

ÖZET

Mobil sistem silaj balya ve paketleme makinası tasarımı ve üretimi projesinin amacı; silaj paketleme makinaları sektöründe dünyada ve ülkemizde bir ilk olacak bir silaj balya ve paketleme makinası prototip imalatını yapmaktır. Bu amaçla yürütülen projede 15 ay gibi kısa bir sürede, alanında bir ilk olan mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasının prototip imalatı yapılmıştır. Makinanın saha denemeleri başarıyla tamamlanarak, seri üretim aşamasına geçilmiştir.

Mevcut durumda üretilen 100, 500 veya 1.000 Kg'lık streçlenmiş balya silaj paketleme makinaları, kısa mesafelerde traktörle çekilerek, uzun mesafelerde lowbed tıra yüklenerek taşınmaktadır. Mobil Sistem Silaj Balya ve Paketleme Makinası ise dorse mantığıyla tıra bağlanıp, kendi tekerlekleri üzerinde çekilerek nakledilmektedir. Bu yöntemle nakliye süresi yarıya inerken, nakliye maliyeti 1/3' düşürülmektedir.

Projenin ilk aşamasında tasarım faaliyetleri yürütülmüş, Solid Works programı yardımıyla makinanın tasarımı yapılmıştır (4 ay). İkinci aşamada makinanın prototip imalatında kullanılacak makine-ekipman ve sarf malzemeler satın alınmıştır (4 ay). Üçüncü aşamada makinanın prototip imalatı yapılmıştır (6 ay). Dördüncü aşamada makinanın saha denemeleri tamamlanmıştır (1 ay). 15 aylık proje süresi sonunda makinanın seri üretimine başlanmıştır.

Prototip imalatı yapılan mobil sistem silaj balya ve paketleme makinası; 120 cm çapında ve 120 cm boyunda silindirik formda silaj balyası yapmaktadır. Mısır başta olmak üzere ayçiçeği, yonca, şekerpancarı posası, tritikale, buğday ve diğer tüm yem bitkilerinin silajını paketleyebilecek donanıma sahiptir. Makinanın iş başarısı 60 balya/saattir. Makine paketlenen ürünün nem oranına bağlı olarak, ortalama 1.500 kg ağırlığında silaj balyası yapmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Silaj, Balya Silaj, Silaj paketleme, Mobil sistem.

ABSTRACT

The purpose of the project to manufacture a silage baler and the prototype of packaging machine in the silage packaging machinery sector, which will be the first in the world and our country. In the project carried out for this purpose, in a short period of 15 months, the prototype production of the mobile system silage baler and packaging machine, which is a first in its field, was made. The field trials of the machine have been successfully completed and the phase of serial production has started.

100, 500, or 1,000 kg stretched bale silage packaging machines are currently transporting by being pulled by a tractor in short distances and loaded on low bed trucks for long distances. The mobile system silage baler and packaging machine are attached to the truck with a trailer logic, transported with pulled on its wheels. With this method, transportation time is reducing by half, while the costs of transportation are reduced 2/3.

Primarily, in the first stage of the project, design activities were carried out and the machine was designed with the help of the Solid Works program within 4 months. Then, in the second stage, machinery-equipment and consumables to be used in the prototype manufacturing of the machine were purchased in 4 months. Following, in the third stage, the manufacturing of the prototype machine was made in 6 months. In the fourth stage, the field trials of the machine were completed within 1 month. At the end of the 15-months project period, the mass production of the machine started.

The mobile system silage baler and packaging machine, which was manufacture as a prototype, produce silage bales in cylindrical form with a diameter of 120 cm, and a length of 120 cm. It has the full complement to package the silage of sunflower, alfalfa, the pulp of wet sugar beet, tritikale, wheat, and all other feed crops, especially corn. The capacity of the machine is 60 bales in an hour. Therebeside, the machines make silage bales with an average weight of 1.500 kg, depending on the moisture content of the packaged product.

Key Words: Silage, Bale silage, The packing of silage, Mobile system.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Mobil sistem silaj balya ve paketlenme makinasının üretim aşamaları	8
Şekil 2. Mobil sistem silaj balya ve paketlenme makinasının yol ve iş konumu	11

1. GİRİŞ

Silaj paketleme amacıyla ülkemizde üretilen makinalar, vakum torba silaj paketleme veya streçlenmiş balya silaj paketleme prensiplerinden biriyle paketleme yapmaktadır. Vakum torba silaj paketleme makinaları 50 kg'lık paketler yaparken, streçlenmiş balya silaj paketleme makinaları 100, 500 veya 1.000 kg'lık silindirik formda balya yapmaktadır. 50 kg'lık vakum torba ve 100 kg'lık streçlenmiş balya silajlar, genellikle 10 baş altı hayvan varlığına sahip küçük aile işletmeleri tarafından tercih edilirken, orta ve büyük işletmeler 500 ve 1.000 kg'lık streçlenmiş balya silajları tercih etmektedirler. Mevcut makinalardan 1.000 kg'lık silaj paketleme makinaları saatte 60 balya ve ortalama 60 ton, 500 kg'lık makinalar saatte 60 balya ve 30 ton silaj paketlemektedir. Paketleme maliyeti 1.000 kg'lık makinalarda yaklaşık 60 TL/ton iken, 500 kg'lık makinalarda 80 TL/ton' a yükselmektedir. Günde ortalama 10 saat çalışıldığı varsayıldığında 1.000 kg'lık makine ile 600 ton, 500 kg'lık makine ile 300 ton silaj paketlenmektedir. Silajlık materyalin tarladan hasat edilip getirildikten sonra, mümkün olan en kısa sürede (maksimum 48 saat içinde) silolanması gerekmektedir. Mevcut makinaların kapasitesi çoğu zaman tarladan gelen silajı zamanında paketlemek için yeterli gelmemektedir. Bu nedenle daha yüksek kapasitede paketleme yapan silaj paketleme makinalarına ihtiyaç olduğu gözlenmiştir.

Mevcut silaj paketleme makinalarının bir diğer dezavantajı, iller veya bölgeler arasında makinanın nakledilmesi gerektiğinde ortaya çıkan kayıp zaman ve nakliye maliyetinin yüksek olmasıdır. Mevcut makinalar (500 ve 1.000 kg'lık makinalar) nakledilirken çekici, lowbed dorse, yükleyici vinç, öncü araç, indirici vinç gibi makine-ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca mevcut sistemde bu makinaların karayolunda nakledilmesi için Karayolları Genel Müdürlüğünden "Özel Yük Taşıma İzin Belgesi" alınması gerekmektedir. İhtiyaç duyulan bu makine ekipmanlar, yol izin belgesi, yolculuğun sadece gün ışığında yapılma zorunluluğu gibi unsurlar nakliye süresini 2 katına, nakliye masrafını 3 katına çıkarmaktadır. Bu nedenle silaj paketleme makinalarının daha kısa sürede, bürokratik işlemlere takılmadan ve daha uygun maliyetle transfer edilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

Bir diğer husus mevcut makinalar 380 volt elektrik gerilimi ile çalışmaktadır. Özellikle arazide, tarla başında veya pek çok çiftlikte gerekli olan 380 volt elektriği bulmak çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu durum makinanın gerekli elektriğin olduğu yere kurulmasını zorunlu kılmakta, buda beraberinde ilave nakliye maliyeti ve zaman kaybı oluşturmaktadır. Bu sorunun çözümü için 380 volt elektrik geriliminin olduğu yerlerde şebeke elektriği ile olmadığı yerlerde makine üzerinde standart donanım bir jeneratör ile çalışmanın daha uygun olacağı düşüncesini doğurmuştur.

Yukarıda belirtilen sorunların çözümüne katkıda bulunmak amacıyla, mevcut makinalardan daha yüksek kapasitede ve daha düşük maliyetle silaj paketleme yapabilen, karayolunda naklinin daha hızlı ve daha ucuz olduğu, gerektiğinde arazide tarlanın başında silaj paketleme yapabilecek bir makinanın tasarlanması fikri ortaya çıkmış ve bu fikir "Mobil Sistem Silaj Balya ve Paketleme Makinası" adı altında bir projeye dönüştürülmüştür.

LİTERATÜR ÖZETİ

Yem bitkilerinin %60-70 nem oranında hasat edilip, hasat anında 1 - 4 cm arasında boyutlarda kıyılarak, silo adı verilen hava geçişi olmayan ortamlarda laktik asit bakterileri tarafından fermente edilmelerine silaj yapımı ve yöntemle elde edilen kaba yemlere de silaj denilmektedir. Silaj yapımının temeli, eski Mısırlılara ve Büyük İskender'e kadar uzansa da, teknik anlamda ilk silaj yapım denemeleri 1850'li yıllarda Kuzey Avrupa ve Amerika'da başlamıştır (Wilkinson et al., 2003). Ülkemizde ise 1940'lı yıllarda Atatürk Orman Çiftliğinde başlayan silaj yapım çalışmaları 1970'li yıllardan sonra özellikle Ege ve Marmara Bölgesi çiftçileri arasında bilinmeye başlamıştır. Ancak özellikle 2000'li yıllardan sonra, silajın faydalarının çiftçiler tarafından yaşayarak görülmesi, silaja yönelik mekanizasyon altyapısının gelişmesi, silajı yapılan bitki çeşidinin artması ve silaj yapım tekniklerinin çeşitlenmesi ile silaj yapımı ve tüketimi ülkemizde hızla yaygınlaşmıştır. Resmi verilere göre ülke genelinde 1994 yılında 500 bin ton yapılan mısır silajı, 2004 yılında 6,2 milyon tona, 2010 yılında 12,4 milyon tona 2018 yılında 23 milyon tona ulaşılmıştır (Anonim, 2019).

Silaj ülkemizde, başlangıçta toprak içine açılan çukurlara silajlık materyalin gömülüp üzerinin kapatılması şeklinde yapılırken, zamanla taştan örülmüş duvarlar arasına veya betonarme perde duvarlar arasına geleneksel silaj yapım tekniği ile doldurup sıkıştırılması şeklinde yapılmaya geçilmiştir. Tarım makinaları ve plastik sektöründe yaşanan gelişmeler neticesinde; silajın 25 veya 50 kg'lık vakum poşetleri içinde paketlenmesi (vakum silaj yapım tekniği) 100, 500 veya 1.000 kg'lık balya haline getirilip ayrı ayrı streçlenerek paketlenmesi (balya silaj yapım tekniği) veya plastik tüneller içerisine bu amaçla geliştirilmiş makinalarla basılıp sıkıştırılması (plastik tünel silaj yapım tekniği) esasına dayanan farklı silaj yapım teknikleri uygulanmaya başlanmıştır (Yalçın ve Bilgen, 2002; Yıldız, 2012). Toprak içine açılan çukurlarda silaj yapılmasıyla başlayan silaj üretiminin, vakum torba, streçlenmiş balya ve plastik tünele geçişi bir anda olmamış, dünyada ve ülkemizde silaj yapım teknikleri konusunda yapılan bilimsel çalışmalarla bu süreç günümüze gelmiştir. Silaj yapımı ile ilgili yürütülen çalışmalardan konuyla ilgili olanların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Ashbell et al. (2001) ve Cromwell et al. (1992), silaj yapımı için kullanılan silo çeşitlerini yatay tip, kule tipi ve plastik ambalajlı olmak üzere üç grupta toplamış, ilk yatırım maliyeti, gerekli mekanizasyon altyapısı, siloların kapasitesi, yıllık kullanım süreleri, silajın yapılma amacı (işletme içi tüketim veya ticari ürün) gibi kriterler yönünden, silo çeşitlerini mukayese etmiş, artı ve eksi yönlerini ortaya koymuş, sonuçta silo seçimini yukarıdaki kriterlere göre işletme sahiplerine bırakmışlardır. Her iki araştırmacı ekibi de, silaj yapımı için dünya geneline önerilebilecek ideal bir yöntemin olmadığını, silajın yapıldığı bölgeye, silajın yapılma amacına, teknoloji ve mekanizasyon altyapısına bağlı olarak, mevcut teknikler içinden en uygun yöntemin seçilmesi gerektiğini ifade etmektedirler.

Bilgen ve ark (1997), hayvancılık yapan işletmelerin en önemli gider kalemi olan yem giderlerinin azaltılmasında kaliteli kaba yem kullanımının çok önemli olduğunu, kaliteli kaba yem olarak mısır silajının kullanılabileceğinin ifade etmektedirler. Araştırmacılar altyapısı yeterli olan işletmelerin kendi silajlarını yapabileceklerini ifade ederken, arazi, makine, iklim, işgücü ve bilgi eksikliği olan işletmelerde, silaj temini için balya silajının pratik bir çözüm olduğunu belirtmektedirler. Balya silajı yapımı için kullanılacak bitkisel materyalin kuru madde oranının, geleneksel yöntemle yapılan silaja göre daha yüksek olması gerektiği (%35 ve üzeri), silajın sıkıştırılması için balya makinalarının kullanılabileceğini, balyaların ayrı ayrı ambalajlanmasının daha uygun olacağını ifade etmektedirler.

Yıldız et al (2012), önceden sabit silolarda fermente olmuş ve stabil döneme girmiş mısır, ayçiçeği, sorgum ve sorgum-sudanotu melezi silajlarının, ticari olarak paketlenmesinde uygulanan farklı vakum düzeylerinin silajların kimyasal kompozisyonu ve kalite sınıfları üzerindeki etkilerini araştırılmışlardır. Çalışmada fermantasyon sürecini tamamlayıp stabil

döneme giren silajlar vakumsuz, 41.5 kPa vakum ve 83.0 kPa vakum düzeylerinde olmak üzere 3 farklı vakum seviyesinde vakum poşetleri içerisinde paketlenerek oda sıcaklığında 1 yıl süreyle bekletilmiştir. 1 yıl sonra silajların kimyasal kompozisyonuna bakıldığında pH değerinin paketlenme öncesi silajların pH değerine göre yükseldiği ($P<0,05$) vakum değeri arttıkça pH değerinin düştüğü buna karşın silajların tamamının DLG skorunun Pekiyi kalite sınıfında silajlar olduğu belirlenmiştir.

Bilgen ve ark (2005) paketlenmiş mısır silajı yapımında ambalaj rengi, vakum uygulaması ve paketlerin bekletilme ortamlarının silaj kalitesi üzerine etkileri araştırmışlar, araştırma sonucunda farklı ambalaj renginin, vakum uygulamasının ve bekletilme şeklinin mısır silajının kalitesine etkili olmadıklarını, ancak uygulanan farklı işlemlerin tümünde silaj kalitesinin Fleig puanlama yöntemine göre 70-75 arası puan aldığını ve bununda iyi kalitede silaj anlamına geldiğini bildirmektedirler.

Mısır silajı yapımında, silajın kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan biri ürünün nem içeriğidir. Silajlık mısırın hasat nemi, kullanılacak silo tipine göre değişiklik gösterir. Tavsiye edilen nem içerikleri yatay silolar için %65-70, kule silolar için %63-68 ve torba silolar için %65'dir. Ürün nem içeriği %65'ler civarında iken kuru madde verimi maksimum, hasat, depolama ve besleme kayıpları minimum düzeyde kalmaktadır. Etkili bir silaj fermentasyonu için kıyma boyutunun 10 - 25 mm arasında değişmesi gerektiği ifade edilmektedir. Genellikle silajların pH seviyeleri 3,5 - 4,3 arasında değişirken, laktik asit seviyeleri %4 - 6, asetik asit %2 veya daha az, propiyonik asit %1 veya daha az ve bütirik asit değerleri de %0,1'den daha az düzeydedir (Roth 2001).

Yıldız (2017) sorgum balya silajı yapımında farklı balya yoğunluğu ve streç sarım sayılarının silajın kimyasal kompozisyonu üzerindeki etkileri incelemiş; 450 ve 650 kg/m³ iki farklı balya yoğunluğunda ve 3 farklı streç sarım sayısında (2, 3 ve 4 kat) yapılan sorgum balya silajlarının, 120 günlük depolama süresi sonrası silaj kalite sınıfları ve kimyasal kompozisyonları üzerindeki etkilerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda renk, koku ve strüktürü esas alan fiziksel değerlendirmede silajların Pekiyi kalite sınıfında olduğu, balya yoğunluğu ve streç sarım sayısının silajların fiziksel değerlendirme puanları üzerinde etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür ($P>0,05$). Balya yoğunluğunun ve streç sarım sayısının artmasının silajların pH değerini düşürdüğü, kuru madde oranlarını artırdığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda sorgum balya silajı yapımında yüksek yoğunluk ve 4 kat streç sarım sayısının silajın kimyasal kompozisyonunu olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yıldız ve ark (2011) yaptıkları çalışmada, sabit tip 380 volt elektrik enerjisi ile çalışan ve 100 kg'lık streçlenmiş balya silajı yapan bir silaj balya ve ambalajlama makinasının çalışma performansı ve iş başarısını değerlendirmişlerdir. Çalışmada kullanılan silaj balya ve ambalajlama makinasının hem tarladan gelen taze kıyılmış materyalin, hem de sabit silolarda ferment olmuş silajların paketlenmesi için kullanılabileceğini, balya yoğunluğunun 700 kg/m³ düzeyinde olduğunu, makinanın bir balyayı yaklaşık 78 saniyede yaptığını, saatte ortalama 46 balya veya 4 ton silaj paketleyebildiğini belirlemişlerdir. Balya başına enerji tüketiminin 0,091 kW ve saatlik enerji tüketiminin 4,18 kW olduğunu, silaj paketlenme için gerekli personel sayısının 3 olduğunu saptamışlardır (kepçe operatörü, silaj paketlenme makinası operatörü, destek personeli).

Yıldız ve ark (2008), Erzurum yöresinde silaj üretim tekniklerinin belirlenmesi ve tüketim alışkanlıklarının saptanması amacıyla yaptıkları çalışmada; yöre de çiftçi düzeyinde silaj yapımının ilk kez 2000 yılında başlamasına karşın hızla yaygınlaştığı, en çok silajı yapılan bitkinin mısır olduğu, silajın büyük oranda (%90) toprak üstü geçici silolarda geleneksel silaj yapım tekniği ile işletmelerin kendi ihtiyacı için yapıldığı, alternatif silaj yapım tekniklerinin henüz yöre çiftçisi tarafından bilinmediği saptanmıştır. Buna karşın o dönemde silajlık mısır yetiştiren işletmelerin, ürettikleri silajı sadece kendi ihtiyacı için satıp para kazanmak içinde üretmek istedikleri, ancak mevcut silaj yapım tekniğinin (geleneksel silaj yapım tekniği) buna

imkan tanımadığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu talebin karşılanması için yöre çiftçisine alternatif silaj yapım tekniklerinin (vakum torba, streçlenmiş balya, plastik tünel) öğretilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Ülkemizde uygulanan silaj yapım teknikleri arasında yer alan vakum silaj ve balya silaj yapım tekniklerinin diğer üretim tekniklerinden farklı bir boyutu vardır. Toprak, taş veya betonarme silolarda geleneksel silaj yapım tekniği ve plastik tünel silaj yapım tekniğinde yapılan silajlar genellikle işletmenin kendi ihtiyacı için yapılmakta, ticari olarak alınıp-satılmaya imkan sağlamamaktadır. Silajın ticari bir metaya dönüştürülmesinde, zaman ve mekandan bağımsız olarak alınıp-satılabilmesinde vakum torba ve özellikle balya silaj yapım teknikleri bir dönüm noktası olmuştur. Her iki yöntemde de silajlık materyal belirli miktarlarda paketlenip (25, 50, 100, 500 veya 1.000 kg), hava geçirmeyecek şekilde ambalajlandığı için silaj ticari olarak alınıp-satılabilen bir ürüne dönüştürülmüştür. Silaj yurdumuzda ilk başlarda Ege, Marmara, Akdeniz Bölgeleri gibi sıcak bölgelerde, ova veya düz alanlarda, sulama problemi olmayan arazilerde ve tarımsal mekanizasyon altyapısı güçlü olan bölgelerde yapıp hayvanlara yedirilirken, günümüzde balya silaj veya vakum torba silaj yapım tekniği ile yurdumuzun her tarafında, sıcak-soğuk iklim demeden, ova-dağlık ayrımı yapılmadan, sulu-kuru tarım bölgesi fark etmeden ve tarımsal mekanizasyona veya silaj yapımına yönelik bilgi birikimi-tecrübe aramadan her yerde temin edilip tüketilebilmektedir. Silaj yapımı için arazisi, iklimi, mekanizasyon altyapısı veya bilgi birikimi uygun olan yerlerde yetiştirilen ve balya silaj veya vakum torba silaj yapım tekniği ile üretilen silajlar, ülkemizin her tarafına nakliye araçları ile gönderilebilmekte ve buralarda tüketilebilmektedir. Bu nedenle bu iki yöntemin ülkemizde silaj yapımının ve kullanımının yaygınlaşmasında çok önemli bir rolü bulunmaktadır.

Balya silaj ve vakum torba silaj yapım tekniğinin geçmişi çok eski değildir. 1980'li yıllarda plastik sektöründe yaşanan gelişmelere bağlı olarak silajın vakum torbalara doldurularak, içindeki havanın vakumlanması ve torbanın ağzının kapatılması ile başlayan vakum silaj yapım tekniği, günümüzde bu iş için geliştirilmiş makinalarla saatte 4-5 ton kapasite ve 3- 4 kişilik işgücü gereksinimi ile yapılabilmektedir. Balya silaj yapım tekniğinde ise paketleme makinasının yaptığı balyanın büyüklüğüne bağlı olarak saatte 6 - 60 ton arasında ve bir operatör kontrolünde, tam otomatik silaj paketleme makinaları ile paketlenmiş silaj üretimi yapılabilmektedir. Görüldüğü üzere balya silaj yapım tekniği, paketleme kapasitesi, işçilik gereksinimi ve paketleme maliyeti olarak, vakum torba silaj yapım tekniğinden daha avantajlı olmaktadır.

Balya silaj yapım tekniği, elde edilen silajın kalitesi ve silajın muhafazası olarak da vakum torba yönteminden daha üstün bir yöntemdir. Balya silaj yapım tekniğinde, silajın yoğunluğu 100 kg'lık balyada 750 kg/m³, 500 ve 1.000 kg'lık balyada 1.000 kg/m³'dür. Vakum torba yönteminde ise bu değer 350 kg/m³ değerinde kalmaktadır. Görüldüğü üzere kaliteli silaj yapımı için en önemli unsurlardan biri olan silajın içinde hava kalmaması için iyi sıkışma, balya silaj yapım tekniğinde fazlasıyla sağlanmaktadır. Bir diğer husus, vakum torba silaj yapım tekniğinde, ambalaj içinde vakum (alçak basınç) olduğu için, ambalajın dış etkenlerle delinmesi durumunda silaj hava alabilmekte ve zamanla bozulmaya başlamaktadır. Ancak balya silaj yapım tekniğinde ambalaj malzemesinin streç olması, en az 4 kat üst üste gelecek şekilde sarılması ve içindeki silajın yoğunluğunun fazla olması nedeniyle (750-1.000 kg/m³) balya silaj bozulmamakta, 3 yıla kadar içindeki ürünü muhafaza edebilmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Yürütülen proje bir ar-ge ve ürün ortaya çıkarma projesidir. Projenin ar-ge boyutu, mevcut üretilen 1.000 kg'lık streçlenmiş silaj balya paketleme makinasının çalışma mantığı aynı olmak kaydıyla (besleme, balyalama ve streçleme), kapasitesinin %50 artırılmasını, taşıma ve kurulum sisteminin mobil sisteme dönüştürülmesini, makine şasisi, yürüme aksamı, frenleme sistemi, elektrik donanımı ve çekici bağlantı şeklinin mobil sisteme uygun hale getirilmesini, makine gövdesi üzerine jeneratör monte edilmesini kapsamaktadır. Mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasının tasarım ve üretim aşamalarında izlenen yöntem aşağıda sıralanmıştır.

1- Tasarım faaliyetleri: üretimi yapılan makinanın civatasından-dişlisine, elektrik sisteminden-hidrolik sistemine, elektronik sisteminden-mekanik sistemine kadar tasarımı, kullanılacak malzemelerin mukavemet hesapları yapılarak makine tasarlanmıştır. Makinanın tasarımında Autocad ve Solid Works programları kullanılmıştır. Bu faaliyet 4 ay içinde tamamlanmıştır.

2- Makine-ekipman ve sarf malzeme temini: projenin prototip üretim aşamasında kullanılacak bazı makine ve ekipman alımları (kaynak makinası, matkap, avadanlıklar vs.) ile makinanın üretiminde kullanılan değişik çeşit ve ebatlardaki metal malzeme (sac, U, I, T, L profil vs.) satın alınmış, tasarım faaliyetlerine uygun olarak lazer kesim yaptırılmış, makinanın metal aksamaları hazırlanmıştır. Yine bu dönemde makinada kullanılan, elektrik donanımı (elektrik motorları, iletim kabloları, kontrol elemanları vs), elektronik donanımı (PLC kontrol ünitesi, sensörler, yazılım ve donanım), hidrolik sistemler (hidrolik pompalar, silindirler, iletim boruları, hidromotorlar vs) pnömatik donanım (kompresör, hava bağlantı hortumları, pnömatik alıcılar vs) temin edilmiştir. Bu faaliyet 4 ay içinde tamamlanmıştır.

3- Prototip üretimi: tasarım faaliyetlerine uygun olarak temin edilen sarf malzemeler, bu aşamada proje ortağı firmanın Konya'daki fabrikasında bir araya getirilerek makinanın prototip üretimi yapılmıştır. Bu faaliyet 6 ay içinde tamamlanmıştır.

4- Arazi denemeleri: prototipi yapılan makine, seri üretime geçilmeden önce arazi şartlarında, mısır silajı paketlenerek denenmiştir. Ayrıca makinanın karayolunda transferlerinde çekici ile bağlantı ve ayrılma, yol güvenliği, sürüş emniyeti, frenleme ve duruş güvenliği açısından denemeleri yapılmıştır. Bu faaliyet 1 ay içinde tamamlanmıştır.

Seri üretim: 15 aylık proje süresi içinde tasarımı ve prototip üretimi yapılan makinanın seri üretimine geçilmiştir. Bu aşamada yurt içi ve yurt dışından gelen makine taleplerine dönük olarak ilk aşamada iki adet makinanın daha üretimine başlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mobil sistem silaj balya ve paketleme makinası tasarımı ve imalatı projesi, mevcut durumda sahada yaşanan dört farklı soruna çözüm getirmesi amacıyla yürütülmüştür. Bunlar;

- 1- silaj paketleme kapasitesini (iş başarısını) artırmak,
- 2- silaj paketleme maliyetini düşürmek,
- 3- 380 volt elektriğin olmadığı yerlerde de silaj paketleyebilmek,
- 4- silaj paketleme makinalarının nakliye süresini ve nakliye maliyetini azaltmak.

Tasarımı ve prototip üretimi yapılan mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasının üretim aşamaları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasının üretim aşamaları

SONUÇ

Mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasının, proje süresi içerisinde tasarımı ve prototip üretimi yapılmış, saha denemeleri tamamlanmıştır. Proje çıktısı olarak yapılan makinanın yukarıda sıralanan dört soruna getirdiği çözümler aşağıda verilmiştir.

1- Silaj paketleme kapasitesi (iş başarısı); makinanın saha denemeleri mısır silajı ile yapılmıştır. %30 kuru madde düzeyine sahip ve ortalama 2 cm boyutlarında kıyılmış mısır silajı ile yapılan paketleme çalışmalarında, saatte ortalama 60 silaj balyasının yapıldığı saptanmıştır. Balyaların ortalama ağırlığı 1.500 kg gelmektedir. Bu durumda saatte paketlenen silaj miktarı 90 tondur. Bu değer mevcut durumdaki en büyük makinadan (1.000 kg'lık balya yapan makinalar) %50 daha fazla silaj paketleme kapasitesi anlamına gelmektedir.

2- Silaj paketleme maliyeti: mevcut durumda kullanılan 1.000 kg'lık silaj paketleme makinalarının ortalama paketleme maliyeti (streç + file + enerji + işçilik) 60 TL/ton iken, proje kapsamında üretilen mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasında bu değer 40 TL/ton olmuştur. Bu durum silaj paketleme maliyetinin 1/3 oranında azalması anlamına gelmektedir.

3- 380 volt elektriğin olmadığı yerlerde silaj paketleyebilme: mobil sistem silaj balya ve paketleme makinası, mevcut durumda üretilen 100, 500 veya 1.000 kg silaj paketleme makinalarında olduğu gibi 380 volt elektrik gerilimi ile çalışmaktadır. Ancak mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasının üzerinde standart donanım olarak diğer makinalarda olmayan 110 kW gücünde bir dizel jeneratör bulunmaktadır. Bu jeneratör sayesinde 380 volt elektriğin olmadığı yerlerde bile silaj paketlenabilmektedir.

4- Silaj paketleme makinasının nakliye süresini ve nakliye maliyetini azaltmak: mobil sistem silaj balya ve paketleme makinasının nakliyesi mevcut makinalardan farklı olarak, lowbed dorseye yüklemek yerine, çekici arkasına direk dorse gibi bağlanarak çekilmek suretiyle yapılmaktadır. Bu durum mevcut makinaların nakliyesinde gerekli olan lowbed dorse, öncü araç, yükleyici vinç, indirici vinç gibi makinaları devre dışı bırakmakta, sadece çekici ile makine nakledilebilmektedir. Ayrıca makinanın nakledilebilmesi için özel yük taşıma izin belgesine ihtiyaç olmadığı gibi, gece yol gitmesinde de yasal hiçbir engel bulunmamaktadır. Bu durum nakliye süresini %50 kısaltırken, nakliye maliyetini de 1/3'e düşürmektedir.

Prototip üretimi yapılan ve saha denemeleri tamamlanan mobil sistem silaj balya ve paketleme makinası yukarıda belirtilen ve mevcut durumda sahada yaşanan 4 soruna da çözüm getirdiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Web sayfası. Bitkisel üretim istatistikleri. www.tuik.gov.tr Erişim tarihi: 22.02.2018
- Ashbell, G., Kipnis, T., Titterton, M., Hen., Azrieli., and Weinberg, Z.G., 2001. Examination of a technology for silage making in plastic bags. *Animal Feed Science and Technology* 91(2001) 213-222.
- Cromwell, R.P., Prevatt, J.W., and Becker, W.J., 1992. Silage Storage Structure. University of Florida Ifas Extension, DS54. (<http://edis.ifas.ufl.edu>.)
- Bilgen, H., Öz, H., ve Yalçın, H., 1997. Ot balya silajı. Türkiye Birinci Silaj Kongresi Bildiri Kitabı. Hasad Yayıncılık, s.277-281, İstanbul.
- Bilgen, H., Yalçın, H., Özkul, H., Çakmak, B., Polat, M., ve Kılıç, A., 2005. Plastik rengi, vakum uygulaması ve bekletme şeklinin paket mısır silaj yemi niteliği üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 42(2): 77-85.
- Roth, G.W., 2001. Corn Silage Production and Management. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Coop. Extension, Agronomy Facts 18.
- Wilkinson, J.M., Bolsen, K.K., and Lin, C.J., 2003. History of Silage. *Silage Science and Technology*. American Society of Agronomy, Inc No:42, Madison, Wisconsin, USA.
- Yalçın, H., ve Bilgen, H., 2002. Ticari silaj üretim teknikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TAYEK/TYUAP 2002 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Aışveriş Toplantısı Bildirileri, Yayın No: 106. İzmir.
- Yıldız, C., Öztürk, İ., Erkmen, Y., 2008. Erzurum Yöresinde Silaj Yapım Teknikleri ve Tüketim Aışkanlıklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 39 (1), 101-107, 2008, Erzurum.
- Yildiz, C., Ozturk, I., Erkmen, Y., Pasin, S.O., 2011. Presentation and Performance Evaluation Of Stable Type Silage Bale And Wrapping Machine. *Proceedings 11th International Congress On Mechanization And Energy İn Agriculture Congress*, 21-23 September 2011, İstanbul, p:588-593.
- Yıldız, C., 2012. Plastik Tünel Silaj Yapım Tekniğı ve Tünel Silaj Makinaları. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s:364-370.
- Yildiz, C., Pasin, S.O., Ozturk, I., Erkmen, Y., 2012. The effects of varying vacuum levels during packing on the chemical composition and feed quality class of previously ensiled silage. *Proceedings XVI. International Silage Conference*, Hameenlinna, Finland, 2-4 July 2012, p:308-309.
- Yildiz, C., 2017. The Effect of Bale Density and The Number of Stretch Film Layers on Chemical Composition and Silage Quality Class of Sorghum Bale Silage. *Animal Nutrition and Feed Technology*. (2017) 17:165-172.

EKLER



Mobil sistem silaj balya ve paketlenme makinasının yol konumu



Mobil sistem silaj balya ve paketlenme makinasının iş konumu

Şekil 2. Mobil sistem silaj balya ve paketlenme makinasının yol ve iş konumu

ÖZGEÇMİŞLER
Proje Yürütücüsü: Doç. Dr. CİHAT YILDIZ

TC Kimlik No	11222201540
Doğum Tarihi	23.04.1975
Yazışma Adresi :	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü 25240 Erzurum/Türkiye
Telefon :	0 442-2312622
Faks :	0 442-2360958
e-posta :	cyildiz@atauni.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Üniversite	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Üniversiteler Arası Kurul Başkanlığı	Tarım Makinaları ABD	Tarım Makinaları	Doçent	2018
Türkiye	Atatürk Üniv.	Fen Bilimleri Ens.	Tarım Makinaları	Doktora	2008
Türkiye	Atatürk Üniv.	Fen Bilimleri Ens.	Tarım Makinaları	Yüksek Lisans	2002
Türkiye	Atatürk Üniv.	Ziraat Fakültesi	Tarım Makinaları	Lisans	1997

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Atatürk Üniv.	Türkiye	Erzurum	Tarım Makinaları	Doç. Dr.	Devam ediyor
Atatürk Üniv.	Türkiye	Erzurum	Tarım Makinaları	Yrd. Doç. Dr.	2010 - 2018
Atatürk Üniv.	Türkiye	Erzurum	Tarım Makinaları	Arş. Gör. Dr.	2008-2010
Atatürk Üniv.	Türkiye	Erzurum	Tarım Makinaları	Araştırma Görevlisi	1998-2008

YURT DIŞI DENEYİMİ

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
The Volcani Center	İsrail	Bet-Degan	Forage Preservation	Doktora Sonrası Araştırma Projesi	2008-2009
University of Delaware	ABD	Newark	Animal Nutrition	Doktora Sonrası Araştırma Projesi	2011-2012

UZMANLIK ALANLARI

Tarım makinaları tasarımı, Silaj makinaları, Silaj yapım teknikleri, Hayvancılıkta mekanizasyon

PROJE YÜRTÜCÜSÜNÜN PROJE KONUSU İLE İLGİLİ BAŞLICA YAYINLARI
SCI, SSCI, AHCI İndekslerine Giren Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. Weinberg, Z.G., Khanal, P., **Yildiz, C.**, Chen, Y., and Arieli, A., 2010. Effects Of Stage Of Maturity At Harvest, Wilting And Lab Inoculant On Aerobic Stability Of Wheat Silages. *Animal Feed Science and Technology*. 158:29-35.
2. **Yildiz, C.**, Ozturk, İ., Erkmen, Y., 2010. Effects of Chopping Length and Compaction Values on the Feed Qualities of Sunflower Silage. *Scientific Research and Essays*. 15(5):2051-2054.
3. Weinberg, Z.G., Khanal, P., **Yildiz, C.**, Chen, Y., Arieli, A., 2011. Ensiling Fermentation Products and Aerobic Stability of Corn and Sorghum Silages. *Grassland Science*, 57(1), 46-50.
4. **Yildiz, C.**, 2013. The Effect of Varying Mixing Ratios and Levels of Compression on the Fermentation Quality and Chemical Composition of Turf-type Ryegrass and Corn Silage. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 13: 251-259.
5. **Yildiz, C.**, 2017. Effects of Bale Density and Number of Stretch Film Layers on Chemical Composition and Silage Quality Class of Sorghum Bale Silage. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 17(1), 165-172.

Hakemli Uluslararası Konferans/Sempozyumların Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

1. **Yildiz, C.**, Ozturk, İ., Erkmen, Y., Pasin, S.O., 2011. Presentation And Performance Evaluation Of Stable Type Silage Bale And Wrapping Machine. *Proceedings 11th International Congress On Mechanization And Energy In Agriculture Congress*, p:588-593.
2. **Yildiz, C.**, Pasin, S.O., Ozturk, İ., Erkmen, Y., 2012. The effects of varying vacuum levels during packing on the chemical composition and feed quality class of previously ensiled silage. *Proceedings XVI. International Silage Conference, Hameenlinna, Finland, 2-4 July 2012*, p:308-309.

Hakemli Yurtiçi Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. **Yıldız, C.**, Öztürk, İ., Erkmen, Y., 2008. Erzurum Yöresinde Silaj Yapım Teknikleri ve Tüketim Alışkanlıklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 39 (1), 101-107, 2008, Erzurum.
2. **Yildiz, C.**, Öztürk, İ., Erkmen, Y., 2010. The Effects Of Harvest Period, Chopping Length And Compaction Pressure On Forage Quality Of Sorghum (*Sorghum Bicolor L.*) Silage. *Journal Of Agricultural Machinery Science*, 6(3):191-195.
3. **Yıldız, C.**, Öztürk, İ., Erkmen, Y., 2010. Hasat Dönemi Kıyma Boyutu Ve Sıkıştırma Basıncının Sorgum-Sudanotu Melezi (*Sorghum Sudanense Staph.*) Silajının Yem Niteliği Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (2):137-143.
4. **Yıldız, C.**, Öztürk, İ., Erkmen, Y., 2011. Farklı Hasat Dönemi, Kıyma Boyutu Ve Sıkıştırma Basıncının Mısır Silajının Fermantasyon Niteliği Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2):85-90.

5. **Yıldız, C.**, Sayıncı, B., Öztürk, İ., 2016. Mısır Silaj Suyunun Biyoherbisidal Etkisinin "*Amaranthus retroflexus* L. ve *Chenopodium album* L." Yabancı Otların Mücadelesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 45(2): 99-105.

Hakemli Konferans/Sempozyumların Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

1. **Yıldız, C.**, Erkmen, Y., 2007. Çiftçi Şartlarında Sabit Silolarda Geleneksel Yöntemlerle Yapılan Silo Yeminin Yem Niteliğinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 5-6 Eylül 2007, Kahramanmaraş. S:358-364.
2. **Yıldız, C.**, Öztürk, İ., Erkmen, Y., 2011. Tarımda Yeni Ve Sürdürülebilir Bir Gelir Kaynağı: Balya Silajı. GAP VI. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı. 09-12 Mayıs 2011, Şanlıurfa. S:533-538.
3. **Yıldız, C.**, 2012. Plastik Tünel Silaj Yapım Tekniği ve Tünel Silaj Makinaları. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 5-7 Eylül 2012, Samsun., s: 364-370.
4. **Yıldız, C.**, Erkmen, Y., 2015. Üniversite-Sanayi İşbirliği İle Gelen Bir Başarı Hikayesi "ERTETA Silaj Paketleme Tesisi". 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 02-05 Eylül 2015, Diyarbakır. S:426-429.

ÖZGEÇMİŞ
Araştırmacı Ali KOMAN

TC Kimlik No	17054496208
Doğum Tarihi	03.04.1972
Yazışma Adresi :	2.O.S.B.Büyükkayacık Mah.Yaylacık Cad.No:22 Selçuklu/KONYA
Telefon :	0 553 313 72 22
Faks :	0 332 355 92 73
e-posta :	bilgi@komsilajmakine.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	İlköğretim	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Büyük Sinan İ.Ö.O.				1984

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Komsilaj	Türkiye	Konya	Üretim Tasarım	Birim Sorumlusu	1990- Devam ediyor

YURT DIŞI DENEYİMİ

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Komsilaj	İran	Tahran- Tebriz- Erdebil		Silaj Paketleme Makinesi Teslimatı	2015-2017
Komsilaj	Hindistan	Chennai		Silaj Paketleme Makinesi Teslimatı	2017-2018

UZMANLIK ALANLARI

Tarım makinaları tasarımı ve üretimi, Silaj paketleme makinaları
--

ÖZGEÇMİŞ
Araştırmacı Mahmut KOMAN

TC Kimlik No	16979498700
Doğum Tarihi	01.01.1990
Yazışma Adresi :	2.O.S.B.Büyükkayacık Mah.Yaylacık Cad.No:22 Selçuklu/KONYA
Telefon :	0 505 936 34 19
Faks :	0 332 355 92 73
e-posta :	bilgi@komsilajmakine.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Orta Öğrenim	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Karkent İ.Ö.O				2004

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Komsilaj	Türkiye	Konya	Çelik Kaynakçısı	Mekanik Birimi Sorumlusu	2011-Devam Ediyor

YURT DIŞI DENEYİMİ

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi

UZMANLIK ALANLARI

Tarım makinaları üretimi, Silaj paketleme makinaları
--

ÖZGEÇMİŞ
Araştırmacı Muammer KOÇAK

TC Kimlik No	36766865614
Doğum Tarihi	01.10.1986
Yazışma Adresi :	Fevzi Çakmak Mah.10734Sk.No:2(MODESA)San. Karatay/KONYA
Telefon :	0 505 952 32 24
Faks :	0 332 346 37 57
e-posta :	mkocak@elsanet.com.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Lise	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Fatih E.M.L		Bilgisayar -Yazılım		2003

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Komsilaj	Türkiye	Konya	Otomasyon	Otomasyon Birimi Sorumlusu	2011-Devam Ediyor

YURT DIŞI DENEYİMİ

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Komsilaj	İran	Tahran- Tebriz- Erdebil		Silaj Paketleme Makinesi Teslimatı	2015-2017
Komsilaj	Hindistan	Chennai		Silaj Paketleme Makinesi Teslimatı	2017-2018

UZMANLIK ALANLARI

Elektrik-elektronik, Tarım makinaları otomasyonu
--

ÖZGEÇMİŞ
Araştırmacı Şükrü DUR

TC Kimlik No	44149611482
Doğum Tarihi	29.08.1978
Yazışma Adresi :	2.O.S.B.Büyükçayır Mah.Yaylacık Cad.No:22 Selçuklu/KONYA
Telefon :	0 535 285 71 88
Faks :	0 332 355 92 73
e-posta :	Komsilaj042@oulook.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	İlkÖğretim	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Ovakavak İlkolu				1988

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Komsilaj	Türkiye	Konya		Hidrolik Birimi sorumlusu	2011-Devam Ediyor

YURT DIŞI DENEYİMİ

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi

UZMANLIK ALANLARI

Hidrolik sistemler, Tarım makinaları hidrolik sistemleri
--

ÖZGEÇMİŞ
Araştırmacı Celil KÜFREVİ

TC Kimlik No	22754204534
Doğum Tarihi	15.12.1988
Yazışma Adresi :	2.O.S.B.Büyükkayacık Mah.Yaylacık Cad.No:22 Selçuklu/KONYA
Telefon :	0 506 964 79 21
Faks :	0 332 355 92 73
e-posta :	Komsilaj042@oulook.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Üniversite	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Fırat Üniversitesi	Teknoloji Fakültesi	Mekatronik	-	2015

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Özdeken Tarım Mak.	Türkiye	Konya	Üretim	Üretimden Sorumlu Mühendis	2015-2016
BFC Makina	Türkiye	Konya	Ar-Ge	Ar-Ge Birimi elemanı	2016-2018
Sarıtaş Makina	Türkiye	Konya	Ar-Ge	Ar-Ge Birimi Sorumlusu	2018-2019
Komsilaj	Türkiye	Konya	Ar-Ge/Tasarımcı	Tasarımcı	2018-Devam ediyor

YURT DIŞI DENEYİMİ

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi

UZMANLIK ALANLARI

Makine Tasarımı, Autocad, Solidworks
