

Budama Atıklarının Parçalanmasında Kullanılan Makinanın Performans Değerlerinin İrdelenmesi

Ali Yavuz Şeflek, Kazım Çarman, Osman Özbek

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü,42071-Selçuklu /Konya
seflek@selcuk.edu.tr

Özet : Bu çalışmada, budama atıklarının yok edilmesi veya değerlendirilmesi için tasarlanmış parçalayıcı bir makinanın performans değerleri belirlenmiştir.

Denemeler makinanın üç farklı parçalayıcı çevre hızında (52, 57.8 ve 63.58 m/s), iki farklı elek açıklığında (25 ve 50 mm) ve iki farklı elek delik çapında (25 ve 30 mm) yürütülmüştür. Artan parçalayıcı çevre hızına ve elek açıklığına bağlı olarak özgül yüzey alanı artmış ve geometrik ortalama parçacık çapı ile makinanın özgül enerji tüketimi azalmıştır. Makinanın en küçük özgül enerji tüketimi; 50 mm 'lik elek açıklığında, 25 mm elek delik çapında ve 63.58 m/s 'lik parçalayıcı çevre hızında elde edilmiştir. Ayrıca parçacıkların geometrik ortalama çapıyla özgül yüzey alanları arasındaki ilişkinin önemli olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Budama atıkları, Parçalama makinası.

Investigation of the Performance Values of Machine Using in Chopping of Pruning Residues

Abstract : In this study, the performance values of a chopper machine designed for terminating and recycling of pruning residues were determined.

The experiments were conducted with three different chopper peripheral velocity of machine (52, 57.8 and 63.58 m/s), two different clearance sieve (25 and 50 mm) and two different sieve hole diameter (25 and 30 mm). Geometrical average diameter of particles and specific energy consumption of machine decreased while specific surface area was increasing depending on increasing peripheral velocity and clearance sieve. The minimum energy consumption of the machine is obtained at clearance of 50 mm, sieve hole diameter of 25 mm and peripheral velocity of 63.58 m/s. In addition, it was determined that the relationship between geometrical average diameter and specific surface area is important.

Keywords: Pruning residues, Chopping machine.

GİRİŞ

Son yıllarda tarımsal budama atıklarının yok edilmesi veya değerlendirilmesi önemli bir problem haline gelmiştir. İşletmeler, budama atıklarını değerlendirmek ve yok etmek için genelde dört farklı yöntem kullanmaktadır; toprağa gömme, yakma, kompostlaştırma ve yeniden işlemedir. Budama atıklarının gerek toprağa gömülmesinde ve gerekse de kompostlaştırılmasında, uygun makinalar tarafından parçalanması önem arz etmektedir.

Kompostlaştırma işleminde; budama atıklarının parçalanması sonucu parçacık büyüklüğü ve dağılımı mikroorganizma gelişmesi için ortam oluşturmada çok kritik bir parametredir. Bunun yanında parçacık büyüklüğü kompostlama işleminde uygun bir havalandırma için gerekli olan poroziteyi de

sağlamaktadır. Çalışmalar kabul edilebilir parçacık büyüklüğünün ortalama bir değer olarak 8-12 mm olması gerektiğini ortaya koymuştur. Parçacık boyutunun küçülmesi ile mikroorganizmaların yaşam alanı ve bunun sonucu olarak ta ayrışma artmaktadır. Parçacık boyutunun artması ile oksijenin parçacık merkezine girmesi zorlaşmakta ve düşük oksijen seviyelerinden dolayı ayrışma çok yavaşlamaktadır. Dolayısıyla parçacık boyutunu sınırlayan alt ve üst limitler bulunmaktadır ve optimum parçacık büyüklüğü materyal ve kompostlaştırma sistemine bağlı olarak değişmektedir (Ekinci ve ark. (2004)).

Ülkemizde meyve ağacı popülasyonu yaklaşık 566 milyon adettir. Örneğin zeytin ağaçlarının budanması sonucu ortaya çıkan atık miktarı yaklaşık 0.5 milyon

ton, asmaların budanması sonucu elde edilen atık miktarı ise yaklaşık 0.8 milyon tondur (Acaroğlu (1998)). Ülkemiz açısından önemli bir potansiyel kaynak olan budama atıklarının organik madde olarak yeniden torağa kazandırılmasında atıkların parçalanması birincil öneme sahip bir işlemdir.

Bu çalışmada budama atıklarının parçalanmasında kullanılan makinanın farklı parçalayıcı çevre hızları, elek delik çapları ve elek açıklığının, parçacık büyüklüğü, özgül yüzey alanı ve makinanın özgül enerji tüketimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada; parçalanacak materyal olarak söğüt (*babylonica*) ağacının budama atıkları kullanılmıştır. Budama atığı dalların ortalama çapı 30-40 mm ve boyları da yaklaşık 1000 mm'dir. Kullanılan materyalin %18.36 nem oranında özgül ağırlığının 623 kg/m³ olduğu belirlenmiştir. Parçalama öncesi özgül yüzey alanı yaklaşık 0.1866 m²/kg olarak saptanmıştır.

Denemelerde çekiçli bir parçalayıcı sistem kullanılmıştır. 22 kW gücündeki yıldız üçgen yol vermeli trifaze elektrik motorundan alınan hareket, giriş devrini 3.5 kat artıran bir şanzıman ve V kayış kasnak ($i=1$) sistemiyle ana mile iletilmektedir. İki noktadan yataklarındırılmış olan ana mil üzerine 6 adet üçgen biçimli platina yerleştirilmiştir. Çekiçler ise üçgen platinalardan oluşan parçalayıcı ünitenin köşelerinden geçen 3 adet mil üzerine, kendi eksenleri etrafında 360° dönebilecek şekilde monte edilmiştir. Parçalayıcı çapı 584 mm olup, üç sırada toplam 45 adet çekiç bulunmaktadır (Şekil 1).

Çalışma; S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Deneme Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan çekiç tipi 10 mm kalınlığında, çift taraflı kullanılabilen ve köşeli şekildedir (Şekil 1). Sistemde kırıcı etkili Ø25 ve Ø30 mm çaplı 6 mm sac malzemeden yapılmış, sarım açısı 89° olan 2 farklı elek tipi kullanılmıştır.

Denemelerde 3 farklı devir (V_1 : 486 1/min 52 m/s, V_2 : 540 1/min 57.8 m/s ve V_3 : 594 1/min 63,58m/s), 2 farklı delik çaplı elek tipi (D_1 : 25 mm ve D_2 : 30 mm) ve 2 farklı parçalayıcı – elek açıklığı (C_1 : 25 mm ve C_2 : 50 mm) değerlerinde çalışılmıştır. Sistem devrinin değiştirilmesinde kademesiz bir mekanik varyatörden faydalanılmıştır (Şekil 2).

Denemeler, sabit besleme debisinde (650 kg/h) yürütülmüştür. Güç tüketimi değerleri ise dijital panodan video kamera yardımıyla kaydedilerek analiz edilmiştir. Ölçülen toplam güç tüketimi (N_t) değerlerinden her bir kombinasyon için boşta çalışmada harcanan güç tüketimleri (N_b) çıkartılarak parçalama işleminde harcanan güç tüketimi (N_p) değerleri belirlenmiş ve hesaplamalarda bu değerler kullanılmıştır. Her bir parçalama işlemi sonunda makinanın parçalama etkinliği ortaya koyabilmek için, parçalanmış materyalin 3 farklı yerinden örnekler alınmış ve bu örneklere ait parçalanmış materyalin boyutları (L, W ve T) tek tek dijital kumpas ile belirlenmiş, ayrıca ağırlıkları da 0.01 g hassasiyetli terazi ile ölçülmüştür. Parçalanmış materyalin üç eksendeki boyutunun birbirlerine göre büyük farklılıklar göstermesi sebebiyle, materyalin tek bir boyuta göre tanımlanması mümkün olmamaktadır. Parçacık büyüklüğünün üç boyuta göre ortak bir ifadesi olan geometrik ortalama çapları hesaplanmıştır. Her bir deneme sonrası mukayese edilebilir sonuçlar elde edebilmek için parçalanmış materyalin geometrik ortalama çapının sınıflandırılmasında; beş adet frekans aralığı $x<4$, $4\leq x<7$, $7\leq x<10$, $10\leq x<13$ ve $x\geq 13$ kullanılmıştır. Parçacıkların geometrik ortalama çap ve özgül yüzey alanının belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Akdeniz ve Sungur (1990)).

$$D_{geo} = \sqrt[3]{L.W.T}$$

D_{geo} : Geometrik ortalama çap (mm)

L : Parça uzunluğu (mm)

W : Parça genişliği (mm)

T : Parça kalınlığı (mm)

$$\delta_{ort} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot f_i$$

δ_{ort} : Örneğin geometrik ortalama çapı (mm)

x_i : i . sınıftaki belirlenen geometrik ortalama çap (mm)

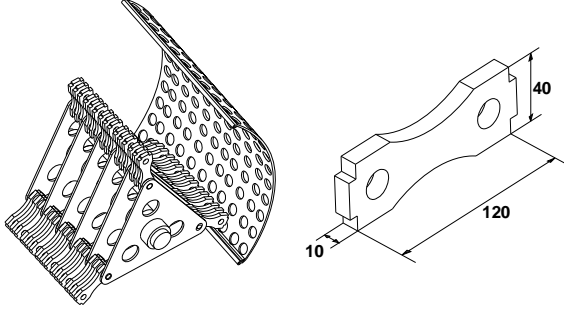
f_i : i . sınıftaki materyal miktarının tüm örnek kütesine göre % değeri.

n : Sınıf sayısı

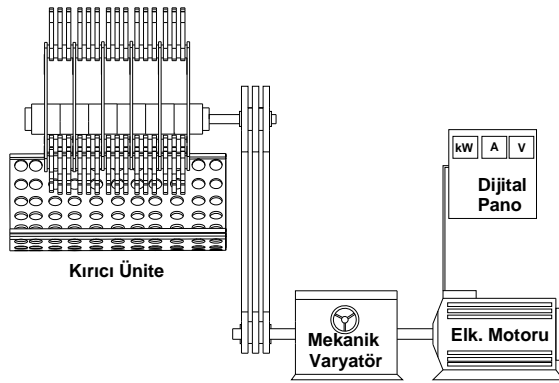
$$f = \sum_{i=1}^n 6.f_i / \varphi.x_i$$

φ : Materyalin özgül ağırlığı (kg/m³)

f : Özgül yüzey alanı (m²/kg)



Şekil 1. Parçalayıcı Ünite ve Çekiç

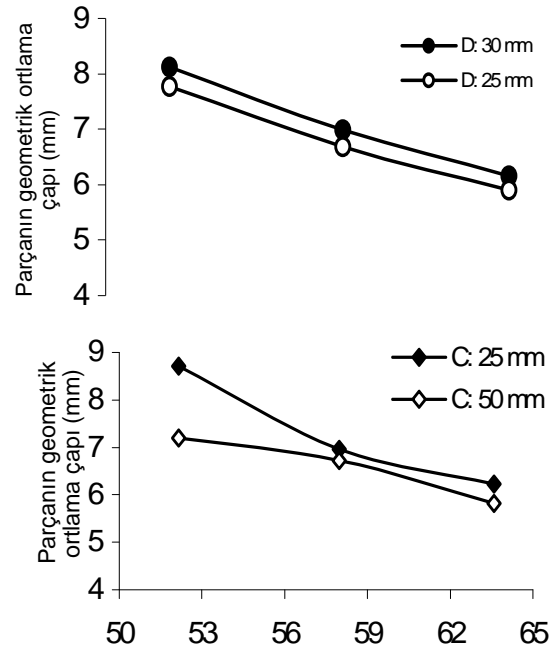


Şekil 2. Deney Düzeni

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kalibre edilmiş söğüt ağacının (babylonica) budama atıklarının 650 kg/h 'lık sabit besleme hızında parçalanmasında kullanılan makinenin parçalayıcı çevre hızına, elek delik çapına ve elek açıklığına bağlı olarak parçacıkların geometrik ortalama çapındaki değişim Şekil 3 'de verilmiştir. Parçacıkların geometrik ortalama çapı 5.57 – 8.94 mm arasında değişmiştir. Parçalayıcı çevre hızındaki yaklaşık %22 'lik artış parçacık boyutlarında %24 'lük bir azalışa neden olmuştur. Parçacıkların geometrik ortalama çapları üzerinde yapılan varyans analizi sonuçları, parçalayıcı çevre hızının etkisinin önemli olduğunu ortaya koymuştur (P<0.01) (Çizelge 1). Elek delik çapındaki artış parçacık boyutunun artışı sağlamıştır. Delik çapının 25 mm den 30 mm 'ye büyümesi, elek toplam

delik alanının toplam alana oranı olan etkin delik alanının artışı materyalin makinaryı daha erken terk etmesine neden olmuştur. Elek etkin delik alanındaki artış % 6 iken, parçacık boyutundaki artış % 4.5 olarak elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçları elek delik çapındaki değişimin parçacık boyutu üzerindeki etkisinin önemli olduğunu göstermiştir (P<0.01) (Çizelge 1).



Şekil 3. Parçalayıcı çevre hızına, elek delik çapına ve elek açıklığına bağlı olarak parçacıkların geometrik ortalama çapındaki değişim

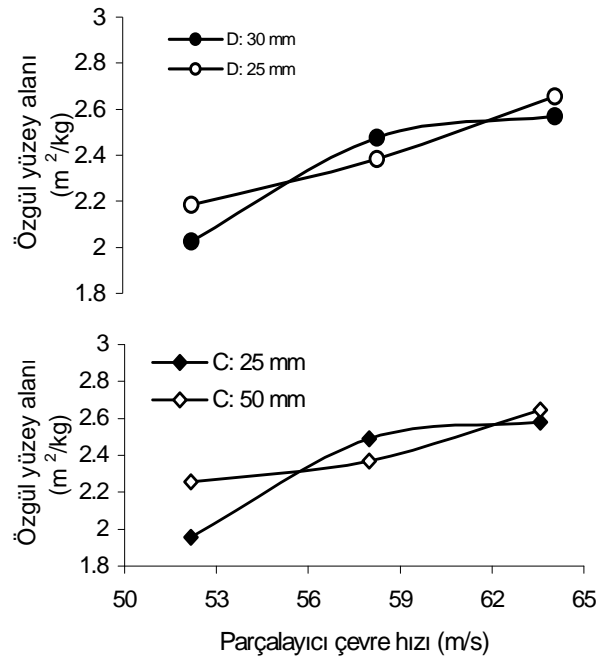
Çizelge 1. Parçacıkların geometrik ortalama çapları üzerinde yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
V	2	7.641	10419.02**
D	1	0.558	761.11**
C	1	2.982	4066.56**
VxDxC	2	0.107	146.52**
Hata	12	0.001	
Genel	13	0.908	
V ₁ : 7.963 a		D ₁ : 6.788 a	C ₁ : 7.293 a
V ₂ : 6.845 b		D ₂ : 7.093 b	C ₂ : 6.588 b
V ₃ : 6.015 c		LSD(%5)=0.024	LSD(%5)=0.024
LSD(%5)=0.03			

** P<0.01

Parçalayıcı ile elek arasındaki artan açıklık parçacıkların geometrik ortalama çaplarının azalmasına neden olmuştur. Materyalin çıkış noktasındaki elek açıklığının 25 mm 'den 50 mm 'ye çıkması, parçacık boyutunu %10 azaltmıştır. Bunun nedeni, artan elek açıklığına bağlı olarak materyalin makina içerisindeki kalma süresiyle açıklanabilir. Benzer sonuçlar harman makinalarıyla yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir (Çarman (1985) ve Demir (1985)). Parçacıkların geometrik ortalama çapları üzerinde yapılan varyans analizi sonuçları elek açıklığındaki değişimin etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($P<0.01$) (Çizelge 1).

Parçalanmış materyalin özgül yüzey alanının, parçalayıcının çevre hızına, elek delik çapına ve elek açıklığına bağlı olarak değişimi Şekil 4 'de verilmiştir. Parçalanmış materyalin özgül yüzey alanı 1.88 – 2.75 m^2/kg arasında değişmiştir. Parçalayıcı çevre hızındaki artış, parçalanmış materyalin özgül yüzey alanını artırmıştır. Parçalayıcı çevre hızındaki % 22 'lik artış, parçacığın özgül yüzey alanında %24 'lük bir artış meydana getirmiştir. Buna, artan parçalayıcı çevre hızına bağlı olarak azalan parçacık boyutları neden olmuştur. Çekiçli değirmenler üzerinde yapılan araştırmada artan parçalayıcı devir sayısının parçacığın özgül yüzey alanını artırdığı saptanmıştır (Akdeniz ve Sungur (1990)). Parçacığın özgül yüzey alanı üzerinde yapılan varyans analizi sonuçları, çevre hızının etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($P<0.01$) (Çizelge 2).



Şekil 4. Parçalayıcı çevre hızına, elek delik çapına ve elek açıklığına bağlı olarak parçalanmış materyalin özgül yüzey alanındaki değişim

Çizelge 2. Parçacıkların özgül yüzey alanı üzerinde yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
V	2	0.522	948.27**
D	1	0.024	43.75**
C	1	0.050	91.66**
VxDxC	2	0.012	21.21**
Hata	12	0.001	
Genel	13	0.061	

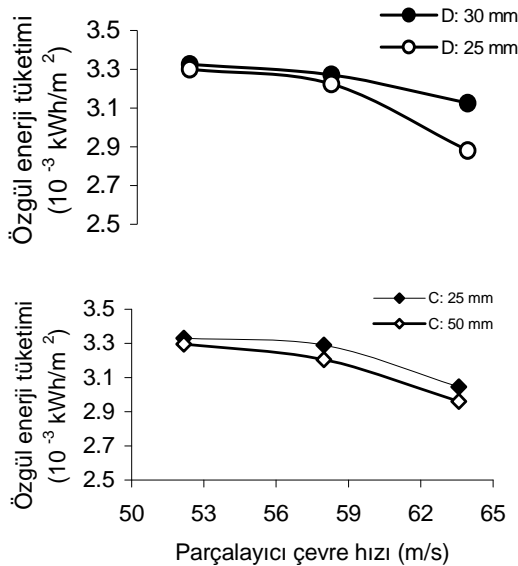
V ₁ : 2.095 a	D ₁ : 2.404 a	C ₁ : 2.327 a
V ₂ : 2.425 b	D ₂ : 2.341 b	C ₂ : 2.418 b
V ₃ : 2.598 c	LSD(%5)=0.021	LSD(%5)=0.021
LSD(%5)=0.026		

** $P<0.01$

Elek delik çapındaki büyüme diğer bir ifadeyle etkin delik alanındaki artışa (% 6) bağlı olarak parçacığın özgül yüzey alanı azalmıştır (% 2.6). Artan delik çapına bağlı olarak parçacık boyutunun büyümesi, özgül yüzey alanının azalmasına neden olmuştur. Varyans analizi sonuçları elek delik çapının etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($P<0.01$) (Çizelge 2).

Parçalayıcı – elek arasındaki artan açıklık, materyalin özgül yüzey alanının artışına neden olmuştur. Elek açıklığındaki %100 'lük bir artış, materyalin özgül yüzey alanını % 4 artırmıştır. Artan elek açıklığına bağlı olarak materyalin parçalanma etkinliği artmıştır. Varyans analizi sonuçları elek açıklığının etkisinin önemli olduğunu ortaya koymuştur ($P<0.01$) (Çizelge 2).

Parçalama makinasının değişen parçalayıcı çevre hızına, elek delik çapına ve elek açıklığına bağlı olarak özgül enerji tüketiminin değişimi Şekil 5 'de verilmiştir. Makinanın özgül enerji tüketimi $2.82 \times 10^{-3} - 3.34 \times 10^{-3}$ kWh/m² arasında değişmiştir. Artan parçalayıcı çevre hızına bağlı olarak makinanın özgül enerji tüketimi yaklaşık % 9 oranında azalmıştır. Makinanın artan çevre hızına bağlı olarak güç tüketiminin artmasına karşılık (Persson (1987)), parçalanmış materyalin özgül yüzey alanındaki artışın daha fazla olması özgül enerji tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Çekiçli değirmenlerde mısırın parçalanması üzerinde yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Akdeniz ve Sungur (1990)).



Şekil 5. Parçalayıcı çevre hızına, elek delik çapına ve elek açıklığına bağlı olarak özgül enerji tüketiminin değişimi

Makinanın özgül enerji tüketimi üzerinde yapılan varyans analizi sonuçları parçalayıcı çevre hızının etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($P<0.01$) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Makinanın özgül enerji tüketimi üzerinde yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
V	2	0.000	4276.0**
D	1	0.000	1323.0**
C	1	0.000	560.0**
VxDxC	2	0.000	9.33**
Hata	12		
Genel	13		

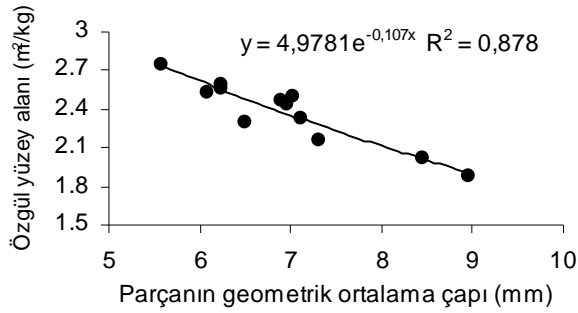
V ₁ : 0.003312 a	D ₁ : 0.00313 a	C ₁ : 0.003221
V ₂ : 0.003247 b	D ₂ : 0.00324 b	a
V ₃ : 0.003002 c	LSD(%5)= 0.9×10^{-4}	C ₂ : 0.003153
LSD(%5)= 6.4×10^{-5}		b
		LSD(%5)= 0.9×10^{-4}
		4

** $P<0.01$

Elek delik çapının 25 mm'den 30 mm'ye çıkması, diğer bir ifadeyle elek etkin delik alanındaki artış, özgül enerji tüketiminin %3.5 oranında artmasına neden olmuştur. Elek delik çapındaki artışa bağlı olarak parçalanmış materyalin özgül yüzey alanındaki azalma, makinanın özgül enerji tüketimini artırmıştır. Varyans analiz sonuçları elek delik çapının etkisinin önemli olduğunu ortaya koymuştur ($P<0.01$) (Çizelge 3).

Artan elek açıklığına bağlı olarak, makinanın özgül enerji tüketimi yaklaşık %2 azalmıştır. Elek açıklığındaki bu artış makinanın güç tüketimindeki artıştan daha çok parçalanmış materyalin özgül yüzey alanındaki artışa neden olmuştur. Varyans analizi sonuçları elek açıklığının etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($P<0.01$) (Çizelge 3).

Parçalanmış materyalin geometrik ortalama çapıyla özgül yüzey alanı arasındaki ilişki Şekil 6' da verilmiştir. Parçacığın artan geometrik ortalama çapına bağlı olarak özgül yüzey alanının azaldığı her iki değişken arasında üssel bir ilişkinin olduğu söylenebilir.



Şekil 6. Parçalanmış materyalin geometrik ortalama çapıyla özgül yüzey alanı arasındaki ilişki

Araştırma sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Makinanın artan parçalayıcı çevre hızına ve elek açıklığına bağlı olarak parçalanmış materyalin özgül yüzey alanı artmış ve geometrik ortalama çapı ile makinanın özgül enerji tüketimi azalmıştır.

LİTERATÜR LİSTESİ

Acaroğlu, M., 1998. Türkiye’de Biyokütle Enerjisinin Mevcut Durumu, Araştırma ve Geliştirme Çalışmaları, Politikaları ve Alınması Gereken Önlemler. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Türkiye 1. Enerji Şurası, İstanbul.

Akdeniz, R.C. ve Sungur, N., 1990. Çekiçli Yem Kıрма Değirmenlerinde, Farklı Çekiç Şekillerinin Özgül Enerji Tüketimi ve Granül İriliği Dağılımına Etkisinin İrdelenmesi. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Adana

Çarman, K., 1985. Konya Yöresinde İmal Edilen Sap Döver Harman Makinalarının Yapısal Özellikleri ve İş Kaliteleri Üzerinde Bir Araştırma. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara.

- Elek delik çapındaki artış, parçalanmış materyalin özgül yüzey alanını azaltırken, makinanın özgül enerji tüketiminin artmasına neden olmuştur.

- Makinanın en küçük özgül enerji tüketimi; 50 mm ’lik elek açıklığında, 25 mm ’lik elek delik çapında ve 63.58 m/s ’lik parçalayıcı çevre hızında elde edilmiştir.

- Makinanın performansının, parçalama etkinliği açısından değerlendirildiğinde tüm deneme kombinasyonlarında elde edilen parçacık büyüklüğünün literatürlerde öngörülen referans değerler içerisinde olduğu söylenebilir.

- Parçacıkların geometrik ortalama çaplarıyla özgül yüzey alanları arasındaki ilişkinin önemli olduğu saptanmıştır.

Demir, F., 1985. Mercimek ve Nohutun Tahıl Harman Makinalarıyla Harman Edilebilme Olanaklarının Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara.

Ekinci, K., Çetin, S.C., Akbolat, D. ve Onursal, E., 2004. Kompost Oluşumuna Etkili Faktörler Üzerine Bir Araştırma. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tokat

Persson, S., 1987. *Mechanics of Cutting Plant Material*. An ASAE Monograph American Society of Agricultural Engineers, U.S.A.