

**T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
2019-YL-026**

**GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ELEKTRİKLİ
YEM KARMA MAKİNESİ PROTOTİPİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Vedat SAĞLAM

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN**

AYDIN

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Vedat Sağlam tarafından hazırlanan “Güneş Enerjisi Destekli Elektrikli Yem Karma Makinesi Prototipinin Geliştirilmesi” başlıklı tez, 12.04.2019 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan	: Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN	ADÜ	
Üye	: Prof. Dr. Giyasettin ÇİÇEK	ÇÖMÜ	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Yüksel AYDOĞAN	ADÜ	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Gönül AYDIN
Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

12/04/2019

Vedat SAĞLAM

ÖZET

GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ELEKTRİKLİ YEM KARMA MAKİNESİ PROTOTİPİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Vedat SAĞLAM

Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN

2019, 45 sayfa

Tarımın bir kolu olan hayvancılık ülke ekonomisinde gelişmeyi canlandırıcı etkiye sahip olması bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Hayvan sayılarının artmasıyla birlikte yetiştiricilikte kullanılan teknikler de hızla gelişmiştir. Çalışmanın amacı, enerji fiyatlarının yüksekliği ve ülkemiz hayvancılık sektörünün potansiyeli göz önüne alınarak, hayvan kapasitesi az olan işletmeler için; güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma ve dağıtma makinesinin tasarımının ve imalatının yapılmasıdır. Sistemin tasarımı 3 boyutlu Solidworks (deneme sürümü) programıyla gerçekleştirilmiş ve imalat bu tasarıma göre yapılmıştır. Sistem, 800 watt gücünde DC motor tahrikli diferansiyel, 4 hayvanın yemini hazırlayabilen 0,75 m³ kapasiteli yem karma haznesi, 1,5 kW gücünde elektrik motoru ve 1/40 çevrim oranına sahip redüktör içermektedir. Bunların hareketi için gerekli olan enerjiyi sağlamak amacıyla 1 adet 250 watt güneş paneli, 2 adet 12 V gücünde akü ve 1 adet dönüştürücü kullanılmıştır. Hayvan yemi, güneş enerjisi kullanılarak akülerin gün içinde şarj edilmesiyle hazırlanmıştır. Makine hem saha çalışmalarında hem de laboratuvar denemeleriyle test edilmiştir. Şarj süresi, deşarj süresi, ileri ve geri makine yürüme hızı, saatlik akım değerleri belirlenmiştir. Bunların yanında, alan denemelerinde süt sığırcılığı için yoğun olarak kullanılan yem rasyonları göz önüne alınarak yem yükleme ve karıştırmanın yaklaşık 25 dk, boşaltma süresinin ise yaklaşık 2 dk olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, makinanın haziran ayı şartlarında güneşlenme süresinde sabah ve akşam yemlerini başka enerjiye ihtiyaç olmadan yeterli homojenlikte karıştırıp dağıtabildiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Yem Karma, Tasarım, Kendi Yürür

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE OF SOLAR ASSISTED POWER FEED MIXER WORKING WITH ELECTRIC POWER

Vedat SAĞLAM

Master Thesis, Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN

2019, 45 pages

Livestock production, a branch of agriculture, has strategical importance due to its refreshing effect on country economy. The techniques used in breeding has progressed rapidly with the increasing number of animals. The aim of the study is to design and manufacture of a solar energy assisted electrical feed mixer for the low capacity farms, considering the potential of the livestock sector and the high cost of energy. The design of the system was performed using 3-D Solidworks (trial version) programme and the manufacture was done according to this design. The system consists of a differential with 800 W motor, a feed mixer tank with a capacity of 0.75 m³ which is capable of preparing the feed of four animals, electrical motor with 1.5 kW power and gearbox with $i=1/40$. To supply the energy needed for the movement, 1 solar panel of 250 watt, 2 batteries of 12 V and 1 inverter were used. The feed was prepared using the solar energy by charging the batteries during daylight. The machinery was tested both in field trials and with the laboratory tests. Charging time, discharge period, the speed of back and forward movement, hourly current values were tested. Besides, taking the feed rations most used in cattle breeding into consideration, feed loading and mixing time were about 25 minutes, discharging value was about 2 minutes. The results have shown that the machinery was capable of mixing the morning and night feeds homogenously in climatic conditions of June, without any other energy requirement.

Keywords: Design, Electric, Feed Mixer, Self-Propelled

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans çalışması, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar fonu tarafından yüksek lisans tezleri kapsamında, “Güneş Enerjisi Destekli Elektrikli Yem Karma Makinesi Prototipinin Geliştirilmesi” isimli ZRF-17047 nolu proje olarak desteklenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerini benden esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN’a, yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikimlerini ve manevi desteklerini esirgemeyen Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim dalı öğretim üyelerine, İzelmak Ziraat Aletleri şirketindeki çalışma arkadaşlarıma ve bu güne gelmemde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Vedat Sağlam

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünyada ve Ülkemizde Hayvancılık.....	2
1.2. Hayvancılıkta Yemleme ve Yem Karma Makinaları	6
1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hayvancılıkta Güneş Enerjisi Kullanımı ..9	
2. KAYNAK ÖZETLERİ	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Yem Karma Haznesi	19
3.1.2. Helezon ve Bıçaklar	20
3.1.3. Redüktörlü Elektrik Motoru	20
3.1.4. Diferansiyel (Dc Motor Tahrikli).....	21
3.1.5. Motor Sürücü Kartı	21
3.1.6. Tekerlek-Direksiyon-Direksiyon Mili.....	22
3.1.7. Güneş Paneli.....	22
3.1.8. Dönüştürücü	23
3.1.9. Akü.....	24
3.2. Yöntem.....	24

3.2.1. Tasarım.....	24
3.2.2. Alan ve Laboratuvar Denemeleri	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Güç Ünitesine Ait Parametreler.....	29
4.1.1. Yem Karma Haznesi	29
4.1.2. Redüktörlü Elektrik Motoru	29
4.1.3. Diferansiyel (DC Motor Tahrikli)	30
4.1.4. Güneş Paneli.....	31
4.1.5. Dönüştürücü	32
4.1.6. Akü	32
4.2. Makine İmalatı	33
4.3. Makine Montajı	35
4.4. Alan Denemeleri.....	36
4.5. Laboratuvar Denemeleri.....	38
4.5.1. Yem Boyutu	38
4.5.2. Homojenlik Testi.....	39
5. SONUÇ	42
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 2015-2016 yıllarında Türkiye’de hayvan varlığı (Bin Baş)	5
Şekil 1.2. Türkiye de hayvansal üretim.....	6
Şekil 1.3. Çekilir tip yem karıştırma vagonu (Yatay Helezonlu).....	7
Şekil 1.4. Çekilir tip yem karıştırma vagonu (Dikey Helezonlu).....	8
Şekil 1.5. Kendi yürür yem karıştırma vagonu (Dikey Helezonlu).....	8
Şekil 1.6. Güneş pili çalışma prensibi	10
Şekil 1.7. Güneş paneli çalışma prensibi.....	10
Şekil 1.8. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasının ana bileşenleri	11
Şekil 1.9. Türkiye güneş haritası	12
Şekil 3.1. Yem hazırlamada kullanılan hammaddeler	18
Şekil 3.2. Yem karma haznesi	19
Şekil 3.3. Helezon ve bıçaklar	20
Şekil 3.4. Redüktörlü elektrik motoru	20
Şekil 3.5. Diferansiyel (Dc Motor Tahrikli).....	21
Şekil 3.6. Motor sürücü kartı.....	21
Şekil 3.7. Tekerlek-direksiyon-direksiyon mili.....	22
Şekil 3.8. Güneş paneli.....	23
Şekil 3.9. Dönüştürücü, güneş paneli ve akünün bağlantı şeması.....	23
Şekil 3.10. Akü.....	24
Şekil 3.11. Aydın ilinin aylık ortalama güneşlenme süreleri	27
Şekil 4.1. Yem karma haznesi	29
Şekil 4.2. Redüktörlü elektrik motoru	30
Şekil 4.3. Diferansiyel (DC Motor Tahrikli).....	31
Şekil 4.4. Güneş paneli.....	31

Şekil 4.5. Çalışma esnasında dönüştürücünün dış görünüşü ve ekran görüntüsü .	32
Şekil 4.6. Akünün genel görünümü.....	33
Şekil 4.7. Makinanın tasarım ve patlatılmış montaj resmi	33
Şekil 4.8. Hazne kaynaklı birleştirme şeması.....	34
Şekil 4.9. Helezon kaynak uygulaması bitmiş şekli	35
Şekil 4.10. İmalatı tamamlanmış güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinesi.....	35
Şekil 4.11. Hazır hale gelmiş yem numunesi	38
Şekil 4.12. Boyutu küçültülmüş yonca (a) ve saman (b) örnekleri	38
Şekil 4.13. Karma işlemi yapılmış numuneler ve içindeki palet yem düzeyi.....	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünyada sığır varlığı (Bin Baş)	2
Çizelge 1.2. Dünyada koyun varlığı (Bin Baş)	3
Çizelge 1.3. Türkiye de hayvan varlığı (*1000).....	5
Çizelge 1.4. Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı.....	11
Çizelge 3.1. Yem rasyonunun genel bileşimi.....	17
Çizelge 3.2. Hareket için gerekli parametreler.....	26
Çizelge 4.1. Güneş panelinin teknik özellikleri	32
Çizelge 4.2. Saatlik güç değerleri.....	36
Çizelge 4.3. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlamaya ilişkin süreç parametreleri.....	36
Çizelge 4.4. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlamaya ilişkin süreç parametrelerine ait ortalama değerleri.....	37
Çizelge 4.5. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlama esnasında makinanın harcadığı akım değerleri.....	37
Çizelge 4.6. Karma işlemi sonunda elde edilen yemlerin boyutlarını gösteren dağılım.....	39
Çizelge 4.7. Karma işlemine tabi tutulmuş yemlerin palet yem içeriği	40
Çizelge 4.8. Palet yemin tüm yemdeki oranına ve miktarına ilişkin değerler.....	41

1. GİRİŞ

Ekonomik gelişme ve artan nüfusa bağlı olarak enerji tüketimin oldukça büyük değerlere ulaştığı günümüzde enerjinin temininde ve kullanımında sürekliliğin sağlanması yanında yaşadığımız çevrenin temiz kalması ve bizden sonra gelecek nesillere yaşanılabilir bir dünya bırakmayı tasarlamamız gerekmektedir.

Tarımın bir kolu olan hayvancılık tarımın diğer alanlarında ve ülke ekonomisinde gelişmeyi canlandırıcı etkiye sahip olması bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak her geçen gün insan beslenmesinde kullanılan gıda kaynaklarının daha verimli kılınması ve daha iyi değerlendirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Dünyada bu ihtiyacın büyük bölümü sığırdan karşılanmaktadır (Sarıca ve ark, 2004).

Hayvan sayılarının artmasıyla birlikte yetiştiricilikte kullanılan teknikler de hızla gelişmiştir. Modern üretim teknikleri, maliyetlerin düşürülmesinde ve kârlılık düzeyinin artırılmasında en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tekniklerin başında beslemeye ait işlemler ve bunlara ait mekanizasyon araçları gelmektedir (TİGEM, 2003).

Süt ve besi hayvancılığında en yüksek maliyet yem harcamalarında karşılaşılmaktadır. Doğru yemleme politikaları hem yemleme maliyetini düşürmekte, hem de verimliliği artırmaktadır. Uygun yemleme yöntemleri içerisinde kullanılan yem karma ve dağıtma makinalarının önemi büyüktür. Yetiştiriciliği yapılan hayvanlara ait hazırlanan rasyonların yetiştiricilik tekniğine uygun olarak çalışan ve işletme büyüklüğüne uygun kapasitede makine ile verilmesi maliyet ve verimlilikte önemli katkı sağlayacaktır.

Diğer taraftan, tarımdaki modern teknoloji uygulamaları için enerji tüketimi artmıştır. Tarım alet/makinaları kullanımları ve taşımacılık uygulamaları en önemli enerji kaynağı olan fosil yakıtların tüketimini gerektirmektedir. Fosil yakıtların doğrudan veya dolaylı olarak kullanımıyla ortaya çıkan çevresel sorunların etkin bir şekilde önlenmesi için, bütün sektörlerde olduğu gibi, tarım sektöründe de yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması gerekmektedir. Tarım sektöründe etkin olarak yararlanılabilecek başlıca enerji

kaynakları olarak biyokütle ve elektrik enerjisi önde gelmektedir (Öztürk H., 2010).

Sürekli artan enerji talebinin karşılanması sonucunda konvansiyonel enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Dünya genelinde, petrolün ortalama 42 yıl, doğalgazın 60.4 yıl, kömürün ise 122 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir. Güneş sonsuz bir enerji kaynağıdır. Türkiye konumu itibariyle güneş kuşağında bulunan bir ülkelerdir. Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) dır. Ülkemizdeki güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olması nedeniyle tarımda güneş enerjisinden faydalanma imkanları oldukça geniştir (Şen, 2004; TÇV, 2003).

1.1. Dünyada ve Ülkemizde Hayvancılık

Hayvancılık insanların dengeli ve sağlıklı beslenmesi, hayvancılığa bağlı endüstrinin gelişmesi, kırsal alanda kısa dönemde ve en az yatırımla iş imkanı sağlanması, kalkınmada öncelikli bölgelerin geliştirilmesi, zirai alanlarda verimin artırılması bakımından tüm Dünya açısından oldukça önemlidir. Tarımda gelişmiş ülkelerin çoğunda hayvancılığın tarımsal üretim içerisindeki oranı %50'nin üzerindedir. Bu oran Fransa'da %60 iken, İngiltere'de %70, Almanya'da ise %75'e kadar çıkmıştır. Dünyada tarımsal üretimin değeri yaklaşık 3,3 trilyon dolar iken bunun %34'ü hayvancılık sektörü tarafından karşılanmaktadır (Anonim, 2015). Dünya sığır sayısı 2013 yılı itibariyle 1,5 milyar baş düzeyindedir ve Brezilya ile Hindistan en fazla hayvan sayısına sahip ülkelerdir. Bu iki ülke toplam hayvan varlığının %30' unu oluşturmaktadır. Etiyopya, ABD ve Çin diğer önemli sığır varlığının olduğu ülkelerdir. Çizelge 1.1'de dünyadaki toplam sığır varlığına ait sayısal değerler verilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünyada sığır varlığı (Bin Baş)

Ülke	2011	2012	2013
Hindistan	210.824	218.000	217.399
Brezilya	212.815	211.279	214.350
Çin	114.762	115.000	113.500
ABD	92.682	90.769	89.299
Etiyopya	52.129	53.990	54.000
Dünya	1.471.870	1.485.212	1.494.348

Dünya koyun sayısı 2013 yılında 1 milyar 173 milyon düzeyindedir. Dünya keçi sayısı ise 1 milyar baştır. Dünyada küçükbaş sayısı bakımından Hindistan ve Çin başı çekerken, Türkiye Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre koyun sayısı bakımından dünyada 10. sırada yer almaktadır (Çizelge 1.2). Dünyada 2010 ile 2014 yılları arasında büyükbaş hayvan üretimi artış göstermektedir. 2010 yılında 279 milyon baş olan hayvan varlığı %3 yükselişle 287 milyon baş'a ulaşmıştır. Bu artışta en fazla oran %23 ile Hindistan, %18 ile Brezilya, %15 ile Çin ve %12 ile ABD'ye aittir.

Çizelge 1.2. Dünyada koyun varlığı (Bin Baş)

Ülke	2011	2012	2013
Çin	185.120	187.000	185.000
Hindistan	74.500	75.000	75.500
Avusturalya	73.099	74.722	75.547
Sudan	52.290	52.500	52.500
İran	49.00	48.750	50.220
Dünya	1.152.396	1.169.005	1.172.833

Gıda ve Tarım Örgütü verileri incelendiğinde, 2013 yılında dünyada 1,5 milyar sığır, 1,2 milyar koyun 200 milyon manda, ve 1 milyar keçi varlığı bulunmaktadır.

Dünya büyükbaş hayvan üretimi 2015 yılında, 2014 yılına kıyasla %1 artışla 284 milyon başa ulaşmıştır. İthalat miktarı ise bir önceki yıla kıyasla % 26 düşüş göstermiş ve yaklaşık 2,6 milyon başa ulaşmıştır. İhracat miktarı ise aynı dönem için %11 azalmış ve 4,7 milyon başa ulaşmıştır. 2015 yılında toplam arz, toplam kullanım ve kesilen hayvan miktarı da ithalat ve ihracat oranları gibi bir miktar azalış göstermiş; toplam arz ve toplam kullanım 2015 yılında 1,2 milyar baş, kesilen hayvan sayısı ise 233 milyon baş olmuştur. Hindistan, Çin, Brezilya ve ABD önemli büyükbaş hayvan varlığına sahip ülkeler olup, dünya büyükbaş ithalatının büyük bir kısmını ABD gerçekleştirmiştir. Toplam dünya ihracatının %74'ü Meksika, Avusturalya ve Kanada tarafından gerçekleştirilmiştir.

Et üretiminde önümüzdeki 56 yıllık dönemde artış beklenmekte olup, bu artışın koyun etinde %21 ve büyükbaş hayvan etinde ise %16 oranında olacağı tahmin edilmektedir. Bu süreçte ise, et üretiminin gelişmiş ülkelere kıyasla, gelişmekte olan ülkelerde daha fazla artması beklenmektedir. Ayrıca önümüzdeki 10 yıl süresince, dünyadaki nüfus artışına bağlı olarak et tüketiminin de artacağı yönünde

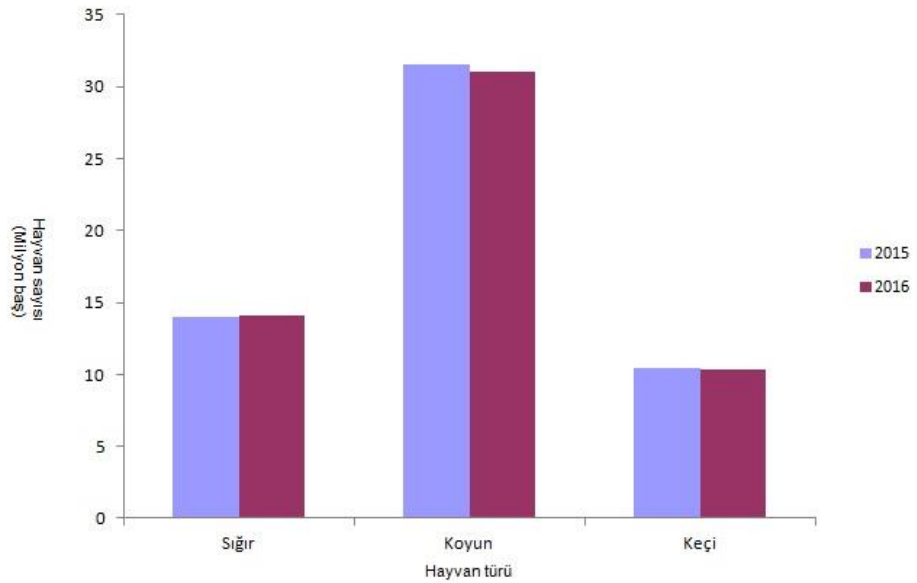
tahminler bulunmaktadır. 2021 yılına kadar, dünya et ticaretinin %1,5 oranında artış eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir. Et ihracatında bu artışın %19 olması beklenirken, et ithalatının ise gelir artışı ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak artacağı öngörülmektedir. Dünya’da 2021 yılına kadar, küçükbaş hayvan et fiyatının %4, büyükbaş hayvan eti fiyatının ise %11 oranında yükseleceği öngörülmektedir.

Cumhuriyetin kuruluşundan günümüze Türkiye hayvan varlığı sayısında kayda değer değişiklikler olmuştur. Cumhuriyetin ilk yıllarından ikinci dünya savaşına kadar hayvan sayısında önemli artış yaşanmıştır. Savaş yıllarında artış hızı düşmüş, ve bazı türlerde azalma meydana gelmiştir. Savaşın bitişini takiben sayısal artış hızlanmış, türlere bağlı olarak en yüksek sayılara 1960-1980 yılları arasında ulaşılmıştır. 2009 yılından sonra Ülkemiz hayvan sayısında çok önemli artışlar kaydedilmiştir. Türkiye’de yıllar içinde hayvan sayılarındaki değişim Çizelge 1.3.’de verilmiştir.

Ülkemizdeki son 30 yıla ait veriler Çizelge 1.3’ün son beş satırında verilmiştir. Bunlar 1984-1995, 1995-2005, 2005-2015, 1984-2015 ve 2009-2015 dönemleridir. Değerler incelendiğinde son 30 yıllık dönemde, sadece sığır sayısının arttığı gözlemlenmektedir 2005-2015 döneminde Ankara keçisi dışında kalanlar 2005 değerlerinin üstüne çıkmış, ama özellikle 2009-2015 döneminde bütün türlerde, 2009 yılı sayılarına göre önemli artışlar meydana gelmiştir. Örneğin bu dönemde kıl keçisi %105, manda %54, koyun %45 artmıştır.

Çizelge 1.3. Türkiye de hayvan varlığı (*1000)

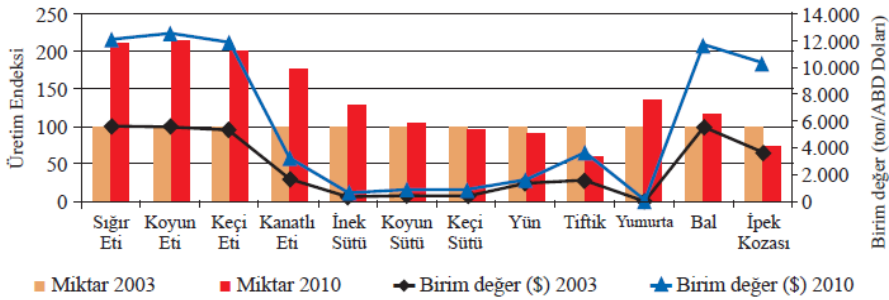
Yıl	Sığır	Koyun	Ankara Keçisi	Manda
1928	6 934	13 632	3 170	8 936
1940	9 759	26 272	5 501	11 395
1950	10 123	23 083	3 966	14 498
1970	12 756	36 471	4 443	15 040
1984	12 410	40 391	1 973	11 127
1990	11 377	40 553	1 279	9 698
1995	11 789	33 791	714	8 397
2000	10 761	28 492	373	6 828
2005	10 526	25 304	233	6 285
2009	10 724	21 750	147	4 981
2010	11 370	23 090	153	6 141
2011	12 386	25 032	151	7 126
2012	13 915	27 425	158	8 199
2013	14 415	29 284	166	9 059
2014	14 123	31 115	178	10 347
2015	13 994	31 508	206	10 210
1984/1995	95.0	83.7	36.2	75.5
1995/2005	89.3	74.9	32.6	74.8
2005/2015	132.9	124.5	88.4	162.5
1984/2015	112.8	78.0	10.4	91.8
2009/2015	130.5	144.9	140.1	205.0



Şekil 1.1. 2015-2016 yıllarında Türkiye’de hayvan varlığı (Bin Baş)

2015-2016 yılları süresince Türkiye'deki hayvan varlığına ilişkin değerler Şekil 1.1'de verilmiştir. Büyükbaş hayvan sayısı 2016 yılında 2015 yılına kıyasla % 0,7 artarak 14 milyon 222 bin başa ulaşmıştır. Sığır miktarı % 0,6 artarak 14 milyon 80 bin baş; manda sayısı % 6,2 artış ile 142 bin 73 baş sayılarına ulaşmıştır. Küçükbaş hayvan sayısı ise 2016 yılında 2015 yılına kıyasla % 1,4 oranında azalmış ve 41 milyon 329 bin baş olmuştur. Koyun varlığı ise bir önceki yıla kıyasla % 1,7 oranında azalarak 30 milyon 983 bin baş olmuştur. Keçi varlığında önceki yıla kıyasla % 0,7 oranında azalmış 10 milyon 345 bin baş olmuştur.

Türkiye'de toplam tarımsal üretimde hayvansal üretimin payı 2003 yılında % 29'dan, 2010 yılında % 32'ye artmıştır. Hayvansal üretimin 2010 yılı değeri 38 milyar TL olarak gerçekleşmiş, buna en büyük katkıyı inek sütü (% 30) ve sığır eti (% 30) yapmıştır. TÜİK verilerine göre 2003-2010 yıllarına ait üretimin miktar ve değeri incelendiğinde manda dışındaki hemen tüm türlerin etlerinde birim fiyatların yaklaşık 2 kat arttığı görülmektedir. Et üretimi yıllık kişi başı 4,4-8,7 kg arasında değişmiştir. Sığırcılık sektöründe 2008'de başlayan sıkıntı, 2008-2009 arasında, toplam et üretiminde beyaz etin payının artmasına (% 75) sebep olmuştur. Ancak 2010-2011 döneminde bu oranın eski seviyesinde (% 66-69) gerçekleştiği görülmektedir. Türkiye'de hayvansal üretim miktarları Şekil 1.2'de verilmiştir (Anonim, 2014).



Şekil 1.2. Türkiye de hayvansal üretim

1.2. Hayvancılıkta Yemleme ve Yem Karma Makinaları

Hayvancılıkla verim artışının sağlanması için hayvanlara verilen yemin miktarı ve bileşimi önem arz etmektedir. Bilindiği gibi hayvan yemi olarak çok farklı sayı ve çeşitte hammadde kullanılabilir. Bu yem hammaddelerinin hayvanların

tüketmesi için verilirken homojen bir karışım halinde verilmesi, verim artışı ile birebir ilgili olduğundan yem karma işlemi büyük önem taşımaktadır.

Yem karma makinaları arasındaki farklar genellikle vagonlar ve helezon yapıları arasındaki farklardan kaynaklanmaktadır. Yem karma vagonları silaj yemini kesen, karıştıran ve yemliklere dağıtan tarım makinaları olarak tarif edilebilir. Vagonlar farklı ülkelerde farklı şekillerde yapılandırılabilir. Yem karma vagonları silaj yemini kesme, öğütme ve karıştırma yapabilmelerine göre; silaj dağıtmak için kullanılan ve yemi kesen, karıştıran ve dağıtan vagonlar olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Helezonlarının konumlarına göre ise; dikey, yatay ve eğik eksenli olmak üzere üç gruba ayrılmaktadırlar. Tüm bu sistemlerde temel hedef ürünün karıştırılırken hayvan tarafından sindirimini de kolaylaştırmak için boyut ve hacim olarak küçültülmesidir (Anonim, 2017a). Çekilir tip yem karıştırıcılara ait örnek görünüm Şekil 1.3 ve 1.4'de, kendi yürür makine örneği ise Şekil 1.5'de gösterildiği gibidir.



Şekil 1.3. Çekilir tip yem karıştırma vagonu (Yatay Helezonlu)



Şekil 1.4. Çekilir tip yem karıştırma vagonu (Dikey Helezonlu)



Şekil 1.5. Kendi yürür yem karıştırma vagonu (Dikey Helezonlu)

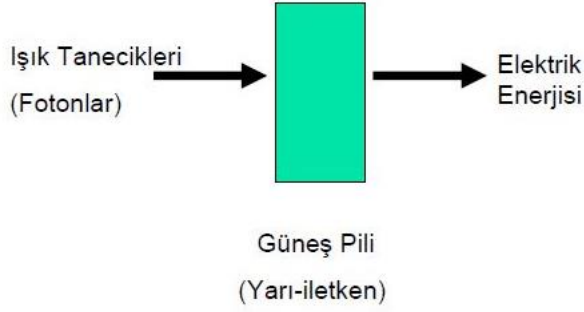
1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hayvancılıkta Güneş Enerjisi Kullanımı

Enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği geçmişten bugüne dünyanın en önemli konularından biridir. Gelişmekte olan ülkelerdeki sanayileşme ve devamlı nüfus artışı enerjiye olan talebin hızla artmasına sebep olmaktadır. Kullanışlarına göre enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak; dönüştürülebilirliklerine göre ise primer ve sekonder enerji kaynakları olarak ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji, doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı olarak tanımlanabilir.

Bilinen temel yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrolik (hidroelektrik) enerjisi, jeotermal enerjisi, biyokütle enerjisi, hidrojen enerjisi, dalga enerjisi, gelgit enerjisidir.

Güneş enerjisi; güneşten gelen ve dünya atmosferi dışında şiddeti sabit ve 1370 W/m^2 olan ve yeryüzünde $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişen yenilenebilir bir enerji kaynağı olup ısıtmadan soğutmaya ve elektrik üretiminde kontrollü olarak kullanılabilir. Ülkemizin yıllık güneşlenme süresi ortalama olarak 2640 saattir. En fazla güneşlenme 362 saat ile temmuz ayında, en az güneşlenme ise 98 saat ile aralık ayında gözlenmektedir. Güneş enerjisi günümüzde: konutlarda ve iş yerlerinde, tarımsal teknolojide, sanayide, ulaşım araçlarında, iletişim araçlarında, sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.

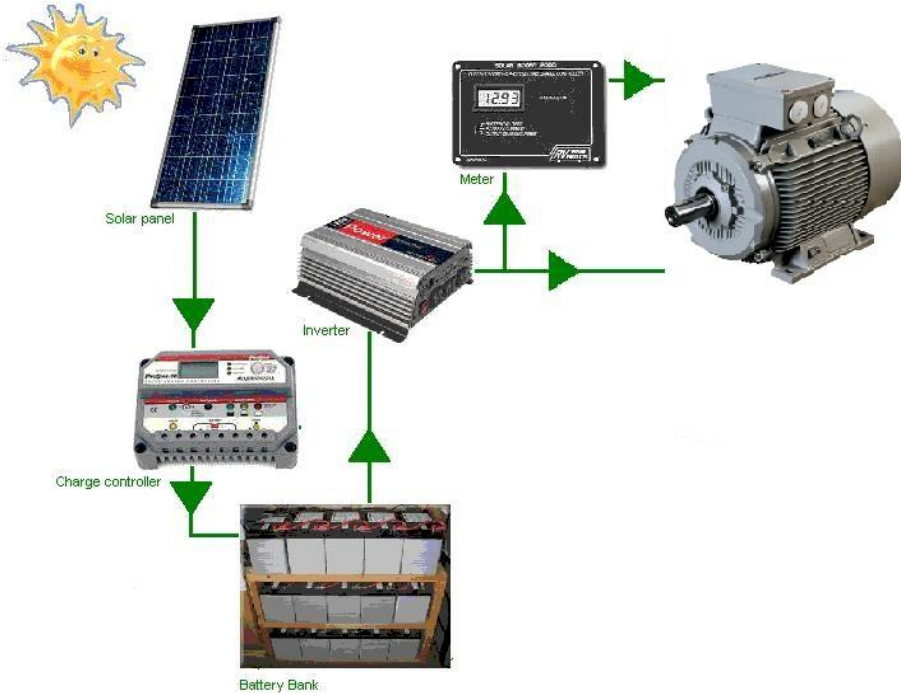
Elektrik enerjisinin elde etme yöntemleri arasında yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneşten elektrik üretme yöntemi özellikle çevresel katkılarından dolayı öne çıkmaktadır. Güneş enerjisinde elektrik enerjisi üretme araçlarının başında fotovoltaik paneller gelmektedir. Fotovoltaik (güneş) paneller ışık taneciklerini yarı iletken maddelerden geçirerek elektrik enerjisine dönüştürürler.



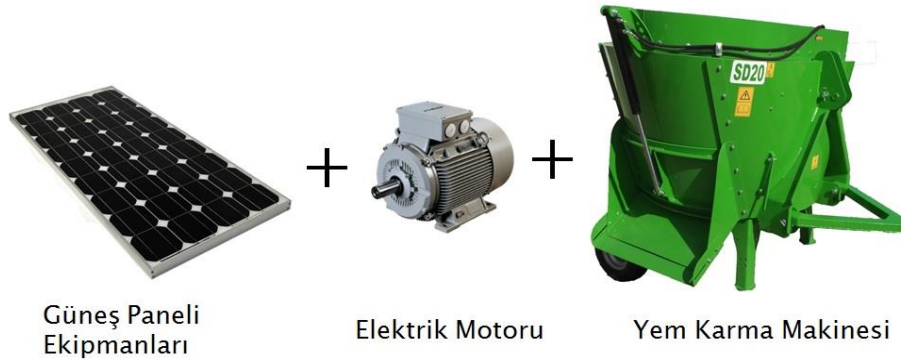
Şekil 1.6. Güneş pili çalışma prensibi

Son yıllarda ülkemizde ve uluslararası pazarda otomotiv endüstrisinde ve tarım makineleri sektöründe Ar-Ge yatırımları ve geleceğe yönelik projelerde elektrikli araçların yer aldığı görülmektedir. Fosil yakıtların yenilenebilir olmaması nedeniyle gelecekte azalacağı ve biteceği yönündeki öngörüler ve ülkemizdeki yüksek yakıt fiyatları üreticileri ve tüketicileri bu yöne doğru sevk etmektedir.

Güneş enerjisi destekli elektrikli araçların yakıt tasarrufu sağlayacağı, gürültüyü azaltacağı ve karbon emisyonunu düşüreceği beklenmektedir.



Şekil 1.7. Güneş paneli çalışma prensibi



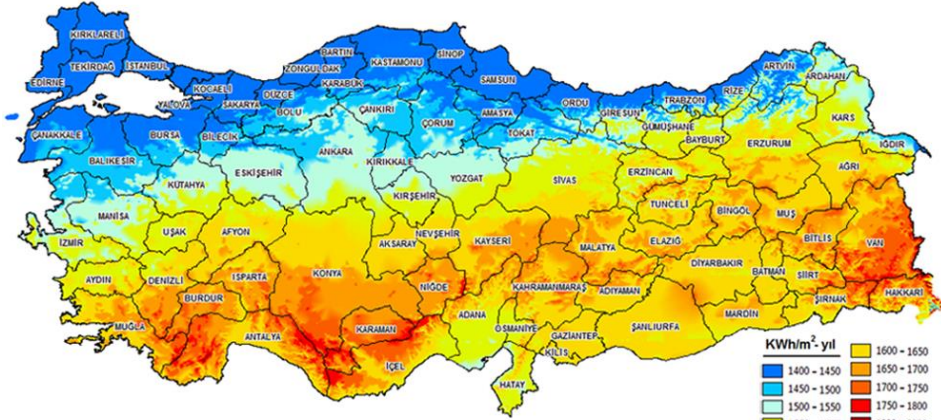
Şekil 1.8. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasının ana bileşenleri

Yem karma makinesi yapısı itibariyle hayvan yemlemede kullanıldığı için genelde sabah ve akşam olmak üzere gün içerisinde kısa süreli olarak çalışmaktadır. Türkiye’de güneş enerji kaynağı verimlilik bakımından incelendiğinde alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılabilirliği görülmektedir.

Türkiye güneş potansiyeli açısından oldukça zengin bir ülkedir. Yıllık ortalama güneş enerjisi 1315 kWh/m^2 ’dir. Türkiye’nin tüm yüzeyine gelen enerji miktarı $1025\text{-}1012 \text{ kWh}$ olmaktadır. Bu miktar Türkiye'nin 1996 yılında ürettiği toplam elektrik enerjisinin yaklaşık 11000 katına denk gelmektedir. Ülkemizdeki toplam kurulu güneş pili gücü 2000 yılı içinde 250 kWp kadardır (Kumbur ve ark, 2005).

Çizelge 1.4. Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi (saat/ay)
	(kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
Ocak	4,45	51,75	103,0
Şubat	5,44	63,27	115,0
Mart	8,31	96,65	165,0
Nisan	10,51	122,23	197,0
Mayıs	13,23	153,86	273,0
Haziran	14,51	168,75	325,0
Temmuz	15,08	175,38	365,0
Ağustos	13,62	158,40	343,0
Eylül	10,60	123,28	280,0
Ekim	7,73	89,90	214,0
Kasım	5,23	60,82	157,0
Aralık	4,03	46,87	103,0
Toplam	112,74	1311,00	2640
Ortalama	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün



Şekil 1.9. Türkiye güneş haritası

Bu çalışmada Güneşten elde ettiğimiz elektrik enerjisini depolayabilen kendi yürür bir yem karma ve dağıtma makinasının prototipinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece hem enerji verimliliği sağlanması hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi planlanmaktadır.

Hayvancılık sektöründe güneş enerjisi kullanımı yaygınlaşmaya ve hayvancılık ile uğraşmakta olanların elektrik maliyetlerini minimuma indirmeye başlamıştır. Türkiye'nin birçok bölgesinde küçük ya da büyük hayvan tesislerinde solar enerji uygulamaları hayata geçirilmektedir. Hayvancılıkta güneş enerjisi ile birlikte kırsal kesimden birçok kişi yaptığı yatırımlardan daha fazla verim almaya başlamıştır. Tarım ve hayvancılıkta solar enerji özellikle işletmelerin elektrik ihtiyacını karşılamada öncelikli olarak tercih edilmektedir. Sadece işletme için gerekli elektrik değil, dolaylı yoldan birçok ihtiyaç için de bir kaynak olmaktadır. Özellikle büyük tesislerde hayvanların yem ihtiyacının karşılanması da hayvancılığın getirdiği bir gerekliliktir. Kaba yem yetiştiriciliğinin yapıldığı ekili alanların sulama ihtiyacı için de solar sistemler kurtarıcı olmaktadır. Sulama kuyularında dalgıç pompaların kullanılması büyük kolaylıktır. Bunların çalışabilmesi için gerekli enerji de yine solar enerji sistemleri ile sağlanmaktadır. Elektrik kullanım maliyeti açısından tarım ve hayvancılıkta solar enerji büyük fayda sağlamıştır. Ancak sadece elektrik kullanımı maliyeti açısından değil, başka yönlerden de getirileri vardır. Özellikle kırsal bölgelerde elektrik maliyetinden daha da önemlisi bölgede elektrik olmadığı için uzak yerlerden elektriği getirmek için gerekli olan bütçedir. Elektriğin kullanılacak olan bölgeye getirilmesi, üzerine

bir de elektrik maliyeti ödenmesi hayvancılık yapanlar için ciddi bir bütçe ayırmayı gerektirmektedir. Solar enerji sistemleri hem getiri hem de kullanım maliyeti problemlerini ortadan kaldırmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Demirsoy (1983) yaptığı çalışmada hayvancılık işletmelerinin genellikle diğer işler için başka bir traktöre ihtiyaç duyduğunu bildirmiştir. Termik motorlu kendi yürür yem karma ve dağıtma makinalarının ise yapıları gereği hem büyük kapasiteli olup küçük işletmelere hitap edememekte, hem de petrol ve türevlerini kullandıkları için zararlı egzoz gazları ortaya çıkarmaktadır. Ortaya çıkan bu egzoz emisyon gazları hayvan ve çalışan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu durum verimi de etkilemektedir.

Güneş (1999) birincil enerji kaynaklarının çevreyi kirleten ve tüketilmesi kaçınılmaz olan, birincil enerji kaynaklarının yerini alabilecek, çevre kirliliği oluşturmayan, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları; rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi, deniz kökenli enerjiler ve biyokütle enerjisi başlıkları altında incelenebileceğini bildirmiştir. Yenilenemez enerji kaynakları, kısa bir gelecekte tükenileceği öngörülen enerji kaynakları olup fosil kaynaklılar ve çekirdek kaynaklılar olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır.

Soyak ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, Türkiye'nin sığır varlığı bakımından sayısal olarak Avrupa'da üst sıralarda yer aldığını ancak buna rağmen birim başa ait verim bakımından oldukça gerilerde yer bulduğunu bildirmişlerdir. Hayvansal üretimin içinde süt sığırcılığı da önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de ortalama işletme başına düşen hayvan sayısı 3,9 dur. Ülkemiz hayvancılık işletmelerinin ve süt sığırcılığının önemli kısıtlarından biri işletmelerin daha çok aile işletmeleri niteliğinde olmalarıdır. Bu durum yeni teknolojik gelişmelerin hayvancılığa uygulanmasını da zorlaştırmaktadır. Hayvansal ürünlere gün geçtikçe artan talebin karşılanabilmesi için hayvan sayısı artırılmalı veya birim başına verim yükseltilmelidir. Hayvan sayısının sürekli olarak artırılması mümkün ve ekonomik olmadığından hayvan başına verimin yükseltilmesi önem arz etmektedir.

Veziroğlu ve Şahin (2008), yaptıkları çalışmalarında enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğinin geçmişten günümüze dünyanın en önemli konularından biri olduğunu bildirmişlerdir. Gelişmekte olan ülkelerdeki sanayileşme ve devamlı nüfus artışı enerjiye olan talebin hızla artmasına sebep olmaktadır. Günlük yaşamda her aşamada kullanım alanı bulan enerji; nükleer, mekanik, kimyasal, termal, jeotermal, hidrolik, elektrik, güneş, rüzgar enerjisi gibi

değişik şekillerde bulunabilmekte ve uygun metotlarla birbirine dönüştürülebilmektedir. Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kendini yenileme durumu olmayan kaynakların bilinçsizce kullanılması, bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği kirlilik gibi faktörler insanları yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmiştir. Günümüzde, dünya enerji talebinin % 65 gibi büyük bir kısmı ulaşılabilirlik ve kullanıma uygunluk nedeniyle petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlardan karşılanmaktadır.

Şenel (2012) yenilenebilir enerji kaynakları ise; oldukça uzun sayılabilecek bir gelecekte tükenmeden kalabilecek, kendisini yenileyebilen kaynakları ifade ettiğini bildirmiştir.

Ayaz (2014) yaptığı çalışmada, çevresel kirliliğin azaltılmasının sağlanması için oluşturulan yasal düzenlemelerin yanı sıra, petrol türevi yakıtların zamanla gerekli talebi karşılayamayacağı gerçeği araç üreticilerini performanstan ödün vermeden daha çevreci alternatif çözüm üretmeye zorladığını bildirmiştir. Bu durum doğrultusunda elektrikli araç tasarımları ve üretimleri hızlanmaktadır.

Akdeniz ve Kılıçkan (2015, 2018) yapmış oldukları çalışmada, hayvancılık için büyük öneme sahip olan yem karma ve dağıtma işinin, gücünü traktör kuyruk milinden veya elektrik motorundan alan sabit, asılır tip, çekilir tip ve az sayıda termik motorlu yem karma ve dağıtma makineleri ile gerçekleştirildiğini; günümüzde kendi yürür yem karma ve dağıtma makinelerinin büyük kapasiteli olduğunu ve termik motor ile çalıştığını ifade etmiştir. Ülkemizde üretimi yapılan yem karma makineleri römork tarzında olup, bir çekiciye güç aktarımına yani traktöre ihtiyaç duymaktadır. Son yıllarda üretilen traktörler daha yenilikçi teknoloji içermekte ve birçok ihtiyaca yönelik olarak tasarlanıp üretilmektedir ve bu sebeple satış fiyatları da yüksektir. Römork tipli yem karma makineleri, yüksek satın alma ve işletme maliyetine sahip traktörlerin sadece yürüyüşünden ve kuyruk milinden faydalanmaktadır. Bu durum yem karma ve dağıtma işleminin özellikle küçük işletmeler için maliyetini arttırmaktadır. Son yıllarda hem ulusal hem uluslararası pazarda otomotiv endüstrisinde ve tarım makineleri sektöründe araştırma-geliştirme yatırımları ve geleceğe yönelik projelerde elektrikli araçların yer aldığı görülmektedir. Yenilenebilir olmayan yakıtların gelecekte azalacağı ve biteceği yönündeki tahminler ile ülkemizdeki yüksek yakıt fiyatları üreticileri ve

tüketicileri farklı enerji kaynaklarıyla çalışan makinelere yönlendirmektedir. Ancak kullanılacak olan elektrik enerjisinin üretim kaynağı da önem taşımaktadır. Çünkü ülkemizde elektrik enerjisinin büyük oranı linyit ya da doğalgazdan elde edilmektedir. Bu durum dışa bağımlılığı artırdığı gibi, çevre kirliliği sorunlarını da beraberinde getirmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Ülkemizde bulunan hayvancılık işletmeleri incelendiğinde en önemli maliyet unsurunun yemleme ve yem karma sistemleri olduğu görülmektedir. Bu çalışmada küçük kapasiteli hayvancılık işletmelerine yönelik olarak kullanılabilir, herhangi bir çekici ve dönü hareketine ihtiyaç duymadan, depolanabilen güneş enerjisi ile tüm hareketini sağlayabilecek küçük hacimli elektrikli kendi yürür bir yem karma ve dağıtma makinesi geliştirilerek bu makinenin alan ve laboratuvar performanslarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, ilk aşamada ülkemizdeki büyükbaş et ve süt sığırcılığı işletmeleri yoğunluğu göz önünde bulundurularak ortalama hayvan sayısının 3,9 adet olduğu görülmüştür. (Akdeniz, 2015) Buna bağlı olarak tasarım 4 adet hayvan sayısı göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir.

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası tasarlanırken ortalama 500 kg canlı ağırlığa sahip 25 kg/gün süt verimi alınan 4 adet süt sığına verilmek üzere yem rasyonu dikkate alınmıştır. Yem rasyonunun genel bileşimi Çizelge 3.1.'de verilmiştir (Ergün, 2008).

Çizelge 3.1. Yem rasyonunun genel bileşimi

Yem	Miktar (kg)
Mısır silajı	40
Kuru ot/Saman	8
Yonca	6
Palet Yem (Süt Yemi)	13
Toplam Ağırlık	67

Yem rasyonunda yer alan hammaddeler Şekil 3.1’de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1. Yem hazırlamada kullanılan hammaddeler

Çalışmada, bilgisayar ortamında makinaya ait tüm organların çizimi 3 boyutlu ve 2 boyutlu olarak tasarım programı aracılığı ile oluşturulmuştur. Bilgisayar ortamında yapılacak olan tasarım için AUTOCAD-SOLIDWORKS paket programlarının deneme sürümü kullanılmıştır. Program her türlü makine, tesis, ürün tasarımında kullanıcıya bilgisayarın kolaylıklarını kullanarak hızlı bir şekilde çizim yapmasını sağlar ve parasolid prensibinde çalıştığı için kullanıcıya, tasarımın her aşamasında müdahale şansı vererek, modelin boyutlarının, ölçülerinin ve ayrıntılarının istenilen şekilde değiştirilmesi imkanı vardır, saniyelerle ölçülebilecek zaman dilimlerinde teknik resim ve montajların yapılmasını sağlar. Feature tree (tasarım ağacı) ile yapılan işlemlerin sıraları ve yapıları değiştirilebilir. Üstelik yapılan değişiklikler sonucu varsa yapılmış olan montaj ve teknik resim anında güncelleşir. Böylece kullanıcıya teknik resimde veya montajda parçaya müdahale edebilme şansı doğar.

Güneş enerjili yem karma makinasının 2 kısımdan oluşmasına karar verilmiştir. Bu kısımlar:

1. Yem karma makinası

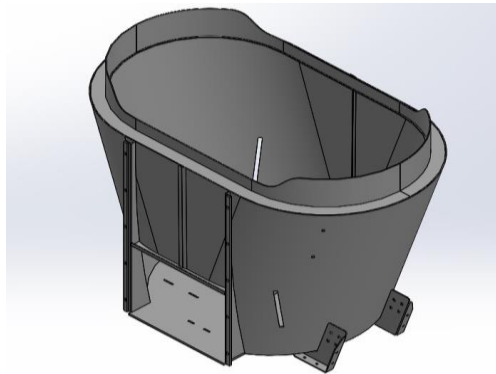
- Yem Karma Haznesi
- Helezon ve Bıçaklar
- Redüktörlü Elektrik Motoru
- Diferansiyel (DC Motor Tahrikli)
- Motor Sürücü
- Tekerlek-Direksiyon-Direksiyon Mili”

2. Enerji üretim ve depolama

- Güneş Paneli
- Dönüştürücü
- Akü

3.1.1. Yem Karma Haznesi

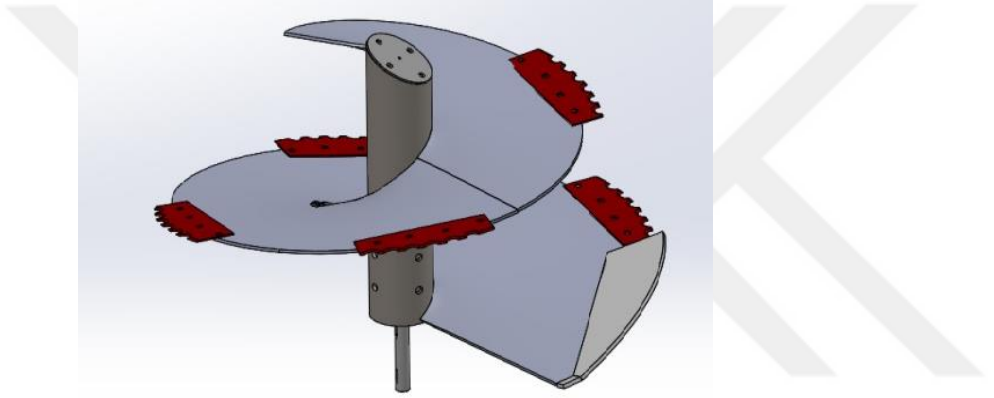
Yem karma haznesi çiftlikte bulunan hayvan sayısına göre, farklı hacimlerde, yem ve diğer maddelerin homojen olarak karıştırıldığı bölümdür. İmalatı gerçekleştirilen yem karma haznesine ait şematik görünüm Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Yem karma haznesi

3.1.2. Helezon ve Bıçaklar

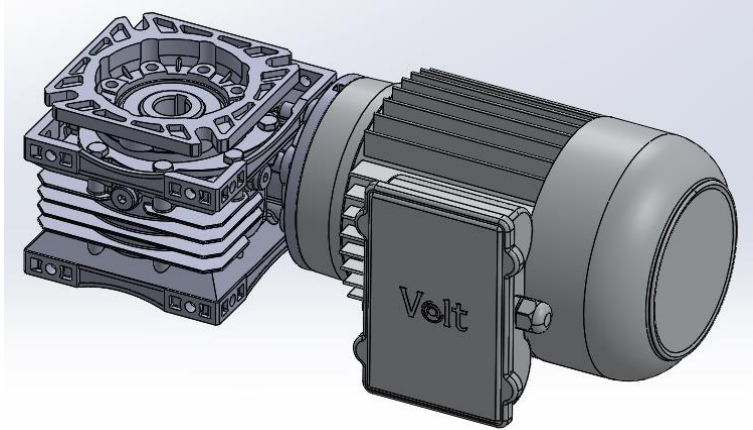
Yem karma makinalarında bulunan helezon ve üzerinde bulunan bıçaklar içerisine atılan yem maddelerinin homojen bir şekilde karışmasını ve materyal boyutlarının istenen ölçüğe gelmesini sağlamaktadır. Helezon ve bıçaklara ait görünüm Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Helezon ve bıçaklar

3.1.3. Redüktörlü Elektrik Motoru

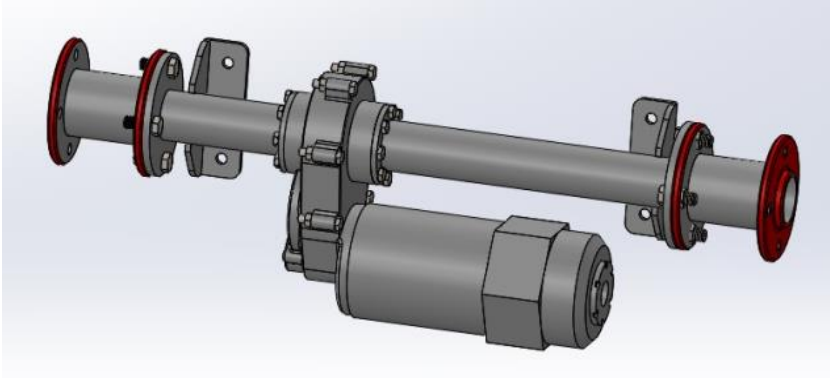
Redüktörlü elektrik motoru, makine içinde bulunan helezona belirli bir devirde güç tahriği sağlayarak dönmesini sağlamaktadır. Redüktörlü elektrik motoruna ilişkin bir görünüm Şekil 3.4.'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Redüktörlü elektrik motoru

3.1.4. Diferansiyel (Dc Motor Tahrikli)

Motorlu taşıtlarda, devindirici (döndürücü) motor kuvvetinin devindirici tekerleklere aktarılmasında kullanılan dişli düzenektir. Motor kuvvetini her iki tekerleğe eşit olarak dağıtmakla birlikte, örneğin taşıt bir virajı dönerken, tekerleklerin değişik uzunluklarda yol almasını da olanaklı kılar. Diferansiyel (Dc Motor Tahrikli) ilişkin bir görünüm Şekil 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Diferansiyel (Dc Motor Tahrikli)

3.1.5. Motor Sürücü Kartı

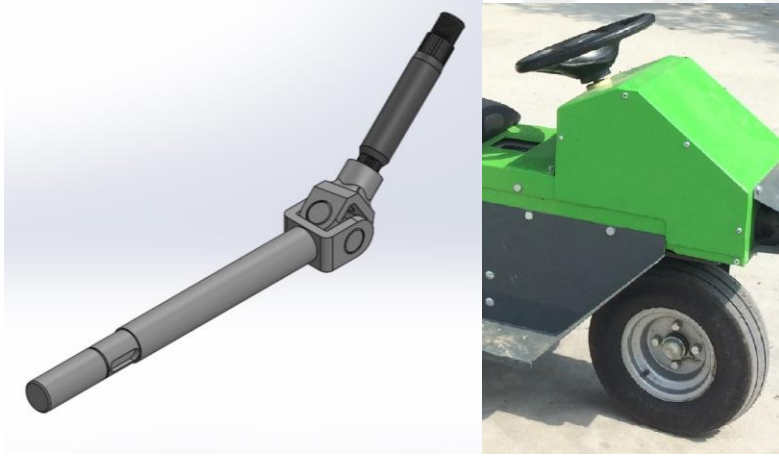
Motor sürücü ürünleri endüstrinin temeli olan standart indüksiyon motorlarının hızının ve torkunun kontrol edilmesi için kullanılırlar. Motor sürücüsüne ait bir görünüm Şekil 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Motor Sürücü Kartı

3.1.6. Tekerlek-Direksiyon-Direksiyon Mili

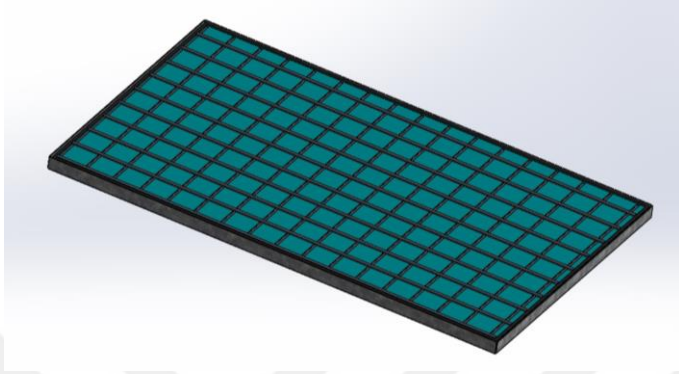
Motorlu araçların hepsinde bulunan direksiyon en temel ve basit haliyle bir mil üzerine bağlanmış olan direksiyon ona bağlı dik dişli düzeneği çevirerek tekerleklerin dönüş hareketini sağlamaktadır. Dişli çubuk – dişli çark adı verilen bu düzeneğin tüm otomobil, jip, kamyonet ve minibüs tarzı araçlarda kullanılmaktadır. Tüm direksiyon tiplerinde temel prensip şu şekildedir; Direksiyon mili üzerindeki dişli çubuğun rotlarının bir mil üzerindeki dişli çarkı döndürmesi ve buna bağlı olarak tekerleklerin yönlendirilerek hareket etmesi esasına dayanmaktadır. Tekerlek-Direksiyon-Direksiyon Miline ait bir görünüm Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Tekerlek-direksiyon-direksiyon mili

3.1.7. Güneş Paneli

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için en temel elemanlar güneş panelleridir. Güneş panelleri (solar paneller) çeşitli şekillerde üretilirler. Ancak çalışma prensipleri aynıdır. İhtiyaç duyulan enerji önceden hesaplanarak bir işletmenin ihtiyacı kW/h cinsinden belirlenir. Güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren cihazdır. Verimleri panel tipine göre değişmekle birlikte % 15-20 arasındadır. Laboratuvar çalışmaları devam etmekte olup verim değerlerinin yükseltilmesi hedeflenmektedir. Türkiye şartlarında güneşlenme süresi; kışın 5 saat, sonbaharda 7 saat ve yazın 11 saattir. Güneş paneline ait bir görünüm Şekil 3.8.'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Güneş paneli

3.1.8. Dönüştürücü

Frekans değıştirici anlamına gelen ve alternatif akımdan (AC), doğru akıma (DC), doğru akımdan (DC), alternatif akım (AC) 3 faz biçimine dönüştürülebilir, frekansı ve gerilimi ayarlanabilen bir cihazdır. Doğru akım enerjisini alternatif akım enerjisine çevrilmesine yarayan cihazlardır. Genel olarak tam sinüs çıkışı veren ve vermeyen olmak üzere iki çeşit çevirici bulunmaktadır. Hassas yüklerin bulunduğu sistemlerde tam sinüs çıkışı verebilen eviricilerin kullanılması gereklidir. Evirici gücü, sistemde aynı anda çalışabilecek yüklerin güç değerleri toplanarak elde edilir. Dönüştürücü, güneş paneli ve akünün bağlantı şeması Şekil 3.9.'da verilmiştir.

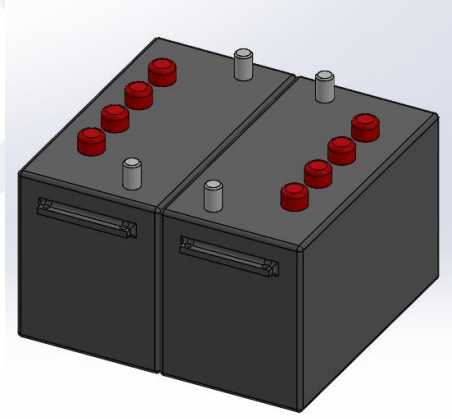


Şekil 3.9. Dönüştürücü, güneş paneli ve akünün bağlantı şeması

3.1.9. Akü

Elektrik enerjisini, kimyasal enerjiye çevirerek depo eden ve gerektiğinde kimyasal enerjiyi, elektrik enerjisine dönüştürerek geri veren parçaya akü (akümülatör, batarya) denir.

Aküler elektrik enerjisinin depolanmasında kullanılır. Makinenin çalışmadığı sürelerde enerji depolamak için kullanılacaktır. Akü kapasitesinin belirlenmesinde en önemli faktör sistemin güneş göremeyeceği gün sayısını ya da saatini hesaplamaktır. Aküye ait bir görünüm Şekil 3.10.'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Akü

Makine oluşturma esnasında ve laboratuvar ile alan denemelerinde kullanılan ölçüm ekipmanları avometre, kumpas, terazi ve metredir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tasarım

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası prototipinin geliştirilmesi çalışmaları genel olarak 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak makinanın ortalama 4 baş hayvancılık işletmesine sahip bir işletme için kullanılacak rasyon miktarlarından yola çıkarak yem karma makinesi kısımları ve güneş enerjisi elektrik güç hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalar sonunda bilgisayar ortamında üç boyutlu Solidworks program tasarımı gerçekleştirilmiş ve tasarıma göre imalat yapılmıştır.

Hesaplamalarda kullanılan formül seti aşağıda verilmektedir.

Yem Karma Haznesi Hacim Hesaplaması:

Çizelge 3.1’de verilen ortalama toplam yaş ağırlık değerleri ve yoğunluklar dikkate alınarak aşağıdaki formül yardımıyla yem karma makinesinin depo ve karma ünitesi hacmi bu tasarım için eşitlik (3.1) kullanılarak hesaplanmıştır (Mihcakan ve ark., 2007).

$$T=M. \rho \quad (3.1)$$

T : Depo ve karma ünitesi hacmi (m³)

M : Bir öğünde verilecek toplam yem yaş ağırlığı (kg)

P : Yemin özgül kütlesi (m³/kg)

Motorun Harcadığı Güç:

$$P=\sqrt{3}x U x I x \text{Cos}\phi /1000 \quad (3.2)$$

P : Güç (kW)

I : Akım (A)

U : Gerilim (V)

Cos ϕ : Güç faktörü

η : Verim

DC motor – Diferansiyel gerekli güç hesabı:

Tekerlek Sürtünmesi:

$$F=m.g.\text{Cos}(\alpha).R_r \quad (3.3)$$

Gerekli Kuvvet;

$$F=m.g.\text{Sin}(\alpha) \quad (3.4)$$

Bu kuvveti yenmek için gerekli olan güç (kW) ;

$$P=F.v/1000 \quad (3.5)$$

Gerekli olan güç değeri sistem verimine göre düzenlendiğinde net güç miktarı formülü aşağıdaki gibidir (Anonim, 2010);

$$F=m.g.\sin(\alpha)+m.g.\cos(\alpha).R_r+V^2 \quad (3.6)$$

M : Kütle (kg)

α : Eğim açısı (°)

R_r : Dönme sürtünme katsayısı

v : Hız (m/s)

g : Yer çekimi ivmesi (m/s²)

E= P/e

E = Net Güç (kW)

P = Güç (kW)

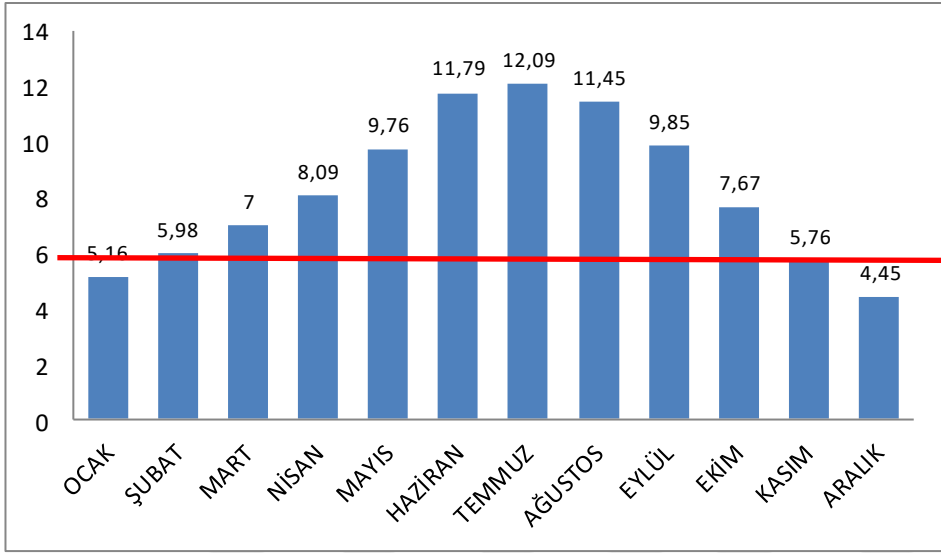
e = Verim (η)

Çizelge 3.2. Hareket için gerekli parametreler

Toplam Kütle(m)	550 kg
Yer çekimi(g)	9,81 m/s ²
Eğim Açısı (α)	5
Dönme Sürtünme Katsayısı(R _r)	0,015
Hız(v)	5 km/h
Sistemin Toplam Verimi (e)	0,9

Güneş Paneli Seçimi

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası ile gerçekleştirilen denemelerde Aydın ilindeki ortalama güneşlenme süreleri de dikkate alınmıştır. Aydın ilinin yıl içinde ortalama güneşlenme sürelerine ilişkin veriler Şekil 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.11. Aydın ilinin aylık ortalama güneşlenme süreleri

Dönüştürücü Hesabı

Dönüştürücü kapasite eşitlik (3.1) ile hesaplanabilir (Çolak ve ark., 2011).

$$S = P / \mu \quad (3.7)$$

S : Gerekli dönüştürücü kapasitesi

P : Güç miktarı

μ : Dönüştürücünün verimi

Akü Kapasite Hesabı

$$Ak = h \cdot z \cdot tb \cdot k \quad (3.8)$$

Ak : Akü kapasite hesabı

h : Enerjinin aküden çekileceği saat

z : Deşarj derinliği

tb : Batarya sıcaklık katsayısı

k : Saatlik batarya kapasitesi ihtiyacı (Ah/h)

Yukarıda verilen formül ve hesaplama setleri kullanılarak makina üzerinde kullanılacak güneş enerjisi sarj, depolama ve güç ekipmanları tek tek belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen güneş enerjisi sarj, depolama ve güç ekipmanları katalog bilgilerinde bulunan fiziksel ölçüler belirlenmiştir. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası prototipinin tasarımının ikinci aşaması olarak makinaya ait güneş enerjisi ekipmanlarının fiziksel ölçüleri ve genel yem karma makinası tasarım parametreleri göz önünde bulundurularak, bilgisayar ortamında tasarım programı kullanılarak iki boyutlu ve üç boyutlu teknik resimleri oluşturulmuştur.

3.2.2. Alan ve Laboratuvar Denemeleri

Üçüncü aşama olarak hesaplamaları ve imalatı yapılmış olan güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasının alan ve laboratuvar denemeleri gerçekleştirilmiştir. Alan denemelerinde saatlik güç değerleri, yem karıştırma esnasında geçen süreler, ileri ve geri makine yürüme hızı, saatlik akım değeri, yem yükleme ve boşaltma gibi kriterler tespit edilmiştir. Laboratuvar denemelerinde ise süt sığırıcılığı için yoğun olarak kullanılan yem rasyonları göz önüne alınarak yem boyutlarının belirlenmesi, yem karıştırma homojenliği gibi değerlere bakılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Güç Ünitesine Ait Parametreler

4.1.1. Yem Karma Haznesi

Çizelge 3.1'deki değerler incelendiğinde 4 başlı bir süt sığırcılığı işletmesinin günlük olarak yaklaşık 134 kg (yaş ağırlık), öğün başına ise (günde 2 kez yemlendiği varsayıldığında) 67 kg karma yeme ihtiyacı olduğu görülmektedir. İlk olarak yem karma ünitesinin hacminin hesaplanmasıyla başlanmış ve diğer kısımlar sırayla tasarıma dahil edilmiştir.

Dikey olarak tasarlanmış yem karma haznesi. Formül (3.1) kullanılarak $0,75 \text{ m}^3$ hacimli olarak hesaplanmış ve üretimi yapılmıştır.



Şekil 4.1. Yem karma haznesi

4.1.2. Redüktörlü Elektrik Motoru

Yukarıdaki hacmi hesaplanan yem karma haznesi tasarlandıktan sonra formül (3.2) kullanılarak makinede 1,5 kW ve 220 volt luk 1500 d/d bir elektrik motorlu ile

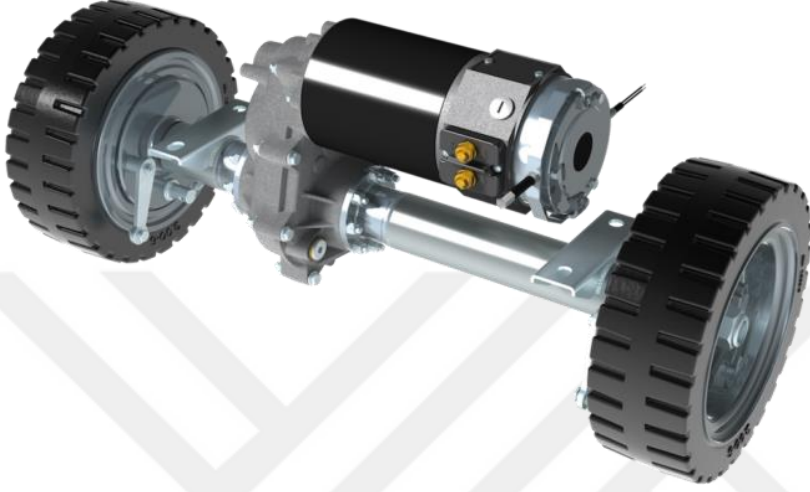
1/40 tahvil oranına sahip bir redüktör kullanılmıştır. Bunun sonucunda helezonda 37 d/d dönü hareketi elde edilmiştir. Tasarımda kullanılan redüktörlü elektrik motoruna ilişkin görünüm de Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Redüktörlü elektrik motoru

4.1.3. Diferansiyel (DC Motor Tahrikli)

Diferansiyel makinenin yürüme ekipmanıdır. Bu değerleri emniyetli olarak karşılayan formül (3.6) kullanılarak DC tahrikli motor gücü hesaplanmış ve buna en yakın 800 Watt gücünde bir diferansiyel seçilmiştir. 800 Watt gücünde 24 Volt geriliminde Dc motor aküden direk olarak enerji alıp döne hareketi oluşturmaktadır. Elektrik motorunun bağlı olduğu diferansiyel kutusu sağ ve sol tekere hareketi iletmektedir. Gidiş hızını ayarlamak içinde akü ile motor arasında motor sürücü kartı kullanılmıştır. Bu da makinanın hızını ve ileri geri hareketini bir el gazıyla ayarlamamızı sağlamaktadır. Makinada kullanılan diferansiyele (DC Motor Tahrikli) ait görünüm Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Diferansiyel (DC Motor Tahrikli)

4.1.4. Güneş Paneli

Aydın ılı güneşlenme süreleri (Şekil 3.11) incelenerek makine için seçilen 1500 W gücündeki elektrik motoru için ortalama 6 saat güneşlenme süresi alınarak 250 W güneş paneli seçilmiştir. Makinada kullanılan güneş paneli 250 Watt 24 Volt ve 8 Amper/Sa güç üretim kapasitesine sahiptir. Güneş paneli açısı ayarlanabilir, güneş ışınlarını dik olarak alabilecek şekilde; şoför koltuğuna oturduğunda kullanan kişinin baş üstü seviyesine yerleştirilmiştir. Güneş paneline ait görünüm Şekil 4.3'de, güneş panelinin teknik özellikleri ise Çizelge 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Güneş paneli

Çizelge 4.1. Güneş panelinin teknik özellikleri

Maksimum Güç (Pmax)	250 Wp
Maksimum Voltaj	30,15 V
Maksimum Akım	8,29 A
Maksimum sistem voltajı	1000 V
Boyutlar	1650x992x40 mm

4.1.5. Dönüştürücü

Makinada karıştırma ve hareket için (1500 + 800) 2300 W 2 adet elektrik motoru bulunmaktadır. Bu değerleri emniyetli olarak karşılayan formül (3.7) kullanılarak 3000 VA 2400 W 24 V Akıllı Tam Sinüs Dönüştürücü seçilmiştir. Güneş panelinden aldığı 24 V enerji ile aküleri şarj etmekte ve akülerden aldığı 24 volt DC akımı helezonu döndürmek için gerekli olan 220 AC akıma çevirmektedir. Güneş olmadığı süreçlerde şebeke elektriği ile de aküleri şarj etme özelliği de bulunmaktadır. Kullanılan dönüştürücünün dış görünüşü ve ekran görüntüsü Şekil 4.4’de verilmiştir. Ekran görüntüsünde giriş ve çıkış voltajları, akünün şarj durumu ile akülerin şarj olup olmadığı ile ilgili veri alınabilmektedir.



Şekil 4.5. Çalışma esnasında dönüştürücünün dış görünüşü ve ekran görüntüsü

4.1.6. Akü

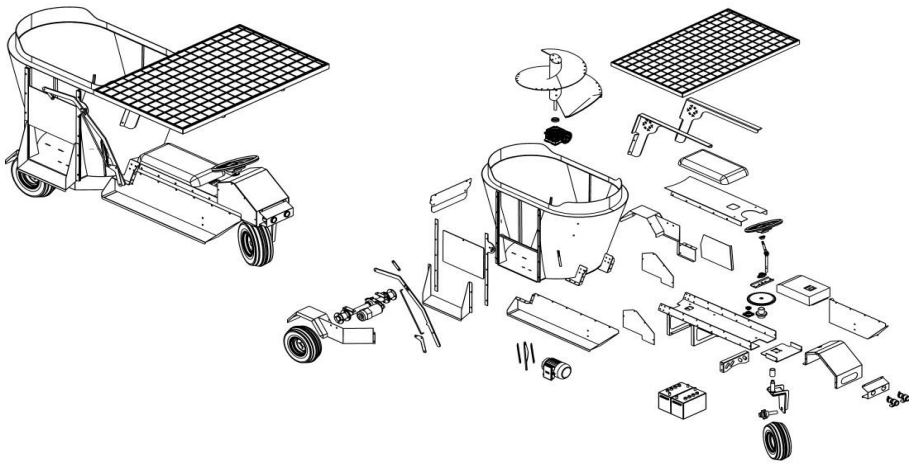
Sistemde formül (3.8) kullanılarak 2 adet 12 volt 105 Ah jel aküye yer verilmiştir. Aküler birbirine seri bağlanmış ve 24 volt olarak kullanılmıştır. Aküler makinada koltuğun altındaki bölmeye yerleştirilmiştir. Aküye ilişkin genel görünüm Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.6. Akünün genel görünümü

4.2. Makine İmalatı

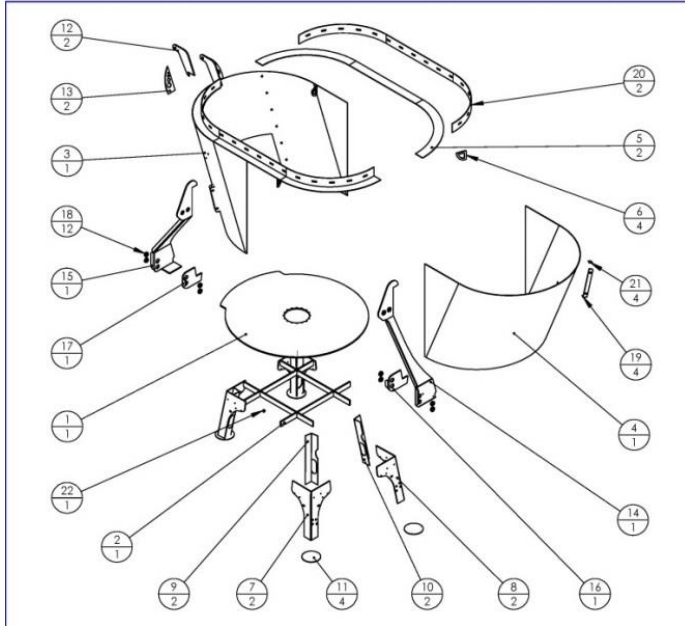
Solidworks programında 3 boyutlu tasarımı yapılan yem karma makinası patlatma resmi hazırlanarak bölümlere ayrılmış ve daha sonra imalatın yapılması için 2 boyutlu imalat resimleri hazırlanmıştır. Makinaya ait tasarım ve patlatılmış montaj resmi Şekil 4.6 ‘da verilmiştir.



Şekil 4.7. Makinanın tasarım ve patlatılmış montaj resmi

Hazırlanan imalat resimlerine göre sacların kesimi sac kalınlıklarına göre plazma tezgahında yapılmıştır. Hazır olan kesimler abkant pres ve silindir vasıtasıyla verilen ölçülere göre şekillendirilmiştir. Kesim ve kıvrımı yapılan malzemeler ise gazaltı kaynağı yöntemi uygulanarak kaynaklı birleştirme yapılmıştır. Parça parça bölümleri hazır olan malzemelerin boyama işlemi yapılmıştır. Montaja hazır olan sac malzemeler ve hazır olarak alınan diğer ekipmanlar montaj şemasına göre civatalı olarak birleştirmeleri yapılmıştır.

Yem karma makinasının, yem haznesinin yan sac kalınlıkları 4 mm taban sacı ise 12 mm'dir. Makine sağdan boşaltmalı olup yem kapağı elle açılıp kapanmaktadır. Yan sacları silindirde oval şekle getirilmiş olup tasarımda yapılan ölçülerde önce saclar birbirine puntalanmış daha sonra ana kaynağı yapılmıştır



Şekil 4.8. Hazne kaynaklı birleştirme şeması

Helezonlar boru, yaprak sacları, yaprak destek lamaları, flanş ve rulman yatağından meydana gelmektedir. Helezon bıçakları ise özel çelik malzemeden imal edilmiş olup talaşlı imalattan sonra ısıl işlem görerek sertleştirilmektedir. Helezon üzerinde toplam 5 adet bıçak bulunmaktadır.

Helezon üretiminde kaynak uygulaması Şekil 4.7.'de, tamamlanmış helezon ise Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.9. Helezon kaynak uygulaması bitmiş şekli

4.3. Makine Montajı

Tasarım ve hesaplamalara göre imalatı yapılan ve seçilen ekipmanlar montaj şemasına göre birleştirilerek Şekil 4.9’da görülen elektrik destekli yem karma makinesi denemeler için hazır hale gelmiştir.



Şekil 4.10. İmalatı tamamlanmış güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinesi

4.4. Alan Denemeleri

Alan denemelerinde şarj esnasında saatlik güç değerleri, yem karıştırma esnasında geçen süreler, ileri ve geri makine yürüme hızı, makinenin çalışma esnasında harcadığı saatlik akım değeri gibi kriterler tespit edilmiştir. Denemeler 01-04.06.2017 tarihlerinde 3 tekerrürlü olarak 30 dakikalık zaman aralıklarında yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Saatlik güç değerleri

Saat	Güneş Panelinden Gelen Güç Değeri (W)	Saat	Güneş Panelinden Gelen Güç Değeri (W)
08:00	30±5	13:00	180±10
08:30	54±5	13:30	178±10
09:00	77±5	14:00	175±10
09:30	99±5	14:30	170±10
10:00	122±8	15:00	162±10
10:30	138±8	15:30	150±10
11:00	153±10	16:00	134±8
11:30	164±10	16:30	117±8
12:00	171±10	17:00	96±8
12:30	175±10	17:30	90±5

Alan denemelerinde hazırlanan rasyonlar güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında karılmıştır. Karma işlemi sırasında makineye ilişkin incelenen parametreler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlamaya ilişkin süreç parametreleri

Sabah Yemi	Akşam Yemi
Karıştırma süresi	Karıştırma süresi
Boşta geçen süre	Boşta geçen süre
Yemliğe geçiş süresi	Yemliğe geçiş süresi
Dağıtma süresi	Dağıtma süresi

Makinenin alan denemeleri Aydın ili Koçarlı İlçesi’nde yer alan Pazarlı Çiftliği’nde 04-24.06 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Denemelerde 4 adet sağlıklı hayvanın yemi baz alınarak sabah ve akşam yemleri hazırlanmıştır. Denemelerin gerçekleştirildiği haziran ayında güneşlenme süresi ortalama 11,79 saat, global radyasyon değeri ise 6,61 kW.h/m²’dir. Alan denemelerinde sabah yemi saat 08:00 de hazırlanmış; güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma

makinası yemleme işlemini bittikten sonra tekrar güneş altındaki alana bırakılmıştır. Akşam yemi ise saat 20:00'da hazırlanmıştır. Makine toplamda 12 saat boyunca güneş altındaki açık alanda bekletilmiştir. Denemelerde elde edilmiş ortalama değerler ve standart sapmaları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlamaya ilişkin süreç parametrelerine ait ortalama değerleri

Parametre	Değer
Şarj süresi	11,79 saat
Karıştırma süresi	25 dk 10 s ± 1 dk 50 s
Boşta geçen süre	1 dk 15 s ± 5 s
Yemliğe geçiş süresi	1 dk 48 s ± 19 s
Dağıtma süresi	1 dk 50 s ± 29 s
Yürüme hızı (boşta)	0,9 m/s
Yürüme hızı (yem dağıtma)	0,4 m/s

Makinanın yürüme hızı boşta 0,9 m/sn, yem dağıtma esnasında 0,4 m/sn olarak ölçülmüştür.

Rasyonları hazırlama esnasında makinanın harcadığı güç değerleri de ölçülmüştür. Makinanın güneşin etkin olduğu saatlerde akülere saatte yaklaşık 7 Amper güç depoladığı ölçülmüştür. Makinaya yem maddelerinin ilk atıldığı esnalarda yem boyutlarının büyük olmasından dolayı ilk karışım esnasında 55 Amper ile 65 Amper arasında değişen güç harcadığı görülmüştür. 10 dakika karışımdan sonra yapılan ölçümde Avometrede 45 ile 55 Amper arasında değişen güç çekimi görülmüştür. 20 dakikalık karışım sonucunda yem karışımı tamamlanmaya yakın yem maddelerinin boyutları küçüldüğü için 35 Amper ile 45 Amper arasında değişen güç harcaması görülmüştür. Bu değerleri gösterir tablo Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlama esnasında makinanın harcadığı akım değerleri

Parametre	Harcanan Akım (Amper)
Helezon boşta	25
Helezon ilk yükte	55 - 65
Helezon orta yükte	45 - 55
Helezon son yükte	35 - 45
Araç boşta yürüme	15-20
Yem dağıtma esnasında	60 - 65

Elde edilen ortalama değerler makine toplam işlem sũresinin (karıştırma sũresi+ boşta geçen sũre + yemliğe geğiş sũresi + dağıtma sũresi) ortalama 30 dakika olduğunu ortaya koymaktadır. Sabah yemi yapıldıktan sonra makina gũneřli açık alana bırakıldıktan yaklaşık 12 saat sonra akşam yemi hazırlanmıştır. Bu sũre zarfında akũlerde depolanan enerji, dışarıdan enerji ihtiyaına gerek kalmadan yemleri hazırlamaya yeterli olmuştur.

4.5. Laboratuvar Denemeleri

4.5.1. Yem Boyutu

Çalışmanın laboratuvar denemeleri kısmında, hazırlanan her rasyon içerisinden alınan numunelerin içinden saman ve yonca parçaları seçilmiş ve makinanın yem hazırlama sũrecinde boyutlarını kaç mm boyutuna dũřũrdũęũ olũlmũřtũr. Boyutu kũũltũlmũř yonca ve saman örneklerine ilişkin fotoğraf Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.11. Hazır hale gelmiş yem numunesi



Şekil 4.12. Boyutu kũũltũlmũř yonca (a) ve saman (b) rnekleri

Karma işleminden önce güneş enerjisi destekli yem karma makinasının içine atılan balya halindeki saman ve yonca uzunluk boyutları 15-40 cm arasında değişmiştir. Karma işlemi sonunda rasyon içinden seçilen numunelere ait parçacık büyüklüklerini gösteren dağılım Çizelge 4.6'da verilmiştir. Sonuçlar karma işleminden sonra saman boyutlarının ortalama 40 mm, yonca boyutlarının ise ortalama 42 mm düzeyine düştüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.6. Karma işlemi sonunda elde edilen yemlerin boyutlarını gösteren dağılım

Yem tipi	Yem boyutu (mm)									
	Saman	52	43	53	41	39	57	42	60	27
35		36	26	25	20	21	43	37	69	45
Yonca	54	32	36	47	70	53	34	60	38	32
	49	47	34	27	33	35	62	48	58	51

4.5.2. Homojenlik Testi

Üretilen güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasının etkinliğini ölçmek amacıyla homojenlik testi yapılmıştır. Bu amaçla saman, yonca, silaj, pelet yem belli süre karıştırıldıktan sonra istenen boyuta ulaşılması ve karışımın hazırlanması sonucunda hayvanlara dağıtılan yemden alınan numune laboratuvar ortamında tartılmıştır. Tartımdan sonra numune içinden izleme materyali olarak belirlenen pelet yemler seçilmiş ve tekrar tartılmıştır. Pelet yemlerin tüm yeme oranı belirlenerek, makinanın ne kadar homojen karışımlar yapabildiği belirlenmiştir. Karma işlemi sonunda laboratuvara getirilen yem örneği ve içinden seçilen palet yem miktarını gösteren fotoğraflar Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.13. Karma işlemi yapılmış numuneler ve içindeki palet yem düzeyi

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında yapılan karma işlemi sonucunda elde edilen yemlerin pelet yem içeriği ve oranına ait dağılım Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Karma işlemine tabi tutulmuş yemlerin palet yem içeriği

Numune Ağırlığı (gr)	Pelet Yem Ağırlığı (gr)	Palet Yem Oranı (%)
30,33	6,46	21,30
44,05	9,78	22,20
38,66	7,09	18,34
38,51	7,58	19,68
47,86	9,33	19,49
46,80	8,60	18,38
37,58	7,23	19,24
44,64	8,25	18,48
36,28	6,98	19,24
48,22	8,36	17,34
36,78	7,62	20,72
42,96	9,56	22,25
38,66	6,88	17,80
46,35	9,88	21,32
39,75	7,89	19,85

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makine prototipinin içine atılan 67 kg yemin 13 kg’ı (% 19.40) pelet yemden oluşmaktadır. Karma işlemi sonunda elde

edilen yemlerde tespit edilen pelet yem oranları Çizelge 4.7'den de görüldüğü gibi % 17,80-22,25 arasında değişen değerler almıştır. Denemelerde kullanılan yemlerde tespit edilmiş pelet yem miktarı ve oranlarına ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Palet yemin tüm yemdeki oranına ve miktarına ilişkin değerler

	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı
Palet yem miktarı (g)	8,10	± 1,09	0,13
Palet yem oranı (%)	19,71	± 1,50	0,08

Çizelge 4.8'de görülen standart sapma ve varyasyon katsayısı verileri makinanın oldukça iyi düzeyde homojen karışımlar sağladığına işaret etmektedir.

5. SONUÇ

Ülkemizde bulunan hayvancılık işletmeleri incelendiğinde en önemli maliyet unsurunun yemleme ve yem karma sistemleri olduğu görülmektedir. Bu çalışmada küçük kapasiteli hayvancılık işletmelerine yönelik olarak kullanılabilir, herhangi bir çekici ve dönü hareketine ihtiyaç duymadan, depolanabilen güneş enerjisi ile tüm hareketini sağlayabilecek küçük hacimli elektrikli kendi yürür bir yem karma ve dağıtma makinesi geliştirilerek bu makinenin laboratuvar ve alan performanslarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular yem karma haznesinde bir elektrik motoru ve redüktör ile içerisinde bulunan bir helezon vasıtasıyla karıştırılması ve helezon üzerinde bulunan bıçaklar ile yemin istenilen boyuta getirebildiğini ortaya koymuştur. Makinenin yürümesi ise üzerinde DC bir elektrik motoru bulunan diferansiyel ile gerçekleşmiştir. Bu iki elektrik motorunun dönü hareketi güneş enerjisiyle veya şebekeden alınan elektrikle depolanan akülerden elde edilmiştir. Akülerden alınan elektrik enerjisi bir dönüştürücü vasıtasıyla helezonu döndüren elektrik motoruna 24 Voltu 220 volta çevirerek dönü hareketini vermiştir.

İmalatı yapılmış olan makine ile gerçekleştirilen laboratuvar denemelerinde şarj süresi, deşarj süresi, ileri ve geri makine yürüme hızı, saatlik akım değeri gibi kriterler tespit edilmiştir. Alan denemelerinde ise süt sığırcılığı için yoğun olarak kullanılan yem rasyonları göz önüne alınarak yem yükleme, karıştırma, boşaltma, yem boyutlarının belirlenmesi, yem karıştırma homojenliği gibi değerlere bakılmıştır. Bu değerler sonucunda yaz aylarında dört hayvan için hazırlanmış olan sabah ve akşam yeminin güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisiyle hazırlanabildiği gözlemlenmiştir. Makinenin hazırladığı yemden alınan numuneler incelendiğinde ise homojenliğin ve yem boyutlarının istenen nitelikte olduğu görülmüştür.

İmalat sonucunda gerekli sonuçların elde edilmesi ile büyük kapasiteli termik motorlu yem karma ve dağıtma makineleri ile traktörlerle çekilir yem karma ve dağıtma makineleri yerine kullanılabilir çevre ve hayvan sağlığı açısından güvenli, egsoz ve gazı salgılamayan, yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi kullanımının önünün açılması hedeflenmektedir. Ülkemizde hayvan yetiştiriciliğinin büyük bir çoğunluğunu oluşturan küçük kapasiteli işletmelerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek güneş enerjisi ile çalışan bir makine üretimi gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akdeniz M., Kılıçkan A., 2015. Küçük Kapasiteli Elektrikli Kendi Yürür Yem Karma ve Dağıtma Makinesinin Bilgisayar Destekli Tasarımı. Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Akdeniz, M, Kılıçkan, A., 2018. Küçük Ölçekli İşletmeler İçin **Elektrikli Kendi Yürür Yem Karma ve Dağıtma Makinesinin Bilgisayar Destekli Tasarımı. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 15: 17-23.
- Anoim, 2014. T.C. Kalkınma Bakanlığı, Hayvancılık, Özel İhtisas Komisyonu Raporu
- Anonim, 2015. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, Tarımsal Ekonomi ve Politika Araştırmaları Bölüm Başkanlığı, Hayvancılık Raporu.
- Anonim, 2017a (http://safer-omu.net/tr/resimler/m_yem_karistirma_ve_dagitma_makineleri.pdf).
- Çolak I., Kabalcı E., Bayındır R., 2011. “Review of multilevel voltage source inverter topologies and control schemes,” **Energy Conversion and Management**, Vol. 52, pp. 1114–1128.
- Demirsoy, M., 1983. “Alternatif Yakıt Olarak Alkollerin Benzin ve Diesel Motorlarında Kullanılması.” I. Yanma Sempozyumu, s. 203-214, Bursa.
- Ergün, A., 2008. Hayvan Besleme ve Beslenme hastalıkları, pp. 520, Ankara
- Erhan, K., Ayaz, M., Özdemir, E., 2014. “Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Güç Kalitesi Üzerine Etkileri Impact of Charging Stations for Electric Vehicles on Power Quality.”
- Güneş, M., (1999), Fotovoltaik Sistemin Sağladığı Elektrik Enerjisi İle Çalışan Bir Uygulama Sisteminin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
- Kumbur, H. Özer, Z. Özsoy, H.D. and Avcı, E.D. 2005. Türkiye’de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması. III. Ulusal Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Mersin.

- Mihcakan, İ.M., and A. Hilal K., 2007. Farklı LPG Bileşimi, Tank Hacmi ve Doluluk Oranı İçin Fransız Modeli ile BLEVE Yanma ve Ölüm Alanı Çapı Belirlenmesi. 16th International Petroleum and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey.
- Öztürk, H., Yaşar B., and Eren Ö., 2010. “Tarımda Enerji Kullanımı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları.” TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı pp. 909-932, Ankara.
- Sarıca, Ş., Ulutaş, Z., Şahin, A. 2004 “Türkiye Hayvancılığının Mevcut Durumu.”
- Soyak, A., M. İ. Soysal, and E. K. Gürçan. 2007.”Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve bu işletmelerdeki siyah alaca süt sığırlarının çeşitli morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma.” Tekirdağ Ziraat Fak Derg 4.3, 297-305.
- Şen, Z.,”Türkiye’nin temiz enerji imkanları”, Mimar ve Mühendisler Dergisi, Sayı:33, Nisan-Mayıs-Haziran,6-12, 2004
- Şenel, M. C. 2012. “Rüzgar Türbinlerinde Güç İletim Mekanizmalarının Tasarım Esasları-Dinamik Davranış,” Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- TİGEM 2003.Tarım işletmeleri genel müdürlüğü hayvancılık sektör raporu.
- Türkiye Çevre Vakfı, “Türkiye’nin Çevre Sorunları 2003”, Ankara, 2003.
- Veziroğlu, T.N., Şahin S., (2008), “ 21st Century’s Energy: Hydrogen Energy System”, **Energy Conversion and Management**, 49: 1820–1831.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Vedat SAĞLAM

Doğum Yeri ve Tarihi : Aydın-16.10.1982

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Balıkesir Üniversitesi, Makine Mühendisliği

Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Makaleler

-SCI

-Diğer

b) Bildiriler

-Uluslararası

-Ulusal

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

İLETİŞİM

E-Posta Adresi : vedatsaglam@hotmail.com

Tarih : 12/04/2019