

Küçük Ölçekli İşletmeler İçin Elektrikli Kendi Yürür Yem Karma ve Dağıtma Makinesinin Bilgisayar Destekli Tasarımı

Mürsel AKDENİZ¹, Ahmet KILIÇKAN^{2*}

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Öz: 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 bir 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 hub tipi 1.5 kW gücünde iki adet elektrik motoru, 1.3 m³ kapasiteli yem karma kazanı için 3 kW anma gücünde elektrik motoru ve 1/28 tahvil oranına sahip redüktör tasarlanmıştır. Yem karma kazanı ve yürüme için gerekli elektrik gücü hesaplamalar doğrultusunda 48 V 125 Ah güce sahip jel akülerden karşılanmıştır. 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.

Anahtar Kelimeler: elektrik, yem karma, kendi yürür, tasarım

Computer Aided Design of the Self-Propelled with Electricity Feed Mixer-Distributer for Small Enterprises

Abstract: 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 one that does not have tractors 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 food blend and delivery machine has been designed in this study for low-capacity industries. Inside front wheel rims for walking movement can be mounted hub 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 boiler feed mix. Electrical power required to feed boilers and walk mixed in accordance with the calculations of the power of 24 V to 200 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: electric, feed mixer, self-propelled, design

GİRİŞ

Dünya süt üretiminin neredeyse tamamı (%86.3-%89.5), et üretiminin de yaklaşık %25'i tek başına sığır yetiştiriciliğinden sağlanmaktadır (Soyak ve ark., 2007). 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 ülkelerde %20 civarındadır. Bu oran gelişmiş ülkelerde %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, 2000).

Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) verilerine göre; ülkemizde 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. 2007'de hayvan başına yıllık 2.66 ton süt elde edilirken, 2012'de 2.86 ton elde edilmektedir. 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. Bununla birlikte et üretimi 2007'de 431.963 ton iken 2011'de 644.906 ton'dur. Artış oranı %49'dur. 2007'de hayvan başına ortalama 215 kg et elde edilirken, 2011'de 251 kg et elde edilmiştir. Et veriminin de dengeli beslenme ile %16 oranında arttığı görülmüştür (Gürcan ve ark., 2007).

Türkiye sığır varlığı bakımından sayısal olarak Avrupa'da üst sırada bulunmasına rağmen birim başa verim yönünden yapılacak sıralamada oldukça gerilerde yer almaktadır. Ülkemiz hayvancılık işletmelerinin ve bunun içinde yer alan süt sığırçılığının en önemli dar boğazı ekonomik yeter büyüklükte olmayan aile işletmeleri niteliğinde olmalarıdır. Bu durum teknolojinin uygulanmasını da olanaksız kılmaktadır. Türkiye'de ortalama işletme başına düşen hayvan sayısı 3.9'dur (Ergin, 2008). Hayvansal ürünlere gün geçtikçe artan talebin karşılanması için hayvan sayısını artırmak veya birim başına verimi yükseltmek gibi iki

Sorumlu Yazar: akilickan@hotmail.com Bu çalışma yüksek lisans tezi ürünüdür ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince Desteklenmiştir.

Geliş Tarihi: 3 Nisan 2018

Kabul Tarihi: 21 Aralık 2018

seçenek mevcuttur. Hayvan sayısının sürekli olarak artırılması mümkün ve ekonomik olmadığından hayvan başına verimin yükseltilmesi gerekmektedir.

Hayvancılık için büyük öneme sahip olan yem karma ve dağıtma işi günümüzde; gücünü traktör kuyruk milinden veya elektrik motorundan alan 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 üretimi yapılan yem karma makineleri ise genellikle römork tarzındadır. Dolayısıyla bir çekiciye ve dönme gücüne yani traktöre ihtiyaç duymaktadır. Ancak son yıllarda üretilen traktörler çok modern ve birçok ihtiyaca yönelik üretildiğinden satış fiyatları çiftçilerimizi epeyce zorlamaktadır. Römork tipli yem karma makineleri, yüksek satın alma ve işletme maliyetine sahip traktörlerin sadece yürüyüşünden ve kuyruk milinden faydalanmaktadır. Buda özellikle küçük işletmeler için yem karma ve dağıtma işleminin 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.

Çizelge 1. Küçük ölçekli süt sığırcılığı işletmelerinde kullanılabilecek farklı yem rasyonları (Ergün, 2008)

Rasyon	Silaj (%30 k.m.)	Kuru ot/saman (kg)	Yonca (kg)	Sığır süt yemi (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

Bilgisayar destekli tasarımı yapılan yem karma ve dağıtma makinesi 5 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar;

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

Çalışmada tüm organların 3 boyutlu ve 2 boyutlu olarak çizimleri bilgisayar ortamında tasarım programı aracılığı ile çizilmiştir. Bilgisayar ortamında yapılan tasarım için AUTOCAD-SOLIDWORKS paket programlarının deneme sürümünü kullanılmıştır.

Yöntem

Yem Karma Ünitesi (Kazan ve Helezon)

Yem karma kazanları ihtiyaca göre farklı hacimlerde imal edilebilen, hayvanların ihtiyacı olan yemin uygun büyüklükte kesilmesini ve diğer yem maddeleriyle homojen bir şekilde karışmasını sağlayan ünedir.

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 (Ergin, 2008). 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 (Akman, 2000).

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma kapsamında ülkemizde çok sayıda bulunan küçük kapasiteli hayvancılık işletmelerine yönelik olarak kullanılabilecek, 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 geliştirilmiştir. Bu amaçla, günümüzde yoğun olarak beslemenin yapıldığı 500-600 kg canlı ağırlığa sahip 5-8 başlı küçük ölçekli süt sığırcılığı işletmeleri değerleri dikkate alınmıştır.

Yukarıda ki kriterlere uygun işletmelerde besleme 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 Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de verilen ortalama toplam yaş ağırlık değerleri ve yoğunluklar dikkate alınarak aşağıdaki formül yardımıyla yem karma makinesinin kazan ve karma ünitesi hacmi hesaplanmıştır (Mihcakan ve ark., 2007).

$$T = M \cdot \rho \quad (1.1)$$

T: Kazan ve karma ünitesi hacmi (m³)

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

ρ : Yem yoğunluğu (m³/kg)

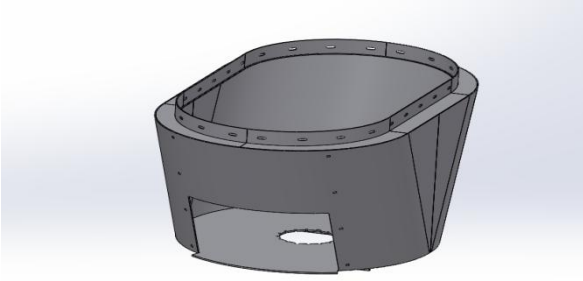
Ana Şasi

Şasi, makinenin iskelet sistemini oluşturan yürüme, dümenleme tekerlekleri, yem karma kazanının ve diğer tüm parçaların bağlandığı ve operatörü taşıyacak olan ana kısımdır. Şasi üzerine gelen yükleri eşit şekilde dağıtabilme özelliğine sahip olup ağırlığın azaltılması için mümkün olduğu kadar hafif, güvenlik ve sağlamlıktan ödün vermeyecek şekilde St-37 malzemeden imal edilmiştir. St-37 malzemenin özelliği Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Şasi malzemesinin teknik özellikleri

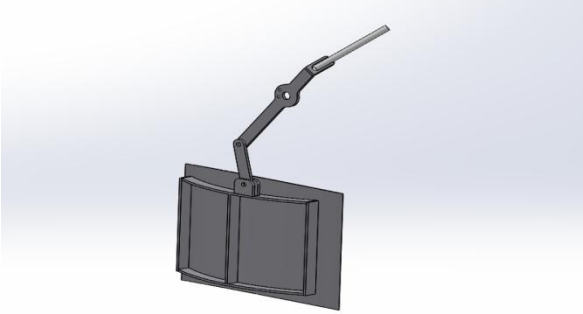
Çekme Mukavemeti (N/mm²)	Akma Sınırı (N/mm²)	Kopma Uzaması (%)
340-470	215-235	26
<p>Güç Ünitesi (Redüktörlü Elektrik Motoru, İnverter, Akü)</p> <p>Güç ünitesini oluşturan redüktörlü elektrik motoru, inverter ve akü için güç ve kapasite hesaplamaları aşağıdaki formüller yardımıyla yapılmıştır (Anonim, 2011; Çolak ve Kabalcı, 2012).</p> <p>Redüktör yapısal bakımdan, gövde içine yerleştirilmiş dişli çarklar, miller, yataklar vb. gibi parçalardan oluşmaktadır ve motorlarının yüksek dönüş hızlarını makineler için gerekli olan dönüş hızlarına düşürmek için tasarlanan kapalı dişli düzeneklerdir. Alandan kazanç ve en az güç kaybı sağlanması için redüktör elektrik motoru ile birleşik olarak tasarlanmıştır.</p> <p>Kullanılan elektrik motoru güç hesabı aşağıdaki gibi verilmektedir.</p> <p>Elektrik motoru güç hesabı; $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi / 1000 \quad (1.2)$ P: Güç (Watt) U: Gerilim (Volt) I: Akım (Amper) Cos ϕ : Güç Faktörü</p> <p>Frekans değiştirici anlamına gelen ve alternatif akımdan (AC), doğru akıma (DC), doğru akımdan (DC), alternatif akım (AC) 3 faz biçiminde dönüştürülebilen, frekansı ve gerilimi ayarlanabilen bir cihaz olan inverterler başka bir deyişle, 12/24V veya 48V DC akü voltajını, 230V AC 50 hz voltaja çevirirler (Aydoğdu, 2006).</p> <p>İnverter kapasite hesabı aşağıdaki eşitlik yardımıyla yapılabilmektedir (Çolak ve Kabalcı, 2012).</p> $S = P / \mu \quad (1.3)$ <p>S: Gerekli inverter kapasitesi (Watt) μ: İnverter verimi P: Güç miktarı (Watt)</p> <p>Aküler; elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depolayan ve gerektiğinde bu kimyasal enerjiyi tekrar elektrik enerjisine dönüştürebilen enerji depolama birimleridir. Elektrik enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürüldüğü çalışmaya şarj, kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü çalışmaya ise deşarj denir. Gerekli akü kapasitesi aşağıdaki formül setiyle hesaplanabilmektedir (Gören ve Başer, 2011).</p> <p>Akü kapasite hesabı; $Ak = h \cdot z \cdot tb \cdot k \quad (1.4)$ Ak: Akü kapasite hesabı (Ah) h: Enerjinin aküden çekileceği süre (h) z: Deşarj derinliği tb: Batarya sıcaklık katsayısı k: Saatlik batarya kapasitesi ihtiyacı</p> <p>Hub Motorlar (Fırçasız DC Motor)</p> <p>Fırçasız doğru akım motorları iletken akımları ile rotora yerleştirilen sürekli mıknatısların manyetik alanın etkileşimi sonucu indüklenen moment ile enerji dönüşümünü gerçekleştiren elektrik makineleridir (Altan, 2013). 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. Fırçasız doğru akım motor tipi olan hub 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 (hub) sabit mıknatıslı fırçasız doğru akım motoru, mekanik dişli grubuna gereksinim duymaması ve dış-rotor konfigürasyonuna sahip olmasından dolayı 2 veya 4 tekerleğe kolayca yerleştirilebilmektedir. Fırçasız DC (hub tipi) motorun güç hesabı için aşağıdaki formül seti kullanılmaktadır (Anonim, 2010).</p> <p>Fırçasız DC (hub tipi) motor için gerekli güç hesabı: $F = m \cdot g (\sin \alpha) + m \cdot g (\cos \alpha \cdot R_r + (C_w \cdot A \cdot R_h / 2) + V^2) \quad (1.5)$ m: Kütle(kg) g: Yer çekimi ivmesi (m/s²) a: Eğim açısı (°) Rr: Dönme sürtünme katsayısı Cw: Sürüklenme K. Rh: Hava Direnç katsayısı A: Ön kesit alanı m² V: Hız (km/h) F: Güç (Watt)</p> <p>Motor Sürücüsü</p> <p>Fırçasız DC motorların çalışmasını, yürümesini, hızlanmasını sağlayacak ve dönüşlerde diferansiyel görevini görecektir olan bir motor sürücüsüne ihtiyaç vardır. Motor sürücüsü akülerden aldığı elektrik enerjisini hızla orantılı olarak dağıtımını ve kontrolünü yapmaktadır. Motor sürücüsü sayesinde fren sistemi gereksinimi de ortadan kalkmaktadır.</p> <p>BULGULAR ve TARTIŞMA</p> <p>Çizelge 1'deki değerler incelendiğinde 8 başlı bir süt sığırcılığı işletmesinin günlük olarak yaklaşık olarak 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 yapabildiği, ihtiyaca uygun yem karma makinesinin tasarımına yukarıda tespit edilen yem miktarları göz önüne alınarak yem karma ünitesinin hacminin hesaplanmasıyla başlanmış ve diğer kısımlar sırayla tasarıma dahil edilmiştir. Yem karma ünitesinin tabanı daire şeklinde olup 4 mm platin demirinden, alttan üste doğru eliptik şekilde uzamakta olan kazan duvarları ise 2 mm sacdan 2 parça halinde kıvrılarak tasarlanmıştır. 2 parça alın alına birleştirilerek taban demiri üzerine yerleştirilmiştir. Yem karma kazanı hacmi (1.1) formülü ile hesaplanmıştır. $T = M \cdot \rho$</p>		

$T = 130 \text{ kg} \cdot 0.1 \text{ m}^3/\text{kg} = 1.3 \text{ m}^3$ hacme sahip kazan elde edilmiştir (Şekil 1).



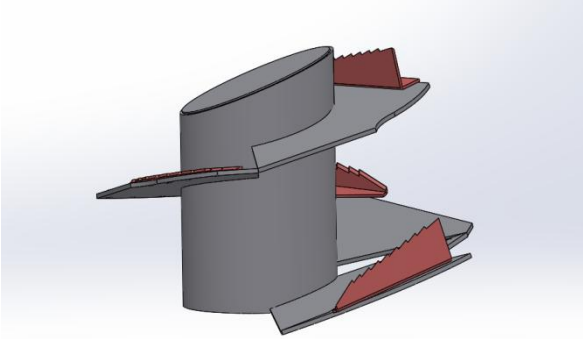
Şekil 1. Yem karma kazanı

Yem karma ünitesinin yan duvarında bir boşaltma kapağı bulunmaktadır. Kapak yan duvara paralel çalışacak şekilde ayarlanmıştır. Kapak, üzerine yerleştirilen bir kol yardımı ile elle açılıp kapanmaktadır. Açılan boşaltma ağzının boyutları 340 x 560 mm ölçülerindedir (Şekil 2).



Şekil 2. Yem karma kazanı boşaltma kapağı

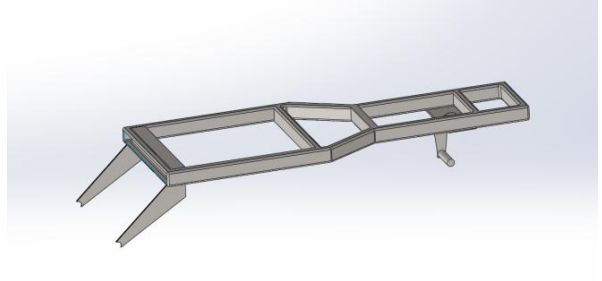
Helezon, yem karma ünitesinin ortasında dönerek karıştırıcı görevini yapan dikey durumda 4 mm kalınlıktaki sacdan kıvrılarak oluşturulmuş helis şeklindeki kanatlar üzerine 5 adet kesici bıçak bağlanarak oluşturulan helezon saat ibresi yönünde dönerek karıştırma ve kesme işini gerçekleştirmektedir. Helezon içindeki flanş aracılığıyla redüktöre bağlanmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Helezon

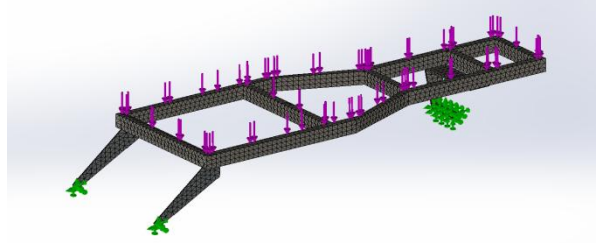
Şasi 40 x 80 mm ölçülerinde ve 4 mm kalınlığına sahip ST-37 profilden, uzunluğu 2279.41 mm, yüksekliği 380.88 mm olarak tasarlanmıştır. Ön ve arka tekerlek bağlantı noktaları

7 mm kalınlıktaki sac malzemeden imal edilmiştir (Şekil 4). Çalışmada şasi, solidworks programında modellenerek



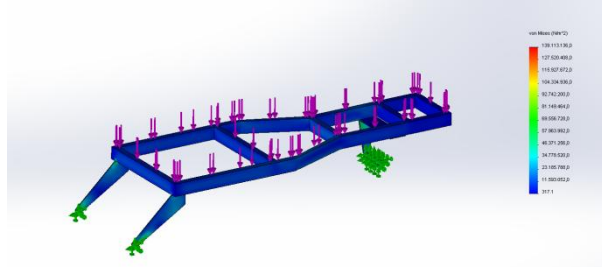
Şekil 4. Şasinin üç boyutlu resmi

işletme durumunda maruz kaldığı statik yayılı yükler ve mesnet şartları altında sonlu elemanlar yöntemine göre, yapısal analize tabi tutulmuştur. Daha sonra aynı programın simulation paketiyle meshlendikten sonra, arka aks bağlantısı ve ön aks bağlantısı mesnet bölgelerinden sabitlenmiş ve şasiye etkiyen statik yayılı yükler altında yapısal analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).

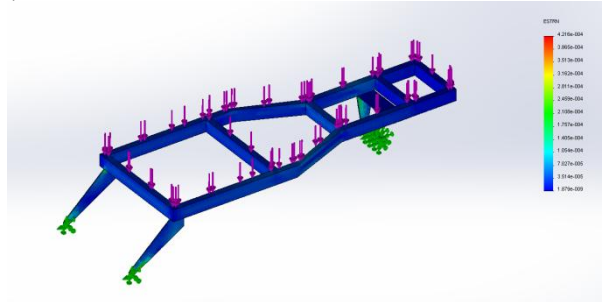


Şekil 5. Şasinin sonlu elemanlar (Mesh) ayrılmış hali

Yapılan analizler sonucunda Şekil 5, 6, 7 ve 8'de görüldüğü gibi statik ve dinamik yüklemelere dayanıklı, sonsuz yorulma ömürlü bir şasi elde edilmeye çalışılmıştır.



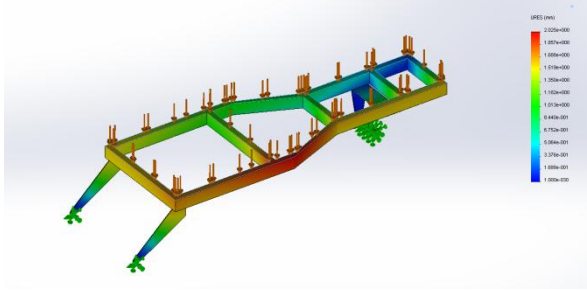
Şekil 6. Şasinin stres analizi



Şekil 7. Şasinin gerilim analizi

Statik analiz sonucunda en iyi değerleri veren şasi dizaynı üzerinde yapılan dinamik analizler sonucunda, yapıda oluşan

gerilme değerlerinin malzeme akma sınırının (215-235 N/mm²) altında kaldığı görülmüş ve tasarımın güvenli



Şekil 8. Şasinin yer değiştirme analizi

olduğu kanısına varılmıştır. Seçilen şasi dizaynına göre üretim gerçekleştirildiği takdirde güvenli bir şasi elde edileceği görülmüştür.

Elektrik motoru olarak yem karma kazanın ortasında bulunan helezonun tahriki için redüktörle birlikte çalışabilecek yapıda piyasada birçok firmanın ürettiği 2 kutuplu 220 V'luk elektrik motoru kullanılmıştır. Çizelge 3'te verilen elektrik motoruna ait katalog değerleri kullanılarak saatlik güç tüketimi hesaplanmış ve redüktörle birlikte monteli halde elektrik motorunun üç boyutlu resmi çizilmiştir (Şekil 9).

Çizelge 3. 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)	0.813

Elektrik motoru saatlik güç tüketimi (1.2) formülü ile hesaplanmıştır.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi / 1000$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 12.23 \cdot (0.80/1000) = 3.728 \text{ kW/h}$$

Redüktör; elektrik motorundan alınan dönü hareketinin devrini (1420 d/d) düşürüp momentini artıracak şekilde tasarlanmıştır. Bu redüktöre ait teknik özellikler Çizelge 4'te verilmiştir. Elektrik motorundan yatay olarak gelen dönü hareketini, giriş milinden ayna-mahruhi dişli gurubuyla 90° değiştirip devir düşürerek planet dişli grubuna iletmektedir. Planet dişli grubunda ikinci kez hızı düşürülerek momenti yükseltilmektedir.

Helezona yatay bir şekilde gelen dönü hareketini 1420 d/d'dan 27.27 tahvil oranıyla 52.07 d/d'ya düşürerek karıştırma için gerekli momenti elde eden, dikey tip bir redüktör tasarlanmıştır. Ayrıca yem karma düzeninin traktörle çalıştırılabilmesi için redüktöre kuyruk mili girişi de eklenmiştir.

Çizelge 4. Redüktörün teknik özellikleri

Giriş gücü (kw)	3
Giriş mil devri (d/d)	1420
Çıkış mil devri (d/d)	52.07
Kademe sayısı	2
I.kademe dişli tipi	Ayna-Mahruhi

2. Kademe dişli tipi

Planet dişli



Şekil 9. Elektrik motorlu redüktör

Tasarımı yapılan makinada kullanılan elektrik motorunun anma gücü 3000 W'tır. Piyasada bulunan tam sinüs inverterlerin verimi %83-89 arasında olduğu tespit edilmiştir. Formül (1.3) uyarınca ve verim dikkate alınarak piyasada bulunan 48 V 3500 W inverter (evirici) seçilip üç boyutlu olarak çizilmiştir (Şekil 10).

Bu inverter akü grubundan gelen 48 V 125 A doğru akımı (DC) alternatif akıma (AC) 220 V değerine dönüştürerek elektrik motorunu dolayısıyla redüktörün ve helezonun çalışmasını sağlayacaktır.



Şekil 10. Inverter

Aküler; tasarımı yapılan kendi yürür elektrikli yem karma makinasının hareket edebilmesi, yem karma işinin gerçekleşmesi, kullanılan elektrik motorlarının çalışabilmesi için güç kaynağına ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç için deşarj ömrü uzun olan jel akülerden faydalanılmıştır. (1.4)teki formül setiyle gerekli jel akü ihtiyacı hesaplanmıştır.

Akü İhtiyacı Hesabı;

$$Ak = h \cdot z \cdot tb \cdot k$$

$$Ak = 0.25 \cdot 0.80 \cdot 1.02 \cdot 12.23$$

$$= 2.494 \text{ Ah (15 dakikalık yem karma süresince çekeceği güç miktarı)}$$

Fırçasız DC Motorlar (Hub) için akü hesabı;

$$Ak = 1 \text{ h} \cdot 0.96 \cdot 1.02 \cdot 62.5 \text{ Ah}$$

$$= 61.2 \text{ Ah (Aracın 1 saat boyunca hareket edebilmesi için gerekli akım miktarı)}$$

Akü ihtiyacı 61.2 + 2.494 = 63.694 Ah lik akıma ihtiyaç vardır.

Piyasada bulunan jel akülerin ortalama deşarj derinliği %50 ile %60 civarındadır. Bu durumda göz önüne alındığında; 63.694 / 0.55 = 115.807 Ah güce ihtiyaç vardır. Bu değere en yakın olarak piyasada bulunan 48 V 125 Ah jel akü katalog değerlerinden seçilip tasarıma dahil edilmiştir.

Fırçasız DC motorlar (hub) tasarlanan yem karma makinesi çiftlik içi yemleme işi için kullanılacağından maksimum 10

km/h hıza ulaşacaktır. Yapılan hesaplamalar sonucu Aracın boş ağırlığı yaklaşık 450 kg olmaktadır. Bu boş ağırlığa ağırlığın 700 kg'a kadar yükseleceği dikkate alınarak tüm hesaplamalar ve yürüme gücü hesabı yapılmıştır. Bu ihtiyaç için jant içine yerleştirilebilen fırçasız (hub tipi) motor

$$F = m \cdot g \cdot (\sin \alpha) + m \cdot g \cdot (\cos \alpha) \cdot R_r + (C_w \cdot A \cdot R_h / 2) + V^2$$
$$F = 700 \cdot 9,81 \cdot \sin(5) + 700 \cdot 9,81 \cdot \cos(5) \cdot 0,015 + ((0,4 \cdot 1,2 \cdot 0,96/2) \cdot 10^2)$$
$$F = 724.0153 \text{ N}$$
$$P = 724.0153 \text{ N} \cdot 2.7/1000$$
$$= 1.954 \text{ kW}$$
$$E = 1.954 \text{ kW}/0.9$$
$$= 2.17 \text{ kW olarak çıkmaktadır.}$$

Seçilen motorların teknik özellikleri Çizelge 5'deki gibidir.

Çizelge 5. Fırçasız (Hub) motorun özellikleri

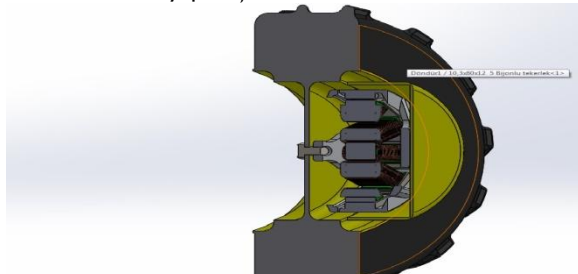
Volt	48 V
Amper	75 A
Verim	0.96
Maksimum Hız	20 km/h
Güç	1.5 kW
Motor Çapı	11 inç
Ağırlık	12 kg

Hesaplamalar sonucunda elde edilen değerlere göre ön tekerleklere yerleştirilecek 2 adet Hub tipi fırçasız (DC) motor kullanılmasına karar verilmiştir. Motorlar bu tip motor üreten firmaların katalog, boyut ve değerlerine göre seçilerek 3 boyutlu olarak tasarıma dahil edilmiştir (Şekil 11) (Şekil 12).



Şekil 11. Hub motorun patlatılmış resmi (Fırçasız DC Motor)

Tüm tasarım hesaplamaları, bulguları ve çizimleri bir araya getirilerek elektrikli kendi yürür yem karma ve dağıtma makinesinin bilgisayar destekli tasarımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 14). Alan sıkıntısı olan küçük işletmelerde yüksek manevra imkânı sağlayacağı düşünüldüğü için tasarım 3 tekerlekli olarak yapılmıştır.

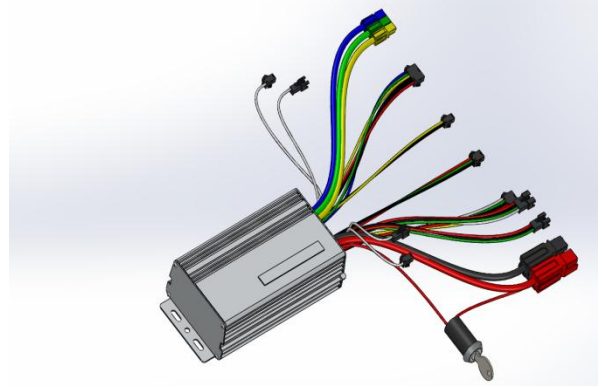


Şekil 12. Fırçasız (hub) motorun jant içine yerleşiminin kesit resmi

operatör ve kazana konulacak yem de dahil edildiğinde kullanılmıştır. Makinenin fonksiyonlarını tam olarak yerine getirebilmesi için yürüme gücü hesabı (1.5) formülüne göre;

Motor sürücüsü; fırçasız (hub) motorları üreten firmanın özelliklerine göre katalog değerlerinden seçilmiş ve üç boyutlu olarak tasarıma dahil edilmiştir.

Motor Kontrol Ünitesi fırçasız motorun özelliklerine firma kataloglarından seçilip aşağıdaki gibi üç boyutlu olarak resmi çizilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Motor kontrol ünitesi

Tasarımın kendi yürür olması diğer yem karma makineleri için gerekli olan traktör gücü ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.



Şekil 14. Tasarımın üç boyutlu resmi

SONUÇ

Bu tasarım neticesinde küçük kapasiteli işletmeler için elektrikli kendi yürür yem karma ve dağıtma makinesi imalatı için gerekli tüm veriler elde edilmiştir. Yapılan şasi analizleri neticesinde tasarımı ayakta tutabilecek sonsuz yorulma ömürlü bir tasarım ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca makinenin hareket edebilmesi için kullanılan fırçasız (hub) motorlar termik motorlara göre daha az enerji tüketen ve sıfır emisyon salgılayan çevre dostu bir tasarım

gerçekleştirilmiştir. Günümüzdeki fazla enerji gereksinimine paralel olarak petrol tüketiminin artması, petrol ve türevlerinin yenilenemez 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 olma özelliğine sahiptir.

Tasarım sonucunda gerekli değerlerin elde edilmesi ile büyük kapasiteli termik motorlu yem karma ve dağıtma makinaları ile traktörle çekilir yem karma ve dağıtma makinaları yerine kullanılacak çevre ve hayvan sağlığı açısından güvenli, egzoz ve emisyon üretmeyen yakıt olarak daha ucuz olan elektrik enerjisinin kullanımı hedeflenmektedir.

Ayrıca yem karma ve dağıtma için insan iş gücü sayısının azaltılması, yemleme maliyetlerinin azaltılması çiftliklerin modernleştirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akman N (2000) Türkiye’de Sığır Yetiştiriciliği ve Sığır Yetiştiriciliğinin Geleceği. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, Ankara, 765-793.
- Altan K (2013) Mikrodenetleyici ile DC Motor Hız Kontrolü. <http://www.kursadaltan.com/wp-content/uploads/2013/12/Mikrodenetleyici-ile-DC->

- AKDENİZ M, KILIÇKAN A**
motor-H%C4%B1z-Kontrol%C3%BC.pdf. (Erişim Tarihi: 14/09/2016)
- Anonim (2010) Geliştirme Raporu http://www.turkcadcam.net/grup/dosyalar/EA_Rapor_Kaan_07.04.2010.pdf. (Erişim tarihi: 15/09/2016)
- Anonim (2011) <http://www.yr.com.tr/Res/Makaleler/Mekanik20Uygulama%20%C3%96orneklere.pdf>. (Erişim tarihi: 15/09/2016)
- Aydoğdu Ö (2006) Fırçasız Doğru Akım Motorlarının Genetik Tabanlı Bulanık Denetleyici ile Sensörsüz Kontrolü. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Çolak İ, Kabalıcı E (2012) Evirici Topolojileri ve Gelişimleri Üzerine Bir İnceleme. Kasım 2008, Bursa, 291-295.
- Ergin A (2008) Hayvan Besleme ve Besleme Hastalıkları. Medipres Yayıncılık Ltd. Şti., Malatya.
- Gören A, Başer Ö (2011) Güneş Enerjisi ile Çalışan Araç için Monokok Kompozit Gövde Tasarımı Ve İmalatı. Mühendis ve Makina 569: 62-68.
- Gürcan EK, Soyak A, Soysal Mİ (2007) Tekirdağ İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerdeki Siyah Alaca Süt Sığırlarının Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 4.3: 297-305.
- Mihcakan İM, Kivanc AH (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. 29-31 Mayıs 2007, Ankara.
- Soyak A, Soysal Mİ, Gürcan EK (2007) Tekirdağ İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerdeki Siyah Alaca Süt Sığırlarının Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 4.3: 297-305.

