

**SÜT SAĞIM MEKANİZASYONUNDA ENERJİ
MALİYETLERİNİN VE ENERJİ
VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEN UNSURLARIN
SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Aylin DUMAN

Yüksek Lisans Tezi

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

2014

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SÜT SAĞIM MEKANİZASYONUNDA ENERJİ MALİYETLERİNİN VE ENERJİ
VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEN UNSURLARIN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA**

Aylin DUMAN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

TEKİRDAĞ-2014

Her hakkı saklıdır

Bu alışma NKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından NKU.BAP.0024.YL.13.09 nolu proje ile desteklenmiştir.

Prof. Dr. Poyraz ÜLGER danışmanlığında, Aylin DUMAN tarafından hazırlanan “Süt Sağım Mekanizasyonunda Enerji Maliyetlerinin ve Enerji Verimliliğini Etkileyen Unsurların Saptanması Üzerine Bir Araştırma” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza :

Üye : Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

İmza :

Üye : Doç. Dr. Aysun SAĞBAŞ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SÜT SAĞIM MEKANİZASYONUNDA ENERJİ MALİYETLERİNİN VE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEN UNSURLARIN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

AYLİN DUMAN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Bu tezin amacı, süt sağım mekanizasyonda elektrik enerjisi verimliliğinin tespit edilmesidir. Bu amaçla, işletmelerdeki süt sağım ve soğutma sistemlerinin elektrik enerjisi tüketimleri ve toplam tüketim içerisindeki oranları tespit edilerek enerji verimliliği göstergeleri hesaplanmıştır. Bu göstergeler özgül elektrik enerjisi tüketimi, elektrik enerjisi üretkenliği ve elektrik enerjisi maliyeti oranı'dır. Denemeler, Tekirdağ ilinde bulunan üç farklı süt sığırcılığı işletmesinde sürdürülmüştür. İşletmelerdeki enerji tüketiminin en fazla sağım ve soğutma faaliyetlerinde olması nedeniyle, bu sistemlerdeki parametreler işletmenin enerji verimliliğini büyük ölçüde yansıtmaktadır. Ölçümler üç lokasyon için aynı dönemlerde ve bir aylık süre ile yapılmıştır. Sistemlerin elektrik enerji tüketimleri Mayıs, Haziran, Temmuz-2013 tarihlerinde enerji analizörü ile kayıt altına alınmıştır. Sonuç olarak; sistemlerin toplam elektrik tüketimindeki payları A işletmesi için % 63, B işletmesi için % 54 olarak tespit edilmiştir. A, B ve C işletmelerin günlük özgül elektrik enerjisi tüketimleri sırasıyla 270,55 kWh, 72,12 kWh ve 44,55 kWh olarak belirlenmiştir. A, B ve C işletmelerinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri sırasıyla 0,046 kWh/l ve 1,26 kWh/inek, 0,075 kWh/l ve 1,563 kWh/inek, 0,159 kWh/l and 2,624 kWh/inek olarak saptanmıştır. İşletmelere ait elektrik enerjisi üretkenliği değerleri ise sırasıyla 112,74 l/kWh 53,34 l/kWh ve 30,21 l/kWh olarak belirlenmiştir. Son olarak, işletmelerin elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla %1,6, %2,6 ve %5,7 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler : enerji verimliliği, süt hayvancılığı, enerji yönetimi, süt soğutma, süt sağım

2014, 41 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

A STUDY OF DETERMINATION ENERGY COSTS AND FACTORS AFFECTING THE ENERGY EFFICIENCY FOR MILKING MECHANIZATION

Aylin DUMAN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Determination of electric energy efficiency for milking mechanization is aimed in the study. After determination of milking and cooling systems utilization rate and daily average electric energy utilization, energy efficiency parameters were calculated for each farm for this aim. Energy efficiency parameters are; specific electric energy consumption, electric energy productivity and rate of electric energy cost. The trials were done at three different dairy farm located in Tekirdağ Area. Since milking and cooling systems are much more utilization systems in the farms, data collected from these systems were used as a represent of the farm energy efficiency. Electric analyzer devices were set at these systems for a month in the same duration. The device was recorded instant electric consumption and recorded. Data regarding the analyzer were taken in May, June and July, 2013. According to results; percentage of total milking and cooling system was found to be 63% in farm A, 54% in farm B. Daily average electric energy utilization values with 270,55 kWh, 72,12 kWh and 44,55 kWh were determined in Farm A,B and C respectively. Specific electric energy consumption for Farm A was calculated as 0,046 kWh/l and 1,26 kWh/cow for Farm B, 0,075 kWh/l and 1,563 kWh/cow, 0,159 kWh/l and 2,624 kWh/cow for Farm C. Electric energy productivity was found to be 112,74 l/kWh for Farm A, 53,34 l/kWh for Farm B and 30,21 l/kWh Farm C. Rate of electric energy cost in Farm A was 1,6%, in Farm B 2,6% and 2,6% in Farm C.

Anahtar Kelimeler : energy efficiency, dairy farm, energy management, milk cooling, milk harvesting

2014, 41 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	iv
ŞEKİL DİZİNİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
TEŞEKKÜR	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1 Materyal.....	11
3.1.1 Araştırmada İncelenen Süt Sağım İşletmeleri	11
3.1.2 Araştırmada Kullanılan Ölçüm Cihazları	13
3.2 Yöntem	17
3.2.1 İşletme Seçimi	18
3.2.2 Sistem Kurulumu ve Ölçümler	18
3.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi.....	20
3.2.3.1 İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimindeki Oranının Hesaplanması.....	21
3.2.3.2 İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Günlük Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerlerinin Hesaplanması	22
3.2.3.3 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Verimliliğinin Hesaplanması.....	22
3.2.3.3.1 İşletme Bazında Özgül Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerlerinin Hesaplanması.....	22
3.2.3.3.2 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Üretkenliği Değerlerinin Hesaplanması	23
3.2.3.3.3 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Maliyeti Oranının Hesaplanması.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	25
4.1 İncelenen İşletmelerin Genel Değerlendirmesi	25
4.2 İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimindeki Oranları.....	25
4.3. İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Günlük Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerleri	26
4.4 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Verimliliğinin Hesaplanması.....	29
4.4.1 İşletme Bazında Özgül Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerleri	29
4.4.2 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Üretkenliği Değerleri.....	32
4.4.3 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Maliyeti Oranı Değerleri	33
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	36
6. KAYNAKLAR	40
7. ÖZGEÇMİŞ	41

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : İşletmelere ait genel bilgiler	12
Çizelge 3.2 : İşletmelere ait makine bilgileri.....	12
Çizelge 3.3 : MPR63 model enerji analizörüne ait bazı teknik özellikler	15
Çizelge 3.4 : RS-USB2 model çeviriciye ait bazı teknik özellikler	16
Çizelge 3.5 : İşletmelerde ölçüm yapılan tarih aralıkları.....	18
Çizelge 4.1 : İşletmelerdeki sistemlerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları.....	25
Çizelge 4.2 : A işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri	26
Çizelge 4.3 : B işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri	27
Çizelge 4.4 : C işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri	28
Çizelge 4.5 : A işletmesinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri	30
Çizelge 4.6 : B işletmesinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri	30
Çizelge 4.7 : C işletmesinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri	30
Çizelge 4.8 : A işletmesinin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri	32
Çizelge 4.9 : B işletmesinin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri	32
Çizelge 4.10 : C işletmesinin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri	32
Çizelge 4.11 : A işletmesinin elektrik enerjisi maliyeti oranları	33
Çizelge 4.12 : B işletmesinin elektrik enerjisi maliyeti oranları	33
Çizelge 4.13 : C işletmesinin elektrik enerjisi maliyeti oranları	33

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Yıllar bazında sektörel enerji yoğunluğu (Btep/Milyon TL)	2
Şekil 1.2 : Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji tüketiminin ünitelere göre dağılımı.....	3
Şekil 2.1 : Faaliyetlere göre enerji kullanım oranları	6
Şekil 3.1 : Elektrik enerjisi izleme sistemi	13
Şekil 3.2 : Elektrik enerjisi izleme sistemi bağlantı şeması	14
Şekil 3.3 : MPR63 model enerji analizörü	14
Şekil 3.4 : RS485 model çevirici	16
Şekil 3.5 : Yöntemde uygulanan iş akış planı	17
Şekil 4.1 : A işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin dağılımı.....	26
Şekil 4.2 : B işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin dağılımı.....	27
Şekil 4.3 : C işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin dağılımı.....	28
Şekil 4.4 : İşletmelere ait günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimleri	29
Şekil 4.5 : İşletmelere göre sistemlerin özgül elektrik enerjisi değerleri	31
Şekil 4.6 : C işletmesine ait kondansörün konumu	34

SİMGELER ve KISALTMALAR

E.E.İ.S	: Elektrik Enerjisi İzleme Sistemi
kg	: Kilogram
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt-saat
l	: Litre
t	: Ton
TL	: Türk Lirası
€	: Euro
\$: Dolar

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve tez çalışmam boyunca verdiği tüm destek ve yardımlarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Poyraz ÜLGER'e, tez süresince yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU'na, tüm çalışmam boyunca sahip olduğu bilgi ve tecrübesi ile bu çalışmanın ortaya çıkmasında emeği geçen Sayın Doç. Dr. Erkan GÖNÜLÖL'a, tez değerlendirme aşamasında deneyimlerini benden esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Aysun SAĞBAŞ'a, çalışma kapsamında bizlere işletmelerinde deneme yapabilme imkanı veren tüm işletme sahiplerine ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi hiçbir desteği benden esirgemeyen saygıdeğer babam Fehmi DUMAN'a, değerli annem Nuran DUMAN'a ve biricik kardeşim Ahmet DUMAN'a en içten sevgilerimi sunarım.

Ayrıca, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen bu çalışmanın prosedür işlemleri sırasında yardımlarını esirgemeyen Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi çalışanlarına ve gerekli maddi desteği sağlayarak tezin gerçekleştirilmesini sağlayan Namık Kemal Üniversitesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

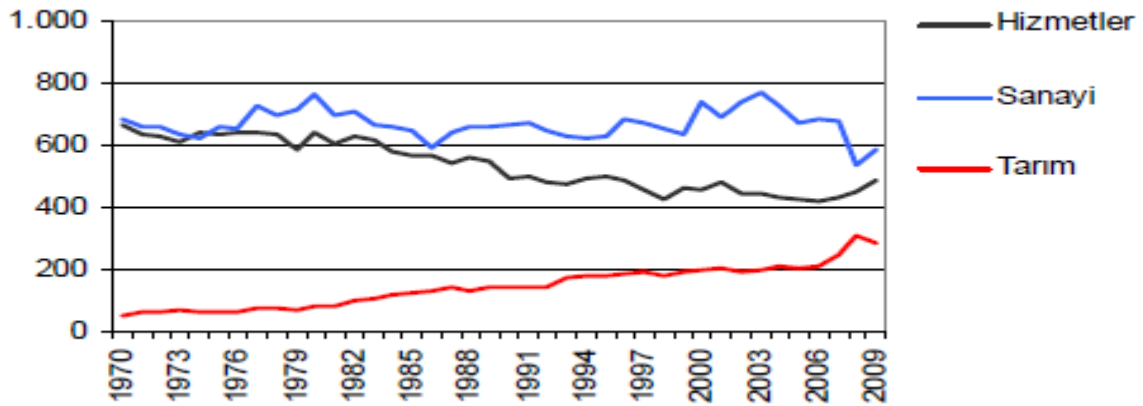
Etkinlik, iktisadi anlamda Fransızca L'efficacit  kelimesinin karşılığıdır. Anlamı, "minimum çaba veya masraf ile maksimum sonuçlar elde etme kapasitesi"dir. Verimlilik ise, çıktı/girdi şeklinde gösterilir. Dolayısıyla enerji verimi en basit tanımılaması ile, enerji girişinin enerji tüketime oranıdır. Verimlilikte amaç, girdi tarafını olabildiğince azaltıp, çıktı tarafını olabildiğince artırmaktır. Yani, verimlilik artırılmaya çalışılır. Etkinlik ise sağlanır (Suiçmez 2002).

Enerji verimliliği, enerjinin üretiminden dönüşümüne, iletimine ve tüketime kadar etkinlik çalışmalarının tümünü kapsamaktadır (Eraslan 2010). Artan nüfusa paralel olarak enerji talebinin de artması, fosil enerji kaynaklarının kısıtlı olması gibi nedenlerle enerji maliyetlerindeki artış, ülke refahını arttırmak ve ekonomide dışa bağımlılığı azaltmak için enerjinin etkin kullanımına yönelik uygulamaları zorunlu kılmaktadır. Enerjinin etkin kullanımı için ise öncelikli olarak her alanda enerji verimlilik düzeylerinin belirlenmesine ve iyileştirilmesine ihtiyaç vardır.

Günümüzde sektör bazında enerji verimliliği ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar yapılmaktadır. Sektörel bazda değerlendirme yapmanın;

- Enerji kaynaklarından yararlanma sırasında oluşan çevresel etkileri belirlemek,
- Enerji kaynaklarının daha etkin olarak kullanılmasını sağlamak,
- Enerji sistemlerindeki atık ve kayıpların değerlerini, tiplerini ve gerçekleştiği yerleri belirlemek,
- Mevcut enerji sistemlerindeki etkinsizlikleri azaltarak, etkin tasarım yöntemleri geliştirmek,
- Enerji kaynaklarını sürdürülebilir bir sekilde kullanarak sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak,
- Yüksek ve düşük kaliteli enerji kaynaklarının kullanım alanlarını ve yararlanma açısından önceliklerini belirlemek,
- Etkin teknolojilerden yararlanarak iyileştirme sağlanabilecek alanları belirlemek, gibi yararları vardır (Dinçer ve ark. 2004).

Dünyaca kullanılan ve geçerliliği kabul edilen enerji yoğunluğu kavramı, enerji verimliliğinin en önemli göstergelerindendir. Bu kavram gayri safi yurt içi hasıla başına tüketilen birincil enerji miktarıdır. Enerji yoğunluk değeri ne kadar düşük ise, birim hasıla üretmek için harcanan enerji değeri de o kadar azdır. Ülkemizdeki enerji yoğunluğu ortalaması Avrupa Birliği ülkelerinin yaklaşık iki buçuk, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü ülkelerinin ise yaklaşık iki katıdır (Eraslan 2010). Ülkemizin son yıllara ait sektörel bazlı enerji yoğunluk ortalamaları ise Şekil 1.1'deki gibidir (Yılmaz 2012).



Şekil 1.1. Yıllar bazında sektörel enerji yoğunluğu (Btep/Milyon TL)

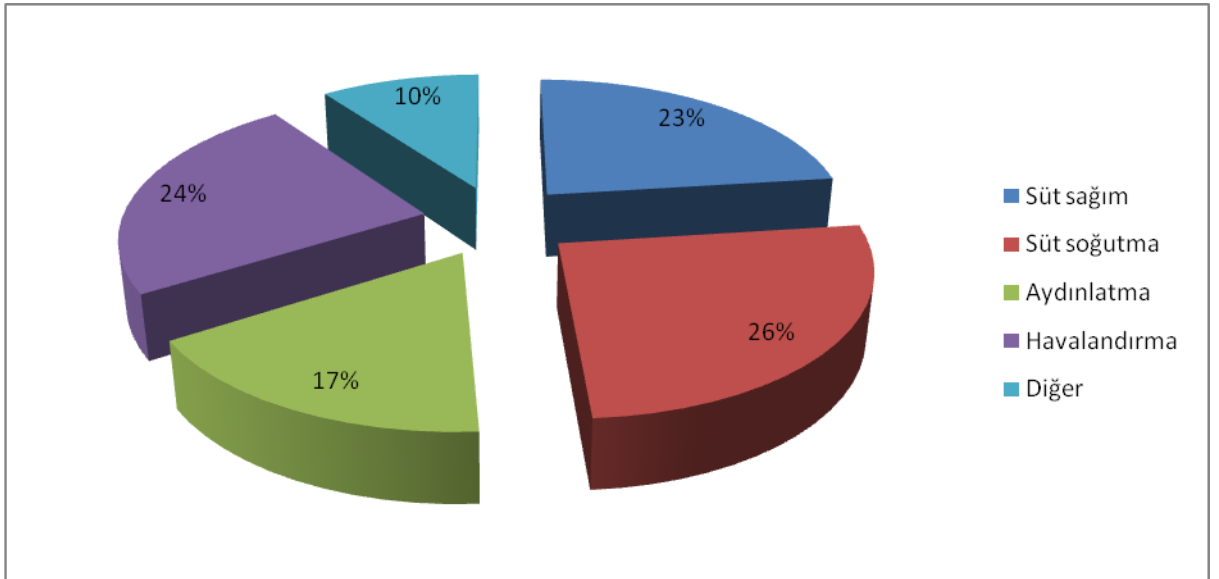
Ülkemizde son yıllarda hizmet ve sanayi sektörlerinde enerji verimliliğinde artış, ancak tarım sektöründe giderek azalma gözlenmektedir. Alınan tedbirlerin sektörel bazda incelendiğinde tarım sektörü için yeterli olmadığı açıktır. Tarım sektörünün toplam enerji talebi üzerinde ve enerji talebi büyüme oranı üzerinde arttırıcı etkisini azaltmak için hem hayvansal üretim hem de bitkisel üretim alanlarında enerji verimliliği çalışmalarını hızlandırmak gerekmektedir.

Her alanda olduğu gibi tarımsal üretim faaliyetlerinde de iletiminin ve kullanımının kolay ve çevre dostu olması nedeniyle elektrik enerjisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, ülkemizde bu güne kadar yapılmış çalışmaların çoğu bitkisel üretim alanındadır. Hayvansal üretim alanında yapılan çalışmalar yetersizdir.

Hayvansal üretim sistemleri incelendiğinde, özellikle süt hayvancılığında yüksek mekanizasyon ve otomasyon olduğu için elektrik enerjisi tüketim değerleri yüksektir. Enerji maliyetlerinin yükselmesi ile elektrik enerjisi maliyeti işletmeler için önemli bir enerji girdisi olarak ortaya çıkmaktadır.

Süt sığırcılığında başlıca elektrik tüketimleri şu faaliyetlerde olmaktadır (Peterson 2008).

1. Süt sağım (yıkama için su ısıtma dahil)
2. Süt soğutma
3. Aydınlatma
4. Havalandırma
5. Diğer (varsa hava kompresör sistemleri, gübre temizleme sistemleri vb.)



Şekil 1.2. Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji tüketiminin ünitelere göre dağılımı

Sütün sağımı ve soğutulması işlemlerinde Şekil 1.1'de de görüldüğü gibi %49 gibi büyük bir oranda elektrik enerjisi tüketilmektedir. Ülkemizde havalandırma gibi otomasyon sistemleri henüz çok yaygın olmadığı düşünülürse, sağım ve süt soğutma işlemlerinde harcanan enerjinin oranı daha büyük olacaktır. Dolayısıyla süt sığırcılığı işletmeleri için enerjinin yoğun olarak kullanıldığı sağım ve süt soğutma faaliyetlerinde enerji verimliliğini

arttıracak düzenlemeler önem taşımaktadır. Bu alanlarda yapılacak düzenlemelerle elektrik enerjisi tüketiminde oldukça büyük tasarruflar sağlanabilir.

Süt sağım mekanizasyonunda elektrik enerjisi maliyetlerinin ve enerji verimliliğini etkileyen unsurların saptanması amacıyla yapılan çalışmada, Tekirdağ ilinde bulunan 3 farklı süt sığırcılığı işletmesinin süt sağım ve soğutma sistemlerindeki elektrik enerjisi tüketimleri ölçülmüştür. Sistemlerin, toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları ve günlük ortalama elektrik enerjisi tüketim değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca, zgöl elektrik enerjisi, elektrik enerjisi üretkenliği ve elektrik enerjisi maliyeti oranı gibi verimlilik göstergeleri hesaplanarak sistemlerin elektrik enerjisi verimlilikleri değerlendirilmiş ve verimliliğinin arttırılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde, süt sığırcılığı işletmelerindeki sağım mekanizasyonunda enerji verimliliği veya enerji planlaması konusunda yapılan bilimsel çalışmalar henüz yeterli değildir. Ülkemizde yapılan araştırmalar genel olarak süt sağım makineleri üzerinedir.

Ülger ve Nalbant (1982), süt sağımında mekanizasyon olanakları üzerine yaptıkları araştırmada 7 farklı süt sağım makinesini denemeye alarak 1 ineğin 1 yıl sağımı ve 1 kg süt sağımı için gerekli olan enerji tüketim miktarlarını incelemiştir. Sonuç olarak, kovalı süt sağım makinesi için gerekli enerji miktarı 15,6 kWh/inek, borulu süt sağım makineleri için gerekli enerji miktarı 18.8-55.1 kWh/inek olarak saptanmıştır. Ülger(1985), sabit olarak çalışan boru hattına sağım yapan süt sağım makinelerinde ortalama olarak iki sağım üniteli makineler için 0,25 kW'lık motor, dört sağım üniteli için 0,37 kW'lık motor ve sekiz sağım üniteli makinelerde ise 0,75 kW'lık motor kullanımını önermiştir.

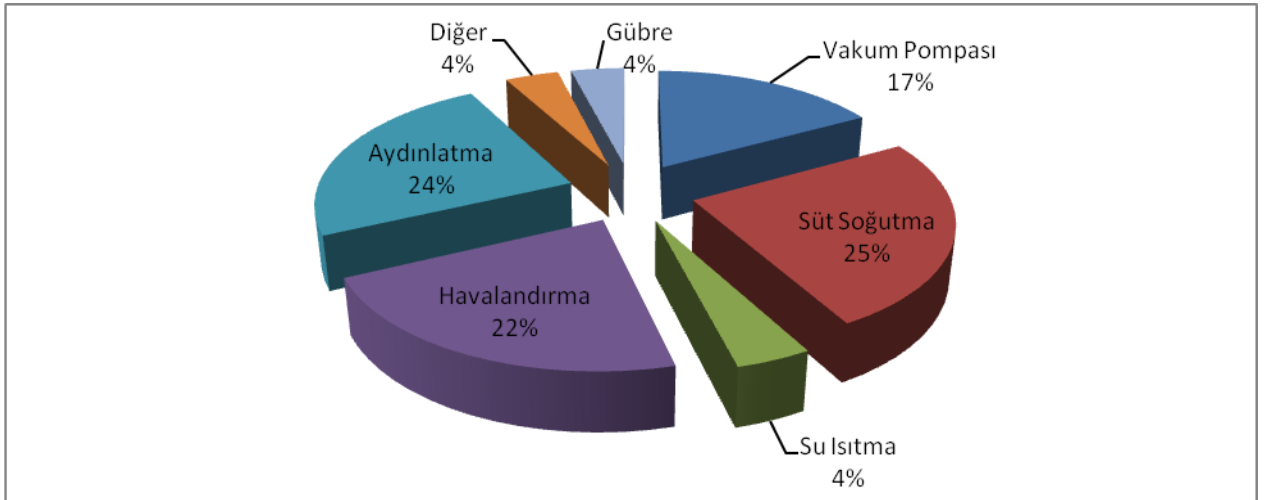
Süt sığırcılığı işletmelerinde elektrik enerjisinin temel olarak süt soğutma, su ısıtma ve vakum pompaları tarafından tüketilmektedir. Süt soğutmada 17.6-24.3 Wh/kg-süt ya da 140 kWh/inek-yıl; ısı geri kazanımlı sistemlerde su ısıtma için 131 kWh/inek-yıl; ısı geri kazanımsız sistemlerde 203 kWh/inek-yıl; vakum pompasında 8.8-26.2 Wh/kg-süt ya da 49-109 kWh/inek-yıl elektrik enerjisi tüketildiği belirtilmiştir. Çalışmada, enerji tüketiminin işletme büyüklüğüne ve işletmelerde kullanılan farklı ekipman ve sistemlere göre farklılaştığı bildirilmiştir. Ekipman seçiminin de işletme büyüklüğü ile değiştiği ve ekipman yatırımları için göz önünde bulundurulması gereken etkenlerden birinin seçilecek ekipmanların sağlayacağı enerji tasarruf miktarları olduğu söylenmektedir (Peebles ve ark. 1994; Edens ve ark. 2003).

Peebles ve ark. (1994) tarafından süt sığırcılığı işletmelerinde kullanılan makinelerin model, kapasite ve enerji tüketimlerinin incelendiği çalışmada, enerji kazancı sağlayacak optimum süt sağım, süt soğutma ve su ısıtma sistemlerinin seçimi için simülasyon yapılmıştır. 60-120-200-400 sağmal baş kapasitelerine sahip 4 farklı işletme değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, 60 sağmal başa sahip işletmeler için ısı geri kazanım ünitesinin en yüksek enerji tasarrufu sağlayan ünite olduğu saptanmıştır. 200-400 sağmal baş kapasiteli işletmeler için ise, ısı geri kazanım ünitesi yanı sıra plakalı ön soğutucu kullanılması tavsiye edilmiştir.

Isı geri kazanım ünitesi kullanılarak, 60 sağmal baş kapasiteli işletmelerde 238 kWh/inek-yıl, 200 sağmal baş kapasiteli işletmelerde 120 kWh/inek-yıl, 400 sağmal baş kapasiteli işletmelerde ise 106 kWh/inek-yıl enerji tüketim değerleri tespit edilmiştir.

Değişken devirli vakum pompası kullanımı ile sağım sistemlerinin hava tüketim miktarları arasındaki ilişki Sanford (2003) tarafından incelenmiş, değişken devirli vakum pompasının kullanımı ile sağım işlemleri için gerekli hava ihtiyacının düştüğü, dolayısıyla oldukça yüksek enerji tasarrufları elde edildiği belirtilmiştir. İşletmelerde kullanılan vakum pompalarının kapasitelerinin genellikle standartlara göre %39-%98 oranlarında daha fazla olduğu tespit edilmiş ve standartlara uygun olmayan vakum pompası kullanımı durumunda da enerji tasarrufu sağlayabilmek için değişken devirli vakum pompası kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ludington ve Johnson (2003) tarafından yapılan çalışmada, 32 adet işletme değerlendirilerek süt hayvancılığı işletmelerindeki faaliyetlerin toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisindeki oranları Şekil 2.4'teki gibi tespit edilmiştir.



Şekil 2.1. Faaliyetlere göre enerji kullanım oranları

Ludington ve ark. (2004) tarafından süt sgrclğı işletmelerinde enerji tasarrufu sağlayan sistemlerin ayrıntılı olarak tanıtıldığı çalışmada, vakum pompaları için değişken devirli vakum pompaları tavsiye edilmiştir. Değişken devirli vakum pompasının kullanımı ile elektrik tüketiminde %60'u bulan tasarrufların olacağı ve soğutma işlemi için yapılacak iyileştirmelerin ise ancak büyük işletmeler için karlı bir seçim olabileceği belirtilmiştir.

Finlandiya'da konvansiyonel ve organik süt ve avdar ekmeği üretimi ile ilgili yapılan çalışmada, süt üretiminde elektrik enerjisi tüketiminin toplam enerji tüketimindeki oranı %22 olarak tespit edilerek, süt hayvancılığında en önemli elektrik tüketim süt hayvancılığı işletmeleri ile süt sağım, soğutma, havalandırma, gübre faaliyetleri olduğu vurgulanmıştır (Grönroos ve ark. 2006).

Meul ve ark. (2007) tarafından Belçika'da, süt hayvancılığında, ekim tarımında ve domuz çiftliklerinde enerji kullanımı verimliliği üzerine yapılan araştırmada, 1989-1990 ile 2000-2011 yılları arasındaki süt hayvancılığındaki elektrik tüketiminde %20 azalma olduğu tespit edilmiştir. Toplam enerji girdisi içerisinde elektrik enerjisi oranının yaklaşık %10 olduğu, ayrıca incelenen 483 işletmenin elektrik enerjisi girdisinin en iyi performansla sahip işletmelere nazaran %88,5 oranında etkin olduğu ve etkin işletmelere göre ortalama %11,5 oranında daha fazla enerji kullandıkları saptanmıştır.

İtalya'da yapılan bir çalışmada, süt hayvancılığı enerji kullanımı ve yönetimi için enerji taleplerinin araştırılması, işletmelerdeki farklı süreçlerin enerji yoğunluklarının verimlilik göstergelerine dayanarak tanımlanması, kritik süreçlerin belirlenerek enerji tasarrufu sağlayacak uygun teknolojilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 40-300 arası sağmal inek kapasiteli 4 adet işletmenin, bir yıl boyunca ana faaliyetleri (sağım, süt soğutma, aydınlatma, havalandırma, gübre) ve ekipmanları analiz edilmiştir. Hayvan sayısının 100'den az olduğu işletmeler ile 100'den fazla olduğu işletmeler kıyaslanarak, elektrik enerjisi kullanımı değerleri sırasıyla 2570 kWh/ay, 5430 kWh/ay, 500 kWh/inek-yıl, 455 kWh/inek-yıl olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elektrik enerjisinin maliyeti ortalama 0,23 €/inek, en verimli işletmede 0,15 €/inek, en verimsiz işletmede ise 0,35 €/inek olarak tespit edilmiştir. İşletmelerdeki ana faaliyetlere ait enerji tüketimleri hayvan sayısının 100'den az olduğu işletmeler ile 100'den fazla olduğu işletmelere göre incelendiğinde, sağım faaliyetlerinin toplam elektrik tüketimindeki oranı sırası ile %24,1, %14,9, soğutma faaliyetlerinin toplam

elektrik tüketimindeki oranı sırası ile %24,2 , %21,1 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, sağım sistemlerinin enerji kullanım değerlerinin ortalama 84 kWh/inek-yıl olduğu, 124 kWh/inek-yıl ile 52 kWh/inek-yıl arasında değiştiği ve 52-58 kWh/inek-yıl aralığında olan en verimli sistemlerde değişken devirli vakum pompasının var olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak işletmeler incelendiğinde ise soğutma tanklarının nominal hacim kullanım oranlarının 0,58-0,98 aralığında değiştiği ve işletmelerin sadece %20'sinde plakalı ısı kazanım ünitesinin olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, süt soğutma ve sağım faaliyetlerinin en kritik süreçler olduğu tespit edilerek, yapılacak iyileştirmeler ile maliyetin işletme başına ortalama 4000-1,550 €/yıl azalabileceği tahmin edilmiştir. Bu kazanç, 100 sağmal baş ve üzerindeki işletmeler için 180000 kWh/yıl, 100 sağmal baş altındaki işletmeler için ise 61000 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır (Murgia ve ark. 2008).

Bailey ve ark. (2008) tarafından Kanada'da yapılan araştırmada, Nova Scotia'daki tarım işletmelerinin enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji konularındaki tüketim ve görüşlerini tespit etmek için bir anket çalışması yapılmıştır. Yapılan 215 adet anket sonuçlarına göre, elektrik enerjisi tüketim oranının işletme tipi ve büyüklüğüne göre önemli farklılıklar göstermediği, süt hayvancılığı işletmesindeki toplam enerji tüketiminde elektrik enerjisinin payı %37,9, maliyeti ise \$22,026 olarak belirlenmiştir. 2004 yılında yapılan bir çalışmada bu maliyet \$17.559 olduğundan, %25,4 oranında bir maliyet artışı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada, süt hayvancılığı işletmesinde kullanılan enerjinin büyük kısmının hareketli ekipmanlara, araçlara, soğutma ve aydınlatmaya ait olduğu bildirilmiştir. Çalışmada petrol ve elektrik enerjisi maliyetinin gittikçe artması ile, çiftlik büyüklüğün artması durumunda enerji maliyetlerinin daha büyük öneme sahip olduğu ve diğer tarım işletmelerine göre süt hayvancılığı işletmelerindeki enerji maliyetinin 2-3 katı daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Gönülol ve Aktaş (2010), yaptıkları araştırmada 25-300 sağmal inek kapasiteli 12 adet çiftlik, 4 adet merkezi sağım sistemi, 16 adet seyyar sağım makinesine sahip küçük işletme ve 12 adet süt toplama merkezinde birim sütün elektrik enerjisi maliyetini hesaplamışlardır. Birim süt maliyeti çiftliklerde 0,0314 TL/l, merkezi sağım sisteminde 0,0263 TL/l, küçük işletmelerde 0,0142 TL/l, süt toplama merkezinde 0,0058 TL/l olarak belirlenmiştir.

Süt hayvancılığında enerji tüketimi adlı çalışmada, 3 farklı süt sığırcılığı işletmesi 30 hafta boyunca analiz edilmiş ve işletmelere ait elektrik tüketim miktarının %37'sinin soğutma, %31'inin su ısıtma, %19'unun vakum pompası, %10'unu aydınlatma sisteminin oluşturduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin elektrik enerjisi kullanımlarının 0,47 sent/litre, 0,69 sent/litre ile 4 kwh/inek-hafta- 7,3 kWh/inek-hafta aralıklarında olduğu sonucuna varılmıştır (Upton ve ark. 2010).

Rusya'da yapılan süt soğutmada enerji tüketiminin azaltılması adlı çalışmada, süt soğutma sürecindeki enerji tüketimini azaltmak için, kompresör ile kondansör arasına ısı geri kazanımlı soğutma ünitesi kurulumu önerilmiştir. Çalışmada ayrıca, süt hayvancılığında enerji yoğunluğunun en yüksek olduğu faaliyetler süt soğutma, ısıtma ve havalandırma olarak belirtilmiştir (Kabardino 2011).

Değişken devirli vakum pompası kullanımının enerji kazancı ve çevresel kazanımları üzerine yapılan araştırmada, 1,1 kW , 11 kW , 110 kW güçlerinde, %60 yük altında, 4000 saat/yıl çalışma süresinde üç tip motor karşılaştırılmış ve toplam tüketilen enerjideki azalma sırası ile %37,4 , %37,5 , %37,2 olarak tespit edilmiştir (Ferrina 2011).

Kraatz (2012) tarafından Almanya'da yapılan çalışmada, süt hayvancılığı faaliyetinde enerji yoğunluğu incelenmiştir. Süt üretim proseslerindeki elektrik enerjisi tüketiminin işletmenin büyüklüğüne, kullanılan makinalara ve işletmenin teknik özelliklerine göre değiştiği, ayrıca otomatik sağım sistemlerinin konvansiyonel sağım sistemlerine göre %25 daha fazla enerji tükettiği, işletmelerde en büyük elektrik tüketimini sağım sistemlerindeki vakum pompalarının, süt soğutma ve su ısıtma sistemlerinin sağladıklarını bildirmiştir. Ayrıca, farklı sağımhane sistemleri (balık kılçığı, rotary vb.) ile farklı soğutma sistemleri (direkt ve indirekt soğutma, ön-soğutucu) kullanımının süt üretimindeki enerji girdisinde etkin olduğu belirtilerek, sağım sistemleri ve soğutma sistemleri ile ilgili incelemeler yapmıştır. Sonuç olarak; hızlı çıkışlı balık kılçığı sağımhanelerindeki enerji tüketiminin konvansiyonel sağım hanelere göre (kütle ve yapım malzemesi dolayısıyla) daha fazla olduğu, paslanmaz çelik süt boru hatlı sistemlerin ise plastik malzemeye oranla enerji tüketimini %155 arttırdığı tespit edilmiştir.

İrlanda da yapılan, değişen su ve enerji tüketimi ile hızlı süt soğutma arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, süt üretim süreçlerinin özellikle süt soğutma ile birlikte enerji yoğun bir süreç olduğu ve süt üretimi proseslerinde en fazla payın süt soğutma sistemlerine ait olduğu bildirilmiştir. Soğutma için gerekli enerji miktarının, soğutma sisteminin verimliliğine ve soğutma işleminin başlangıç ile bitiş sıcaklıkları farkına bağlı olarak değiştiği vurgulanmıştır. Soğutma maliyetini düşürmek için genellikle bir ön soğutma işlemi ve bir ana soğutma sisteminden oluşan iki aşamalı bir işlem kullanıldığı, ön soğutucu olarak ise genellikle plakalı ısı eşanjörlerinin kullanıldığı belirtilmektedir. Çalışmada 8 farklı ön soğutucu test edilmiş, 2010-2012 yılları arasında 25 farklı işletme değerlendirilmiş ve buzlu soğutma tanklarının ortalama enerji tüketimleri 0,013kWh/l , €0,0016 kWh/l olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın önemli sonuçlarından bir diğeri ise, incelenen işletmelerde ya yetersiz ön soğutma olduğunun ya da ön soğutma olmadığının gözlenmiş olmasıdır (Murphy ve ark. 2013).

İrlanda'da bulunan süt hayvancılığı işletmelerinin enerji taleplerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, süt sağım, süt soğutma ve su ısıtma faaliyetlerinin işletmenin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki payları sırası ile % 20, %31, %23 olarak belirtilmiştir (Upton ve ark. 2013).

Yan ve ark. (2013) tarafından çiftlik yönetimindeki bazı taktik ve uygulamaların karbon ayak izi ve süt üretimindeki arazi kullanımı üzerindeki etkilerini araştırmak için yapılan çalışmada 18 adet süt hayvancılığı işletmesi incelenmiştir. Sonuç olarak, işletmelere ait elektrik enerjisi tüketiminin ortalama 87 kWh/t-yıl olduğu saptanmıştır.

Türkiye'deki modern hayvancılık işletmelerinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada, 235 adet işletme değerlendirilmiştir. İşletmelerin ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri 114,14 kWh/t-yıl ve 741,32 kWh/inek-yıl olarak tespit edilmiştir. İşletmeler sağmal inek kapasitelerine göre 26-50, 51-100, 101-200 ve 200 üzeri olarak sınıflandırılmıştır. Sonuçlar sırası ile, 116,36 kWh/t ve 789,95 kWh/inek, 105,33 kWh/t ve 639,40 kWh/inek, 91,86 kWh/t ve 568,35 kWh/inek, 81,91 kWh/t ve 563,75 kWh/inek olarak saptanmıştır. (Duman ve ark. 2013)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Materyal bölümü, araştırmada incelenen süt sağım işletmeleri ve kullanılan ölçüm cihazları hakkında bilgi verildiği iki bölümden oluşmuştur.

3.1.1 Araştırmada İncelenen Süt Sağım İşletmeleri

İşletmelerdeki süt sağım mekanizasyonlarının elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin ölçülmesi ve enerji verimliliğini etkileyen unsurların saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada, farklı üretim kapasitelerine sahip üç adet süt sığırcılığı işletmesi incelenmiştir. İşletmelerden ikisi (A,B) Tekirdağ-Malkara Bölgesi'nde bulunan özel işletmelerdir. Diğeri (C) ise NKU Ziraat Fakültesi Süt Sığırcılığı Araştırma Çiftliği'dir.

İşletmelerden toplanan veriler,

- Soğutma tankının enerji tüketim kayıtları
- Vakum pompası enerji tüketim kayıtları
- Soğutma tankı kapasitesi
- Vakum pompası kapasitesi
- İşletmede elektrik tüketen cihaz, ekipman, makine listesi
- Günlük süt üretim miktarı
- Günlük sağmal inek sayısı
- Günlük sağım sayısı
- Ölçüm yapılan aya ait elektrik faturası

şeklindedir.

İşletmelere ait genel bilgiler Çizelge 3.1’ de verilmiştir. İşletmelere ait makine bilgileri ise Çizelge 3.2’ de verilmektedir.

Çizelge 3.1. İşletmelere ait genel bilgiler

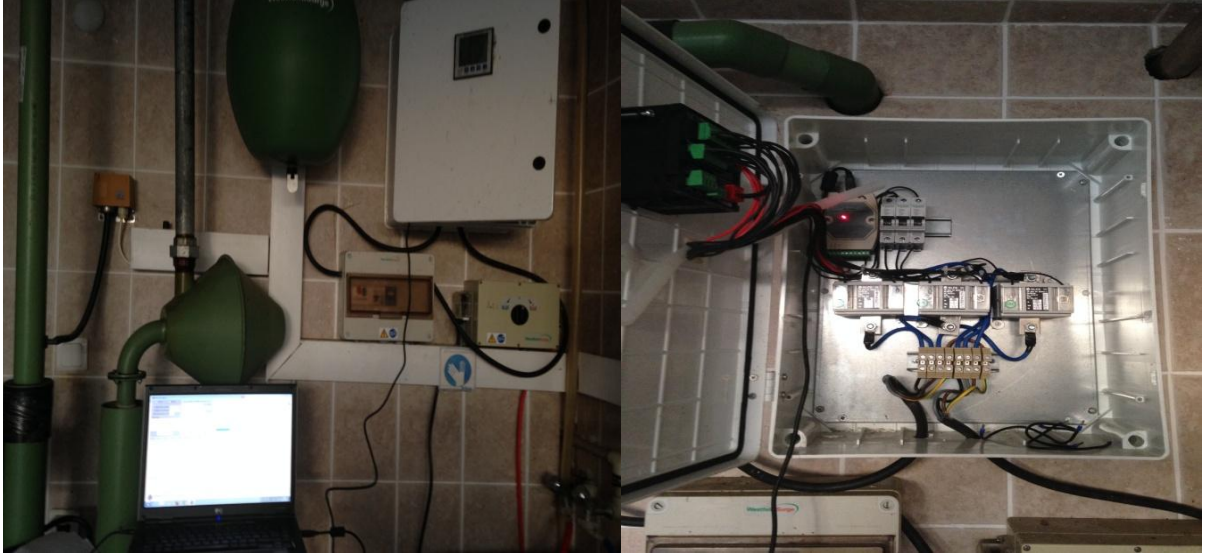
İşletme	İşletme Kapasite (sağmal inek sayısı)	Süt Üretimi (Litre/gün)	Günlük Sağım Sayısı	Sağım Sistemi
A	214	5959	2	2x12 Balıkkılçığı
B	48	962	2	2x5 Balıkkılçığı
C	17	285	2	2x4 Balıkkılçığı

Çizelge 3.2. İşletmelere ait makine bilgileri

İşletme	Süt Soğutma Tankı Kapasitesi (Litre)	Soğutma Tankı Sınıfı	Vakum Pompasının Motor Gücü (kW)	Vakum Pompası Tipi
A	4200	2BII	7,5	Yağlı
B	2000	2BII	4	Yağlı
C	1050	2BII	4	Yağlı

3.1.2. Araştırmada Kullanılan Ölçüm Cihazları

İşletmelerin süt sağım mekanizasyonlarında elektrik enerjisi tüketim değerlerini tespit etmek amacıyla, biri sağım sistemlerine diğerisi süt soğutma tankına olmak üzere iki adet ‘Elektrik Enerjisi İzleme Sistemi (Şekil 3.1) kurulmuştur.

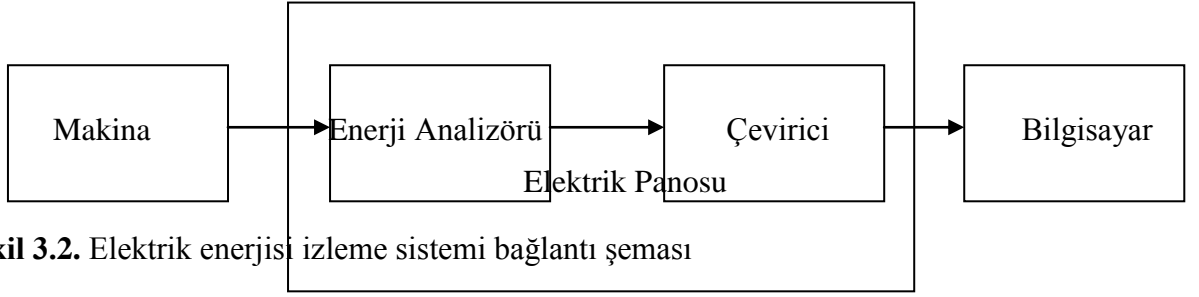


Şekil 3.1. Elektrik enerjisi izleme sistemi

Elektrik Enerjisi İzleme Sistemi aşağıda sıralanan cihaz ve ekipmanlardan oluşmaktadır.

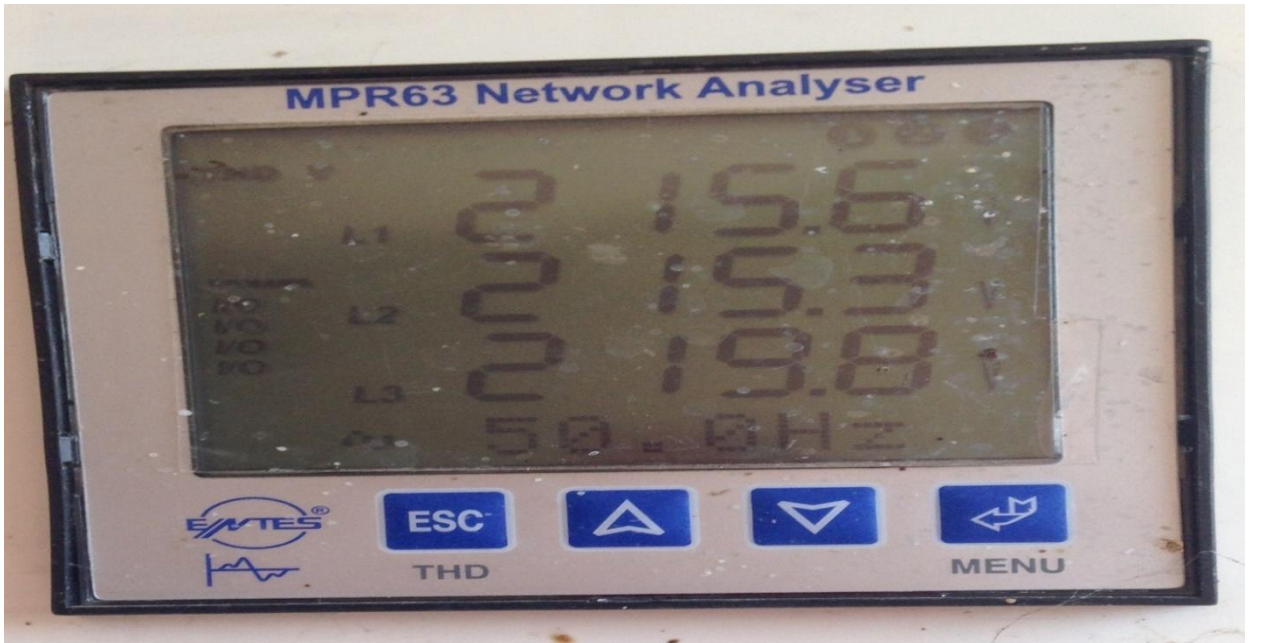
1. Enerji Analizörü
2. Çevirici
3. Elektrik Panosu
4. Bilgisayar

Elektrik Enerjisi İzleme Sistemi'nde ölçüm yapılacak her bir elektrik motoru için 1 adet Enerji Analizörü, 1 adet Çevirici kullanılmıştır (Şekil 3.2). Enerji analizörlerinin ve çevirici cihazın taşınması ve muhafazasında kolaylık sağlanması amacıyla elektrik panoları imal edilmiş olup, her bir kutuya 1 adet Enerji Analizörü, 1 adet Çevirici monte edilmiştir. Veri aktarımı , çevirici ve bilgisayar arasında yapılan bağlantısı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Elektrik enerjisi izleme sistemi bağlantı şeması

Enerji analizörü, bir elektrik şebekesine ait tüm elektriksel parametreleri ölçmek ve istenildiğinde kaydetmek amacıyla tasarlanmış cihazdır. Çalışmada, MPR63 model enerji analizörü kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. MPR63 model enerji analizörü

Çalışmada kullanılan MPR63 model enerji analizörüne ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.3’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.3. MPR63 model enerji analizörüne ait bazı teknik özellikler

Özellik	Değer
Frekans	50/60 Hz
Ölçme aralığı	0-99 999 999 kWh
Demand zamanı	15 dakika
Haberleşme	MODBUS RTU (RS 485)
Hafıza alanı	Saat ve tarihleriyle birlikte 28 parametre 15000 satır
Kayıt zamanı	5 - 32000 saniye
Enerji kaydı hafıza alanı	1000 satır(15 dk. □da bir kalıcı hafızaya kaydeder)
Bellek	1 MB dahili bellek
Ortam sıcaklığı	-5°C; +50°C

Çevirici ise, enerji analizörlerinin bilgisayar ile haberleşmesini sağlayan cihazdır. Çalışmada kullanılan RS-USB2 çevirici (Şekil 3.4) ile, RS485 üzerinden haberleşen cihazların bilgisayara USB portundan bağlanması sağlanmıştır. Bu şekilde, USB portu standart seri port (COM port) olarak kullanılmış ve bilgisayara bağladığımız cihazlarla haberleşebilme imkanı sağlanmıştır.



Şekil 3.4. RS485 model çevirici

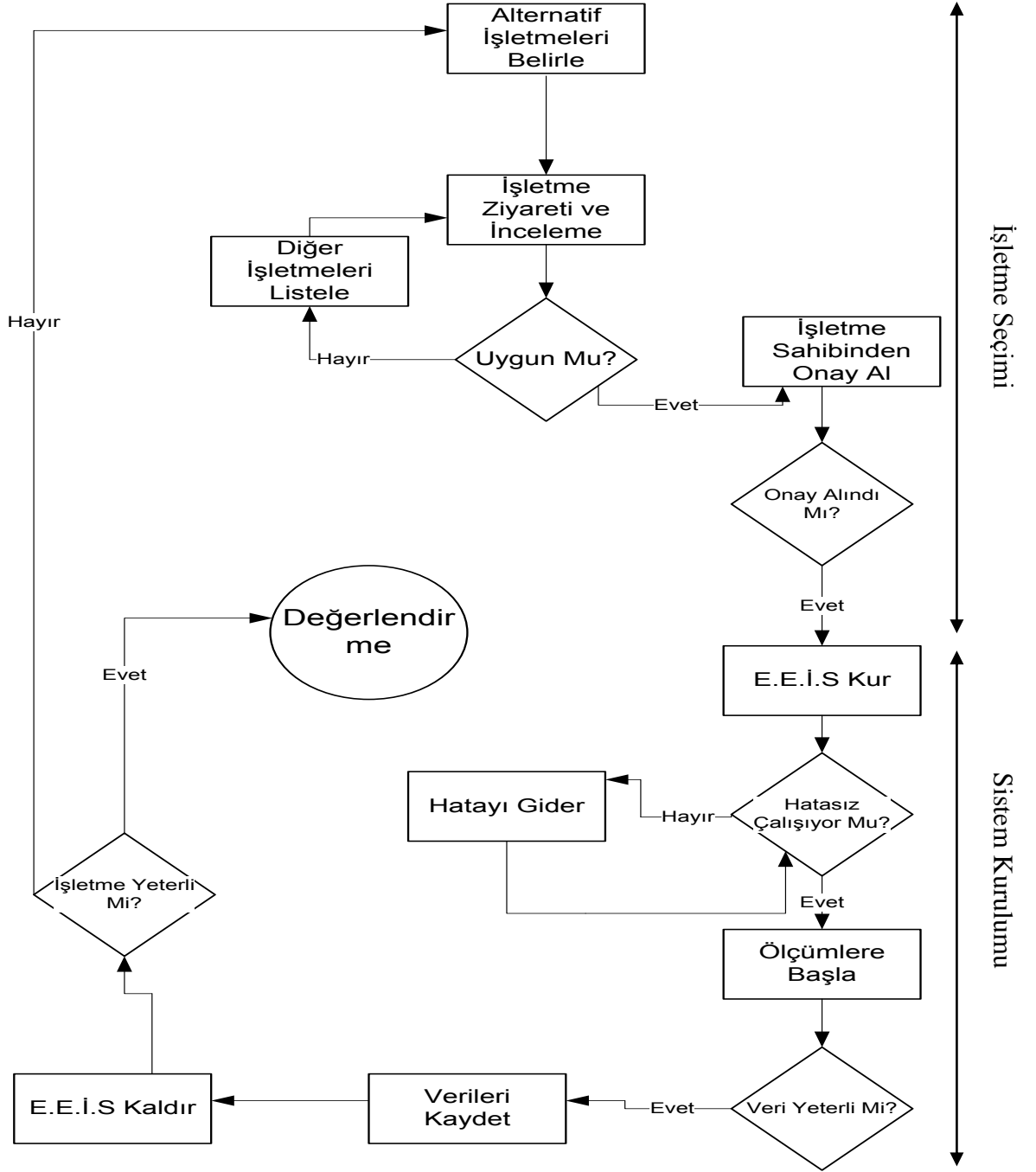
Çalışmada kullanılan RS-USB2 model çeviriciye ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. RS-USB2 model çeviriciye ait bazı teknik özellikler

Özellik	Değer
Enerji besleme	Yok
Hız	300
Bağlantı	USB 1.1 ve USB 2.0
Algılama	Otomatik baud rate
Koruma	ESD

3.2Yöntem

Bu çalışma, genel olarak işletme seçimi, sistem kurulumu ve ölçümler, değerlendirme olmak üzere 3 basamaktan oluşan bir iş akış planı ile yürütülmüştür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Yöntemde uygulanan iş akış planı

3.2.1 İşletme Seçimi

Denemelerin yürütüleceği işletmelerin seçiminde aşağıda sıralanan faktörler dikkate alınmıştır.

- Sürekli üretimin olduğu modern süt hayvancılığı işletmesi olması
- Hayvan ve insan sağlığı açısından işletmede herhangi bir riskin olmaması
- Üst yönetimin yapılacak çalışma için gönüllülüğü
- Elektrik Enerjisi İzleme Sistemi'nin kurulmasına uygun bir alanın var olması
- Ulaşım imkanları

3.2.2 Sistem Kurulumu ve Ölçümler

İşletmelerdeki süt sağım ve soğutma sistemlerinin elektrik enerjisi tüketimi miktarlarının belirlenmesi amacıyla Elektrik Enerjisi İzleme Sistemi'nin bağlanacağı makineler tespit edilmiştir. Sistemlerden biri sağım sisteminin elektrik tüketimini izlemek amacıyla vakum pompasına, diğeri soğutma sisteminin elektrik tüketimini izlemek amacıyla soğutma tankına bağlanmıştır.

Enerji tüketimi hesaplamaları için birim zamanda tüketilen ortalama elektrik enerjisi verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan enerji analizörü, enerji verilerini 15 d'da bir kalıcı hafızaya kaydettiğinden, 15 d'lık zaman aralıkları ile kaydedilen ortalama elektrik enerjisi tüketimi verileri kullanılmıştır.

Elektrik Enerjisi İzleme Sistemi'nin kurulması ve ölçümlerin sürdürülmesi için çalışmanın sürekliliğini aksatmayacak şekilde en uygun tarihler seçilmiştir. Ölçümler her bir işletmede bir ay sürdürülmüştür (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.5. İşletmelerde ölçüm yapılan tarih aralıkları

İşletme	Ölçüm Tarih Aralığı
A	12.05.2013-11.06.2013
B	12.06.2012-11.07.2013
C	13.07.2012-11.08.2013

3.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

İşletmelerdeki süt sağım mekanizasyonlarının elektrik enerjisi tüketimlerini değerlendirmek ve verimlilikleri hakkında yorum yapabilmek için, sırasıyla işletmelerin sağım ve soğutma sistemlerinin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları, işletmelerin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri ve özgül elektrik enerjisi değerleri, elektrik enerjisi üretkenlik değerleri ile elektrik enerjisi maliyeti oranları gibi enerji verimliliği göstergeleri hesaplanmıştır.

Analizörün 15 d aralıklarla kayıt altına aldığı elektrik enerjisi tüketimi miktarları Watt cinsindedir. Hesaplamalar için gerekli olan dönüşüm aşağıdaki formül kullanılarak yapılmıştır.

$$ET_{SS} = \frac{\sum_{i=1}^n PSS_i \times 0,25}{1000} \quad (3.1)$$

$$ET_{ST} = \frac{\sum_{i=1}^n PST_i \times 0,25}{1000} \quad (3.2)$$

Yukarıdaki eşitliklerde;

ET_{SS} : Sağım sisteminin toplam elektrik enerjisi tüketimi (kWh/ay)

ET_{ST} : Soğutma sisteminin toplam elektrik enerjisi tüketimi (kWh/ay)

PSS_i : Sağım sistemine ait i. veri kaydı

PST_i : Soğutma sistemine ait i. veri kaydı

n : Aylık veri kayıt sayısı

3.2.3.1 İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimindeki Oranının Hesaplanması

Sağım ve soğutma sistemlerine ait elektrik enerjisi tüketim miktarının, işletmelerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranını belirlemek için yapılan hesaplamalarda aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır.

$$ETO_{SS} = \frac{ET_{SS}}{ET_{IT}} \times 100 \quad (3.3)$$

$$ETO_{ST} = \frac{ET_{ST}}{ET_{IT}} \times 100 \quad (3.4)$$

$$ETO_{IT} = ETO_{SS} + ETO_{ST} \quad (3.5)$$

Yukarıdaki eşitliklerde;

ETO_{SS} : Sağım sistemine ait elektrik enerjisi tüketiminin işletmenin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranı (%)

ETO_{ST} Soğutma sistemine ait elektrik enerjisi tüketiminin işletmenin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranı (%)

ETO_{IT} : Sistemlere ait elektrik enerjisi tüketiminin işletmenin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranı (%)

ET_{IT} : İşletmenin toplam elektrik enerjisi tüketimi¹ (kWh/ay)

1 Toplam elektrik tüketimlerini belirlemek için ölçüm yapılan aya ait elektrik faturası tutarı kullanılmıştır.

3.2.3.2 İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Günlük Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerlerinin Hesaplanması

İşletmelere ait sağım ve soğutma sistemlerinin günlük ortalama tüketim değerleri ile sağım ve soğutma sistemlerinin toplam günlük ortalama tüketim değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır.

$$\overline{ET}_{SS} = \frac{ET_{SS}}{N_G} \quad (3.6)$$

$$\overline{ET}_{ST} = \frac{ET_{ST}}{N_G} \quad (3.7)$$

$$\overline{ET}_G = \overline{ET}_{SS} + \overline{ET}_{ST} \quad (3.8)$$

Yukarıdaki eşitliklerde;

\overline{ET}_{SS} : Sağım sisteminin ortalama elektrik enerjisi tüketimi (kWh/gün)

\overline{ET}_{ST} : Soğutma sisteminin ortalama elektrik enerjisi tüketimi (kWh/gün)

\overline{ET}_G : Sistemlerin ortalama elektrik enerjisi tüketimi (kWh/gün)

N_G : Gün sayısı

3.2.3.3 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Verimliliğinin Hesaplanması

3.2.3.3.1 İşletme Bazında Özgül Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerlerinin Hesaplanması

Birim üretim başına elektrik enerjisi tüketimi olarak tanımlanan özgül elektrik enerjisi tüketimi, sağım ünitesi ve süt soğutma ünitesinde ayrı ayrı, daha sonra da toplam olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar aşağıdaki bağıntılar yardımıyla, günlük veriler kullanılarak yapılmıştır (Öztürk 2011).

$$OET_{ST} = \frac{\overline{ET}_{ST}}{GSU} \quad (3.9)$$

$$OET_{SS} = \frac{\overline{ET}_{SS}}{GSU} \quad (3.10)$$

veya

$$OET_{SS} = \frac{\overline{ET}_{SS}}{N_i} \quad (3.11)$$

$$OET_{ST} = \frac{\overline{ET}_{ST}}{N_i} \quad (3.12)$$

$$OET_{IT} = OET_{SS} + OET_{ST} \quad (3.13)$$

Yukarıdaki eşitliklerde;

OET_{SS} : Sağım sisteminin özgül elektrik enerjisi tüketimi (kWh/litre veya kWh/inek)

OET_{ST} : Soğutma sisteminin özgül elektrik enerjisi tüketimi(kWh/litre veya kWh/inek)

OET_{IT} : Sistemlerin toplam özgül elektrik enerjisi tüketimi (kWh/litre veya kWh/inek)

GSU : Günlük ortalama süt üretimi (litre)

N_i : Sağmal inek sayısı

3.2.3.3.2 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Üretkenliği Değerlerinin Hesaplanması

Tüketilen birim miktar enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarı olarak tanımlanan enerji üretkenliği göstergesi, sağım ünitesi ve süt soğutma ünitesinde ayrı ayrı, daha sonra da toplam olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar aşağıdaki bağıntılar yardımıyla, günlük veriler kullanılarak yapılmıştır (Öztürk 2011).

$$EU_{SS} = \frac{GSU}{ET_{SS}} \quad (3.14)$$

$$EU_{ST} = \frac{GSU}{ET_{ST}} \quad (3.15)$$

$$EU_{IT} = EU_{SS} + EU_{ST} \quad (3.16)$$

Yukarıdaki eşitliklerde;

EU_{SS} : Sağım sisteminin özgül elektrik enerjisi tüketimi (litre/kWh)

EU_{ST} : Soğutma sisteminin özgül elektrik enerjisi tüketimi (litre/kWh)

EU_{IT} : Sistemlerin toplam elektrik enerjisi üretkenliği (litre/kWh)

GSU : Günlük ortalama süt üretimi (litre)

3.2.3.3.3 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Maliyeti Oranının Hesaplanması

Enerji maliyeti oranı, birim süt maliyeti içerisindeki enerji maliyetinin oranıdır. Sistemlerin elektrik enerjisi maliyetlerinin, sütün toplam maliyetindeki oranı hesaplanacaktır. . Bu oran düştükçe sağım ve soğutma sistemindeki enerji verimliliğinin artacağı söylenebilir. Enerji maliyeti oranı hesaplamaları aşağıdaki bağıntı yardımıyla yapılmıştır;

$$EMO_{SS} = \frac{OET_{SS} \times BEM}{BSM} \quad (3.17)$$

$$EMO_{ST} = \frac{OET_{ST} \times BEM}{BSM} \quad (3.18)$$

$$EMO_{IT} = EMO_{SS} + EMO_{ST} \quad (3.19)$$

Yukarıdaki eşitliklerde;

EMO_{SS} : Sağım sisteminin elektrik enerjisi maliyeti oranı (%)

EMO_{ST} : Soğutma sisteminin elektrik enerjisi maliyeti oranı (%)

EMO_{IT} : Sistemlerin toplam elektrik enerjisi maliyeti oranı (%)

BEM : Birim elektrik enerjisi maliyeti (TL/kWh)

BSM : Birim süt maliyeti (TL/litre)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 İncelenen İşletmelerin Genel Değerlendirmesi

İncelenen işletmelerde veri kayıt sistemi bulunmaktadır. Günlük süt üretim miktarları, sağmal baş sayısı gibi veriler dijital ortamda kayıt altına alınmaktadır. Ancak, incelenen 3. işletmenin elektrik kullanımı kurumun toplam elektrik tüketimine dahil olduğundan işletmenin aylık elektrik fatura tutarı tespit edilememiştir.

4.2 İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimindeki Oranları

İşletmelerdeki sistemlerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları Çizelge 4.1'deki gibidir.

Çizelge 4.1. İşletmelerdeki sistemlerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları

Sistem	A İşletmesi	B İşletmesi
Sağım Sistemi	% 16	% 27
Soğutma Sistemi	% 47	% 27
Toplam	% 63	% 54

Buna göre, A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları, sırasıyla % 16, % 47 ve % 63 kWh olarak bulunmuştur. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları, sırasıyla % 27, % 27 ve % 54 kWh olarak bulunmuştur. Sağım ve soğutma sistemlerinin toplam enerji tüketimindeki paylarının yüksek olması bu çalışmada öngörüldüğü şekilde bulunmuştur. Enerji verimliliğini arttırmaya yönelik yapılacak iyileştirmelerin öncelikle bu faaliyetlerle ilgili olması gerekmektedir.

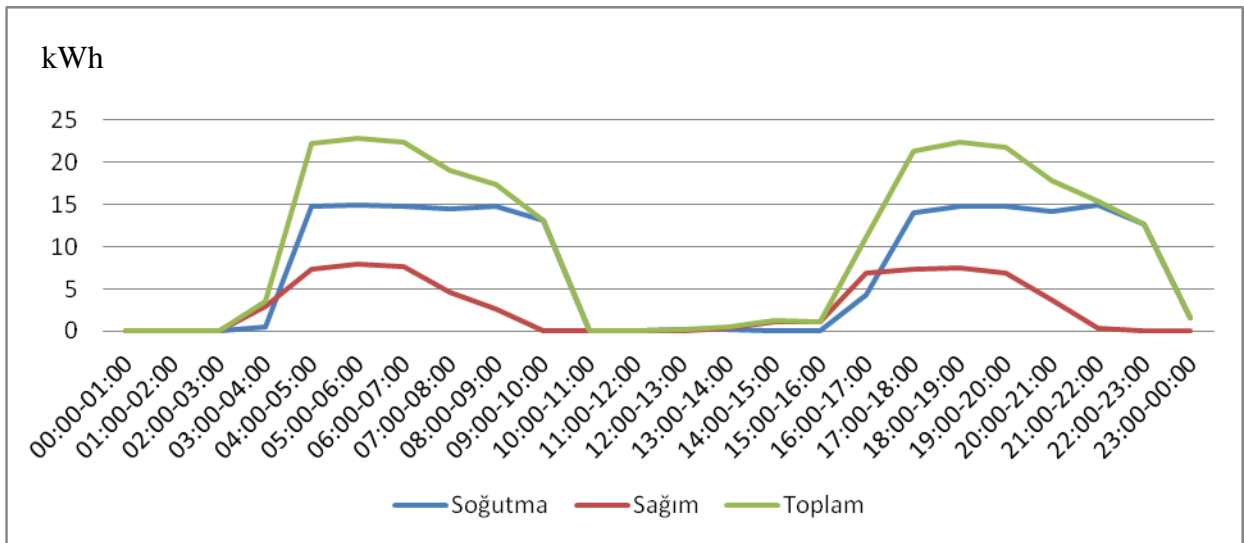
Ludington ve Johnson (2003) tarafından yapılan çalışmada sağım ve soğutma sistemlerin toplam enerji tüketimindeki oranı % 44 olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada bu oranın daha yüksek olmasının nedeni, ülkemizde sağım ve soğutma işlemleri haricinde mekanizasyon enerji girdisinin daha düşük olmasıdır. (havalandırma, gübre yönetimi, yemleme vb.)

4.3 İşletmelerdeki Sağım ve Soğutma Sistemlerinin Günlük Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerleri

A işletmesine ait günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri Çizelge 4.2’de, günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin saatlik dağılımı Şekil 4.1’de verilmiştir. Buna göre, A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 68,58 kWh, 201,97 kWh ve 270,55 kWh olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2. A işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri

Sistem	Tüketim (kWh)
Sağım Sistemi	68,58
Soğutma Sistemi	201,97
Toplam	270,55

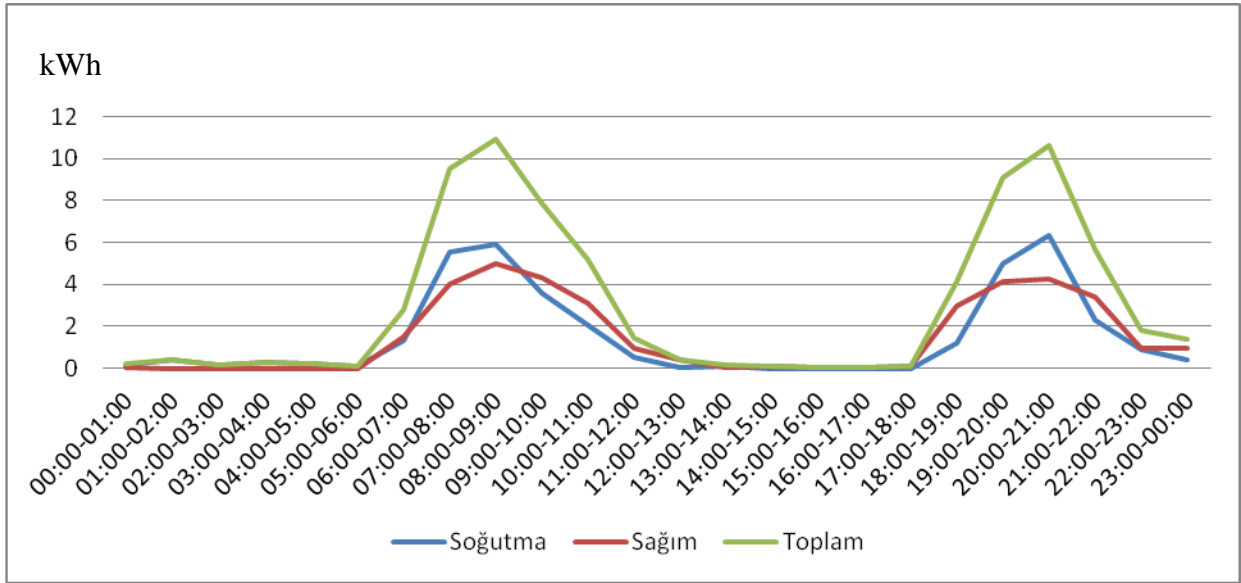


Şekil 4.1. A işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin dağılımı

B işletmesine ait günlük ortalama enerji tüketimi değerleri Çizelge 4.3’de, günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin saatlik dağılımı Şekil 4.2’de verilmiştir. Buna göre, B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 35,76 kWh, 36,36 kWh ve 72,12 kWh olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3. B işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri

Sistem	Tüketim (kWh)
Sağım Sistemi	35,76
Soğutma Sistemi	36,36
Toplam	72,12

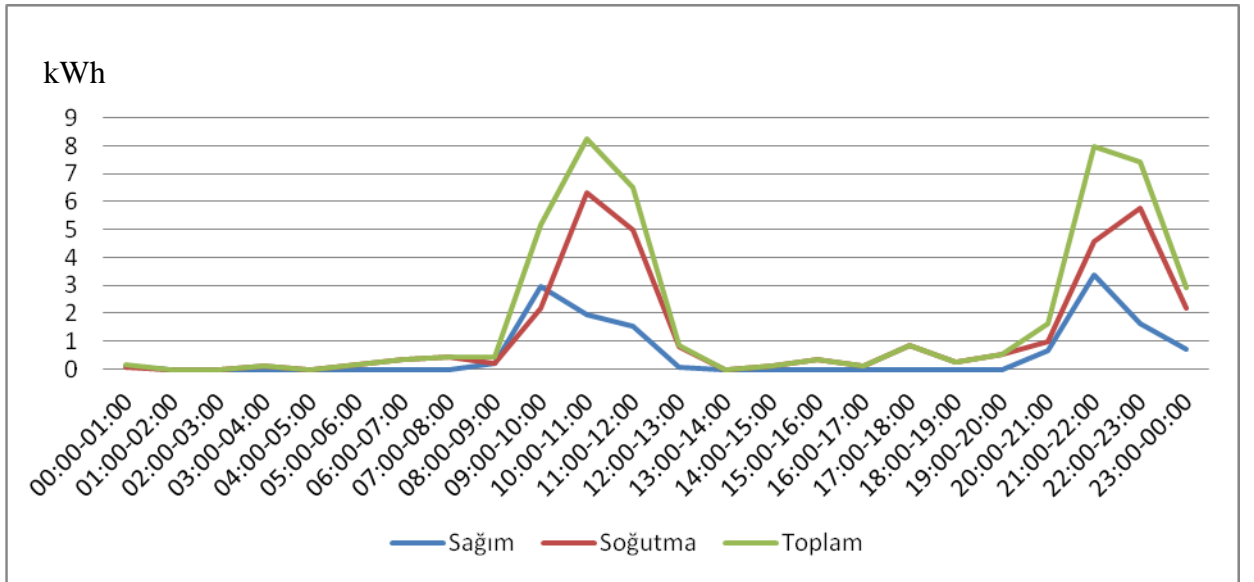


Şekil 4.2. B işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin dağılımı

C işletmesine ait günlük ortalama enerji tüketimi değerleri Çizelge 4.4’de, günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin saatlik dağılımı Şekil 4.3’de verilmiştir. C işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 13,17 kWh, 31,38 kWh ve 44,55 kWh olarak bulunmuştur.

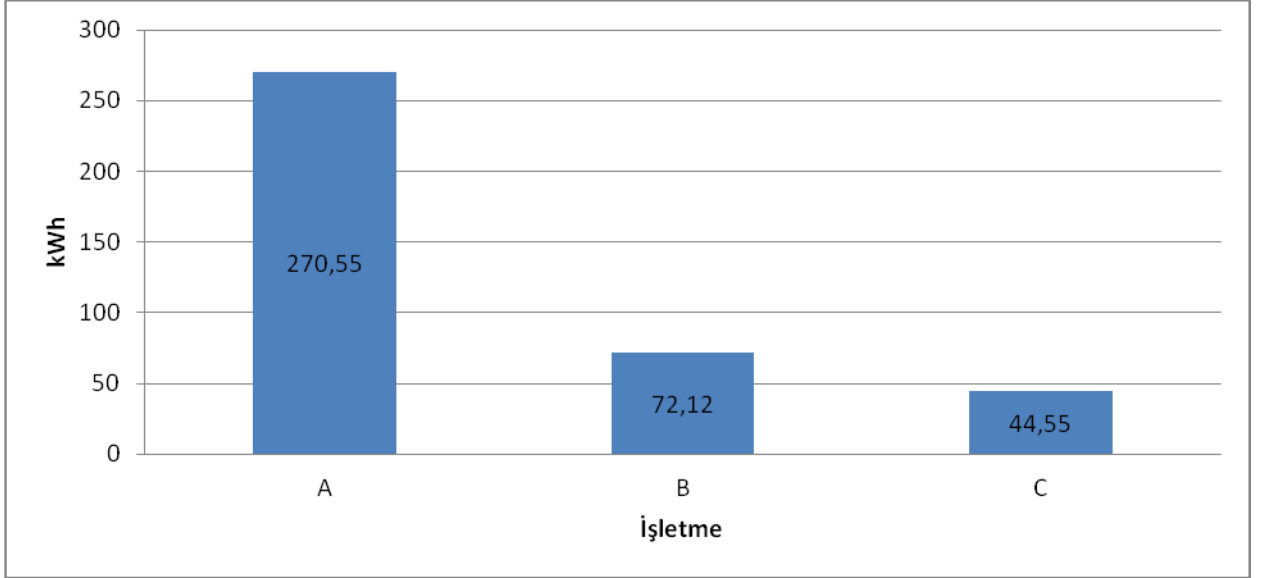
Çizelge 4.4. C işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri

Sistem	Tüketim (kWh)
Sağım Sistemi	13,17
Soğutma Sistemi	31,38
Toplam	44,55



Şekil 4.3. C işletmesinin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin dağılımı

İşletmelere ait günlük ortalama enerjisi tüketimleri Şekil 4.4'deki gibi bulunmuştur. Bu değerler doğrudan kurulu güç ve bu gücün kullanım süresi ile ilişkilidir. Enerji tüketim değerlerinin Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de görüldüğü gibi gün içerisinde en fazla enerji tüketiminin sağım sürelerinde ve sonrasındaki soğutma sürelerinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. İşletmelere ait günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimleri

4.4 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Verimliliğinin Hesaplanması

4.4.1 İşletme Bazında Özgül Elektrik Enerjisi Tüketimi Değerleri

A, B ve C işletmelerine ait özgül elektrik enerjisi tüketim değerleri sırasıyla Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7'de verilmiştir. Buna göre; A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam günlük özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 0,012 kWh/l, 0,034 kWh/l, 0,046 kWh/l veya 0,32 kWh/inek, 0,94 kWh/inek, 1,26 kWh/inek olarak bulunmuştur. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam günlük özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 0,038 kWh/l, 0,037 kWh/l, 0,075 kWh/l veya 0,853 kWh/inek, 0,71 kWh/inek, 1,563 kWh/inek olarak bulunmuştur.

C işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam günlük özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 0,047 kWh/l, 0,112 kWh/l, 0,159 kWh/l veya 0,774 kWh/inek, 1,85 kWh/inek, 2,624 kWh/inek olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.5. A işletmesinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri

Sistem	zgl Elektrik Enerjisi Değerleri (kWh/litre)	zgl Elektrik Enerjisi Değerleri (kWh/inek)
Sağım Sistemi	0,012	0,32
Soğutma Sistemi	0,034	0,94
Toplam	0,046	1,26

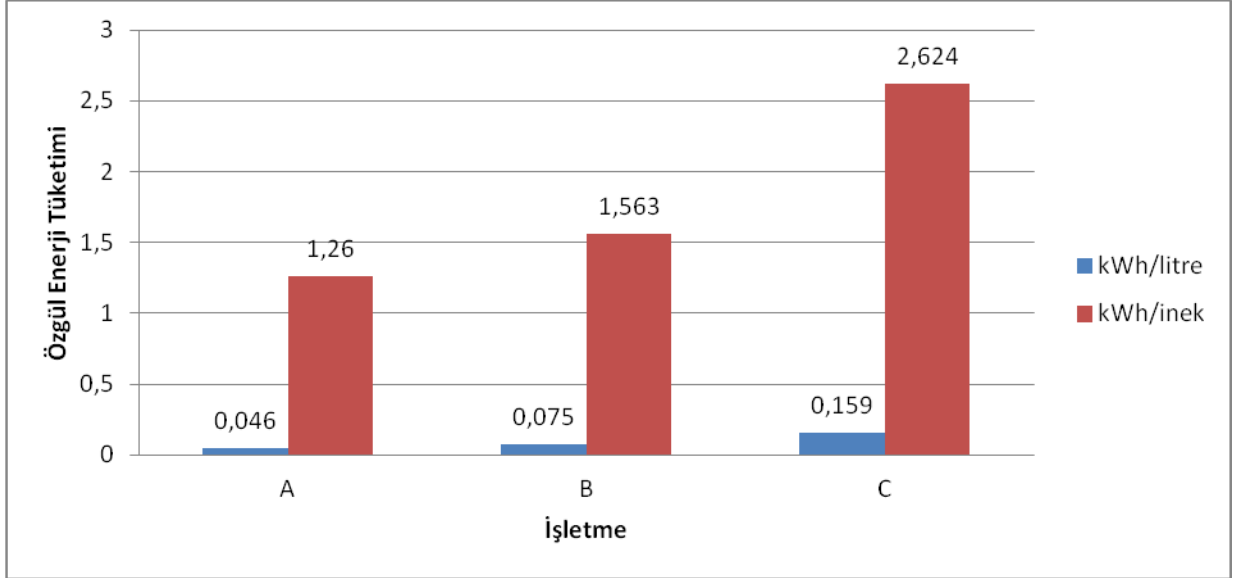
Çizelge 4.6. B işletmesinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri

Sistem	zgl Elektrik Enerjisi Değerleri (kWh/litre)	zgl Elektrik Enerjisi Değerleri (kWh/inek)
Sağım Sistemi	0,038	0,853
Soğutma Sistemi	0,037	0,71
Toplam	0,075	1,563

Çizelge 4.7. C işletmesinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri

Sistem	zgl Elektrik Enerjisi Değerleri (kWh/litre)	zgl Elektrik Enerjisi Değerleri (kWh/inek)
Sağım Sistemi	0,047	0,774
Soğutma Sistemi	0,112	1,85
Toplam	0,159	2,624

İşletmelere ait günlük özgül elektrik enerjisi değerleri Şekil 4.5’deki gibi bulunmuştur. Bu değerlere göre, işletmelerin üretim kapasiteleri arttıkça özgül enerji tüketim değerlerinin azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.5. İşletmelere göre sistemlerin özgül elektrik enerjisi değerleri

Sağım sistemlerinin günlük özgül elektrik tüketimi değerleri, Ludington ve ark. (2004) tarafından 0,19 kWh/inek – 0,27 kWh/inek olarak belirtilmiştir. Murgia ve ark. (2008) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise bu değer ortalama 0,23 kWh/inek olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi, sağım sistemlerinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri diğer ülkelerde yapılan çalışmalara göre yüksektir.

Soğutma sistemlerinin günlük özgül elektrik tüketimi değerleri Murgia ve ark. (2008) tarafından ortalama 0,26 kWh/inek olarak tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada ise bu değer 0,013 kWh/l olarak belirtilmektedir (Murphy ve ark. 2013). Görüldüğü gibi, soğutma sistemlerinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri diğer ülkelerde yapılan çalışmalara göre oldukça yüksektir.

4.4.2 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Üretkenliği Değerleri

A, B ve C işletmelerine ait elektrik enerjisi üretkenliği değerleri sırasıyla Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buna göre; A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam günlük elektrik enerjisi üretkenliği değerleri sırasıyla 83,33 l/kWh, 29,41 l/kWh ve 112,74 l/kWh olarak bulunmuştur. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam günlük elektrik enerjisi üretkenliği değerleri sırasıyla 26,32 l/kWh, 27,02 l/kWh ve 53,34 l/kWh olarak bulunmuştur. C işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam günlük elektrik enerjisi üretkenliği değerleri sırasıyla 21,28 l/kWh, 8,93 l/kWh ve 30,21 l/kWh olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. A işletmesinin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri

Sistem	Elektrik Enerjisi Üretkenliği Değeri (litre/kWh)
Sağım Sistemi	83,33
Soğutma Sistemi	29,41
Toplam	112,74

Çizelge 4.9. B işletmesinin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri

Sistem	Elektrik Enerjisi Üretkenliği Değeri (litre/kWh)
Sağım Sistemi	26,32
Soğutma Sistemi	27,02
Toplam	53,34

Çizelge 4.10. C işletmesinin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri

Sistem	Elektrik Enerjisi Üretkenliği Değeri (litre/kWh)
Sağım Sistemi	21,28
Soğutma Sistemi	8,93
Toplam	30,21

İşletme kapasitesi arttıkça, özgül elektrik enerjisi değerinin tersi olarak, elektrik enerjisi üretkenlik değerinin arttığı görülmektedir.

4.4.3 İşletme Bazında Elektrik Enerjisi Maliyeti Oranı Değerleri

A, B ve C işletmelerine ait elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla Çizelge 4.11, Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilmiştir. A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla %0,4, %1,2 ve %1,6 olarak tespit edilmiştir. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla %1,3, %1,3 ve %2,6 olarak tespit edilmiştir. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla %1,7, %4 ve %5,7 olarak tespit edilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılan değerler aşağıdaki gibidir.

BEF = Elektrik enerjisinin fiyatı = 0,361 TL/kWh (Anonim 2013)

BSM = Birim süt maliyeti = 1 TL/l (Anonim 2014)

Çizelge 4.11. A işletmesinin elektrik enerjisi maliyeti oranları

Sistem	Elektrik Enerjisi Maliyeti Oranı
Sağım Sistemi	% 0,4
Soğutma Sistemi	% 1,2
Toplam	% 1,6

Çizelge 4.12. B işletmesinin elektrik enerjisi maliyeti oranları

Sistem	Elektrik Enerjisi Maliyeti Oranı
Sağım Sistemi	% 1,3
Soğutma Sistemi	% 1,3
Toplam	% 2,6

Çizelge 4.13. C işletmesinin elektrik enerjisi maliyeti oranları

Sistem	Elektrik Enerjisi Maliyeti Oranı
Sağım Sistemi	% 1,7
Soğutma Sistemi	% 4,0
Toplam	% 5,7

İşletme kapasitesi arttıkça, sütün birim maliyeti içerisindeki elektrik enerjisi maliyetinin düştüğü açıktır.

Genel olarak, elektrik enerjisi verimliliği göstergeleri incelendiğinde, sağım sistemlerinin elektrik enerjisi verimliliği işletmelerin üretim kapasiteleri ile ilişkilendirilebilir. Ancak soğutma sistemlerinde elde edilen orantısız sonuçlar işletmelerde etkin soğutma işlevinin yerine getirilip getirilmemesi ile alakalıdır.

C işletmesinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerinin oldukça yüksek, elektrik enerjisi üretkenliği değerinin oldukça düşük ve elektrik enerjisi maliyeti oranının oldukça yüksek olduğu görölmektedir. Bu parametrelere göre, C işletmesinin elektrik enerjisi verimliliğinin düşük olması, soğutma işlevinin etkin yapılmamasındandır. Bu durum, aşağıdaki faktörlere bağlı olarak açıklanabilir.

- Günlük üretim miktarının ortalama 285 litre olduğu işletmede, soğutma tankı kapasitesi 1050 litre'dir. Günlük tank doluluk oranı %27 gibi oldukça düşük bir değerdedir. Bu durumda, soğutma tankının verimli çalışmadığı görölmektedir.
- Bir başka husus; soğutma tankı kondansörünün duvara çok yakın olmasından dolayı (şekil 4.6) etkin bir yoğuşmanın sağlanamadığıdır.
- Ayrıca, bu işletmede diğer işletmelerden farklı olarak süt, +4 °C yerine +2 °C'ye kadar soğutulmakta böylece daha uzun bir soğutma süresi oluşmaktadır.



şekil 4.6. C işletmesine ait kondansörün konumu

Benzer sonuçlar A ve B işletmesi için de söylenebilir. Şöyle ki; A ve B işletmelerine ait verimlilik göstergeleri kıyaslandığında, A işletmesinde elektrik enerjisi verimliliğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. A ve B işletmelerinin sağım sistemleri verimlilik göstergeleri neredeyse 1:3 veya 3:1 oranlarında A işletmesi lehinedir. Ancak süt soğutma işlemlerindeki elektrik enerjisi verimliliği kıyaslamasında, B işletmesinin daha az üretim yapıyor olmasına rağmen daha verimli olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yine tankların doluluk oranı ile ilişkilidir. A işletmesinde günlük üretim miktarı ortalama 5959 litre iken kullanılan soğutma tankının kapasitesi 4000 litre'dir. Günlük tank doluluk oranı %149 gibi oldukça yüksek bir değerdedir.

B ve C işletmelerinin elektrik enerjisi verimlilikleri kıyaslandığında, B işletmesinin verimliliği daha yüksektir. İşletmelerin sağım sistemlerinin özgül elektrik enerjisi değerlerine bakıldığında, bu değerler sırası ile 0,038 kWh/l, 0,047 kWh/l ve 0,853 kWh/inek, 0,774 kWh/inek olarak tespit edilmiştir. Sağmal inek sayısına göre B işletmesinin daha etkin, üretim miktarına göre C işletmesinin daha etkin olması, işletmelerdeki süt verimi ile ilişkilidir. C işletmesindeki süt veriminin düşük olması, sistem verimliliğini düşürmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Süt sığırcılığı işletmelerinde elektrik enerjisi maliyetlerinin ve enerji verimliliğini etkileyen unsurların saptanması amacıyla yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlar alınmıştır.

1. A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları, sırasıyla % 16, % 47 ve % 63 olarak bulunmuştur.

2. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin toplam elektrik enerjisi tüketimindeki oranları, sırasıyla % 27, % 27 ve % 54 olarak bulunmuştur

3. A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 68,58 kWh, 201,97 kWh ve 270,55 kWh olarak bulunmuştur.

4. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 35,76 kWh, 36,36 kWh ve 72,12 kWh olarak bulunmuştur.

5. C işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin günlük ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 13,17 kWh, 31,38 kWh ve 44,55 kWh olarak bulunmuştur.

6. A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 0,012 kWh/l, 0,034 kWh/l, 0,046 kWh/l ve 0,32 kWh/inek, 0,94 kWh/inek, 1,26 kWh/inek olarak bulunmuştur.

7. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 0,038 kWh/l, 0,037 kWh/l, 0,075 kWh/l ve 0,853 kWh/inek, 0,71 kWh/inek, 1,563 kWh/inek olarak bulunmuştur.

8. C işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerleri, sırasıyla 0,047 kWh/l, 0,112 kWh/l, 0,159 kWh/l ve 0,774 kWh/inek, 1,85 kWh/inek, 2,624 kWh/inek olarak bulunmuştur.

9. A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri sırasıyla 83,33 l/kWh, 29,41 l/kWh, 112,74 l/kWh olarak bulunmuştur.

10. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri sırasıyla 26,32 l/kWh, 27,02 l/kWh ve 53,34 l/kWh olarak bulunmuştur.

11. C işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin elektrik enerjisi üretkenliği değerleri sırasıyla 21,28 l/kWh, 8,93 l/kWh ve toplamda 30,21 l/kWh olarak bulunmuştur.

12 .A işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla %0,4, %1,2 ve %1,6 olarak tespit edilmiştir.

13. B işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla %1,3, %1,3 ve %2,6 olarak tespit edilmiştir.

14. C işletmesindeki sağım sistemi, soğutma sistemi ve sistemlerin elektrik enerjisi maliyeti oranları sırasıyla %1,7, %4 ve %5,7 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen bu sonuçların ışığı altına aşağıda sıralanan öneriler getirilebilir.

1. Çalışmada değerlendirilen işletmelere ait sağım sistemlerinde elektrik enerjisi kullanımının yüksek olduğu ve işletmelerde değişken devirli vakum pompasının kullanılmadığı tespit edilmiştir. Oysa ki, sağım sisteminde enerji tüketimini azaltıcı en önemli uygulama değişken devirli vakum pompası kullanmaktır. Değişken devirli vakum pompası kullanımı ile elde edilecek kazanım literatür bildirişleri bölümünde verilmiştir. Araştırmaya alınan işletmelerde süt sağımına ilişkin enerji tüketimini azaltmak için değişken devirli vakum pompası kullanımı önerilmektedir.

2. Sağım sisteminde enerji tüketimini azaltmaya yarayan bir başka husus ise vakum pompasının boştta çalışma zamanının azaltılmasıdır. Bu da, ineklerin sağım bekleme yerine önceden sevk edilmesi, sağımdan sonra aşırı süreli yıkama ve kapasitesi yetersiz sıcak su sistemi kullanılmasının önlenmesi ile mümkündür. İşletmelerde bu düzenlemelerin yapılması önerilmektedir.

3. Çalışmada değerlendirilen işletmelere ait soğutma sistemlerinde elektrik enerjisi kullanımının oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun en önemli nedeni, çalışmada açıkça görüldüğü gibi, kullanılan tankların işletmelerin üretim kapasitelerine uygun seçilmemiş olmasıdır. Tankların günlük doluluk oranları enerji tüketimini doğrudan etkilediğinden, işletmenin üretim kapasitesine uygun tank seçimi yapılmalıdır.

4. Soğutma tank odası hacmi ve tankın bu odaya yerleştirme şekli de enerji tüketiminde önemli bir etkidir. Bu çalışmada kondansör konumunun elektrik enerjisi tüketiminde ne denli etkili olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, işletmelerdeki kondansörler için doğru yer seçimi yapılmalıdır.

5. Çalışma kapsamında değerlendirilen işletmelerde soğutma tankının elektrik enerjisini azaltacak herhangi bir uygulamanın olmadığı tespit edilmiştir. Sağılan sütün soğutma tankına iletilmeden önce ön soğutucu ile soğutulması, tank soğutucu gazının etkin soğutulması amacıyla ısı geri kazanım ünitesinin kullanılması soğutma etkinliğini arttıran uygulamalardır. Bu uygulamalar ile elde edilecek kazanımlar literatürde verilmiştir. Soğutma sistemlerinin enerji tüketimini azaltmak için bu uygulamaların kullanımı önerilmektedir.

6.KAYNAKLAR

- Anonim (2014). Bölgelere Göre Çiğ Süt Maliyeti. <http://www.ulusalsutkonseyi.org.tr/ana/fiyatlar.asp> (erişim tarihi,03.01.2014)
- Anonim (2013). Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (iletişim tarihi,10.09.2013)
- Bailey A. J, Gordon R, Burton D, Yiridoe K. E (2008). Energy Conservation on Nova Scotia Farms: Baseline Energy Data. *Energy* 33:1144–1154.
- Diñer İ, Hussain M. M, Al-Zaharnah I (2004). Energy and Exergy Use in Agricultural Sector of Saudi Arabia. In Press, *Energy Policy*. 33(11) : 1461–1467.
- Duman A, Gönüloğ E, Ülger P, Demir C (2013). Determination Of Dairy Cattle Farm Energy Utilization Index In Turkey. 5. International Conference “Energy Efficiency & Agricultural Engineering”, Ruse Bulgaria.
- Edens, W. Pordesimo C, L, Wilhelm R. L, Burns T, R (2003). Energy Use Analysis of Major Milking Center Components at a Dairy Experiment Station. *Asabe* 19(6): 711-716.
- Eraslan H. İ (2010). Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Enerji Sektörü Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar Kitabı. URAK Yayınları, 731,751s İstanbul.
- Ferreira J. F, Fong A.C, Almeida T. A (2011). Ecoanalysis of Variable-Speed Drives for Flow Regulation in Pumping Systems. *IEEE Transactions On Industrial Electronics*, 58(6), 2011-2117.
- Gönüloğ E, Aktaş T (2011). Süt Sığırcılığında Elektrik Enerjisi Maliyetini Düşürme Yolları. Hayvancılık Grubu Bölge Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri. Gönen /Balıkesir.
- Grönroos J, Seppala J, Voutilainen P, Seuri P, Koikkalainen K (2006). Energy Use in Conventional and Organic Milk and Rye Bread Production in Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 117 : 109–118.
- Kabardino K (2011). Reduction Of Energy Consumption During Milk Cooling. *Russian Agricultural Sciences*. 37(2):185-187.
- Kraatz S (2013). Energy Intensity in Livestock Operations Modeling of Dairy Farming Systems in Germany. *Agricultural Systems*. 110: 90–106.
- Ludington D, Eric J (2003). Dairy Farm Energy Audit Summary. Ithaca, NY: DLTech, Inc
- Ludington D, Eric J, James K, Anne M, Richard P (2004). Dairy Farm Energy Management Guide. Ithaca, NY: DLTech, Inc.
- Murgia L, Caria M, Pazzona A (2008). Energy Use and Management in Dairy Farms. International Conference: Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems. September 15-17, Ragusa – Italy.
- Murphy D.M, Upton J, O’Mahony J.M (2013). Rapid Milk Cooling Control With Varying Water and Energy Consumption. *Biosystems Engineering*. 116: 5-22.
- Öztürk H. (2011). Bitkisel Üretimde Enerji Yönetimi. Hasad Yayıncılık, 175 s Adana.
- Upton,J, Murphy M, French P, Dillon P (2010). Dairy Farm Energy Consumption. Teagasc National Dairy Conference. 87-97. Animal & Grassland Research and Innovation Centre, Teagasc Moorepark, Fermoy, Co. Cork.
- Peebles, R.W., D.J. Reinemann, and R.J. Straub. (1994). Analysis of Milking Center Energy Use. *Applied Engineering In Agriculture*. Asae Paper No. 93-3534.
- Peebles, R.W., and D.J. Reinemann. (1994). Demand-Side Management/Energy Conservation Potential For Wisconsin Dairy Farms. Asae Meeting Paper Presentation No. 943563.
- Peterson R (2008). Energy Management for Dairy Farms. Presentation at the Farm Energy Audit Training for Field Advisors Workshop.

- Sanford S. A. (2003) ASAE Meeting Presentation. Milking System Air Consumption When Using a Variable Speed Vacuum Pump. Paper no: 033014.
- Suiçmez H (2002). Verimlilik ve Etkinlik Terimleri (Tarihsel Bakış). Mülkiyeliler Birliği Dergisi, 16(234):169-183.
- Upton J, Humphreys J, Groot Koerkamp P, French P, Dillon P, De Boer J,I (2013). Energy Demand on Dairy Farms in Ireland. J. Dairy Sci. 96 :6489–6498.
- Ülger P, Nalbant M (1982). Süt Hayvancılığında Süt Sağım Mekanizasyon Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Z.Fakültesi Z.Dergisi. 13:3-4.
- Ülger P (1985). Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları Kitabı. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Yayınları, 51s Tekirdağ.
- Yan J. M, Humphreys J, Holden M. N (2013). Life Cycle Assessment of Milk Production From Commercial Dairy Farms: The Influence of Management Tactics. J. Dairy Sci. 96:4112–4124.
- Yılmaz A (2012). Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi. Aydın.

7. ÖZGEÇMİŞ

Aylin DUMAN 02.09.1987 tarihinde Çorlu'da doğdu. Ortaöğretimini Özel Trakya Koleji'nde, lise eğitimini Özel Trakya Fen Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2012 Yılında Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.