

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI
2015-YL-058**

**KÜÇÜK KAPASİTELİ ELEKTRİKLİ KENDİ YÜRÜR
YEM KARMA VE DAĞITMA MAKİNESİNİN
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI**

Mürsel AKDENİZ

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

AYDIN-2015

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

Tarım Makineleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Mürsel AKDENİZ tarafından hazırlanan Küçük Kapasiteli Elektrikli Kendi Yürür Yem Karma ve Dağıtma Makinesinin Bilgisayar Destekli Tasarımı başlıklı tez, 12.08.2015 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

| Ünvanı, Adı Soyadı | Kurumu | İmzası |
|----------------------------------|----------------------|--------|
| Başkan : Doç. Dr. Ahmet KILIÇKAN | Adnan Menderes Üniv. | |
| Üye : Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN | Adnan Menderes Üniv. | |
| Üye : Prof. Dr. Hasan H. SİLLELİ | Ankara Üniv. | |

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu **Yüksek Lisans** tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Aydın ÜNAY

Enstitü Müdürü

T.C.
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.

...../...../2015

Mürsel AKDENİZ

ÖZET

KÜÇÜK KAPASİTELİ ELEKTRİKLİ KENDİ YÜRÜR YEM KARMA VE DAĞITMA MAKİNESİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

Mürsel AKDENİZ

Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet KILIÇKAN

2015, 51 sayfa

Ülkemizde bulunan hayvancılık işletmeleri incelendiğinde işletme başına düşen hayvan sayısının ortalama olarak 3.9 olduğu ve çoğu hayvancılık işletmesinin ya hiç traktöre sahip olmadığı ya da 1 adet traktörü olduğu görülmektedir. Günümüzdeki enerji fiyatlarının yüksekliği ve ülkemiz hayvancılık sektörünün fiziksel durumu da göz önüne alınarak, bu çalışmada, hayvan kapasitesi az olan işletmeler için; mevcut bir traktöre veya harici dönü hareketine ihtiyaç duyan yem karma ve dağıtma makinelerine alternatif olarak, elektrikli kendi yürür yem karma ve dağıtma makinesinin tasarımının yapılması amaçlanmıştır. Yürüme hareketi için ön tekerlek jantları içine monte edilebilen fırçasız DC tip motor 1,5 kW gücünde iki adet elektrik motoru, 1,3 m³ kapasiteli yem karma deposu için 3 kW anma gücünde elektrik motoru ve 1/28 çevrim oranına sahip redüktör tasarlanmıştır. Yem karma deposu ve yürüme için gerekli elektrik gücü hesaplamalar doğrultusunda 48 V 125 Ah güce sahip jel aküden karşılanacaktır. Şasi mukavemet analizi, motor gücü hesabı, akü kapasitesi hesabı ve invertör hesabı gerçekleştirilmiştir. Şasi ve şasi bağlantı elemanları için; çatı mukavemet analizi, stres analizi ve yer değiştirme analizleri bilgisayar tabanlı tasarım programı aracılığıyla gerçekleştirilerek sonuçlar ayrıntılı olarak verilmiştir.

Keywords: Tasarım, Elektrikli, Yem Karma, Kendi Yürür

ABSTRACT

A COMPUTER AIDED DESIGN SMALL SCALE ELECTRIC DRIVEN SELF PROPELLED FEED/MIXER

Mürsel AKDENİZ

M.Sc. Thesis, Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN

2015, 51 pages

Animal husbandaries in Turkey. Livestock enterprises in our country as the average number of animals per farm animal examined as 3.9 and it is seen that most of the business of either no or 1 that does not have any tractor. Taking both the cost of energy and physical situation of animal-breeding in our country into consideration; as an alternative to current feed mixer and disturbing machine which needs both a tractor and external motion, a self-propelled feed mixer and delivery machine has been designed in this study for low-capacity industries. Inside front wheel rims for walking movement can be mounted brushless type 1.5 kW , two electric motors , a 1.3 m³ is designed gearbox with an electric motor and 1/28 reduction ratio of 3 kW for tank feed mix. Electrical power required to feed tank and walk mixed in accordance with the calculations of the power of 24 V to 125 Ah will be covered with gel batteries . Chassis strength analysis, engine force calculation, battery capacity calculation and inverter calculation has been done. For the chassis related elements, strength analysis tension analysis and displacement analysis It was performed through computer-based design program and the results were given in detail.

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

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans çalışması, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar fonu tarafından yüksek lisans tezleri kapsamında, “Küçük Kapasiteli Elektrikli Kendi Yürür Yem Karma ve Dağıtma Makinesinin Bilgisayar Destekli Tasarımı ” isimli ZRF-15017 nolu proje olarak desteklenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerini benden esirgemeyen ve yüksek lisans tezimin ADÜ BAP projesine dönüşmesini sağlayan Sayın Hocam Doç.Dr. Ahmet KILIÇKAN’a, iki yıllık yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikimlerini ve manevi desteklerini esirgemeyen Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim dalı hocalarıma, İzelmak Ziraat Aletleri şirketindeki çalışma arkadaşlarıma ve bu güne gelmemde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mürsel AKDENİZ

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| KABUL VE ONAY SAYFASI..... | iii |
| BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI..... | v |
| ÖZET..... | vii |
| ABSTRACT..... | ix |
| ÖNSÖZ..... | xi |
| KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ..... | xv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xvii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | xix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Türkiye'de tarım işletmelerinin yapısı..... | 1 |
| 1.2. Türkiye'de hayvan varlığının AB ve Dünyaya göre durumu..... | 3 |
| 1.3. Hayvancılıkta yemleme ve yem mekanizasyonun önemi..... | 4 |
| 1.4. Elektrikli araç kullanımının mevcut durumu..... | 6 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 8 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 13 |
| 3.1. Materyal..... | 13 |
| 3.1.1. Yem karma ünitesi (Depo ve Helezon)..... | 14 |
| 3.1.2. Ana şasi..... | 16 |
| 3.1.3. Güç ünitesi..... | 17 |
| 3.1.3.1. Redüktörlü elektrik motoru..... | 17 |
| 3.1.3.2. Dönüştürücü..... | 18 |
| 3.1.3.3. Akü..... | 19 |
| 3.1.4. Fırçasız DC motor..... | 19 |
| 3.1.5. Motor sürücüsü..... | 21 |
| 3.2. YÖNTEM..... | 23 |

| | |
|-------------------|----|
| 4. BULGULAR | 30 |
| 5. SONUÇ..... | 43 |
| KAYNAKLAR..... | 45 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 51 |

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

| | |
|-------------------|--|
| a | İvme |
| A | Amper |
| AC | Alternatif Akım |
| Ah | Amper Saat |
| C | Carbon |
| CO ₂ | Karbondioksit |
| C _w | Sürüklenme Katsayısı |
| DC | Doğru Akım |
| E | Verim |
| g | Yer çekimi ivmesi |
| h | Saat |
| I | Akım |
| k | Saatlik Batarya Kapasitesi |
| kg | Kilogram |
| kcal | Kilokalori |
| KGK | Kesintisiz Güç Kaynağı |
| min ⁻¹ | Devir /Dakika |
| m | Kütle |
| M | Bir öğünde verilebilecek toplam yaş yem ağırlığı |
| Mn | Mangan |
| N | Azot |
| PWM | Pulse Width Modulation |
| P | Fosfor |
| P | Güç |
| P _n | Net Güç |

| | |
|----------|----------------------------|
| R_f | Dönme Sürtünme Katsayısı |
| R_h | Hava Direnç Katsayısı |
| S | Kükürt |
| Si | Silisyum |
| T | Moment |
| T | Depo hacmi |
| T_b | Batarya Sıcaklık Katsayısı |
| U | Gerilim |
| V | Volt |
| v | Hız |
| z | Deşarj Derinliği |
| W | Watt |
| ρ | Özgül kütle |
| η | Verim |
| α | Eğim Açısı |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1. İşletme tipine göre dağılım | 2 |
| Şekil 1.2. Dünyada hayvan varlığı ve değişimi..... | 3 |
| Şekil 3.1. Çekilir tip yem karma makinesi..... | 15 |
| Şekil 3.2. Asılır tip yem karma makinesi | 15 |
| Şekil 3.3. Termik motorlu kendi yürür yem karma makinesi | 16 |
| Şekil 3.4. Şasi örneği..... | 17 |
| Şekil 3.5. Elektrik motorlu redüktör | 18 |
| Şekil 3.6. Dönüştürücü örneği..... | 18 |
| Şekil 3.7. Jel akü | 19 |
| Şekil 3.8. Fırçasız DC motorlar..... | 20 |
| Şekil 3.9. Motor sürücüsünün şematik gösterimi | 21 |
| Şekil 3.10. Motor sürücüsü | 22 |
| Şekil 4.1. Yem karma deponun iki boyutlu çizimi(Ön görünüş) | 30 |
| Şekil 4.2. Yem karma deponun üç boyutlu çizimi | 31 |
| Şekil 4.3. Yem karma deposu boşaltma ağzı kapağı..... | 31 |
| Şekil 4.4. Helezonun iki boyutlu çizimi..... | 32 |
| Şekil 4.5. Helezonun üç boyutlu çizimi | 32 |
| Şekil 4.6. Şasinin iki boyutlu çizimi | 33 |
| Şekil 4.7. Şasinin üç boyutlu resmi | 33 |
| Şekil 4.8. Şasinin sonlu elemanlar ayrılmış hali | 34 |
| Şekil 4.9. Şasinin stres analizi..... | 34 |
| Şekil 4.10. Şasinin gerilim analizi..... | 35 |
| Şekil 4.11. Şasinin yer değiştirme analizi | 35 |
| Şekil 4.12. Elektrik motorlu redüktörün iki boyutlu kesit resmi..... | 36 |
| Şekil 4.13. Elektrik motorlu redüktörü oluşturan parçalar | 37 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.14. Elektrik motorlu redüktörün montajlı hali (Render)..... | 37 |
| Şekil 4.15. Fırçasız DC motor üç boyutlu resmi | 38 |
| Şekil 4.16. Fırçasız DC motorun montaj resmi | 38 |
| Şekil 4.17. Fırçasız DC motorun jant içerisine yerleştirilmiş hali..... | 39 |
| Şekil 4.18. Direksiyon kutusu..... | 40 |
| Şekil 4.19. Direksiyon sistemi | 40 |
| Şekil 4.20. Tasarımın tüm parçalarının montajlanmış hali | 41 |
| Şekil 4.21. Tasarımın izometrik görünüşü..... | 41 |
| Şekil 4.22. Tasarımın yandan görünüşü | 42 |
| Şekil 4.23. Küçük kapasiteli elektrikli yem karma ve dağıtma makinesi | 42 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 1.1. Türkiye’de hayvan varlığının yıllar itibariyle değişimi..... | 4 |
| Çizelge 2.1. Hayvansal üretim makinelerinin yıllara göre dağılımı..... | 10 |
| Çizelge 3.1. Süt sığırcılık işletmelerindeki farklı yem rasyonları..... | 13 |
| Çizelge 3.2. St-37 çelik malzemenin teknik özellikleri..... | 17 |
| Çizelge 3.3. St-37 çelik malzemeye ait kimyasal özellikler..... | 17 |
| Çizelge 3.4. Motor tepki pinleri..... | 22 |
| Çizelge 3.5. Mesh ağ detayları..... | 24 |
| Çizelge 3.6. Elektrik motorunun teknik özellikleri..... | 25 |
| Çizelge 3.7. Redüktörün teknik özellikleri..... | 26 |
| Çizelge 3.8. Hareket için gerekli parametreler..... | 29 |
| Çizelge 3.9. Seçimi yapılan Fırçasız DC motorun teknik özellikleri..... | 29 |

1. GİRİŞ

Hayvan yetiştiriciliği insanoğlunun en eski tarımsal uğraşı alanlarından ve geçim kaynaklarından birisi olmuştur. Hayvancılık sektörü, insan beslenmesinde önemli besin maddelerinin üretim kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca insanların dengeli beslenmesine katkıda bulunarak, bitkisel üretim ve sanayi artıklarının değerlendirilmesinde de istihdam yaratmaktadır (Anonim, 2010a).

Ülkemizde tarımsal istihdamın oranı %39 gibi oldukça yüksek bir düzeydedir. Bu oran Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) %2.8 ve Avrupa Birliği'nde (AB) %5.0'dır. Tarımın Gayri Safi Milli Hasıla'daki (GSMH) payı ülkemizde %14 iken, ABD ve AB'de sırasıyla %1.7 ve %1.9 seviyelerindedir. Ortalama işletme büyüklüğü ise ABD'de 180 ha ve AB'de 17.4 ha iken ülkemizde sadece 5.9 ha'dır. Tüm bu veriler hayvancılık açısından değerlendirdiğimizde ise, hayvancılığımızın önemli sorunlara sahip olduğu görülür (Anonim, 2003).

Gelişmiş ülkelerde tarımsal ekonominin lokomotifi olan hayvancılık, iki açıdan son derece önemlidir. Bunlardan birincisi çok düşük maliyetli istihdam yaratması, ikincisi ise kalitesiz veya insan beslenmesine uygun olmayan yem kaynaklarının kaliteli insan gıdasına dönüştürmesidir. Hayvancılık sektörü, ülke ekonomisini geliştiren, birim yatırıma en yüksek katma değer oluşturan ve en düşük maliyetle istihdam olanağı sağlayan bir sektördür. Bugün itibarıyla sanayide bir kişiye istihdam imkânı yaratabilmek için asgari 80 bin dolar yatırıma ihtiyaç duyulurken, hayvancılıkta bunun beşte biri kadar kaynak yeterli olmaktadır (Han ve ark., 2009).

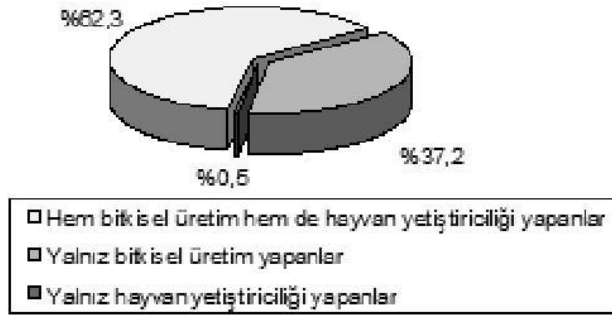
Gelişmiş ülkelere baktığımızda kişi başına günlük protein tüketimi 102 gram olup, bunun 70 gramı hayvansal kaynaklı proteinlerden oluşmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 84 gram olan kişi başına protein tüketiminin ise ancak 17 gramı hayvansal kaynaklı proteinlerden karşılanmakta, yani ülkemizde tüketilen günlük protein miktarının %73'ü bitkisel gıdalardan sağlanmaktadır. Bunun nedeni ülkemizdeki hayvansal besin üretiminin yetersizliğidir (Sağlam, 2014).

1.1. Türkiye'deki Tarım İşletmelerinin Yapısı

Tarımsal üretimin yapıldığı toprağın ve toprağa ilişkin mülkiyet ve tasarruf ilişkilerinin biçimlendirdiği tarımsal işletmenin yapısal özellikleri tarımın önemli

sorununu oluşturmaktadır. Tarımsal nüfusun tarım toprakları üzerindeki dağılımı ve yapısı ilişkileri verimli bir işletmeciliğin temelini oluşturmaktadır. Kırsal kesimdeki nüfus artışı ve bu nüfusun tarımda kalma zorunluluğu ile başka sektörlere de ikame edilememesi tarım topraklarının parçalanmasının ve işletmelerin küçülmesinin en önemli nedenidir. 2001 yılı tarım sayımı sonuçlarına göre 3 milyon tarım işletmesinin %64,8'i 50 dekardan daha küçüktür. 20 dekara kadar olan işletmeler tüm işletmelerin %33,4'ünü oluşturmalarına karşın, toplam işlenen alanın %5,3'lük bir bölümünü işletmektedirler. 500 dekardan büyük işletmelerin toplam işletmeler içindeki oranı %0,7 iken, bu işletmelerin işledikleri alan, toplam alanın %11,4'üdür (Anonim, 2006).

Araştırma sonucuna göre, tarımsal işletmelerin %62,3'ünde hem bitkisel üretim hem de hayvan yetiştiriciliği, %37,2'sinde yalnız bitkisel üretim, %0,5'inde ise yalnız hayvan yetiştiriciliği yapılmaktadır (TÜİK, 2008).

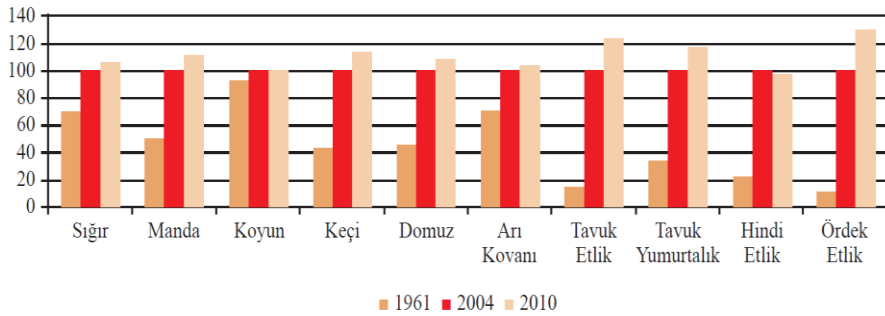


Şekil 1.1. İşletme tipine göre dağılım

Türkiye nüfusunun yarısına yakın bir kısmının kırsal alanda yaşayıp, geçimini halen tarımsal üretim ile elde ettiği, gelişmekte olan bir ülke konumunda olan Türkiye'de 4 milyondan fazla tarım işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerin arazi varlığı ortalama olarak 50 da kadar olmakla birlikte, 50 da' dan daha az arazisi olan işletmelerin oranı % 60 dolayındadır. Tarım işletmelerinin hayvan varlıkları bakımından da durumları arazi varlığına benzer olup, işletme başına sığır varlığı 3.9, koyun varlığı ise 11 baş dolayındadır. Bu durum, Türkiye'de tarımsal yapılanmanın büyük ölçüde küçük işletmelerin egemenliğinde bulunduğunu açık bir biçimde göstermektedir (Yavuz, 2005).

1.2. Türkiye’de Hayvan Varlığının AB ve Dünyaya Göre Durumu

Dünyada hayvan varlığında son 7 yılda genel bir artış görülürken, sayıca azalan tek tür hindidir. Keçi ve manda sayısı, sığır ve domuza oranla daha hızlı artmış, koyun varlığı ise pek değişmemiştir. Dünyada toplam 1,5 milyar baş sığır, 195 milyon baş manda, 1 milyar baş koyun, 920 milyon baş keçi bulunmaktadır (FAOSTAT, 2012).



Şekil 1.2. Dünyada hayvan varlığı ve değişimi

Hayvan varlığının kıtalara dağılımına göre Asya'nın tüm türlerde dünya hayvan varlığının çoğunluğunu barındırdığı, dünya hayvan varlığının son 50 yıl içerisinde gelişmiş ülkelere yönelişi anlaşılmaktadır. Dünya sığır varlığının yalnızca % 6'sına ve koyun varlığının % 9'una sahip olan AB, hindi ve domuz varlığı itibarıyla ise sırasıyla % 20 ve 16 gibi yüksek oranda hayvanı bünyesinde barındırmaktadır. AB'de 2004-2010 yılları arasında hemen tüm türlerin sayısında azalma görülmüş, ancak manda sayısı % 50'den fazla artmıştır (122 bin baş). Bu dönem içerisinde sığır sayısı 2,8, hindi 16, koyun 12 ve keçi ise 1,5 milyon baş azalmıştır.

Türkiye'nin özellikle koyun ve sığır varlığında son yıllarda önemli değişim olmuştur. Özellikle 2009 yılından sonra sığır varlığının 1,700.000, koyun varlığının ise 3,300.000 baş arttığı, kıl keçisinde 2009, manda varlığında ise 2010 yılından sonra keskin bir artış olduğu, 2004 yılı sonrasında kovan domuz varlığının ise azaldığı izlenmektedir (Anonim, 2012).

Türkiye hayvan varlığının pek çok AB ülkesine göre fazla olduğu görülebilir. Türkiye; AB sığır varlığının % 12'sini barındıran Fransa ve Almanya'dan sonra

3'üncü, AB manda varlığının % 25'ini barındıran İtalya'dan, AB koyun varlığının % 22'si ile İngiltere'den sonra 2'ncidir (TÜİK, 2012).

Çizelge 1.1. Türkiye hayvan varlığının yıllar itibarıyla değişimi (TÜİK, 2012)

| Hayvan varlığı (baş) | 1991 | 2004 | 2004 | 2011 | 2011 | 11/04 YHD % | 04/91 YHD % |
|----------------------|------|------------|------|------|------------|-------------|-------------|
| Sığır | 119 | 10.069.346 | 100 | 123 | 12.386.377 | 3,0 | -1,3 |
| Manda | 352 | 103.900 | 100 | 94 | 94.632 | -0,9 | -9,2 |
| Koyun | 160 | 25.201.552 | 100 | 99 | 25.031.065 | -0,1 | -3,6 |
| Kıl Keçisi | 150 | 6.379.900 | 100 | 112 | 7.126.862 | 1,6 | -3,1 |
| Ördek | 144 | 770.436 | 100 | 50 | 382.223 | -9,5 | -2,8 |
| Domuz | 234 | 4.399 | 100 | 42 | 1.848 | 4,6 | -6,3 |

1.3. Hayvancılıkta Yemleme ve Yem Mekanizasyonunun Önemi

Türkiye'de Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren sığırcılık önemli bir üretim kolu olarak algılanmış ve hemen her zaman diğer hayvansal üretim kollarına göre daha fazla ilgi görmüştür. Öyle ki, özellikle son yıllarda, hayvancılık denildiğinde ilk akla gelen sığır yetiştiriciliği olmuştur. Bunda, sığırın avantajları kadar sığır ticaretinin, gelişmiş kabul edilen ülkeler için de, daha önemli olmasının büyük payı olmuştur (Akman, ve ark., 2010).

Sığır, dünya süt üretiminin neredeyse tamamını (% 86,3-% 89,5), et üretiminin de yaklaşık % 25'ini tek başına sağlamaktadır. Dünya genelinde kişi başına ortalama günlük protein tüketimi 79 gram olup, bunun 31 gramı hayvansal kaynaklı proteinlerden karşılanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde gelişmekte olan ülkelere göre kişi başına günlük protein tüketim miktarı iki kat artarken, proteinlerin hayvansal ürünlerden karşılanma oranları gelişmekte olan ülkelere %20 civarındadır. Bu oran gelişmiş ülkelere % 65'lere kadar çıkmaktadır. Hayvancılık bugün, gelişmiş ülkelerde bir endüstri haline gelmiş, ekonominin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Bu durum, tarımın ve dolayısıyla hayvancılığın ulusal düzeyde geliştirilmesi gereken stratejik bir sektör olduğunu ortaya koymaktadır (Akman, ve ark., 2010).

Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) verilerine göre sağılan sığır sayısı 2007'de 4.229.440 iken 2012'de 4.673.483 'tür. Artış oranı % 10 'dur. Ancak Süt üretimi 2007'de 11.279.340 ton iken 2012'de 13.366.160 'dır. Artış oranı % 18 'dir. Diğer

bir oran ile 2007'de hayvan başına yıllık 2,66 ton süt elde edilirken, 2012'de 2,86 ton elde edilmiştir. Süt verimi dengeli beslenmelerle % 8 oranında artmıştır. Dengeli beslenmenin en önemli ögesi de yem karma makineleridir. Yine TÜİK verilerine göre kesimi yapılan sığır sayısı 2007 'de 2.003.991 iken 2011'de 2.571.765 'dir. Artış oranı % 28 'dir. Ancak et üretimi 2007'de 431.963 ton iken 2011'de 644.906 ton 'dur. Artış oranı % 49 'dur. Diğer anlamda 2007'de hayvan başına ortalama 215 kg et elde edilirken, 2011'de 251 kg et elde edilmektedir. Et veriminin de dengeli beslenmelerle % 16 oranında arttığı görülmüştür (TÜİK, 2007).

Türkiye sığır varlığı bakımından sayısal olarak Avrupa'da üst sırada bulunmasına rağmen verim yönünden yapılacak sıralamada oldukça gerilerde yer almaktadır. Hayvansal üretimin içinde süt sığırcılığı da önemli bir paya sahiptir. Ülkemiz hayvancılık işletmelerinin ve bunun içinde yer alan süt sığırcılığının en önemli dar boğazı yeterli ekonomik büyüklükte olmayan aile işletmeleri niteliğinde olmalarıdır. Bu durum teknolojinin uygulanmasını engellemektedir. Hayvansal ürünlere artan talebin karşılanmasında hayvan sayısını artırmak ya da birim başına verimi yükseltmek gibi iki seçenek mevcuttur. Hayvan sayısının sürekli olarak artırılması mümkün ve ekonomik olmadığından hayvan başına verimin yükseltilmesi gerekmektedir (Gürcan, ve ark., 2007).

Ekonomik hayvancılığın yolu dengeli ve ucuz beslemeden geçmektedir. Süt sığırcılığında besleme çok önemlidir. Beslemeye ve yemlemeye ayrılan masraf toplam masrafların % 60-70'ini oluşturur. Aynı zamanda besleme süt verimini ve kalitesini etkiler. Holsten vb. kültür ırkları belli bir verim yönünde geliştirildikleri için yetersiz beslemeye şiddetli tepki gösterirler. Örneğin küçük bir stres veya besleme hataları hayvanların verimlerini büyük oranda etkiler. Hayvanların hayati fonksiyonlarını sürdürmeleri, çoğalmaları ve sağlıklarını korumaları için ihtiyaçları olan besin maddelerini yemlerle almaları gerekir. Besin maddelerinin bazıları vücutta yapıtaşı olarak iş görür.(yağlı tohum küspeleri, baklagiller, mineral katkıları) Bazıları enerji kaynağı olarak iş görür.(tahıl taneleri, melas, yağ v.b.) Bazıları da hayati fonksiyonları düzenleyen anahtarlar olarak görev yaparlar.(vitamin ve mineral katkıları) Yem maddeleri farklı besin maddelerini farklı miktarlarda içerdiklerinden ancak uygun şekilde karıştırılırsa hayvanlar dengeli beslenebilir. Bu uygun karışımlarda sadece yem karma makineleri ile sağlanabilmektedir (Anonim, 2013).

Hayvancılık için büyük öneme sahip olan yem karma ve dağıtma işi günümüzde; gücünü traktör kuyruk milinden veya elektrik motorundan alan sabit, asılır tip, çekilir tip ve az sayıda termik motorlu kendi yürür yem karma ve dağıtma makineleri olarak sınıflandırılmaktadır.

Günümüzde kendi yürür yem karma ve dağıtma makineleri büyük kapasiteli ve termik motor ile çalışmaktadır. Ülkemizde genellikle üretimi yapılan yem karma makineleri ise römork tarzındadır. Dolayısıyla bir çekiciye güç aktarımına yani traktöre ihtiyaç duymaktadır. Ancak son yıllarda üretilen traktörler ha çok teknoloji içermeleri ve birçok ihtiyaca yönelik üretildiğinden satış fiyatları 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 işlemini özellikle küçük işletmeler için maliyetini arttırmaktadır.

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.

1.4. Elektrikli Araç Kullanımının Mevcut Durumu

Bütün sektörlerde enerji kullanımı, 1970'li yıllardan bu yana en çok önem verilen konulardan birisi olmuştur. Dünya genelindeki ülkeler, 1973 ve 1979 yıllarındaki petrol krizlerinde sonra, enerji verimliliğine önem vermeye başlamıştır. Daha sonraları 1980'li yıllardan itibaren fosil yakıtların yanması sonucunda oluşan çevre kirliliğini azaltmaya yönelik çalışmalara önem verilmektedir. Enerji kullanımı, sera gazı emisyonları ve bunların küresel iklim değişikliklerine olan potansiyel etkileri en çok tartışılan konulardandır.

Dünyada küresel ısınmaya neden olan karbon emisyonunun 20%'den fazlası ulaşım sistemlerindeki enerji tüketiminden kaynaklanıyor. Arabaların tamamında kullanılan içten yanmalı motor teknolojisi bu oranda en büyük paya sahip etkindir. Ülkemizde araç mülkiyeti sayısının nüfusa oranı %15 seviyelerinde olup, bu rakam gelişmiş ülkelere göre oldukça düşük durumdadır. Hem iç pazardaki bu büyük potansiyel, hem de Kyoto Protokolü ile CO₂ (Karbon dioksit)

emisyonlarının belirlenen sınırlara düşürülmesi zorunluluğu yeni ve daha çevreci bir teknoloji olan elektrikli araçları ülkemiz kalkınma planı içerisinde de dâhil etmiştir (Öztürk ve ark., 2010).

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 zorlamaktadır. Bu durum doğrudusunda elektrikli araç tasarımları ve üretimleri hızlanmaktadır (Erhan ve ark., 2014).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Koca (1996) ve Karakuş (1998), çalışmalarında şunlara yer vermişlerdir; Türkiye, hayvancılığı gelişmiş ülkelere oranla yem sektörüne yaklaşık yarım yüzyıl geç başlamasına rağmen gerek teknoloji açısından, gerekse yem kullanma bilinci açısından olumlu gelişmeler göstermiştir. Büyüksahin (1992), Ülkemiz yem sektörünün üretim teknolojisi başlangıçta tamamen insan gücüne dayanan manuel bir sistemden oluştuğu halde son yıllarda otomasyona, hatta tamamen bilgisayar denetimli sistemlere doğru hızlı bir geçiş yaşanmakta olduğunu bildirmişlerdir.

Sapan ve Etiler (2004), Hayvancılık sektörü üzerine yaptıkları çalışmalarında; et, süt, tekstil, deri, kozmetik ve ilaç sanayi dallarına hammadde sağlamak ve dengeli kalkınmaya katkıda bulunmak, kalkınma ve sanayileşme finansmanını öz sermayeye dayandırmak, ihracat yoluyla döviz gelirlerini artırmak gibi katkıları ve bunun ortaya çıkardığı sosyal sorunları azaltmak ve önlemek gibi önemli ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir. Eren (2006)' e göre karma yem ve tarım makineleri üreten 2 sanayi sektörü içinde sığır yetiştiriciliği önemli bir pazar alanı oluşturmaktadır. Ayrıca hayvancılığa bağlı diğer alanlarda da istihdam olanaklarının genişlemesi ve süreklilik arz etmesi önemli bir faktördür. Hayvancılık alanında elde edilen gelirin diğer sektörler için yeni bir gelir kaynağı olacağı düşünüldüğünde, ülke ekonomisi için hayvancılığın taşıdığı önem daha net görülmektedir.

Tezer ve Sabancı (1997), çalışmalarında; artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için, birim alandan daha bol ve kaliteli üretim, günümüzde tarımsal üretiminin temel amaçlarındandır. Makineleşmenin yaygınlaştırılmasıyla tarım teknikleri çok çabuk uygulanır hale gelmiş, elverişli alanlar tarıma açılmış, sulanan araziler genişletilmiş, toprak daha iyi işlenir olmuş, ilaç ve gübre kullanımı artmış, daha iyi tohum, daha iyi damızlık kullanılır olmuş, sonuçta da ürünün kalitesi ve verimi artmıştır. Bu gelişen teknolojinin çiftçiye aktarılmasında en önemli araç tarım makineleridir.

Lüle ve ark. (2012)'na göre; Mekanizasyon; tarım işletmelerinde kullanılan ilkel tarım tekniği ve metotlarla çalışmaya neden olan vasıtalar yerine modern alet-makine, cihaz ve tesislerin konulmasını ifade eder. Altay ve Turhal (2011), Mekanizasyon tarımda; üretimin, iş veriminin ve iş kalitesinin arttırılmasında, işin kolaylaştırılmasında, maliyetin düşürülmesinde, işletmelerin

modernleştirilmesinde, yeni iş alanlarının açılmasında, tarım nüfusunun sosyo-ekonomik yönden geliştirilmesinde büyük öneme sahiptir.

Aygün ve ark., (2004), yayınlarında şu ifadelere yer vermişlerdir : ekonomi ve birçok açıdan fayda sağlayan hayvansal üretim sonucunda üretilen ürünler, insanların dengeli ve yeterli beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Sağlıklı ve dengeli beslenmenin en önemli koşullarından biri kişi başına tüketilmesi gereken günlük proteinin %40-50'sinin hayvansal kaynaklı proteinlerden karşılanmasıdır. Gündüz ve ark.,(2006), Ancak Türkiye'de kişi başına tüketilen proteinin sadece %29'u hayvansal ürünlerden sağlanmaktadır.

Aydemir ve Pıçak (2007), göre, hayvansal üretim faaliyeti gerek işletme sayısı ve gerekse ortaya çıkardığı ekonomik değer açısından çok önemli bir sektör durumundadır. Tarım sektöründe gelişme göstermiş olan ülkelerin çoğunda hayvancılığın tarımsal üretim içerisindeki payı %50'nin üzerindedir. Türkiye'de yaklaşık 3 milyon tarım işletmesi bulunmakta ve bu işletmelerin %2,36'sında yalnızca hayvancılık yapılmakta, %67,43'ünde ise bitkisel ve hayvansal üretim birlikte gerçekleştirilmektedir.

Demirbaş ve Karagözlü (2006), çalışmalarında şu bilgileri vermektedirler; işletmelerin büyük bir çoğunluğu, (%65) 50 dekardan az arazi ve ortalama 5 büyük bas hayvan varlığına sahip olduğundan, küçük aile işletmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenledir ki; çoğu işletmemiz, kendi kendine yeterliliği amaçlayan kapalı bir üretim içerisinde, ürettiğini önce kendi ihtiyacına yönelik olarak tüketen, ancak fazlasını piyasaya sunabilen küçük işletmelerdir. Ülkemizdeki bu durum, hayvansal üretimin daha karlı ve verimli olmasını engellemektedir.

Bakır (2001), sığırcılık ile ilgili araştırmalarında, süt sığırcılığında ve üretimin her dalında olduğu gibi “en az insan işgücü gereksinmesiyle en fazla verim elde etmek” ilkesi geçerlidir. Temel amaç; daha yüksek verim elde etmek olduğundan, şartlar aynı kaldığında is produktivitesini arttırıp, işgücü ve zaman tasarrufu sağlamak, koşullara uygun mekanizasyon uygulamaları ile mümkün olmaktadır. Özellikle günden güne kullanımı tercih edilen serbest tip ahırlarda, günlük çalışma zamanının %57,4'ünün sağım, %22,4'ünün yemleme ve % 20,2'inin ahır temizliğine harcadığı tespit edilmiştir.

Çakmak (2008), Süt sığırcılığı işletmelerinde, sağımdan sonra en çok işgücü gerektiren işlem olan yem üretim ve dağıtımında başarı, uygun makine kullanımıyla gerçekleştirilebilmektedir. Süt veriminin istenilebilen değerlerde olabilmesi için hayvanlara kaba kuru yem, yeşil yem, silo yemi ve kesif yemin çeşitli rasyonlar sınırlarında verilmesi gerektiği zorunluluğu, bu konuda geliştirilen makinelerin çoğalmasına neden olmuştur. Bir işletmede yemleme konusunda mekanizasyonun uygulanacağı iş safhaları;

1) Kaba yem üretimi ve depolanması; günlük yeşil yem temini, yem bitkilerinin hasadı, hasat edilen yemin taşınması, kuru ot veya silaj materyali temini, materyalin biçilmesi, kurutma ve toplama, balyalama, tasıma ve depolamadır.

2) Kesif yem hazırlanması; kurutma+ temizleme, depolama,

dozajlama, kırma+öğütme, karıştırma, peletleme, ambalajlama, tasıma ve iletme

3) Yem dağıtımı

Ülkemizde 2005 yılından itibaren Kırsal Kalkınma Çalışmaları kapsamında başlatılan desteklerden sonra hayvansal üretim makineleri alanında köklü değişiklikler meydana gelmiştir. Bu hızlı değişim döneminde ülkemizde değişik özellikte makineler kullanılmaya başlanmış ve mevcut kullanılan makinelerin sayısı değişmiştir (Çizelge 2.1). En yüksek değişim sırasıyla; yem dağıtıcı römorklar, mısır silaj makineleri ve seyyar süt sağım makinelerinde görülmüştür.

Çizelge 2.1 Hayvansal üretim makinelerinin yıllara göre dağılımı

| Tarımsal alet ve makineler | 2005 | 2010 | 2013 | Değişim Oranı (%) |
|--|------------|--------------|--------------|-------------------|
| Hayvanla çekilen çayır biçme makinesi | 2,092 | 1,564 | 1,521 | -27 |
| Mısır silaj makinesi | 8,717 | 16,627 | 21,887 | 151 |
| Ot silaj makinesi | 2,225 | 3,471 | 4,248 | 91 |
| Süt sağma makinesi(Sabit) | 5,571 | 7,280 | 8,182 | 47 |
| Süt sağma makinesi(Seyyar) | 130,087 | 208,457 | 268,164 | 106 |
| Traktörle çekilen çayır biçme makinesi | 42,690 | 61,248 | 73,314 | 72 |
| Yem dağıtıcı römork | 545 | 1,483 | 2,052 | 277 |
| Yem hazırlama makinesi | 18,753 | 22,140 | 25,891 | 38 |

Evcim ve ark. (2010), çalışmalarında; Hazırlanan yemlerin hayvanlara homojen dağıtılmasının önemi ise son yıllarda ülkemizde özellikle orta ve büyük ölçekli işletmelerde kavranmış ve bu işlemlerin “Yem dağıtıcı römork” olarak tanımlanan “kaba+kesif yem karıştırma ve dağıtma arabaları” ile yapıldığı görülmektedir. Son dönemde meydana gelen % 277’lik değişim oranı konuya verilen önemin artarak devam edeceğini göstermektedir. Ülkemizde birçok yerli ve ithal modellerin olduğu bu dağıtma arabaları özellikle artan kapasiteleri ile büyük işletmelerin kritik makineleri arasına girmiştir.

Chan (2002), elektrikli araçlar için yaptığı araştırmada, Çevreyi koruma ve enerji tasarrufu gibi kaygıların arttığı bir dönemde EA (Elektrikli Araba) teknolojisindeki gelişim, bu ihtiyaçları karşılamak için önemli bir görev üstlenmiştir. Çevresel atıklara neden olan ve insan sağlığına büyük ölçüde zarar veren içten yanmalı motorlu taşıtların yerine EA’lar kentsel ulaşımında kullanılabilir. EA’ların ihtiyaç duyduğu yakıtın sağlandığı enerji santrallerinden kaynaklanan emisyonlar dikkate alındığında EA’ların kullanımı küresel hava kirliliğini önemli ölçüde azaltabilir. Ayrıca EA’lar yüksek teknolojiye teşvik, yeni sanayi ortamı oluşturma ve ekonomik gelişmenin yanı sıra enerji, çevre ve ulaşım üzerinde büyük bir etkiye sahip olacaktır.

Demirci (2010), Fırçasız doğru akım motoru, sargılarının anahtarlanması elektronik olarak sağlanan bir motor çeşididir. Elektronik bir denetleme mekanizmasında, yüksek akımı anahtarlama görevi gören transistörler (IGBT) ve anahtarlama zamanını ayarlayan mikro denetleyici bulunmaktadır. Fırçasız doğru akım motorlarının verimleri, fırçalı doğru akım motorlarından daha yüksektir. Tüm kontrol işlemleri stator büyüklükleri değiştirilerek yapılabilmektedir

Xue ve ark. (2008), Fırçasız doğru akım motoru, yüksek güç gerektiren uygulamalarda ise doğrudan sürüş olarak adlandırılan yöntemle, sanayide ve elektrikli araçlarda kullanılırlar. Bu şekilde kullanımlarda besleme gerilimindeki dalgalanmalardan (düşüş ve yükselişlerden) kaynaklanan sorunların giderilmesi ile sağlanmaktadır. EA’larda tekerlere iletilen moment, elektrik motoru tarafından üretildiği için EA’nın performansı tamamen tahrik motorunun moment-hız veya güç-hız karakteristiği ile belirlenmektedir. Bu özellikten dolayı da elektrik makinesinin seçimi büyük önem taşımaktadır. Elektrik motorlarının elektrikli araçlarda kullanılmalarının başlıca iki sebebi vardır; elektrik enerjisini mekanik

enerjiye çevirmek ve rejeneratif frenlemeden meydana gelen mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirmektir.

Ünlü ve ark. (2003), Eviriciler, doğru giriş gerilimini dalgalı çıkış gerilimine çeviren güç elektroniği devreleridir. Bataryalardaki DC (Doğru Akım) çıkış gerilimini, genliği ve frekansı ayarlanabilen AC (Alternatif Akım) gerilime çevirmek için eviricilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple 3 fazlı gerilim beslemeli PWM eviriciler, elektrikli taşıt tahrik sistemlerinde asenkron motorun kontrolünde kullanılmaktadır. Günümüzde 33 anahtarlama elemanı olarak çoğunlukla yüksek güç ve frekansta anahtarlama yapabilen IGBT'ler tercih edilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Ülkemizde bulunan hayvancılık işletmeleri incelendiğinde işletme başına düşen hayvan sayısının ortalama olarak 3.9 olduğu ve çoğu hayvancılık işletmesinin ya hiç traktöre sahip olmadığı ya da 1 adet traktörü olduğu görülmektedir. Bununla birlikte modern tarım tekniklerinde maliyetin düşürülüp verimin artırılması amaçlandığında yetiştiricilikte en büyük maliyet unsurunu oluşturan yemlemenin uygun yem karma ve dağıtma makineleriyle yapılması ön plana çıkmaktadır. Ayrıca elektrik enerjisinin günümüzde artık birçok yerde ulaşılabilir hale gelmesi, fosil kaynaklı yakıtların sınırlı miktarda olması ve yüksek fiyatları nedeniyle taşıt ve tarım sektöründe kullanımı hızla artmaktadır. Bu çalışmada küçük kapasiteli hayvancılık işletmelerine yönelik olarak kullanılabilir, herhangi bir çekici ve dönü hareketine ihtiyaç duymadan, depolanabilen elektrik enerjisi ile tüm hareketini sağlayabilecek küçük hacimli elektrikli kendi yürür bir yem karma ve dağıtma makinesi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, günümüzde yoğun olarak beslemenin yapıldığı 500-600 kg canlı ağırlığa sahip 5 ila 8 başlı küçük ölçekli süt sığırcılığı işletmeleri değerleri dikkate alınmıştır.

Yukarıda ki kriterlere uygun işletmelerde beslemesi yapılan ortalama olarak 500-600 kg canlı ağırlığa sahip %3,5 yağ oranında günlük 25 kg süt verimi alınan süt sığırlarına ait günlük farklı yem rasyonları belirlenmiş ve Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Süt sığırcılığı işletmelerindeki farklı yem rasyonları (Ergün, 2008)

| Rasyon | Silaj (%30 k. Mad.) | Kuru ot/saman | Yonca | Sığır süt yemi (%18 HP 2500 ME kcal/kg) | Toplam yaş ağırlık (kg) |
|--------|---------------------|---------------|-------|---|-------------------------|
| 1 | 20 | 4 | 3 | 6,5 | 33,5 |
| 2 | 20 | 2 | 4 | 6 | 32 |
| 3 | 20 | 2 | 3 | 7,5 | 32,5 |
| 4 | 18 | 3 | 2 | 6 | 31 |
| 5 | 17 | 4 | 4 | 5 | 30 |

Tablodaki değerler dikkate alınarak böyle bir işletmenin günlük yem ihtiyacı hesap edilmiş ve tezin başlangıç noktası olarak belirlenmiştir.

Bilgisayar destekli tasarımı yapılan yem karma ve dağıtma makinesinin aktif olarak kullanılan makinelerde dikkate alınarak 5 kısımdan oluşmasına karar verilmiştir. Bunlar;

1. Yem Karma Ünitesi (Depo ve Helezon)
2. Ana Şasi
3. Güç Ünitesi (Redüktörlü Elektrik Motoru, Dönüştürücü, Akü)
4. Fırçasız DC Motorlar
5. Motor Sürücüsü

olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada tüm organların 3 boyutlu ve 2 boyutlu olarak çizimleri bilgisayar ortamında tasarım programı aracılığı ile çizilmiştir. Bilgisayar ortamında yapılacak olan tasarım için AUTOCAD-SOLIDWORKS paket programlarının deneme sürümü kullanılmıştır. Bu program yenilikçi, kullanımı kolay, bilgisayar için hazırlanmış 3 boyutlu tasarım programıdır. Program her türlü makine, tesis, ürün tasarımında kullanıcıya bilgisayar'ın 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.

3.1.1. Yem Karma Ünitesi (Depo ve Helezon)

Yem karma depoları ihtiyaca göre çeşitli büyüklükte imal edilen hayvanların ihtiyacı olan yemi diğer yem maddeleriyle homojen bir şekilde karışmasını sağlayan ünedir. Tüm bu sistemler ürünü karıştırırken, sindirimi kolaylaştırmak için boyutları küçültürler. Helezonlarının konumuna göre ise: yatay, düşey ve eğik eksenli olarak adlandırılırlar. Çekilir tip yem karma makineleri (Şekil 3.1)

hareketini traktörden almaktadır. Çeşitli büyüklüklerde imal edilmektedir(Anonim, 2011b).



Şekil 3.1. Çekilir tip yem karma makinesi

- Asılır tip yem karma makineleri (Şekil 3.2); traktör üç nokta askı sistemine bağlanan makineler güç ihtiyacını traktörden veya elektrik motorlarından sağlamaktadır. Çekilir tiplere oranla daha küçük hacimdedir (Anonim, 2011b).



Şekil 3.2. Asılır tip yem karma makinesi

- Kendi yürür yem karma makineleri; Çeşitli hacimlerde imal edilen yem karma makineleri yürüme ve karıştırma için gerekli güç ihtiyacını üzerindeki termik motordan karşılamaktadır.



Şekil 3.3. Termik motorlu kendi yürür yem karma makinesi

Yem karma depoları sert plastik malzemeden ya da çeşitli kalınlıklarda sac malzemeden yapılabilmektedir, ortasında üzerine bıçaklar bağılı helezonun durumuna göre yatay ve ya dikey imal edilen ünitelerdir. Karma deposu yan duvarlarında çeşitli ölçülerde boşaltma ağızı bulunmaktadır. Boşaltma ağızı kapakları hidrolik veya el ile açılıp kapanabilmektedir (Anonim, 2011b).

3.1.2. Ana Şasi

Makinenin tüm parçalarını üzerinde toplayan ana iskelet yapısıdır. Şasilerin dayanıklılığının yanı sıra hafif ve mümkünse az sayıda parçadan oluşması istenir. Üzerine bağlanacak tüm parçaların kolaylıkla montajının yapılabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Şasinin ana görevi üzerine bağlanan tüm parçaları güvenli bir şekilde bir arada tutmaktır. Şasi üzerine gelen yükleri uygun şekilde dağıtabilmelidir (Anonim, 2007b).



Şekil 3.4. Şasi örneği

Çalışmada şasi St 37 malzemeden imal edilmesi düşünülmüştür. St-37 malzemenin teknik özelliği Çizelge 3.2’de, kimyasal özelliğide Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.2. St 37 çelik malzemenin teknik özellikleri

| Çekme Mukavemeti N/mm ² | Akma Sınırı N/mm ² | Kopma Uzaması % |
|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| 340-470 | 235-435 | 26 |

Çizelge 3.3. St 37 çelik malzemeye ait kimyasal özellikler

| C | Si | Mn | P | S | N |
|------|----|----|------|------|------|
| 0,19 | - | - | 0,06 | 0,06 | 0,01 |

3.1.3. Güç Ünitesi

3.1.3.1. Redüktörlü elektrik motoru

Çalışmada aşağıdaki teknik özelliklere sahip bulunan redüktörlü motor kullanılmıştır.



Şekil 3.5. Elektrik motorlu redüktör

3.1.3.2. Dönüştürücü

Frekans değıştirici anlamına gelen ve alternatif akımdan (AC), doğru akıma (DC), doğru akımdan (DC), alternatif akım (AC) 3 faz biçimine dönüştürülebilen, frekansı ve gerilimi ayarlanabilen bir cihazdır. Başka bir deyişle, 12, 24 veya 48V dc akü voltajını, 230V AC 50 hz voltaja çevirirler. Filtre devresinden geçirerek şebekeden gelen gerilim dalgalanmaları, pik'ler v.s gibi bozucu elektrik dalgalanmalarını temizleyip AC veya Servo Motorun hızını yüksek kalkış momentiyle sıfırdan istenen değere, istenen sürede ayarlayabilen yüksek teknoloji motor hız kontrol cihazlarıdır. Dönüştürücüler modifikasyonlu, yarım veya tam sinüs olarak 3'e ayrılırlar (Çolak ve ark., 2012).



Şekil 3.6. Dönüştürücü örneği

3.1.3.3. Akü

Gel (Jel) aküler: İçerisinde jel - jöle kıvamında elektrolit bulunan akülerdir. Derin-deşarja (tam kapasite kullanımı) uygun ve uzun ömürlü akülerdir. Deep-cycle ya da marin aküsü olarak da bilinir. Tam bakımsızdır. Akü bakım maliyetini yok denecek kadar azdır. Bu tip özelliklerinden dolayı elektrikli araçlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2012).



Şekil 3.7. Jel akü

3.1.4. Fırçasız DC Motor

Fırçasız doğru akım motorları, iletken akımları ile rotora yerleştirilen sürekli mıknatısların manyetik alanın etkileşimi sonucu indüklenen moment ile enerji dönüşümünü gerçekleştiren elektrik makineleridir. Fırçalı doğru akım motorlarında tek yönlü düzgün moment, rotor akımının kolektör değişimi ile sağlanır. Fırçasız Dc motorlarda ise rotordaki mıknatısın her kutup değişiminde statorlardaki iletkenlerin akım yönleri güç elektroniği anahtarları tarafından değiştirilir. Böylece kolektör ve fırça düzeneği olmayan elektronik komutasyonlu bir doğru akım makinesi elde edilmiş olur (Tanrıöven, 2012).

Fırçasız doğru akım motor tipi olan Fırçasız DC motorları elektrikli araçlarda kullanılan yeni teknolojinin bir ürünüdür. Tekerlek motor olarak da adlandırılan bu motorlarda tekerlek mili direk olarak motora bağlıdır. Güç iletimi sırasında herhangi bir fiziksel aracı olmadığından bu motorlarda verim yüksektir. Bu tip motorların kullanıldığı araçlarda diferansiyel görevini ise elektronik diferansiyel ile tamamlamak mümkündür. Elektrikli araçlarda, aracın tahriki için gerekli olan

yüksek verimli ve güç yoğunluklu jant içi (FIRÇASIZ DC) sabit mıknatıslı fırçasız doğru akım motoru, mekanik dişli grubuna gereksinim duymaması ve dış-rotor konfigürasyonuna sahip olmasından dolayı 2 veya 4 tekerleğe kolayca yerleştirilebilmektedir (Anonim, 2010b).

Avantajları:

1. Yapısal olarak 4 tekerin birden sürülmesi.
2. Maksimum torkun üretilebilir olmasından dolayı zorlu ve kaygan yol koşullarında diğer elektrikli araçlara nazaran daha yüksek bir ilerleme kabiliyetinin sunulması.
3. Rejeneratif frenlemenin en az tek elektrik motorlu araçlardaki gibi kolay olması.
4. Dişli kutusu, diferansiyel, tahrik milleri ve akslar gibi güç iletim birimlerinin bu sayede gereksiz hale gelmesi ve buna bağlı olarak genel kayıpların azalması ve aracın daha ergonomik olması (Anonim, 2010).
5. Her tekerlekteki motor elektronik olarak kontrol edilmesi sayesinde ABS, çekiş kontrolü ve stabilite kontrolü gibi modern kontrol yöntemleri daha basit ve etken şekilde kullanılabilir.



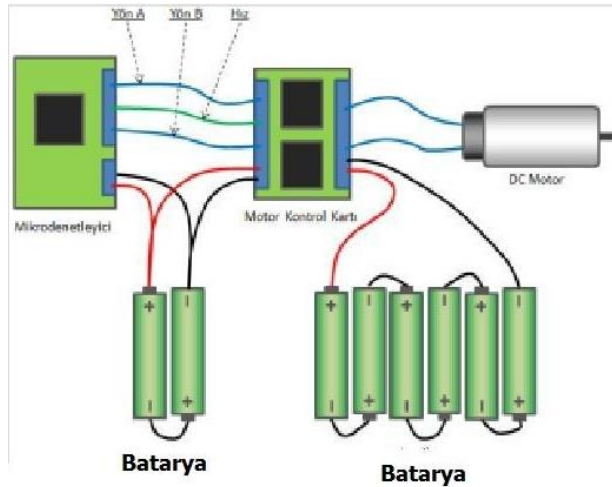
Şekil 3.8. Fırçasız DC motorlar

3.1.5. Motor Sürücüsü

Fırçasız DC motorlarda kullanılan kontrol yöntemleri ile motorun akımı, torku (dönme momenti), rotor konumu ve hızı gibi parametreleri kontrol edilir. Günümüze değin birçok kontrol yöntemi kullanıla gelmiştir. Doğru akım motorlarının hassas olarak hız kontrollerinin yapılabilmesi için, bugüne değin yapay sinir ağları, bulanık mantık, dalgacık tekniği, genetik algoritma olarak adı geçen pek çok yöntem sayılabilir. Ayrıca, adı sayılan bu yöntemlerle birlikte ya da tek başına PID kontrolü de kullanıla gelmiştir (Bayraktar, 2014).

Çalışma Prensibi

Fırçalı bir DC motoru çalıştırmak için motorun her 2 ucuna gerilim uygulanır. Motor, uygulanan gerilimle doğru orantılı bir hızda dönmeye başlar. + ile - uçların yerleri değiştirilirse, motor bu sefer ters yöne döner. DC Motorlar, çoğu devre elemanına göre çok daha fazla akım çeker. Bu nedenle, direkt mikro denetleyici uçlarına bağlanarak çalıştırılmazlar. Kullanılacağı sistemde tek yöne dönecekse mosfet ya da röle ile her iki yöne de dönecekse motor kontrol entegresi ile sürülürler. Birçok uygulamada DC motorların her iki yöne de dönmesi istenir. Motor kontrolü, DC motor ile mikro denetleyici arasına yerleştirilen motor sürücüsü entegresi ve devresi ile sağlanır.



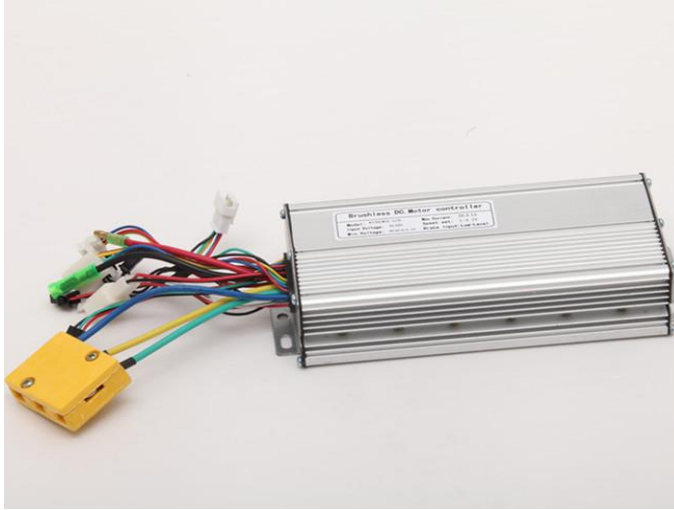
Şekil 3.9. Motor sürücüsünün şemantik gösterimi

Bu 3 temel bağlantı ile kontrol entegresinin çalışması için ve motora iletmek için gerekli güç sağlanmış olur. Geriye motoru kontrol etmek için kullanacağımız 3 bağlantı kalır: "A", "B" ve "En" yada "PWM". "A" ve "B" bağlantıları, mikro denetleyicinin herhangi bir I/O pinine bağlanır. Motorun hızı da kontrol edilmek isteniyorsa, "En / PWM" bağlantısı mikro denetleyicinin PWM girişine bağlanır. Hız kontrolü gerekli değilse, "En / PWM" herhangi bir I/O portuna bağlanabilir. Giriş verilen komutlara göre motorun tepkisi Çizelgesi 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Motor tepki pinleri

| A | B | EN/PWM | Tepki |
|---|---|--------|------------------|
| 0 | 0 | 1/0 | Serbest |
| 1 | 0 | 1 | A Yönüne Dönüş |
| 0 | 1 | 1 | B Yönüne Dönüş |
| 1 | 1 | 1/0 | Sert Duruş(Fren) |

Özetle, "A" ve "B" girişleri motorun hangi yöne döneceğini ve duruş modunu belirler. "En / PWM" ise dönüş hızını kontrol eder. Örneğin, motorun A yönüne dönmesi için kontrol entegresinin "A" ve "En / PWM" girişine 5V elektrik uygulanması gerekir (Altan, 2013).



Şekil 3.10. Motor sürücüsü

3.2 YÖNTEM

Çizelge 3.1'deki değerler incelendiğinde 8 başlı bir süt sığırcılığı işletmesinin günlük olarak yaklaşık 260 kg (yaş ağırlık), öğün başına ise (günde 2 kez yemlendiği varsayıldığında) 130 kg karma yeme ihtiyacı olduğu görülmektedir. Bu ölçekte işletmelerin insan iş gücü ve zaman kaybını azaltarak kaliteli doğru oranda karışım yapabilen, ihtiyaca uygun kendi yürür elektrikli yem karma ve dağıtma makinesinin tasarımına yukarıda tespit edilen yem miktarları göz önüne alınarak ilk olarak yem karma ünitesinin hacminin hesaplanmasıyla başlanmış ve diğer kısımlar sırayla tasarıma dahil edilmiştir.

Makine kısımlarına ait hesaplama ve tasarım kriterleri ve formül setleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Depo ve Helezon: 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] hesaplanmıştır (Mihcakan ve ark., 2007).

$$T = M \cdot \rho \quad [3.1]$$

T: Depo ve karma ünitesi hacmi (m³)

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

ρ : Yemin özgül kütlesi (m³/kg)

Yem karma ünitesinin tabanı daire şeklinde olup 4 mm sacdan, alttan üste doğru eliptik şekilde uzamakta olan depo duvarları ise 2 mm sactan oval şekilde 2 parça halinde kıvrılarak tasarlanmıştır. 2 parça alın altına birleştirilerek taban demiri üzerine yerleştirilmiştir. Depo yemin en iyi şekilde kıyılarak karışmasına olanak verecek şekilde tasarlanmıştır.

Karma Ünitesinin yan duvarlarında bir boşaltma kapağı bulunacaktır ve eğik şekilde yerleştirilecektir ayrıca kapak üzerinde bulunan bir tutamak ile elle açılıp kapanacaktır.

Yine karma ünitesinin yan duvarında bir boşaltma kapağı bulunacak, kapak yan duvara paralel çalışacak şekilde ayarlanmıştır. Kapak, üzerine yerleştirilen bir kol

yardımı ile elle açılıp kapanacaktır. Kapak depo yüzeyine paralel bir şekilde kayma yöntemiyle açılıp kapanacaktır.

Helezon: Yem karma deponun tam merkezinde çalışan helezon üzerindeki bıçaklar ile uygun büyüklükte kıyım, tabanı tam örten kanat yapısı ile de ünite içinde yemin kalmasına engel olacak şekilde tasarlanmıştır

Tabanı geniş olan yem karma makinesinin dip kısmında boşaltma esnasında yem kalmaması ve alt kısımlardaki materyallerinde parçalanması için L şeklinde bıçak tasarlanarak helezonun dibini süpüren kısmına eklenmiştir.

Ana Şasi: Tasarımın ana çatısını oluşturan şasi uygun kutu profilden tasarlanmıştır. Şasi üzerine önde iki ve arkada tek adet olmak üzere üç adet tekerlek bağlanmaktadır. Şasinin ön kısmında yem karma deposu ortada operatör durma yeri ve arka kısımda akü yer almaktadır.

Çalışmada; sonlu elemanlar yöntemine göre çözümlenmeler yapan paket programı kullanılarak, şasiye etkiyen statik yayılı yük altında yapısal analiz gerçekleştirilmiştir.

Şasinin üzerine gelen toplam kuvvet, 6000 N'luk düşey yayılı yük uygulanarak yapısal analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda; en yüksek gerilmenin ve deformasyonun olduğu kritik bölgeler belirlenmiştir.

Katı modeli oluşturulan yapıya; daha sonra sonlu elemanlar uygulanmıştır. Sonlu eleman tipi olarak yapısal analizlerde tercih edilen Solidworks Simulation katı mesh eleman tipi seçilmiştir. Mesh detayları çizelge 3.5'teki gibidir.

Çizelge 3.5. Mesh ağ detayları

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Toplam Hücreler | 18235 |
| Toplam Elemanlar | 9538 |
| Maksimum En-Boy Oranı | 25.429 |
| En-Boy oranı < 3 olan elemanların % | 87.6 |
| En-Boy oranı > 10 olan elemanların % | 0.189 |

Gerçekleştirilen stres analizi (Von mises) sonucunda maksimum 391 MPa Düğüm: 16697 sonuçları elde edilmiştir.

Gerilim analizi (ESTRN) 0.0421607 Eleman: 9133 değerleriyle gerçekleştirilmiştir.

Yer Değiştirmesi(URES) analizi maksimum 20.255 mm Düğüm: 2926 değerlerine ulaşılmıştır.

Redüktörlü elektrik motoru: Elektrikli yem karma makinesinin redüktörü bir elektrik motoruyla tahrik edilecektir. Yüksek devirli elektrik motorunun devri düşürülüp dönme momenti yükseltilecek karma için gerekli güç ihtiyacı elde edilmektedir. Bu tip tasarım elektrik motoru ve redüktör olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Bu tasarıma ait özellikler aşağıda verilmiştir.

Elektrik motoru: Yem karma deponun ortasında bulunan helezonun tahriki için redüktörle birlikte çalışabilecek yapıda piyasada birçok firmanın ürettiği 2 kutuplu 220 V elektrik motoru seçilmiştir. Elektrik motoru dönüştürücü yardımıyla aküden aldığı elektrikle 1420 d/d dönü hareketini redüktöre iletmektedir. Çizelge 3.6'te verilen elektrik motoruna ait katalog değerleri kullanılarak saatlik güç tüketimi hesaplanmış ve redüktörle birlikte akuple halde elektrik motorunun üç boyutlu resmi çizilmiştir.

Çizelge 3.6. Elektrik motorunun özellikleri

| | |
|-----------------|-------|
| Güç(kw) | 3 |
| Akım(v) | 220 |
| Amper(A) | 12,23 |
| Devir(n) | 1420 |
| Cos ϕ | 0,80 |
| Verim(η) | 0,813 |
| Moment(kgm) | 2,050 |

Elektrik motorunun şebekeden çektiği güç eşitlik [3.2] ile hesaplanmıştır (Anonim, 2010).

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \Phi / 1000$$

[3.2]

P: Güç (kW)

I: Akım (A)

U: Gerilim (V)

Cos ϕ : Güç faktörü

η : Verim

Redüktör: Ana parçalar olarak giriş mili, ayna-mahruti, planet dişliler, çember dişli ve çıkış milinden oluşan 27,807 tahvil oranına sahip dikey tip olarak adlandırılan redüktör tasarlanmıştır. Ayrıca traktör ile çalışması gerekebileceği düşünülerek redüktörün çalıştırılabilmesi için kuyruk mili girişi de eklenmiştir.

Çizelge 3.7. Redüktörün teknik özellikleri

| Giriş Gücü(Kw) | Giriş Mil Devri(d/d) | Çıkış Mil Devri(d/d) | Kademe Sayısı | 1.Kademe Dişli Tipi | 2. Kad. Dişli Tipi |
|----------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 3 kW | 1420 | 52,07 | 2 | Ayna-Mahruti | Planet dişli |

Dönüştürücü: Yem karma ve dağıtma süresince çalışacak olan elektrik motorlu redüktör için; aküden gelen DC akımı AC akıma çevirecek bir dönüştürücüye ihtiyaç vardır. Piyasada çok sayıda ve çeşitte bulunan dönüştürücü; tasarım için istenilen özellikte olanı seçilerek, katalog özelliklerine göre çizilmiştir.

Dönüştürücü kapasite eşitlik [3.3] ile hesaplanabilir (Çolak ve ark., 2012).

$$S = P / \mu \quad [3.3]$$

S: Gerekli dönüştürücü kapasitesi

P: Güç miktarı

μ : Dönüştürücünün Verimi

Piyasada bulunan tam sinüs dönüştürücülerin verimi %83-89 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Akü: Tasarımda elektrik gücünün sağlanması için bir güç kaynağına ihtiyaç vardır. Bu güç kaynağı için şarj kabiliyeti yüksek verimli ve ucuz olan jel aküler seçilmiştir. Jel aküler hafif ve deşarj derinliği bakımından birçok tasarımda tercih edilmektedir. Gerekli akü kapasitesi formül [3.4] ile hesaplanabilmektedir (Gören, 2011).

Akü kapasite hesabı;

$$Ak = h.z.tb.k \quad [3.4]$$

Ak: Akü kapasite Hesabı

h: Enerjinin aküden çekileceği saat

z: Deşarj derinliği

tb: Batarya sıcaklık katsayısı

k: Saatlik batarya kapasitesi ihtiyacı (Ah/h)

Jel akü, üretici firma değerleri doğrultusunda seçilerek üç boyutlu çizilmiştir.

Fırçasız DC Motor: Tasarımda kullanılacak Fırçasız DC motorun seçimi için Çizelge 3,7'deki değerlere göre hesaplanıp seçilmiştir. Güç ihtiyacı hesaplandıktan sonra bu tip motor üretim yapan firmaların değerlerine göre DC motor seçilmiştir. Tasarımın istenilen teknik özellikleri ve çizimleri aşağıdaki gibi verilmiştir.

Tasarlanan yem karma makinesi çiftlik içi yemleme işi için kullanılacağından maksimum 10 km/h hıza ulaşacaktır. Yapılan hesaplamalar sonucu aracın boş ağırlığı yaklaşık 375 kg olmaktadır. Bu boş ağırlığa operatör ve depoya konulacak yem de dahil edildiğinde ağırlığın 600 kg'a kadar yükseleceği dikkate alınarak tüm hesaplamalar ve yürüme gücü hesabı yapılmıştır. Makinenin fonksiyonlarını tam olarak yerine getirebilmesi için yürüme gücü hesabı aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır;

Fırçasız DC motor gerekli güç hesabı:

Tekerlek Sürtünmesi;

$$F = m.g.\cos(\alpha).R_r \quad [3.5]$$

Gerekli Kuvvet;

$$F = m.g.\sin(\alpha) \quad [3.6]$$

Bu kuvveti yenmek için gerekli olan güç (Kw) ;

$$P = F.v/1000 \quad [3.7]$$

Gerekli olan güç değeri sistem verimine göre düzenlendiğinde ve formüller [3.5],[3.6] ve [3.7] birleştirildiğinde ise gerekli olan net güç miktarı formülü aşağıdaki gibidir (Anonim, 2010b);

$$F = m.g.(\sin \alpha) + m.g.(\cos \alpha).R_r + V^2 \quad [3.8]$$

m: Kütle(kg)

a: Eğim açısı ($^{\circ}$)

Rr: Dönme sürtünme katsayısı

v: Hız (m/s)

g: Yer çekimi ivmesi (m/s^2)

E= P/e

E= Net Güç (kW)

P= Güç (kW)

e= Verim (η)

Çizelge 3.8. Hareket için gerekli parametreler

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| Toplam Kütle(m) | 700 kg |
| Yer çekimi(g) | 9,81 m/s ² |
| Eğim Açısı (a) | 5 |
| Dönme Sürtünme Katsayısı(Rr) | 0,015 |
| Hız(v) | 10 km/h |
| Sistemin Toplam Verimi(e) | 0,9 |

Çizelge 3.9. Seçimi yapılan Fırçasız DC motorun teknik özellikleri

| | |
|--------------|----------|
| Gerilim | 48 V |
| Akım | 75 A |
| Verim | 0,96 |
| Maksimum Hız | 40 km/h |
| Güç | 1,5 kW |
| Motor Çapı | 11 " inç |
| Ağırlık | 12 Kg |

Tasarımda kullanılan diğer parçalar: Tasarımın dümenleme işini makinenin arka tarafında bulunan tek tekerlek gerçekleştirmektedir. Direksiyon ile gelen dönme hareketi alt kısımda bulunan kremayer dişli olan direksiyon kutusuna iletmektedir, dişli grubuyla ileri geri hareket eden piston tek tekerleğe bağlı olan rot başını hareket ettirerek 17 derecelik bir açıyla dümenleme işlemini gerçekleştirmektedir.

Tasarımın arka tekerleğinin ortasında çalışan ve arka tekerleği tutan porye 4 bijonlu olarak üç boyutlu çizilerek modellenip tasarıma eklenmiştir.

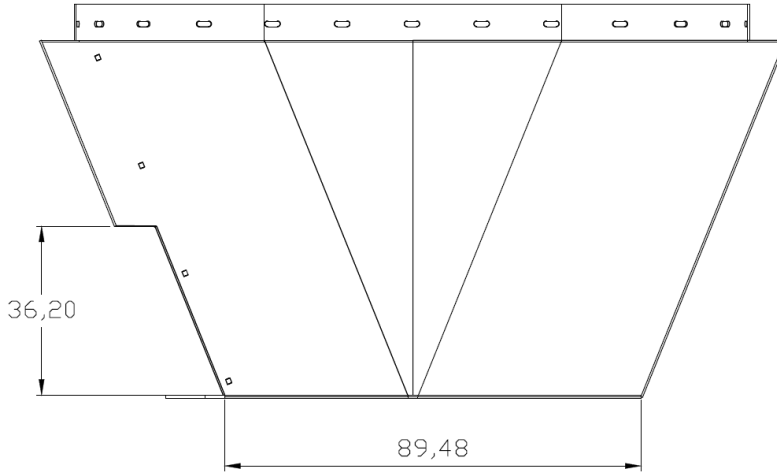
4. BULGULAR

Depo ve Helezon

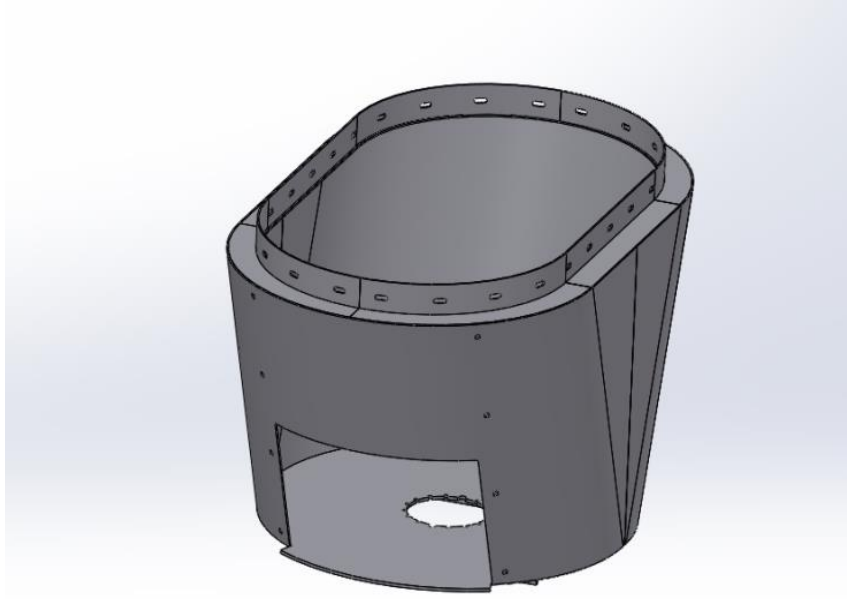
Yapılan tasarım sonucunda birçok hesaplama, iki boyutlu ve üç boyutlu çizimler gerçekleştirilmiştir. Hedef kitle olan küçük ölçekli işletmeler için ekonomik olacak en iyi tasarım gerçekleştirilmeye çalışıldı. Küçük ölçekteki işletmelerin ihtiyacı olan günlük yem miktarı belirlendi ve bu ihtiyaca göre yem karma ve dağıtma makinesinin depo kapasitesi eşitlik [3.1] ile $1,3 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Tasarlanan deponun hacmi Solidworks programının hacim ölçme yöntemiyle doğrulanmıştır.

Çizelge 3.1'deki değerler dikkate alınarak işletmeler için $1,3 \text{ m}^3$ kapasiteye ihtiyaç olduğu tespit edildi. $1,3 \text{ m}^3$ hacme sahip depo ve $365 \times 560 \text{ mm}$ ölçülerinde boşaltma ağız kapağı, deponun ortasında saat yönünde dönerek çalışan 455 mm yüksekliğe ve $847,21 \text{ mm}$ genişliğe sahip helezon resimleri üç boyutlu ve iki boyutlu olarak tasarıma dahil edilmiştir. (Şekiller 4.1, 4.3, 4.4, 4.5).

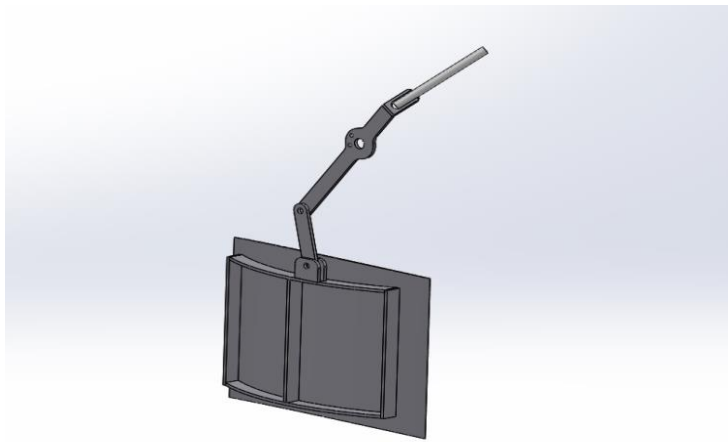


Şekil 4.1. Yem karma deponun iki boylu çizimi (Ön görünüş)



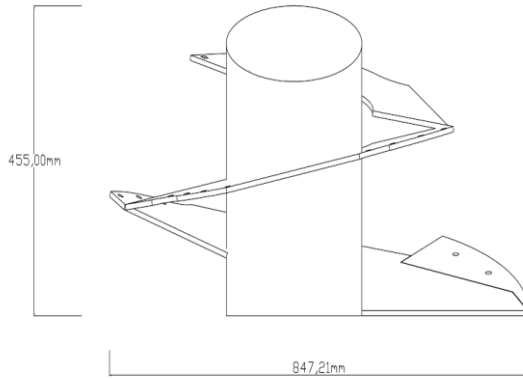
Şekil 4.2. Yem karma deponun üç boyutlu çizimi

Boşaltma ağız kapağı 3mm saçtan, yem karma deposu yan duvarına eğik bir biçimde açılmış ve üzerinde bulunan bir tutamak yardımıyla elle açılıp kapanabilecektir. Boşaltma aralığı üzerinde bulunan bağlantı delikleri vasıtasıyla ayarlanabilecektir (Şekil 4.2).

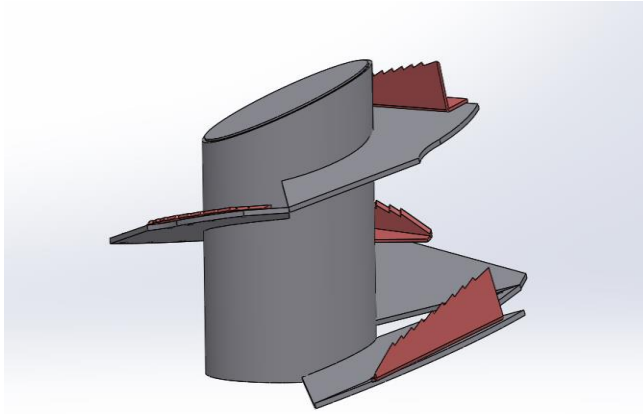


Şekil 4.3. Yem karma deposu boşaltma ağız kapağı

Karma ünitesi ortasında dönerek karıştırıcı görevini yapan dikey durumda; 5mm et kalınlığına sahip sac boru etrafına, 4 mm kalınlıktaki sactan kıvrılarak oluşturulmuş kanatlar üzerine 5 adet kesici bıçak cıvatalar yardımıyla bağlanarak oluşturulan helezon saat ibresi yönünde dönerek karıştırma, kesme ve boşaltma işini gerçekleştirecektir. Depo içerisindeki helezonun kanatlarına vida yardımıyla bağlanan düz bıçak keskin uçları sayesinde saman, yonca vb. maddelerin istenilen boyutlara getirilmesini sağlayacaktır.



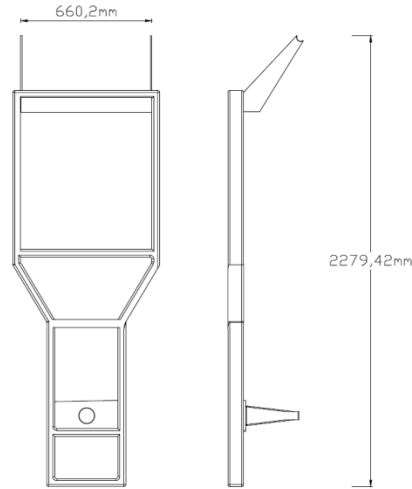
Şekil 4.4. Helezonun iki boyutlu resmi



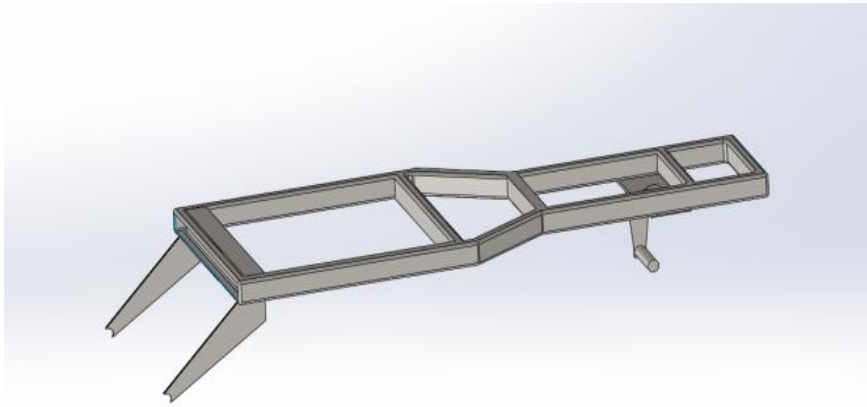
Şekil 4.5. Helezonun üç boyutlu resmi

Ana Şasi

Elektrikli kendi yürür yem karma ve dağıtma makinesinin ana kısmını oluşturan şasinin tasarımı yapılmıştır. Şasi St-37 malzemeden 40x80x4 kutu profil kullanılarak tasarlanmıştır. Şasinin maksimum uzunluğu 2279,42 boyunda 660,2 mm'dir. (Şekil 4.8).

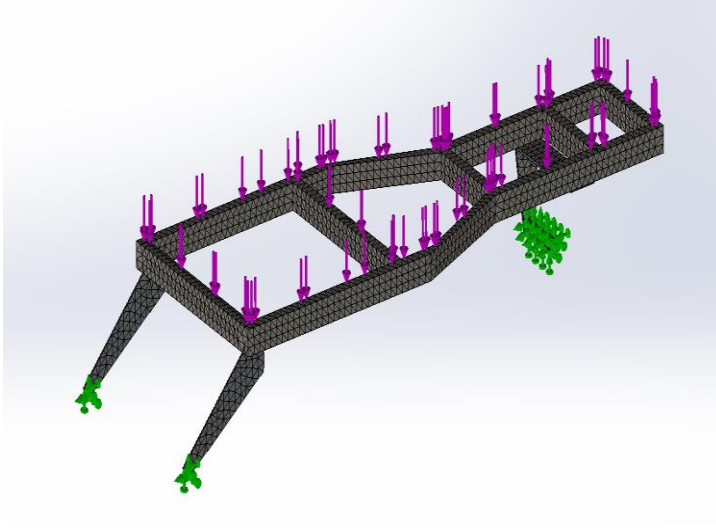


Şekil 4.6. Şasinin iki boyutlu çizimi



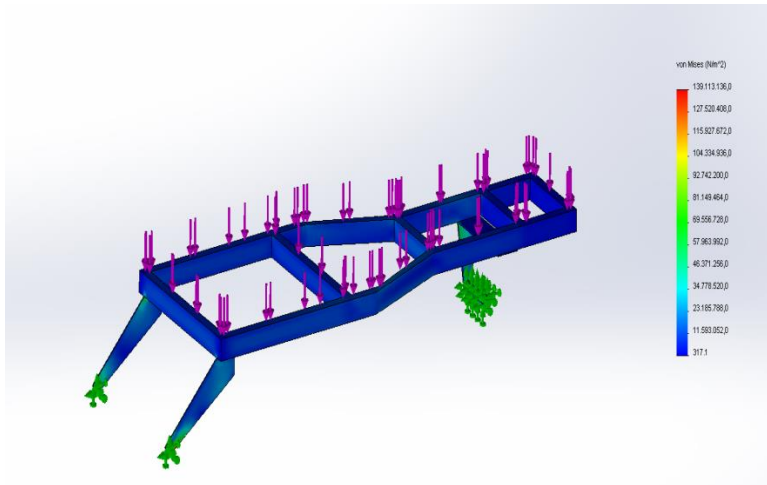
Şekil 4.7. Şasinin üç boyutlu resmi

Şasi tasarımı bitirildikten sonra sonlu elemanlara ayırma yöntemi kullanılarak statik, yorulma ve yer değiştirme analizlerine tabi tutuldu. Şasi ön ve arka tekerleklerden sabitlenerek üzerine 7000 N'luk bir yük etki ettirilmiştir.

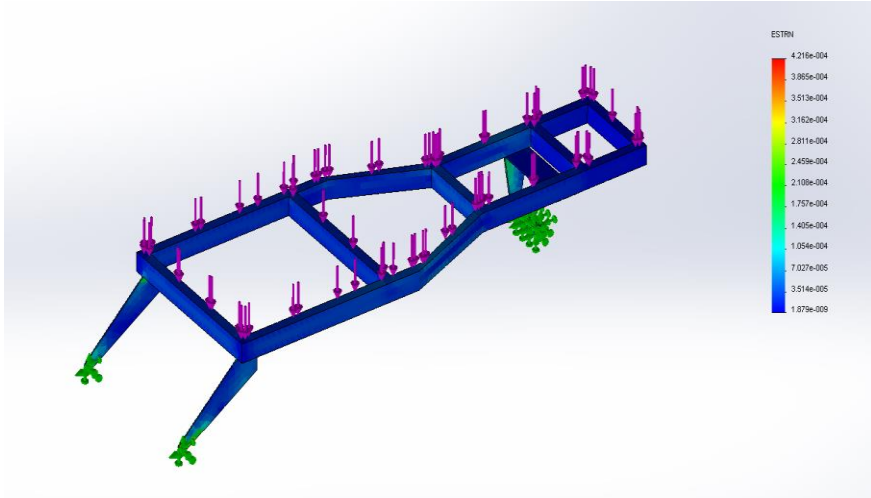


Şekil 4.8. Şasinin sonlu elemanlara ayrılmış hali

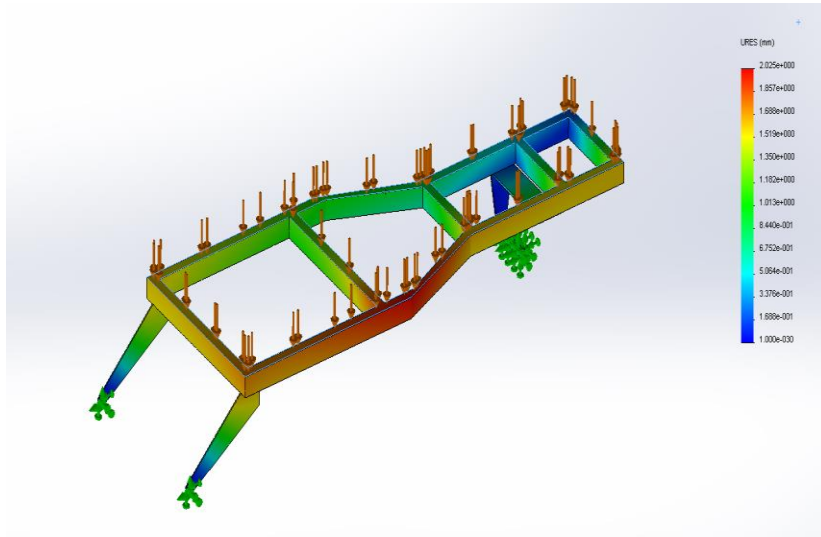
Analizler sonucunda en fazla yorulma ve yer değiştirmenin tekerlek bağlantı noktalarında olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu değerlerin mukavemet sınırları içinde olduğu görülmüştür (Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12).



Şekil 4.9. Şasinin stres Analizi



Şekil 4.10. Şasinin gerilim analizi



Şekil 4.11. Şasinin yer değiştirme analizi

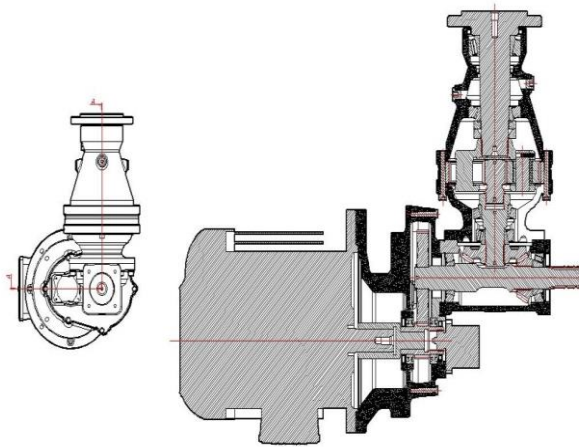
Yapılan çalışmada statik ve dinamik yüklemelere dayanıklı, sonsuz yorulma ömürlü bir şasi elde edilmeye çalışılmıştır. Geometrik tasarımı için Solidworks statik analizler için Solidworks Simulation uygulaması kullanılmıştır. Statik analiz sonucunda en iyi değerleri veren şasi dizaynı (40x80x4 mm) üzerinden yapılan dinamik analizler sonucunda yapıda oluşan gerilme değerlerinin malzeme akma sınırı altında kaldığı görülmüştür. Tasarım sonucu elde edilen tüm değerler ve

ölçüler doğrultusunda bir imalat gerçekleştirildiğinde güvenli bir şasi elde edileceği görülmektedir. Seçilen şasinin analizler neticesinde uygun çıkmasına rağmen, malzeme içerisinde meydana gelen mikro çatlakların ve özellikle kaynaklı imalat aşamasında, kaynak bölgesinde oluşan mikro çatlakların şasinin mukavemet değerlerini düşüreceği göz ardı edilmemelidir.

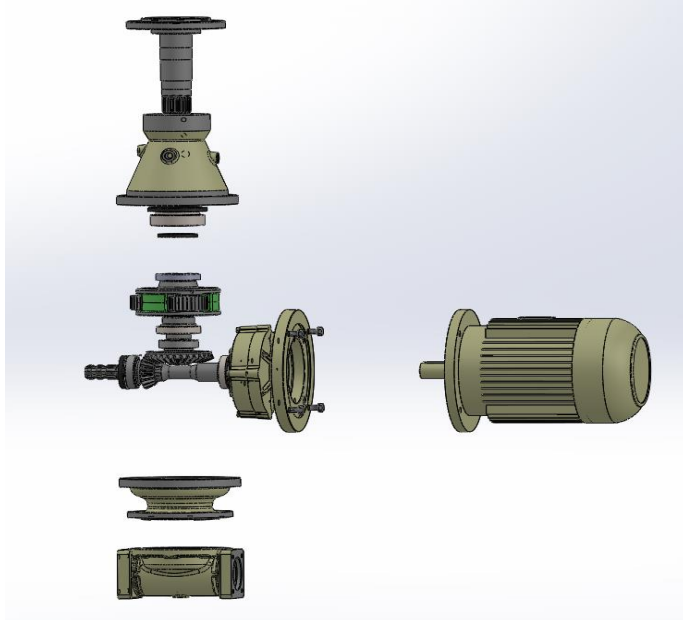
Elektrik Motorlu Redüktör

Yem karma ve dağıtma deposu için elektrik motorlu redüktör tasarlandı. Bu redüktör için üç kilowatt elektrik motoru ve yatay gelen dönme kuvvetini 90 derece değiştiren dikey tip olarak adlandırılan redüktör eklendi.

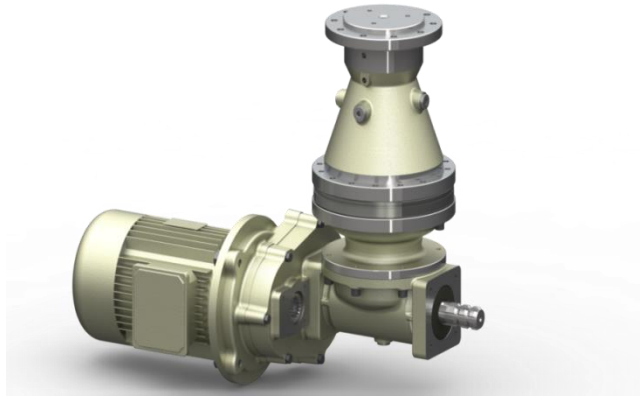
Elektrik motorunun şebekeden çektiği güç formül [3.2] ile hesaplanarak 3,728 kW olarak bulunmuştur.



Şekil 4.12 Elektrik motorlu redüktörün iki boyutlu kesit resmi



Şekil 4.13. Elektrik motorlu redüktörü oluşturan parçalar



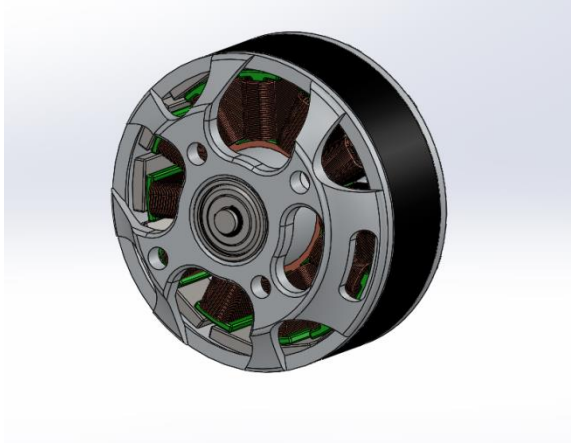
Şekil 4.14. Elektrik motoru ve redüktörün montajlı hali (render)

Dişli grubundan oluşan redüktör elektrik motorunun 1420 min^{-1} olan devrini $52,07 \text{ min}^{-1}$ 'ya indirerek momentini yükselttiği hesaplamalar sonucunda görülmektedir. Elektrik motorlu redüktör tüm parçalarıyla birlikte çizilerek şekil 4.14'te verilmiştir.

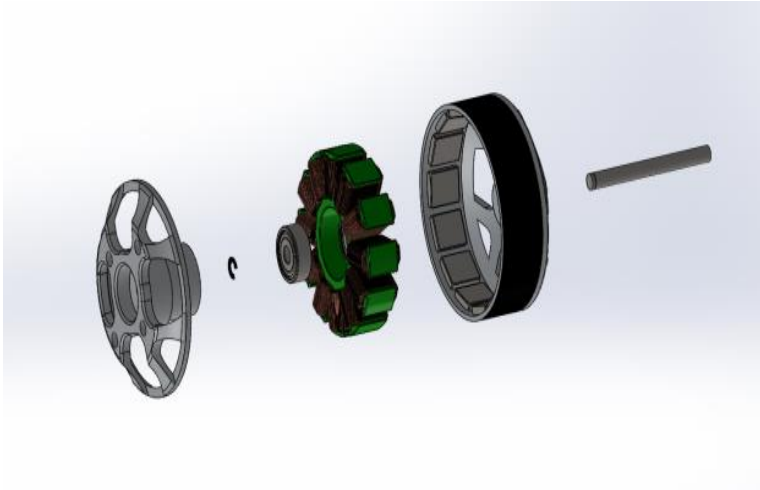
Fırçasız DC Motor

Tasarımda yürüme hareketinin gerçekleştirilmesi için gerekli güç hesabı formül [3.8] ve çizelge 3,8'deki değerler kullanılarak hesaplama gerçekleştirilmiş ve 2,17 kW güce ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir.

Formül [3.8] sonucunda elde edilen değere göre rezerv güçte dikkate alınarak iki adet 1,5 kW gücünde fırçasız (DC) motorun tüm ihtiyacı karşılayabileceği belirlenmiştir.

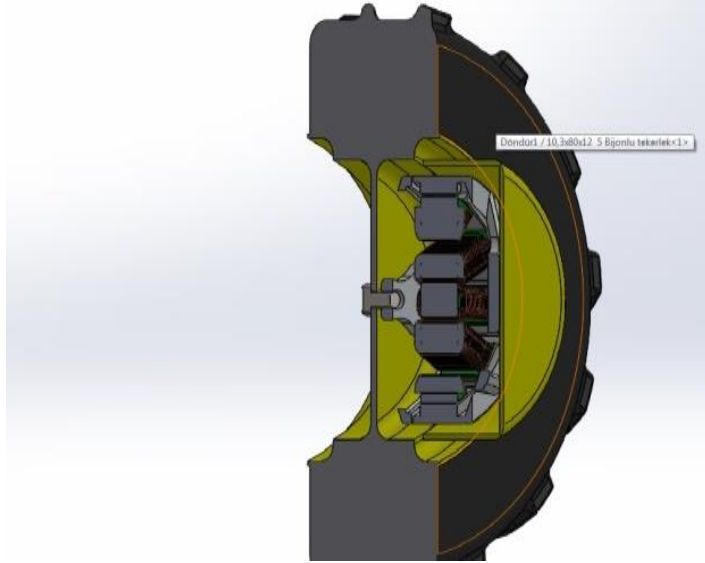


Şekil 4.15. Fırçasız DC motorun üç boyutlu resmi



Şekil 4.16. Fırçasız DC motorun montaj resmi

Motorların üç boyutlu tasarımları gerçekleştirilerek ön teker jantları içine yerleştirilmiştir.



Şekil 4.17. Fırçasız DC motorun jant içerisine yerleştirilmiş hali

Dönüştürücü

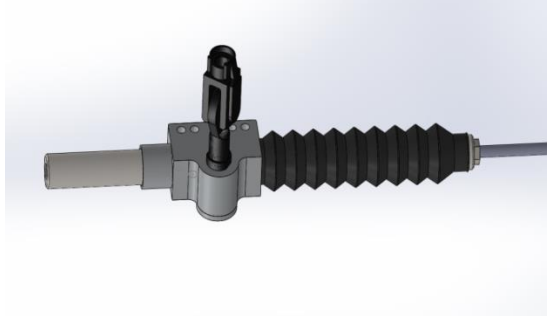
Hesaplamalar sonucunda piyasada bulunan 48V 3500 W dönüştürücü seçilip üç boyutlu olarak çizilmiştir. 3500 W'lık tam sinüs bir dönüştürücünün ihtiyacı karşılayabilecektir.

Akü

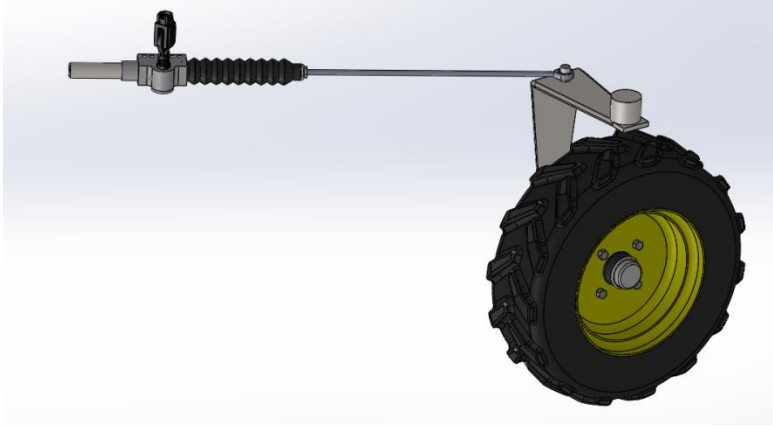
Tasarımda elektrik ihtiyacının karşılanabilmesi için akü eklenmiştir. Kullanılan elektrik motorlar için akü kapasitesi formül [3.4] ile aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

Hesaplamalar sonucunda fırçasız DC motorların akım gücü ihtiyacı içinde uygun olan 48 V 125 Ah kapasitesinde bir akünün yeterli olacağı öngörülmüştür. Akü tipi olarak ucuz, hafif ve deşarj kapasitesi uygun olan jel akü seçilmiştir ve tasarıma eklenmiştir.

Tasarımında arka tekerlekten gerçekleşen dümenleme için bir direksiyon kutusu tasarlanmıştır. Dönme hareketini dişliler vasıtasıyla ileri-geri harekete çevirerek tekerleğin 17 derecelik bir açıyla dümenlemesini sağlamaktadır.

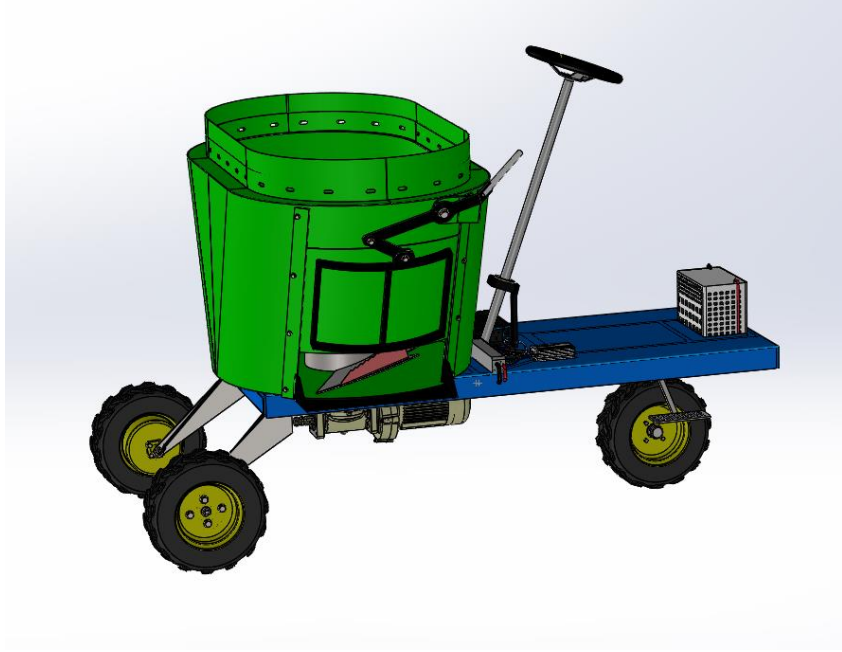


Şekil 4.18. Direksiyon kutusu

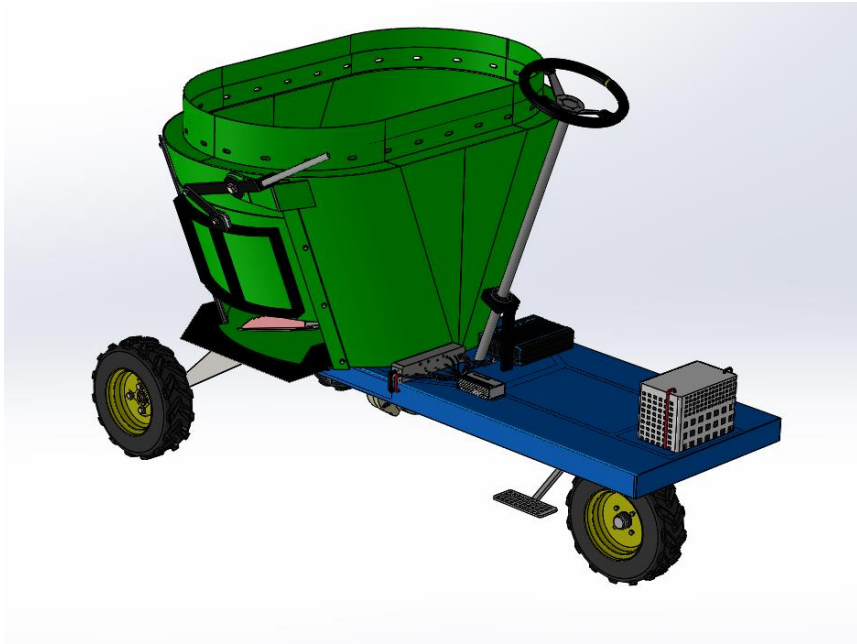


Şekil 4.19. Direksiyon sistemi

Tasarım sonucunda tüm parçalar birleştirilerek Şekil 4.20 ve Şekil 4.21 ' teki gibi bir tasarım elde edilmiştir. Genel ölçülere bakıldığında makinenin en yüksek yeri 1757 mm ve en geniş yeri ise 1631 mm'dir.



Şekil 4.20. Tasarımın tüm parçalarının montajlanmış hali



Şekil 4.21. Tasarımın izometrik görünüşü



Şekil 4.22. Tasarımın yandan görünüşü



Şekil 4.23. Küçük kapasiteli elektrikli yem karma ve dağıtma makinesi

5. SONUÇ

Bu modelleme ile elektrikli kendi yürür yem karma makinesi imalatı için gerekli; üç boyutlu ve iki boyutlu teknik resimler elde edildi. Gerçekleştirilen analizler ve hesaplamalar yapılarak bir tasarım ortaya konuldu. Bu tasarım neticesinde küçük kapasiteli işletmeler için elektrikli kendi yürür yem karma ve dağıtma makinesi imalatı için gerekli tüm veriler elde edildi. Yapılan şasi analizleri neticesinde tasarımı ayakta tutabilecek sonsuz yorulma ömürlü bir şasi elde edildi. Ayrıca makinenin hareket edebilmesi için kullanılan Fırçasız DC motorlar termik motorlara göre daha az enerji tüketecek ve sıfır emisyon salgılayan çevre dostu bir tasarım gerçekleştirildi. Günümüzdeki fazla enerji gereksinimine paralel olarak petrol tüketiminin artması petrol ve türevlerinin yenilenemez olması gelecek için alternatif yakıt olarak değerlendirilen elektrik enerjisinin önlenemez yükselişini göz önüne sermektedir. Dünyadaki bu elektrik enerjisinin kullanımının artması ve tarım makineleri sektörüne adapte edilebilmesi açısından bu tasarım önem arz etmektedir. Tarım makinelerinde elektrik enerjisi ve teknolojisi kullanımının yaygınlaştırılmasına katkıda bulunması ve termik motorların yerini alarak ülkenin petrol bakımından dışa bağımlılığını azaltacak yönde bir modelleme olduğu açıktır.

Tasarım sonucunda gerekli değerlerin elde edilmesi ile büyük kapasiteli termik motorlu yem karma ve dağıtma makineleri ile traktörle çekilir yem karma ve dağıtma makineleri yerine kullanılacak çevre ve hayvan sağlığı açısından güvenli, egzoz ve gazı salgılamayan, yakıt olarak daha ucuz olan elektrik enerjisinin kullanımının önünün açılması hedeflenmektedir. Ülkemizde hayvan yetiştiriciliğinin büyük bir çoğunluğunu oluşturan küçük kapasiteli işletmelerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir makine tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca yem karma ve dağıtma işi için insan iş gücü sayısının azaltılması ve yemleme maliyetlerinin en aza indirilerek çiftliklerin modernleştirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2003. Türkiye Hayvancılığı Hedef; 2023

[<http://www.zootechni.org.tr/upload/File/Hayvanlik%20Rapor-Sonhali.pdf>], Erişim Tarihi: 03.04.2015

Anonim, 2006. Tarım Sayımları. [<http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do>.], Erişim Tarihi: 20.09.2006.

Anonim, 2007a. Türkiyede Hayvan Varlığı

[http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=44&ust_d=13] Erişim Tarihi: 06.05.2007

Anonim, 2007b. Motorlu Araçlar Teknolojisi

[http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/motorlu_araclar/moduller/otomotiv_govde_mekanigi1.pdf], Erişim Tarihi: 13.07.2015.

Anonim, 2010a. Hayvancılığa Genel Bakış

[<http://www.zootechni.org.tr/upload/File/TRKYE%20HAYVANCILI.pdf>], Erişim Tarihi: 03.03.2015

Anonim, 2010b. Geliştirme Raporu

[http://www.turkcadcam.net/grup/dosyalar/EA_Rapor_Kaan_07.04.2010.pdf], Erişim Tarihi: 07.04.2015.

Anonim, 2011a. Mekanik Uygulama Örnekleri

[<http://www.yr.com.tr/Res/Makaleler/Mekanik%20Uygulama%20%C3%96rnekleri.pdf>], Erişim Tarihi: 05.06.2015.

Anonim, 2011b. Yem karıştırma ve Dağıtma Makineleri

[http://saferomu.net/tr/resimler/m_yem_karistirma_ve_dagitma_makineleri.pdf], Erişim Tarihi: 13.07.2015.

Anonim, 2012. Yazılı görüşme, Kozabirlik, Ankara, Ekim 2012

Anonim, 2013 Yem Temini

[http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yem%20Temini.pdf], Erişim Tarihi: 13.07.2015

- Altan, K. 2013. Mikrodenetleyici ile DC motor Hız Kontrolü [<http://www.kursadaltan.com/wp-content/uploads/2013/12/Mikrodenetleyici-ile-DC-motor-H%C4%B1z-Kontrol%C3%BC.pdf>], Erişim Tarihi: 09.05.2015
- Aydoğdu, Ö., 2006. Fırçasız Doğru Akım Motorlarının Genetik Tabanlı Bulanık Denetleyici İle Sensörsüz Kontrolü. Diss. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ayık, M., 1985. Hayvancılıkta Mekanizasyon, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 950, Ders kitabı: 273, Ankara
- Altay, F. ve Turhal, K., 2011. Bilecik İlindeki Tarımsal Mekanizasyonun Durumu Ve Çözüm Önerileri. **6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)**. 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey.
- Akman, N., ve ark., 2010. "Türkiye Sığırcılık İşletmelerinin Yapısı Ve Geleceğin Sığırcılık İşletmeleri." **Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. Bildiriler (II)** (2010): pp. 651-665. Ankara
- Aygün, T., Karakuş, F., Yılmaz, A., Ülker, H. 2004. Van İli Merkez İlçede Kırmızı Et Tüketim Alışkanlığı. **4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi**, 1-4 Eylül 2004, Süleyman Demirel Üniv. Ziraat Fak., Isparta
- Aydemir, C., Pıçak, M., 2007. GAP Bölgesi'nde Hayvancılığın Gelişimi ve Türkiye İçindeki Konumu. **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi** 6(22): 13-37
- Bayraktar, C.H., 2014. Fırçasız Doğru Akım Motorlarının Kontrolü, Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Bakır, G., Demirel, M., 2001. Van İli ve İlçelerindeki Sığırcılık İşletmelerinde Kullanılan Yem Çeşitleri Ve Hayvan Besleme Alışkanlıkları. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 11 (1), 29-37.
- Chan, C. C., 2002. "The State Of The Art Of Electric And Hybrid Vehicles", Proceedings of IEEE, 90 (2), pp. 247-275.

- Çakmak, E.H., Dudu, H., Öcal, N., 2008. Türk Tarım Sektöründe Etkinlik: Yöntem ve Hane Halkı Düzeyinde Nicel Analiz. Tepav Yayınları, Ankara
- 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.
- Demirbas, N. ve Karagözlü C., 2006, Küresel Rekabet ve AB'ye uyum açısından Türkiye'de süt ve süt ürünleri Sanayi'inde gıda güvenliği ve kalite konusundaki gelişmeler, İzmir Ticaret Odası Yayını, pp. 83 İzmir.
- Demirci, Y., 2010. "Hibrit Araçlarda Elektrik Motoru Denetimi", Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 21-50 2010.
- Gürcan, A., Soyak Mİ., Soysal EK., 2007. Tekirdağ İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerdeki Siyah Alaca Süt Sığırlarının Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4.3 pp. 297-305.
- Gören, A., Özgün, B., Polat. C., 2011. "Güneş Enerjisi İle Çalışan Araç İçin Monokok Kompozit Gövde Tasarımı ve İmalatı." , İzmir.
- Evcim, H. Ü., 2010. "Tarımsal Mekanizasyon Durumu, Sorunları Ve Çözüm Önerileri." *Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*: pp. 11-15. Ankara.
- Ertaç, Y., 2008. "Elektrikli Taşıtların Tasarımı Ve Simülasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 8-46.
- Ergin, 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."
- Keskin, A., 2009. Hibrid Taşıt Teknolojileri Ve Uygulamaları. *Mühendis ve Makine*, 50(597):12- 20.

- Han, Y., and Galip B., 2009. "Özel Besi Sığırcılığı İşletmelerinde Irk Tercihleri Ve Besi Uygulamaları/Breed Preferences and Fattening Practices in Private Beef Farms." **Journal of the Faculty of Agriculture** 40:2.
- Ünlü, N., Karahan, Ş. ve Tür, O., 2003. "Elektrikli Araçlar", Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, Gebze, 6-22, 42-100.
- Uçucu, R., 1978, Tarımsal İşletmelerde Rasyonel Makine Kullanma Sorunu Ve Çözüm Olanakları, **3.Tarımsal Mekanizasyon Semineri Bildiri Kitabı**, pp. 82-89, İzmir.
- Kuşdoğan, Ş., 2009. Elektrikli Otomobillerde Enerji Depolama Sistemlerindeki Gelişmeler. *Mühendis ve Makine*, 50(596):2-11.
- Kutay, M.G., 2008. Dişli çarklar ve Redüktörler, pp. 372, İstanbul
- Koca,Y., 1996. Türkiye’de Yem Üretimi ve Ticareti, **Yem Magazin**, 15: 7-13, Ankara
- 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.
- 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.**
- Lüle, F, Koyuncu, T. ve Engin, K. E., 2012. Adıyaman İlinin Tarımsal Mekanizasyon Durumu. **27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi**, 5-7 Eylül, Samsun, pp. 48- 54
- Sağlam, H., 2014 "Burdur'da Hayvancılık." **Ayrıntı Dergisi** 2:14.
- Sapan, V., Etiler, D., 2004. Türkiye’de Hayvancılık Değerleme Raporu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara

- Yavuz, F., 2005. "Türkiye’de Tarım." Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, Ankara,[http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kontrol%20Sisteminin%20Kurulumu.pdf], Erişim Tarihi: 05.01.2015.
- Tanrıöven, M., 2012. Rüzgar ve Güneş Enerjili Güç Sistemleri, Ankara.
- Tezer, E. ve Sabancı, A., 1997. Tarımsal Mekanizasyon-I, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: 7, 167s, Adana.
- Xue, X., Cheng, K. W. E. and Cheung, N. C., 2008. Selection of Electric Motor Drives for Electric Vehicles, **Australasian Universities Power Engineering Conference**, , pp.170-175,Hong Kong.
- Yazıcı, V., Özdemir, E. 2013. Elektrikli Araç Şarj Yöntemleri, 5. **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu**, 23-24 Mayıs 2013, pp. 288-292, Kocaeli.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mürsel AKDENİZ

Doğum Yeri ve Tarihi : Akhisar/03.03.1990

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Tarım Makineleri Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Tarım Makineleri Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

-Ulusal 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : İzelmak Ziraat Aletleri L.T.D. Ş.T.İ / 07.2014 -

İLETİŞİM

E-posta Adresi : akdeniz.mursel@gmail.com

Tarih :