ayındaki dağılımı Şekil 4.10'da verilmiştir.



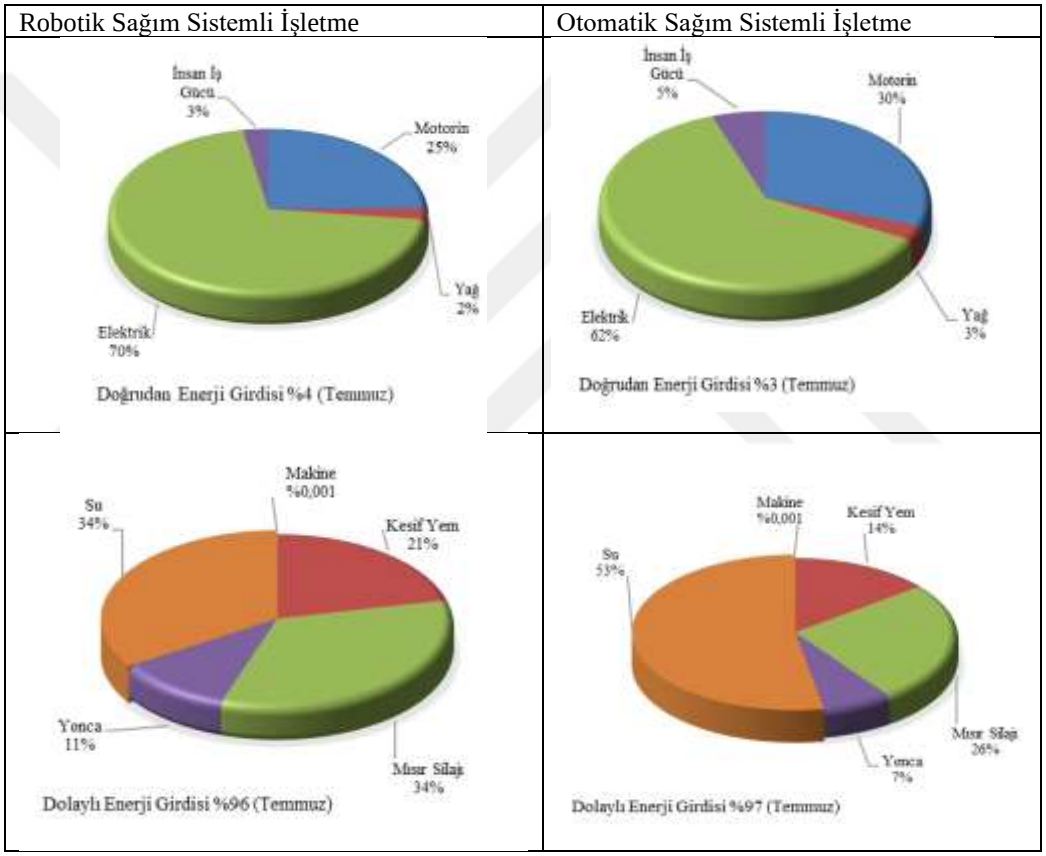
Şekil 4. 10. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin haziran ayındaki dağılımı

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde haziran ayında hesaplanan toplam enerji girdisi içerisindeki doğrudan enerji girdisinin oranı Robotik Sağım Sistemli İşletmede %4 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %3'tür. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde haziran ayındaki doğrudan enerji girdileri değerlendirildiğinde, en yüksek orana elektrik enerjisinin sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.10.). Elektrik enerjisinin Robotik Sağım Sistemli İşletmede %71 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %65 olduğu tespit edilmiştir. Motorin enerjisi kullanımı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %24 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %27 olarak gerçekleşmiştir. İnsan iş gücü enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %6 ile Robotik Sağım Sistemli İşletmenin iki katı olarak belirlenmiştir Yağ enerjisi kullanımı her iki işletme için %2 oranında hesaplanmıştır (Şekil 4.10.).

Araştırmada incelenen işletmelerin haziran ayındaki dolaylı enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %97 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %96 olarak hesaplanmıştır. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerin haziran ayı dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde; en yüksek dolaylı enerji girdisi su enerjisi olup su enerjisi kullanım oranları Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %51 ve Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %30 olarak hesaplanmıştır. Mısır silajı enerjisi tüketimi, Robotik Sağım

Sistemli İşletmede %30 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %22 oranında olduğu belirlenmiştir. Kesif yem enerjisinin dolaylı enerji içerisindeki oranı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %23 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %15 olarak tespit edilmiştir. Yonca enerjisi tüketim oranı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %14 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %10 oranında hesaplanmıştır. Saman ve makine enerjisi kullanımı, incelenen her iki işletme için sırasıyla %2 ve %0,001 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.10.).

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinin temmuz ayında doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin dağılımı Şekil 4.11'de verilmiştir.



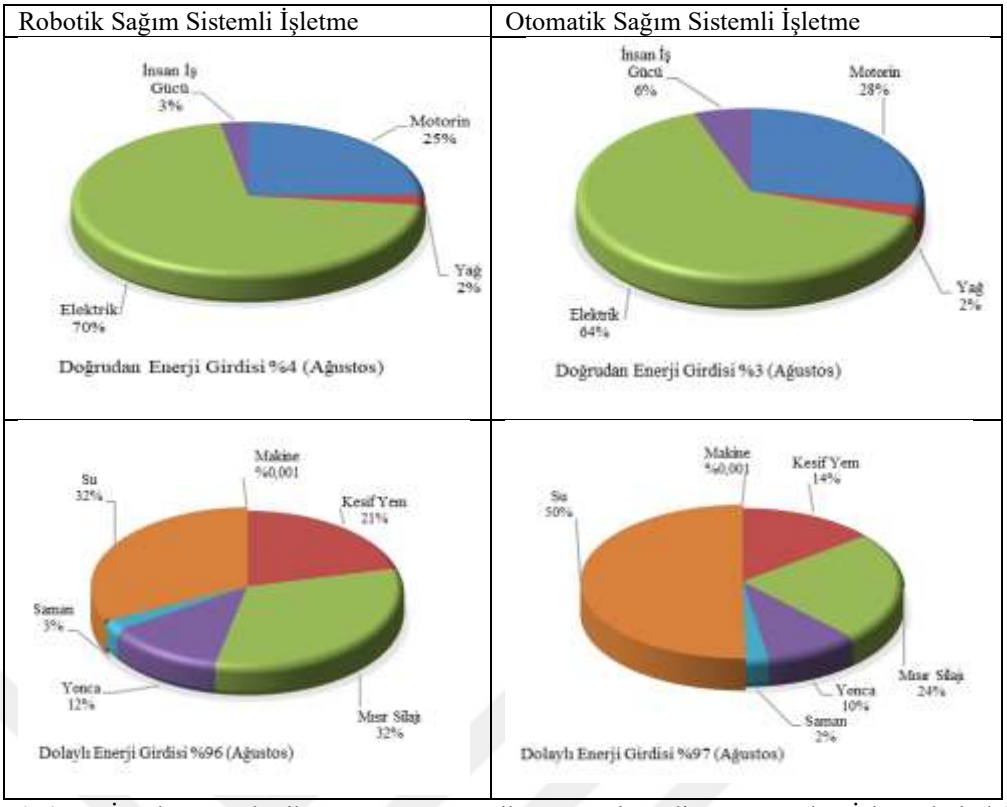
Şekil 4. 11. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin temmuz ayındaki dağılımı

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde temmuz ayı için doğrudan enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %4 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %3 olarak gerçekleşmiştir. Doğrudan enerji girdileri temmuz ayı için değerlendirildiğinde; en yüksek enerji girdisi elektriktir. Elektrik enerjisi kullanımı, %70 ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (%62) daha yüksek hesaplanmıştır. Motorin

enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletme için %30 iken Robotik Sağım Sistemli İşletme için %25 olarak belirlenmiştir. İnsan iş gücü enerjisi, %5 (20,71 MJ/inek) ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede Robotik Sağım Sistemli İşletmeden daha yüksek (%3, 12,09 MJ/inek) gerçekleşmiştir. Yağ enerjisi her iki işletme için %2 oranında hesaplanmıştır (Şekil 4.11).

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde temmuz ayında hesaplanan dolaylı enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %96 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %97 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.11.). Dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde; temmuz ayında da en yüksek kullanım oranı su enerjisidir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede su enerjisi %51 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %34 oranında hesaplanmıştır. Mısır silajı enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %26 oranında iken Robotik Sağım Sistemli İşletme %34 oranında belirlenmiştir. Kesif yem enerjisi oranı Robotik Sağım Sistemli İşletmede %21 (2295,95 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %14 (2149,40 MJ/inek) hesaplanmıştır. Yonca enerjisi tüketimi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %11 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %7 oranında gerçekleşmektedir. Makine enerjisi, Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler için %2 oranında hesaplanmıştır (Şekil 4.11.).

Araştırma kapsamında incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerin ağustos ayı için doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin dağılımı Şekil 4.12'de verilmiştir.



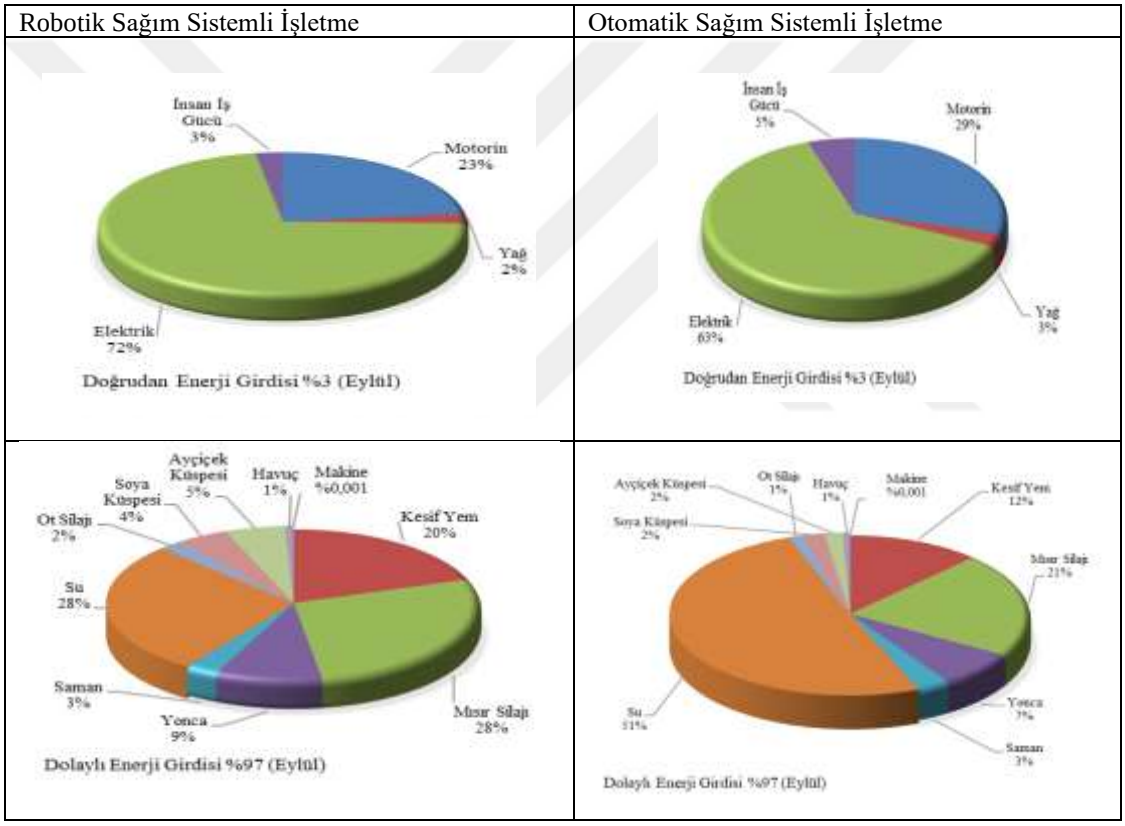
Şekil 4. 12. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin ağustos ayındaki dağılımı

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin ağustos ayındaki doğrudan enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %4 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %3 olarak gerçekleşmiştir. Doğrudan enerji girdilerinin dağılımı ağustos ayı için değerlendirildiğinde, her iki işletmede en yüksek girdiyi elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Elektrik enerjisi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %70 (325,67 MJ/inek) oranında gerçekleşmekte iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %64 (229,66 MJ/inek) olarak gerçekleşmiştir. Motorin enerjisi oranı, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %28 ve Robotik Sağım Sistemli İşletmede %25 olarak belirlenmiştir. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde insan iş gücü enerjisi %6 ile Robotik Sağım Sistemli İşletmenin (%3) iki katı olarak gerçekleşmiştir Yağ enerjisi oranı, Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler için %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.12.).

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde ağustos ayında dolaylı enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %96 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %97 olarak hesaplanmıştır. Dolaylı enerji girdileri ağustos ayı için değerlendirildiğinde; en yüksek kullanım oranına sahip olan su enerjisinin Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %50 iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %32 değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Mısır silajı

tüketim enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %32 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %24 oranında gerçekleşmiştir. Kesif yem enerjisi oranı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %21 iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %14 olarak tespit edilmiştir. Yonca enerjisi; Robotik Sağım Sistemli İşletmede %12 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %10 olarak hesaplanmıştır. Saman enerjisi tüketimi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %3 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2 olarak belirlenmiştir. Makine enerjisi, her iki işletme için %0,001 oranında hesaplanmıştır (Şekil 4.12.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin eylül ayı doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin dağılımları Şekil 4.13'de verilmiştir.



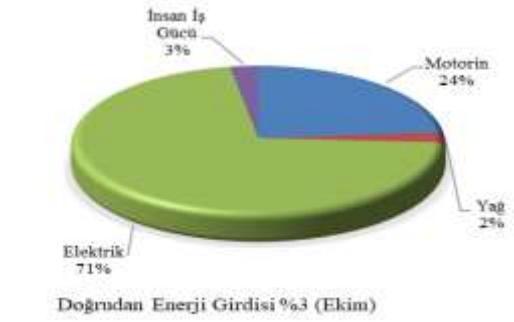
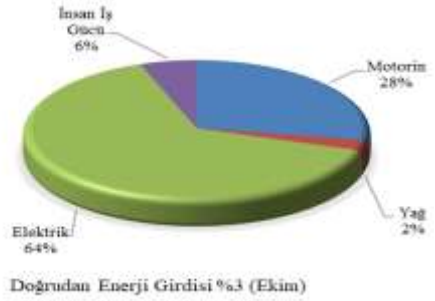
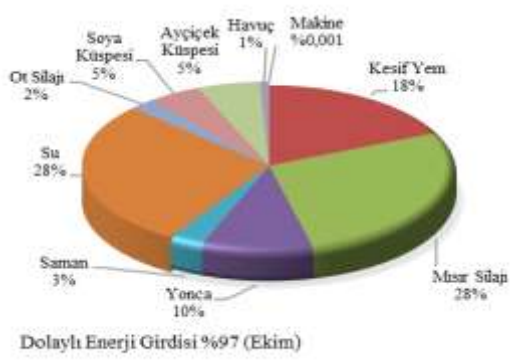
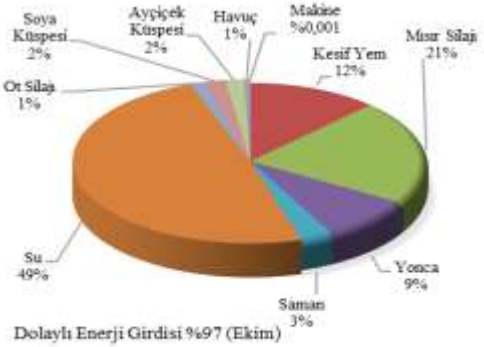
Şekil 4. 13. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin eylül ayındaki dağılımı

İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde eylül ayı doğrudan enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı her iki işletme için %3 olarak hesaplanmıştır. Doğrudan enerji girdileri eylül ayı için değerlendirildiğinde; en yüksek kullanım oranlı elektrik enerjisinin kullanımı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %72 (325,97 MJ/inek) ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %63 (241,36 MJ/inek) olarak hesaplandığı görülmektedir (Şekil 4.13.). Motorin kullanımı, Otomatik Sağım

Sistemli İşletmede %29 oranında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %23 oranında olduğu belirlenmiştir. İnsan iş gücü enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %5 (19,95 MJ/inek) iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %3 (11,25 MJ/inek) oranında olduğu tespit edilmiştir. Diğer aylarda olduğu gibi eylül ayında da bir işletmedeki insan iş gücü kullanımı robotik sağım sistemi ile yarıya kadar düşürülmüştür. Yağ enerjisi oranı, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %3 iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise bu oran %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.13.).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde eylül ayı dolaylı enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı her iki işletmede içinde %97 oranında gerçekleşmiştir (Şekil 4.5.). Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde eylül ayı dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde, en yüksek kullanım oranına sahip olan su enerjisi kullanımının Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %49 (7463,51 MJ/inek) iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %27 (3629,17 MJ/inek) olduğu tespit edilmiştir. Mısır silajı enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %28 oranında Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %21 oranında hesaplanmıştır. Kesif yem enerjisi oranı; Robotik Sağım Sistemli İşletmede %20 (2582,24 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %12 (1812,77 MJ/inek) olarak tespit edilmiştir. Yonca enerjisi tüketimi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %7 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %9 olarak hesaplanmıştır. İncelenen her iki işletme için saman enerjisi kullanım oranının %3 olduğu tespit edilmiştir. Ayçiçek küspesi enerjisi kullanım oranının, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %5 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2 olduğu belirlenmiştir. Soya küspesi enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %4 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2'dir. Ot silajı enerjisi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %2 iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise %1 olarak belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü her iki işletme için havuç enerjisi ve makine enerjisi kullanım oranı sırasıyla, %1 ve %0,001 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.13.).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde ekim ayı doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin dağılımları Şekil 4.14'de verilmiştir.

Robotik Sağım Sistemli İşletme	Otomatik Sağım Sistemli İşletme
	
	

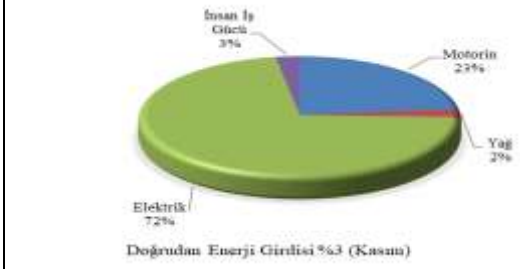
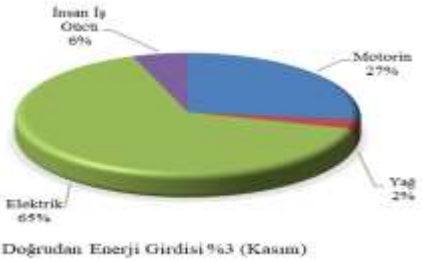
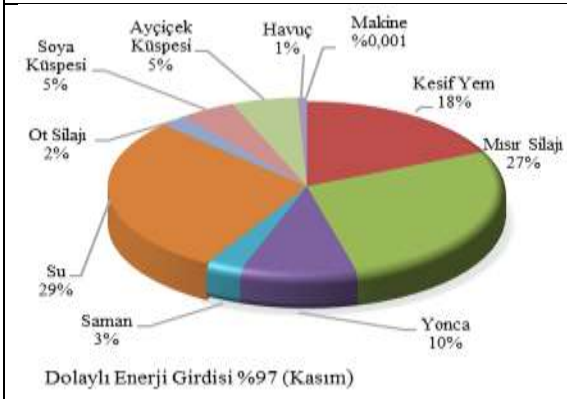
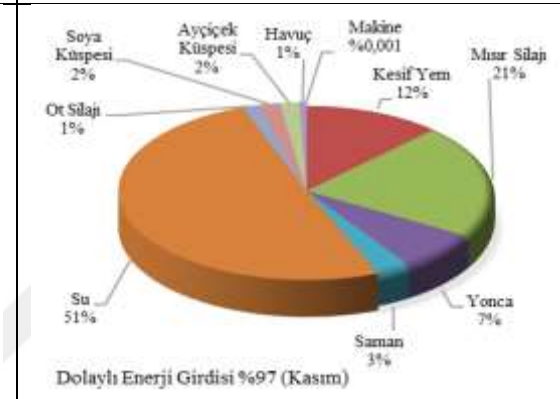
Şekil 4. 14. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin ekim ayındaki dağılımı

İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde ekim ayı için doğrudan enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı, incelenen her iki işletmede %3 olarak hesaplanmıştır. Doğrudan enerji girdileri ekim ayı için değerlendirildiğinde, en yüksek girdiyi elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Elektrik enerjisi kullanım oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %71 (316,33 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %64 (253,98 MJ/inek) olarak hesaplanmıştır. Motorin enerjisi kullanım oranı; Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %28 Robotik Sağım Sistemli İşletmede %24 olarak belirlenmiştir. İnsan iş gücü enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde %6 oranında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %3 oranında gerçekleşmiştir. Yağ enerjisi incelenen her iki işletmede %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.14.).

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde ekim ayı dolaylı enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı, her iki işletme için %96 olarak hesaplanmıştır. Dolaylı enerji girdileri ekim ayı için değerlendirildiğinde, en yüksek kullanım oranına sahip olan su enerjisinin Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %48 ve Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %28 kullanım oranına sahip

olduğu Şekil 4.14.'te görülmektedir. Mısır silajı enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %21 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %21 oranında hesaplanmıştır. Kesif yem enerjisi kullanım oranı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %18 Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %12 olarak gerçekleşmiştir. Yonca enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %10 (1240,00 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %9 (1334,64 MJ/inek) olarak hesaplanmıştır. Saman enerjisi kullanım oranının, Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde %3 olduğu görülmüştür. Ayçiçek küspesi enerji kullanımı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %5 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %2 oranında gerçekleşmiştir. Soya küspesi kullanım enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %5 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2 olarak hesaplanmıştır. Ot silajı tüketimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %2 (279,00 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %1 (194,16 MJ/inek) hesaplanmıştır. İncelenen her iki işletme için havuç enerjisi ve makine enerjisi kullanım oranları sırasıyla %1 ve %0,001 olarak belirlenmiştir.

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerin kasım ayı için doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin dağılımları Şekil 4.15'de verilmiştir.

Robotik Sağım Sistemli İşletme	Otomatik Sağım Sistemli İşletme
	
	

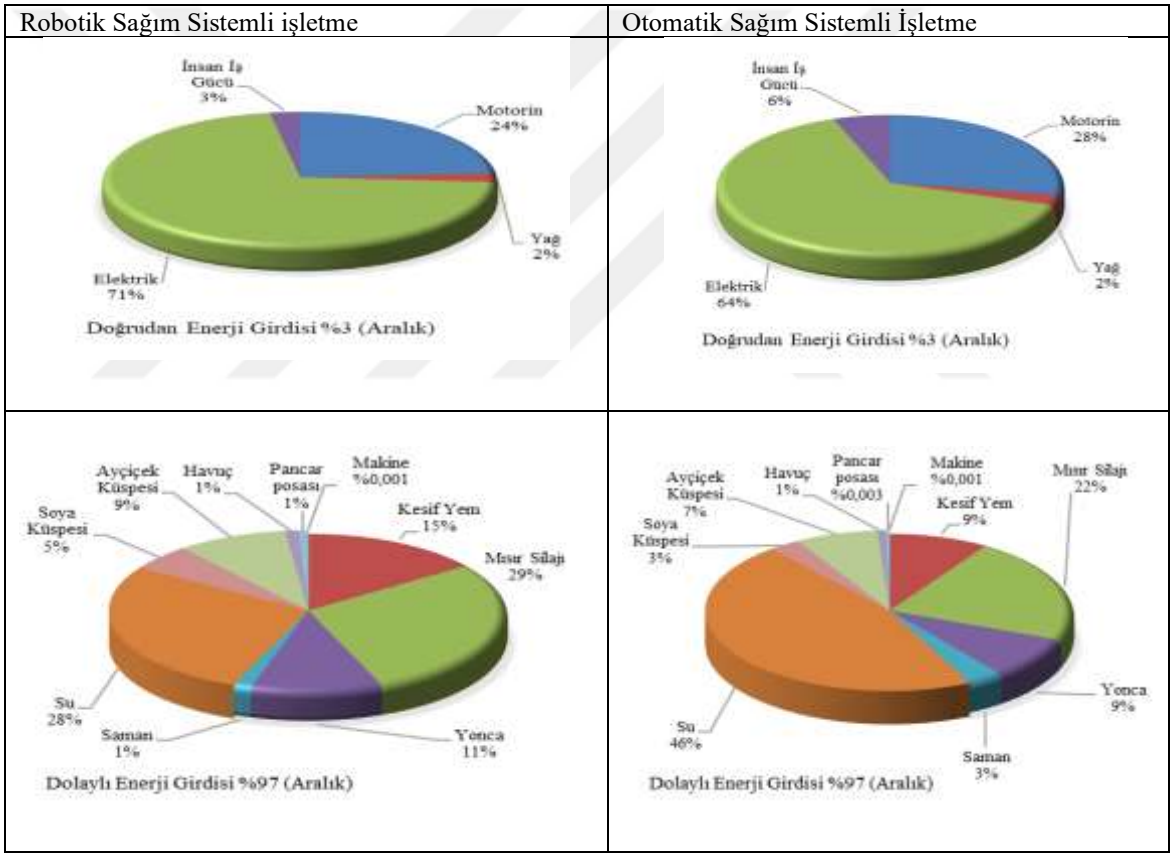
Şekil 4. 15. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin kasım ayındaki dağılımı

Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde kasım ayında hesaplanan doğrudan enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı %3'tür. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde kasım ayındaki doğrudan enerji girdileri değerlendirildiğinde; en yüksek kullanım oranına sahip olan elektrik enerjisinin Robotik Sağım Sistemli İşletmede %72 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %65 kullanım oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Motorin enerjisi kullanımı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %23 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %27 olarak gerçekleşmiştir. İnsan iş gücü enerjisi Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %6 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede %3 oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yağ enerjisi, incelenen her iki işletme için %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.15.).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde kasım ayı için hesaplanan dolaylı enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı %97 olarak hesaplanmıştır. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerin kasım ayı dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde; su enerjisi kullanımı, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %51 (7463,51 MJ/inek) iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise %29 (3629,17 MJ/inek) olarak hesaplanmıştır. Mısır silajı enerjisi tüketimi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %27 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %21 olarak belirlenmiştir. Kesif yem enerjisi oranı; Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %18 (2146,28 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise

%12 (1812,77 MJ/inek) olarak gerçekleşmiştir. Yonca enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %10 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %7 olarak hesaplanmıştır. Saman enerjisi tüketimi, incelenen her iki işletme içinde %3 oranında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayçiçek küspesi enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %5 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2 kullanım oranına sahiptir. Soya küspesi kullanım enerjisinin, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %5 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %2 oranında olduğu tespit edilmiştir. Ot silajı enerji, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %2 iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %1 olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü her iki işletme için havuç ve makine enerjisi kullanım oranları sırasıyla, %1 ve %0,001 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.15.).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerin aralık ayı doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin dağılımı Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4. 16. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin ekim ayındaki dağılımı

İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde aralık ayında doğrudan enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı %3'tür. Aralık ayındaki doğrudan enerji girdileri değerlendirildiğinde; en yüksek kullanım oranına sahip olan elektrik enerjisi tüketiminin, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %71 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %64 olduğu görülmektedir (Şekil 4.16.). Motorin enerjisi kullanım

oranının, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %28 ve Robotik Sağım Sitemli İşletmede %24 olduğu belirlenmiştir. İnsan iş gücü enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %6 iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %3 olarak hesaplanmıştır. Yağ kullanım enerjisinin incelenen her iki işletme için %2 oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16.).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde aralık ayı için dolaylı enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı %97 olarak hesaplanmıştır. Dolaylı enerji girdileri değerlendirildiğinde, su enerjisi tüketiminin %46 oranında Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ve %28 oranında ise Robotik Sağım Sistemli İşletmede olduğu belirlenmiştir. Mısır silajı enerjisinin, Robotik Sağım Sistemli İşletme için %29 (3751,00 MJ/inek), Otomatik Sağım Sistemli İşletme için ise %22 (3550,71 MJ/inek) olduğu tespit edilmiştir. Kesif yem kullanım enerjisi oranı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %15 (1983,47 MJ/inek) iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %9 (1471,68 MJ/inek) olarak hesaplanmıştır. Yonca enerjisi tüketimi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %11 ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %9 olarak hesaplanmıştır. Saman enerjisi oranı, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %1 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %3 oranında gerçekleşmiştir. Ayçiçek küspesi enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %7 oranında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise %9 oranında belirlenmiştir. Soya küspesi enerjisinin, Robotik Sağım Sistemli İşletmede %5 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %3 oranında olduğu tespit edilmiştir. Pancar posası tüketimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %1 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %0,003 oranında olduğu belirlenmiştir. İncelenen her iki işletmede makine ve havuç enerjisi tüketim oranı %1 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.16.).

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde elektrik enerjisi kullanım oranlarının aylara göre değişimi değerlendirildiğinde; Robotik Sağım Sistemli İşletmede bu oranların %70-72 aralığında değiştiği Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise %62-67 aralığında değiştiği belirlenmiştir. İşletmelerde elektrik enerjisi sağım işlemi, gübre sıyırıcıların kullanımı, yem karma makinası, kışın robotik sağım da kullanılan suyun donmaması için ısıtıcılar, diğer alet ve ekipmanlarda kullanılmaktadır. Çalışmada Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde elektrik enerjisi kullanım oranının Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde %12-15 oranında daha yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık aylara göre değişiklik göstermektedir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede tüm ayların elektrik enerjisi

kullanımının Otomatik Sağım Sistemli İşletmeye göre daha yüksek olmasındaki en büyük etken makinelerin hayvanlara 24 saat sağılma imkânı sunmakta olduğu için 24 saat aktif olarak çalışması, daha fazla sıcak suya ihtiyaç duyulması, süt soğutma sisteminin farklı olmasından (chiller soğutma) kaynaklanmaktadır.

Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerde motorin enerjisi kullanım oranının aylara göre değişimi değerlendirildiğinde; Robotik Sağım Sistemli İşletmede motorin enerjisi kullanımının %23-25 oranlarında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %27-30 oranlarında gerçekleşmektedir. Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde motorin enerjisi tüketimi, yem dağıtımı, yemin yem yoluna süpürülmesi, gübre temizliğinde ve işletmelerdeki diğer işlerde kullanılan traktörler tarafından tüketilmektedir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede Robotik Sağım Sistemli İşletmeden farklı olarak gezinti avlusunun gübre temizliğinde kullanılan traktörler motorin tüketmektedir. Ayrıca, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise mart, mayıs, temmuz ve eylül aylarındaki mazot enerjisi tüketim oranının diğer aylara göre daha yüksek olması, bu aylarda gezinti avlusunun gübre temizliğinden kaynaklanmaktadır.

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde insan iş gücü enerjisinin aylık değişimi değerlendirildiğinde; Robotik Sağım Sistemli İşletmede insan iş gücü kullanımı %3 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %5-6 oranında gerçekleşmektedir. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde aylar arasında bir farklılık olmadığı, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise aylar arasında %1 oranında bir farklılık olduğu görülmüştür. Otomatik Sağım Sistemli İşletmenin insan iş gücü kullanımının Robotik Sağım Sistemli İşletmenin iki katı olduğu tespit edilmiştir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede sağım için insan iş gücüne olan gereksinimin daha fazladır.

İncelenen işletmelerde yağ enerjisi kullanımı Robotik Sağım Sistemli İşletmede %2 oranında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede %2-3 oranlarında hesaplanmıştır. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede yağ enerjisi kullanım oranının %2-3 oranlarında hesaplanmasının nedeni, yağ enerjisinin motorin enerjisine bağlı olarak hesaplanmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede gezinti avlusunun gübre temizliğinin yapıldığı mart, mayıs, temmuz ve eylül aylarındaki yağ kullanım oranın %3 olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde dolaylı enerji girdisi olan su enerjisinin aylar arasındaki değişimi değerlendirildiğinde; su enerjisi kullanım oranının Robotik Sağım Sistemli İşletmede

%28-34 aralığında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede % 46-53 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada su kullanımının Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde Robotik Sağım Sistemli İşletmenin iki katı olduğu tespit edilmiştir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede su kullanımının düşük olması meme başı, makineler ve zemin temizliğinin robotik sistem tarafından yapılması ve çok daha az suya ihtiyaç duyulmasıyla açıklanabilir. Günümüzde su kıtlığının yaşanmaya başlamasıyla birlikte suyun ekonomik kullanımı daha da önem kazanmaktadır. Bu nedenle, insan iş gücü gereksiniminin yanı sıra su kullanımını da yarıya düşüren Robotik sistemlerin süt sığırı yetiştiriciliğinde kullanımının gelecekte daha da artacağı düşünülmektedir.

İncelenen işletmelerde dolaylı enerji girdisi olan yemlerin (mısır silajı, kesif yem, yonca ve saman) enerjilerindeki aylar arasında ve işletmeler arasındaki farklılık işletmelerdeki hayvan sayısı ve yem rasyonu uygulamalarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır.

İncelenen işletmelerde Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde soya küspesi, ayçiçek küspesi ve havuç kullanım enerjileri eylül ekim kasım ve aralık aylarında, pancar posası enerjisi ise sadece aralık ayında yem rasyonlarında uygulanmıştır. İşletmeler arasındaki ve aylar arasındaki farklılık hayvan sayısı ve yem rasyonundaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Soya küspesi, ayçiçek küspesi, havuç ve pancar posasının işletmelerin kendi yemlerini üretmeye başladıkları dönem de kullanıldığı tespit edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde makine enerjisi kullanım oranının her iki işletme için çalışma süresince %0,001 oranında olduğu belirlenmiştir.

4.2.4. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık toplam enerji girdilerinin karşılaştırılması

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi için doğrudan ve dolaylı enerji girdi değerleri ayrı ayrı hesaplanarak yıllık enerji girdisi dağılımı Çizelge 4.5. ve Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4. 5. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerin yıllık enerji girdileri

GİRDİ VE ÇIKTI	ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME		OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME	
	Mj/inek	**%**	**Mj/inek**	**%**
Motorin	1378,07	1%	1252,58	1%
Yağ	121,95	0%	110,85	0%
Elektrik	4038,33	3%	2835,12	2%
İnsan iş gücü	146,95	0%	240,54	0%
Toplam doğrudan enerji girdisi	**5685,30**	**4%**	**4439,08**	**2%**
Makine	50,43	0%	32,10	0%
Kesif yem	29178,67	20%	23809,95	14%
Mısır silajı	41983,61	28%	40376,00	22%
Yonca	17285,69	12%	16293,34	9%
Saman	2857,52	2%	3857,93	2%
Ot silajı	888,82	1%	554,28	0%
Soya küspesi	2791,52	2%	1260,92	1%
Ayçiçek küspesi	3503,59	2%	1931,87	1%
Havuç	480,06	0%	380,72	0%
Pancar posası	109,36	0%	47,44	0%
Su	43597,48	29%	89511,73	49%
Toplam dolaylı enerji girdisi	**142726,76**	96%	**178056,28**	**98%**
TOPLAM GİRDİ	148412,06		182495,37	
Süt	76636,53		66519,42	
İnek Gübresi (kg kuru madde)	3280,24		3281,41	
TOPLAM ÇIKTI	79916,77		69800,83	
Sağmal İnek sayısı	459		444	

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık enerji girdileri değerlendirildiğinde; toplam doğrudan enerji kullanımı Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 5685,30 MJ/inek (%4) iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde ise 4439,08 MJ/inek (%2) olarak belirlenmiştir. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde yıllık doğrudan enerji değerleri; 4038,33 MJ/inek ile elektrik, 1378,07 MJ/inek ile motorin,146,95 MJ/inek ile insan iş gücü, 121,95 MJ/inek ile yağ enerjisi değerinden oluşmaktadır. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde yıllık doğrudan enerji değerleri; 2835,12 MJ/inek ile elektrik, 1252,58 MJ/inek ile motorin, 240,54 MJ/inek ile insan iş gücü, 110,85 MJ/inek ile yağ enerjisi değerinden oluşmaktadır (Çizelge 4.5.).

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin verileri yıllık değerlendirildiğinde; Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde toplam dolaylı enerjisi kullanımı 142726,76 MJ/inek iken Otomatik

Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise 178056,28 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Yıllık toplam makine enerjisi kullanımı Robotik Sağım Sistemli İşletmede 50,43 MJ/inek iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 32,10 MJ/inek olduğu tespit edilmiştir. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde yıllık toplam kesif yem enerjisi 29178,67 MJ/inek iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ise 23809,95 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Yıllık toplam mısır silajı kullanım enerjisi Robotik Sağım Sistemli İşletmede 41983,61 MJ/inek değerine sahip iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 40376,00 MJ/inek değerine sahiptir. Toplam yonca kullanım enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 17285,69 MJ/inek iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise 16293,34 MJ/inek olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam saman enerjisi, 3857,93 MJ/inek değeri Otomatik Sağım Sistemli işletmeye ve 2857,52 MJ/inek değeri ise Robotik Sağım Sistemli İşletmeye aittir. Toplam ot silajı enerjisi Robotik Sağım Sistemli İşletmede 888,82 MJ/inek iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 554,28 MJ/inek olduğu belirlenmiştir. Toplam soya küspesi enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 2791,52 MJ/inek değerine sahip iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise bu değer 1260,92 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Toplam ayçiçek küspesi enerjisi Robotik Sağım Sistemli İşletmede 3503,59 MJ/inek iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 1931,87 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Yıllık toplam havuç enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletme için 480,06 MJ/inek değerine sahip iken Otomatik Sağım Sistemli İşletme için ise 380,72 MJ/inek değeri olarak hesaplanmıştır. Toplam pancar posası enerjisi, 109,36 MJ/inek değeri Robotik Sağım Sistemli İşletmede iken 47,44 MJ/inek değeri ise Otomatik Sağım Sistemli İşletmede gerçekleşmiştir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede yıllık toplam su kullanım enerjisi 89511,73 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 43597,48 MJ/inek olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde yıllık elektrik enerjisi tüketimi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin kullanımının yaklaşık iki katıdır (Çizelge 4.5.). Elektrik enerjisinin Robotik Sağım Sistemli İşletmede (4038,33 MJ/inek) daha yüksek hesaplanmasının nedeni, Robotik Sağım Sisteminin sürekli aktif kullanılması, kışın robotik sisteminin kurulu bulunduğu alanda kullanılan elektrikli ısıtıcılar ve yem hazırlamada kullanılan elektrik enerjisi tüketiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada yıllık toplam insan iş gücü kullanım enerjisi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 240,54 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (146,95 MJ/inek) daha yüksektir (Çizelge 4.5.). Otomatik Sağım Sistemli İşletmede

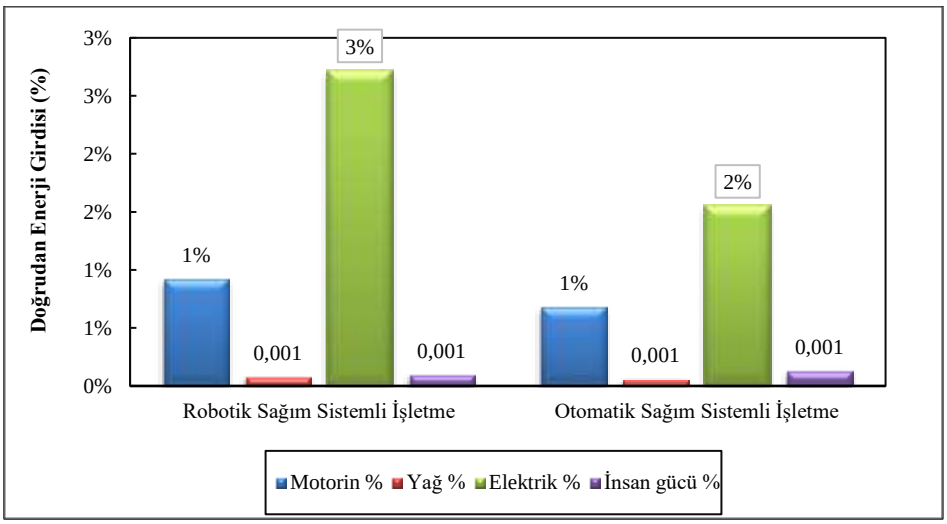
özellikle sağım işlemleri için insan gücüne olan ihtiyaç daha fazla olmaktadır. Robotik Sağım Sistemli İşletmede sağımda robotlardan faydalanıldığı gibi otomasyon üst düzeyde tutulmaktadır.

İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinin toplam yıllık doğrudan enerji kullanımı sırasıyla 5685,30 MJ/inek ve 4439,08 MJ/inek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5.). Bu farklılığın elektrik enerjisi tüketimindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde yıllık toplam dolaylı enerji kullanımı; sırasıyla 178056,28 MJ/inek ve 142726,76 MJ/inek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5.). Bu farklılık işletmelerdeki su ve yem kullanım enerjisinden kaynaklanmaktadır.

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler değerlendirildiğinde; yıllık toplam dolaylı enerji girdisinde en yüksek girdiyi yem enerjisi oluşturmakta iken yıllık toplam doğrudan enerji girdisinde ise en yüksek girdiyi elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Araştırma sonuçları literatür çalışmalarıyla (Uzal, 2013; Önal ve Uzal Seyfi, 2019; Şanlı, 2019; Şimşek, 2019; Oğuz ve Yener, 2019) benzerlik göstermektedir.

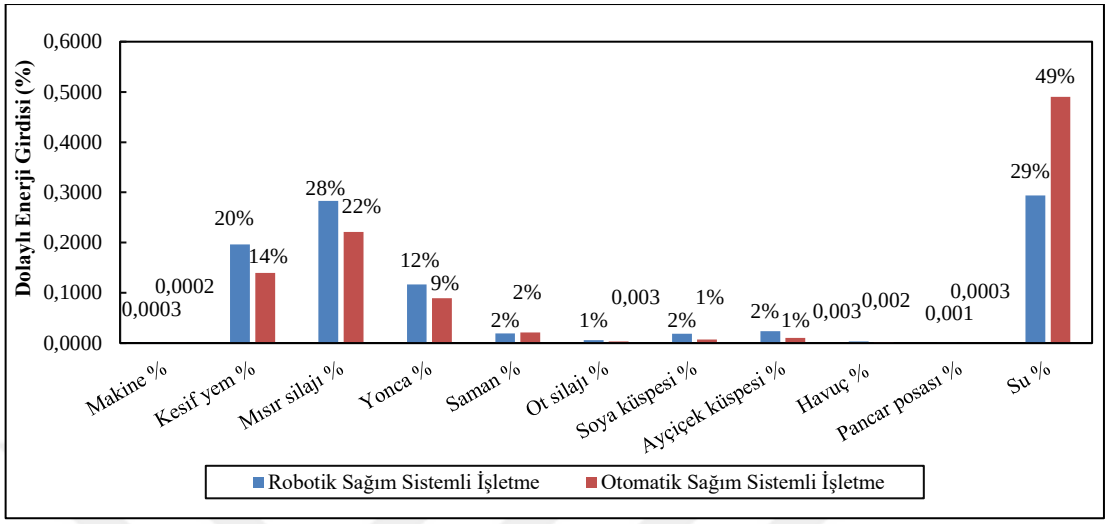
Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin toplam yıllık enerji kullanımı içerisindeki yüzde oranlarının işletmedeki dağılımı Şekil 4.17. ve Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4. 17. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki yıllık doğrudan enerji girdilerinin dağılımı

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde yıllık doğrudan enerji girdisi en yüksek elektriktir. Elektrik kullanımının ardından motorin, yağ ve insan iş gücü gelmektedir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede elektrik enerjisi

kullanımı (%3) daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 4.17.). Robotik Sağım Sistemli İşletmede elektrik enerjisi kullanımının fazla olmasının nedeni, sağım robotlarının 24 saat ineklere sağılma imkânı sunarak aktif bir şekilde çalışmasıdır.



Şekil 4. 18. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki yıllık dolaylı enerji girdilerinin dağılımı

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde yıllık toplam dolaylı enerji girdisinde en yüksek girdiyi su ve mısır silajı enerjisi oluşturmaktadır. Ardından sırayla kesif yem enerjisi, yonca enerjisi, saman enerjisi, ayçiçek küspesi enerjisi, soya küspesi enerjisi, ot silajı enerjisi, havuç enerjisi, pancar posası enerjisi ve makine enerjisi yer almaktadır. Robotik Sağım Sistemli İşletmede mısır silajı (%28), kesif yem (%20), yonca (%14) ve ot silajı tüketiminin (%1) Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Saman tüketimi Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı işletmeleri için %2 oranında hesaplanmıştır. Robotik Sağım Sistemli İşletmede soya küspesi tüketiminin (%2) ayçiçek küspesi tüketiminin (%2) havuç tüketiminin ve pancar posası tüketiminin (%0,001) Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.18.). Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler arasındaki yem tüketimi enerjisi oranlarının farklı olması işletmelerin yem rasyonu uygulamalarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Su tüketimi %49 ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (%29) daha yüksek olduğu görülmüştür. Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler arasındaki su tüketimi enerji oranlarının farklı olması işletmelerde su enerjisi; sağım işlemi, zeminin temizlenmesi, tankların temizlenmesi gibi işlemlerde kullanılmaktadır. İncelenen işletmelerde makine enerjisi en düşük dolaylı

enerji girdisine sahip olup %0,0003 oranı ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (%0,0002) daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.18.). Robotik Sağım Sistemli İşletmede makine enerjisi kullanımının yüksek olmasının nedeni, işletmenin kullandıkları traktörlerin beygir güçlerindeki farklılıktan ve makine ekipman kapasite farklılığından kaynaklanmaktadır.

4.3. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Çıktısı Yönünden Değerlendirilmesi

Araştırmada incelenen süt sığırcılığı işletmelerinin enerji çıktıları; Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji çıktısı yönünden değerlendirilmesi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji çıktısı yönünden değerlendirilmesi, Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji çıktılarının aylara göre karşılaştırılması ve Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji çıktılarının yıllık karşılaştırılması olmak üzere dört ayrı başlık altında değerlendirilmiştir.

4.3.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji çıktılarının değerlendirilmesi

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde her ay için ayrı ayrı hesaplanan enerji girdi ve çıktı (süt ve gübre) değerleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. İncelenen Robotik Sağım Sistemli İşletmenin toplam girdi ve toplam çıktı değerleri

ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME							
AYLAR	**SAĞMAL İNEK SAYISI**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**ENERJİ GİRDİSİ (MJ/İNEK)**	**SÜT ÜRETİMİ (L)**	**GÜBRE ÜRETİMİ (KG)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)**	**ENERJİ ÇIKTISI (MJ/İNEK)**
OCAK	362	4272729,38	11803,12	314216,00	336660,00	2344500,24	6476,52
ŞUBAT	421	4876001,28	11581,95	335972,00	366270,00	2508721,08	5958,96
MART	440	5350142,72	12159,41	409200,00	396000,00	3040488,00	6910,20
NİSAN	441	5244679,74	11892,70	386310,00	396900,00	2877323,4	6524,54
MAYIS	441	5461872,91	12385,20	396459,00	410130,00	2953756,26	6697,86
HAZİRAN	465	5621667,17	12089,61	397560,00	418500,00	2964128,4	6374,47
TEMMUZ	474	5481682,58	11112,77	426126,00	440820,00	3174785,64	6697,86
AĞUSTOS	470	5519921,12	11744,51	422530,00	423000,00	3143764,2	6688,86
EYLÜL	493	6567513,77	13321,53	443700,00	443700,00	3301128,00	6696,00
EKİM	510	6716258,73	13169,13	466395,00	474300,00	3472350,3	6808,53
KASIM	491	6326127,62	12884,17	441900,00	441900,00	3287736,00	6696,00
ARALIK	506	6896463,69	13629,37	486266,00	470580,00	3613113,24	7140,54

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde enerji girdisi en yüksek 13629,37 MJ/inek değeri ile aralık ayında ve enerji çıktısı en yüksek ise 7140,54 MJ/inek değeri ile aralık ayında hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında değerlendirilen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde toplam enerji girdisi 6896463,69 MJ ile en yüksek aralık ayında ve toplam enerji çıktısı 3613113,24 MJ ile en yüksek değer aralık ayında görülmektedir. İncelenen Robotik Sağım Sistemli İşletmede en yüksek süt üretim miktarı 486266,00 L ile aralık ayında en düşük süt üretim miktarı ise 314216,00 L ile ocak ayında gerçekleşmiştir. Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde gübre üretim miktarı en yüksek 474300,00 kg ile ekim ayında iken en düşük üretim ise 336660,00 kg ile ocak ayında gerçekleşmiştir. Bu durum, işletmedeki hayvan sayısından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.6).

4.3.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji çıktılarının değerlendirilmesi

Araştırmanın yürütüldüğü Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde her ay için ayrı ayrı toplam enerji girdi ve çıktı (süt ve gübre) değerleri Çizelge 4.7.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 7. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli İşletmenin toplam girdi ve toplam çıktı değerleri

OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME							
AYLAR	**SAĞMAL İNEK SAYISI**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**ENERJİ GİRDİSİ (MJ/İNEK)**	**SÜT ÜRETİMİ (L)**	**GÜBRE ÜRETİMİ (KG)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)**	**ENERJİ ÇIKTISI (MJ/İNEK)**
OCAK	486	7213627,76	14842,86	369117,00	451980,00	2771089,38	5701,83
ŞUBAT	494	7188661,61	14551,95	338884,00	451980,00	2548565,76	5159,04
MART	455	6898234,63	15160,96	352625,00	423150,00	2644687,50	5812,50
NİSAN	417	6227857,09	14934,91	312750,00	375300,00	2345625,00	5625,00
MAYIS	417	6432946,20	15426,73	329623,00	387810,00	2469851,22	5922,90
HAZİRAN	448	6782858,40	15140,31	349440,00	403200,00	2615961,60	5839,20
TEMMUZ	438	6401486,53	14615,27	346239,00	407340,00	2594348,46	5923,17
AĞUSTOS	459	6979358,80	15205,57	355725,00	413100,00	2663806,50	5803,50
EYLÜL	440	6747712,17	15335,71	343200,00	396000,00	2569248,00	5839,20
EKİM	416	6485483,74	15590,11	348192,00	396000,00	2602154,88	6255,18
KASIM	440	6742431,26	15323,71	349800,00	396000,00	2616372,00	5946,30
ARALIK	415	6938685,38	16719,72	340907,00	385950,00	2549860,98	6144,24

Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, en yüksek enerji girdisinin 16719,72 MJ/İnek ile aralık ayında ve en yüksek enerjisi çıktısının 6255,18 MJ/İnek ile ekim ayında gerçekleştiği belirlenmiştir. Araştırma kapsamında değerlendirilen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde toplam enerji girdisi değeri en yüksek 7213627,76 MJ ile ocak ayında ve toplam enerji çıktısı en yüksek 2663806,5 MJ ile ağustos ayında

hesaplanmıştır. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde en yüksek toplam süt üretimi 355725,00 L ile en yüksek ağustos ayında iken en düşük toplam süt üretimi 312750,00 L ile nisan ayında ölçülmüştür. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede gübre üretim miktarı en yüksek 451980 kg ile ocak ve şubat aylarında iken en düşük 375300 kg ile nisan ayında gerçekleşmiştir. Bu farklılığın, işletmedeki hayvan sayısındaki değişim ve aylardaki gün sayısının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.7.).

4.3.3. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji çıktılarının aylara göre karşılaştırılması

Araştırma kapsamında incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin aylık toplam enerji kullanımı ve toplam enerji üretim değerleri hesaplanarak Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

İncelenen işletmeler de ocak ayı toplam enerji girdisi Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 7213627,76 MJ iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 4272729,38 MJ olarak hesaplanmıştır. Toplam enerji üretimi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 2771089,38 MJ iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 2344500,24 MJ olarak hesaplanmıştır. Enerji girdisi değeri, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 13684,61 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 11803,12 MJ/inek olarak gerçekleşmiştir. Enerji çıktısı değeri, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 5701,83 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 6476,52 MJ/inek olarak belirlenmiştir. Süt üretim miktarı, ocak ayında Robotik Sağım Sistemli İşletmede 314216 L iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 369117 L olarak gerçekleşmiştir. Gübre üretimi Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 451980,00 kg iken Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (336660,00 kg) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8.).

Otomatik Sağım Sistemli İşletmede şubat ayı toplam enerji girdisi 7188661,61 MJ, enerji girdisi 14551,95 MJ/inek, toplam enerji çıktısı 2548565,76 MJ, enerji çıktısı 5159,04 MJ/inek, süt üretim miktarı 338884 L ve gübre üretim miktarı 451980,00 kg olarak gerçekleşmiştir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise şubat ayı için toplam enerji girdisi 4876001,28 MJ, enerji girdisi 11581,95 MJ/inek, toplam enerji çıktısı 2508721,08 MJ, enerji çıktısı 5958,96 MJ/inek, süt üretim miktarı 335972 L ve gübre üretim miktarı 366270,00 kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4. 8. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin toplam girdi ve çıktı değerleri

	ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME							OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME						
AYLAR	**SAĞMAL İNEK SAYISI**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**ENERJİ GİRDİSİ (MJ/İNEK)**	**SÜT ÜRETİMİ (L)**	**GÜBRE ÜRETİMİ (KG)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTI (MJ)**	**ENERJİ ÇIKTISI (MJ/İNEK)**	**SAĞMAL İNEK SAYISI**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**ENERJİ GİRDİSİ (MJ/İNEK)**	**SÜT ÜRETİMİ (L)**	**GÜBRE ÜRETİMİ (KG)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTI (MJ)**	**ENERJİ ÇIKTISI (MJ/İNEK)**
OCAK	362	4272729,38	11803,12	314216,00	336660,00	2344500,24	6476,52	486	7213627,76	14842,86	369117,00	451980,00	2771089,38	5701,83
ŞUBAT	421	4876001,28	11581,95	335972,00	366270,00	2508721,08	5958,96	494	7188661,61	14551,95	338884,00	451980,00	2548565,76	5159,04
MART	440	5350142,72	12159,41	409200,00	396000,00	3040488,00	6910,20	455	6898234,63	15160,96	352625,00	423150,00	2644687,50	5812,50
NİSAN	441	5244679,74	11892,70	386310,00	396900,00	2877323,40	6524,54	417	6227857,09	14934,91	312750,00	375300,00	2345625,00	5625,00
MAYIS	441	5461872,91	12385,20	396459,00	410130,00	2953756,26	6697,86	417	6432946,20	15426,73	329623,00	387810,00	2469851,22	5922,90
HAZİRAN	465	5621667,17	12089,61	397560,00	418500,00	2964128,40	6374,47	448	6782858,40	15140,31	349440,00	403200,00	2615961,60	5839,20
TEMMUZ	474	5481682,58	11112,77	426126,00	440820,00	3174785,64	6697,86	438	6401486,53	14615,27	346239,00	407340,00	2594348,46	5923,17
AĞUSTOS	470	5519921,12	11744,51	422530,00	423000,00	3143764,20	6688,86	459	6979358,80	15205,57	355725,00	413100,00	2663806,50	5803,50
EYLÜL	493	6567513,77	13321,53	443700,00	443700,00	3301128,00	6696,00	440	6747712,17	15335,71	343200,00	396000,00	2569248,00	5839,20
EKİM	510	6716258,73	13169,13	466395,00	474300,00	3472350,30	6808,53	416	6485483,74	15590,11	348192,00	396000,00	2602154,88	6255,18
KASIM	491	6326127,62	12884,17	441900,00	441900,00	3287736,00	6696,00	440	6742431,26	15323,71	349800,00	396000,00	2616372,00	5946,30
ARALIK	506	6896463,69	13629,37	486266,00	470580,00	3613113,24	7140,54	415	6938685,38	16719,72	340907,00	385950,00	2549860,98	6144,24

İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde nisan ayı 6227857,09 MJ değeri ile toplam enerji girdisi Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (5244679,74 MJ) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Enerji girdisi; 14934,91 MJ/inek değeri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (11892,70 MJ/inek) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam enerji çıktısı değerleri; Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 2345625 MJ iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 2877323,4 MJ'dür. Enerji çıktı değerleri; Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 5625 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 6524,54 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Süt üretimi nisan ayında 386310 L ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (312750 L) daha yüksek gerçekleşmiştir. Gübre miktarları; 396900,00 kg ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (375300,00 kg) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.).

Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde mayıs ayı için 6432946,20 MJ toplam enerji girdisi değeri hesaplanmış iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde bu değer 5461872,91 MJ olarak hesaplanmıştır. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde enerji girdisi değeri 15426,73 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede enerji girdisi değeri 12385,20 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Toplam enerji çıktısı değerleri, Otomatik Sağım Sistemli İşletme için 2469851,22 MJ ile Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (2953756,26 MJ) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Enerji çıktısı değerleri; Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 5922,9 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 6697,86 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Süt üretim miktarı 396459 L ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (329623 L) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gübre üretimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 410130,00 kg iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (387810,00 kg) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8.).

Araştırma kapsamında incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde haziran ayı toplam enerji girdisi değeri 6782858, 40 MJ iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 5621667,17 MJ olarak hesaplanmıştır. Enerji girdisi değeri Otomatik Sağım Sistemli İşletme için 15140,31 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi için bu değerin 12089,61 MJ/inek olduğu tespit edilmiştir. Toplam enerji çıktısı değeri Robotik Sağım Sistemli İşletmede 2964128,4 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 2615961,6 MJ/inek olarak belirlenmiştir. Enerji çıktısı değeri

Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 5839,2 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 6374,47 MJ/inek olarak gerçekleşmiştir. Süt üretimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 397560 L ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (349440 L) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Gübre üretim miktarı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 418500,00 kg ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (403200,00 kg) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8.).

İncelenen işletmeler de temmuz ayı toplam enerji girdisi Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 6401486,53 MJ iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 5481682,58 MJ olarak hesaplanmıştır. Toplam enerji üretimi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 2594348,46 MJ iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde ise 3174785,64 MJ olarak hesaplanmıştır. Enerji girdisi değeri Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 13626,85 MJ/inek ile Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (11112,77 MJ/inek) daha yüksek olarak gerçeklemiştir. Enerji çıktısı değeri, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 5923,17 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 6697,86 MJ/inek olarak belirlenmiştir. Temmuz ayında süt üretim miktarı, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 426126 L iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 346239 L olarak gerçekleşmiştir. Gübre üretimi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 407340,00 kg iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise 440820,00 kg olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8.).

Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde ağustos ayı için toplam enerji girdisi 6979358,80 MJ, enerji girdisi 13804,53 MJ/inek, toplam enerji çıktısı 2663806,5 MJ, enerji çıktısı 5803,5 MJ/inek, süt üretim miktarı 355725 L ve gübre üretim miktarı 413100,00 kg olarak gerçekleşmiştir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede ise ağustos ayı için toplam enerji girdisi 5519921,12 MJ, enerji girdisi 11744,51 MJ/inek, toplam enerji çıktısı 3143764,2 MJ, enerji çıktısı 6688,86 MJ/inek, süt üretim miktarı 422530 L ve gübre üretim miktarı 423000,00 kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8.).

Araştırma kapsamında incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde eylül ayı toplam enerji girdisi, 6747712,17 MJ ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (6567513,77 MJ) daha yüksek bulunmuştur. Enerji girdisi 15335,71 MJ/inek değeri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (13321,53 MJ/inek) daha yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Toplam enerji çıktısı, 2569248 MJ ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (3301128 MJ) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Enerji çıktısı eylül ayında 5839,2 MJ/inek değeri ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde,

Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (6696 MJ/inek) daha düşük bulunmuştur. Süt üretimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 443700 L iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 343200 L olarak tespit edilmiştir. Gübre üretimi, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 396000,00 kg iken Robotik Sağım Sistemli İşletmesinde 443700,00 kg olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8.).

İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde ekim ayı verileri değerlendirildiğinde; toplam enerji girdisi 6485483,74 MJ değeri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (6716258,73 MJ) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Ekim ayı enerji girdisi; 15590,11 MJ/inek değeri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, 13169,13 MJ/inek değeri ile Robotik Sağım Sistemli İşletmeden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam enerji çıktısı değerleri; 2602154,88 MJ değeri ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde, 3472350,3 MJ değeri ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Enerji çıktı değerleri; Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 6255,18 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 6808,53 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Süt üretimi ekim ayında Robotik Sağım Sistemli İşletmede 466395 L ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (348192 L) daha yüksek gerçekleşmiştir. Ekim ayı gübre üretim miktarları; 474300,00 kg ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (396000,00 kg) daha yüksek gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde kasım ayı enerji verileri değerlendirildiğinde; toplam enerji girdisi değeri Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 6742431,26 MJ iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 6326127,62 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde enerji girdisi değeri 15323,71 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede enerji girdisi değeri 12884,17 MJ/inek olarak hesaplanmıştır. Kasım ayı toplam enerji çıktısı değerleri, Otomatik Sağım Sistemli İşletme için 2616372 MJ iken Robotik Sağım Sistemli İşletme için ise 3287736 MJ olduğu tespit edilmiştir. Kasım ayı enerji çıktısı değerleri; Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 5946,3 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 6696 MJ/inek olarak belirlenmiştir. Kasım ayı süt üretim miktarı 441900 L değeri ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (349800 L) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kasım ayı gübre üretimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı işletmesinde

441900,00 kg iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı işletmesinde ise 396000,00 kg olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8.).

Araştırma kapsamında incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı işletmelerinde aralık ayı enerji verileri değerlendirildiğinde; toplam enerji girdisi değeri Otomatik Sağım Sistemli İşletme için 6938685,38 MJ iken Robotik Sağım Sistemli İşletme için ise 6896463,69 MJ olarak hesaplanmıştır. Aralık ayı enerji girdisi değeri Otomatik Sağım Sistemli İşletme için 16719,72 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesi için ise bu değer 13629,37 MJ/inek olduğu tespit edilmiştir. Toplam enerji çıktısı değeri Robotik Sağım Sistemli İşletmede 3613113,24 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 2549860,98 MJ/inek olduğu belirlenmiştir. Aralık ayı enerji çıktısı değeri Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 6144,24 MJ/inek değeri ile Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (7140,54 MJ/inek) düşük olarak gerçekleşmiştir. Aralık ayı süt üretimi, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 486266 L ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (340907 L) daha yüksek gerçekleşmiştir. Gübre üretim miktarının Robotik Sağım Sistemli İşletmede 470580,00 kg ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (385950,00 kg) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8.).

4.3.4. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık toplam enerji çıktılarının karşılaştırılması

Araştırma kapsamında incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji verileri yıllık olarak değerlendirilerek; toplam enerji kullanımı ve toplam enerji üretimi (süt enerjisi ve gübre enerjisi) değerleri Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık toplam enerji girdi ve çıktı değerleri

ROBOTİK ve OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİ				
İŞLETMELER	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**ENERJİ GİRDİSİ (MJ/İNEK)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)**	**ENERJİ ÇIKTISI (MJ/İNEK)**
ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME	68.335.061,00	147.773,00	36.681.794,76	79.916,77
OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME	81.039.344,00	173.537,00	30.991.571,28	69.800,83

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde toplam enerji girdisi 81.039.344,00 MJ değeri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede, toplam enerji çıktısı 36.681.794,76 MJ değeri ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede daha yüksek olduğu Çizelge 4.9.'da görülmektedir. Araştırma kapsamında incelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler enerji girdisi ve enerji çıktısı yönünden değerlendirildiğinde; Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde enerji girdisinin 173.537 MJ/inek değeri ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (147.773 MJ/inek) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 79916,77 MJ/inek değeri ile enerji çıktısı Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (69800,83 MJ/inek) daha yüksek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9.).

4.4. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Etkinlik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Araştırmada, bu başlık altında Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji etkinliği yönünden değerlendirilmesi, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji etkinliği yönünden değerlendirilmesi, Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji etkinlik parametrelerinin aylara göre karşılaştırılması ve Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji etkinlik parametrelerinin yıllık karşılaştırılması olarak dört ayrı başlık altında incelenmiştir.

4.4.1. Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji etkinlik parametrelerinin değerlendirilmesi

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde enerji etkinliği değerlendirme parametreleri olarak; Enerji Kullanım Etkinliği (EKE), Enerji Verimliliği (EV), Net Enerji Verimliliği (NEV), Süt Üretim Enerjisi (SE), Toplam Enerji

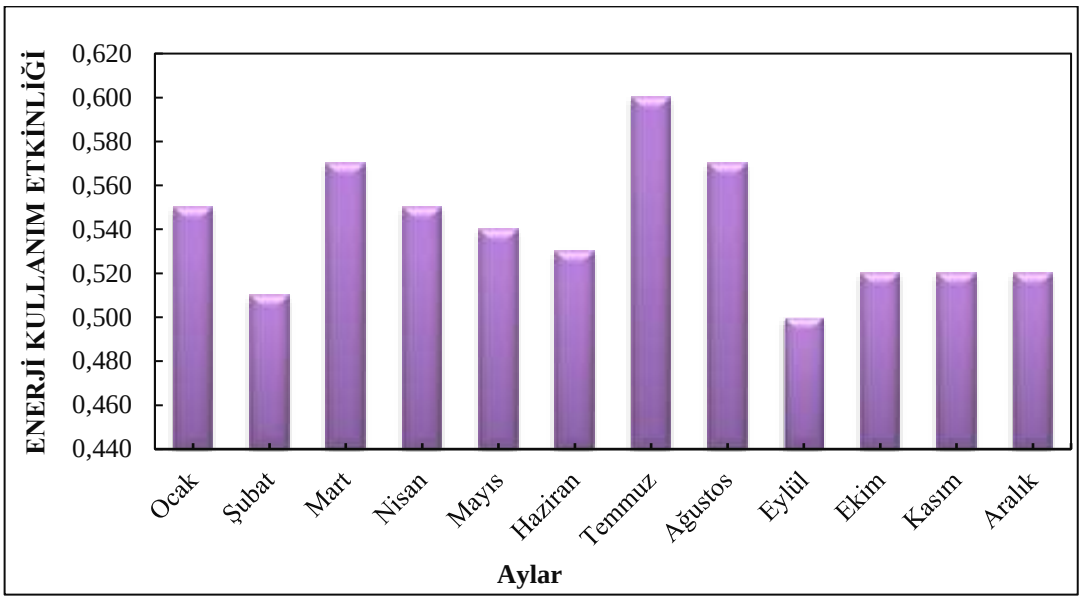
Girdisi ve Toplam Enerji Çıktısı değerleri kullanılmıştır. Enerji etkinliği değerlendirme parametreleri her ay için ayrı ayrı hesaplanarak değerleri Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Ayrıca Robotik Sağım Sistemli İşletmede EKE, EV, SE ve NEV değerlerinin aylara göre dağılımları Şekil 4.19- Şekil 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4. 10. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin EKE, EV, NEV, SE, Toplam Enerji Girdisi ve Toplam Enerji Çıktısı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMESİ						
AYLAR	**ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ (EKE)**	**ENERJİ VERİMLİLİĞİ (EV) (L/100 MJ)**	**SÜT ÜRETİM ENERJİSİ (SE) (MJ/L)**	**NET ENERJİ VERİMLİLİĞİ (NEV) (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)**
OCAK	0,55	7,35	13,60	-1928255,10	4.272.729,38	2.344.500,24
ŞUBAT	0,51	6,89	14,51	-2367303,65	4.876.001,28	2.508.721,08
MART	0,57	7,65	13,07	-2309680,69	5.350.142,72	3.040.488,00
NİSAN	0,55	7,37	13,58	-2367381,47	5.244.679,74	2.877.323,40
MAYIS	0,54	7,26	13,78	-2508142,62	5.461.872,91	2.953.756,26
HAZİRAN	0,53	7,07	14,14	-2657563,90	5.621.667,17	2.964.128,40
TEMMUZ	0,60	8,09	12,36	-2092692,03	5.481.682,58	3.174.785,64
AĞUSTOS	0,57	7,66	13,06	-2376182,89	5.519.921,12	3.143.764,20
EYLÜL	0,50	6,76	14,80	-3266410,90	6.567.513,77	3.301.128,00
EKİM	0,52	6,94	14,40	-3243934,40	6.716.258,73	3.472.350,30
KASIM	0,52	6,99	14,32	-3038416,74	6.326.127,62	3.287.736,00
ARALIK	0,52	7,05	14,18	-3283376,42	6.896.463,69	3.613.113,24

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde Enerji Kullanım Etkinliği (EKE) değeri en yüksek 0,60 ile temmuz ayında hesaplanmış iken en düşük 0,50 ile eylül ayında hesaplanmıştır (Çizelge 4.10.). Önal ve Uzal Seyfi (2019) Konya Şeker A.Ş. bünyesindeki serbest duraklı barınaklara sahip Çumpaş süt çiftliği ile serbest sistemli barınaklara sahip Şekersüt süt çiftliklerinin yıllık enerji verimliliğini değerlendirdikleri çalışmada; Çumpaş'ın Şekersüt'ten daha yüksek EKE değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Çumpaş Süt Çiftliği için EKE değerini 0,16 olarak tespit ettiğini ifade etmişlerdir.

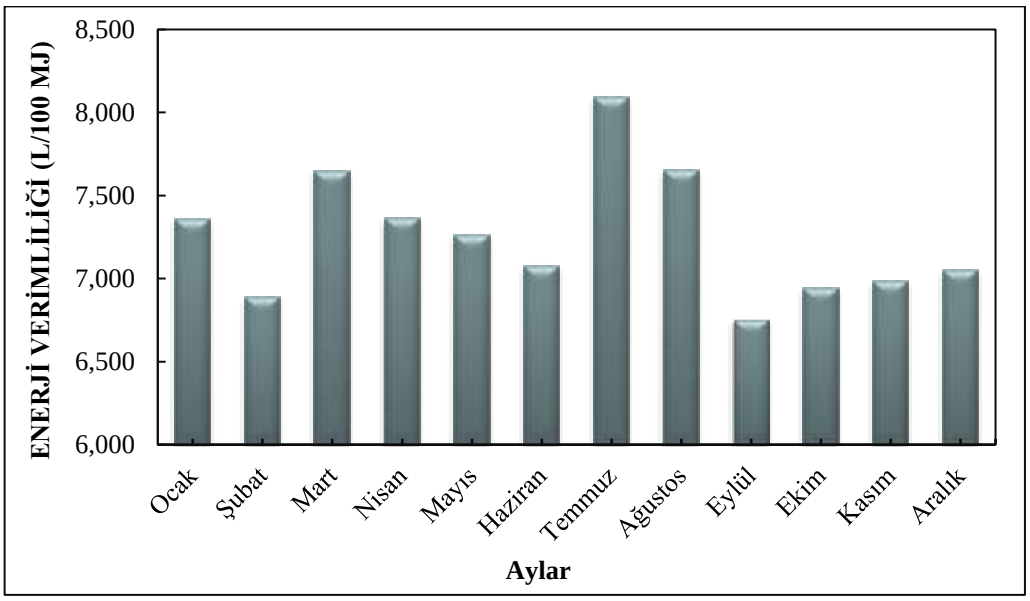
Araştırma verileri incelendiğinde; işletmede yem rasyonu uygulamalarındaki farklılığa bağlı olarak enerji kullanım etkinliğinin değiştiği tespit edilmiştir. İşletmede, temmuz ayı yem rasyonunda samanın kullanılmadığı belirlenmiştir. Uzal (2013) farklı sistemlerdeki süt sığırı işletmelerinin yıllık enerji verimliliğini karşılaştırdığı çalışmasında yıllık EKE değerini serbest duraklı barınaklı süt sığırı işletmelerinde 0,16 olarak bildirmiştir.



Şekil 4. 19. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Enerji Kullanım Etkinliğinin aylara göre dağılımı

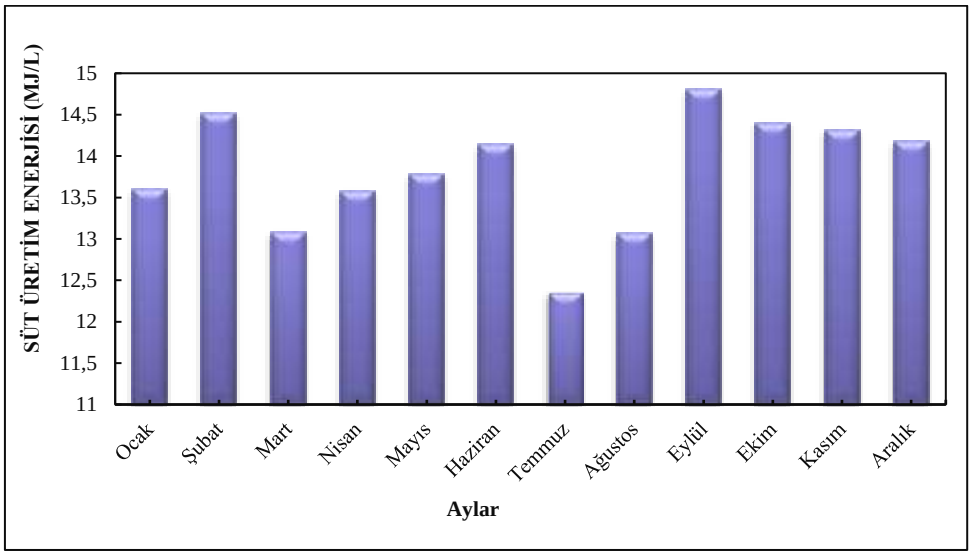
İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde hesaplanan aylık EKE değerleri, Uzal (2013) tarafından bildirilen EKE değerlerine benzerlik göstermektedir. Araştırmada en yüksek EKE değeri temmuz ayında 0,60 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.19.).

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde Enerji Verimliliği (EV) en yüksek 8,09 L/100 MJ ile temmuz ayında iken en düşük 6,76 L/100 MJ ile eylül ayında gerçekleşmiştir (Şekil 4.20.). Önal ve Uzal Seyfi (2019) çalışmalarında EV değerini serbest duraklı barınaklı Çumpaş süt çiftliği için 5,2 L/100 MJ olarak tespit ettiklerini ifade etmişlerdir. Uzal (2013 serbest duraklı barınaklı süt çiftliği için yıllık EV'i 5,4 L/100 MJ olarak bildirmektedir. Araştırmada elde edilen değerler literatür bildirilerinin üzerinde bulunmuştur. Bu durum, Robotik Sağım Sistemli İşletmenin enerjiyi verimli kullandığını göstermektedir.



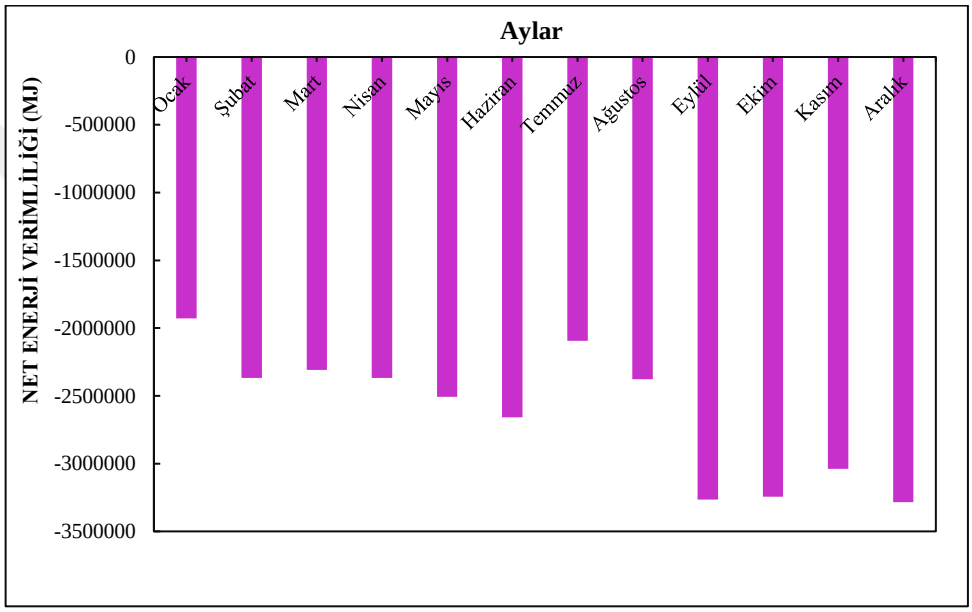
Şekil 4. 20. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Enerji Verimliliğinin aylara göre dağılımı

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde Süt Üretim Enerjisi (SE) (MJ/L) 14,80 MJ/L değeri ile en yüksek eylül ayında hesaplanmış iken, 12,36 MJ/L değeri ile en düşük temmuz ayında hesaplanmıştır (Çizelge 4.10; Şekil 4.21.). Önal ve Uzal Seyfi (2019) yaptıkları çalışmada SE değerini serbest duraklı süt sığırı işletmesi için 19,2 MJ/L ve serbest sistemli süt sığırı işletmesi için 27,4 MJ/L olarak bildirmişlerdir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede hesaplanan aylık süt üretim enerjisi değerlerinin tamamı literatür bildirilerinin altında bulunmuştur. Bu durum, Robotik Sağım Sistemli İşletmenin enerjiyi daha etkili kullandığını göstermektedir.



Şekil 4. 21. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Süt Üretim Enerjisinin aylara göre dağılımı

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde ayların tümünde NEV değeri negatif çıkmıştır (Çizelge 4.10.). Toplam çıktı enerjisinin toplam girdi enerjisinden düşük değerde olması anlamına gelmektedir. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde Net Enerji Verimliliği (NEV) (MJ) en yüksek -1928255,10 MJ değeri ile ocak ayında iken en düşük -3283376,42 MJ değeri ile aralık ayında olduğu görülmektedir (Şekil 4.22.). Önal ve Uzal Seyfi (2019) çalışmalarında serbest duraklı Çumpaş Süt Çiftliği için NEV değerini -47005640,41 MJ olarak hesapladıklarını ifade etmişlerdir.



Şekil 4. 22. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Süt Üretim Enerjisinin aylara göre dağılımı

Literatür çalışmaları ile araştırmamızda çıkan NEV değerleri karşılaştırıldığın da sonuçların düşük olduğu tespit edilmiştir. Süt sığırı yetiştiriciliği yapan işletmeler için, bu değerlerin negatifliğini ortadan kaldırmak enerjiyi daha etkin kullanmakla mümkün olacaktır.

4.4.2. Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin enerji etkinlik parametrelerinin değerlendirilmesi

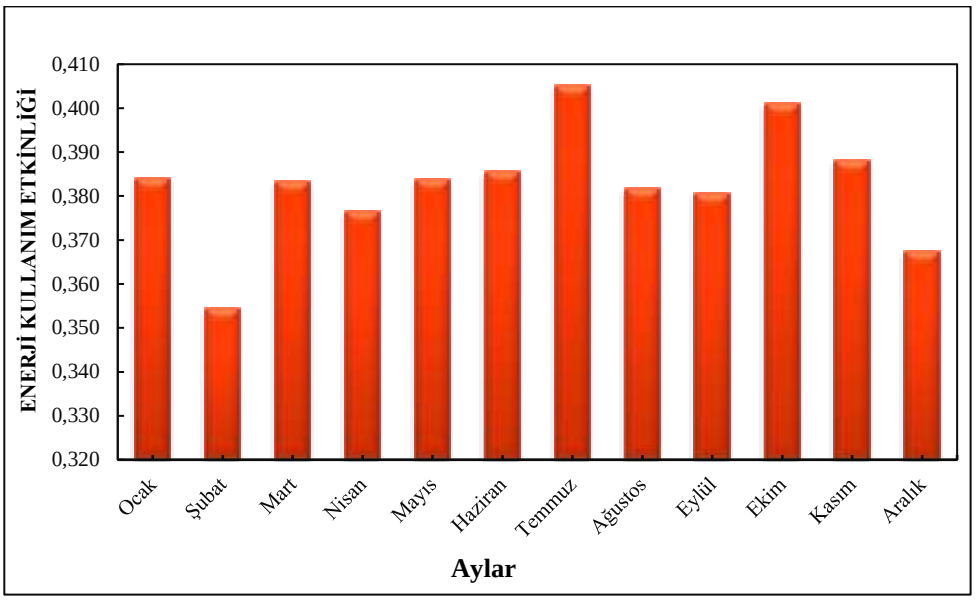
Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde enerji etkinlik parametreleri olarak; Enerji Kullanım Etkinliği (EKE), Enerji Verimliliği (EV), Net Enerji Verimliliği (NEV), Süt Üretim Enerjisi (SE), Toplam Enerji Girdisi ve Toplam Enerji Çıktısı değerleri kullanılmıştır. Enerji etkinlik parametreleri her ay için

ayrı ayrı hesaplanarak değerleri Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Ayrıca Otomatik Sağım Sistemli İşletmede EKE, EV, SE ve NEV değerlerinin aylara göre dağılımları Şekil 4.23- Şekil 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4. 11. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin EKE, EV, NEV, SE, Toplam Enerji Girdisi ve Toplam Enerji Çıktısı Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

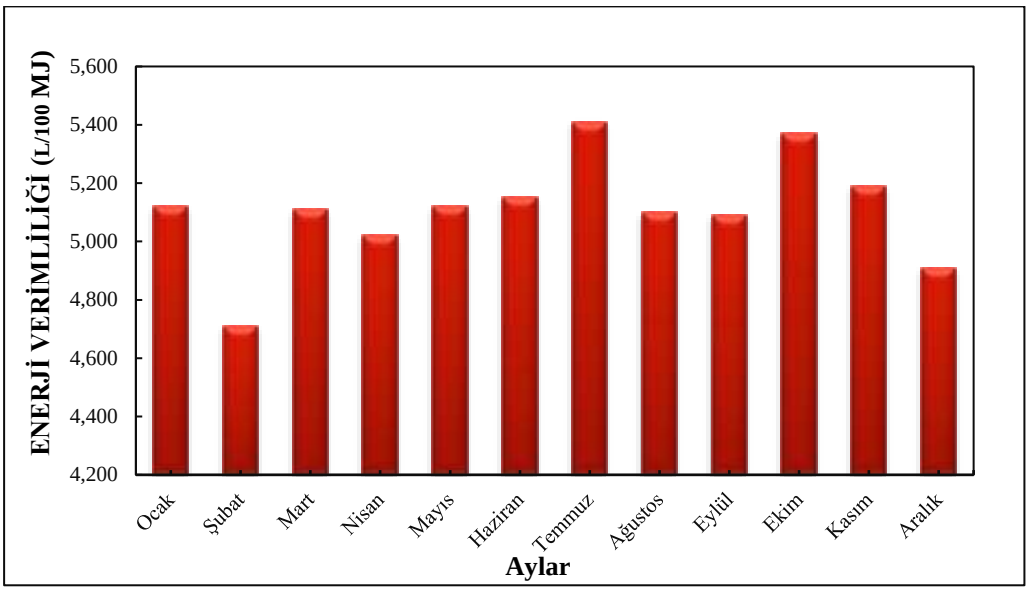
OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMESİ						
AYLAR	**ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ (EKE)**	**ENERJİ VERİMLİLİĞİ (EV) (L/100 MJ)**	**SÜT ÜRETİM ENERJİSİ (SE) (MJ/L)**	**NET ENERJİ VERİMLİLİĞİ (NEV) (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)**
OCAK	0,38	5,12	19,54	-4.442.541,38	7.213.630,76	2.771.089,38
ŞUBAT	0,35	4,71	21,21	-4.640.095,85	7.188.661,61	2.548.565,76
MART	0,38	5,11	19,56	-4.253.547,12	6.898.234,62	2.644.687,50
NİSAN	0,38	5,02	19,91	-3.882.232,08	6.227.857,08	2.345.625,00
MAYIS	0,38	5,12	19,52	-3.963.094,98	6.432.946,20	2.469.851,22
HAZİRAN	0,39	5,15	19,41	-4.166.896,80	6.782.858,40	2.615.961,60
TEMMUZ	0,41	5,41	18,49	-3.807.138,08	6.401.486,54	2.594.348,46
AĞUSTOS	0,38	5,10	19,62	-4.315.552,30	6.979.358,80	2.663.806,50
EYLÜL	0,38	5,09	19,66	-4.178.464,17	6.747.712,17	2.569.248,00
EKİM	0,40	5,37	18,63	-3.883.328,86	6.485.483,74	2.602.154,88
KASIM	0,39	5,19	19,28	-4.126.059,26	6.742.431,26	2.616.372,00
ARALIK	0,37	4,91	20,35	-4.388.824,41	6.938.685,39	2.549.860,98

Çalışmanın yürütüldüğü Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde EKE (Enerji Kullanım Etkinliği) değeri en yüksek 0,41 ile temmuz ayında hesaplanmış iken en düşük 0,35 ile şubat ayında hesaplanmıştır (Çizelge 4.11.). Uzal (2013) farklı barınak planlama sistemlerine sahip süt sığırcılığı işletmelerinin enerji verimliliğini karşılaştırdığı çalışmasında EKE değerini serbest sistem barınaklı süt sığırı işletmesinde 0,12 olarak hesapladığını bildirmiştir. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde aylık EKE değerlerinin Uzal (2013) çalışmasındaki değerin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Bun durumda araştırmanın yapıldığı süreçte yıl boyu yem üretiminin aynı olmaması ve eylül ayından sonra işletmenin kendisinin yem üretmeye başlaması, işletmenin bu bölümündeki ineklerin robotik bölüme göre daha düşük süt verimine sahip olması etkili olmaktadır.



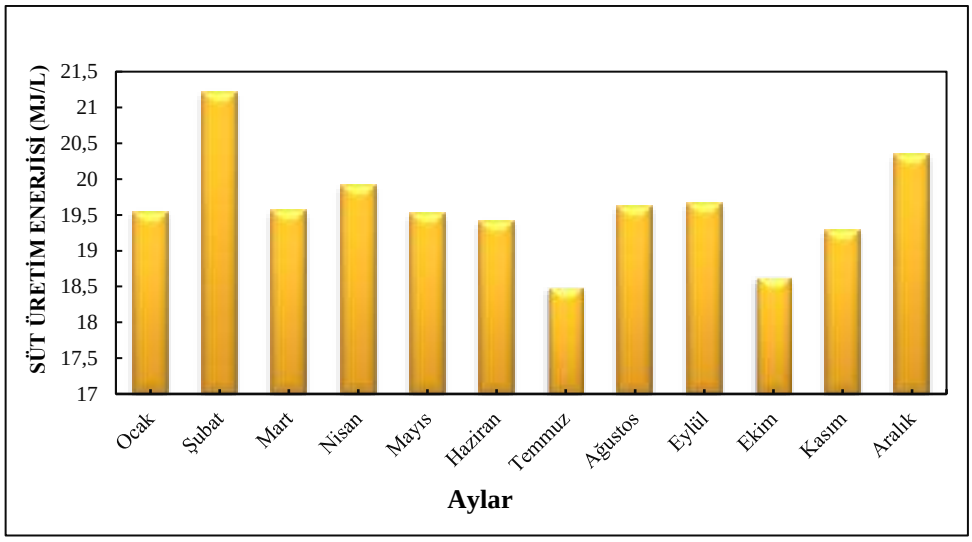
Şekil 4. 23. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Enerji Kullanım Etkinliğinin aylara göre dağılımı

İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde EV (Enerji Verimliliği) (L/100 MJ) değeri en yüksek 5,41 L/100 MJ ile temmuz ayında iken en düşük 4,71 L/100 MJ ile şubat ayında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.24.). Koskamp ve ark. (2000) EV değerini 30 L/100 MJ olarak hesaplandığını bildirmektedirler. Önal ve Uzal Seyfi (2019) EV değerini 5,2 L/100 MJ olarak tespit ettiklerini ifade etmişlerdir. Uzal (2013) serbest duraklı süt sığırı için EV'i 5,4 L/100 MJ olarak bildirmektedir. Otomatik Sağımlı Süt Sığırcılığı İşletmesinde hesaplanan EV değerleri, Türkiye'de yapılan çalışmalara benzerlik göstermekle birlikte bazı aylar (Şubat gibi) verilen değerlerinde altında hesaplanmıştır.



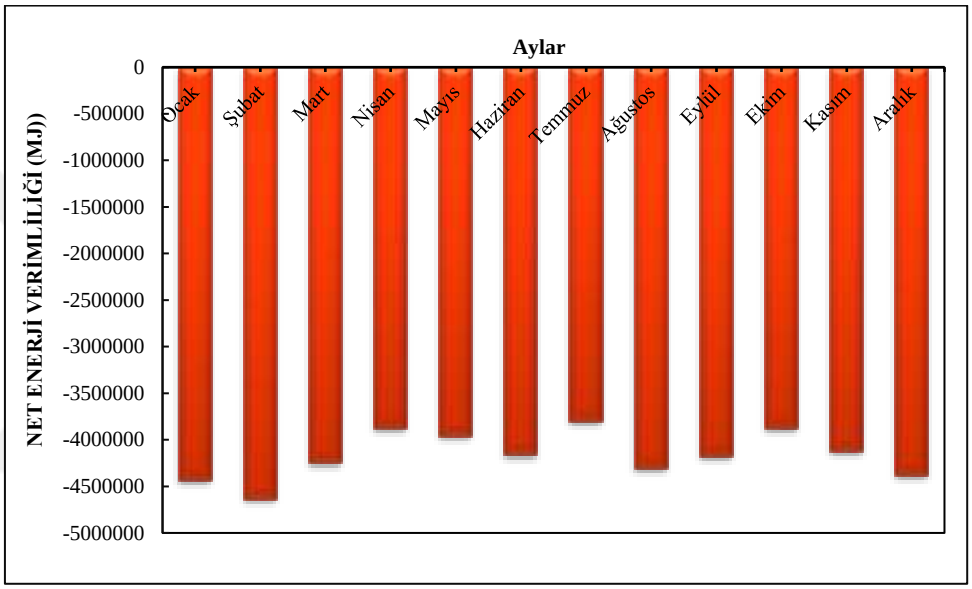
Şekil 4. 24. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Enerji Verimliliğinin aylara göre dağılımı

Araştırmanın yürütüldüğü Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde SE (Süt Üretim Enerjisi) (MJ/L) değeri en yüksek 21,21 MJ/L ile şubat ayında hesaplanmış iken en düşük değeri 18,49 MJ/L ile temmuz ayında hesaplanmıştır (Çizelge 4.11.). Önal ve Uzal Seyfi (2019) Şekersüt A.Ş'de yaptıkları çalışmada serbest sistemli işletmenin SE değerini 27,4 MJ/L olarak bildirmişlerdir. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde hesaplanan SE değerlerinin literatür bildirilerinin altında olduğu görülmektedir (Şekil 4.25.). Bu durum, İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinin profesyonel düzeyde yürütüldüğünü ve enerjinin daha etkin kullanıldığını göstermektedir.



Şekil 4. 25. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Süt Üretim Enerjisinin aylara göre dağılımı

Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ayların tümünde NEV değerleri negatif çıkmıştır (Çizelge 4.11.). Toplam çıktı enerjisinin toplam girdi enerjisinden düşük değerde olduğunu göstermektedir. Araştırmada incelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde NEV (Net Enerji Verimliği) (MJ) değeri en yüksek -3807138,08 MJ ile temmuz ayında iken en düşük NEV değeri -4640095,85 MJ ile şubat ayında hesaplanmıştır (Şekil 4.26.). Önal ve Uzal Seyfi (2019) serbest sistemli Şekersüt A.Ş.'de çalışmasında NEV değerini -236.725.006,50 MJ olarak bildirmişlerdir. Literatürdeki çalışmalar ışığında çalışmada çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında, NEV değerleri benzerlik göstermektedir.



Şekil 4. 26. İncelenen Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinin Süt Üretim Enerjisinin dağılımı

4.4.3. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin enerji etkinlik parametrelerinin aylara göre karşılaştırılması

Araştırma kapsamında incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin aylık enerji etkinlik değerleri hesaplanarak Çizelge 4.12. de verilmiştir.

Çizelge 4. 12. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin EKE, EV, NEV, SE, Toplam Enerji Girdisi ve Toplam Enerji Çıktısı Değerleri

	ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRI İŞLETMESİ						OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ SÜT SIĞIRI İŞLETMESİ					
AYLAR	**ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ (EKE)**	**ENERJİ VERİMLİLİĞİ (EV) (L/100 MJ)**	**SÜT ÜRETİM ENERJİSİ (SE) (MJ/L)**	**NET ENERJİ VERİMLİLİĞİ (NEV) (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)**	**ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ (EKE)**	**ENERJİ VERİMLİLİĞİ (EV) (L/100 MJ)**	**SÜT ÜRETİM ENERJİSİ (SE) (MJ/L)**	**NET ENERJİ VERİMLİLİĞİ (NEV) (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)**	**TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)**
OCAK	0,55	7,35	13,60	-1.928.255,10	4.272.729,38	2.344.500,24	0,38	5,12	19,54	-4.442.541,38	7.213.630,76	2.771.089,38
ŞUBAT	0,51	6,89	14,51	-2.367.303,65	4.876.001,28	2.508.721,08	0,35	4,71	21,21	-4.640.095,85	7.188.661,61	2.548.565,76
MART	0,57	7,65	13,07	-2.309.680,69	5.350.142,72	3.040.488,00	0,38	5,11	19,56	-4.253.547,12	6.898.234,62	2.644.687,50
NİSAN	0,55	7,37	13,58	-2.367.381,47	5.244.679,74	2.877.323,40	0,38	5,02	19,91	-3.882.232,08	6.227.857,08	2.345.625,00
MAYIS	0,54	7,26	13,78	-2.508.142,62	5.461.872,91	2.953.756,26	0,38	5,12	19,52	-3.963.094,98	6.432.946,20	2.469.851,22
HAZİRAN	0,53	7,07	14,14	-2.657.563,89	5.621.667,17	2.964.128,40	0,39	5,15	19,41	-4.166.896,80	6.782.858,40	2.615.961,60
TEMMUZ	0,60	8,09	12,36	-2.092.692,03	5.481.682,58	3.174.785,64	0,41	5,41	18,49	-3.807.138,08	6.401.486,54	2.594.348,46
AĞUSTOS	0,57	7,66	13,06	-2.376.182,89	5.519.921,12	3.143.764,20	0,38	5,10	19,62	-4.315.552,30	6.979.358,80	2.663.806,50
EYLÜL	0,50	6,76	14,80	-3.266.410,90	6.567.513,77	3.301.128,00	0,38	5,09	19,66	-4.178.464,17	6.747.712,17	2.569.248,00
EKİM	0,52	6,94	14,40	-3.243.934,39	6.716.258,73	3.472.350,30	0,40	5,37	18,63	-3.883.328,86	6.485.483,74	2.602.154,88
KASIM	0,52	6,99	14,32	-3.038.416,74	6.326.127,62	3.287.736,00	0,39	5,19	19,28	-4.126.059,26	6.742.431,26	2.616.372,00
ARALIK	0,52	7,05	14,18	-3.283.376,42	6.896.463,69	3.613.113,24	0,37	4,91	20,35	-4.388.824,41	6.938.685,39	2.549.860,98

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerin ocak ayı enerji etkinlik parametreleri değerlendirildiğinde; EKE değeri 0,55 ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (0,38) daha yüksek bulunmuştur. EV değeri, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 7,35 L/100 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 5,12 L/100 MJ olarak hesaplanmıştır. SE değeri, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde 19,54 MJ/L iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 13,60 MJ/L olduğu tespit edilmiştir. NEV değeri; -1928255,10 MJ ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (-4442541,38 MJ) daha yüksek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.12.).

İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde şubat ayı enerji etkinlik parametreleri değerlendirildiğinde; Robotik Sağım Sistemli İşletmenin 0,51 EKE ve 6,89 L/100 MJ EV değerleri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (0,35 ve 4,71 L/100 MJ) daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. SE değeri, 21,21 MJ/L ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (14,51 MJ/L) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. NEV değeri, Robotik Sağım Sistemli İşletmede -2367303,65 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede -4640095,85 MJ hesaplanmıştır (Çizelge 4.12.).

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde mart ayı enerji etkinlik parametreleri değerlendirildiğinde; Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi için bu değerler; EKE:0,38, EV:5,11 L/100 MJ, SE:19,56 MJ/L, NEV:-4253547,12 MJ olarak hesaplanır iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde enerji etkinlik parametreleri değerleri; EKE:0,57, EV:6,89 L/100 MJ, SE:13,07 MJ/L, NEV: -2309680,69 MJ olarak hesaplanmıştır (Çizelge4.12.).

Araştırmada incelenen işletmelerin nisan ayı enerji etkinlik parametreleri değerlendirildiğinde; Robotik Sağım Sistemli İşletmede EKE değeri 0,55 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede EKE değeri 0,38 olarak belirlenmiştir. Enerji Verimliliği (EV) değeri; 7,37 L/100 MJ ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (5,02 L/100 MJ) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Süt Üretim Enerjisi:19,91 MJ/L ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde, Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (13,58 MJ/L) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. NEV değeri -2367381,47 MJ ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (-3882232,08 MJ) daha yüksek olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.12.).

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde mayıs ayı enerji etkinlik parametreleri değerlendirildiğinde, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 0,38 EKE ve 7,26 L/100 MJ EV değerleri ile Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (0,54 ve 5,12 L/100 MJ) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede SE değeri 19,52 MJ/L iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede SE değeri 13,78 MJ/L olarak hesaplanmıştır. Robotik Sağım Sistemli İşletmede NEV -3963094,98 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede NEV -2508142,62 MJ tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

İncelenen işletmelerde haziran ayı enerji etkinlik parametrelerinin; Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde (EKE: 0,53, EV: 7,07 L/100 MJ, SE: 14,14 MJ/L, NEV: -2657563,89 MJ) Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (EKE: 0,39, EV:5,15 L/100 MJ, SE: 19,41 MJ/L, NEV:-4166896,80 MJ) daha avantajlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge4.12.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde temmuz ayı için EKE 0,60 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede bu değer 0,41 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.12.). Robotik Sağım Sistemli İşletmede EV değeri 8,09 L/100 MJ ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı işletmesinden (5,41 L/100 MJ) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. SE değerinin; 18,49 MJ/L ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı işletmesinden (12,36 MJ/L) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. NEV Robotik Sağım Sistemli İşletmede -2092692,03 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde -3807138,08 MJ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.12.).

İncelenen İşletmelerde ağustos ayı EKE değeri, 0,57 ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (0,38) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. EV, 7,66 L/100 MJ değeri ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (5,10 L/100 MJ) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. SE değerinin; 19,62 MJ/L ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (13,06 MJ/L) daha yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. NEV değerinin, Robotik Sağım Sistemli İşletmede -2376182,89 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede -4315552,30 MJ olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerde eylül ayı için Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde: EKE; 0,50 EV; 6,76 L/100 MJ, SE; 14,8 MJ/L, NEV: -3266410,90 MJ olarak hesaplanırken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı

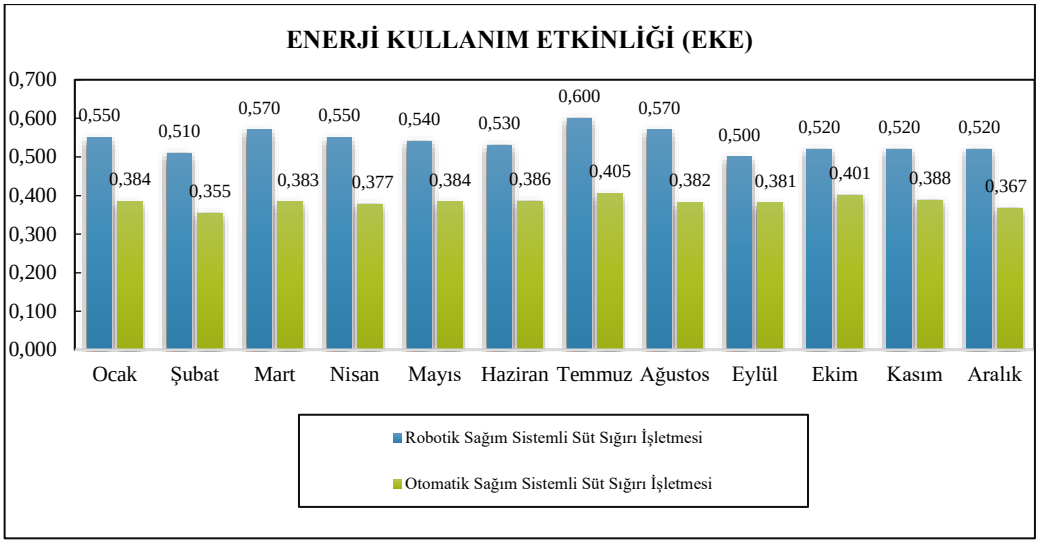
İşletmesinde bu değerler: EKE ;0,38 EV; 5,09 L/100 MJ, SE: 19,66 MJ/L, NEV; -4178464,17 MJ olarak hesaplanmıştır (Çizelge4.12.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde ekim ayı verileri değerlendirildiğinde: 0,52 EKE değeri ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede Enerji Kullanım Etkinliğinin Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (0,40) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Enerji Verimliliği (EV): 6,94 L/100 MJ ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinden (5,37 L/100 MJ) daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Süt Üretim Enerjisi (SE):14,4 MJ/L ile Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde, Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (18,63 MJ/L)SE daha düşük hesaplanmıştır. Net Enerji Verimliliği (NEV): -3243934,39 MJ ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (-3883328,86) daha yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesi ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde kasım ayı enerji etkinlik parametreleri değerlendirildiğinde; Enerji Kullanım Etkinliği, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 0,52 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 0,39 olarak hesaplanmıştır. Enerji Verimliliği, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 6,99 L/100 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 5,19 L/100 MJ olarak hesaplanmıştır. Süt Üretim Enerjisi, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 14,32 MJ/L iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 19,28 MJ/L hesaplanmıştır. Net Enerji Verimliliği, Robotik Sağım Sistemli İşletmede -3038416,74 MJ ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (-4126059,26 MJ) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde aralık ayı enerji etkinlik parametreleri değerlendirildiğinde; Robotik Sağım Sistemli İşletmede 0,52 EKE ve 7,05 L/100 MJ EV değerleri ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (0,37 EKE ve 4,91 L/100 MJ EV) daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Süt Üretim Enerjisi (SE): 14,18 MJ/L ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede, Otomatik Sağım Sistemli İşletmeden (20,35 MJ/L) daha düşük hesaplanmıştır. NEV: -3283376,42 MJ ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (-4388824,41 MJ) daha yüksek hesaplanmıştır (Çizelge 4.12.).

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Etkinliğinin aylara göre değişimi Şekil 4.27.'de verilmiştir.



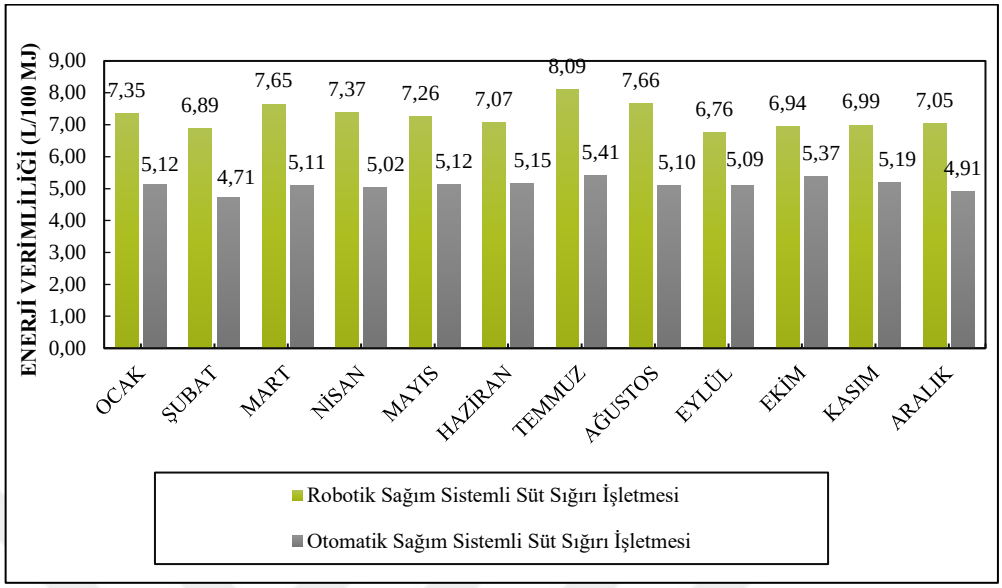
Şekil 4. 27. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin Enerji Kullanım Etkinliğinin aylara göre dağılımı

Araştırmada incelenen işletmelerde EKE değeri en yüksek, Robotik Sağım Sistemli İşletmede (0,60) temmuz ayında iken, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede (0,41) temmuz ayında hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde EKE değeri en düşük, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 0,35 ile şubat ayında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 0,50 ile eylül ayında hesaplanmıştır (Şekil 4.27.). Şimşek (2019) Konya koşullarında serbest sistem barınaklı süt sığırı işletmelerinde yapmış olduğu çalışmasında EKE değerini II. grupta 0,1571 (50-99 baş) ve III. grupta 0,1129 (100-150 baş) olarak hesapladığını bildirmektedir.

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde EKE değeri her iki işletme içinde en yüksek temmuz ayında hesaplanmıştır. İşletmelerin temmuz ayında yem rasyonunda saman enerjisini kullanmadıkları görülmüştür.

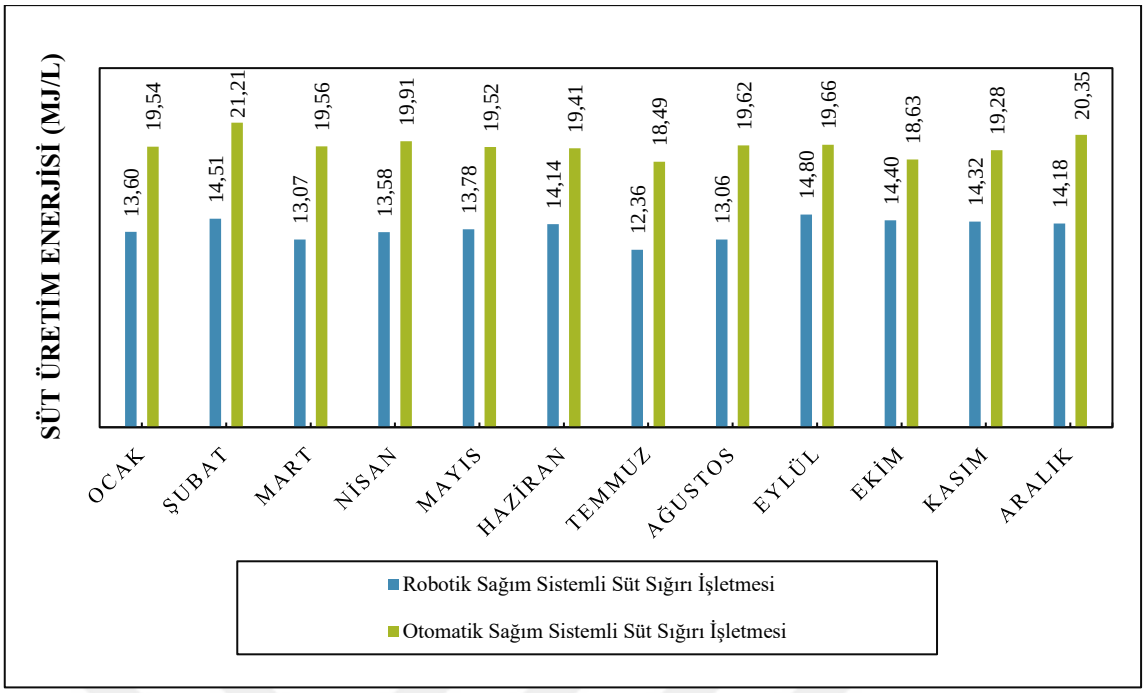
Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Verimliliğinin aylara göre değişimi Şekil 4.28.'de verilmiştir. Araştırmada incelenen işletmelerde EV değeri en yüksek temmuz ayında; Robotik Sağım Sistemli İşletmede 8,09 L/100 MJ ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 5,41 L/100 MJ olarak hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde EV değeri, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 4,71 L/100 MJ ile en düşük şubat ayında hesaplanırken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 6,76 L/100 MJ ile eylül ayında hesaplanmıştır (Şekil 4.28.) Şanlı (2019) Konya yöresindeki serbest duraklı barınağa sahip süt sığırı işletmelerinde

EV değerini en yüksek V. Grupta 11,02 L/100 MJ (200< baş) ve en düşük I. grupta 3,14 L/100 MJ (< 50 baş) olarak bildirmektedir.



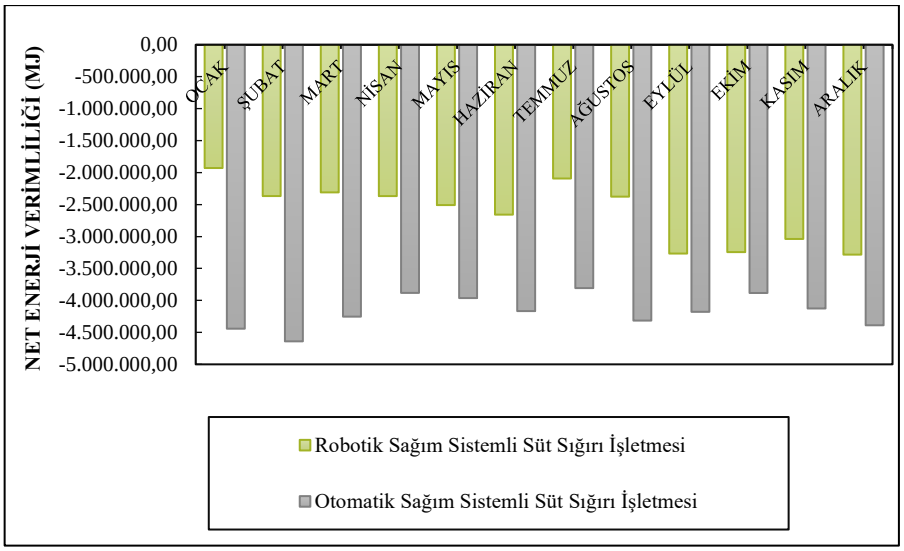
Şekil 4. 28. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Enerji Verimliliğinin aylara göre dağılımı

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Süt Üretim Enerjisinin aylara göre değişimi Şekil 4.29.'da verilmiştir. Araştırmada incelenen işletmelerde SE değeri, en yüksek 21,21 MJ/L ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede şubat ayında hesaplanmış iken 14,80 MJ/L ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede eylül ayında hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde SE değeri incelenen her iki işletmede en düşük temmuz ayında hesaplanmıştır (Şekil 4.29.). Şimşek (2019) Konya koşullarında serbest sistem barınaklı süt sığırı işletmelerinde yapmış olduğu çalışmasında SE değerini en yüksek III. grupta 27,29 MJ/L (100-150 baş) ve en düşük II. grupta 19,58 MJ/L (50-99 baş) olarak hesapladığını bildirmektedir.



Şekil 4. 29. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Süt Üretim Enerjisinin aylara göre dağılım

Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Net Enerji Verimliliğinin aylara göre değişimi Şekil 4.30.'da verilmiştir. Araştırmada incelenen işletmelerde NEV değeri en yüksek; Robotik Sağım Sistemli İşletmede -1928255,10 MJ ile ocak ayında iken, Otomatik Sağım Sistemli İşletmede -3807138,08 MJ ile temmuz ayında hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde SE değeri en düşük; Otomatik Sağım Sistemli İşletmede -4640095,85 MJ ile şubat ayında iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde -3283376,42 MJ ile aralık ayında gerçekleşmiştir (Şekil 4.30.). Uzal (2013) çalışmasında NEV değerini incelediği işletmelerde negatif olarak hesapladığını bildirmektedir. Önal ve Uzal Seyfi (2019) NEV değerini -47005640,41 MJ olarak hesapladıklarını ifade etmişlerdir. Şanlı (2019) NEV değerini I. grup için -6784074 MJ ve III. grup için -16204829 MJ olarak bildirmektedir. Araştırmada hesaplanan EV değerlerinin literatür bildirilerine benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4. 30. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Net Enerji Verimliliğinin aylara göre dağılımı

4.4.4. Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık enerji etkinlik parametrelerinin karşılaştırılması

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık enerji etkinlik parametreleri ayrı ayrı hesaplanarak Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 13. İncelenen Robotik ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin yıllık EKE, EV, NEV, SE, Toplam Enerji Girdisi ve Toplam Enerji Çıktısı Değerleri

İŞLETMELER	ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ (EKE)	ENERJİ VERİMLİLİĞİ (EV) (L/100 MJ)	SÜT ÜRETİM ENERJİSİ (SE) (MJ/L)	NET ENERJİ VERİMLİLİĞİ (NEV) (MJ)	TOPLAM ENERJİ GİRDİSİ (MJ)	TOPLAM ENERJİ ÇIKTISI (MJ)
ROBOTİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME	0,54	7,23	13,83	-31.439.340,78	68.121.135,54	36.681.794,76
OTOMATİK SAĞIM SİSTEMLİ İŞLETME	0,38	5,10	19,59	-50.049.045,53	81.040.616,81	30.991.571,28

İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde EKE değerinin; 0,54 ile Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinde Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinden (0,38) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13.). Uzal (2013) farklı sistemlerdeki süt sığırcılığı işletmelerinin EKE değerini serbest duraklı süt sığırı işletmelerinde 0,16 olarak bildirmiştir. Önal ve Uzal Seyfi (2019) serbest

duraklı süt sığırı işletmesinde EKE değerini 0,16 olarak bildirmektedirler. Şimşek (2019) Konya koşullarında serbest barınaklı süt sığırı işletmesi için EKE değerini 0,157 olarak bildirmektedir. Oğuz ve Yener (2019) EKE değerini 1,07 olarak bildirmektedirler. Araştırma sonuçları literatür bildirileriyle benzerlik göstermekle birlikte Robotik Sağım Sistemli İşletmenin enerjiyi daha verimli kullandığını ifade etmek mümkündür. Bu nedenle, yeni kurulacak süt sığırı işletmelerinde enerjinin daha etkili kullanılması amacıyla Robotik Sağım Sistemlerinin kullanılması daha faydalı olacaktır.

Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım Sistemli İşletmede EV 7,23 L/100 MJ olarak hesaplanmış iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede bu değer 5,10 L/MJ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.13.). Önal ve Uzal Seyfi (2019) çalışmalarında EV değerini serbest duraklı Çumpaş süt çiftliği için 5,2 L/100 MJ olarak bildirmektedirler. Şanlı (2019) Konya yöresindeki serbest duraklı süt sığırı işletmelerinde yürüttüğü çalışmasında EV değerini yüksek hayvan kapasitesine sahip işletmeler için 11,02 L/100 MJ olarak bildirmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerin hayvan kapasitelerinin yüksek değerlere sahip olduğu düşünüldüğünde, çalışmada elde edilen EV değerlerinin Konya Bölgesinde yürütülen çalışma sonuçlarından daha düşük olduğu görülmektedir.

Enerji verimliliği değerlerini; Hageman (1994) çalışmasında 13-26 L/100 MJ, Meul ve ark. (2007) çalışmalarında 14,5-39 L/100 MJ, Hageman ve Mandersloot (1994) çalışmalarında 15,4 L/100 MJ, Halberg (1999) çalışmasında 23-32 L/100 MJ ve Koskamp ve ark. (2000) çalışmalarında 30 L/100 MJ olarak bildirmektedir (Uzal, 2013). Önal ve Uzal Seyfi (2019) EV değerini serbest duraklı Çumpaş süt çiftliği çalışmalarında 5,2 L/100 MJ olarak tespit ettiklerini ifade etmişlerdir. Uzal (2013) serbest duraklı süt sığırı çalışmasında EV'i 5,4 L/100 MJ olarak bildirmektedir.

Toplam enerji girdisinde büyük bir orana sahip olan yem tüketim uygulamalarının düzenlenmesi EV ve EKE değerlerini birlikte yükseltecektir. Yem girdisinin düzenlenmesi için gerekli önlemler alınarak gübre yönetimi ve yem rasyonu yeniden planlanması ve enerji kullanımının azaltılmasını sağlayacak yeni işletme yönetim sistemlerinin geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Net Enerji Verimliliği (NEV) (MJ) Robotik Sağım Sistemli İşletmede -31439340,78 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde -50049045,53 MJ olarak hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde NEV değeri negatif

çıkmıştır (Çizelge 4.13.). Bu durum, toplam çıktı enerjisinin toplam girdi enerjisinden düşük değere sahip olduğunu göstermektedir.

NEV değerini; Uzal (2013) negatif olarak hesapladığını, Önal ve Uzal Seyfi (2019) -47005640,41 MJ olarak hesapladıklarını, Unakıtan ve Kumbar (2019) I. grup (5-9baş) için -71078,16 MJ; II. grup (10-19 baş) için -58145,73 MJ; III. grup(20-49 baş) için -53150,07 MJ ve IV. grup (50baş<) için ise -32053,89 MJ olarak hesapladığını ve Trakya Bölgesinde ortalama NEV değeri -58256,53 MJ olarak belirlediklerini, Şimşek (2019) I. Grup hayvanlarda -4234966 olarak hesapladığını bildirmektedir. Araştırma sonuçları literatür bildirilerine benzerlik göstermektedir. Süt sığırı yetiştiriciliği yapan işletmeler için, NEV değerinin negatifliğini ortadan kaldırmak enerjiyi etkin kullanmakla mümkün olabilir.

Araştırmada Süt Üretim Enerjisi (SE), 19,59 MJ/L ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede Robotik Sağım Sistemli İşletmeden (13,83 MJ/L) daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13.). SE değerini; Önal ve Uzal Seyfi (2019) 19,2 MJ/L ve 27,4 MJ/L olarak, Unakıtan ve Kumbar (2019) Trakya Bölgesinde yaptıkları çalışmada I. grup (5-9.99 baş) için 16,35 MJ/kg; II. grup (10-19,99 baş) için 13,51 MJ/kg; III. grup (20-49,99 baş) için 12,08 MJ/kg, IV. grup (50 baş <) için 7,33 MJ/kg ve ortalama 13,65 MJ/kg olarak bildirmektedirler. Şanlı (2019) Konya yöresindeki serbest duraklı barınaklı süt sığırı işletmelerinde SE değerini en yüksek I. grupta 31,42 MJ/L (50< baş) ve en düşük V. grupta 9,10 MJ/L (200< baş) olarak bildirmekte olup V. Grubun en ideal grup olduğunu vurgulamaktadır.

Araştırmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde hesaplanan SE değerlerinin literatür bildirileriyle benzerlik göstermektedir. İncelenen Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmeleri ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin profesyonel düzeyde yönetildiği ve enerjinin daha etkin kullanıldığı belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Robotik Sağım Sistemi ve Otomatik Sağım Sisteminin aynı anda kullanıldığı işletmede yapılan bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde; Konya bölgesindeki mevcut işletmeler ve yeni kurulacak süt sığırı işletmelerinin aşağıdaki hususları dikkate alması oldukça faydalı olacaktır.

1. Sürdürülebilir tarım ve tarımsal uygulamaların devamlılığı açısından enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir. Bu durum, havayı kirletmemek fosil yakıtlarını korumak ve maddi tasarruf sağlamak açısından önemlidir. Oluşan sera gazı emisyonlarını azaltmak için; fosil yakıtlarının kullanımının yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi veya enerji kullanım verimliliğinin artırılması gerekmektedir.

2. Hayvansal üretimde sürdürülebilir enerji kullanımının sağlanabilmesi için, işletmelerin enerji bütçelerinin oluşturulması ve incelenmesi oldukça önemlidir. Enerji girdileri dolaylı ve doğrudan enerji girdisi olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğrudan enerji girdisinin en önemli kısmını elektrik kullanımı oluşturmaktadır. Çalışmada incelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmeler arasında Robotik Sağım Sistemli İşletmede en yüksek elektrik kullanımı 407, 36 MJ/inek ile ocak ayında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ise en yüksek elektrik kullanımı 253,98 MJ/inek ekim ayında gerçekleşmiştir. Robotik Sağım Sistemli İşletmede elektrik enerjisi kullanımı kış mevsiminde artmaktadır.

3. Dolaylı enerji girdisi; makine, yem ve su enerjilerinden oluşmaktadır. Süt sığırı yetiştiriciliğinde toplam enerji kullanımı içerisinde en yüksek enerji kullanım oranı Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %63-70 ile yeme ait iken Otomatik Sağım sistemli Süt Sığırı İşletmesinde %45-51 ile su kullanımına aittir. Toplam enerji girdisi içerisinde dolaylı enerji girdisi, doğrudan enerji girdisine kıyasla daha yüksek kullanım oranına sahiptir. Dolaylı enerji girdisi olan makine enerjisi kullanımı; Robotik Sağım Sistemli İşletmede en yüksek 5,36 MJ/inek ile ocak ayında iken en düşük ise 3,80 MJ/inek ekim ayında hesaplanmıştır. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede en yüksek makine enerjisi kullanımının 4,68 MJ/inek ile aralık ayında iken en düşük kullanım miktarının 2,89 MJ/inek ile mart ayında olduğu belirlenmiştir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede makine enerji kullanımına daha fazla gereksinim duyulmaktadır. Bu durum, Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde makine enerjisinin yem dağıtımı ve süpürülmesinin yanısıra gezinti avlusunun gübre temizliğinde de kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerde dolaylı enerji girdisinin en yüksek değerleri; 15195,54 MJ/inek (%97) ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede eylül ayında ve Robotik Sağım Sistemli İşletmede 13186,98 MJ/inek (%97) ile aralık ayında görülmektedir. Süt sığırı yetiştiriciliği yapan işletmeler üretimin

miktar ve kalitesini artırmak ve enerji girdilerini azaltmak için yemlerini üretmeli, elektrik kullanımı için alternatif kaynaklardan yararlanmalı ve su kullanımına daha çok özen göstermelidir.

4. Su, sütün bileşiminde önemli bir orana sahip olmasına rağmen daha önce yapılan pek çok çalışmada enerji değeri dikkate alınmamıştır. Bu araştırmada su kullanım enerjisi hesaplanmış olup, dolaylı enerji içerisindeki oranı Robotik Sağımlı Süt Sığırı İşletmesinde %27-33 iken Otomatik Sağımlı Süt Sığırı İşletmesinde %45-51 olarak belirlenmiştir. Su, yenilenebilir ancak sınırlı doğal bir kaynaktır. Tarımsal üretimde artış sağlamak ve insanları su ve sulama olmadan beslemek olası değildir. Araştırmanın yürütüldüğü Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde aylık su enerjisi kullanımının Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 7463,51 MJ/inek iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 3629,17 MJ/inek olduğu tespit edilmiştir. Otomatik Sağım Sistemli İşletmede su kullanımının, Robotik Sağım Sistemli İşletmenin su kullanımının iki katından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Suyun öneminin günümüzde giderek artması dikkate alındığında; Robotik Sağım Sistemli İşletme su kullanımı açısından da daha avantajlı olduğu söylenebilir.

5. Süt sığırı işletmelerinde üretilen süt ve gübre işletmenin enerji çıktısı olarak değerlendirilir. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmelerinde günlük en yüksek süt üretim miktarı; 31 L/sağmal inek değeri ile Robotik Sağım Sistemli İşletmede aralık ayında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 27 L/sağmal inek değeri ile ekim ayında hesaplanmıştır. Günlük süt üretim miktarı en düşük 24,5 L/sağmal inek ile Otomatik Sağım Sistemli İşletmede ocak ve şubat aylarında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 28 L/sağmal inek değeri ile ocak ayında hesaplanmıştır. Somatik hücre sayısı Robotik Sağım Sistemli İşletmede 96.000 iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 120.000 olarak belirlenmiştir. Bu durum teknoloji kullanım düzeyi yüksek olan Robotik Sağım Sistemli İşletmenin süt sığırı yetiştiriciliğini daha profesyonel yaptığını, süt üretiminin sadece miktar değil kalitesine de önemli katkı sağlayan uygulamaları ile işletme yönetiminde de daha başarılı olduğunu göstermektedir.

6. Enerji kullanım etkinliği (EKE), süt üretim işletmeleri için toplam enerji çıktısının (MJ) toplam enerji girdisine (MJ) oranını ifade etmektedir. Araştırmada incelenen her iki işletmede EKE değerleri en yüksek temmuz ayında hesaplanmıştır. Bu değerler; Otomatik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 0,41 iken Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırı İşletmesinde 0,60 olarak hesaplanmıştır. Enerji kullanım etkinliğinin artırılmasına yönelik olarak yemlerin işletmelerde üretiminin sağlanması, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı gibi uygulamaların geliştirilmesi faydalı olacaktır.

7. Enerji verimliliği (EV), 100 MJ ile üretilen toplam süt miktarını ifade etmektedir. Çalışmada incelenen işletmelerde en yüksek EV değerleri temmuz ayında hesaplanmıştır. Bu değer, Robotik Sağım Sistemli İşletmede 8,09 L/100 MJ iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 5,41 L/100 MJ olarak belirlenmiştir. İncelenen Robotik Sağım ve Otomatik Sağım Sistemli İşletmelerde EV değerlerinin literatür bildirilerine benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Toplam enerji girdisinde büyük bir orana sahip olan yem tüketiminin düzenlenmesi EV değerleri ile birlikte EKE değerlerini de daha da yükseltecektir. Ekonomik açıdan enerji verimliliği önemlidir. Tarım ve hayvancılıkta enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar oldukça az düzeyde olup arttırılmalıdır. Enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar sayesinde yeni kurulacak işletmelerde verimli ekipman ve teknoloji kullanımına ışık tutacak verilerin elde edilmesi mümkün olacaktır.

8. Süt üretim enerjisi (SE, 1 L sütü üretmek için harcanan enerji), bir litre süt üretimi için toplam harcanan enerji miktarını ifade etmektedir. İncelenen işletmelerin en yüksek süt üretim enerjisi Otomatik Sağım Sistemli İşletmede 21,21 MJ/L ile şubat ayında iken Robotik Sağım Sistemli İşletmede 14,80 MJ/L ile eylül ayında hesaplanmıştır. Robotik Sağım Sistemli İşletmenin enerjiyi daha verimli kullandığını ifade etmek mümkündür. Bu nedenle, yeni kurulacak süt sığırı işletmelerinde enerjinin daha etkili kullanılması amacıyla Robotik Sağım Sistemlerinin kullanılması daha faydalı olacaktır.

9. Net enerji verimliliği (NEV), üretilen toplam enerji ile enerji girdisinin arasındaki farkı ifade etmektedir. Çalışmada incelenen Robotik Sağım Sistemli İşletmede en yüksek NEV değeri -1928255,10 MJ ile ocak ayında iken Otomatik Sağım Sistemli İşletmede bu değer -3807138,08 MJ ile temmuz ayında gerçekleşmiştir. Çalışmada incelenen işletmelerin tüm aylarında NEV değeri negatif çıkmıştır. Bu durum, araştırmada toplam çıktı enerjisinin toplam girdi enerjisinden düşük değerde olduğunu ifade etmektedir. Bu değerlerin negatifliğini ortadan kaldırmak enerjinin daha etkili kullanımı ile mümkün olabilir.

10. Araştırma sonucunda en yüksek EKE (0,60), EV (8,09 L/100 MJ), NEV (-1928255,10 MJ) ve en düşük SE (12,36 MJ) değerinin Robotik Sağım Sistemli İşletmeye ait olduğu tespit edilmiştir. Yeni kurulacak süt sığırı işletmeleri için enerjinin daha verimli kullanılabilmesi amacıyla Robotik Sağım Sistemli Süt Sığırcılığı İşletmesinin kurulması tavsiye edilebilir.

11. Süt sığırı barınaklarında robotik sistemlerin kullanılması; sağıma ayrılan zamanda azalma, süt verimi ve kalitesinde artış, iş gücünden kazanç, hayvanların daha sessiz ve uysal olmasını sağlamakla birlikte hayvanların daha etkin kontrolünü sağlar. Süt kalitesi ve hayvan refahının artırılması, insan iş gücü bağımlılığının ortadan kaldırılması

amacıyla robotik sağım sistemlerinin kullanılmasının oldukça faydalı olduğu tespit edilmiştir.

12. Süt sığırcılığında kullanılan robotik sistemler aynı zamanda işletmenin yaşam kalitesini arttırmaktadır. Robotik sistemlerin kullanılması yönetimi kolaylaştırmaktadır. Barınak içerisine kurulmuş bir robot sistem, ineklerin günlük alışkanlıkları üzerinde daha fazla kontrollerin yapılması ile inek refahının artırılmasını sağlamaktadır.

13. Süt işletmelerinde enerjinin etkin kullanımı ve verimliliğin artırılması ancak yeni teknolojilerin benimsenmesi ve işletmelerde uygulanmasıyla sağlanabilir. Bir üretim sisteminin ekonomik, çevresel ve enerji analizi için işletmelerde iyi bir yönetim stratejisi uygulamak yararlıdır. İşletmelerde enerjinin etkin yönetimi, verimli sürdürülebilir ve ekonomik enerji kullanımı açısından önemli bir alan olarak düşünülmelidir. Süt üretiminde enerji kullanımı, genellikle hayvan yemi, dizel, yağ, elektrik ve insan iş gücü girdisi nedeniyle çok verimli değildir. Tüm bu değerler sadece sürdürülebilirliği sağlamak ve üretim maliyetlerini azaltmak için değil, aynı zamanda daha yüksek enerji kullanım verimliliği sağlamak için de yararlı olacaktır. Bu nedenle yeni teknolojilerin geliştirilmesini teşvik etmek ve hayvancılık işletmelerinde alternatif enerji kaynaklarının ve robotik sistemlerin kullanımının teşvik edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ahokas, J., Mikkola, H. ve Schafer, W., 2011, Energyanalysisin ENPOS Project, ENPOS, EnergyPositive Farm, Interreg IV A Programme 28pp.

Alam, M. S., Alam, M. R. ve Islam, K. K., 2005, Energy flow in agriculture: Bangladesh, American Journal of Environmental Science, 1: 213-220.

Alıç, D. ve Yener, S., 2006, Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemi. Tarım Bilimleri Dergisi 12(4):369-380.

Alkan, S., 2015, Türkiye'de Süt Sığırı Ahırlarında Karşılaşılan Başlıca Sorunlar. Akademik Ziraat Dergisi 4(1):43-48.

Anonim, 2020a, Erişim: https://www.youtube.com/watch?v=F3xwCRg37iY&t=97s 12.02.2020.

Anonim, 2020b, Erişim: https://www.youtube.com/watch?v=ClvQwiu0eV8&list=PL0Xk1dthzp6UN0ZyJx_kVtBSDxPx0CeJ 12.02.2020.

Anonim, 2020c, Erişim: http://www.hekimel.com/gubre-siyirici-robotu/12.02.2020.

Anonim, 2020d, Erişim: https://www.yerelnet.org.tr/il/konya/ 12.02.2020.

Anonim, 2020e, Erişim:http://www.kto.org.tr/print.php?type=10&id=449 12.02.2020.

Arıcı, G., Şimşek, E. ve Yaslıoğlu, E., 2001, Süt Sığırı Ahırlarının Planlaması. , Sütaş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları Hayvancılık Serisi:4, Yetiştirici El Kitabı, Bursa.

Atılgan A, Köknaroğlu H., 2006, Cultural energy analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. Ital J Anim Sci. 5:393–400.

Ayık, M., 1985, Hayvancılıkta Mekanizasyon, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 950 Ders Kitabı: 273.

Balaban, A. ve Şen, E., 1988, Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1083 Ders Kitabı No: 311, Ankara.

Bandbafha, H.H., Pelesaraei, A.N. and Shamshirband, S. 2017, Investigations of Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions of Fattening Farms Using Artificial Intelligence Methods, Environmental Progress & Sustainable Energy (Vol.36, No.5) DOI 10.1002/ep,1546-1559.

Barnett, J. ve Russell, J., 2010, Energyuse on dairyfarms, Environmentalissues at dairyfarmlevel, Bulletin of the International DairyFederation, 443: 23-32.

Blowey, R., 1994, Dairy Cow Housing. In "Livestock Housing", (Eds. C. M. Wathesand D. R. Charles). Cambridge University Press, Cambridge, 305-337.

Boustead, I., 2003, Eco-profiles of theEuropeanplasticsindustryOlefins. Brussels: Association of PlasticsManu-facturers (APME).

Castanheira, E. G., Dias, A. C., Arroja, L. ve Amora, R., 2010, The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm, Agricultural Systems, 103: 498-507.

Cederberg, C. ve Mattson, B., 2000, Life cycle assessment of milk production—A comparison of conventiona land organic farming, Journal of Cleaner Production, 8: 49–60.

Coley, DA., Goodliffe. E., ve Macdiarmid, J., 1998, The embodied energy of food: the role of diet. Energy Policy;26:455e9.

Corre, W., Schröder, J. ve Verhagen, J., 2003, Energy use in conventional and organic farming systems, In Proceedings No. 511. New York: International Fertiliser Society.

Çelen, G. H., 2016, Tarımsal uygulamalarda enerji kullanımı üzerine bir değerlendirme, Electronic Journal of Vocational Colleges, Aralık.

Dalgaard, T., Halberg, N. ve Porter, J. R., 2010, A model forfossilenergy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming, Agriculture, Ecosystem and Environment, 87, 51- 65.

De Koning, K., Vorst, V. ve Meijering, A., 2001, Automatic Milking Experience and Development in Europe. http://www.milkproduction.com, Ziyaret Tarihi; 07.01.2020.

Dindar, Efsun., 2018, Hayvansal Atıkların Çevresel Etkıleri, Alternatıf Kullanım Alanları Ve Yönetimi. Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiriler, 978-975-7169-89-5.

Demir, B. ve Öztürk, İ., 2010, Robotlu Sağım Sistemleri. Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 19(B) 21-27;2010.

Ekmekyapar, T., 1993, Tarımsal İnşaat. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, Erzurum, No: 151.

Ekmekyapar, T., 1999, Hayvan Barınaklarında Çevre Koşullarının Düzenlenmesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.306, Erzurum.

Ekmekyapar, T., 2001, Tarımsal Yapılar. Agricultural Faculty Lecturer Publication No. 204. Atatürk University, Erzurum, Turkey.

Frorip, J., Kokin, E., Praks, J., Poikalainen, V., Ruus, A., Veermae, I., Lepasalu, L., Schafer, W., Mikkola, H. ve Ahokas, J., 2012, Energy consumption in animal production-case farm study, Agronomy Research Biosystem Engineering special Issue, 1, 39-48.

Gebremedhin, K. G. ve Wu, B., 2001, A Model of EvaporativeCooling of Wet Skin SurfaceandFurLayer. Journal of ThermalBiology 26: 537-545.

Gooch, C. A., 2003, Fundamentals of cowcomfortandwellbeing. In: Proc.DairyNutrition Conference, Augst 11-14, Ithaca, NY.

Gökçen, H., 2016, Hayvancılıkta Mekanizasyonhttp://www.hazimgokcen.net/hayvancilik/hayvancilikta-mekanizasyon/ (Ziyaret Tarihi: 09.01.2020).

Graves, R. E., 2002, A Primer on Robotic Milking Systems. College of Agricultural Sciences, G105.

Halladay, D., 1999, Milking with robots? Not Your Grandpa's Milking Machine!. March, 1999. http://www.moomilk.com/archieve/tech_30.

Hartman, K. ve Sims, R. E. H., 2006, Saving energy on the dairy farm makes good sense, Proceedings of the 4th Dairy3 Conference held in Hamilton New Zeland, Centrefor Professional Development and Conferences, Massey University, Palmerston North, New Zeland, pp 11-22.

Heidari, M. D., Omid, M. ve Akram, A., 2011, Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms, Energy Conversion and Management, 36, 6536-6541.

Helgren, J. M. ve Reinemann, D. J., 2003, Survey of Milk Ouality on United States Dairy Farms Utilizing Automatic Milking Systems. ASAE Annual International Meeting Technical Paper. No. 033016. 27-30 July 2003, Nevada. USA.

Jarach, M., 1985, SuivaloridiequivalenzaperI'analysie il bilancioenergetici in agricolture, RivIngegneriaAgraria, 2:102-114.

Jones, M. R., 1989, Analysis of the use of energy in agriculture— Approaches and problems, Agricultural Systems, 29: 339–355.

Knoblauch, W. A., Putnam, L. D., Karszes, J., Overton, R. ve Dymond, C., 2012, Dairy Farm Management Business Summary, New YorkState, 2011. ResearchBulletin2012–01. Cornell Univ., Ithaca, NY.

Kraatz, S., 2012, Energy intensity in livestock operations – Modeling of dairy farming systems in Germany, Elsevier,Agricultural Systems110 (2012) 90–106. .

Maertens, A. ve Van Lierde, D., 2003, Hetenergiever-bruik in de Vlaamseland-en tuinbouw. Brussels: Minis-try of the Flemish Community, Administration of Agriculture and Horticulture.

Malik, R. K. ve Rao, R. A., 1982, Energy inputs to irrigation of paddy, Udaipur, India: Indian Society of Agricultural Egineers.

Meijering, A., 2004, The International Symposium on Automatic Milking. Lelystad, March, 20-24. http://www.automaticmilking.nl/symposium.

Meul, M., Nevens, F., Reheul, D. ve Hofman, G., 2007, Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders, Agriculture, Ecosystemsand Environment, 119, 135-144.

Mittal, V. K., Mittal, T. K. ve Dhawan, K. C., 1985, Research digest on energy requirements in agricultural sector, Ludhiana: Coordinating Cell, All India Coordinated Research Project on Energy Requirements in Agricultural Sector, Punjab Agricultural University, 259:1971-82.

Mrini, M., Senhaji, F. ve Pimental, D., 2001, Energy analysis of sugarcane production in Morocco, Environment, Development and Sustainability, 3, 109-126.

Mukherjee, K., 2008, Energy use efficiency in the Indian manufacturing sector: an interstate analysis. Energy Policy 2008;36(2):662-72.

Mundan, D., Selçuk, H., Orçin, K., Karakafa, E. ve Akdağ, F., 2014, Modern Süt Sığırı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemlerinin Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi, Harran Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 3(1) 42-48.

Mutaf, S., 1982, Süt sığırcılığında uygulanan ahır tipleri ve iç ayrıntıları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi, İzmir.

Nordlund, K. ve Cook, N., 2003, A System to Evaluate Freestalls, Advances in Dairy Technology, 15:115-120.

Oğuz, C. ve Yener, A., 2019, Theuse of energy in milkproduction; a casestudyfrom Konya province of Turkey, Energy, Elsevier, 183:142-148.

Olgun, M., 1989, Serbest Duraklı Süt Sığırı Ahırlarının Planlanması ve Yöresel Özellikleri. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü İnşaat ve Kültür Teknik Daire Başkanlığı Yayınları, Ankara.

Olgun, M., 1991, Tarımsal İnşaat ve Hayvan Barınakları T.C. Ziraat Bankası Eğitim ve Organizasyon Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Olgun, M. ve Çelik, M. Y., 1997, Hayvan Davranışı ve Barınak Tasarımı, Bursa, 24-28 Haziran 2007, 15:115-120.

Olgun, M., 2009, Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 529, Ankara, Yayın No:1577.

Olgun, M., 2011, Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Der Kitabı: 529.

Olgun, M., 2016, TARIMSAL YAPILAR (Üçüncü Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1577, Ders Kitabı:529, 445 s., Ankara.

Onurbaş Avcıoğlu, A., Sedaghat Herfeh, N. ve Saeidi Lighvan, Y., 2013, Tarımsal üretimde enerji kullanımı ve enerji verimliliği, Konya, 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 4-6 Eylül.

Önal, A. S. ve Uzal Seyfi, S., 2019, The evaluation of the energy efficiency of dairy farms with freestall and loose houses in Konya Sugar Industry and Trade Inc., Turkey, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES), Vol. 9 (2): 235-244.

Öz, E. ve Alayunt, F. N., 2011, Hayvancılık Sektöründe İş Güvenliği ve Muhtemel Risklerin Değerlendirilmesi, 17. Ulusal Ergonomi Kongresi, 14-16 Ekim, Eskişehir.

Özkan, B., Akçaöz, H. ve Fert, C., 2004, Energy input–output analysis in Turkish agriculture., Renewable Energy 29 (2004) 39–51.

Pervanchon, F., Bockstaller, C. ve Girardin, P., 2002, Assessment of energy use in arable farming systems by means of an agro-ecological indicator: The energy indicator, Agricultural Systems, 72, 149-172.

Pimental, D. ve Pimental, M., 2003, Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment, Americal Journal of Clinical Nutrition, 78: 660-663.

Radfor, T., 2003, Robot milking? Pull the udder one. http://www.guardian.co.uk/uk news/story/0,3604,911750,00.

Refsgaard, K., Halberg, N. ve Kristensen, E. S., 1988, Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems, Agricultural Systems, 57, 599-630.

Reinemann, D. J., 2002, Application of Cleaning and Cooling Principles to Robotic Milking. DeLavalInauguralSymposium, Kansas City Mo.

Saini, AS., Sharma, KD., Pant, KP., Thakur DR., 1998, Energy management for sustainability of hill agriculture: a case of Himachal Pradesh. Indian J Agric Econ;53(3):223e40.

Singh, S., ve Mittal, J.P. (1992). Energy in production agri-culture, New Delhi, India; Mittal Publications.

Southwell, P. ve Rothwell, T. M., 1977, Analysis of output/inputenergyratios of foodproduction in Ontario, School of Engineering, University of Guelph, Canada.

Steevens, B. J., 1992, 'Economics of Parlor Size Versus Cow Numbers' in Proceedings from the National Milking Center Design Conference, p: 8-20. Harrisburg, Pennsylvania November 17-19, 1992, Northeast Regional Agricultural Enginerring Service, Ithaca, New York.

Süslü, M., 2013, Konya merkez ilçeleri süt sığırı işletmelerinde gübre yönetim sistemleri ve geliştirilme olanakları, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şanlı, S.V., 2019, Konya Yöresindeki Serbest Duraklı Barınağa Sahip Süt Sığırı İşletmelerinin Enerji Etkinliğinin Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Şimşek, M., 2019, Konya Yöresindeki Serbest Süt Sığırı Barınaklı İşletmelerde Enerji Bütçesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Topak, R., Süheri, S. ve Acar, B., 2010, Comparison of energy of irrigationregimes in sugar beet production in a semi-arid region, Energy Conversion and Management, 35, 5464-5471.

Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., & Jaggard, K. (2005). An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK, Agricultural Systems, 85, 101– 119.

TÜIK, 2020, www.tuık.gov.tr [Ziyaret Tarihi: 02.02.2020].

Türkyılmaz, M. K., 2005, Süt Sığırcılık İşletmelerinde Sağım Robotu Kullanımı,Erciyes Üniversitesi Veterinerik Fakültesi Dergisi, 2(1) 61-64, 2005.

Uğurlu, N. ve Uzal, S., 2004, Süt Sığırı Barınaklarının Tasarımında Mevsimsel Etkiler, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (33):73-79.

Uğurlu, N., 2012, Yüksek Lisans Ders Notları.

Unakıtan, G. ve Kumbar, N., 2019, Analysis of feed conversion efficiency in dairy cattle farms in Thrace Region, Turkey, Energy Elsevier, 176: 589-595.

Uzal, S., 2004, Konya Merkez Ġlçeleri Besi Sığırı Barınaklarının Yapısal Analizi., Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Uzal, S., 2008, The effects of seansons on the area usage of animals and time budget in base and freestall dairy cattle barns. Phd Thesis. Konya, Turkey, Selçuk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Farm Structures and Irrigation.

Uzal, S., 2013, Comparison of the energy efficiency of dairy production farms using different housing systems, Environmental Progress & Sustainable Energy, 32: 1202-1208.

Uzal Seyfi, S., Bağcalı, E., ve Soku, K., 2019 Robotic systems used in dairy cattle farms. International Symposium for Environmental Science and Engineering Research (ISESER), Konya Turkey, May 25-27, 2019.

Van der Vorst, Y. ve De Koning, K., 2002, Automatic Milking Systems and Milk Quality in Three European Countries. The First North American Conferance on Robotic Milking-March 20-22,2002.V1-V13.

Van't Land, A. C., Van Lenteren, C., Bouwmans, E., Van Schooten, P., Hinkand, D. ve Gravesteyn, J., 2000, Effects of husbandry systems on the efficiency and optimization of robotic milking performance and management. International Symposium Robotic Milking 2000. http://www. automaticmilking.nl/.

vabweHaar, M. J. ve St-Pierre, N., 2006, Major advances in nutrition: Relevance to the sustainability of the dairy industry. J. Dairy Sci. 89:1280–1291.

Webster, A. J. F., 1994, Comfort and injury. In"Livestock Housing", (Eds. C.M. Wathesand D.R. Charles), University Press, Cambridge, 49-67.

Wells, C., 2001, Total energy indicators of agricultural sustainability: dairy farming case, Study, Wellington: Ministry of Agriculture and Forestry.

Wirtz, N., Oechtering, K., Tholenand, E. ve Trappmann, W., 2001, Comparison of an automatic milking system with a conventional milking parlour. 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 26-29 August 2001.

Yüksek, T., Yüksek, F. ve Eminağaoğlu, Ö., 2003, Bazı Mera Amenajmanı Terimleri ve Tanımlamaları KAÜ, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2:21-32.

Yüksel, A. N., Soysal, M. İ., Kocaman, İ. ve Soysal, S. İ., 2004, Süt Sığırcılığı Temel Kitabı (Süt Sığırı Ahırlarının Planlanması/Süt Sığırı Yetiştiriciliği). İstanbul, Hasad Yayıncılık Ltd. Şt,.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Esra BAĞCALI
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	ERMENEK 06.01.1995
Telefon	**:**	05350374206
Faks	**:**	
e-mail	**:**	bagcaliesra6@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Ermenek Lisesi, Ermenek, KARAMAN**	**2012**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA**	**2017**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**	**2020**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2017	**Türk Telekom**	**Müşteri Temsilcisi**
2019	**A101 Yeni Mağazacılık A.Ş**	**Personel**

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Bağcalı, E. ve Uzal Seyfi, S., 2019, Comparıson of the structural propertıes of the dairy cattle farms using robotic milking systems and using milking parlour. International Symposium for Environmental Science and Engineering Research (ISESER), Konya Turkey, May 25-27, 2019.

Uzal Seyfi, S., Bağcalı, E., ve Soku, K., 2019 Robotic systems used in dairy cattle farms. International Symposium for Environmental Science and Engineering Research (ISESER), Konya Turkey, May 25-27, 2019.