

**HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE KULLANILAN  
SU ISITMA SİSTEMLERİNİN ENERJİ TÜKETİMLERİNİN  
GÜNEŞ ENERJİSİNDEN KARŞILANMA POTANSİYELİ**

**Kubilay KOCAMAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Erkan GÖNÜLÖL**

**2019**

**T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE KULLANILAN  
SU ISITMA SİSTEMLERİNİN ENERJİ TÜKETİMLERİNİN  
GÜNEŞ ENERJİSİNDEN KARŞILANMA POTANSİYELİ**

**Kubilay KOCAMAN**

**BIYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: PROF. DR. ERKAN GÖNÜLOL**

**TEKİRDAĞ-2019**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. Erkan GÖNÜLOL danışmanlığında, Kubilay KOCAMAN tarafından hazırlanan hayvancılık işletmelerinde kullanılan su ısıtma sistemlerinin enerji tüketimlerinin güneş enerjisinden karşılanma potansiyeli isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Cihan DEMİR

*İmza:*

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Recai DURGUT

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Erkan GÖNÜLOL (Danışman)

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SU ISITMA SİSTEMLERİNİN ENERJİ TÜKETİMLERİNİN GÜNEŞ ENERJİSİNDEN KARŞILANMA POTANSİYELİ

**Kubilay KOCAMAN**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erkan GÖNÜLÖL

Hayvansal üretim yapılırken verimli ve kaliteli ürün yetiştirmek ana amaçlardan biri olmakla birlikte bir taraftan da girdi maliyetlerini olabildiğince minimize etmek gerekmektedir. Önemli olan girdi maliyetlerinden birisi de enerjidir. Enerjinin yoğun olarak kullanıldığı hayvansal üretim alanı ise süt hayvancılığıdır. Bu çalışmada hayvancılık işletmeciliğinin yapıldığı çiftliklerdeki süt sağım sistemlerinde sıcak su ile yapılan işlemlerin enerji sarfiyatını yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi ile karşılayabilmek adına güneş kolektörlerinden faydalanarak sistemin kurulmadan önce ve sonrasındaki ölçümler ve hesaplamalar sonucu elde edilen parametrelerle sistemin kazanımları tespit edilmiştir. Çalışmalarımız Süleymanpaşa, Tekirdağ'da bulunan bir süt sığırcılığı işletmesinde sürdürülmüştür. Araştırmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir: Sistem bağlanmadan önceki 17,625 kWh/gün olan ortalama günlük elektrik enerjisi tüketimi kolektör sistemi devreye alınarak 13,329 kWh/gün'e düşmüştür. Her iki dönem arasında yapılan tasarruf oranı %24,374 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların paylaşımıyla oldukça sınırlı düzeyde kullanımı olan güneş kolektörlerinin kullanımının yaygınlaşması sağlanacaktır.

**Anahtar kelimeler:** güneş kolektörü, süt hayvancılığı, su ısıtma

**2019, 35 Sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **WATER HEATING SYSTEMS USED IN LIVESTOCK FARMS AND THE POTENTIAL OF REDUCING THEIR ENERGY CONSUMPTION LEVEL BY USING SOLAR ENERGY**

**Kubilay KOCAMAN**

Tekirdağ Namık Kemal University  
Graduate School of Natural Applied Sciences  
Department of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Erkan GÖNÜLÖL

It is necessary while producing efficient and quality animal production, reducing production cost at the same time. One of significant cost is energy. The most intensive energy used in animal production is dairy farm. In this research, it was aimed that reducing energy consume at water heating system used in dairy farms. Solar panel as a kind of renewable energy was used for this aim. Determination of energy saving level was determined by measuring before the panel installation and after installation energy consume at the example farm. This research was held in a dairy farm located in Suleymanpaşa, Tekirdağ. The results were fallows; before the panel installation energy consume was 17,625 kWh/day and the after installation it was reduced as 13,329 kWh/day. Saving ratio was 24,374%. Solar collector which used with limited number will be definitely used widely after publishing this thesis in future.

**Key words:** solar collector, dairy farm, water heating

**2019, 35 Pages**

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>6</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>13</b>
3.1. Materyal .....	13
3.1.1. Deneme Yeri ve İklim Verileri.....	13
3.1.2. Deneme İşletmesi ve İşletmede Kurulu Elemanlar.....	13
3.1.3. Güneş Kolektör Sistemi.....	16
3.1.4. Elektrik Enerjisi Analizörü.....	17
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Tüketilen Sıcak Su Miktarı ve Sıcaklıklarının Tespiti.....	18
3.2.2. Güneş Kolektörlerinin Projelendirilmesi.....	20
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>25</b>
4.1. Trakya Bölgesinde Süt Hayvancılık İşletmelerinde Kullanılan Su Isıtma Sistemlerinin Belirlenmesi Bulguları.....	25
4.2. Elektrik Enerjisi Tüketimi Bulguları ve Tartışma.....	25
4.3. Yatırımın Geri Dönüş Süresi (ROİ) Bulguları ve Tartışma .....	28
<b>5. SONUÇ</b> .....	<b>30</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>31</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Tekirdağ iline ait çok yıllık bazı iklim verileri .....	13
Çizelge 3.2. Boyler teknik özellikleri .....	15
Çizelge 3.3. Güneş kolektörü teknik özellikleri.....	16
Çizelge 3.4. Elektrik enerjisi analizörü teknik özellikleri.....	18
Çizelge 3.5. Süt sağım sisteminde gün içerisinde harcanan sıcak su miktarı ve sıcaklık değerleri.....	20
Çizelge 3.6. Soğutma tanklarında gün içerisinde harcanan sıcak su miktarları ve sıcaklık değerleri.....	20
Çizelge 3.7. İller bazında yatay yüzeye gelen güneş ışınım değerleri.....	22
Çizelge 3.8. Şebeke suyu sıcaklık değerleri.....	23
Çizelge 3.9. Kolektör eğim açısına göre düzeltme faktörü.....	23
Çizelge 3.10. Kolektörlerin birbirlerine gölge yapmaması için gerekli mesafe bilgileri.....	23
Çizelge 4.1. Trakya Bölgesinde süt hayvancılık işletmelerinde kullanılan su ısıtma sistemleri.....	25
Çizelge 4.2. Elektrik enerjisi tüketimine ait bulgular.....	26

## ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Süt hayvancılığında elektrik enerjisi tüketim noktaları .....	1
Şekil 1.2. Güneş kolektörü ile su ısıtma sisteminin şematik şekli .....	4
Şekil 1.3. Vakumlu kolektörün görünüş ve kısımları .....	5
Şekil 3.1. İşletmenin sağım sistemi.....	14
Şekil 3.2. İşletmenin süt soğutma tankları.....	14
Şekil 3.3. İşletmede kullanılan boyler.....	15
Şekil 3.4. Projelendirmesi yapılan güneş kolektör sistemi.....	17
Şekil 3.5. Elektrik enerjisi analizörü.....	17
Şekil 3.6. Yıkama küvetinde yıkama fazlarında tüketilen su miktarının ölçümü.....	19
Şekil 3.7. Yıkama küvetinde yıkama fazlarında tüketilen suyun sıcaklık ölçümü.....	19
Şekil 3.8. İşletmedeki sıcak su üretim sistemi ve dağılımına ait sıhhi tesisat çizimi.....	24
Şekil 4.1. Kollektör sistemi devreye alınmadan önce harcanan elektrik enerjisi.....	27
Şekil 4.2. Kollektör sistemi devreye alındıktan sonraki harcanan elektrik enerjisi.....	28



## SİMGELER DİZİNİ

SET	: Spesifik enerji tüketimi
SETs	: Sağılan birim süt miktarına ilişkin spesifik enerji tüketimi
SETi	: Bir yılda birim sağmal ineğe ilişkin spesifik enerji tüketimi
ROI	: Yatırımın geri dönüş süresi
ETA	: Enerji dağıtım şirketi tarifesi
SAB	: Satın alım bedeli
Tş	: Şebeke suyunun sıcaklığı (°C)
Qi	: Günlük toplam enerji ihtiyacı (kcal/gün)
m	: Kullanıcı sayısı (kişi)
Vb	: Kullanıcı başına günlük sıcak su ihtiyacı (litre/kişi.gün)
Tsu	: Tüketilen kullanım sıcak suyunun referans değeri (°C)
Qk	: Kolektör tarafından tüketilen faydalı enerji (kcal/gün)
R	: Yatay yüzeye gelen güneş ışınımı (kcal/m <sup>2</sup> .gün)
F	: Kolektör montaj eğim açısına göre düzeltme faktörü
S	: Kolektör ışın emici (absorber) net yüzeyi (m <sup>2</sup> /kolektör)
nk	: Kolektör ortalama verim değeri
K	: İhtiyaç duyulan kolektör miktarı (adet)
e	: Kayıplardan dolayı meydana gelen katsayı

## ÖNSÖZ

Enerji tasarrufu ve enerji verimliliği; enerji arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılık risklerinin azaltılması, çevrenin korunması ve iklim değişikliğine karşı mücadelenin artırılmasının amaçlanmasıyla birlikte Türkiye'nin ulusal strateji hedeflerinin ve enerji politikalarının en önemli bileşenlerinden birisi olmuştur. Bir Elektrik Mühendisi olarak tarım, hayvancılık ve enerjinin ayrılmaz bir bütün olduğunu düşünerek yüksek lisans çalışmamı tarımda enerji verimliliği konusunda yapmayı arzuladım. Elektrik enerjisinin yoğun olarak kullanıldığı hayvancılık işletmelerinde su ısıtma sistemlerinden yapmış olduğum bu çalışmada oldukça iyi sonuçlar elde ettik. Yakın gelecekte tarım ve hayvancılık alanında bu sistemlerin kullanımının artacağı ve yaptığımız çalışmanın tüm insanlara faydalı olacağı düşüncesindeyim.

Bu tez çalışmamın her aşamasında bana yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocam Prof. Dr. Erkan GÖNÜLOL'a

Deneme yerinin sağlanması ve ekipman desteğini veren Süleymanpaşa Belediyesi Meclis Başkan Vekili Fedai YÜKSEL'e

Desteklerinden dolayı çalıştığım kurum olan Süleymanpaşa Belediyesi'ne

Denemelerde yardımcı olan Yüksel Hayvancılık Çiftliği yönetimi ve çalışanlarına,

Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen sevgili aileme...

Teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Mayıs 2019

Kubilay KOCAMAN  
Elektrik Mühendisi

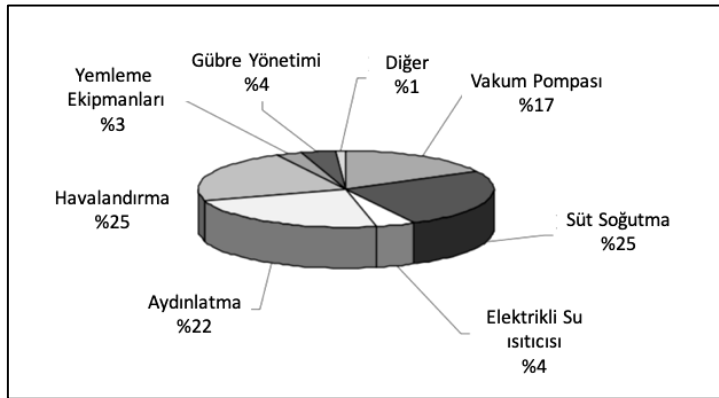
## 1. GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinde yüksek verim almak ve kaliteli üretim yapmak ana amaç olurken aynı zamanda da girdi maliyetleri minimize etmek önemlidir. En önemli girdi maliyetlerinden birisi de enerjidir. Bitkisel üretimde başlıca enerji kaynağı petrol iken, hayvansal üretimde özellikle hayvancılık işletmelerinde tüketimlere bakıldığında elektrik enerjisi öne çıkmaktadır. En yoğun elektrik enerjisinin kullanıldığı hayvansal üretim alanı süt hayvancılığıdır. Orta ve büyük işletmelerin tamamında sağmal hayvan sayısının fazla olması nedeniyle sağım işlevi, sağım sistemleriyle yürütülmektedir. Sağılan süt, soğutma tankına gönderilir (Keskin 2019).

Süt hayvancılığında en önemli elektrik enerjisi kullanım noktaları şöyle sıralanabilir (Ludington ve ark (2004));

- Süt hasadı (sağım)
- Süt Soğutma
- Aydınlatma
- Havalandırma (fanlar)
- Yıkama sistemleri ve su ısıtma
- Su sistemleri (hidroforlar)
- Hava kompresörleri

Ludington ve ark. (2004) tarafından aynı çalışmada bildirdiğine göre bahsedilen noktalarda en fazla elektrik tüketimi %25 ile süt soğutma, ardından %25 ile havalandırma, %22 aydınlatma %17 süt sağım sistemi vakum pompası ve %4 su ısıtması olmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Süt hayvancılığında elektrik enerjisi tüketim noktaları (Ludington ve ark. 2004)

Süt üretimde temizliğe çok önem verilmektedir. Sağım öncesinde ve sonrasında meme ile sağım başlıkları, süt hortumları, ölçekli süt toplama kavanozu ve süt iletim boru hattı temizlenmesi ve durulanması gerekmektedir. Meme başlarının yıkanmasının başlıca amacı süte bulaşabilen kir ile diğer zerrelerin uzaklaştırılmasıdır. Meme başı temizleme sistemi inekten ineğe ya da bir meme başından diğerine, memedeki patojenlerin taşınma riskini de azaltmaktadır (De Koning ve ark. 2001, Graves 2002, Alıç ve Yener 2006). Sağılan sütün muhafaza edildiği soğutma tanklarının da temizliği oldukça önemlidir. Soğutma tankları süt işleme firmaları tarafından boşalttıktan hemen sonra yıkanır ve bir sonraki sağıma kadar temiz halde bırakılır. Memeden soğutma tankına kadar ki sütün taşındığı sistemin hijyeninin sağlanması sağlıklı üretimi arttıracak ve bu nedenle oluşabilecek sorunların önüne geçilmiş olacaktır.

Yıkama, açık tip süt soğutma tanklarında elle, kapalı tip tanklarında ise otomatik olarak yapılır. Endüstriyel tip otomatik yıkama sistemlerine “CIP” sistemi denmektedir. Sabit süt sağım sistemleri de tıpkı soğutma tankları gibi CIP yıkama sistemlerine sahiptirler. CIP sisteminde temelde durulama, asıl yıkama ve son durulama şeklindeki fazlar birbiri ardı sıra otomatik olarak yapılmaktadır. Bazı CIP sistemlerinde ön ve son durulamalar hem sıcak hem de soğuk durulama şeklinde de yapılır. Böylece daha etkin bir yıkama yapılarak faz sayısı beşe çıkarılır. Asıl yıkama fazında mutlaka sıcak su kullanılır. Burada kullanılan alkali veya asit deterjanlarla beraber su sıcaklığı 65<sup>0</sup>C'nin üzerine çıkması tavsiye edilir.

Enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar enerjinin yoğun tüketildiği durumlarda yapılan değişiklikler ve yenilikler ile başlamaktadır. Su ısıtmada, suyun ısıtılması için gereken enerji kaynağı, suyu ısıtan sistemin durumu ve gereklilik analizleri yapılarak verimlilik karşılaştırmaları sağlanabilmektedir. Isıtılacak su ile ilgili suyu ısıtan sistemlerin otomasyon çalışmaları bu sistemlerin tesisatlarındaki ısı kayıplarının azaltılması ve enerji kaynağının yenilenebilir kaynaklar üzerinden yapılmaya başlanması gerekmektedir.

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının sınırlandırılması, tükenebilir olması, çevreye kötü etki bırakması ve pahalı olmasından dolayı çoğu alanda olduğu gibi hayvancılık işletmelerinde de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gereklidir. Günümüzde enerji dönüşümünün sürekliliğinin sağlanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yeni yeni kullanılmasından dolayı tüketicilerin tercihleri genellikle yenilenebilir kaynaklar ile birlikte yapay ısı sistemlerinin bir arada kullanılması şeklindedir.

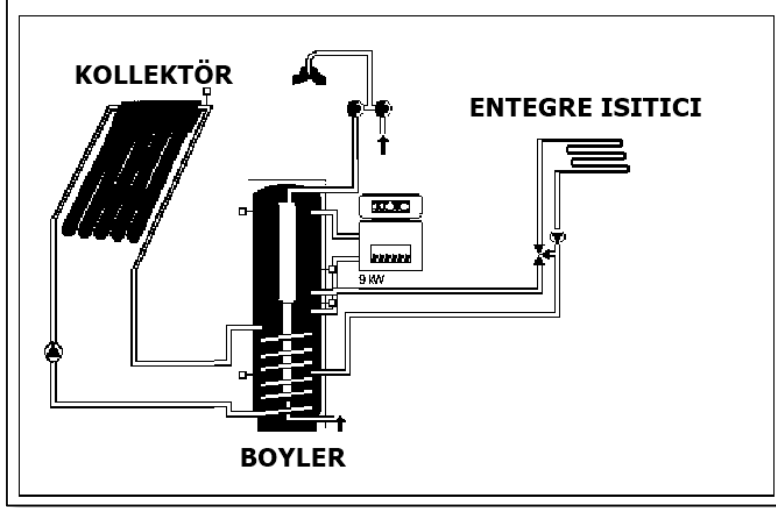
Yeryüzünün en önemli enerji kaynağı Güneş'tir. Güneş kendisi çok büyük potansiyele sahip bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi yenilenemeyen enerjilere göre, temiz, bol ve ucuz bir enerji türüdür. Çünkü yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevreye bıraktığı toz, duman,

gaz, karbon veya kükürt gibi zararlı maddeleri içermez. Güneş enerjisi tüm dünya ülkelerinin yararlanabileceği bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisini kullanmak için birçok teknoloji vardır. Bunlar; güneş pilleri, güneş kolektörleri ve güneş havuzlarıdır (Karakılçık ve ark. 2013).

Güneş enerjisi ile su ısıtmada güneş kolektörleri kullanılmaktadır. Güneş kolektörleri güneş ışığını ısıya dönüştürürler. Oluşan ısıyı ve sıcak suyu mekanik tesisat vasıtasıyla otomasyon sistemlerini de kullanarak iletimi ve dağıtımını sağlar. Bu sistemler tabii dolaşımli sistemler, pompalı sistemler, açık sistemler ve kapalı sistemler olmak üzere dört grupta adlandırılabilirler.

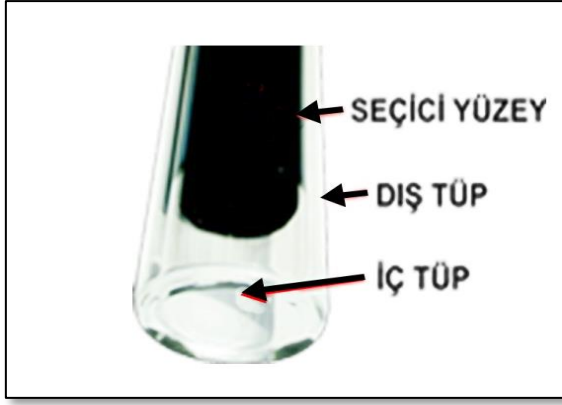
Tabii dolaşımli sistemler ısı transfer akışkanının kendiliğinden dolaştığı sistemlerdir. Kolektörlerde ısınan suyun yoğunluğunun azalması ve yükselmesi özelliğine dayanmaktadır. Bu tür sistemlerde depo kolektörün üst seviyesinden daha yukarıdadır. Pompalı Sistemler ısı transfer akışkanının sistemde pompa ile dolaştırıldığı sistemlerdir. Deposunun yukarıda olma zorunluluğu yoktur. Açık Sistemler kullanım suyu ile kolektörlerde dolaşan suyun aynı olduğu sistemlerdir. Kapalı sistemlere göre verimleri yüksek ve maliyeti ucuzdur. Suyu kireçsiz ve donma problemlerinin olmadığı bölgelerde kullanılırlar. Kapalı Sistemler kullanım suyu ile ısıtma suyunun farklı olduğu sistemlerdir. Kolektörlerde ısınan su bir eşanjör vasıtasıyla ısınıp kullanım suyuna aktarılır. Donma, kireçlenme ve korozyona karşı çözüm olarak kullanılırlar. Maliyeti açık sistemlere göre daha yüksek verimleri ise eşanjör nedeniyle daha düşüktür.

Kapalı sistemlerde kolektör ve boyler ana elemanlardır. Güneş enerjisi kolektör yüzeyinde toplanır. Kolektörler düz yüzeyli ve vakum tüplü kolektörler olmak üzere iki türdür. Düzlemsel tipteki güneş kolektörleri, düzlemsel yapıda olan, güneş enerjisini bir kısmını absorbe ederek bu enerjiyi ısı olarak sıvıya iletmektedirler. Saydam örtü, yutucu yüzey, akışkan borular, ısı yalıtımı ve kolektör kasasından oluşmaktadır. Bu sistemlerde 70-100°C'ye kadar ısıtabilmektedir. Vakum tüplü kolektörler daha etkin ısıtma yaptığı için günümüzde tercih edilmektedir. Bu tip kolektörlerde suyun çıkış sıcaklığı düzlem kolektörlere göre daha yüksektir. Su 100-120°C'ye kadar ısıtabilmektedir. Vakum tüplerinde dolaşan su, ana şebekeden gelir, kolektörden ısınarak boylere geçer. Isınan su, boylerdeki pompa yardımıyla sıcak su şebekesine pompalanır. Kolektörden çıkan su, istenen sıcaklıkta değilse, boylerde bulunan termostatlı entegre elektrikli ısıtıcı ile sıcaklık istenen dereceye getirilir (Şekil 1.2).



**Şekil 1.2.** Güneş kolektörü ile su ısıtma sisteminin şematik şekli (Çakır 2009)

Vakum tüpler, dışında geçirgenliği yüksek cam boru (dış tüp) veya cam plaka ve bunun içinde eş aksenal durumda madeni boru (iç tüp) ya da seçici yüzey malzemeyle kaplanmış cam borudan oluşmaktadır (Şekil 1.3). Dıştaki saydam cam boru veya cam plaka güneş ışınlarının iç boruya gelmesine olanak sağlar. İç boru, siyah yüzeyi aracılığıyla, ışınları toplar ve kendi içinden geçen akışkanı ısıtır. Isınan suyun hacmi artarak yoğunluğu azalır ve yukarı doğru hareket eder. Böylelikle depoya ulaşır ve buradan istenilen yerlere sevk edilerek kullanma suyu olarak ya da ısıtma tesisatında kullanılır. Sistem yüzeyleri arasında havasının tamamıyla boşaltılması veya tamamen havasını boşaltmadan vakumsuz olması ve yüksek molekül ağırlıklı asal gazların doldurulması ile sızdırmazlık sağlanarak performansı artırılabilir. Silindir boru şeklindeki kolektörler, doğal olarak yüksek sıkıştırma direncine ve dış darbelere karşı mukavemetlidir. (Dündar 2008).



**Şekil 1.3.** Vakumlu kolektörün görünüş ve kısımları (Dündar 2008)

Boyerler, ısı transferinin gerçekleştiği, sıcak kullanım suyunun hazırlanmasına ve depolanmasına yarayan bir çeşit ısı değiştiricisidir. Güneş enerjisi sistemlerinde, güneş olduğu sürece, güneşten ısı alacak ve bu ısıyı kullanım suyuna iletacaktır. Ancak yeteri kadar güneş olmadığı zamanlarda, örnek olarak kış aylarında ya da su tüketiminin fazla olduğu zamanlarda, güneşten alınan ısı yeterli olmayabilir. Bu nedenle, ihtiyacı karşılayabilmek için boylerin içine bir rezistans yani elektrikli ısıtıcı yerleştirilmektedir. Su sıcaklığı belli bir değerin altına indiğinde, rezistans devreye girerek suyu kullanım sıcaklığına getirmektedir. Böylece, güneş enerjisi sistemi ile güneşin yeterli olmadığı zamanlarda bile konforlu bir kullanım sağlanmış olur. Boyler içerisinde altta ve üstte olmak üzere iki adet serpantin bulunmaktadır. Güneş kolektörlerinden elde edilen ısı alt serpantin yardımı ile kullanım suyuna aktarılmaktadır. Güneş enerjisinin yetersiz olduğu durumlarda ise kazan veya kombiden elde edilen ısı üst serpantin yardımı ile kullanım suyuna aktarılmaktadır. Böylelikle kesintisiz şekilde kullanım suyunun elde edilmesini sağlayan sistemlerdir.

Hayvancılık işletmelerinde kullanılan su ısıtma sistemlerinin belirlenmesi, ardından yaygın kullanılan bir sistemin enerji tüketim değerlerinin azaltılması bu tezin asıl amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda hayvancılık işletmelerinin yoğun olarak bulunduğu Trakya Bölgesinde seçilen on üç işletmede kullanılan su ısıtma sistemleri belirlenmiş ve su ısıtma sisteminin doğrudan elektrik enerjisi ile sağlana bir işletmede güneş kolektörlü su ısıtma projesi yapılmıştır. Kolektör kullanımı ile elde edilen enerji tasarrufu değerleri ölçülmüştür. Araştırmada ayrıca, yatırımı geri dönüş süresi de hesaplanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yeni Zellanda'da 350 sağmal ineğe sahip bir çiftliğe kullanılan sıcak suyun güneş panelleri ile karşılanması projesi yapılmıştır. Güneşlenme sezonu 292 olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde elde edilen enerji 7446 kWh olmuştur. Bu da işletmede kullanılan enerjinin %10'una denk gelmiştir. Çalışma sonucunda daha verimli güneş panelleri kullanılarak bu oranın artırılacağı vurgusu yapılmıştır. Böylece mevcut elektrik tarifesinde üreticilere bu yatırımın yapılması teşviki oluşturulacaktır (Studman 1979).

Avrupa Birliği Ülkelerinde mevcut güneş enerjisi potansiyeli bu potansiyelin tarıma uygulanabilirliği konulu çalışma yürütülmüştür. Çalışmada güneş enerji sistemlerinin tarımda alan ısıtma ve su ısıtmada etkin olarak kullanılacağı belirtilmiştir. Buna göre kanatlı kümesleri ısıtma, sera ısıtma, hayvancılıkta sıcak su elde etme ve ürün kurutmada güneş enerjisi kullanımı kuvvetle tavsiye edilmiştir. Bu konuda gerekli teşviklerin yapılması talep edilmiştir (Vecchia ve ark. 1981).

Ülkemiz coğrafik konumu nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynakları açısından şanslı bir bölgede yer almaktadır ve yeterli güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Ancak ülkemizde güneş enerjisi ile ilgili çalışmalar 1973'ten sonra başlamış ve zamanla hızlanmıştır. 1975 yılından itibaren güneş enerjisi ile sıcak su temin eden sistemler yaygınlaşmıştır (Kılıç ve Öztürk, 1984).

Yapılan çalışmada yılda 830 kWh enerji giderinin solar panellerle karşılanması amacıyla proje geliştirilmiştir. Bu da çiftlikte harcanan toplama enerjinin yaklaşık %10'una denk gelmektedir. Çalışmada 140 kWh/m<sup>2</sup> kapasiteli solar paneller yerleştirilerek enerji tasarrufuna gidilmiştir. Yaz aylarında enerji tasarruf oranı %20,5'e çıkmıştır. Yaz aylarında CIP sistemlerinde neredeyse hiç ekstra enerji kullanılmamıştır. Solar panel aracılığıyla elde edilen kazanımın iyi hesaplanıp diğer enerji tasarrufu yöntemlerle karşılanması gereği üzerinde durulmuştur (Carpenter ve ark. 1986).

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 vurgulanmaktadır (Peebles ve ark. 1994; Edens ve ark. 2003).

Vakum tüplü güneş kolektörlerin yüksek basınca karşı dirençli olmaları, kolay kurulum ve bakım avantajlarına sahip oldukları belirtilmiştir. Bu tür güneş kolektörleri son zamanda büyük rağbet gördüğüne dikkat çekilmiştir (He ve ark. 1997).

Amerika'da, Colorado eyaletindeki Federal Express dağıtım merkezinde yapılan ısıtma sistemi sayesinde işletim maliyetlerinde, yılda 7000\$ tasarruf edilmiştir. Ayrıca, ısıtma amacıyla kullanılan yakıttan dolayı, her yıl atmosfere salınan, ortalama 115 ton CO<sub>2</sub> yayımı ortadan kalkmıştır. National Renewable Energy Laboratory'e ait 120 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki kimyasal atık depolama ünitesi olarak kullanılan Kanada Bombardier Hava Üssü hangarları bu sistemle ısıtılmaya başlanmış ve bu sistemin geri ödeme süresi 4,7 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu sistem Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL), Uluslararası Enerji Kurumu (IEA) ve buna bağlı CADDET, Kanada Doğal Kaynakları (CANMET), Amerikan Isıtma, Soğutma ve Hava Durum Mühendislik Kurumu (ASHRAE), Amerikan Enerji Bölümü (DOE) ve çeşitli kurumlar tarafından denetlenmiş ve bütün bu kurumlardan teknoloji ödülleri almıştır. DOE güneş duvarı teknolojisini tüm enerji buluşları arasında ilk %2 içinde değerlendirirken, NREL; şimdiye kadar tasarlanan en verimli aktif güneş ısıtma sistemi olarak tanımlamaktadır (Çıtıroğlu 2000).

Tennessee Üniversitesi Araştırma Çiftliğinde 14 yıl boyunca elektrik enerjisi tüketim bilgileri incelenmiştir. Bu veriler ışığı altında en fazla enerji tüketiminin süt odası bölümünde olduğu tespit edilmiştir. Burada süt soğutma, vakum pompası, su ısıtma ve kompresör tüketim noktaları mevcuttur. Sağılan hayvan sayısı, süt miktarı gibi değerlerle birlikte enerji tüketim indeksleri belirlenmiştir. Sağılan hayvan sayısı dolayısıyla sağım süresi enerji tüketimini sınırlı bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir. Sütün kalitesi, dış hava sıcaklığı vs gibi toplanan parametrelerin ise %74'ü enerji tüketimi ile doğrudan ilişkisi tespit edilmemiştir (Edens ve ark. 2003)

Yapılan araştırmalara göre süt hayvancılığı yapılan bir çiftlikte toplam giderlerin % 2 ile %5'ini elektrik enerjisi giderleri oluşturuyor. Bu tüketim de yıllık 700 kW ile 900 kW arası elektrik enerjisi kullanımına tekabül etmektedir. İnek başına tüketilen ortalama elektrik enerjisi olarak 3,5 kWh ile 4,5 kWh arasında bir tüketim ortaya çıkmaktadır. Wisconsin'de yapılan araştırmaya göre çiftliklerdeki enerji tüketim oranları süt soğutmada %25, havalandırmada %19, su ısıtmasında %18, vakum pompasında %17, aydınlatmada %15 ve diğer elektrik kullanımlarında %6 oranında ortaya çıkmıştır. Amerika'nın diğer eyaletlerindeki süt çiftlikleri incelenmiş ve benzer enerji kullanımları gözlemlenmiştir. Bir diğer araştırma sonuçlarına göre New York'taki diğer çiftlikler incelendiğinde sonuç olarak süt soğutma, aydınlatma, havalandırma ve vakum pompalarının enerji tüketimleri toplam elektrik enerjisi tüketiminin % 88'ini oluşturduğu görülmüş ve bu dört enerji giderini oluşturan faaliyetler inceleme yapılan tüm çiftliklerde ortak olarak kullanıldığı anlaşılmıştır. Bu oranları azaltan diğer tüketim faaliyetleri ise süt soğutma % 25, % 24 ile aydınlatma, % 22 ile havalandırma ve % 17 ile vakum pompaları takip etmiştir. Elektrikli su ısıtma % 4 oranında, taşıma faaliyetleri % 4, ekipman kullanımı % 3 ve çeşitli güç tüketimlerinin % 1 ile % 12 oranında enerji harcamaları olduğu grlmştir. Elde edilen verilere göre su ısıtmasında kullanılan enerji, bir hayvancılık işletmeciliğinde kullanılan enerjinin yaklaşık % 18'ini oluşturuyor. Su ısıtılması için harcanan enerji kullanılan suyun miktarı ve istenilen dereceye getirilmesiyle doğrudan etkilidir. Otomatik olmayan sistemlerde 165 ° F'ın üzerinde su ısıtılması genellikle gerekli değildir ve fazla enerji harcanmasına sebep oluşurmaktadır. Boyler otomatik olarak ısıyı ayarlar ve bu ısı kimyasal çözeltinin talep ettiği yeterli sıcaklık düzeyi kadar olması gerekmektedir. İşlemlere başlarken n yıkama için genellikle 40° - 110 ° F sıcaklık aralığı yeterli olup sağım sisteminin yıkama kademelerinde etkili bir şekilde uygulanabilmektedir. Ana yıkama için istenilen sıcaklık 80°C -200°C arasında olmakla beraber talep edilen sıcaklıkta yıkanabilir. Bu işlemler genellikle 10 ile 30 dakika arasında sürmektedir. n yıkamada temizlik için kullandığımız kimyasal çözeltinin su ile birleşiminden oluşan çözeltinin ısısının kaybolmaması gerekir bu yüzden yıkama işlemleri vakit kaybedilmeden başlatılmalı ve istenilen su sıcaklığı korunmalıdır (Ludington ve ark. 2004).

Panele dizilmiş vakum tüplerinin birbirlerini güneşten gelen işımaları engellediklerini bildirmişlerdir. Bu durum, vakum tüplü güneş kolektörlerin performanslarını düşürdüğünü vurgulamışlardır (Shah ve Furbo 2004).

Güneş enerjisi, yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşu yanında, insanlık için önemli bir sorun olan çevreyi kirletici artıkların bulunmayışı, yerel olarak uygulanabilmesi ve karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi gibi üstünlükleri sebebiyle son yıllarda üzerinde yoğun çalışmaların yapıldığı bir konu olmuştur. Binaların ısıtılması, soğutulması, endüstriyel, bitkilerin kurutulması ve elektrik üretimi güneş enerjisinin yaygın olarak kullanıldığı alanlardır (Karım ve Hawlader 2005).

Vakum tüplü güneş kolektörlerinin uygulaması ile ilgili en önemli zorluğun, vakum tüplerden ısı çekmek olduğunu belirtmişlerdir (Morrison ve ark. 2005).

Vakum tüplü güneş kolektörlerinin evsel sıcak su üretiminde ve ısınma tedarikinin kullanımında çok elverişli olduklarını açıklamışlardır (Kim ve ark. 2007).

Vakum tüplü güneş kolektörlerin performanslarının emici plakanın şeklinden, güneş ışımının geliş açısından ve vakum tüplerin panellere dizilişinden etkilendiğine dikkat çekmişlerdir. Bununla birlikte Kim ve Seo, dört değişik şekildeki emici tüpleri (kanatçıklı tüpler, dairesel kanatçık içine kaynaklı U tüpü, bakır levha üzerine kaynaklı U tüpü ve dikdörtgen bir boru içine kaynaklı U tüpü ) göz önünde bulundurdular. Güneş kolektörlerin performanslarını emici tüpün şekline göre en iyi bulmak için sayısal yöntem ile çalıştılar. Çalışma sonucunda dairesel bir kanatçık içine kaynaklı U tüpü, tek bir kolektör tüpünün performansının kıyaslanması temelinde, dört değişik kolektör arasında, en iyi termal performansa sahip olduğunu belirtmişlerdir (Kim ve Seo 2007).

Yeni Zelanda'da yıl boyunca güneşlenme süresinin oldukça iyi olmasına rağmen hayvancılık işletmelerinde güneş enerjisinden enerji üretime oranı oldukça düşüktür. Bu projede çiftliklerin kullanılacağı sıcak suyun güneş panellerinden karşılanması amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı tiplerde güneş kolektörleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda genel anlamda tüm hayvancılık işletmeleri için bir güneş paneli modeli belirlenmiş ve tüm çiftliklerin bu sistemden faydalanması gerektiği vurgulanmıştır (Anderson ve Duke 2008).

Vakum tüplü güneş kolektörlerinde daha yüksek termal etkinlik elde etmek için iyi bir vakum ortamına gereksinim olması gerektiğine dikkat çekmişlerdir (Han ve ark. 2008).

Güneş kolektörleri güneş ışınımının enerjisini ısıya çeviren ısı değiştiricileridir. Kolektörler temelde güneş ışınımını yutan ve daha sonra bu ısı enerjisi devredeki akışkana geçiren bir yutucu yüzeyden oluşur. Gerek güneş ışınımının doğasından (dalga boyu, gün içinde ve mevsimsel değişiklikler, yayılı ışınımdaki değişiklikler) gerekse güneş enerjisinin ısı kullanımına dayanan uygulama tiplerinin çokluğundan dolayı güneş kolektörlerinin analizi ve tasarımı, ısı geçişi, optik ve malzeme bilimi açısından değişik problemler gösterir. Güneş kolektörleri kullanılan akışkan (su, hava, yağ) tipine göre sınıflandırılabilir. En çok kullanılan akışkanlar su (donmadan korumak amacıyla glikol ilave edilmiş) ve havadır (Gedik ve ark. 2008).

Hava boşluğunun olumsuz etkisinden sakınmak ve ısı aktarımını geliştirmek için yeni bir vakum tüplü güneş kolektörü geliştirilmiştir. Emici ile ısı taşıyıcı tüpler arasındaki ısı aktarımını, vakum tüplerdeki sıkıştırılmış grafit öğelerden oluşan ısı elemanlarını kullanarak kolaylaştırmıştır (Dirk ve ark. 2008).

Isı borulu vakum tüplü güneş kolektörlerinde, ısı borusundaki yoğunlaşmayan gazların üretimi dolayısıyla vakum ortamının sürdürülmesinin zor olacağını belirtmişlerdir (Rittidech ve ark. 2009).

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).

Emici kaplamanın yüzey sıcaklığının, vakum tüplü güneş kolektörlerinin termal performans değerlendirilmesinde önemli bir parametre olduğunu belirtmişlerdir (Ma ve ark. 2010).

Yenilebilir enerji kaynaklarının tarımda kullanılması oldukça önemlidir. Tarımda en çok kullanılan enerji kaynaklarından elektrik ve akaryakıt tüketimi ancak yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile azaltabiliriz. Bir varil petrol kullanılarak üretilen tarımsal ürünler yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile de üretilebilir. Yenilebilir enerji kaynaklarının en

önemlisi güneştir. Güneşten fotovoltaiik pillerle doğrudan elektrik enerjisi üretilebilirken, güneş panellerinden üretimde gerekli olan sıcak su temini yapabiliriz. Güneş enerjisinden elde edilen sıcak hava ile ürün kurutma ve sera ısıtma konularında yararlanabiliriz. Yapılan çalışmalarda en büyük enerji tasarrufu hayvancılıkta kullanılan güneş panellerinden elde edilen sıcak suyun CIP sistemlerinde kullanılmasıyla sağlanmıştır (Chikaire ve ark. 2010).

U tüplü vakumlu güneş kolektörün etkinliği bakır kanatçık ile U tüplü vakumlu güneş kolektörden %12 daha fazla etkinliğe sahip olduğu belirtmişlerdir (Liang ve ark. 2011).

Emici tüpten; faaliyet halindeki sıvıya, ısı aktarımını artırmak ve vakum tüpünün ısı kaybını azaltmak için çok ufak kanal temelli vakum tüplü güneş kolektörler geliştirdi. Yuvarlak tüplü aynı serbest akım alanlı çok ufak kanal, U tüpünün yerine kullanıldı. Sonuçlar; çok ufak tüpün etkinliğinin, standart U tüp kolektöre kıyasla yaklaşık %5 geliştirilebilir olduğunu göstermiştir (Sharma ve Diaz 2011).

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 (Kraatz 2012).

Günümüzde Hindistan'da süt üretimi yılda 17 milyon tonlara ulaşmıştır. Bunun %20'si ticari işletmelerde geri kalanı ise aile işletmelerindedir. Ticari işletmeler sayısı gün ve gün artış göstermektedir. Ticari işletmelerin sayısının artışıyla beraber geleneksel enerji yerine yenilebilir enerji kullanımında artış olmaktadır. Başlıca yenilebilir enerji çeşidi ise güneştir. Güneş enerji sisteminin en yaygın kullanıldığı alan solar panellerdir. Bu panellerle elde edilen sıcak su, sağım sistemi ve soğutma tanklarının CIP sistemlerinde kullanılmaktadır. Güneş sistemini daha ileri düzeyde kullanan işletmeler de ise süt soğutma sistemlerinin soğutulması ve ortam iklimlendirmesi şeklindedir. Günümüzde güneş enerjisi sistemleri süt fabrikalarının hemen hemen tüm ihtiyaçları için yaygın olarak kullanılmaktadır (Chauhan ve ark. 2013).

Ortam sıcaklığını sabitlemek için kullanılan sistem ile dört farklı ortam sıcaklığında panel arkası sıcaklık ve ışı nım şiddetini de göz önüne alarak veriler toplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda panel arkası sıcaklığın en düşük olduğu 14,9°C değerinde %12 olan panel verimi, sıcaklığın 51,3°C değerine çıkmasıyla %10,7 verim değerine düşmüştür. Panellerin çalışma şartlarında güneşten gelen ışı nımların büyük bir kısmını ısı enerjisi olarak açığa çıkardığı gözlemlenmiştir (Öztürk 2014).

Süt soğutma, su ısıtma ve sağım sistemlerinin kullanıldığı iki ayrı işletmede enerji verimliliği çalışması yapılmıştır. Sütün plakalı ön soğutucu ile geçirildikten sonra soğutma, sıcak suyun güneş kolektöründen alınması ve sağım sisteminde değişken devirli vakum pompası kullanımı ile oldukça önemli enerji kazanımı sağlanmıştır. Enerji tüketiminin düşmesiyle bir düşük tarifeye geçen işletmelerde yatırımı geri dönüş süresinde de önemli kazanımlar sağlanmıştır. İşletmelere yapılan tüm enerji verimliliği çalışmalarının ilk yatırım tutarının geri dönüş süresi ortalama beş yıl olarak hesaplanmıştır (Upton ve ark. 2015).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1 Deneme yeri ve iklim verileri

Deneme yeri Tekirdağ İli Süleymanpaşa ilçesidir. Tekirdağ ili, Trakya Bölgesinde 26°40'-28°10' doğu boylamları ve 40°35'-41°35' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 621 788 ha'dır. Jeolojik yapısı oldukça genç olan il, günümüzdeki görüntüsünü IV. yy zamanda almıştır.

Denemelerin yapıldığı Süleymanpaşa İlçesi Marmara Denizi kıyısı boyunca, Karadeniz ikliminin özelliklerini taşır. İç kesimlere girildikçe yaz mevsimi daha kurak, kış mevsimi daha soğuk geçen yarı karasal iklim özellikleri belirginleşir.

Tekirdağ iline ait çok yıllık bazı iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Tekirdağ iline ait çok yıllık bazı iklim verileri (Anonim 2018)

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama nem (%)	Ortalama açık yüzey buharlaşması (mm)	Ortalama global güneşlenme şiddeti (cal cm <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	Ortalama günlük güneşlenme süresi (saat)
Ocak	4.90	83.10	-	121.40	2.52
Şubat	5.10	80.80	-	182.50	3.31
Mart	7.40	80.50	-	259.30	4.19
Nisan	11.90	78.50	60.10	356.40	5.55
Mayıs	16.70	76.80	112.10	449.00	7.43
Haziran	21.40	73.50	139.00	496.10	9.09
Temmuz	23.80	70.60	176.60	502.60	9.50
Ağustos	23.60	71.70	168.40	437.40	9.00
Eylül	19.90	75.00	114.00	351.80	7.22
Ekim	15.30	79.30	68.00	226.30	5.06
Kasım	10.50	82.30	12.00	138.50	3.19
Aralık	7.00	82.70	1.00	100.90	2.28
Yıllık	14.00	77.90	851.20	301.85	5.70

##### 3.1.2 Deneme işletmesi ve işletmede kurulu ekipmanlar

Denemeler, Tekirdağ İli, Süleymanpaşa İlçesi, Osmanlı Mahallesinde bulunan Yüksel Hayvancılık Süt Sığırcılığı İşletmesinde Şubat 2019 – Mart 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. İşletmede 400 sağmal inek 2x10 paralel hızlı çıkış tip sağım sisteminde günde 3 kez sağılmaktadır (Şekil 3.1). Sabah sağımı 9:00, öğle sağımı 13:00 ve gece sağımı 23:00'da başlamaktadır. Her sağım yaklaşık 3 saat sürmektedir. Sağımların bitiminde süt

sağım sistemi yıkaması yapılmaktadır. Her sağımda yaklaşık 3 ton süt 6 ton ve 3 ton kapasiteli iki soğutma tankında muhafaza edilmektedir (Şekil 3.2). Üç sağım sonrası ortalama günlük 8,5 ton süt her gün oğlen saatlerinde süt fabrikasından gelen kamyonu iletilir. Ardından soğutma tanklarının yıkanması yapılır.



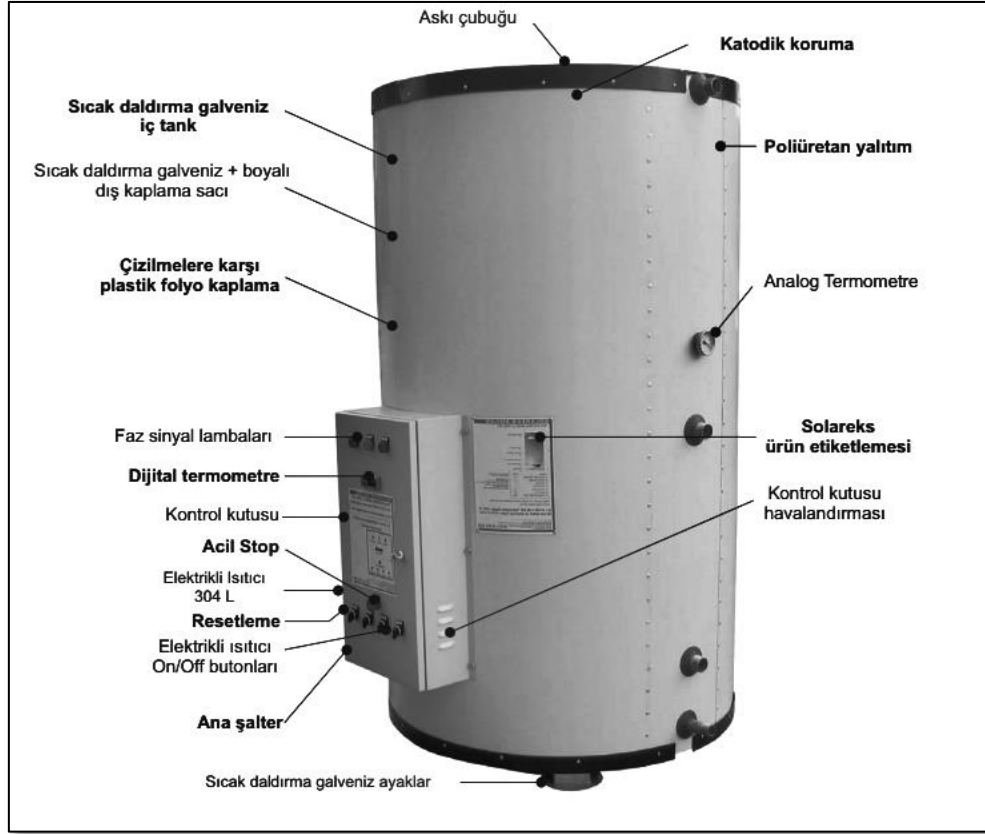
Şekil 3.1. İşletmenin sağım sistemi



Şekil 3.2. İşletmenin süt soğutma tankları



İşletmede su ısıtma 500 litrelik elektrikli boyler sistemi kullanılarak yapılmaktadır (Şekil 3.3). Sıcak suyun büyük bölümü süt sağım sistemi ve soğutma sistemlerinin otomatik yıkama (CIP sistemlerinde) kullanılmaktadır. Sağım sisteminin CIP, soğutma tankları ve boyler aynı odaya yerleştirilmiştir. Boylerin teknik özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.3. İşletmede kullanılan boyler

Çizelge 3.2. Boyler teknik özellikleri

<b>Kapasite</b>	500 Lt
<b>Yalıtım</b>	Rajid poliüretan, cam yünü, taş yünü
<b>Ölçüler</b>	1890 x 725 mm <sup>2</sup>
<b>Ağırlık (kg)</b>	169/158
<b>Çalışma Basıncı</b>	6 bar
<b>Termostatlı Isıtıcı Gücü</b>	2x10 kW
<b>Isıtma Süresi</b>	46 dakika

Sağım makinesinin yıkanması üç fazdan oluşmaktadır. Bunlar; ön yıkama, ana yıkama ve durulamadır. Ön yıkama ılık, asıl yıkama sıcak ve durulama soğuk suyla ile yapılmaktadır. Ana yıkama sırasında alkali deterjan ve her beş yıkama da bir asit deterjan CIP sisteminin otomatik dozajlama pompasıyla alınmaktadır. Ana yıkama suyu en az 65 °C olmalıdır. Soğutma tanklarının yıkanması da tıpkı sağım makinesi gibi benzer fazlardan oluşmaktadır.

### 3.1.3. Güneş Kolektör Sistemi

Bu tez çalışmasında projelendirilmesi yapılan kolektör sistemi vakum tipli kolektördür (Şekil 3.4). Bu kolektörlerin temel parçaları; cam vakum tüpler ve güneşli su ısıtıcılarıdır. Her vakum tüp iki cam tüpten oluşur. Dış boru oldukça sağlam, seffaf borosilikattan üretilir. İçteki tüp borosilikattan yapılı ve iyi bir ısıl absorpsiyon ve minimum yansıtma katsayılı AL-N/AL ile kaplanır. İki tüp arasındaki hava boşluğundaki hava vakum edilir ve baryum tutucular ile borular birbirine tutturulur (Bansal, N.K., Buddhi, D 1992).

Vakum tüplü güneş enerjisi ile su ısıtma sistemleri bulutlu havalarda oldukça avantajlıdır, çünkü bu vakum tüpler bulutlardan gelen yoğun ışınımı emebilmektedir. Düzlemsel güneş kolektörleri ile kıyaslandığında rüzgarlı ve sıcaklığın az olduğu günlerde bile vakum tüplü güneş kolektörleri vakum izolasyonundan dolayı daha verimlidirler. Tüpler silindirik bir yapıya sahip olduğu için güneş ışınlarını sürekli dik açıyla alırlar. Bu da yansımayı düşürerek verimi arttırmış olur.

Güneş kolektörünün teknik özellikleri çizelge 3.3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Güneş kolektörü teknik özellikleri

Özellikler
24 vakum tüplü krom güneş kolektörleri olarak geçmektedir.
180 lt sıcak su kapasitesi vardır.
Sistemin iç yüzeyi 0.60 mm 304 dış yüzeyi 0.50 mm 430 paslanmaz kromdur.
Sıcak ve soğuk su depoları poliüretan izolasyonludur.
Antifriz gerektirmez,-25 dereceye kadar donma problemi yoktur.
Doğal atmosfer basıncıyla açık devre çalışır.



**Şekil 3.4.** Projelendirmesi yapılan güneş kolektör sistemi

### **3.1.4. Elektrik Enerjisi Analizörü**

Vakum pompası elektrik motoruna değişken devir özelliği kazandırmadan önce ve sonrasında harcanan enerjinin tespiti amacıyla bir elektrik enerjisi analizöründen faydalanılmıştır. Bu amaçla, Entes marka MPR455 model analizör kullanılmıştır (Şekil 3.5). Analizörün teknik özellikleri Çizelge 3.4’te verilmiştir.



**Şekil 3.5.** Elektrik enerjisi analizörü

**Çizelge 3.4.** Elektrik enerjisi analizörü teknik özellikleri

Özellik
Ekran parametreleri 1; akım, voltaj ve frekans
Ekran parametreleri 2; toplam güç, aktif güç, reaktif güç, görünür güç, güç faktörü, $\cos\phi$ ,
Ekran parametreleri 3; giriş aktif enerji, çıkış aktif enerji, giriş reaktif enerji, çıkış reaktif enerji, görünür enerji,
Tüm parametrelerin kaydı, depolaması ve yönetimi
Akım ve voltaj trafolarının birincil ve ikincil değerlerini değiştirme
3 faz nörlü, 3 faz nötrsüz, aron bağlı sistemleri ölçebilme.
Kontrast ayarı
Yaz saati uygulaması
Elektrik tarife uygulaması

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Tüketilen Sıcak Su Miktarı ve Sıcaklıklarının Tespiti

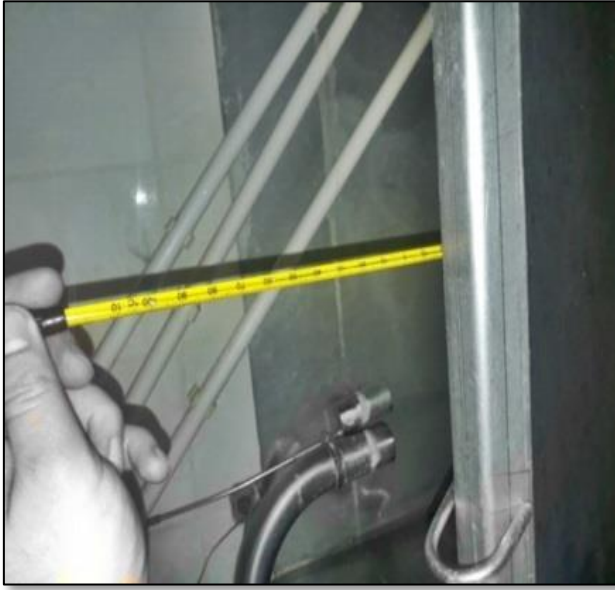
Süt sağım sisteminde yıkama sırasında yıkama küvetine Boylerden alınan sıcak su yüksekliği tespit edilmiş ve ardından hacmi hesaplanmıştır (Şekil 3.6). Bir termometre yardımıyla da her yıkama fazında gelen suyun sıcaklığı tespit edilmiştir (Şekil 3.7).

Soğutma tanklarında tüketilen su miktarları tedarikçi firmadan alınmıştır. Suyun sıcaklığı ise tank üzerinde bulunan dijital termometre üzerinden okunmuştur.

Sağım sistemi ve soğutma tanklarında ön yıkama sırasında tüketilen ılık su yarısı şebekeden ve yarısı boylerden gelmektedir. Ana yıkamada tüketilen sıcak suyun tamamı boylerden ve durulamada tüketilen soğuk suyun tamamı şebeke suyundan gelmektedir.



**Şekil 3.6.** Yıkama küvetinde yıkama fazlarında tüketilen su miktarının ölçümü



**Şekil 3.7.** Yıkama küvetinde yıkama fazlarında tüketilen suyun sıcaklık ölçümü

Süt sağım sistemi ve soğutma tanklarında gün içerisinde tüketilen su miktarları ve sıcaklık değerleri Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da verilmiştir.

**Çizelge 3.5.** Süt sağım sisteminde gün içerisinde harcanan sıcak su miktarı ve sıcaklık değerleri

<b>Yıkama Fazları</b>	<b>Zaman (Saat)</b>	<b>Sıcak Su Tüketimi (L)</b>	<b>Sıcaklık (<sup>0</sup>C)</b>
Ön Yıkama	10:16	18	65
Ana Yıkama	10:59	36	65
Durulama	11:43		
Ön Yıkama	17:10	18	65
Ana Yıkama	17:54	36	65
Durulama	18:41		
Ön Yıkama	01:32	18	65
Ana Yıkama	02:15	36	65
Durulama	02:58		
<b>Toplam sıcak Su tüketimi (gün/L)</b>	162 L		

**Çizelge 3.6.** Soğutma tanklarında gün içerisinde harcanan sıcak su miktarları ve sıcaklık değerleri

<b>Yıkama Fazları</b>	<b>Zaman (Saat)</b>	<b>Sıcak su Tüketim (L)</b>	<b>Sıcaklık (<sup>0</sup>C)</b>
Ön Yıkama	13:35	45	65
Ana Yıkama	14:11	90	65
Durulama	14:42		
<b>Toplam sıcak su tüketimi (gün/L)</b>	135 Litre		

Buna göre süt sağım sisteminde ve soğutma tanklarında kullanılan günlük sıcak su miktarı toplam 297 L olarak tespit edilmiştir. Boylerden alınan sıcak su her iki sistemde de 65 <sup>0</sup>C'dir.

### **3.2.2. Güneş Kolektörlerinin Projelendirilmesi**

*Gerekli olan günlük ısı enerjisinin hesaplanması:*

Süt sağım sistemi ve soğutma tanklarında kullanılacak olan sıcak su için gerekli olan günlük ısı enerjisi için hesaplamalar yapılmaktadır (Anonim 2018, Abuşka M.). Aşğıdaki Eşitlik 3.1'e göre hesaplanmıştır.

$$Q_i = m \cdot V_b \cdot (T_{su} - T_{ş}) \cdot e \quad \text{Eşitlik 3.1}$$

Eşitlikte;

$Q_i$ : Gerekli olan günlük ısı enerjisi (Kcal/gün).

$m$ : Kolektörlere bağlı sistem sayısı tek olduğundan projede 1 alınmıştır.

$V_b$ : Sistemin günlük sıcak su ihtiyacı (L/kullanıcı.gün). Projede sistemin günlük tüketimi ortalama 297 L alınmıştır.

$T_{su}$ : Sistemin talep ettiği sıcak suyunun referans değeri ( $^{\circ}\text{C}$ ). Projede çizelge 3.5 ve çizelge 3.6'dan  $65^{\circ}\text{C}$  alınmıştır.

$T_{ş}$ : Şebeke suyunun ortalama sıcaklık değeri ( $^{\circ}\text{C}$ ). Projede çizelge 3.8'den  $9,5^{\circ}\text{C}$  alınmıştır.

$e$ : Çok kolektörlü ve uzun boru metrajı olan tesisatlarda, izolasyon durumuna bağlı enerji kayıpları için ortalama %5 artış olarak yapılan kayıp katsayısı olarak 1,05 alınmıştır.

Değerler formülde yerlerine konulduğunda gerekli olan günlük ısı enerjisi ( $Q_i$ ) 17308 (kcal/gün) bulunmuştur.

*Gerekli olan kolektör sayısının hesaplanması:*

Projede sağımhane çatısına kurulacak kolektör sayısı önce kolektör tarafından tüketilen faydalı enerji (Eşitlik 3.2) bulunarak Eşitlik 3.3'e göre hesaplanmıştır.

$$Q_k = R \cdot F \cdot S \cdot nk \quad \text{Eşitlik 3.2}$$

Eşitlikte;

$Q_k$ : Kolektör tarafından tüketilen faydalı enerji (kcal/gün.kolektör).

$R$ : Yatay yüzeye gelen güneş ışınımı (kcal/m<sup>2</sup>.gün). Çizelge 3.7'den Mart ayı için 2820 alınmıştır.

$F$ : Kolektör eğim açısına göre düzeltme faktörü (boyutsuz sayı). Çizelge 3.9'dan İstanbul için, İlkbahar mevsiminde 1,20 alınmıştır.

$S$ : Kolektör ışın emici (absorber) net yüzeyi (m<sup>2</sup>/kolektör). En yaygın kullanım alanı 2,5m<sup>2</sup>'dir

nk: Kolektör ortalama verim değeri sistemin bütün sıcak su ihtiyacının karşılanmasından dolayı %100 olduğu için 1 alınmıştır.

Değerler formülde yerlerine konulduğunda kolektör tarafından tüketilen faydalı enerji (Qk) 8460 (kcal/gün. kolektör) bulunmuştur.

$$K = \frac{Q_i}{Q_k} \quad \text{Eşitlik 3.3}$$

Eşitlikte;

K: İhtiyaç duyulan kolektör miktarı (adet)

Değerler yerlerine koyulduğunda K değeri 2 olarak bulunmaktadır.

Kolektör sayısı bulunduktan sonra kolektör montaj işlemlerinde kolektörlerin birbirine gölge etmemesi ve engellememesi için çizelge 3.10 dikkate alınır.

**Çizelge 3.7.** İller bazında yatay yüzeye gelen güneş ışınım değerleri (kcal/m<sup>2</sup>.gün)  
(Bakırcı 2009)

Sehirler	OC.	SUB.	MAR.	NİS.	MAY.	HAZ.	TEM.	AG.	EYL.	EK.	KAS.	AR.
Adana	2,605	3,250	4,374	5,743	6,357	6,620	6,668	6,214	5,115	3,872	2,798	2,653
Ankara	1,099	1,840	2,853	3,609	4,589	5,210	5,258	4,852	3,896	2,581	1,506	1,171
Antalya	2,414	3,131	3,967	5,330	6,166	6,835	6,716	6,190	5,139	3,728	2,271	2,103
Balıkesir	1,577	2,103	3,155	4,111	5,139	6,023	5,879	5,569	4,302	3,155	1,888	1,386
Bursa	1,501	2,055	2,940	3,967	5,043	5,903	5,927	5,449	4,159	2,749	1,530	1,338
Çanakkale	1,649	2,247	3,346	4,517	5,378	6,186	6,238	5,808	4,469	3,040	1,888	1,601
Diyarbakır	2,055	2,701	3,657	4,684	5,688	6,644	6,596	6,047	4,828	3,466	2,366	2,079
Erzurum	1,506	2,103	3,131	4,087	5,115	5,903	6,095	5,617	4,388	3,011	1,703	1,410
Gaziantep	2,414	3,203	4,278	5,449	6,262	6,788	6,592	6,142	5,115	3,848	2,772	2,557
İçel	2,653	3,298	4,589	5,569	6,429	6,835	6,688	6,262	5,186	3,967	2,940	2,796
İstanbul	1,315	1,769	2,844	3,896	4,876	5,712	5,688	5,186	4,039	2,510	1,530	1,219
İzmir	1,984	2,581	3,752	4,589	5,497	6,286	6,238	5,736	4,589	3,298	2,271	1,960
K. Maraş	2,482	3,203	4,326	5,473	6,334	6,907	6,883	6,286	5,210	3,896	2,725	2,510
Konya	1,912	2,605	3,752	4,684	5,425	6,118	6,180	5,760	4,780	3,466	2,294	2,032
Muğla	2,223	2,916	3,944	5,067	5,784	6,596	6,477	6,047	5,043	3,585	2,462	2,127
Rize	1,219	1,688	2,557	3,466	4,159	4,756	3,872	3,728	3,155	2,294	1,530	1,267
Samsun	1,386	1,888	2,605	3,537	4,278	5,210	5,330	4,971	3,657	2,510	1,649	1,386
Tekirdağ	1,315	1,864	2,820	4,015	4,947	5,640	5,664	5,043	3,944	2,438	1,625	1,386
Urfa	2,482	3,203	4,398	5,569	6,477	7,074	6,931	6,334	5,234	3,920	2,796	2,533
Zonguldak	1,291	1,816	2,653	3,872	4,780	5,545	5,617	5,186	3,872	2,620	1,554	1,291



**Çizelge 3.8.** Şebeke suyu sıcaklık değerleri (°C) (Karaçavuş 2017)

Şehirler	OC.	ŞUB.	MAR.	NİS.	MAY.	HAZ.	TEM.	AĞ.	EYL.	EK.	KAS.	AR.
Adana	14,5	13,4	15,1	17,4	20,7	24,3	27,3	29,0	28,6	25,9	21,2	17,4
Ankara	8,2	6,6	7,8	10,7	14,5	18,0	20,9	22,8	21,6	18,1	14,8	10,9
Antalya	13,8	12,7	13,9	16,0	19,5	23,5	26,8	28,5	27,8	25,2	21,5	17,0
Balıkesir	11,0	9,6	10,2	12,0	15,6	18,9	21,4	22,4	22,0	19,6	16,8	13,6
Bursa	9,2	8,0	9,2	12,2	16,6	21,2	24,2	25,6	23,9	19,7	15,9	11,9
Çanakkale	11,7	10,7	11,0	13,0	16,9	20,5	23,3	24,7	23,6	20,7	17,7	14,0
Diyarbakır	11,8	10,1	11,0	13,8	17,4	21,9	25,3	27,6	27,0	23,8	19,4	14,8
Erzurum	2,7	1,5	1,1	3,2	7,5	11,8	14,8	16,8	16,1	12,6	8,5	5,3
Gaziantep	10,3	8,7	9,6	12,1	15,5	20,9	23,3	25,3	24,7	21,6	17,4	13,2
İçel	14,1	13,9	15,2	17,8	19,6	23,4	26,5	28,9	28,6	26,4	19,2	17,1
İstanbul	10,2	9,0	9,5	11,8	15,4	19,2	21,9	22,9	22,4	19,8	16,9	13,2
İzmir	12,3	11,5	13,1	16,6	21,2	26,2	29,8	31,0	29,0	24,9	20,4	15,1
K. Maraş	4,7	4,2	5,0	8,0	11,7	15,4	18,1	20,8	19,8	16,4	12,3	8,1
Konya	8,1	6,7	7,7	10,1	13,4	17,1	20,1	22,2	21,0	17,9	14,2	10,4
Muğla	9,0	8,5	9,6	12,3	15,8	20,4	23,8	25,5	24,4	20,6	16,4	12,2
Rize	9,3	8,1	9,3	11,7	14,9	17,7	20,3	21,2	19,9	17,8	14,8	11,8
Samsun	11,8	9,7	10,1	11,8	14,6	17,8	20,6	21,9	21,3	19,1	16,4	13,1
Tekirdağ	10,2	9,0	9,5	11,8	15,4	19,2	21,9	22,9	22,4	19,8	16,9	13,2
Urfa	11,6	10,5	12,3	15,1	19,2	23,8	27,3	28,2	27,8	24,2	20,0	14,2
Zonguldak	10,5	9,5	9,5	11,8	15,2	19,0	22,2	23,6	22,8	19,6	16,0	12,1

**Çizelge 3.9.** Kolektör eğim açısına göre düzeltme faktörü (Çağlar 2017)

			Mevsimlik Derece Değerleri				
İl	Enlem	Boylam	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Değer
Ankara	39,56	32,52	30,92	20,40	48,52	58,66	35,60
İstanbul	41,01	28,58	32,37	21,87	49,97	60,09	36,91
İzmir	38,25	27,09	29,61	19,09	47,23	57,33	34,45
Mersin	36,48	34,38	27,84	17,32	45,44	55,56	32,83
İstanbul Sonbahar Dönemi Düzeltme Faktörü					1,20		

**Çizelge 3.10.** Kolektörlerin birbirlerine gölge yapmaması için gerekli mesafe bilgileri (Günerhan 1993)

a ölçüsü mm		α		
2,020 mm		15	30	45
B		b ölçüsü mm		
İstanbul		25,5	3,047	3,866
Ankara		29,5	2,323	3,534
				4,420
				3,953



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Trakya Bölgesinde Süt Hayvancılık İşletmelerinde Kullanılan Su Isıtma Sistemlerinin Belirlenmesi Bulguları

Trakya Bölgesinde bulunan 13 süt hayvancılık işletmesi incelenmiş ve bu işletmelerin kullandıkları su ısıtma sistemleri belirlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Trakya Bölgesinde süt hayvancılık işletmelerinde kullanılan su ısıtma sistemleri

İşletme İsmi	Adresi	Kullandığı Sistem
Bestar Tarım Hayvancılık	Lüleburgaz, Edirne	Elektrikli boyler
Saklı Bahçe Hayvancılık	Hayrabolu, Tekirdağ	Elektrikli boyler
Saray Hayvancılık	Silivri, İstanbul	Doğalgaz şofben
Hıdır bey İpsala Süt Birliği	Edirne	Elektrikli boyler
Keramettin İpsala Süt Birliği	Edirne	Elektrikli boyler
Şirin Çorap Şirin Çiftliği	Silivri, İstanbul	Elektrikli boyler
Toplusoy Tarım Hayvancılık	Lüleburgaz, Kırklareli	Elektrikli boyler
Damak Sep Süt	Lüleburgaz, Kırklareli	Elektrikli boyler
Yağcılı Tarımsal Koop.	Edirne	Elektrikli boyler
Arı Hayvancılık	Malkara, Tekirdağ	Elektrikli boyler
Aksa Holding Koni İnş.	Muratlı, Tekirdağ	Elektrikli boyler
Aksüt Tarım Hayvancılık	Babaeski, Kırklareli	Elektrikli boyler
Yüksel Hayvancılık	Süleymanpaşa, Tekirdağ	Elektrikli boyler

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi işletmelerden sadece birisi doğalgaz kaynaklı şofben kullanırken tüm işletmeler elektrikli boyler sistemi kullanmaktadır. Su ısıtma sistemlerinde elektrik enerjisinin ne denli yaygın kullanıldığı tespiti yapılmıştır.

### 4.2. Elektrik Enerjisi Tüketimi Bulguları ve Tartışma

Güneş kolektörü sistemi devreye alınmadan önceki ve sonrasındaki günlük tüketilen elektrik enerjisi değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Her iki durum için de 7 gün olmak üzere toplam 14 günlük veri kullanılmıştır. Kolektör sistemi devreye alınmadan öncesindeki

verilerin standart sapması 1,215 ve sonrasında 1,111 olarak hesaplanmıştır. Varyasyon katsayısı ise sırasıyla %6,893 ile %8,335 bulunmuştur. Veriler arasındaki farklılıklar oldukça düşük olması nedeniyle her iki dönemde tüketilen günlük enerji değerleri, ortalamalar alınarak değerlendirilmiştir.

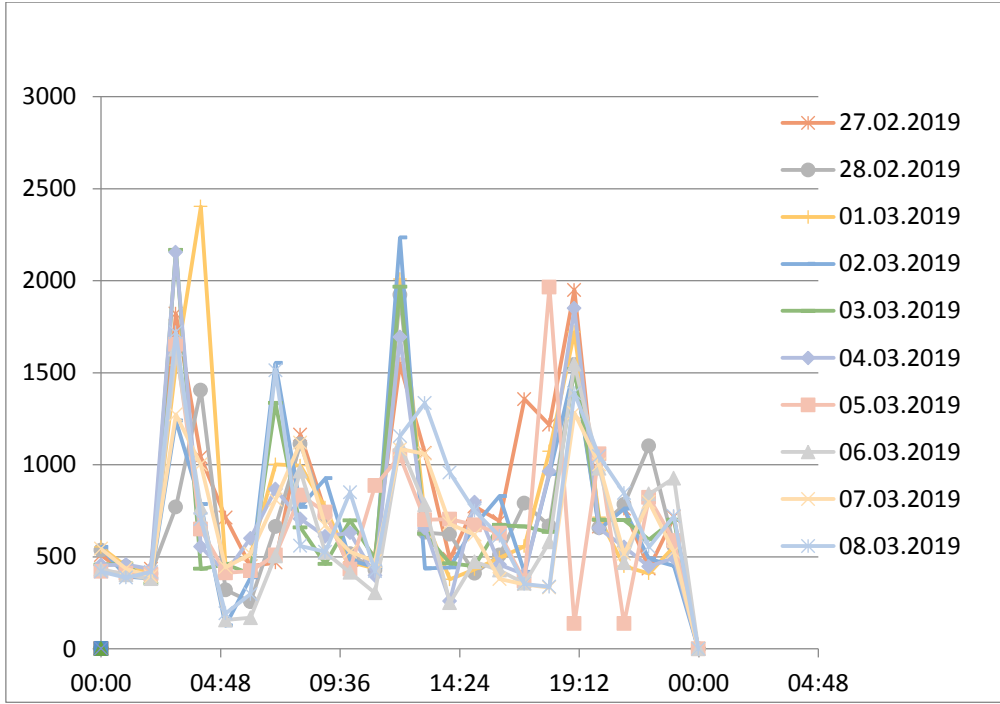
**Çizelge 4.2.** Elektrik enerjisi tüketimine ait bulgular

KOLLEKTÖR SİSTEMİ ÖNCESİ GÜNLER	ORTALAMA TÜKETİM (kWh/gün)	KOLLEKTÖR SİSTEMİ SONRASI GÜNLER	ORTALAMA TÜKETİM (kWh/gün)
27.02.2019	19,562	20.03.2019	13,638
28.02.2019	17,081	21.03.2019	12,188
01.03.2019	18,719	22.03.2019	13,742
02.03.2019	17,902	23.03.2019	11,493
03.03.2019	17,352	24.03.2019	13,494
04.03.2019	16,812	25.03.2019	14,732
05.03.2019	15,949	26.03.2019	14,019
ORTALAMA	17,625	ORTALAMA	13,329
STD SAPMA	1,215	STD SAPMA	1,111
VAR. KAT. (%)	6,893	VAR. KAT. (%)	8,335
KAZANIM (kWh/gün)		4,296	
KAZANIM (%)		24,374	

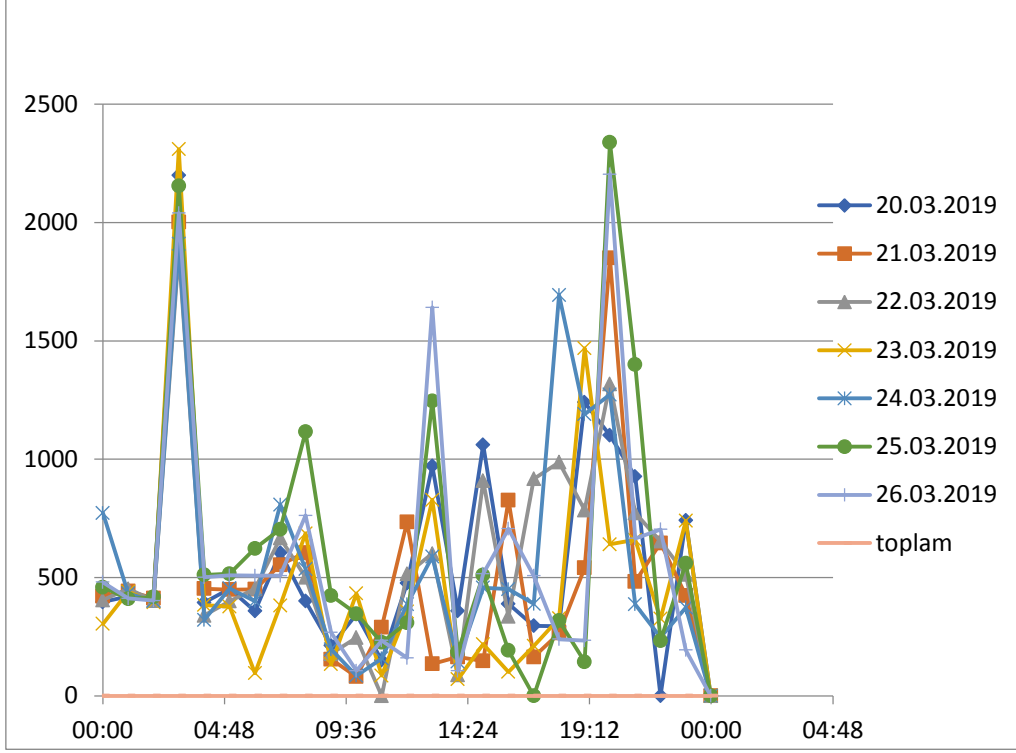
Güneş kolektörü bağlantısı yapılmadan önceki 17,625kWh/gün olan ortalama günlük elektrik enerjisi tüketimi kolektör sistemi devreye alınınca 13,329 kWh/gün'e düşmüştür. Her iki dönem arasında yapılan tasarruf 4,296 kWh/gün ve tasarruf oranı %24,374 olarak hesaplanmıştır.

Kolektör sistemi devreye alınmadan önce ve sonrası harcanan elektrik enerji değerleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de görülmektedir. Şekillerden işletmenin günde üç sağımlı yaptığı ve sağımların başlama saatlerinin çok düzenli olduğu izlenebilmektedir. Sağımlı, gece, sabah ve akşam olmak üzere yaklaşık sekizer saat ara ile yapılmaktadır. Sağımlardan hemen sonra sağımlı sisteminin yıkaması ve günde bir kere soğutma tankının yıkamasının yapıldığı

görülmektedir. Günlük enerji tüketim eğrilerinin birbirine yakın olması işletmede sağımın ve temizliğin rutin olarak yapıldığını göstermektedir.



Şekil 4.1. Kollektör sistemi devreye alınmadan önce harcanan elektrik enerjisi



**Şekil 4.2.** Kollektör sistemi devreye alındıktan sonraki harcanan elektrik enerjisi

Bulunan sonuçlar daha önce yapılan Sakallı (2005); Ma ve ark. (2010); Yaghoubi ve ark. (2013) Gao ve ark. (2013) ve Öztürk (2014) çalışmalarında elde edilen sonuçlara uyumlu bulunmuştur.

#### 4.3. Yatırımın Geri Dönüş Süresi (ROI) Bulguları ve Tartışma

Güneş kolektörlerinin yatırımın geri dönüş süresi (ROI) hesaplamasında aşağıdaki değerler alınmıştır;

- Günlük elektrik enerjisinden kazanım EK<sub>g</sub>; 4,296 kWh/gün (Çizelge 4.1),
- Enerji dağıtım şirketi tarifesi ETA; 0,125 \$/kWh (1 ABD doları 5,8 Türk Lirası),
- Satın alım bedeli 950 \$

Değerler formüldeki yerlerine konulduğunda bu araştırma için ROI 4,84 yıl bulunmuştur.

Çıtıroğlu (2001) çalışmasında Amerika'da, Colorado eyaletindeki Federal Express dağıtım merkezinde yapılan ısıtma sistemi sayesinde işletim maliyetlerinde, yılda 7000\$ tasarruf edildiğini bildirmiştir. National Renewable Energy Laboratory'e ait 120 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki kimyasal atık depolama ünitesi olarak kullanılan Kanada Bombardier Hava

Üssü hangarları bu sistemle ısıtılmaya başlanmış ve bu sistemin geri ödemesi süresi 4,7 yıl olarak hesaplanmıştır. Aydede (2014) yaptığı çalışmada Sabiha Gökçen havalimanının yolcu bekleme salonunun güneş enerjisi ile ısıtma yükünün bir bölümünün karşılanması üzerinde çalışılmıştır. İlk yatırımın %60'ını kolektörler, %33'nü işçilik, % 6 diğer giderlerden oluşmaktadır. Toplamda 213.000 Euro olan ilk yatırım maliyetini devletin Enerji destek programları ile %30 düşürülebileceğini vurgulayarak, devlet desteğini hesaba katarak yapılan yatırım ile geri dönüş süresini yaklaşık 14 yıl bulmuştur.

Yapılan araştırmada yatırımın geri dönüş süresinin ülkemizde yapılan uygulamalara göre daha verimli yabancı ülkelerde yıllar önce yapılan uygulamalara oranla verimliliğin ve geri dönüş süresinin neredeyse eşit seviyeye gelmesindeki etken olarak ülkemizin teknolojisinin gelişmesi ve dünya standartlarına ulaşmasıyla birlikte bu tür yatırım bedellerinin düştüğü şeklinde açıklanabilir. Geri dönüşüm süresinin uzun olmasındaki bir başka neden ise Türkiye'de tarım işletmelerine özgü bir elektrik fiyatlandırmasının yapılmamasıdır. Tarımsal işletmelerin tamamına sanayi işletmelerinin enerji fiyatlandırması uygulanmaktadır.

## 5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında hayvancılık işletmelerinde kullanılan elektrik su ısıtma sistemlerine entegre edilen güneş kolektör sistemleriyle elektrik enerjisi kazanım değerlerinin tespiti amaçlanmıştır. Denemeler Tekirdağ, Süleymanpaşa'da bulunan bir süt sığırcılığı işletmesinde sürdürülmüştür. İşletmede hali hazırda kullanılan elektrikli boyler sistemine güneş kolektör sistemi takılmış ve alınan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Kolektör sistemi devreye alınmadan önce 17,625kWh/gün olan ortalama günlük elektrik enerjisi tüketimi kolektör sistemi devreye alınca 13,329 kWh/gün'e düşmüştür. Her iki dönem arasında yapılan tasarruf 4,296 kWh/gün ve tasarruf oranı %24,374 olarak hesaplanmıştır.
- Kolektör yatırımının geri dönüş süresi (ROI) 4,84 yıl bulunmuştur.

Çalışma sonucu elde edilen sonuçların paylaşımıyla oldukça sınırlı düzeyde kullanımı olan güneş kolektörlerinin yaygınlaşması sağlanacaktır. Ayrıca, enerji tüketiminin azaltılması ve enerji verimliliği sağlayan diğer uygulamaların da işletme ve sektörlerde kullanımının farkındalığını artıracaktır.



## 6. KAYNAKLAR

- Alıç D ve Yener M (2006). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12(4), 369-380.
- Anderson T, Duke D (2008). Solar energy use for energy savings in dairy processing plants, Ipenz engineering Trenz Volume: 2008-1, 1-9.
- Anonim (2018). Abuşka M , Güneş enerjisi ve uygulamaları ders notları. [http://akhisarmyo.cbu.edu.tr/db\\_images/file/gunes-enerjisi-3-1285TR.pdf](http://akhisarmyo.cbu.edu.tr/db_images/file/gunes-enerjisi-3-1285TR.pdf), (erişim tarihi 11.02.2018).
- Anonim (2018). Tekirdağ iklim verileri. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=TEKIRDAG>, (erişim tarihi 10.02.2018).
- Aydede Ö (2014). Energy Performance of Building İntegrated Solarwall System Case Study : Sabiha Gökçen Airport M.sc. Thesis, İstanbul Technical University, Energy Science and Technology Department, İstanbul.
- Bakırcı K (2009). Yatay Yüzeye Gelen Anlık Global Işınım Tahmini İçin Basit Bir Hesaplama Metodu, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 29, 2, 53-58, 2009.
- Bansal K and Buddhi D (1992). Performance equations of a collector cum storage system using phase change materials. Solar Energy 48(3), 185-194.
- Carpenter J,Vallist A,Vranch T (1986). Performance of A UK Dairy Solar Water Heater, Journal of Agricultural Engineering Research Volume 35, Issue 2, October 1986, Pages 131-139.
- Chauhan I, Patel S, Desai D, Raol J (2013). Application of Solar Energy For Sustainable Dairy Development, European Journal of Sustainable Development 2013-volume 2 paper page 131.
- Chikaire J, Nnadi N, Nwakwasi N, Anyoha O, Aja O, Onoh A and Nwachukwu C (2010). Solar Energy Applications For Agriculture Journal of Agricultural and Veterinary Sciences Volume 2, 58-62.
- Çağlar A (2017). Farklı Derece-Gün Bölgelerindeki Şehirler İçin Optimum Eğim Açısının Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 22, Sayı 2, 849-854.
- Çakır G (2009). Vakum Borulu Kollektör Ve Ek Isıtıcı Kullanarak Kapalı Bir Alanın Isıtılmasının Analizi Yüksek Lisans Tezi Ankara Gazi Üniversitesi.
- Çıtıroğlu A (2000). Güneş enerjisinden yararlanarak elektrik üretimi, [www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/haziran/gunes.htm](http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/haziran/gunes.htm).
- Çıtıroğlu A (2001). Ortam Isıtılmasında Güneş Enerjisinin Kullanımı için; Solanvall, Termodinamik Dergisi, 104, sf. 5051.

- De Koning, Vorst K and Meijering A (2001). Automatic Milking Experience and Development in Europe. <http://www.milkproduction.com>
- Dirk H, Walter Z, Werner G (2008). "Vacuum tubes for solar collectors with improved heat transfer", United States Patent Application 20080156314, <http://www.freepatentsonline.com/y2008/0156314.html>.
- Dündar R (2008). Standart Düz Kollektörün Güneşli Su Isıtma Sistemleri ile Vakum Tüplü Güneşli Su Isıtma Sisteminin Verim ve Performansların Karabük ili Sartlarında Deneysel Olarak Karşılaştırılarak İncelenmesi Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 45s. Ankara.
- Edens, W, Pordesimo O, Wilhelm L and Burns R (2003). Energy Use Analysis of Major Milking Center Components at a Dairy Experiment Station. ASABE 19(6): 711- 716.
- Gao Y, Zhang Q, Fan R, Lin X and Yu Y (2013). "Effects of thermal mass and flow rate on forced-circulation solar hot-water system: comparison of water-in-glass and Upipe evacuated-tube solar collectors", Solar Energy, 98: 290-301.
- Gedik E, Keçebaş A., Öz E (2008). Havalı güneş kolektörlerinde farklı tip emici plakaların performansına olan etkisi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 23, No 4, 777-784, 2008.
- Graves E (2002). A Primer on Robotic Milking Systems. College of Agricultural Sciences, G105.
- Günerhan H (1993). "İzmir ili için Güneşli Su Isıtıcılarının Bilgisayar Yardımıyla Projelendirilmesi", TMMOB, Makina Mühendisleri Odası, 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı yayın No:154/1ISBN975-395-077-2, Sayfa:165-203, İzmir.
- Han, H, Kim T, Ahn H (2008). "A three-dimensional performance analysis of allglass vacuum tubes with coaxial fluid conduit", International Communications in Heat and Mass Transfer, 35: 589–596 (2008).
- He N, Jiang L, Li W (1997). "A comparison of optical performance between evacuated collector tubes with flat and semi-cylindric absorbers", Solar Energy, 60(2): 109-117.
- Karaçavuş B (2017). Türkiye'nin belirli iklim bölgeleri için güneş enerjili sıcak su sisteminin optimizasyonu, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 32:3, 843-853.
- Karim A, Hawlader M (2005). Mathematical modeling and experimental investigation of tropical fruits drying, Int. J. Heat Mass Tran., 48, 4914-4925.
- Karakılçık M, Dinçer I, Bozkurt I, Atız A (2013). Performance Assessment of a Solar Pond With and Without Shading Effect. Energy Conversion And Management. 65: 98–107.

- Keskin K (2019). Süt Sağım Sistemlerinde Değişken Devirli Vakum Pompasının Kullanılması İle Elde Edilen Kazanımların Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
- Kılıç A, Öztürk A (1984). Güneş ışınımı ve düz toplayıcılar, Segem, Ankara.
- Kim T, Ahn T, Han H, Kim T, Chun W (2007). “The performance simulation of all glass vacuum tubes with coaxial fluid conduit”, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 34: 587-597.
- Kim Y, Seo T (2007). “Thermal performances comparisons of the glass evacuated tube solar collectors with shapes of absorber tube”, *Renewable Energy*, 32: 772–795.
- Kraatz S (2012). Energy demand for milking cows. ASAE Annual Meeting, 074175, Michigan, USA.
- Liang R, Ma L, Zhang J, Zhao D (2011). “Theoretical and experimental investigation of the filled-type evacuated tube solar collector with u tube”, *Solar Energy*, 85: 1735–1744.
- Ludington D, Johnson EL, Kowalski JA, Mage AL (2004) Dairy Farm Energy Management Guide. Southern California Edison, 160s, California, USA.
- Ludington D, Eric J, James K, Anne M, Richard P (2004). Dairy Farm Energy Management Guide. Ithaca, NY: DLTech, Inc.
- Ma L, Lu Z, Zhang J and Liang R (2010). “Thermal performance analysis of the glass evacuated tube solar collector with U-tube”, *Building and Environment*, 45: 1959-1967.
- Morrison L, Budihardjo I, Behnia M (2005). “Measurement and simulation of flow rate in a water-in-glass evacuated tube solar water heater”, *Solar Energy*, 78: 257– 267.
- Öztürk E (2014). “Fotovoltaik panellerin verimine modül sıcaklığının etkisinin deneysel olarak araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniv. Fen Bil. Ens. Elk-Elkt. Müh., Karabük.
- Öztürk T, Altınsoy H, Türkeş M and Kurnaz L (2014). Simulation of temperature and precipitation climatology for central Asia CORDEX domain by using RegCM 4.0. *Climate Research*, 52: 63–76.
- Peebles W, Reinemann D, and Straub R (1994). Analysis of Milking Center Energy Use. *Applied Engineering in Agriculture*. ASAE Paper No. 93-3534. Available online at: [www.uwex.edu](http://www.uwex.edu).
- Peterson R (2008). Energy Management for Dairy Farms. Presentation at the Farm Energy Audit Training for Field Advisors Workshop.
- Rittidech S, Donmaung A, Kumsombut K (2009). “Experimental study of the performance of a circular tube solar collector with closed-loop oscillating heat-pipe with check valve (clohp/cv)”, *Renewable Energy*, 34: 2234–2238 .

- Sakallı U (2005). Antifrizli Sulu Vakumlu Isı Borulu Güneş Kollektörü İle Klasik Direkt Dolaşımli Güneş Kollektörlerinin Verimlerinin Karşılaştırılması Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Shah J, Furbo S (2004). “Vertical evacuated tubular-collectors utilizing solar radiation from all directions”, *Applied Energy*, 78(4): 371–395.
- Sharma, N, Diaz G (2011). “Performance model of a novel evacuated-tube solar collector based on minichannels”, *Solar Energy*, 85: 881-890.
- Studman J (1979). A once-through solar water heater system for farm dairies. *Agric. Engng Res* 24: 149-156.
- 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.
- Upton J, Murphy M, De Boer IJM, Koerkamp PWGG, Shallo L (2015). Investment Appraisal Of Technology İnnovations On Dairy Farm Electricity Consumption. *Journal of Dairy Science*, 98:2:898-909
- Vecchia A, Formisano G, Rosselli V,Ruggi D (1981). Possibilities for the application of solar energy in the European Community agriculture, *Solar Energy* Volume 26, Issue 6, 1981, Pages 479-489.
- Yaghoubi M., Ahmadi F, Bandehee M (2013). Analysis of Heat Losses of Absorber Tubes of Parabolic through Collector of Shiraz (Iran) Solar Power Plant. *Journal of Clean Energy Technologies*, 1, 1, 1729-1734.

## ÖZGEÇMİŞ

Kubilay KOCAMAN, 24/05/1991 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladı. Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümünden 2015 yılında “Elektrik Mühendisi” olarak mezun oldu. 2016 yılında Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2016 yılında Süleymanpaşa Belediyesinde Elektrik Mühendisi olarak göreve başlayan KOCAMAN, 2016 yılından bu yana Süleymanpaşa Belediyesinde Fen İşleri Müdürlüğünde elektrik birim sorumlusu ve elektrik mühendisi olarak görevini sürdürmektedir.