

Farklı Tipte Silajlık Mısır Hasat Makinası Bıçaklarının Kesme Karakteristikleri Üzerine Bir Araştırma

Bülent ÇAKMAK, Harun YALÇIN

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İZMİR
bulent.cakmak@ege.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 01.07.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 01.09.2016

Özet: Bu çalışmada; silaj amacıyla yetiştirilen mısır bitkisinin, hasat olgunluğuna geldiği dönemde sap bölgesinin kesilme karakteristikleri farklı bıçaklar kullanılarak araştırılmıştır. Kesme işlemi için silajlık mısır hasat makinelerinde kıyma düzeninde yaygın olarak kullanılan üç farklı tip bıçak seçilmiştir. Kesme işi, bıçağın düz zeminde ve sabit hızda makaslama kesmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Silajlık mısır sapının kesme deneyleri bitki ortalama % 85 nem oranında olduğu dönemde yapılmıştır.

Kesme işi sırasında en büyük kesme enerjisi mısır sapının dip kısmında elde edilmiş ve 15-25 Nm olarak bulunmuştur. Sapın kesilmesi sırasında karşılaşılan gerilme değeri 0-100 cm'lik sap boyu aralığında 158-216 kPa değerleri arasında saptanmıştır. Ancak 100 cm üzerindeki sap boyunda gerilim değeri aralığında önemli bir değişim olmamıştır.

Çalışmada silajlık mısır sapının kesilmesi sırasında kesme düzleminin bitki boyundaki konumunun tüm bıçaklarla çalışmada gerekli kesme enerjisini belirleyici bir etkisinin olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bıçak, mısır, enerji, gerilme, kesme açısı

A Study on Cutting Characteristics of Different Types Forage Harvesters' Knives

Abstract: In this study, cutting characteristics of maize (at a moisture content of 35% dry-based) grown for silage purposes by using different types of knives were investigated. For the investigation purposes, some experiments were carried out. During the tests three types of knives were used and severing process was achieved on a flat rigid surface. Maize plants were severed at a constant velocity by using a special cutting unit designed for this purpose. Stalks of maize plants were severed beginning from the root to the top portion at 10 cm spacing and this process was repeated three times with different stalks for all types of knives.

From the results of the study, it was found that the minimum energy requirement was obtained when the first type of knife was used. On the other hand, maximum cutting energy when the moisture content of maize plants was %80-85 dry-based was resulted in using the second and the first type of knife, respectively. The second type of knife was actually found to be not appropriate for severing process due to having a large rake angle and a long distance of the knife from the installation axis.

Key words: Knife, maize, energy, stress, shear angle

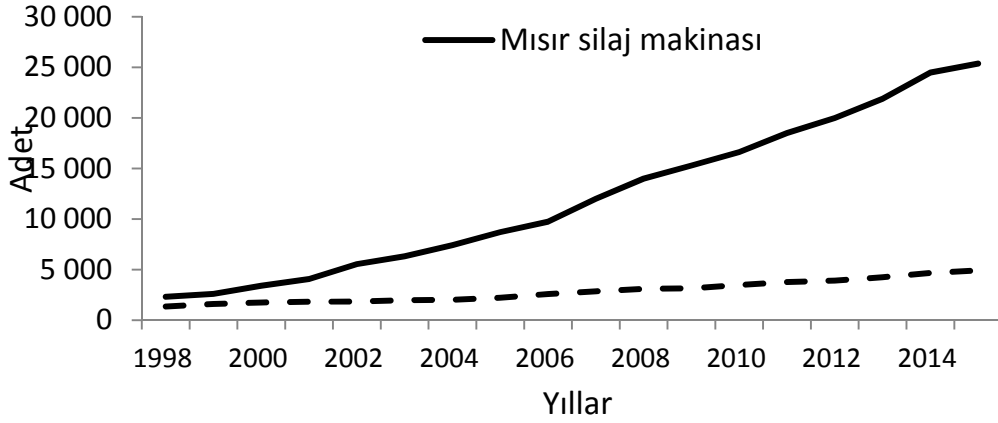
GİRİŞ

Ülkemiz hayvan varlığının ihtiyacı olan kaliteli kaba yem miktarı yaklaşık 15 milyon tondur. Üretim miktarı 6,5 milyon ton olup, gereksinim duyulanın ancak %43'ü karşılanmaktadır. Kaba yem üretiminde büyük miktarda açık vardır (Yalçın et al. 2012). Hayvancılığın en önemli girdilerinden biri olan "yemin", kaliteli kaba yem olarak hazırlanması sırasında değişik alternatifler kullanılmaktadır. Ancak burada dikkat

edilmesi gereken nokta besin kaybını en aza indirecek koruma yöntemlerinin kullanılmasıdır. Koruma yöntemlerinden birisi olan silaj, yeşil ve suca zengin bitkilerin sıkıştırılarak havasız ortamda süt asidi bakterilerinin fermantasyonu ile saklanması işlemidir (Filya, 2001). Her türlü yeşil yemin silaj yapımı mümkün olmakla beraber gerek verim gerekse besin dengesi yönünden mısır bitkisi en uygun silajlık

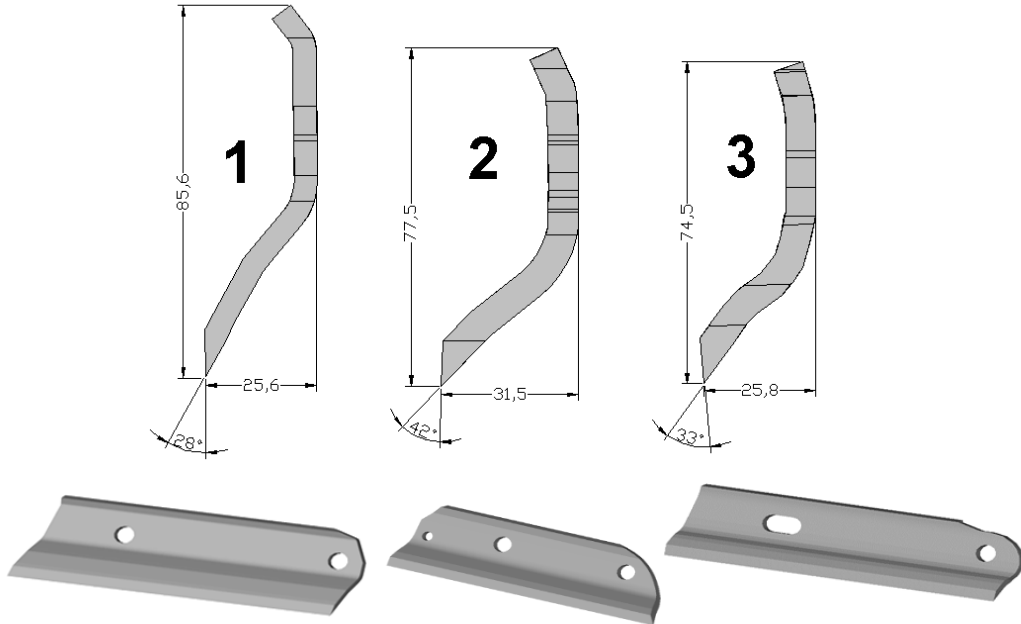
bitkilerin başında gelir (Yaylak ve Alçiçek, 2003). Mısır taze olarak da tüketilebilmektedir. Mısırın silajlık hayvan yemi olarak kullanılabilmesi için kıyılması gerekmektedir (Keleş ve Çıbık, 2014). Bu amaçla mısır kıyım makineleri kullanılmaktadır. Bu makineler traktör tarafından tahrik edilmekte veya kendi yürür

makinalar olarak kullanılmaktadır. Silajın ülkemizde ucuz ve kaliteli kaba yem kaynağı olarak kullanımının artması, silajlık ürün hasat makinalarına (bundan sonra silaj makineleri olarak anılacaktır) olan talebi de güçlendirmiş ve makinelerin sayısı hızla artmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Silaj makinaları sayısının yıllara göre değişimi (TÜİK, 2016).

Figure 1. Number of silage machines according to years (TÜİK, 2016).



Şekil 2. Çalışmada kullanılan silaj makinası bıçakları.

Figure 2. Knives of silage machine used in the study.

Güç kaynağı traktör olan ve traktörle çekilen mısır silaj makinaları, yüksek çevre hızıyla çalışan bir disk ve bu diskin üzerine takılı olan bıçakların bitkiyi kıyıp yine diskin oluşturduğu hava akımıyla kontrollü olarak

iletmesi prensibiyle çalışan makinalardır. Ülkemizde silaj makinası üreten her imalatçı, ürettiği makinalarda farklı bıçak tipleri kullanmaktadır. Bu çalışmada imalatçı tarafından yaygın olarak kullanılan üç

kesme/kırma bıçağı seçilmiştir (Şekil 2). Mısır bitkisinin sapının kesilme karakteristikleri seçilen bu bıçaklarla gerçekleştirilmiştir.

Cisimlerin Kesilmesi

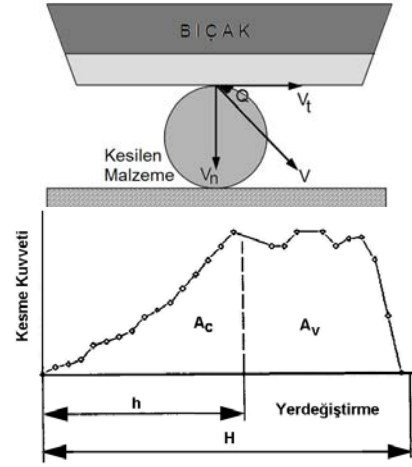
Herhangi bir aletle cisimleri mekanik olarak ikiye ayırma işlemine kesme denir. Kesme prensipleri üç grupta incelenebilir:

1. Basarak ve çekerek kesme,
2. Makaslama kesme,
3. Serbest kesmedir.

Basarak ve çekerek kesmede bıçak kullanılır. Bıçak küçük kesme açılı bir kamadır. Kamanın sivri tarafına 'keskin kenar' denir. Bıçakla kesme işi yapabilmek için şu koşullar gereklidir (Persson, 1987):

- Bıçak malzemesi kesilecek malzemeden daha sert olmalıdır.
- Tam kesilme için bıçak keskin kenarı materyalin enine kesitini baştan sona kat etmelidir.
- Kesilen materyal bulunduğu yerde yeterince hareketsizleştirilmiş olmalıdır.

Kesme işi sırasında bıçak üzerine kuvvet uygulandığında keskin kenar kesilen malzemeyi ezer. Oluşan iç gerilmeler malzemenin kopma gerilimini aştığı zaman bıçak malzemeye dalar malzeme içinde ilerlemeye başlar ve sonunda malzemeyi ikiye ayırır. Basarak ve çekerek kesmede bıçağın uyguladığı kuvvet materyale diktir. Basarak ve çekerek kesme işinde kuvvet bileşke kuvvet olarak ta uygulanabilir. Bu durumda Şekil 3a'da görüldüğü gibi kesme kuvveti yatay ve düşey bileşenlerden oluşur. V bileşke kuvvetini, Q ise bileşen kuvvetler arasındaki açıyı yani kaymalı kesme açısını göstermektedir. Bıçak materyale bir " Q " açısı altında dalmaktadır. Bu tip kesme kaymalı kesme olarak adlandırılmaktadır (Kanafojski and Karwowski, 1976).



Şekil 3. Basarak kesme (a) ve mısır bitkisi sapının statik kesme diyagramı (b).

Figure 3. Cutting by pressing (a) and static shearing diagram of corn stalk (b).

Şekil 3b, mısır sapının statik konumda basarak kesilmesi sırasında oluşan kesme kuvvetini ve bu kuvvetin bıçağın yer değiştirmesiyle beraber değişimini gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi kesme direnci aşılanaya kadar malzeme " h " yüksekliğinde sıkıştırılmaktadır. Kesme işinin başlaması için gerekli enerji eğrinin altında kalan A_c alanı kadardır. Efektif kesme işi enerjisi ise A_v alanıdır. Böylece toplam enerji; $A=A_c+A_v$ olarak hesaplanmaktadır (Sitkei, 1986).

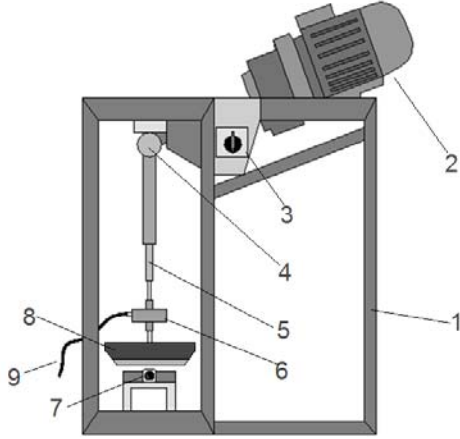
Bu çalışmada mısır bitkisinin sapları tarladan alındıkları gün basma kesmesi denemelerine alınmış ve kesilme karakteristikleri seçilen silaj makinası bıçakları kullanılarak belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Mısır saplarının kesilme karakteristiklerini belirlemek amacıyla oluşturulan ölçme sistemi; E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü (a) Atölyelerinde imal edilmiştir (Şekil 4). Mısır sapının kesilmesi esnasında oluşan kuvvet HBM-Q3 model (0,05- 5 kN) elektronik yük algılama hücresi ile ölçülmüştür. Yükleme sırasında yük algılama hücresinden alınan sinyal, HBM-KWS/T-5 model amplifikatör yardımıyla yükseltilecek bilgisayara aktarılmıştır. Bilgisayar alınan sinyalleri 16 kanallı 12 Bit A/D (Analog/Dijital) kartı yardımıyla kullanılabilir

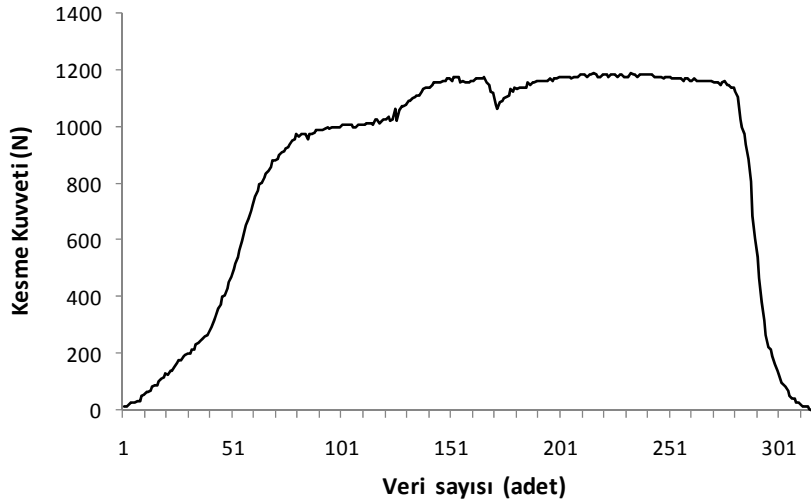
verilere dönüştürmüştür. Kart, her kanal için saniyede 50 veri okuyabilmektedir.



Şekil 4. Kesme denemelerinde kullanılan ölçme sistemi, 1-Ana çatı, 2- AC Elektrik motoru (1 kW), 3- Açma-kapama ve Yön anahtarı, 4-Sonsuz vida dişlisi ve kutusu, 5-Hareketli kramayer dişli kol, 6-Yük algılama hücresi, 7-Kesilecek malzeme (mısır sapı), 8-Bıçak, 9- Sinyal iletim kablosu

Figure 4. Measurement system used in cutting trials. 1- Frame, 2- Electric motor, 3- on-off and direction switch, 4- Screw gears and box, 5- Movable chafer gear lever, 6- Load cell, 7- Material, 8- Knife, 9- Signal cable

Çalışmada kullanılan mısır bitkileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği tarlalarından günlük olarak hasat edilmiş ve aynı gün kesme deneyleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Çalışmada kullanılan mısır sapına ait statik kesme diyagramı.

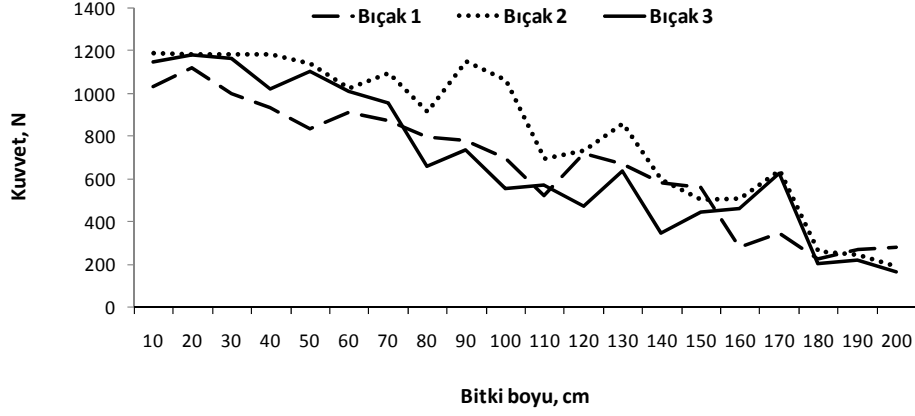
Figure 5. Static shearing diagram at corn stalk used in study.

Yöntem

Kesilecek mısır bitkileri, yaprakları ve koçanları ayrılarak tek parça olacak şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan her gövde, kökten başlayarak 10 cm'lik bölmeler halinde işaretlenmiş ve kesme işlemi bu bölgelerde sabit hızda yapılmıştır (Çakır, 1995). Sap nem değerleri, kesilen her parçanın 105 C° de 24 saat kurutulmasıyla bulunmuştur. Kesme enerjisinin saptanması için kesilen her bölgenin kesit alanı Ottplan marka planimetre ile ölçülmüştür.

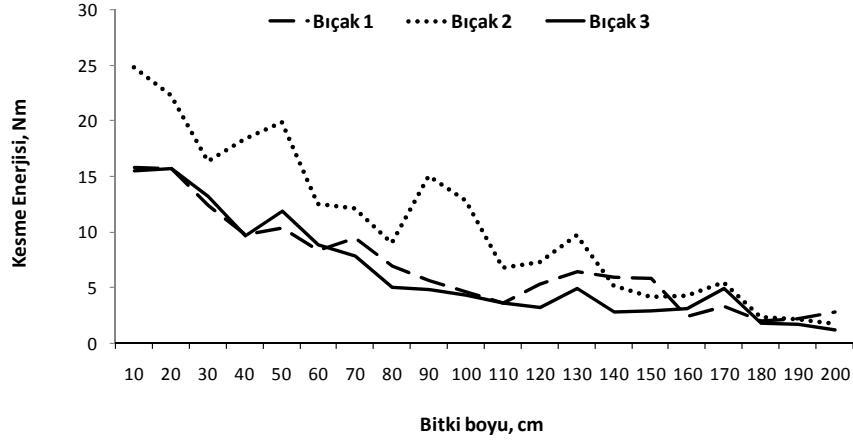
Denemeler üç tekerrürlü olarak uygulanmış ve her deneme sonunda alınan sinyaller kesme kuvveti (N) değerine dönüştürülerek statik kesme diyagramları elde edilmiştir (Şekil 5).

Elde edilen kesme kuvveti ve kesilme alanı değerleri kullanılarak maksimum kesme kuvveti (kN), toplam kesme enerjisi (Nm) ve maksimum gerilme (kPa) değerleri hesaplanmıştır. Grafiklerde belirtilen kesme kuvveti; kesilme sırasında saptanan en büyük kuvvet olarak, gerilme değeri ise hesaplanan en büyük gerilme değeri olarak tanımlanmıştır. Kesme enerjisi, statik kesme diyagramında kuvvet eğrisinin altında kalan toplam alandır. Gerilme değeri ise kesme işlemi sırasında kesilen materyalde saptanan maksimum kesme kuvvetinin, planimetre yardımıyla bulunan kesilmiş malzeme alanına bölünmesiyle bulunmuştur.



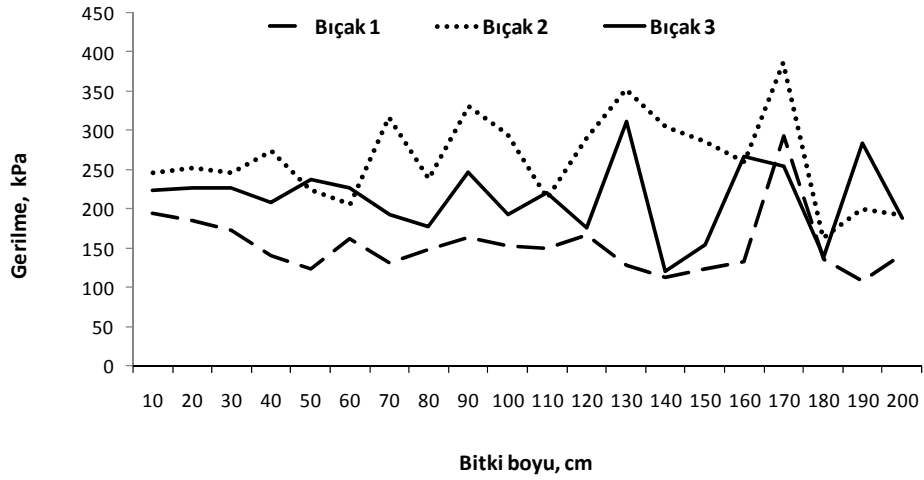
Şekil 6. Üç farklı kesme bıçağında elde edilen kesme kuvveti değerleri.

Figure 6. Shear force values for three different cutting knife.



Şekil 7. Üç farklı kesme bıçağında elde edilen kesme enerjisi değerleri.

Figure 7. Shear energy values for three different cutting knife.



Şekil 8. Üç farklı kesme bıçağında elde edilen gerilme değerleri.

Figure 8. Straine values for three different cutting knife.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Kesme deneylerinde kullanılan mısır bitkileri, tarladan hasat edildiği gün denemeye alınmış ve özel olarak hazırlanmış ölçüm sisteminde kesilmiştir. Kesilen mısır saplarının nem oranları ortalama %85 ($\sigma=2,3$) olarak belirlenmiştir.

Mısır saplarının kesilme sırasında saptanan kesme kuvveti değerleri her üç bıçak için benzer bir durum sergilemiş ve dipten uca doğru azalmıştır. Kesme değeri en düşük 161 N, en yüksek 1188 N olarak belirlenmiştir.

Bıçakların boyutsal özellikleri içinde bıçak bileme açısının kesme kuvveti üzerindeki etkisi Şekil 6'da açık bir şekilde görülmektedir. Özellikle Bıçak 2'nin bileme açısı diğerlerine göre daha fazladır. Bileme açısının daha büyük olması bıçağın malzemeye dalması için gerekli kuvveti de arttırmıştır. Bu durum neredeyse tüm bitki boyunca devam etmiştir. Bıçak 1 ve bıçak 3 ise birbirine yakın kalmıştır. Bileme açısının ortalama 30° olması uygulamada kullanılan bıçaklar için önerilebilir.

Mısır saplarının kesilmesi için harcanan enerji değerleri Şekil 7'de verilmiştir. Bıçak 2 özellikle ilk 120 cm boyda kesme işi için ortalama %50 daha fazla enerji kullanmaktadır. Daha yüksek boylarda farkın azalması ve hatta kapanmasının nedeni ise mısır bitkisinin sap çapının küçülmesi ve organik yapının dayanımının azalmasıdır. Bu durum tüm bıçaklarda kesme işi için kullanılan enerji değerinin yaklaşık 100cm sonrasında yataya yakın bir seyir izlemesine neden olmuştur. En büyük kesme enerjisi değeri 24,8 Nm olarak Bıçak 2 için hesaplanmıştır. Bıçak 1 ve 3 için sırasıyla 15,7 ve 15,6 Nm olarak hesaplanmıştır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Çakır, E., 1995, The Mechanics of Cutting Plant Residues on a Rigid and Soil Surface, Graduate Faculty, Auburn University, Auburn, Alabama.
- Filya, İ., 2001, Silaj Teknolojisi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bursa, 66 s.
- Kanafojski, Cz., ve Karwowski, T., 1976, Agricultural Machines. Theory and Construction. Illinois P:255-297
- Keleş, G., ve Çıbık, M., 2014, Mısır Silajının Besin ve Besleme Değerini Etkileyen Faktörler, Hayvansal Üretim, 55(2):27-37 s.
- Mohsenin, N.N., Physical Properties of Plant and Animal Materials, Gordon and Breach Publishers, Newyork P:7-337

Kesme deneylerinde hesaplanan gerilme değerleri Şekil 8'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi Bıçak 2 ile yapılan kesme işinde oluşan gerilme değerleri diğer iki bıçağa göre yüksek çıkmıştır. Şekil, özellikle 60 cm ve sonrasında gerilme değerlerinde bir dalgalanma olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada elde edilen verilere göre aşağıdaki noktalar üzerinde durulmalıdır.

- Kullanılan bıçakta bileme açısı önemlidir. Ortalama 30° 'lik bir açı, bıçağın malzemeye dalması için yeterlidir. Daha büyük açılar daha fazla enerji gereksinimi doğurmaktadır.
- Mısır bitkisinin (denemede kullanılan örneklerde) dipten ortaya kadar olan bölümünün kesilmesi sırasında daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Daha sonraki çalışmalarda farklı mısır türleri ve nem oranlarına sahip ürünlerle çalışılmalıdır.
- Çalışmanın en önemli kısıtı, silaj makinalarında kesici bıçakların bağlı olduğu diskin yüksek devri nedeniyle uygulamada ulaşılan çevre hızına ($60-70 \text{ ms}^{-1}$) laboratuvar ortamında ulaşmanın ve dinamik koşullarda çok kısa kesme süresi içinde yeterli sayıda veri almanın teknik olarak mümkün olamamasıdır.
- Mısır kesme karakteristiğinin statik olarak belirlendiği bu çalışmanın bir sonraki adımı dinamik koşullar altında durumun tekrar kontrol edilmesi olacaktır. Bu nedenle gelecek çalışmalarda elde edilecek veriler özellikle enerji gereksinimini azaltıcı bıçak ve makine tasarımları için önem arz etmektedir.

Persson, S., 1987, Mechanics of Cutting Plant Material, American Society of Agricultural Engineers, Michigan-USA, 340 p.

Sitkei, G. 1986, Mechanics of Agricultural Materials, Elsevier Science Publishing, Newyork. P:439-450

Yalçın, H., M. Evrenosoğlu, H., Bilgen 2012. Kaliteli ve Ucuz Mısır Silaj Yemi Yapım Yöntemleri. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 2012 yılı Hayvancılık Grubu Bölge Bilgi Alışveriş Toplantıları Bildiri Kitabı, Manisa S 65-71

Yaylak, E., ve Alççek, A., 2003, Sığır Besiciliğinde Ucuz Bir Kaba Yem Kaynağı Mısır Silajı, Hayvansal Üretim, 44(2):29-36 s.