T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİSKLİ SİLAJ MAKİNASINDA BAZI İŞLETME PARAMETRELERİNİN İŞ KALİTESİNE ETKİSİ

Murat HARMANKAYA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
KONYA, 2010

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİSKLİ SİLAJ MAKİNASINDA BAZI İŞLETME PARAMETRELERİNİN İŞ KALİTESİNE ETKİSİ

Murat HARMANKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu tez 18/02/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliğiyle kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fikret DEMİR	Prof. Dr. Kazım ÇARMAN	Yrd. Doç. Dr. Hüseyin İMREK
(Danışman)	(Üye)	(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DİSKLİ SİLAJ MAKİNASINDA BAZI İŞLETME PARAMETRELERİNİN İŞ KALİTESİNE ETKİSİ

Murat HARMANKAYA

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fikret DEMİR

2010, 40 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Fikret DEMİR
Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin İMREK

Bu çalışmada tek sıralı diskli silaj makinesinin üç farklı bıçak çevre hızı (47.91 m/s, 53.22 m/s, 58.54 m/s) ile iki farklı çalışma hızında (2.46 km/h, 3.05 km/h) denenerek, makinenin yakıt tüketimi ve parçalanmış materyalin boyut dağılımı özellikleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak bıçak çevre hızının ve çalışma hızının artmasıyla yakıt tüketimi artmıştır. Parçalanmış materyalin boyutu ise bıçak çevre hızının artmasıyla azalmış, çalışma hızı önemsiz bulunmuştur. Hayvan besleme ve silolama açısından değerlendirildiğinde parçalanmış silaj materyali ortalama uzunlukları bıçak çevre hızına bağlı olarak artış göstermiş bu artış makinenin parçalama etkinliğinin bir göstergesi sayılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diskli Silaj Makinesi, Silaj, Bıçak Çevre Hızı, Çalışma Hızı, Yakıt Tüketimi, Boyut Dağılımı.

ABSTRACT

Master's Thesis

WORKİNG QUALITY EFFECT OF SOME RUNNİNG PARAMETERS IN SLAGE MACHINE WİTH DISC

Murat HARMANKAYA

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Fikret DEMİR

2010, 40 Page

Jury: Prof. Dr. Fikret DEMİR
Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Assist. Prof. Dr. Hüseyin İMREK

In this study, silage machine with single line disc was tested in three different periferal velocity of blade (47.91m/s, 53,22 m/s, 58,54 m/s) and two different working speed (2.46 km/h, 3.05km/h). fuel consumption of machine and dimension distribution features of broken material were defined.

Consequently, fuel consumption increased as increasing blade periferal velocity and working speed. Dimension of broken material decreased as increasing blade periferal velocity, working speed was found unimportant. When being evaluated in terms of animal feeding and silage average leght of broken silage material increased as a depending on blade periferal velocity. This increasing was presumed of indicative machine chopping effectiveness.

Keywords : Silage Machine With Disc, Silage, Blade Periferal Velocity, Working Speed, Fuel Consumption, Dimension Distribution.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yüksek lisans tezi olarak planlanıp yürütülmesinde destek ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Fikret DEMİR' e, Tarım Makineleri Bölümü Öğretim Üyesi hocalarıma, makinenin temel bakım, ayar ve çalıştırılmasında yardımcı olan Araştırma Görevlisi Osman ÖZBEK' e, araştırma ve denemelerimde yardımcı olan dostlarım Kenan ÖZCAN, Mesut KÜÇÜKTIĞLI ve Osman AKYÜZ' e teşekkürlerimi sunarım. Canım Ailem ve Oğlum Yiğit Cemal HARMANKAYA' ya...

Şubat, 2010 Murat HARMANKAYA

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No **Sayfa No**

Çizelge 1.1. Yıllar itibarı ile hayvan sayıları (Adet) (TÜİK, 2009) 1
Çizelge 1.2. Sağmal inekler için önerilen kaba yem oranları (Özen ve ark., 2005) 2
Çizelge 1.3. Yıllar itibarı ile Silajlık Mısır ekiliş alanları (ha) (TÜİK, 2009) 3
Çizelge 1.4. İyi kalitede mısır silajının ortalama besin maddesi içeriği (Çiftçi, 1998) 3
Çizelge 1.5. Yıllar itibarı ile silaj makinası sayıları (Adet) (TÜİK) 8
Çizelge 1.6. Silajlık mısır hasadında elde edilen sonuçlar (Bilgen ve Sungur, 1992) 9
Çizelge 1.7. Serbest döner bıçaklı (çarpmalı tip) silaj makinalarının karşılaştırılması (Emen ve ark, 1996) 10
Çizelge 1.8. Sabit bıçaklı (Diskli veya tamburlu) silaj makinalarının karşılaştırılmaları (Emen ve ark., 1996) 10
Çizelge 3.1. Silajlık Mısır Bitkisinin Bazı Fiziksel Özellikleri 13
Çizelge 3.2. Silaj Makinasına ait teknik özellikler 19
Çizelge 3.3. Deneme Deseni. 21
Çizelge 4.1. Yakıt Tüketimi Varyasyon Analizi ve LSD testi Sonuçları. 27
Çizelge 4.2. U_1V_1 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı. 28
Çizelge 4.3. U_1V_2 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı. 30
Çizelge 4.4. U_2V_1 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı. 31
Çizelge 4.5. U_2V_2 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı. 32
Çizelge 4.6. U_3V_1 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı. 33
Çizelge 4.7. U_3V_2 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı. 34
Çizelge 4.8.Boyut Dağılımının Varyasyon Analizi ve LSD testi Sonuçları. 36

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No **Sayfa No**

Şekil 1.1. Silaj yapım aşamaları 6
Şekil 1.2. Silaj makinalarının çalışma şekilleri (Emen ve ark., 1996) 7
Şekil 1.3. Kısa boyutlu kıyılmış kaba yemin tarladan siloya işlem aşamaları (Wenner ve ark 1980)..... 8
Şekil 3.1. Silaj makinesinin genel görünüşü. 14
Şekil 3.2. Silaj makinasına ait parçaların görünüşleri. 15
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan silaj makinesinin traktöre bağlantı görünüşü. 15
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan silaj makinesinin şematik görünüşü. 16
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan silaj makinesinde, bıçakların diske bağlantısının şematik olarak gösterilişi. 17
Şekil 3.6. Silaj makinesinin hareket iletim sistemi. 18
Şekil 3.6. Yakıt ölçerin traktör yakıt donanımına bağlantı şeması. 20
Şekil 4.1. Kombinasyonlara ait saatlik yakıt tüketimi. 26
Şekil 4.2. Bıçak çevre hızına bağlı olarak yakıt tüketiminin değişimi. 27
Şekil 4.3. U_1V_1 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları. 29
Şekil 4.4. U_1V_2 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları. 30
Şekil 4.5. U_2V_1 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları. 31
Şekil 4.6. U_2V_2 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları. 32
Şekil 4.7. U_3V_1 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları. 33
Şekil 4.8. U_3V_2 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları. 34
Şekil 4.9. Bıçak çevre hızına ve makine çalışma hızına bağlı olarak boyut dağılımı. 35
Şekil 4.10. Kombinasyonlara ait ortalama parça boyutu. 35

SEMBOLLER

A : Parsel büyüklüğü (dekar, da)

ASEA : Amerika Tarım Mühendisliği Standardı

B : İş genişliği (m)

G : Örnekleme parsellerinden tartılan yeşil ürün (kg)

K : Zamandan yararlanma katsayısı (%)

L : Ölçüm uzunluğu (m)

m_i : i'ninci uzunluk sınıf aralığındaki materyalin kütlesi (g)

MC : Anız nem içeriği (yaş esas) (%)

S : Tarla yaş verimi (kg/da)

Sa : Alan iş başarısı (da/h)

t : Zaman (s)

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

V : Makinenin çalışma hızı (km/h)

YGi : Yakıt ölçerde ilk okuma değeri(l)

YGs : Yakıt ölçerde son okuma değeri(l)

YT : Yakıt tüketimi (l/da)

Wk : Anız numunesinin kuru ağırlığı (g)

Wy : Anız numunesinin yaş ağırlığı (g)

X : Geometrik ortalama uzunluk (mm)

X_i : i'ninci uzunluk sınıf aralığındaki materyalin ortalama boyutu (mm)

σ : Geometrik standart sapma

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ÇİZELGE LİSTESİ iv
ŞEKİL LİSTESİ v
SEMBOLLER vi
İÇİNDEKİLER vii
1.GİRİŞ 1
1.1. Hayvan Beslemede Silajın Önemi 2
1.2. Silaj Yapma Yöntemleri 4
1.3. Silaj Makinelerinin Sınıflandırılması 6
1.4. Silaj Makinelerinin Bazı İşletme Özellikleri 9
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI 11
3. MATERYAL ve METOD 13
3.1. Materyal 13
3.2. Denemelerde Kullanılan Düzenekler, Ölçüm Aletleri ve Cihazları 19
3.3. Metod 21
3.3.1.Tarla Denemeleri 21
3.3.2.Laboratuar Denemeleri 24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 26
4.1. Nem İçeriği 26
4.2. Yakıt Tüketimi 26
4.5. Boyut Dağılımı 28
5. SONUÇ 38
6. KAYNAKLAR 39

1.GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerin en önemli sebebi insanların besin maddelerine olan ihtiyacının karşılanmasıdır. İnsanların yıllar itibarı ile besin maddelerine olan ihtiyacı nüfus artışına bağlı olarak artmakta ve tarımsal faaliyetler daha dikkatli takip edilmektedir. Dengeli ve kaliteli beslenme alışkanlıkları sosyo-kültürel yapının değişimi ile birlikte gelişim göstermektedir. Günlük tüketilen toplam proteinin en az yarısının hayvansal olması halinde beslenmenin kaliteli ve dengeli olduğu kabul edilmektedir.

Tabiat ve iklim özellikleri bakımından hayvan yetiştiriciliğine elverişli olması ve hayvan sayısının yüksek olmasına rağmen ülkemizde hayvancılığın ileri düzeyde olduğunu söylemek zordur. Ülkemizin hayvan yetiştiriciliğinde yem bitkileri yetiştiriciliğinin, ıslah çalışmalarının, hastalıklarla mücadelenin ve pazarlama imkanlarının yetersiz olduğu gözlemlenmekte olup, hayvancılığın iktisadi yönden arzu edilen seviyede yapılamamasına neden olmaktadır. Dolayısıyla ülkemizde hayvansal besin maddelerinin fiyatlarının pahalı olması tüketiminin azalmasına yol açmaktadır.

Çizelge 1.1. Yıllar itibarı ile hayvan sayıları (Adet) (TÜİK, 2009)

Yıllar	KEÇİ		KOYUN		SIĞIR + DANA		
	Kıl	Tiftik	Yerli	Merinos	Kültür	Melez	Yerli
2004	6.379.900	230.037	24.438.459	762.696	2.109.393	4.395.090	3.564.863
2005	6.284.498	232.966	24.551.972	752.353	2.354.957	4.537.998	3.633.485
2006	6.433.744	209.550	24.801.481	815.431	2.771.818	4.694.197	3.405.349
2007	6.095.292	191.066	24.491.211	971.082	3.295.678	4.465.350	3.275.725
2008	5.435.393	158.168	22.955.941	1.018.650	3.554.585	4.454.647	2.850.710

Günümüzde hayvancılığın gelişmiş olduğu ülkelerde hayvan sayısından ziyade hayvan başına elde edilen verimin arttırılması önceliklidir. Hayvan yetiştiriciliğinde hayvan besleme %70 gibi bir girdi olması nedeni ile en önemli konu olma özelliğini korumaktadır. Hayvan beslemenin ana prensibi hayvanların normal yaşamlarının idame ettirilmesi ve beklenilen verimin sağlanabilmesidir.

Yem sorunu önemli ölçüde bitkisel üretime, özellikle yem bitkileri üretimine ve çayır meraların durumuna bağlıdır. Ülkemizde hayvan beslemede önemli yer tutan meraların %70'i verimsiz hale gelmiştir. %30'u üzerinde de suyun ve otlatmanın düzenlenmesi lazımdır. Meraların durumunun bozulmasından doğan yem açığının karşılanması için tarla tarımı içinde yem bitkilerinin yetiştirilmesinde de geri kalınmıştır (Mülayim ve Acar 1997).

1.1. Hayvan Beslemede Silajın Önemi

Silaj, yeşil yem bitkileri veya yeşil yem bitkileri ile diğer yem maddelerinin birlikte fermantasyonu ile elde edilen özsulu, besleyici bir yemdir (TS 8476). Mısır silajı, silaj yapmada kullanılan usuller uygulanarak mısır bitkisinden genellikle süt asidi fermantasyonu yoluyla havasız ortamda uzun süre bozulmadan kalabilecek duruma getirilmiş az sulu mısır silaj yemidir (TS 9696).

Özellikle insan yiyeceği olarak değerlendirilen aynı zamanda elit hayvanların verim payı yemi veya kanatlı hayvanların karma yemlerinin hazırlanmasında kullanılan kesif yemlerin birim kuru maddedeki besin maddesi içerikleri yüksektir. Kaba yemlerin birim kuru maddesinin besin madde içerikleri düşük olmakla birlikte ağırlıklı olarak geviş getiren hayvanların beslenmesinde önemli bir yem kaynağıdırlar. Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde kesif yem kullanma eğilimi gittikçe artıyor olsa da beslenme fizyolojisi ve ekonomik açıdan kaba yemlerden vazgeçmek mümkün değildir. Çizelge 1.2' de sağmal inekler için önerilen kaba yem oranları verilmiştir.

Çizelge 1.2. Sağmal inekler için önerilen kaba yem oranları (Özen ve ark., 2005)

Günlük süt verimi (kg)	Rasyonda kaba yem (%)	Rasyonda kesif yem (%)
20'den az	60-70	30-40
20-30	55-60	40-55
30'dan yüksek	45-55	45-55

Özellikle süt hayvancılığının ekonomik hale getirilmesinde ve geliştirilmesinde kaba yemlerin, kaba yem olarak da silajın önemi büyüktür. Kısa dönemde yetiştirilmesi, yüksek verimi ve enerji değerinin yüksek olması nedeniyle silajlık mısır yetiştirilmesi büyük önem kazanmıştır (Ak ve Doğan 1997).

Silajlık mısır yetiştiriciliği ülkemizde yetersiz olduğu ancak yıllar itibarı ile artış eğiliminde olduğu, Türkiye'deki hayvan sayısının yaklaşık %4'ünü oluşturan Konya bölgemizde de hızlı bir artış kaydettiği gözlemlenmektedir (Çizelge 1.3.).

Çizelge 1.3. Yıllar itibarı ile Silajlık Mısır ekiliş alanları (ha) (TÜİK, 2009)

Yıllar	Türkiye		Konya	
	Ekilen Alan	Üretim	Ekilen Alan	Üretim
2004	1.300.000	6 200 000	49.580	232.614
2005	1.800.000	7 600 000	66.800	283.678
2006	2.406.613	10 069 968	98.704	401.126
2007	2.552.735	10 259 595	98.973	436.200
2008	2.723.031	11 183 290	104.600	458.360

Mısır silajı iyi bir süt ineği yemi olması yanında, sığır besiciliğinde de en çok tercih edilen bir yemdir. ABD, Fransa, Hollanda ve Almanya gibi hayvancılığı ileri ülkelerde besi sığırlarının yemlenmesi, protein açığı giderilmiş mısır silajı yemi esasına dayandırılmıştır (Akın 1997).

İyi kalitede mısır silajının ortalama besin maddesi içeriği Çizelge 1.4' de verilmiştir (Çiftçi 1998).

Çizelge 1.4. İyi kalitede mısır silajının ortalama besin maddesi içeriği (Çiftçi, 1998)

Besin Maddeleri	**Kuru Maddede**	**Doğal Halde**
Kuru madde (%)	100,00	27,60
Metabolik enerji (Kcal/kg)	2.530,00	698,00
Net enerji laktasyon (Kcal/kg)	1.630,00	450,00
Net enerji besi (Kcal/kg)	1.030,00	284,00
Ham protein (%)	8,30	2,30
Sindirilebilir Ham Protein (%)	4,30	1,19
Ham yağ (%)	2,90	0,80
Ham selüloz (%)	24,30	6,71
Nötr deterjan selüloz (%)	51,00	14,08
Asit deterjan selüloz (%)	31,00	8,55
Kalsiyum (%)	0,27	0,07
Fosfor (%)	0,20	0,05

Silaj yapmanın faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Silo yemleri, sulu ve lezzetli olup hayvan beslemede, kış aylarında otlatma ile mümkün olmayan yeşil yem ihtiyacını karşılamaktadır.

- Yeşil yemlerin kurutularak saklanmasına nazaran, turşu yapılarak saklanması besin değerinin daha fazla muhafaza edilerek saklanmasını sağlamaktadır.

- Kuru ot depolanması ayrı bir tesis ve depolama masrafı gerektirmesine rağmen silo yemleri kapalı alan gerektirmeden de saklanabilmektedir.

- İkinci ürün olarak yeşil yem yeitştirilebilen bölgelerimizde yetiştirilen ana ürün yanında kaba yem elde etme imkanını sağlamaktadır.

- Turşu yemler açılıp hava almadığı zaman, yıllarca saklanabilmektedir. Turşu yemlerde su %50-70 oranlarında olup, besin maddesi kaybı az olmaktadır. Tarlada kurutulan yeşil yemlerde su %18-20 oranında olup besin kaybı yüksektir. Kuruma şiddetine bağlı olarak %20-50 besin kaybı olmaktadır.

- Hayvanlar kurutularak saklanan yemlere nazaran, yeşil yem turşusunu daha iştahlı yemektedirler. Yeşil yem turşusunun kabızlığı önleyici özelliği olup, sindirilmesi kolay olmaktadır.

- Kurutularak saklanan yemler içerisinde kalan yabancı ot tohumları, gübre ile tekrar tarlaya taşındığı halde, turşu yemlerde böyle bir durum ortaya çıkmamaktadır.

- Depolama açısından aynı miktardaki turşu yemler, kuru ot saklama hacmine oranla 1/3 oranında az yer kaplamaktadırlar.

- Silaj yapma tekniğinde kullanılan mekanizasyon araçları kullanım giderleri, kuru ot saklama teknolojisi masraflarına nazaran daha azdır.

- Kuru ot ve saman balyalarının yangın tehlikesi olmasına rağmen turşu yemlerde bu risk bulunmamaktadır. (Emen ve ark., 1996)

1.2. Silaj Yapma Yöntemleri

Silaj yapma, yeşil ve sulu yemlerin belirli sıcaklık derecelerinde tutularak, gerektiğinde katkı maddeleri veya silolama yardımcı maddeleri ilave edilerek sıkıştırılarak havasız ortamda meydana gelen süt asidi fermantasyonu sayesinde bozulmadan muhafaza işlemidir.

Yeşil yemin silaj yem haline getirilmesinde kullanılan makinelerin ve mekanizasyon kademelerinin özellikleri göz önünde bulundurularak, kıyılacak yemin nem oranı ve özelliklerine göre günümüz koşullarında altı ayrı silaj yapım yöntemi uygulanmaktadır (Ülger 1982).

1. Mısırın yeşil halde biçilerek silaj yapılması,
2. Yonca ve benzeri diğer baklagil yeşil bitkilerinin doğrudan doğruya yeşil halde iken biçilerek silaj yapılması,
3. Yeşil ot gibi bitkilerin doğrudan doğruya tarlada %70-80 nem oranında iken biçilerek silaj haline getirilmesi,
4. Yeşil ot gibi bitkilerin doğrudan doğruya tarlada %65-70 nem oranında iken biçilerek silaj haline getirilmesi,
5. Yeşil ot benzeri bitkilerin %40-60 nem oranında kadar kurutulmasından sonra silaj haline getirilmesi,
6. Yeşil ot benzeri bitkilerin %20 nem oranında kadar kurutulduktan sonra kıyılması.

Silaj yapım aşamaları Şekil 1.1.' de verilmiştir.








Şekil 1.1. Silaj yapım aşamaları

1.3. Silaj Makinelerinin Sınıflandırılması

Silaj makinası, silaj yapılmak üzere namlu haline getirilmiş veya biçilmemiş yeşil yem bitkilerini biçen, parçalayan, kıyan ve üfleyerek bir araca dolduran kendi yürür veya traktörle kullanılan makinadır (TS 7389).

Silaj makinalarının çok çeşitli sınıflandırılması yapılabilmektedir. Aşağıda silaj makinalarının genel sınıflandırılması yapılmıştır. (Kafadar, 1997)

a. Taşınma durumlarına göre;

- Kendi Yürür Silaj Makinaları
- Traktörle Çalıştırılan Silaj Makinaları
  - Asılır Tip
  - Çekilir Tip

b. Kıyma boyutuna göre;

- Uzun boyutlu kıyma düzenli silaj makinaları
- Kısa boyutlu kıyma düzenli silaj makinaları
  - Değişken Boyutlu
  - Eşit Boyutlu

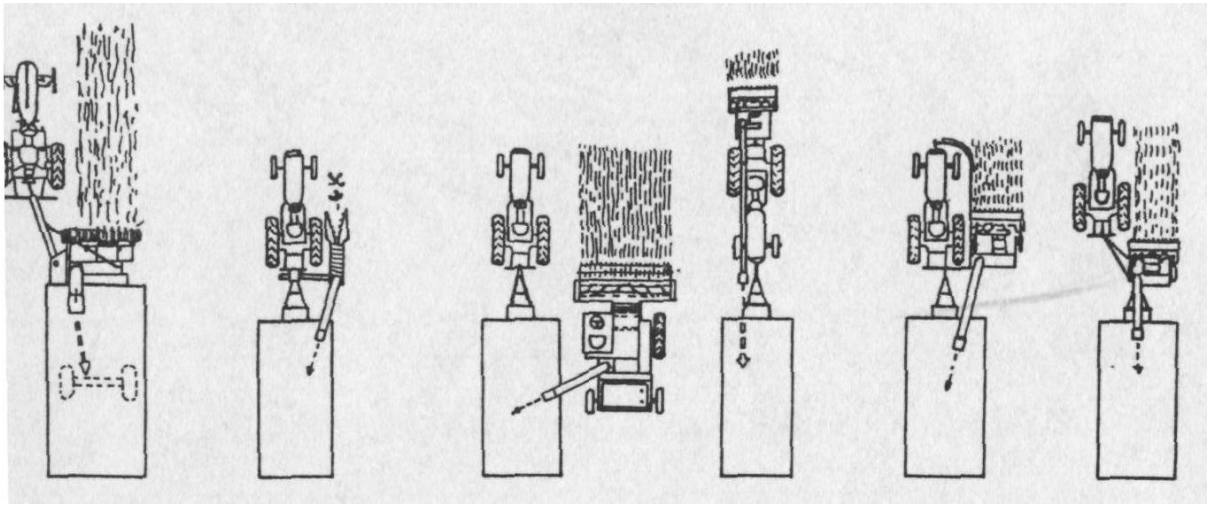
c. Kesici organına göre;

- Çarpmalı tip
- Diskli tip
- Tamburlu tip

d. Özel silaj makinaları;

- Mısır silaj makinaları
- Ot silaj makinaları

Silaj makinalarının taşınma durumlarına göre çalışma şekilleri Şekil 1.2.' de gösterilmiştir.

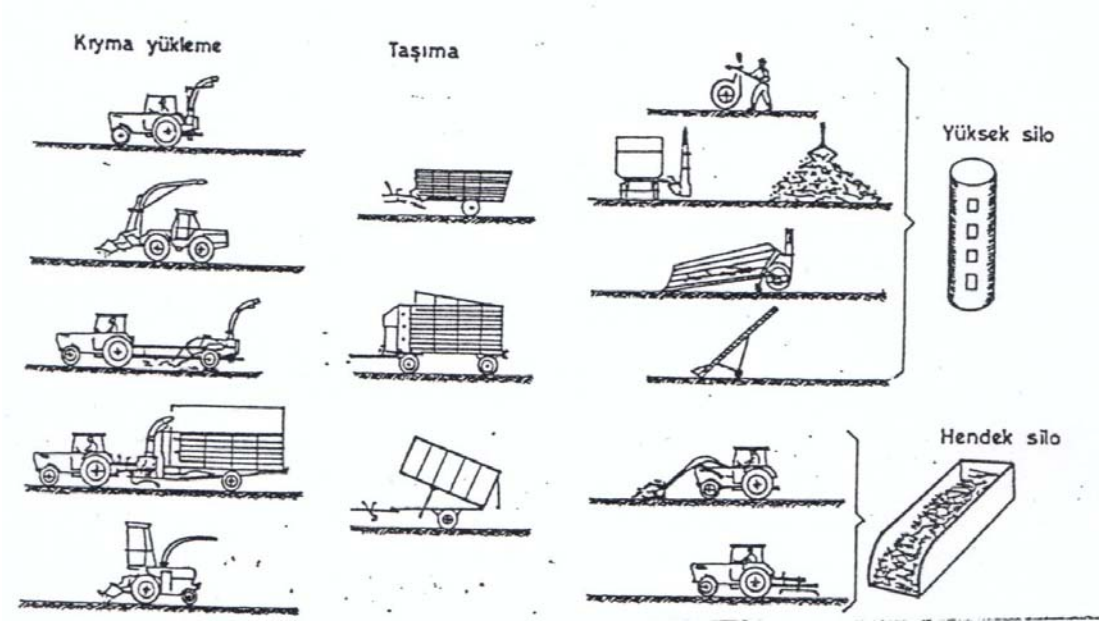


(a) (b) (c)

Şekil 1.2. Silaj makinalarının çalışma şekilleri (Emen ve ark., 1996)

(a. Çekilir tip silaj makinası, b. Asılır tip silaj makinası, c. Kendi yürür silaj makinası)

Kısa boyutlu kıyılmış kaba yemin tarladan siloya işlem aşamaları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Kısa boyutlu kıyılmış kaba yemin tarladan siloya işlem aşamaları (Wenner ve ark 1980)

Ülkemizde mevcut silaj makinalarının sayısı aşağıdaki Çizelge 1.5.' de verilmiştir.

Çizelge 1.5. Yıllar itibarı ile silaj makinası sayıları (Adet) (TÜİK)

YILLAR	TÜRKİYE		KONYA	
	Mısır Silaj Makinası	Ot Silaj Makinası	Mısır Silaj Makinası	Ot Silaj Makinası
2004	7.416	2.017	224	20
2005	8.717	2.225	271	27
2006	9.734	2.585	331	43
2007	11.998	2.853	439	46
2008	14.000	3.087	499	54

1.4. Silaj Makinelerinin Bazı İşletme Özellikleri

Mısır silaj makinalarının, yaklaşık olarak %75 nemde ve 12,7 mm kesme boyunda kıyılan bir mısır ürünü için en büyük teorik kapasiteleri 50 t/h'dir. Silajlık yem ürünü olarak ot kıyılmasında bu kapasite değerinin %60'ı alınabilir. Bu sonuca göre, silajlık yem ürünü kıyıcısı olarak ot silaj makinalarının teorik kapasitesi 30-35 t/h olarak belirlenmektedir. (Zeytinoğlu, 1998)

Silaj makinalarında ilerleme hızını arazinin yapısı, sulama için açılan ark ve tavalar, bitki çeşidi, birim alandaki bitki sayısı, yeşil ürün verimi, makine tipi gibi faktörler etkilemektedir. Ancak en önemli kısıt silaj makinalarının yüksek ilerleme hızında tıkanmasıdır. Kural olarak silaj makinası ilerleme hızının makinanın besleme hızından büyük olmaması gereklidir. (Güner ve Kafadar, 1999)

Silaj makinalarında çalışma hızının arttırılmasıyla güç tüketimi, alan ve ürün iş başarılarında artış sağlanır ve alan ve ürün enerji tüketimleri düşer. Buna ilişkin örnek değerler Çizelge 1.6.' da verilmiştir.

Çizelge 1.6. Silajlık mısır hasadında elde edilen sonuçlar (Bilgen ve Sungur, 1992)

İlerleme Hızı (km/h)	Alan İş Başarısı (da/h)	Ürün İş Başarısı (t/h)	Güç Tüketimi (kW)	Alan Enerji Tüketimi (kWh/da)	Ürün Enerji Tüketimi (kWh/t)
2,70	1,25	6,20	27,8	22,24	4,48
3,64	1,68	8,36	36,2	21,55	4,33
4,75	2,19	10,91	45,6	20,82	4,18

Çarpmalı, diskli ve tamburlu tip silaj makinalarına ilişkin bazı işletme özellikleri Çizelge 1.7. ve Çizelge 1.8.' de verilmiştir.

Çizelge 1.7. Serbest döner bıçaklı (çarpmalı tip) silaj makinalarının karşılaştırılması (Emen ve ark, 1996)

Özellikler		Asılır Tip	Çekilir Tip	Serbest Döner Bıçaklı ve Kesmeli Tip
İş Genişliği (m)		1,1 -- 1,3	1,3 -- 1,5	1,8
Güç İhtiyacı (kW)		>30	>40	>45
Yükleme Kapasitesi (t/h)		10 -- 12	12 -- 15	12
Ekonomik Ömrü	Yıl	8	8	8
	Çalışma Alanı (ha)	500	500	500
Tamir Bakım Giderleri (satın alma değeri üzerinden her 100 ha'a düşen % miktarı)		20	20	20

Çizelge 1.8. Sabit bıçaklı (Diskli veya tamburlu) silaj makinalarının karşılaştırılmaları (Emen ve ark., 1996)

Özellikler		Çekilir Tip	Arka Bağlantılı Çekilir Tip	Silaj Römorku	Kendi Yürür	Özel Mısır Silaj Makinası
Güç İhtiyacı (kW)		50	90	55	150	35 -- 50
İş Verimi (t/h)	Soldurma Silajı	8	13	9	28	--
	Mısır Silajı	13	28	14	43	10 -- 13
Ekonomik Ömrü	Yıl	10	10	8	10	8
	Çalışma Saati	750	800	500	1200	450 -- 600
Tamir Bakım Giderleri (satın alma bedelinin % si)		14	11	11	4	19 -- 24

Bu çalışmada tek sıralı diskli silaj makinesindeki bazı işletme parametrelerinin (bıçak çevre hızı ve makinenin çalışma hızı) silaj materyalin kıyılma uzunluğuna ve yakıt tüketimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Akıncı ve Çanakcı (2001), bazı hasat harman makinalarına ait kullanım giderlerini belirlemişlerdir. Mısır silaj makinasında yıllık sabit gider 278,16 $/yıl, saatlik değişken gider ise 8,09 $/h olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada kritik alan büyüklüğü mısır silaj makinasında 6,58 ha/yıl olarak tespit edilmiştir. Daha az üretim alanları için kiralanması ya da diğer kullanım yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Altınok ve Bozkurt (2000), silaj kalitesini etkileyen hasat öncesi ve hasat sonrası faktörleri incelemişlerdir. Silaj yapımında hasat öncesinde silaj amacıyla yetiştirilecek bitki ürünün seçimi, bitkinin hasat zamanı ve hasat sırasında nem içerikleri, hasat sonrasında ise soldurma, doğrama, uygun silo tipnin seçimi, doğranan materyalin siloya doldurulması sıkıştırılması ve kapatılması ve ayrıca günlük ihtiyaç kadarının tüketilmesi işlemlerinin silaj kalitesini etkilediğini belirtmişlerdir.

Bilgen ve Sungur (1991), Ege bölgesi koşullarında silajlık mısır hasat makinalarının uygunluğu üzerine yaptıkları araştırmada, farklı teknik özelliklere sahip silaj makinalarının alan-ürün iş başarıları, güç tüketimleri ve kıyma kaliterini incelemişlerdir. İlerleme hızı ve ürün iş başarısının artmasıyla güç tüketiminin arttığını saptamışlardır. Kıyma boyutuna makina çalışma hızının etkisinin olmadığını, makinanın kıyma ve besleme düzenlerine ilişkin teknik özelliklerin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Emen ve ark (1996), silaj yapım tekniği ve silaj makinaları konusunda ekimden hasada kadar uzanan mekanizasyon zinciri hakkında detaylı bilgiler vermişlerdir. Silaj yapılan yem bitkileri ve silaj yapım kurallarını detaylı bir şekilde açıklamışlardır. Silaj makinalarını serbest döner bıçıaklı ve hassas silaj makinaları olarak sınıflandırmış ve işletme parametreleri üzerine ayrıntılı bilgiler vermişlerdir.

Engürlü ve ark (2005), yeşil yem mekanizasyonunda kullanılan makineler hakkında bilgiler vermişlerdir. Silaj makinalarının yapısal özellikleri, ayarlarının yapılması ve bakım koşullarını ortaya koymuşlardır. Tamburlu tip silaj makinalarının diskli tip silaj makinelerine nazaran aynı iş veriminde daha kısa parçalanmış materyal vereceğini, eşit kıyma boyunda ise tamburluların disklilere nazaran daha yüksek verimde çalışacağını belirtmişlerdir.

Evrenosoğlu ve Yalçın (2006), mısır silajı hasadında kullanılan bazı makina setleri ve silajlık mısır hasat mekanizasyonu sistemlerini işletmecilik yönünden irdelemişlerdir. Çalışmalarında özellikle alanların küçük, parçalı ve düzgün olmamasının iki sıralı ve dört sıralı makinaların kullanımını kısıtladığını ve en verimli çalışma şekli olarak ise traktör-makina ikilisini aynı hızla yanından takip eden traktör-tarım arabası konumunun uygun olduğunu görmüşlerdir.

Kafadar ve Güney (1999), silaj makinalarının performans karakteristiklerinin belirlenmesine yönelik yaptıkları araştırmada silaj makinalarının güç tüketimi, alan-ürün enerji tüketimi, alan-ürün iş başarısı, yakıt tüketimi, kıyma boyu ağırlık dağılımı, teorik, aritmetik ve geometrik kıyma boyu uzunlukları gibi performans karakteristiklerini ortaya koymaya çalışmışlardır.

Kanofojski ve Karwowski (1976), tarım makinalarının teori ve konstrüksiyonu konularında verdikleri bilgilerde, silaj makinalarını çarpmalı, diskli ve tamburlu olarak üçe ayırmışlardır. Çarpmalı, diskli ve tamburlu silaj makinalarının tasarım parametrelerini ve konstrüksüyonlarına ait temel eşitliklerini ayrıntılı bir şekilde açıklamışlardır.

Ülger (1982), tarımda makinalaşma, tarımsal makinaların işletme esasları, güç iletim sistemleri ve tarım alet ve makinaları hakkında detaylı bilgiler vermiştir. Volan tipli kesme ünitesine sahip silaj makinalarında, gereksinime duyulan toplam gücün %83-99'unun malzemenin doğranması için harcandığını, silindirik tip kesme üniteli makinalarda ise bu oranın %75-85 arasında olduğunu belirtmiştir.

Wenner ve ark (1980), silaj makinalarına ait sınıflandırma yapmış, çarpmalı, diskli ve tamburlu silaj makinalarına ilişkin yapım özellikleri ve tasarım parametrelerini açıklamışlardır. Silaj makinalarına ait iş genişliği, güç tüketimi ve alan iş verimlerini çizelgeler halinde ortaya koymuşlardır.

Zeytinoğlu (1998), silaj makinelerinin önemi, çeşitleri ve bazı teknik özellikleri belirlenmiştir. Mısır silaj makinalarının, ot silaj makinalarına kıyasla mısır yem ürününü daha kısa ve daha az kayıpla kıymak sureti ile daha kaliteli bir silaj yemi hazırladığını belirtmiştir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Çalışmada silaj materyali olarak birinci ürün mısır bitkisi (*Zea mays indentata*) kullanılmıştır. Deneyler, Selçuk Üniversitesine ait araştırma arazisinde 2009 yılının Ekim ayında yapılmıştır. Deney tarlasının eğimi sıfırdır. Denemesi yapılan silajlık mısır bitkisinin bazı özellikleri Çizelge 3.1. de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Silajlık Mısır Bitkisinin Bazı Fiziksel Özellikleri.

Özellik	Değer
Ortalama Anız yüksekliği (mm)	65,4 ± 5,25
Ortalama Bitki boyu (mm)	1850 ± 200
Sıra üzerinde bulunan ortalama bitki sayısı (adet/m)	9 ± 1
Sıra arası (mm)	700
Bitki çapı (mm)	25 ± 5
Biçim esnasındaki bitki nem düzeyi (%)	70,1

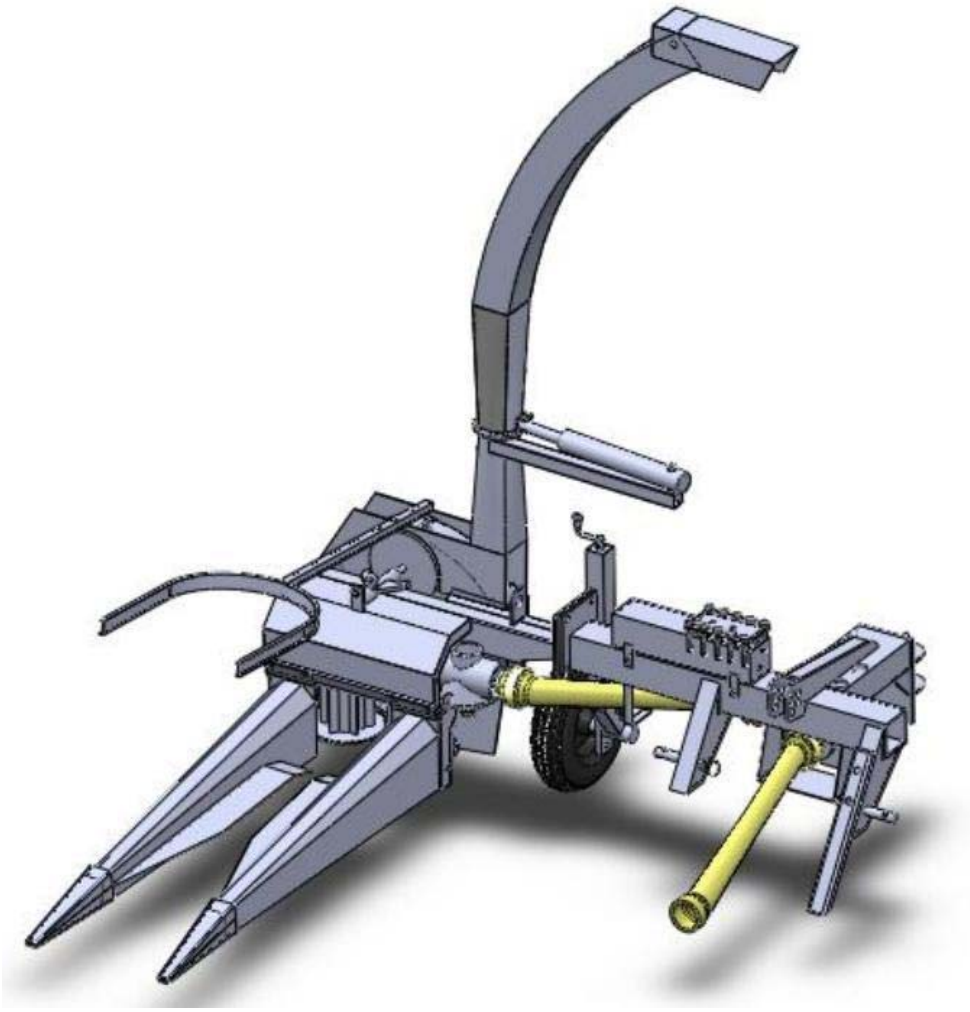
Araştırmada Kullanılan Diskli Silaj Makinesi

Konya yöresinde ekilen silajlık mısırların hasadında en çok kullanılan tek sıralı diskli silaj makinalarıdır. Silajlık mısır ekilen arazilerin küçük, parçalı ve düzgün şekilli olmamalarının yanı sıra mevcut traktör parkındaki traktör güçlerinin yetersiz olması ekonomik açıdan tek sıralı diskli silaj makinalarının kullanımını arttırmaktadır.

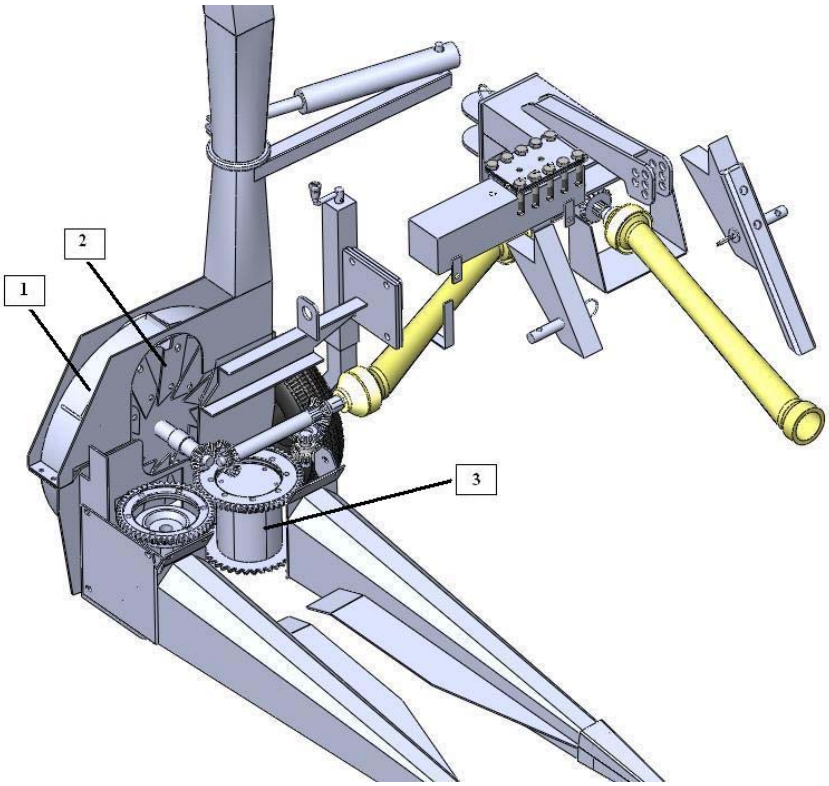
Traktöre asılır tip tek sıralı diskli mısır silaj makinesinde biçme düzeni, besleme düzeni, kıyma düzeni ve materyalin sevk edildiği hareketli sevk borusu bulunmaktadır. Biçme düzeni 2 adet birbirine ters yönde dönen tambur üzerinde bulunan bulunan 2 adet kesici disk bıçakla sağlanmaktadır. Biçilen malzeme besleme tamburları ile küçük parçalara ayrılarak kıyıcı bıçaklara iletilmektedir. Besleme tamburlarından biri düz olup diğerinin üzerinde dişler mevcuttur. Kıyıcı bıçaklar 12 adet olup davlumbaz içerisine yerleştirilmiş olan bir diske bağlanmıştır. Kıyma düzeni üzerinde bileme diski bulunmaktadır. Materyal iletim borusu ve yönlendirme plakası hidrolik olarak kumanda edilmektedir. Kuyruk milinden alınan hareket, şaft vasıtasıyla birinci dişli kutusunun iki çıkışı mevcuttur.Birinci çıkışta hareket yön

değiştirmeden dişli kutusunun arka kısmında bulunan hidrolik pompaya hareket verir. İkinci çıkışta ise hareket 90 derece yön değiştirerek cırcırlı emniyet düzeni olan şaft vasıtasıyla ikinci dişli kutusuna gelir. İkinci dişli kutusunun da iki çıkışı mevcuttur. Birinci çıkışta hareket 90 derece yön değiştirerek tamburlara iletir. Hareket tamburlara gelmeden önce arada bir pimli emniyet mekanizması mevcuttur. İkinci çıkışta ise hareket yön değiştirmeden üçüncü dişli kutusuna gelir. Üçüncü dişli kutusunda hareket 90 derece yön değiştirerek bıçakların bağlı olduğu diske gelir.

Üç farklı bıçak hızı elde edebilmek amacı ile bıçakların üzerinde bulunduğu diske hareket aktaran dişli kutularındaki transmisyon oranları değiştirilmiştir. Şekil 3.1'de makinenin genel görünüşü, Şekil 3.2.'de silaj makinasına ait parçaların görünüşleri, Şekil 3.3.'de silaj makinasının traktöre bağlantı görünüşü, Şekil 3.4'de şematik görünüşü, Şekil 3.5'de disk ve bıçakların bağlantı durumu, Şekil 3.6'da ise makinenin hareket iletim düzeni verilmiştir.



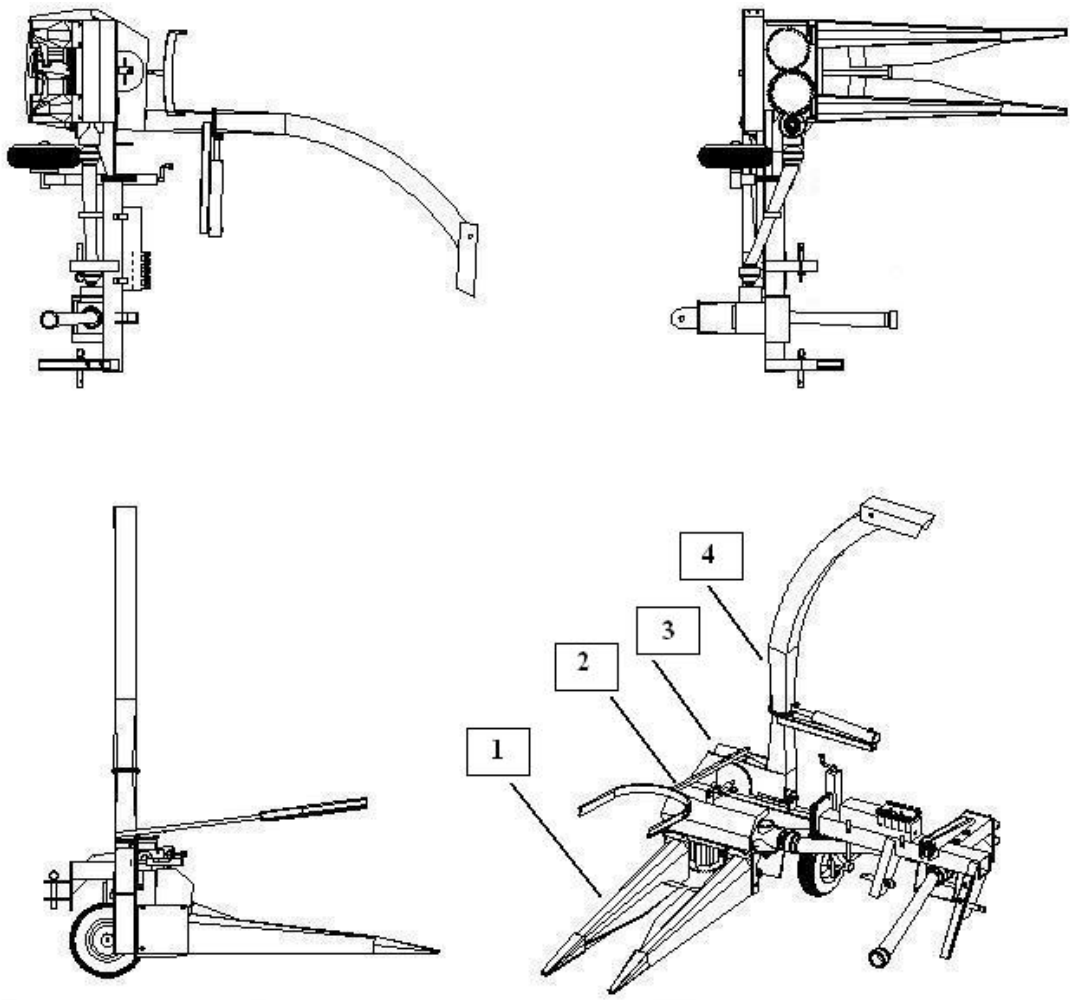
Şekil 3.1. Silaj makinesinin genel görünüşü.



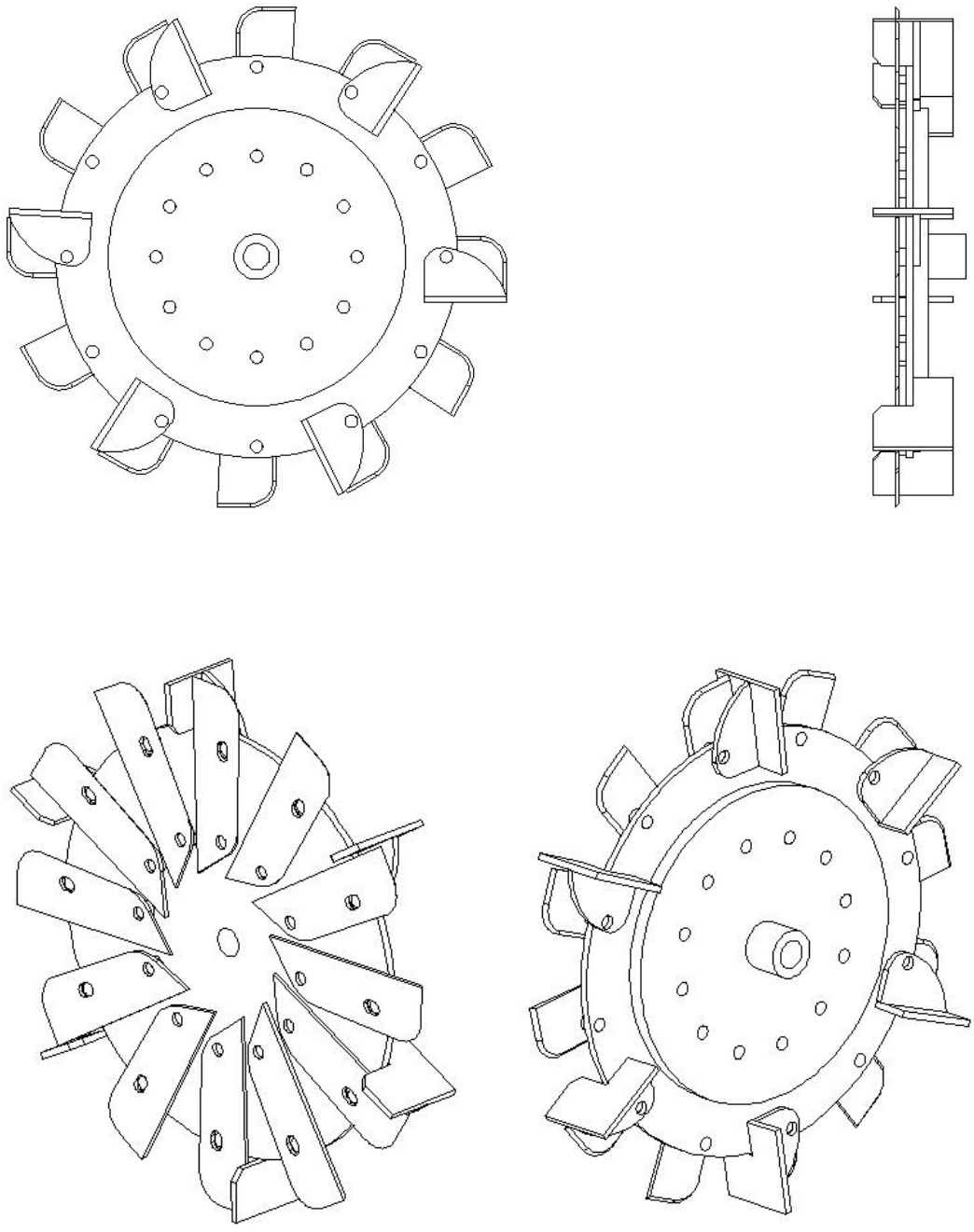
Şekil 3.2. Silaj makinasına ait parçaların görünüşleri.
(1. Davlumbaz, 2. Kesici bıçaklar, 3. Besleme tamburları)



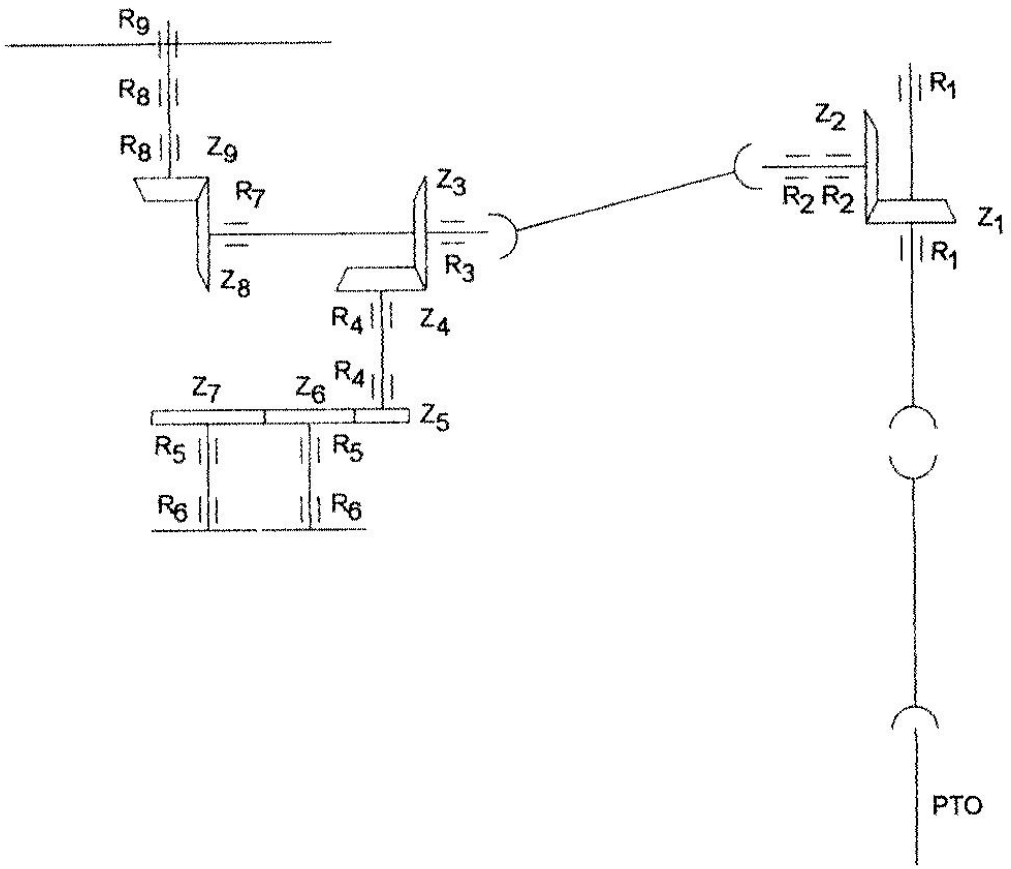
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan silaj makinesinin traktöre bağlantı görünüşü.



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan silaj makinesinin şematik görünüşü.
(1. Biçme düzeni, 2. Besleme düzeni, 3. Kıyma düzeni, 4. Sevk borusu)



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan silaj makinesinde, bıçakların diske bağlantısının şematik olarak gösterilişi.



Şekil 3.6. Silaj makinesinin hareket iletim sistemi.

Denemelerde kullanılan silaj makinasına ait teknik özellikler Çizelge 3.2.' de verilmiştir.

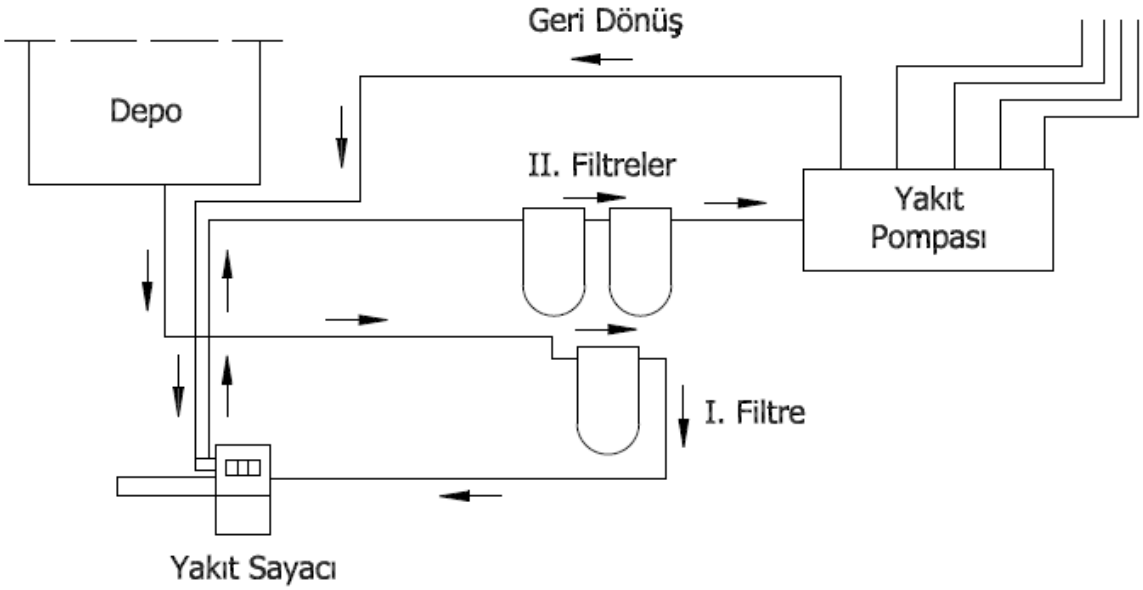
Çizelge 3.2. Silaj Makinasına ait teknik özellikler

Toplam uzunluk (mm)	Yol 3220, max. 3900, min. 2800
Toplam genişlik (mm)	2420
Toplam yükseklik (mm)	Yol 1460, max. 3445, min. 3240
Ağırlık (kg)	660
Kumanda tertibatı	Hidrolik
Kuyruk mili devri	540 min^{-1}
Tahrik	Şanzuman
Lastik ölçüsü (mm)	400*8 16 PR
Biçme Düzeni Tambur Sayısı (adet)	2
Alt kesici bıçak sayısı	2 adet
Kıyma düzeni	
Bıçak sayısı	12
Bıçak sertliği	60,3 HRC
Üfleme Düzeni Üfleme Kanadı Sayısı	6

3.2. Denemelerde Kullanılan Düzenekler, Ölçüm Aletleri ve Cihazları

Yakıt Ölçüm Düzeneği

Araştırmada, kombinasyonlardaki yakıt tüketiminin ölçülmesinde Rudolf Schmitt marka mekanik tip bir yakıt ölçer kullanılmıştır (Öztürk 1991; Çarman vd. 1995). Çalışma aralığı 0-200 l/h debi ve 0.03-2 bar basınçtır. Tüketilen yakıt miktarı cihaz üzerindeki sayaçtan okunabilmektedir. Yakıt ölçer traktörün yakıt donanımına bağlanmıştır. Yakıt ölçerin traktörün yakıt donanımına bağlantı şeması Şekil 3.5' de verilmiştir.



Şekil 3.6. Yakıt ölçerin traktör yakıt donanımına bağlantı şeması.

Araştırmada Kullanılan Genel Amaçlı Ölçüm Aletleri

Araştırmada, zaman ölçümleri 0.1 saniye hassasiyetli kronometre ile yapılmıştır. Silajlık materyalin doğranmasından sonra uzunlukları ve anız boylarının ölçülmesinde 0.01 hassasiyetli dijital kumpas, deneme parsellerinin oluşturulmasında ve çalışma hızının belirlenmesinde parsel şerit metresi ve jalonlar, silajlık materyal numunelerin tartılmasında 0.01 g duyarlıklı hassas terazi, hasat esnasında bitki neminin ölçülmesinde 300 ^{o}C'ye kadar ısınabilen etüv cihazı kullanılmıştır.

Araştırmada Kullanılan Bilgisayar Yazılımları

Araştırma sonucu kombinasyonlardan alınan numunelerin değerlendirildikten sonra istatistiksel açıdan incelenmeleri için TARİST adlı programdan faydalanılmıştır.

3.3. Metod

3.3.1.Tarla Denemeleri

Deneme Deseninin Oluşturulması

Tesadüf blokları deneme desenine göre deney parselleri oluşturulmuştur (Yurtsever 1984). Denemede 700 mm disk üzerine yerleştirilmiş üç bıçak çevre hızı (U_1= 47.91m/s; 1308 min^{-1}, U_2= 53.22m/s;1453 min^{-1}, U_3= 58.54m/s; 1598 min^{-1}) ve iki makine çalışma hızı (V_1=2.46 km/h, V_2=3.05 km/h) seçilerek denemeler bu kombinasyonlarda yapılmıştır. Kombinasyonlara ait deneme deseni Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme Deseni.

Silaj Makinesi Tipi	Çevre Hızı	Çalışma Hızı	Belirlenen Parametreler.
Tek sıralı diskli mısır silaj makinesi	U_1	V_1	Yakıt Tüketimi, Silaj Materyali Boyutları
		V_2	
	U_2	V_1	
		V_2	
	U_3	V_1	
		V_2	

Anız Yüksekliğinin Belirlenmesi

Deneme tarlasının rasgele bölgelerinden anızlar 0.01 hassasiyetli kumpas ile ölçülerek ortalama anız yüksekliği belirlenmiştir.

Tarla Yaş Veriminin Saptanması

Tarla yaş veriminin saptanmasında Arın (1982)'ın kullandığı yöntem kullanılmıştır. Bu yönteme göre her 5 dekar parsel için rastgele seçilen 6 adet 2.5 m^2'lik alandaki ürün orakla biçilmiştir. Anız yüksekliğinin biçim esnasında gözlemlenen 6,5 cm yüksekte bulunmasına özen gösterilmiştir. Örnekleme parsellerinden tartılan yeşil ürün aşağıdaki bağıntıdan yararlanarak saptanmıştır (Arın 1982).

$$S = \frac{1000 \times G}{15}$$

S : Tarla yaş verimi (kg/da)

G : Örnekleme parsellerinden tartılan yeşil ürün (kg)

Çalışma hızının belirlenmesi

Bu amaçla denemelerin yapıldığı tarlada seçilmiş olan parsellerde 50 m uzunluk jalonlarla işaretlenmiştir. Tek sıralı diskli mısır silaj makinesinin çalışma sırasında bu mesafeyi ne kadar zamanda aldığı kronometre ile ölçülmüştür. Ölçülen zaman sonuçlarına göre aşağıdaki eşitlikle çalışma hızları hesaplanmıştır.

$$V = 3{,}6\frac{L}{t}$$

V : Makinenin çalışma hızı (km/h)

L : Ölçüm uzunluğu (m)

t : Zaman (s)

Alan İş Başarısının Hesaplanması

Tarım alet makinalarında iş başarısı, istenilen iş kalitesinin de sağlanabildiği, birim zamanda yapılan iş kapasitesidir. İş başarısını, çalışma hızı, çalışma genişliği, zamandan yararlanma katsayısı etkilemektedir. Silaj makinalarında (ton/h) olarak bulunan ürün iş başarısıyla yeterli bir değerlendirme yapılamamaktadır. Bu nedenle birim zamanda biçilen alan olarak (da/h) hesaplanan iş başarısı da göz önüne

alınmaktadır. Silaj makinalarının alan iş başarıları; gerçek ilerleme hızı, iş genişliği ve zamandan yararlanma katsayısı yardımıyla aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmıştır (Kafadar 1997)

$$Sa = B \cdot V \cdot K$$

Sa : Alan iş başarısı (da/h)
B : İş genişliği (m)
V : Makinenin çalışma hızı (km/h)
K : Zamandan yararlanma katsayısı (%)

Zamandan yararlanma katsayısı ASAE tarafından önerilen 0.50-0.75 sınır değerleri arasında K=0.70 değeri kullanılmıştır (Bilgen ve Sungur 1982). Ürün iş başarısı (Sü), tarla yaş verimiyle (S), alan iş başarısının (Sa) çarpılmasıyla belirlenmiştir.

$$Sü = Sa \cdot S$$

Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi

Makine ile çalışmada makine performansının ve yapılan işlerin ekonomikliğinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir kriter de makine ile yapılan çalışmada tüketilen yakıt miktarıdır. Bu amaçla traktör yakıt sistemine bir yakıt ölçer bağlanmıştır. Deneme tarlasında belirli uzunlukta parseller belirlenerek makine seçilen kombinasyonlarda çalıştırılmıştır. Makine parsellerde çalışmaya başlamadan önce ve çalıştıktan sonraki yakıt ölçerden sayısal değerler okunmuştur. Bu değerler kullanılarak yakıt tüketimi l/da ve l/h olarak hesaplanmıştır. Hesaplamada aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır. (Çarman ve ark.1995; Kocabıyık 2003)

$$YT = \frac{YGs - YGi}{A}$$

YT : Yakıt tüketimi (l/da)
YGs : Yakıt ölçerde son okuma değeri(l)
YGi : Yakıt ölçerde ilk okuma değeri(l)
A : Parsel büyüklüğü (da)

3.3.2.Laboratuar Denemeleri

Nem Oranının Saptanması

Tarla yaş veriminin saptanmasında kullanılan örnekler temiz bir zemin üzerinde suyu kaçırılmayacak biçimde kıyılmış ve hava geçirmeyen özel kaplara konulduktan sonra Konya İl Kontrol Labaratuvarında bulunan etüv cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Örnekler 105 ^{o}C'de 24 saat kurutulmuştur. Kuruyan numuneler tekrar tartılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla nem içerikleri belirlenmiştir.

$$MC = \frac{Wy - Wk}{Wy} \cdot 100$$

MC : Anız nem içeriği (yaş esas)(%)
Wy : Anız numunesinin yaş ağırlığı (g)
Wk : Anız numunesinin kuru ağırlığı (g)

Silajlık Materyal Kıyma Kalitesinin Saptanması

Çalışılabilir iki hız kademesi seçildikten sonra her hız kademesinde en az üç tekerrür yapılmıştır. Her tekerrürde sevk borusu çıkışından 500 gram kıyılmış materyal örnekleri alınmıştır. Kıyılmış materyal örnekleri TS 7389 da belirtilen yönteme göre sınıflandırılmış ve sınıflara ait ağırlık oranları tartılarak belirlenmiştir. Kıyma kalitelerinin belirlenmesinde ISO standardının önerdiği geometrik ortalama uzunluk (X) ve geometrik standart sapma (σ) ölçüt alınmıştır. Aşağıda geometrik ortalama uzunluk ve geometrik standart sapma bağıntıları verilmiştir (Kafadar 1997).

$$\ln X = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot \ln X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} m_i}$$

$$\ln \sigma = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot (\ln X_i - \ln X)^2}{\sum_{i=1}^{i=n} m_i}$$

X : Geometrik ortalama uzunluk (mm)

X_i : i'ninci uzunluk sınıf aralığındaki materyalin ortalama boyutu (mm)

m_i : i'ninci uzunluk sınıf aralığındaki materyalin kütlesi (g)

σ : Geometrik standart sapma

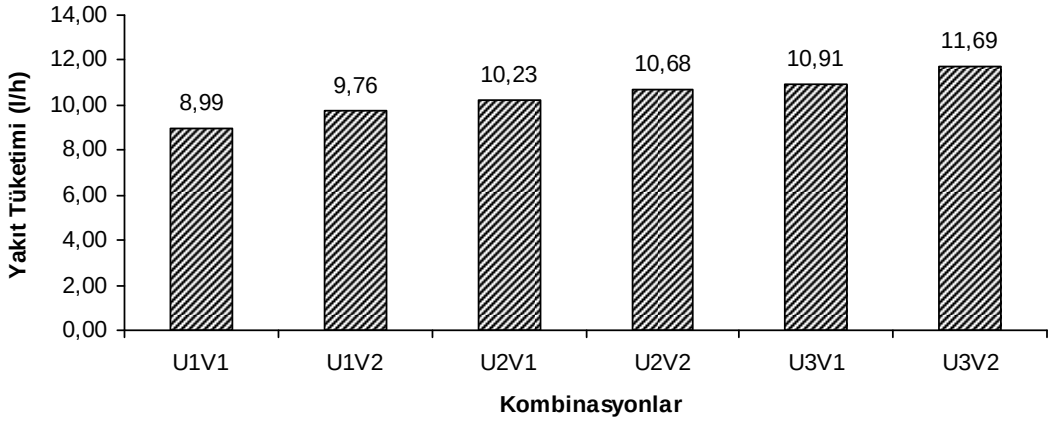
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Nem İçeriği

Tarla denemelerinin ardından hemen yapılan nem tayinine göre anızın nem içeriği yaş baza göre ortalama % 70.1 olarak belirlenmiştir.

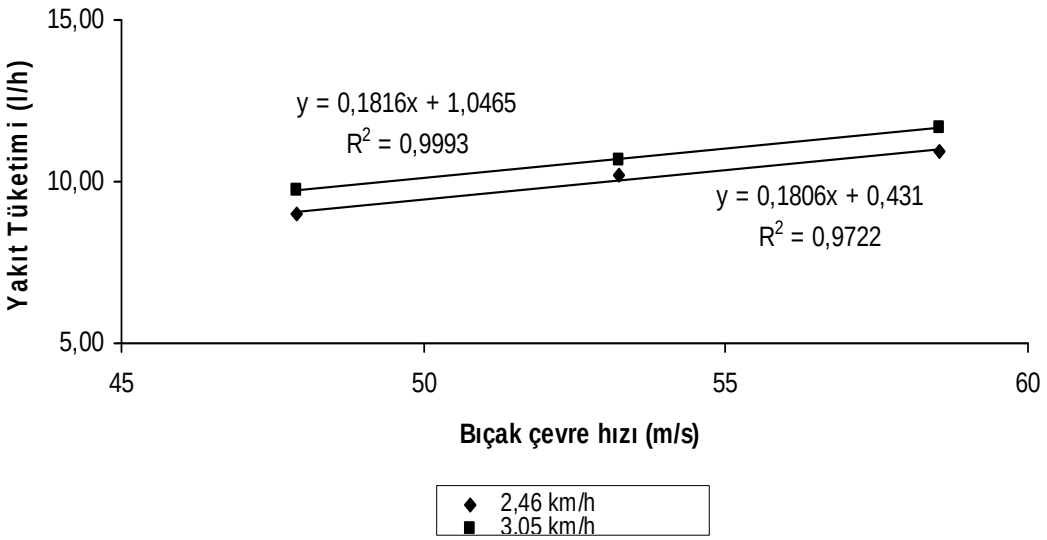
4.2. Yakıt Tüketimi

Tek sıralı diskli mısır silaj makinesinin yakıt tüketimleri her kombinasyon için ayrı ayrı ölçülmüştür ve l/h cinsinden hesaplanmıştır. Söz konusu değerlere göre en yüksek yakıt tüketimi 11.69 l/h ile U_3V_2 kombinasyonunda elde edilirken, en düşük yakıt tüketimi, 8.99 l/h ile U_1V_1 kombinasyonunda elde edilmiştir (Şekil 4.1). Artan bıçak çevre hızına ve artan çalışma hızına bağlı olarak yakıt tüketimi değerleri artmıştır. Bıçak çevre hızındaki % 22.22' lik artış yakıt tüketimini ortalama % 20.53 artırırken, çalışma hızındaki % 23.98' lık artış ise yakıt tüketimini ortalama % 6.63 artırmıştır.



Şekil 4.1. Kombinasyonlara ait saatlik yakıt tüketimi.

Bıçak çevre hızına bağlı olarak yakıt tüketimindeki değişimin tahmin denklemleri ve belirtme katsayıları Şekil 4.2'de verilmiştir. Şekil 4.2'e göre değişik çalışma hızlarında bıçak çevre hızına bağlı olarak yakıt tüketimi doğrusal bir şekilde artmıştır.



Şekil 4.2. Bıçak çevre hızına bağlı olarak yakıt tüketiminin değişimi.

Denemelerde elde edilen veriler üzerinde varyans analizleri ve LSD testleri sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yakıt Tüketimi Varyasyon Analizi ve LSD testi Sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
İlerleme Hızı	1	1,993	7,364*
Bıçak Çevre Hızı	2	5,587	20,64**
İlerleme Hızı x Bıçak Çevre Hızı	2	0,057	0,212
Hata	12	0,271	
Genel	17	0,972	

İlerleme Hızı	Bıçak Çevre Hızı
10,038 a	9,363 a
10,703 b	10,450 b
	11,293 c
LSD (%5)= 0,535	LSD (%5)= 0,655

Varyans analizi sonuçlarına göre bıçak çevre hızı ve çalışma hızındaki değişimin yakıt tüketimi üzerindeki etkisi P<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ayrıca bıçak çevre hızı ve çalışma hızı interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur. İlerleme hızının ve bıçak çevre hızının ortalama değerleri üzerinde yapılan LSD testi sonucu farklılığın önemli olduğu görülmüştür.

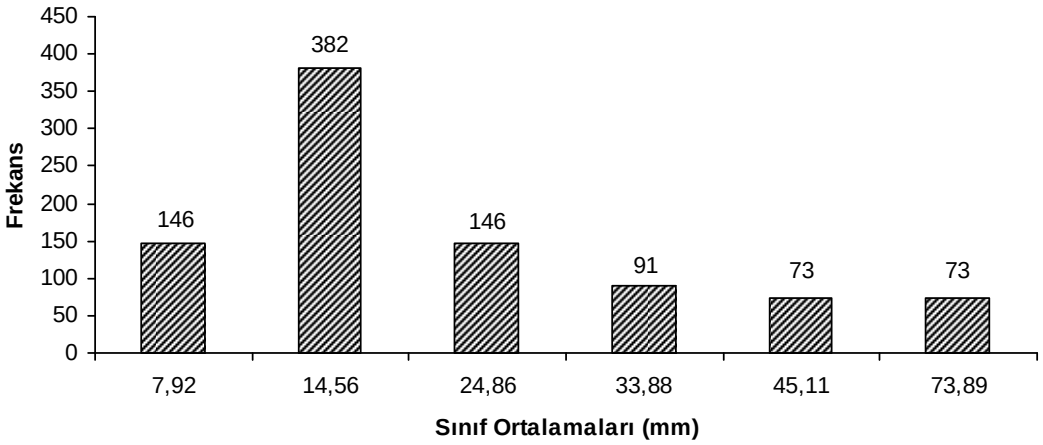
4.5. Boyut Dağılımı

Kombinasyonların parça işleminden sonra elde edilen parça büyüklüklerinin dağılımları Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7' de, dağılım grafikleri ise Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8'de verilmiştir.

U_1V_1 kombinasyonunda 40 mm'den büyük parçalar hariç bütün parça boyutu sınıflarında frekanslar olduğu görülmüştür. Parça boyutlarının 0-40 mm aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. (yaklaşık % 83.98). Ortalama parça boyutu 24.35 mm olmuştur (Çizelge 4.2. ve Şekil 4.3)

Çizelge 4.2. U_1V_1 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı.

Sınıflar	**Sınıf ort. (X)**	**Frekans (f)**	**f.X**	**%Nisbi frekans**
0-10	7,92	146	1156,32	16,03
10-20	14,56	382	5561,92	41,93
20-30	24,86	146	3629,56	16,03
30-40	33,88	91	3083,08	9,99
40-50	45,11	73	3293,03	8,01
>50	73,89	73	5393,97	8,01
TOPLAM		**911**	**22117,88**	**100**
X_{ort} = 24.35	**SD = 18.89**	**%VK = 77.62**		

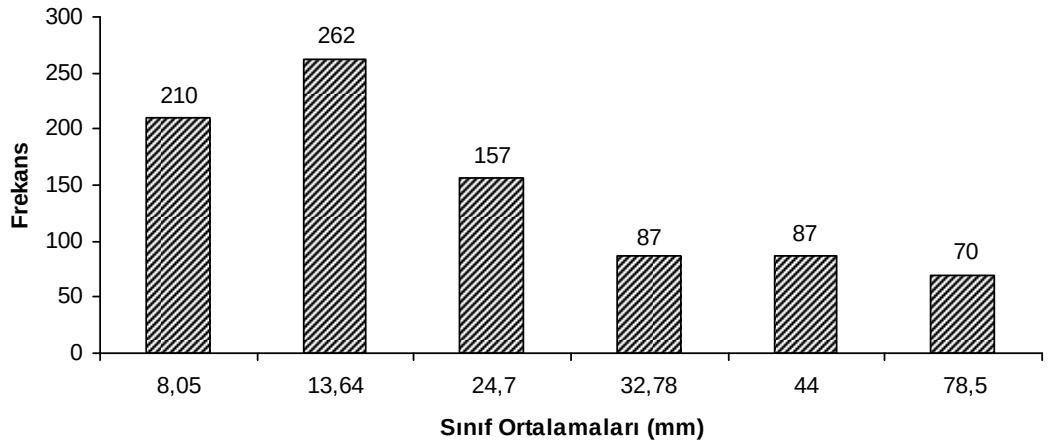


Şekil 4.3. U_1V_1 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları.

U_1V_2 kombinasyonunda 50 mm'den büyük parçalar hariç bütün parça boyutu sınıflarında frekanslar olduğu görülmüştür. Parça boyutlarının 0-50 mm aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. (yaklaşık % 91.99). Ortalama parça boyutu 24.43 mm olmuştur (Çizelge 4.3. ve Şekil 4.4)

Çizelge 4.3. U_1V_2 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı.

Sınıflar	**Sınıf ort. (X)**	**Frekans (f)**	**f.X**	**%Nisbi frekans**
0-10	8,05	210	1690,5	24,06
10-20	13,64	262	3573,68	30,01
20-30	24,7	157	3877,9	17,98
30-40	32,78	87	2851,86	9,97
40-50	44	87	3828	9,97
>50	78,5	70	5495	8,01
TOPLAM		**873**	**21316,94**	**100**
X_{ort} = 24.43	**SD = 20.45**	**%VK = 83.70**		

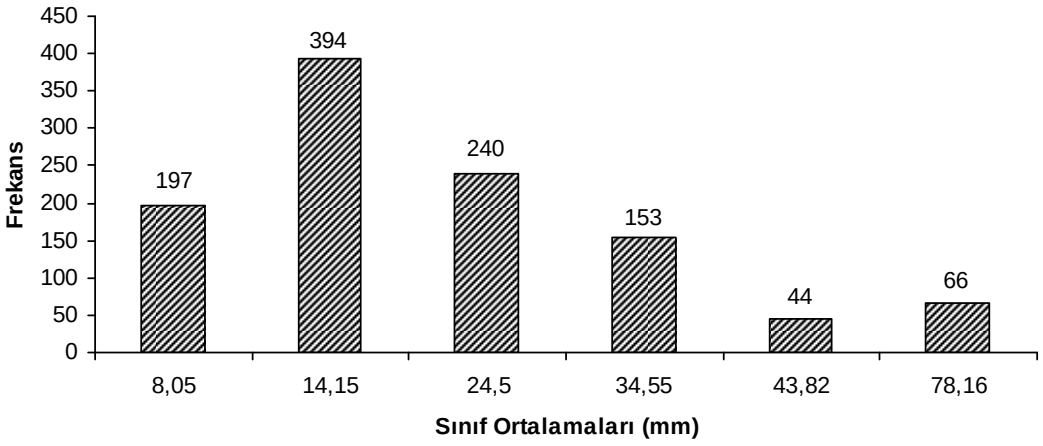


Şekil 4.4. U_1V_2 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları.

U_2V_1 kombinasyonunda 40 mm'den büyük parçalar hariç bütün parça boyutu sınıflarında frekanslar olduğu görülmüştür. Parça boyutlarının 0-40 mm aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. (yaklaşık % 89.95). Ortalama parça boyutu 23.22 mm olmuştur (Çizelge 4.4. ve Şekil 4.5)

Çizelge 4.4. U_2V_1 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı.

Sınıflar	**Sınıf ort. (X)**	**Frekans (f)**	**f.X**	**%Nisbi frekans**
0-10	8,05	197	1585,85	18,01
10-20	14,15	394	5575,1	36,01
20-30	24,5	240	5880	21,94
30-40	34,55	153	5286,15	13,99
40-50	43,82	44	1928,08	4,02
>50	78,16	66	5158,56	6,03
TOPLAM		**1094**	**25413,74**	**100**
X_{ort} = 23.22	**SD = 18.04**	**%VK = 77.71**		

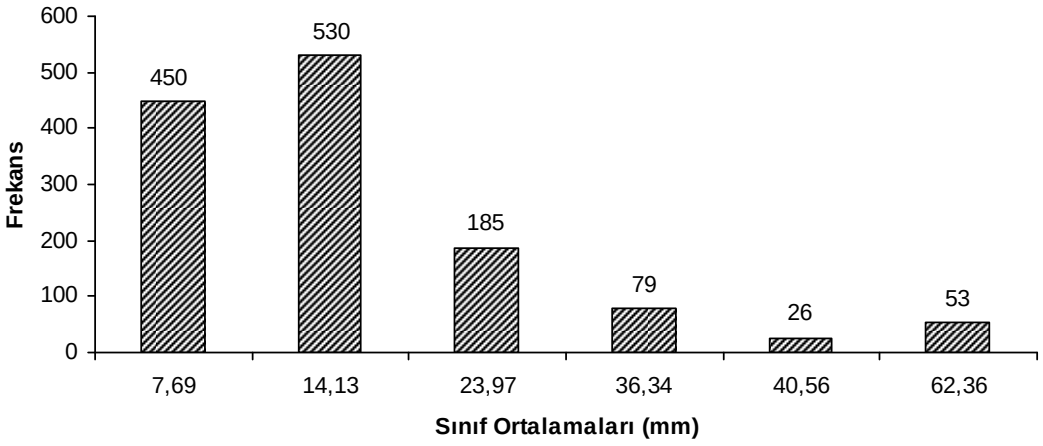


Şekil 4.5. U_2V_1 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları.

U_2V_2 kombinasyonunda 40 mm'den büyük parçalar hariç bütün parça boyutu sınıflarında frekanslar olduğu görülmüştür. Parça boyutlarının 0-40 mm aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. (yaklaşık % 94.02). Ortalama parça boyutu 17.10 mm olmuştur (Çizelge 4.5. ve Şekil 4.6)

Çizelge 4.5. U_2V_2 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı.

Sınıflar	**Sınıf ort. (X)**	**Frekans (f)**	**f.X**	**%Nisbi frekans**
0-10	7,69	450	3460,5	34,01
10-20	14,13	530	7488,9	40,06
20-30	23,97	185	4434,45	13,98
30-40	36,34	79	2870,86	5,97
40-50	40,56	26	1054,56	1,97
>50	62,36	53	3305,08	4,01
TOPLAM		**1323**	**22614,35**	**100**
X_{ort} = 17.10	**SD = 13.01**	**%VK = 76.02**		

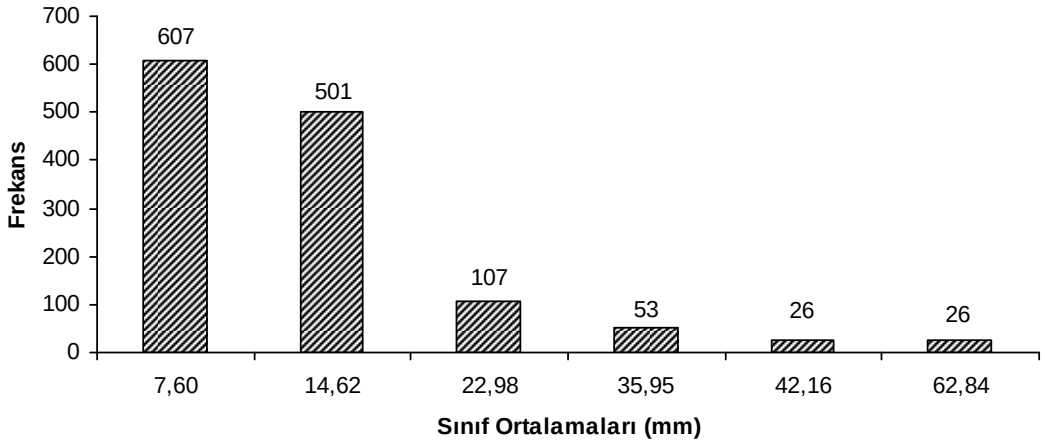


Şekil 4.6. U_2V_2 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları.

U_3V_1 kombinasyonunda 30 mm'den büyük parçalar hariç bütün parça boyutu sınıflarında frekanslar olduğu görülmüştür. Parça boyutlarının 0-30 mm aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. (yaklaşık % 92.04). Ortalama parça boyutu 14.43 mm olmuştur (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.7)

Çizelge 4.6. U_3V_1 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı.

Sınıflar	**Sınıf ort. (X)**	**Frekans (f)**	**f.X**	**%Nisbi frekans**
0-10	7,6	607	4613,2	45,98
10-20	14,62	501	7324,62	37,95
20-30	22,98	107	2458,86	8,11
30-40	35,95	53	1905,35	4,02
40-50	42,16	26	1096,16	1,97
>50	62,84	26	1633,84	1,97
TOPLAM		**1320**	**19032,03**	**100**
X_{ort} = 14.43	**SD = 10.72**	**%VK = 74.27**		

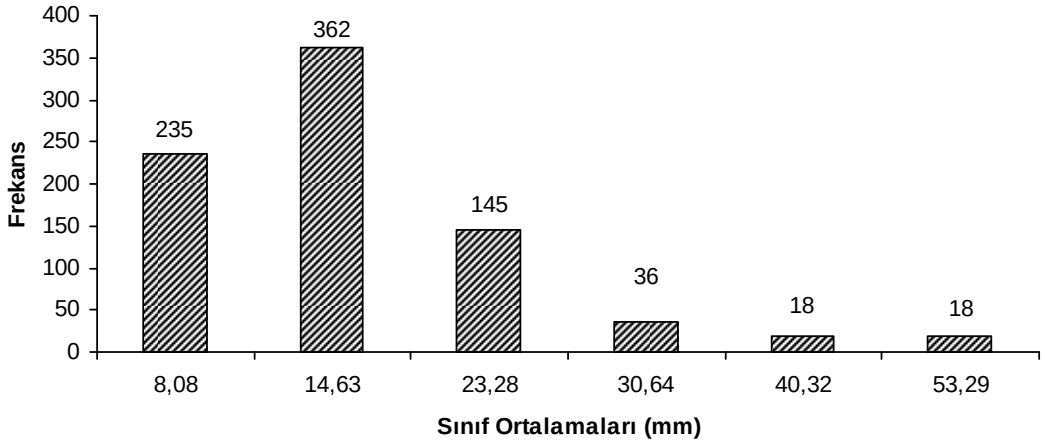


Şekil 4.7. U_3V_1 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları.

U_3V_2 kombinasyonunda 30 mm'den büyük parçalar hariç bütün parça boyutu sınıflarında frekanslar olduğu görülmüştür. Parça boyutlarının 0-30 mm aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. (yaklaşık % 91.14). Ortalama parça boyutu 16.41 mm olmuştur (Çizelge 4.7. ve Şekil 4.8)

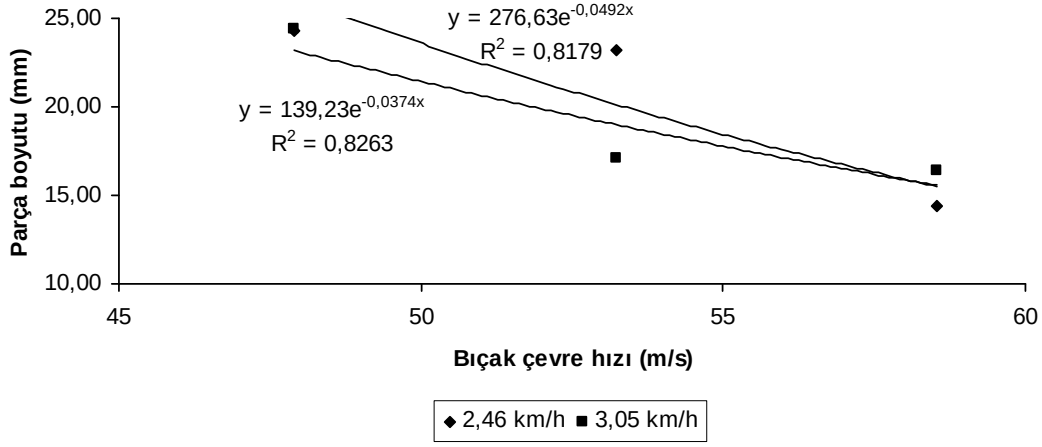
Çizelge 4.7. U_3V_2 Kombinasyonunun Parça Boyutu Frekans Dağılımı.

Sınıflar	**Sınıf ort. (X)**	**Frekans (f)**	**f.X**	**%Nisbi frekans**
0-10	8,08	235	1898,8	28,86
10-20	14,63	362	5296,06	44,47
20-30	23,28	145	3375,6	17,81
30-40	30,64	36	1103,04	4,42
40-50	40,32	18	725,76	2,22
>50	53,29	18	959,22	2,22
TOPLAM		**814**	**13358,48**	**100**
X_{ort} = 16.41	**SD = 9.42**	**%VK = 57.40**		



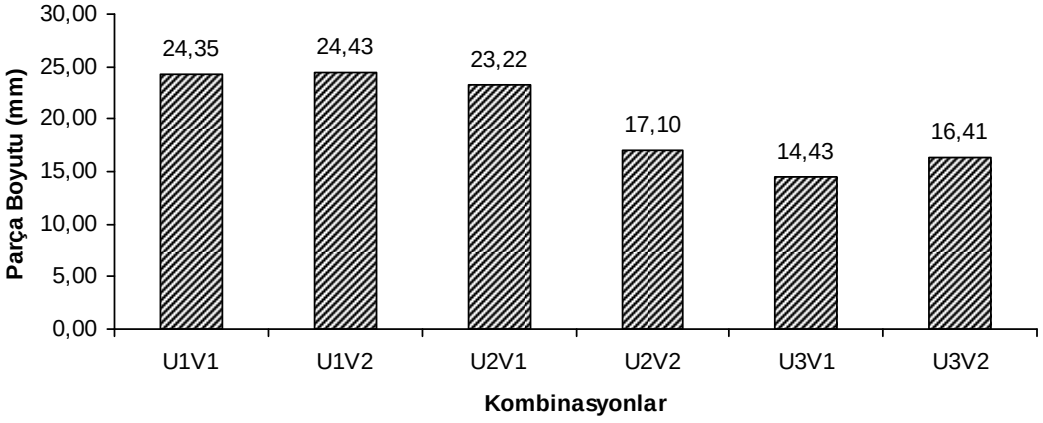
Şekil 4.8. U_3V_2 Kombinasyonundan elde edilen sap parçalarının frekans dağılımları.

Bıçak çevre hızına bağlı olarak parça boyut değişiminin tahmin denklemleri ve belirtme katsayıları Şekil 4.9' de verilmiştir. Değişik çalışma hızlarında bıçak çevre hızına bağlı olarak parça boyut dağılımı üstel bir şekilde azalmıştır.



Şekil 4.9. Bıçak çevre hızına ve makine çalışma hızına bağlı olarak boyut dağılımı.

Tüm kombinasyonlar karşılaştırıldığında en küçük parça boyutu 14.43 mm ile U_3V_1 kombinasyonunda en büyük parça boyutu 24.43 mm ile U_1V_2 kombinasyonunda elde edilmiştir (Şekil 4.9). Tüm kombinasyonlara ait parça boyut dağılımı Şekil 4.10' de verilmiştir.



Şekil 4.10. Kombinasyonlara ait ortalama parça boyutu.

Materyalin parça büyüklüğü de silolama da önemlidir. Araştırmalar başlangıç yemlerinde parça büyüklüğünün büyükbaş hayvan grubu için 10-20 mm, küçükbaş hayvanlar için ise 10 mm'den daha küçük olması gerektiği belirtilmektedir. (Anonim 1999). Silajlık materyal için en uygun parça büyüklüğünün büyükbaş hayvan grubu için 10-20 mm ve küçükbaş hayvan grubu için ise 10 mm'den daha küçük olması tavsiye edilir (Altınok ve Bozkurt, 2000) Buna göre U_2V_2, U_3V_1 ve U_3V_2 kombinasyonlarında elde edilen ortalama parça boyu büyükbaş hayvan grubu için belirtilen parça boyut aralığında bulunmuştur. Parça boyut dağılımının en küçük varyasyon katsayısı % 69.70 ile U_3V_2 kombinasyonunda elde edilirken, en büyük % 83.70 ile U_1V_2 kombinasyonunda elde edilmiştir. Bıçak çevre hızındaki % 22,21' lik artış ortalama parça boyutunu % 32,08 çalışma hızındaki % 23,98' lik artış ise ortalama parça boyutunu % 2,10 azaltmıştır.

Denemelerde elde edilen veriler üzerinde yapılan varyans analizi ve LSD testlerinin sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8.Boyut Dağılımının Varyasyon Analizi ve LSD testi Sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
İlerleme Hızı	1	0.49	0.08ns
Bıçak Çevre Hızı	2	88.90	15.89**
İlerleme Hızı x Bıçak Çevre Hızı	2	46.88	8.28**
Hata	12	5.65	
Genel	17	20.11	

İlerleme Hızı	Bıçak Çevre Hızı	İlerleme Hızı x Bıçak Çevre Hızı
20.57 a	24.39 a	24,35 a
20.24 a	20.15 b	23,22 ab
	16.66 c	14,43 d
		24,43 a
		17,10 cd
		19,19 bc
LSD (%5)= 2.44	LSD (%5)= 2.99	LSD (%5)= 4.23

Varyans analizi sonuçlarına göre bıçak çevre hızı ve bıçak çevre hızı ve çalışma hızı interaksiyonu değişimin parça boyut dağılımı üzerindeki etkisi $P<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Ayrıca çalışma hızı ise önemsiz bulunmuştur. Bıçak çevre hızının ortalama değerleri üzerinde yapılan LSD testi sonucu her bir

ortalama arasındaki farklılığın önemli olduğu görülmüştür. Bıçak çevre hızı ve çalışma hızı interaksiyonu incelendiğinde istenilen ölçüdeki parça boyut ortalamaları ve ilerleme hızlarına ait yakıt tüketimleri göz önüne alındığında en uygun interaksiyonların sırasıyla U_2V_2, U_3V_1 ve U_3V_2 kombinasyonlarının olduğu görülmüştür.

5. SONUÇ

Bu çalışmada tek sıralı mısır silaj makinesinin bazı işletme parametreleri olan ilerleme hızı, bıçak çevre hızı ve yakıt tüketiminin iş kalitesi olarak silaj materyalinin parça boyutu üzerine etkileri araştırılmıştır. Makine değişken parametreler olarak üç değişik bıçak çevre hızı (U_1= 47.91m/s; 1308 min^{-1}, U_2= 53.22m/s;1453 min^{-1}, U_3= 58.54m/s; 1598 min^{-1}) ile iki değişik çalışma hızında (V_1=2.46 km/h, V_2=3.05 km/h) denenmiştir. Deneyler sonunda seçilen değişken parametrelerin bağımlı parametrelerden yakıt tüketimi ve ortalama parça uzunluğuna etkileri belirlenmiştir. Sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Yakıt tüketiminin 8.99–11.69 l/h sınırları arasında değiştiği belirlenmiştir. Bıçak çevre hızındaki % 22.22' lik artış yakıt tüketimini ortalama % 20.53 artırırken, çalışma hızındaki % 23.98' lık artış ise yakıt tüketimini ortalama % 6.63 artırmıştır.
2. Parçalanmış silaj materyalinin ortalama uzunluğu 14.43–24.43 mm arasında değişmiştir. Bıçak çevre hızındaki % 22,21' lik artış ortalama parça boyutunu % 32,08 çalışma hızındaki % 23,98' lik artış ise ortalama parça boyutunu % 2,10 azaltmıştır.
3. Yakıt tüketimi ve parçalanmış silaj materyali ortalama uzunlukları acısından değerlendirildiğinde en uygun U_2V_2, U_3V_1 ve U_3V_2 kombinasyonları olmuştur.

6. KAYNAKLAR

Ak İ. ve Doğan R., 1997, Bursa Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinin Verim Özellikleri ve Silaj Kalitelerinin Belirlenmesi, Türkiye Birinci Silaj Kongresi, Hasad Yayıncılık, İstanbul.

Akın M., 1997, Kaba Yem Kaynağı Olarak Türkiye'de Silaj Mısırın Önemi, Ziraat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 312, Ankara.

Akıncı İ. ve Çanakcı M., 2001, Bazı Hasat Harman Makinalarına Ait Kullanım Giderlerinin Belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 14, Sayı:2, S. 47-55, Antalya.

Altınok S. ve Bozkurt Y., 2000, Silaj Kalitesini Etkileyen Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Faktörler, Türk-Koop Ekin Dergisi, Yıl: 4, Sayı: 13, Ankara.

Anonim, 1986, Silaj Makinaları Muayene ve Deney Metotları, TS 7389, Türk Standardı

Anonim, 1987, Mısır Ziraatı ve Mekanizasyonu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.

Anonim, 1990, Hayvan Yemleri Silaj Yapım Kuralları, TS 8476, Türk Standardı

Anonim, 1992, Hayvan Yemleri Mısır Silajı, TS 9696, Türk Standardı

Anonim, 1999, Çayır Mera Amenajmanı ve Islahı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.

Bilgen H. ve Sungur N., 1992, Ege Bölgesi Koşullarında Yerli Yapım Silajlık Mısır Hasat Makinası Üzerinde Bir Araştırma, Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, Samsun.

Çiftçi İ., 1998, Mısır Silajı ve Hayvan Beslemede Kullanımı, Türk-Koop Ekin Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 5, Ankara.

Emen K. ve ark., 1996, Silaj Yapım Tekniği ve Silaj Makinaları, Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü, Ankara.

Evrenosoğlu M. ve Yalçın H., 2006, Silajlık Mısır Hasat Mekanizasyonu Sistemlerinin İşletmecilik Yönünden İrdelenmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 1, İzmir.

Güner M. ve Kafadar A., 1999, Silaj Makinalarının Performans Karakteristiklerinin Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 2, Ankara.

Güner M. ve Kafadar A., 2000, Silaj Makinaları ve Yapısal Özellikleri, Türk-Koop Ekin Dergisi, Yıl: 4, Sayı: 11, Ankara.

Kanofojski C. ve Karwowski T., 1976, Agricultural Machines, Theory and Construction, U.S. Dept. Of Commerce, NTIS, Springfield, USA.

Mülayim M. ve Acar R., 1997, Ülkemizde Kaba Yem İhtiyacı İçinde Konya'nın Durumu ve Öneriler, Ziraat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 312, Ankara.

Özen N. ve ark., 2005, Hayvan Besleme, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi.

Ülger P., 1982, Tarımsal Makinaların İlkeleri ve Projeleme Esasları, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 605, Erzurum.

Wenner H. L. ve ark., 1980, Angewandte Landtechnik Verfahrenstechniken, BLv Verlagsgesellschaft, München.

Zeytinoğlu M., 1998, Silaj Makinaları ve Bazı Teknik Özellikleri, Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt: 39, Sayı: 465, Ankara.