



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Bıçerdöverden Tahrikli Sap Parçalama Düzeneginin Çalışma Performansına İlerleme Hızı ve Bıçak Devirlerinin Etkisi

İbrahim Savaş DALMIŞ^a, Birol KAYIŞOĞLU^b, Yılmaz BAYHAN^b, Fulya TORUK^b, Figen Taşçı DURGUT^b

^aNamık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, TÜRKİYE

^bNamık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi – Tarım Teknolojileri https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001230

Sorumlu Yazar: İbrahim Savaş DALMIŞ, E-posta: idalmis@nku.edu.tr, Tel: +90 (532) 514 83 45

Geliş Tarihi: 12 Şubat 2013, Düzeltmelerin Gelişi: 15 Nisan 2013, Kabul: 15 Mayıs 2013

ÖZET

Bu çalışmada, ayçiçeği hasadında, bıçerdöver tablasının altına yerleştirilen ve hasat sırasında sapların parçalanmasını sağlayan parçalama düzeneginin, sap parçalama etkinliği ile yakıt ve güç tüketim değerleri, ilerleme hızı ve parçalayıcı bıçak devir sayılarına bağlı olarak araştırılmıştır. Yapılan tarla denemeleri ile en uygun ilerleme hızı ve bıçak devir sayısı saptanmaya çalışılmıştır. Denemelerde parça boyut dağılımı açısından en iyi sonuçlar 7.5 km h⁻¹ ilerleme hızı ve 1500 min⁻¹ ile 2000 min⁻¹ bıçak devirlerinde elde edilmiştir. Bu ilerleme hızında 2000 min⁻¹ bıçak devrinde varyasyon katsayısı, 1500 min⁻¹ bıçak devrine göre daha düşük bulunmuştur. Yüksek ilerleme hızında ve devir sayısında parça boyutlarında artış olmuştur. Parçalama sisteminin kullanıldığı bıçerdöverlerde 7.5 km h⁻¹ ilerleme hızı, denemede kullanılan 5 km h⁻¹ ve 10 km h⁻¹ ilerleme hızına göre, parça boyutları bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. En düşük ilerleme hızı olan 5 km h⁻¹ hızda ortalama güç gereksinimi 6.6 kW, yakıt tüketimi 0.58 L h⁻¹ olurken, 10 km h⁻¹ ilerleme hızında güç gereksinimi 13.8 kW, yakıt tüketimi ise 1.16 L h⁻¹ olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sap parçalama; Ayçiçeği sapı; Bıçak hızı; İlerleme hızı

Determination of the Effects of Rotation Speed and Forward Speed on Combine Harvester Driven Stalk Chopper Assembly Operating Performance

ARTICLE INFO

Research Article – Agricultural Technologies

Corresponding Author: İbrahim Savaş DALMIŞ, E-mail: idalmis@nku.edu.tr, Tel: +90 (532) 514 83 45

Received: 12 February 2013, Received in Revised Form: 15 April 2013, Accepted: 15 May 2013

ABSTRACT

In this research, it was investigated how the combine harvester forward speed and the rotation of blades during sunflower harvest affect chopping efficiency and fuel and power consumption of the chopping apparatus placed under the harvesting header. The optimal forward speed and the rotation of the blades were determined by carrying out field experiments.

In field experimental studies, the best results in terms of chopped stalk size distribution were obtained with the forward speed of 7.5 km h⁻¹ and the blade rotation of 1500 min⁻¹ and 2000 min⁻¹. At the forward speed of 7.5 km h⁻¹, the variation coefficient of blade rotation at 2000 min⁻¹ was lower than the value at 1500 min⁻¹. At the high forward speed and the high blade rotation, the chopped stalk size has been increased. At the combine harvester that the chopper system was used, the experiment results at forward speed of 7.5 km h⁻¹ were better than the results at 5 km h⁻¹ and 10 km h⁻¹ in terms of chopped stalk size. At lowest forward speed of 5 km h⁻¹, average power requirement was 6.6 kW with a fuel consumption of 0.58 l h⁻¹, whereas at the highest forward speed of 10 km h⁻¹, average power requirement was 13.8 kW with fuel consumption of 1.16 l h⁻¹.

Keywords: Stalk chopping; Sunflower stalk; Blade speed; Forward speed

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Makineli hasattan sonra tarlada kalan saplar ve ürün artıkları bir sonraki ürün için toprak hazırlama ve ekim işlemlerinde önemli sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle sapın tarladan uzaklaştırılması amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bunlar içerisinde en fazla tercih edilen uygulama sap ve ürün artıklarının parçalanarak toprağa karıştırılmasıdır.

Yapılan literatür araştırmalarında araştırmacıların daha çok ikincil uygulama olarak kullanılan asılır tip parçalayıcılar üzerinde çalıştıkları görülmektedir. Önal & Aykas (1997), hasat sonrası pamuk saplarının toprağa kazandırılmasında kullanılan yöntem ve makineleri incelerken, Durdiyev & Dursun (2002), farklı sap parçalama ve toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarının toprağa karışmasına etkilerini belirlemişlerdir.

Kocabıyık & Kayışoğlu (2005), çalışmalarında, ayçiçeği sapının ve diğer artıkların kısmının tekrar toprağa kazandırılmasında kullanılan sap parçalama makinelerinin tarla koşullarında çalışma performanslarını ve enerji girdilerini saptamışlardır.

Demir & Çarman (2008), anız parçalama makinelerinin parçalama etkinliğini araştırmışlardır. Araştırma çavdar anızında, üç farklı ilerleme ve bıçak çevresel hızı kullanılarak yürütülmüştür. Denemelerde hızlar arttıkça kuyruk mili gücü ve yakıt tüketimi gereksiniminin de arttığı saptanmıştır.

Çanakçı et al (2010), traktör kuyruk milinden hareketli budama artığı parçalama makinasına ait temel işletmecilik verilerini (ilerleme hızı, çeki kuvveti, döndürme momenti, toplam güç

gereksinimi, efektif alan-materyal kapasiteleri, enerji gereksinimleri, makina giderleri) belirlemişlerdir. Makinaya ait sabit gider değeri 1114 TL yıl⁻¹ değişken gider toplamı ise 28.0 TL h⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Gönülol et al (2009), hasat sonrası, ayçiçeği saplarının parçalanması için kullanılan üç farklı sap kıyıcı kullanarak karşılaştırmalarını yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucu rotary tipi parçalayıcıların ağır diskli tırmıklara göre parçalama başarısı ve enerji gereksinimi bakımından daha verimli olduğu saptanmıştır.

Sağlam et al (2010), pamuk hasadından sonra tarlada kalan pamuk saplarının tarla yüzeyinden parçalanarak uzaklaştırılması için kullanılan üç farklı parçalayıcının (çekiç tipi bıçaklı parçalayıcı, zincir tipi parçalayıcı ve dikey-bıçaklı parçalayıcı) performansını değerlendirmişlerdir. Araştırmada çekiç tipi bıçakların kullanıldığı parçalayıcının diğer iki parçalayıcıya göre en iyi parçalama performansını gösterdiği saptanmıştır.

Son yıllarda yapılan uygulamalarda hasat sırasında ürün saplarının parçalanması düşüncesi ile geliştirilen yeni parçalayıcılar genellikle hasat makinelerine monte edilmektedir. Bu sayede hasat ve parçalama aynı anda yapılabilmektedir.

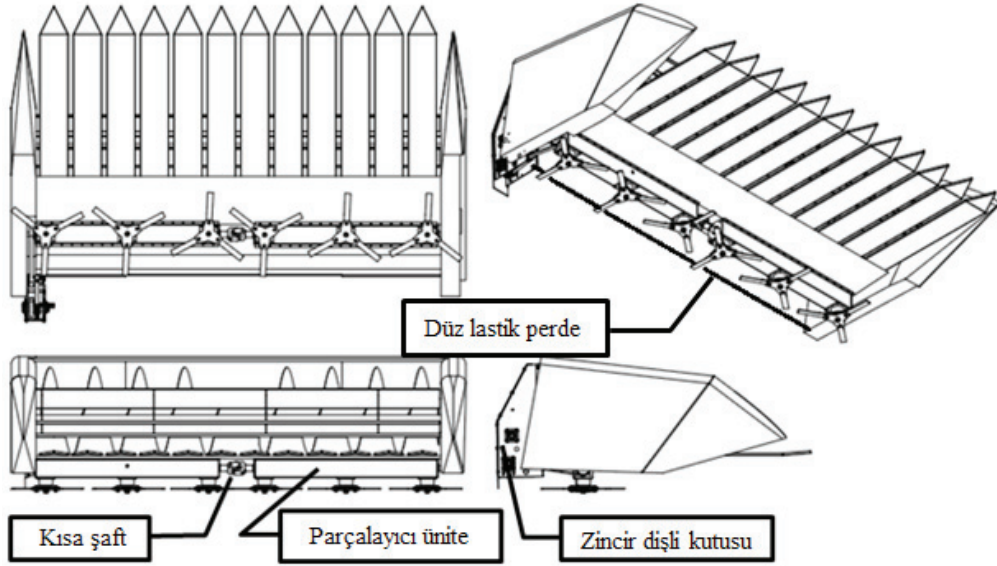
Bu araştırmada, asılır tip parçalama sistemlerinden farklı olarak, hasat sırasında ayçiçeği sapının tarlada herhangi bir parçalama makinesi kullanmadan, bıçerdöver tablasının altına yerleştirilen bir parçalama sistemi ile parçalanması sırasında, ilerleme hızı ve bıçak devir sayısının, sap parçalama etkinliği, toplam güç gereksinimi ve yakıt tüketim değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma 2010 yılında Tekirdağ ve Kırklareli illerinde Eylül-Ekim aylarında ayçiçeği üretim alanlarında yürütülmüştür. Denemelerde ayçiçeği

hasadı için tasarlanmış özel bir ayçiçeği tablası kullanılmıştır. Kullanılan ayçiçeği tablasının altına ve bir miktar gerisine monte edilmiş, hareketini biçerdöver hidromotorundan alan parçalama düzeneği bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1- Ayçiçeği tablası ve parçalayıcı üniteler

Figure 1- Sunflower header with chopper units

Bir şaft yardımıyla hidromotordan gelen 580 min⁻¹ dönme hareketi, zincir dişli kutusu düzenlemeleri ve hareket mili üzerindeki konik dişli mekanizması ile belirlenen çalışma devirlerine ayarlanabilmektedir. Parçalayıcı düzenek üniteleri bir kısa şaft yardımıyla hareket millerinden birbirine bağlanmakta ve ikinci ünite de birinci ünite tarafından tahrik edilmektedir. Düzenek üzerindeki parçalayıcı bıçakların dönüş yönleri, kesilen sapların dışa doğru kaçmasını engellemek için, içe doğru dönme hareketi yapacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca ünitelerin arkasında parçalama etkinliğini artırmak için düz lastik perde kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan ayçiçeği tablasının bazı teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

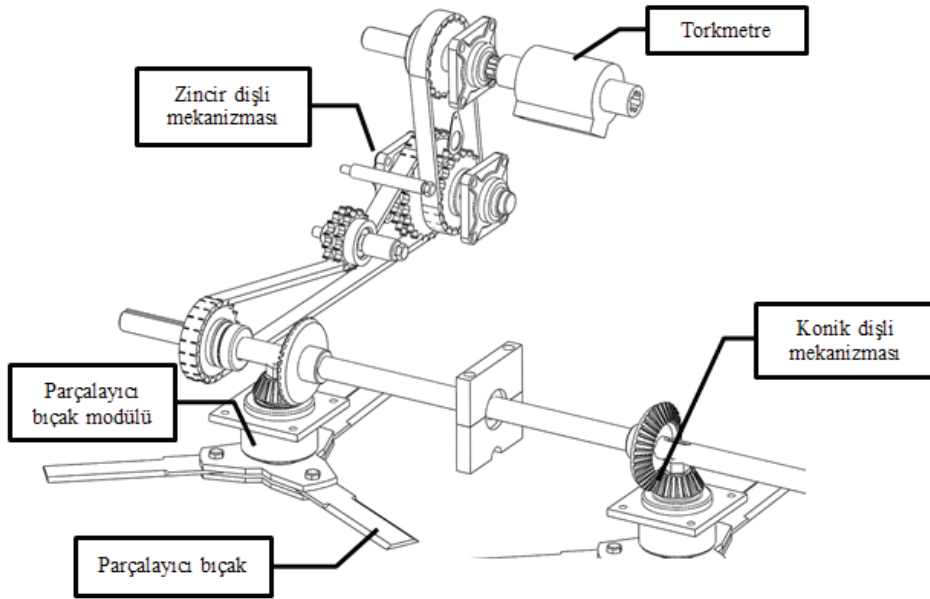
Çizelge 1- Parçalama düzenekli ayçiçeği tablasının bazı teknik özellikleri

Table 1- Some of the technical characteristics of sunflower header with chopper mechanism

Bıçerdöver, marka ve modeli	New Holland, CS540
Bıçerdöver hidromotor çıkış devri, min ⁻¹	580
Tabla düzeni genişliği, mm	4500
Tabla düzeni iş genişliği, mm	4200
Bıçak devirleri, min ⁻¹	1500, 2000, 2500
Parçalama ünitesi sayısı	2
Parçalayıcı bıçak modül sayısı	6
Parçalayıcı bıçak sayısı	18

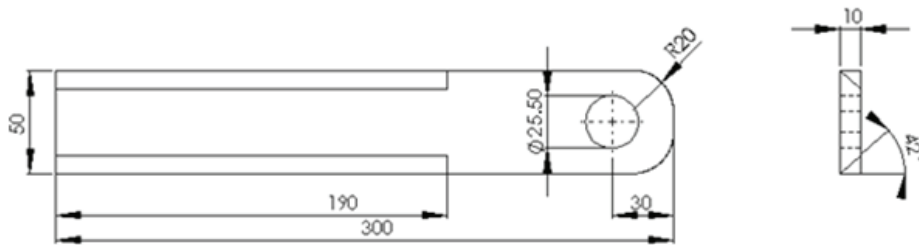
Parçalama düzeni, üzerinde 3 adet bıçak modülü bulunan ve serbest kesme yapan ünitelerden oluşmaktadır. Monte edilecek bıçerdöver tablası iş genişliğine bağı olarak, ünite sayısı değışebilmektedir. Parçalayıcı ünite üzerindeki modüller değışebilir yapıdadır. Parçalama düzeni farklı bıçak sayılarına sahip modüllerle de kullanılabilir. Araştırmada 3'lü parçalama bıçağı düzenlemesi kullanılmıştır. Şekil 2'de parçalama düzeni hareket mekanizmasının

görünüşü verilmiştir. Bıçak devir sayıları zincir dişi mekanizması yardımıyla ayarlanmıştır. Ç9260 yay çeliğinden sertleştirilerek imal edilen parçalayıcı bıçağın ölçüleri Şekil 3'de verilmiştir. Sap parçalama makinesinin güç tüketimini saptamak amacıyla Tm500 Digitech Serisi 2000 Nm kapasiteli torkmetre kullanılmıştır. Değerlerin döndürme momenti (Nm) olarak belirlenmesinde kalibrasyon eşitliklerinden yararlanılmıştır (Akıncı et al 2001).



Şekil 2- Parçalama düzeni hareket mekanizması

Figure 2- Chopping assembly movement mechanism



Şekil 3- Parçalayıcı bıçak ölçüleri, mm

Figure 3- Chopper blade sizes, mm

2.2. Yöntem

Denemeler 10x50 m parsellerde 3'er tekrarlı olarak, 2 faktörlü (3x3) faktöriyel deneme deseninde düzenlenmiştir (Kocabıyık 2003), (Kayışoğlu et al 2006). Sonuçlar MSTAT istatistik paket programını yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuştur.

Denemeler üç farklı hızda (5, 7.5, 10 km h⁻¹) ve üç farklı bıçak devrinde (1500, 2000 ve 2500 min⁻¹) yapılmıştır. Ayçiçeği hasadında kullanılan hızlar genel olarak 5-8 km h⁻¹ olarak gerçekleşse de gelişen teknoloji ve yeni makineler her geçen gün hasat hızlarını arttırmaktadır. Ayrıca biçerdöver kiralama genellikle işlenen alan bazında ücretlendirildiği için, operatörler günde daha fazla alanda hasat işlemi yapmak için normalin üstünde hızlarda çalışabilmektedirler. Bu noktadan hareketle, tarla denemelerinde bir üst işleme hızı olarak 10 km h⁻¹ de kullanılmıştır.

Parçalama ünitesinin en önemli performans ölçütü olan parçalama etkinliğinin saptanması amacıyla, her bir testten sonra parsellerin farklı bölgelerine atılan 1x1 m boyutlarındaki içi boş çerçevenin içinde kalan parçalanmış saplar ölçülmüştür. Bu ölçümler her parselde en az 10 yerde yapılmış ve ortalama sap uzunluklarının frekans dağılımları Eşitlik 1 ile saptanmıştır (Kocabıyık 2003). Ayrıca araştırmada, sap parçacıklarının dağılımlarının varyasyon katsayıları hesaplanmıştır (Düzgüneş et al 1983).

$$X_{ort} = \frac{\sum(f_i \times x_i)}{\sum f} \quad (1)$$

Bu eşitlikte; X_{ort} , parçalanmış sapların ortalama uzunluğu (mm); X_i , her bir gruba ait ortalama sap uzunluğu (mm); f_i , her bir gruptaki parça sayısı; f , grup sayısıdır (frekans).

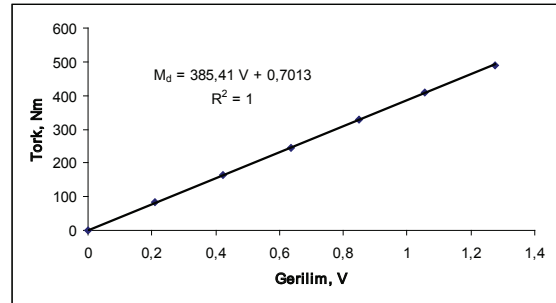
Hasattan sonra parçalama düzeneğinin biçme yüksekliğini saptamak amacıyla, hasat öncesi ve sonrasında tarlada kalan sapların yükseklikleri ölçülerek ortalama değerleri saptanmıştır (Özcan 1986).

Bıçak ünitelerinin tükettikleri gücün saptanması amacıyla biçme düzeneğinin hareket aldığı ana mil üzerine yerleştirilen torkmetre ile dönme momentleri ölçülmüştür. Bir veri depolama ünitesinde gerilim

(V) olarak depolanan bu değerler, daha sonra bilgisayarda Excel dosyalarına aktarılmış, burada da kalibrasyon modeline uygun olarak Şekil 4'de görüldüğü gibi Nm değerlerine dönüştürülmüştür (Kayışoğlu et al 2006). Elde edilen dönme momentlerinden yararlanarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla, her bir bıçak ünitesinin devrine bağlı olarak mil gücü hesaplanmıştır;

$$N = \frac{M_d \cdot n}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (2)$$

Bu eşitlikte; N , mil gücü (kW); M_d , dönme Momenti (Nm); n , milin devir sayısıdır (min⁻¹).



Şekil 4- Torkmetrenin kalibrasyon eğrisi

Figure 4- Torquemeter calibration curve

Makinenin performansının ve yapılan işin ekonomikliğinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir ölçüt de tüketilen yakıt miktarıdır. Denemede kullanılan parçalama düzeneğinin yakıt tüketimine etkisinin belirlenmesi için, önce biçerdöverin parçalama düzeneği kullanılmadan, belirli parsel büyüklüğünde (10 da) biçme yapması sağlanmış ve ortalama yakıt tüketimi belirlenmiştir. Daha sonra parçalama düzeneği, kullanılarak yakıt tüketimi saptanmış, aradaki fark alınarak parçalama düzeneğinin tükettiği yakıt miktarı bulunmuştur. Yakıt tüketimi, biçerdöver yakıt sistemine yakıt ölçer bağlamanın güçlüğünden dolayı, depo tamamlama yöntemi uygulanarak yapılmıştır (Çarman et al 1994).

$$YT = \frac{YGS - YGi}{A} \quad (3)$$

Bu eşitlikte; YT , parçalama düzeneğinin yakıt tüketimi (L da⁻¹); YGS , parçalama düzeneği kullanılarak yapılan hasattaki yakıt tüketimi (L); YGi , parçalama düzeneği kullanılmadan yapılan hasattaki yakıt tüketimi (L); A , parsel büyüklüğüdür (da).

Hesaplanan birim alandaki yakıt tüketimleri çok düşük değerlere sahip olduğundan, istatistiksel hesaplamalarda kolaylık sağlaması açısından, alan iş kapasitesine bağlı olarak saatteki yakıt tüketimi değerleri ($L h^{-1}$) kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Hasat öncesi yapılan ölçümler

Hasat öncesi yapılan ölçümlerde, hasat yapılan tarladaki ayçiçeklerinin ortalama sap yüksekliği 121.74 cm, sap çapı 20.03 mm, sap nemi %29.7 ve birim alandaki sap yoğunluğu 6800.4 adet da^{-1} olarak saptanmıştır.

3.2. Hasat sonrasında yapılan ölçümler

Ortalama parça boyutu, ilerleme hızı ($F=4.00^*$) ve devir sayılarından ($F=15.41^{**}$) önemli ölçüde etkilenmiştir. İlerleme hızı ile parça boyutu arasında doğrusal bir ilişki bulunmazken, en düşük parça boyutu 10.7 cm ortalama değerle 7.5 $km h^{-1}$ ilerleme hızında saptanmıştır. Devir sayısı arttıkça ortalama parça boyutu da artmıştır. En küçük parça boyutu 10.2 cm ile 1500 min^{-1} bıçak devrinde bulunmuştur. Ancak, 1500 min^{-1} ile 2000 min^{-1} bıçak devirleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2). Parça boyutu bakımından ilerleme hızı ve devir sayıları etkileşimi ($A*B$) önemli bulunmuştur ($F=4.08^*$). En düşük parça boyutları 7.5 $km h^{-1}$ ilerleme hızı ve 1500 min^{-1} 'da 8.2 cm, 7.5 $km h^{-1}$ ilerleme hızı ve 2000 min^{-1} 'da 9.9 cm olmuştur. Bu iki değer istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Devir sayısı arttıkça ortalama parça boyutunun

artması çelişki gibi görünse de, yüksek devirlerde sapların çarpma etkisiyle bıçak ağızlarından çabuk kaçmasının bu duruma neden olduğu düşünülmektedir. Çalışma esnasında bıçakların serbest kesmeyle koparttığı saplar bıçaklar üzerinde ne kadar uzun süre kalırsa o kadar parçalanma etkisine maruz kalmakta ve parça boyutları o ölçüde azalmaktadır. Yüksek devirlerde saplar çarpma etkisiyle bıçakların üzerinden daha çabuk uzaklaşmaktadır. Bu durum parça boyutlarının artmasına neden olmaktadır. Sap parçalama sisteminin farklı hız ve devirlerdeki varyasyon katsayıları %30 civarında olmuştur. Ancak, sap boyutları istenen sınırlar içinde olduğundan, bu katsayılar kabul edilebilir düzeydedir (Çizelge 2).

Kocabıyık (2003), çalışmasında geliştirdiği prototip sap parçalama makinesi ve freze tipli makine ile diskli tırmığı sap parçalama etkinliği açısından karşılaştırmış, bu makinelerle sırasıyla ortalama 11.35 cm, 18.79 cm ve 23.88 cm parça boyutları elde etmiştir. Gönülol et al (2009), kuyruk milinden hareketli iki sap parçalama makinesinin ayçiçeği sapını parçalama etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, freze tipi makinede ortalama sap boyutunu 18.4 cm, çekiçli parçalama ünitesine sahip makinede 18.2 cm olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen ortalama sap boyutları 8.2 cm ile 13.9 cm arasında değişmiştir. Bu değerler Kocabıyık (2003) tarafından denenen prototip makine ile yakın değerlerdir. Ancak diğer tüm parçalama sistemlerinden daha düşük sap parça boyutları elde edilmiştir.

Çizelge 2- Farklı hız ve devir sayılarında parça boyut dağılımları (mm) ve varyasyon katsayıları

Table 2- Particle-size distributions (mm) of different forward speeds, revolutions per minute and coefficients of variations

İlerleme hızı $km h^{-1}$	Devir sayısı min^{-1}	Tekrar			Ortalama	Ortalama	SD	VK (%)
		1	2	3				
5	1500	10.2	12.4	10.4	11.0 ^{bc}	11.5 ^{ab}	3.71	33.7
	2000	12.1	11.5	9.1	10.9 ^{bc}		3.31	30.4
	2500	12.1	13.5	11.9	12.5 ^{ab}		4.28	34.2
7.5	1500	7.5	9.0	7.8	8.2 ^d	10.7 ^b	2.96	36.1
	2000	11.0	8.6	10.1	9.9 ^{cd}		3.30	33.3
	2500	14.1	12.9	14.7	13.9 ^a		4.91	35.3
10	1500	11.5	10.4	12.9	11.6 ^{bc}	12.1 ^a	4.07	35.1
	2000	11.3	12.6	12.1	12.0 ^{ab}		4.33	36.1
	2500	11.9	13.1	13.4	12.8 ^{ab}		4.75	37.1

$P < 0.05$ olasılık düzeyinde LSDA (Yerel Spin Yoğunluk Yaklaşımı) = 1.127; LSDA*B = 1.952

Güç tüketimi ilerleme hızı ($F=319.32^{**}$) ve devir sayılarından ($F=13.18^{**}$) önemli ölçüde etkilenmiştir. Her ikisi de arttıkça güç tüketimi de artmıştır (Çizelge 3). En düşük ilerleme hızı olan 5 km h^{-1} hızda ortalama güç gereksinimi 6.6 kW olurken, 10 km h^{-1} ilerleme hızında 13.8 kW olmuştur. Güç tüketimi açısından 1500 min^{-1} ve 2000 min^{-1} bıçak devir sayıları, istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir (Çizelge 4). İlerleme hızı ve devir sayıları interaksyonu önemli olmamıştır ($F=1.13$).

Kayışoğlu et al (2006), kuyruk milinden hareketli parçalama makinelerinde ortalama kuyruk mili gücünü 21.1 kW olarak hesaplamışlardır. Bu makinelerin çalıştırılması için gerekli güç ise 7.5 kW civarındadır. Bu çalışmada maksimum ilerleme hızı olan 10 km h^{-1} hızındaki sap parçalama mil gücü ortalaması 13.8 kW olarak bulunmuştur. En düşük mil gücü 5 km h^{-1} hızda ve 1500 devir sayısında elde edilmiştir. Bu değer mil gücü açısından freze tipi makinelerin dörtte biri civarındadır (Kocabiyık, 2003). Prototip makinede ise gerekli çeki gücü 8.7 kW ortalama değere sahiptir.

Çizelge 3- Güç tüketimleri (kW)

Table 3- Power consumption (kW)

İlerleme hızı km h^{-1}	Devir sayısı min^{-1}	Tekrar			Ortalama	Ortalama
		1	2	3		
5	1500	5.8	6.2	5.4	5.8	6.6 ^c
	2000	5.8	6.5	6.3	6.2	
	2500	7.6	8.2	7.9	7.9	
7.5	1500	7.8	8.6	8.8	8.4	9.1 ^b
	2000	9.4	9.2	8.7	9.1	
	2500	9.9	9.7	9.8	9.8	
10	1500	13.4	12.9	14.2	13.5	13.8 ^a
	2000	12.5	13.7	14.6	13.6	
	2500	13.1	15.6	14.2	14.3	

$P < 0.05$ olasılık düzeyinde LSDA = 0.611

Çizelge 4- Güç tüketimlerinin devir sayılarına göre gruplandırılması

Table 4- Power consumption grouped according to the number of revolutions per minute

Devir sayısı min^{-1}	Ortalama güç kW
1500	9.2 ^b
2000	9.6 ^b
2500	10.7 ^a

$P < 0.05$ olasılık düzeyinde LSDB = 0.611

Yakıt tüketimi değerleri, güç tüketimi ile benzer sonuçlar vermiştir. İlerleme hızı ve devir sayısı arttıkça yakıt tüketimi de artmıştır. En düşük ilerleme hızı olan 5 km h^{-1} hızında ortalama yakıt tüketimi 0.58 L h^{-1} olurken, 10 km h^{-1} ilerleme hızında yakıt tüketimi ise 1.16 L h^{-1} olmuştur. İlerleme hızları ($F=255.38^{**}$) ve devir sayıları ($F=10.81^{**}$),

yakıt tüketimini istatistiki olarak önemli ölçüde etkilemiştir (Çizelge 5). İlerleme hızları arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmazken 1500 min^{-1} ve 2000 min^{-1} bıçak devirlerindeki yakıt tüketimleri aynı grupta yer almıştır (Çizelge 6). Güç tüketimi en az olan asılır tip sap parçalama makinesinin yakıt tüketimi 16 L h^{-1} civarındadır. Bu yakıt tüketimi içinde traktörün kendisini çalıştırması için gerekli olan yakıt da bulunmaktadır (Kocabiyık 2003). Asılır tip makinelerle sap parçalama işlemi hasat sonrasında tarla trafiğini de arttıran ek bir işlem ile gerçekleştirilmektedir. Oysa biçerdöverle birlikte çalışan bu parçalama düzeninde parçalama işlemi için daha yüksek hızda (10 km h^{-1}) güç gereksinimi 13.8 kW , yakıt tüketimi ise 1.16 L h^{-1} olmuştur. Aynı zamanda bu sistem tarla trafiğini de azalttığından bu anlamda da asılır tip parçalama sistemlerine göre üstünlük sağlamaktadır.

Çizelge 5- Yakıt tüketimleri (L h⁻¹)

Table 5- Fuel consumption (L h⁻¹)

İlerleme hızı km h ⁻¹	Devir sayısı min ⁻¹	Tekrar			Ortalama	Ortalama
		1	2	3		
5	1500	0.55	0.52	0.46	0.51	0.58 ^c
	2000	0.49	0.61	0.52	0.54	
	2500	0.63	0.75	0.69	0.69	
7.5	1500	0.71	0.77	0.68	0.72	0.77 ^b
	2000	0.75	0.82	0.77	0.78	
	2500	0.81	0.86	0.79	0.82	
10	1500	0.99	1.15	1.22	1.12	1.16 ^a
	2000	1.05	1.18	1.25	1.16	
	2500	1.15	1.27	1.18	1.20	

P<0.05 olasılık düzeyinde LSDA = 0.05

Çizelge 6- Yakıt tüketimlerinin devir sayılarına göre gruplandırılması

Table 6- Fuel consumption grouped according to the number of revolutions per minute

Devir sayısı min ⁻¹	Yakıt tüketimi L h ⁻¹
1500	0.78 ^b
2000	0.83 ^b
2500	0.90 ^a

P<0.05 olasılık düzeyinde LSDB = 0.05

4. Sonuçlar

Tarımsal artıkların parçalanması ile ilgili birçok araştırma bulunmasına rağmen, ülkemizde böyle bir sistemin kullanım ve performans değerleriyle ilgili çalışmalara rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışmada kullanılan parçalayıcı düzen, ayçiçeği saplarını parçalayarak, toprak yüzeyine bırakmaktadır.

Yapılan deneysel çalışmalarda;

- Parça boyutları ilerleme hızından önemli ölçüde etkilenmiştir. Düşük ve yüksek ilerleme hızlarında ortalama parça boyutu daha büyük olmuştur.
- 1500 min⁻¹ ve 2000 min⁻¹ bıçak devir sayılarında ortalama parça boyutları aynı olurken, 2500 min⁻¹ bıçak devrinde ortalama parça boyutu bu iki devir sayısından farklı ve daha büyük bulunmuştur.

- Sap yükseklikleri sadece devir sayısından etkilenmiştir. 1500 min⁻¹ bıçak devrinde sap yüksekliği daha yüksek ve diğer devirlerden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.
- İlerleme hızı arttıkça güç tüketimi önemli ölçüde artmıştır. Bıçak devir sayıları da aynı şekilde arttıkça güç tüketimi artmıştır, ancak 2500 min⁻¹ bıçak devrinde güç tüketimi diğer devirlere göre önemli ölçüde farklı ve fazla olmuştur.
- Yakıt tüketimleri de hız artışı ile önemli ölçüde artmıştır. Devir sayılarına bakıldığında, güç tüketiminde olduğu gibi 2500 min⁻¹ bıçak devrinde yakıt tüketimi daha fazla olmuştur.
- Parçalama sisteminin toplam enerji girdisi 2.6-3.23 MJ da⁻¹ arasında değişmiştir.

Bu çalışmada denenen parçalama sistemi en az yakıt tüketen ve en başarılı sayılan, asılır tip sap parçalama makinelerinden daha başarılı olmuştur. En az yakıt tüketen asılır tip makinelerin bile birim zamandaki yakıt tüketiminin 1/15'i oranında yakıt tüketmektedir. Aynı zamanda biçerdöverle birlikte çalıştığından fazladan insan işgücüne gereksinim duyulmaması, iş kapasitesinin biçerdöverin iş kapasitesiyle aynı olması diğer makinelerle kıyaslanamayacak üstün yanlarıdır. Parçalama etkinliği açısından da aynı şeyi söylemek mümkündür. Çalışmalar sırasında, güç tüketiminin az olmasından dolayı, biçerdöverin motoru zorlanmamış, aşırı yüklenme olmamıştır.

Enerji ve insan işgücü maliyetlerinin gittikçe arttığı günümüzde bu parçalama sisteminin yaygın olarak kullanımının sağlanmasıyla, ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlanacaktır.

Bundan sonraki çalışmalarda bu sistemin güvenliği artırılmalıdır. Sistemde kullanılan parçalayıcı bıçakların çalışma esnasında kırılarak fırlayabilmektedir. Bu durum makine çalışırken hasat alanında bulunanlar için bir risk oluşturabilmektedir.

Tarla yüzeyinde anız olarak kalan köklü ayçiçeği sapları sert yapıları ile biçerdöver lastiklerine zarar vermekte ve lastik ömrünü azaltmaktadır. Bu sorun ile ilgili de araştırmalar yapıp lastik aşınmasını önleyici tedbirler geliştirilmelidir.

Teşekkür

Bu araştırma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiştir. Proje No. 108O550

Kaynaklar

- Akıncı İ, Çanakçı M, Topakçı M, Özmerzi A, İpkin B, Alagöz Z & Aydemir O N (2001). Antalya Bölgesinde Sulu Tarım Tarla İşletmeleri İçin Optimum Traktör ve Tarım Makinaları Büyüklüklerinin Belirlenmesi. Proje No:TUBİTAK-TOGTAG- TARP-1932, Antalya
- Çanakçı M, Topakçı M, Ağsaran B & Karayel D (2010). Kuyruk Milinden Hareketli Budama Artığı Parçalama Makinasının Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi- Journal of Agricultural Sciences* **16**: 46-54
- Çarman K, Demir F & Konak M (1994). Konya yöresinde imal edilen sapdöver harman makinalarının bazı ürünlerin harmanına uygunluğunun araştırılması. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, Antalya, s. 286-295
- Demir O & Çarman K (2008). Anız parçalama makinalarında parçalama etkinliğinin saptanması.

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi **22**(45): 40-45

- Durdiyev D & Dursun E (2002). Sap parçalama ve farklı toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarının toprağa karışmasına etkilerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* **8**(1): 79-87
- Düzgüneş O, Kesici T & Gürbüz F (1983). İstatistik Metotları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 861, Ders kitabı: 229, Ankara
- Gönülol E, Dalmış I S, Kayışoğlu B, Bayhan Y & Kocabıyık H (2009). The evaluation of alternative stalk chopping methods in sunflower farming. *African Journal of Agricultural Research* **4**(12): 1398-1403
- Kayışoğlu B, Bayhan Y, Gönülol E, Kocabıyık H & Dalmış İ S (2006). Freze tipi sap parçalama makinelerinin enerji maliyetleri açısından kullanılabilirliklerinin değerlendirilmesi, Trakya Üniversitesi Araştırma Projesi (TÜBAP-606), Sonuç Raporu, Tekirdağ
- Kocabıyık H & Kayışoğlu B (2005). Sap parçalama makinalarının performans ve enerji maliyetlerinin değerlendirilmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* **1**(3): 183-188
- Kocabıyık H (2003). Ayçiçeği anızının parçalanması, anız parçalamada kullanılacak prototip bir makinanın tasarımı ve imalatı üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış), Tekirdağ
- Önal İ & Aykas E (1997). Hasat sonrası pamuk saplarının toprağa kazandırılmasında kullanılan teknik ve makinalar. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-19 Eylül, Tokat, s. 290-297
- Özcan M T (1986). Mercimek Hasat ve Harman Yöntemlerinin İş verimi, Kalitesi, Enerji Tüketimi ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması ve Uygun Bir Hasat Makinası Geliştirilmesi Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Ziraat Kurumu Mesleki Yayınları. Yayın No: 46. Ankara
- Sağlam C, Kaplan F & Polat R (2010). A study on the chopping and mixing of cotton stalks with soil. *African Journal of Biotechnology* **9**(30): 4764-4775