



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

Kuyruk Milinden Hareketli Budama Artığı Parçalama Makinasının Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi

Murad ÇANAKCI^a, Mehmet TOPAKCI^a, Bora AĞSARAN^b, Davut KARAYEL^a

^aAkdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Kampüs, Antalya, TÜRKİYE

^bBatu Akdeniz Araştırma Enstitüsü Demircikara Mah. Paşakavakları Cad. No 25 PK 35, Muratpaşa, Antalya, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Tarım Teknolojileri

Sorumlu Yazar: Murad ÇANAKCI, e-posta: mcanakci@akdeniz.edu.tr, Tel: +90(242) 310 24 84

Geliş tarihi: 30 Eylül 2009, Düzeltmelerin gelişi: 25 Şubat 2010, Kabul: 16 Mart 2010

ÖZET

Bu çalışmada, kuyruk milinden hareketli budama artığı parçalama makinasının temel işletmecilik verilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada bağ, nar, portakal ve avokado olmak üzere dört farklı ürüne ait budama artığında ve üç farklı besleme yoğunluğunda çalışılmıştır. Makinanın güç ve enerji gereksinimleri, parçalanmış materyallerin ortalama geometrik çapları belirlenmiş ve makineye ait gider hesapları yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, besleme yoğunluğu artışının tüm ürünlerde toplam güç gereksinimi değerlerini artırdığı belirlenmiştir. En yüksek besleme yoğunluklarındaki toplam güç gereksinimi değerleri, portakal, avokado, bağ ve nar artıkları için sırasıyla 28.15, 19.05, 16.82 ve 15.66 kW olarak hesaplanmıştır. Birim alan başına düşen enerji gereksinimi değerleri besleme yoğunluğuyla artış göstermiştir. Parçalanmış birim kütle başına düşen enerji gereksinimi değerleri, bağ ve narda besleme yoğunluğu artışına bağlı olarak azalmıştır. Bu değerler bağda 5.98, 4.39 ve 3.90 kWh t⁻¹ ve narda 5.95, 4.54 ve 3.82 kWh t⁻¹ değerlerinde gerçekleşmiştir. Portakal ve avokado budama artıklarında parçalanmış birim kütle başına düşen enerji gereksinimi değerleri besleme yoğunluğu artışına bağlı olarak önce azalmış, ancak en yüksek yoğunluk değerlerinde artış göstermiştir. Bu değerler portakalda 8.11, 6.48 ve 8.61 kWh t⁻¹, avokadoda ise 8.48, 5.53 ve 7.09 kWh t⁻¹ olarak belirlenmiştir. Parçalanmış budama artıklarının ortalama geometrik çap değerleri besleme yoğunluğuna bağlı olarak bağda 9.35-9.96 mm, narda 10.41-11.04 mm, portakalda 12.57-13.76 mm ve avokadoda 11.44-13.09 mm arasında değişmiştir. Makineye ait sabit gider değeri 1114 TL yıl⁻¹, değişken gider toplamı ise 28.0 TL h⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar sözcükler: Budama artığı; Parçalama; Güç ve enerji; Alan kapasitesi; Özgül enerji tüketimi; Maliyet

Determination of Basic Machinery Management Data for PTO Driven Pruning Residue Chopper

ARTICLE INFO

Research Article — Agricultural Technologies

Corresponding author: Murad ÇANAKCI, e-mail: mcanakci@akdeniz.edu.tr, Tel: +90(242) 310 24 84

Received: 30 September 2009, Received in revised form: 25 February 2010, Accepted: 16 March 2010

ABSTRACT

The aim of this research was to determine basic management data of PTO (Power take off) driven pruning residue chopper. The machines were studied on four different pruned material (grape, pomegranate, orange and avocado) at three different feeding density. Power and energy requirement, average geometric diameter of pruned material were determined along with associated machinery costs. The increased material density raised total power values needed for all plant materials. The highest power requirement values were 28.15, 19.05, 16.82 and 15.66 kW on high density of pruned material from orange, avocado, grape and pomegranate orchards, respectively. Energy requirement values per unit area increased with increasing material density. In grape and pomegranate, energy requirement values of chopped material per unit mass decreased with increasing feeding density. These values were 5.98, 4.39 and 3.90 kWh t⁻¹ for grape and 5.95, 4.54 and 3.82 kWh t⁻¹ for pomegranate, respectively. In orange and avocado materials, increasing feeding density, first energy requirement values per unit area decreased, then they were increased to the highest densities. These values were 8.11, 6.48 and 8.61 kWh t⁻¹ for orange and 8.48, 5.53 and 7.09 kWh t⁻¹ for avocado,

respectively. Depending on materials and feeding density, the average geometric diameters of pruned grape, pomegranate, orange and avocado materials ranged from 9.35 to 9.96 mm, 10.41 to 11.04 mm, 12.57 to 13.76 mm and 11.44 to 13.09 mm, respectively. The fixed and variable machine costs were calculated as 1114 TL year⁻¹ and 28.0 TL h⁻¹, respectively.

Keywords: Pruning residue; Chopping; Power and energy; Area capacity; Specific energy consumption; Cost

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Tarımsal üretimde bitki artıklarının toprağa kazandırılması, toprağın organik madde içeriğini artırmakta, toprak ve su korunumuna yardımcı olmaktadır (Önal & Aykas 1997). Tarla tarımında hasat sonrası bitki artıklarının parçalanması ve toprağa karıştırılması yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir. Artıkların parçalanması işleminde sap parçalama makinaları ya da diskaro ve toprak frezesi gibi toprak işleme makinaları kullanılmaktadır.

Önal & Aykas (1997), hasat sonrası pamuk saplarının toprağa kazandırılmasında kullanılan teknik ve makinaları incelemişlerdir. Çalışmada pamuk saplarının toprağa kazandırılmasında agro teknik esaslar, pamuk sapı parçalama makinaları ve sapların toprağa gömülme teknikleri konularında bilgi verilmiştir. Kocabıyık & Kayışoğlu (2005), çalışmalarında, ayçiçeği sapının ve diğer artık kısımlarının tekrar toprağa kazandırılmasında kullanılan sap parçalama makinalarının tarla koşullarında çalışma performanslarını ve enerji girdilerini belirlemişlerdir. Durdiyev & Dursun (2002), sap parçalama ve farklı toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarının toprağa karışmasına etkilerini belirlemişlerdir. Demir & Çarman (2008), anız parçalama makinalarının parçalama etkinliğini araştırmışlardır. Sap parçalama makinası üç farklı bıçak çevre hızı ve üç farklı ilerleme hızında çavdar anızında denenmiştir. Çalışmada bıçak çevre hızı ve ilerleme hızının artışıyla kuyruk mili gücü ve yakıt tüketimi gereksinimleri artmıştır. Parçalanmış materyal boyutu bıçak çevre hızının artışıyla azalmış, ilerleme hızının artışıyla büyümüştür. Ülkemiz tarla tarımında görülen bu uygulamaların yanında meyve bahçelerinde oluşan budama artıklarının değerlendirilmesi veya yok edilmesi önemli bir sorundur. Meyve ağaçları tarafından alınan makro elementlerin bir bölümü yaprak dökümü, çiçek-meyve dökümü ve budama ile bitkiden uzaklaşmakta ve toprağa dönmektedir (Yazıcı 1998). Ülkemizde meyve bahçelerinde oluşan budama artıkları yaygın olarak yakılmakta veya boş alanlara terk edilmektedir. Sürdürülebilir tarım teknikleri ve çevre korunumu kapsamında

tarımsal artıkların değerlendirilmesinin önemi artmaktadır. Budama artıkları, yakma işlemi ile birlikte toprağa gömme, kompostlaştırma ve yeniden işleme yöntemleri ile değerlendirilebilir (Şeflek et al 2006). Artıkların yakma işlemi dışındaki değerlendirilme yöntemlerinde artıkların parçalanması ve uygun teknolojilerin kullanılması önemlidir. Budama artıklarının parçalanmasında sabit ya da traktörden hareketli makinalar kullanılmaktadır. Sabit çalışan makinalar, elektrik ya da içten yanmalı bir motordan, traktör ile çalışan makinalar ise kuyruk milinden hareket almaktadırlar. Türkiye’de budama artıklarının bahçe içerisinde parçalayarak toprak yüzeyine bırakan makinalar son yıllarda kullanılmaya başlamıştır. Makinaların çalışması sırasında toprak yüzeyinde bırakılan parçalanmış artıklar toprak işleme makinalarıyla toprağa karıştırılmaktadır.

Mekanizasyon işletmeciliği, tarım makinalarının seçimi, işletilmesi ve yenilenmesi konularını içermektedir (Witney 1996). Mekanizasyon işletmeciliği verileri kapsamında belirlenen güç gereksinimi değerleri, işletmeciler ve uzmanlar tarafından uygun makina ve traktör güç büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılmaktadır. Makinaların teknik ve ekonomik olarak verimli kullanılmasında belirlenen değerlere gereksinim duyulmaktadır (Rotz & Muhtar 1992). Etkin bir mekanizasyon işletmeciliği için makinalara ait doğru ve güvenilir veriler gereklidir (Witney 1996). Mekanizasyon araçları ile gerçekleştirilen işlemlerin planlanan süre içerisinde gerçekleştirilebilmesi için makinalara ait alan ve materyal kapasitesi gibi değerlerinin bilinmesi önemlidir. Birim kütle veya alan başına harcanan gücü tanımlayan özgül enerji gereksinimi, farklı ürün ya da makina kullanımı için karar verme aşamalarında kullanılan önemli parametrelerden biridir.

Bu çalışmada, Türkiye’de kullanımı oldukça yeni olan traktör kuyruk milinden hareketli budama artığı parçalama makinasına ait temel işletmecilik verilerinin (ilerleme hızı, çeki kuvveti, döndürme momenti, toplam güç gereksinimi, efektif alan-materyal kapasiteleri, enerji gereksinimleri, makina giderleri) belirlenmesi amaçlanmıştır. Bağ,

portakal, nar ve avokado olmak üzere dört farklı meyve bahçesinde ve üç farklı besleme yoğunluğunda yürütülen çalışmada ayrıca parçacık boyut büyüklükleri de belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada kuyruk milinden hareketli budama artığı parçalama makinası kullanılmıştır. Budama artığı parçalama makinası, araştırma kapsamında satın alınan, piyasada bulunan ve yerli üretim bir makinedir. Makina, üç nokta bağlantı düzeni ile traktöre bağlanmakta ve çalışma sırasında arkasında bulunan iki adet lastik tekerlek yardımıyla çekilerek çalıştırılmaktadır. Makinada; materyal toplama, parçalama ve elek (delikli plaka) üniteleri yer almaktadır. Makina sıra aralarında ilerleyerek, namlu şeklinde dizilmiş budama artıklarını parçalamakta ve toprak yüzeyine bırakmaktadır (Şekil 1). Makinanın toplama ve elek ünitelerine sahip olması, makinayı benzerlerinden ayırmaktadır. Makinaya ait bazı teknik özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Makinada, kuyruk milinden alınan hareket, şase üzerinde bulunan dişli kutusuna gelmekte ve dişli kutusundan çift yönlü çıkışı ile toplama ve parçalama ünitelerine iletilmektedir. Hareket, toplama ünitesine zincir-dişli, parçalama ünitesine ise kayış-kasnak hareket iletim sistemleri ile iletilmektedir. Toplama ünitesi, makinanın önünde yer alan rotor üzerinde sabit bulunan parmakların (4 sıraya dizilmiş toplam 19 adet) yer aldığı bir mekanizma olup namlu halindeki materyali toprağın üzerinden alarak parçalama ünitesine iletmektedir. Parçalama ünitesi, rotor, rotor üzerine oynak şekilde yerleştirilmiş üç parçalı bıçaklar ve sac kapaktan oluşmaktadır. Materyalin belirli bir boyuta kadar parçalanması için ünitenin altına elek yerleştirilmiştir. Bıçak ile elek arasındaki maksimum-minimum açıklık değerleri 60-15 mm ve eleğin parçalama ünitesini örtme oranı % 43’tür.

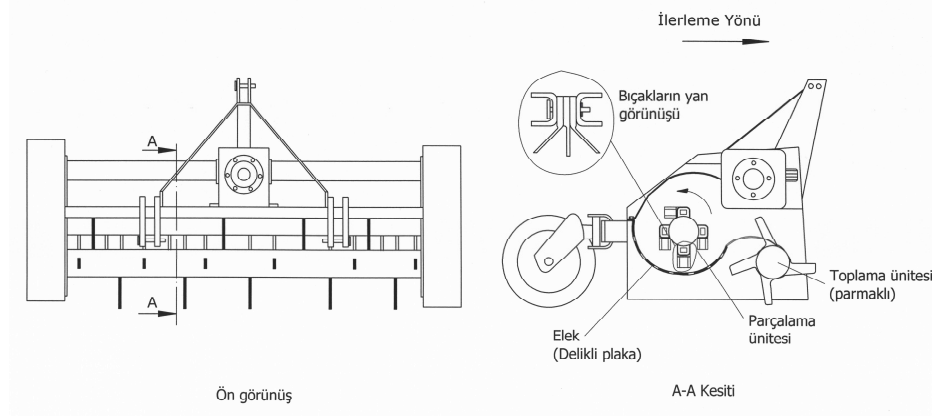
Araştırma kapsamında yapılan denemeler, Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü meyve bahçelerinde yürütülmüştür. Denemeler, ağaçların budanmasından sonraki iki gün içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bağ, nar, portakal ve avokado olmak üzere toplam dört farklı deneme alanı ve budanmış materyale ait bazı özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.

2.2. Yöntem

Araştırmada kapsamında, makinaya ait kuyruk mili döndürme momenti, çeki kuvveti, ilerleme hızı ile

çalışma süresi ölçümleri gerçekleştirilmiş ve toprak yüzeyine bırakılan parçalanmış budama artıklarının boyutları ölçülmüştür. Bu değerlere bağlı olarak makinanın çalıştırılması sırasındaki güç gereksinimi, alan kapasitesi ve birim alan-materyal başına düşen enerji gereksinimi değerleri saptanmıştır. Yapılan ön denemelerde makinanın ilerleme hızı için tek bir vites kademesinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, makinanın farklı uygulama koşullarında değerlendirilmesi amacıyla üç farklı besleme yoğunluğunda üç tekerrürlü çalışılmıştır. İlerleme hızının sabit olması nedeniyle materyal yoğunluklarındaki değişimler çalışmada besleme yoğunluğu olarak dikkate alınmıştır. Bu değerler, deneme koşulları dikkate alınarak her ürün için ayrı ayrı belirlenmiştir. Besleme yoğunluklarının belirlenmesinde; namlu üzerindeki sürekliliği sağlayan, kesintiye neden olmayacak kadar düşük ve materyalin toplama ünitesi tarafından alınabildiği ve tıkanmalara neden olmayacak kadar yüksek yoğunluktaki materyal miktarları dikkate alınmıştır. Diğer yoğunluk miktarı ise belirtilen miktarlar arasında kalan bir değerdir. Budama işlemi sonrası meyve bahçesi içerisinde dağınık durumda bulunan budama artıkları namlu haline getirilmiştir. Denemelerde, çeki kuvveti ve döndürme momenti ölçümleri için bilgisayar destekli ölçme sistemi kullanılmıştır. Sistemin ana elemanları çeki dinamometresi, torkmetre, datalogger, laptop bilgisayar ve bağlantı çatılarıdır. Dinamometre kapasitesi 50 kN, torkmetre kapasitesi ise 2000 Nm’dir. Çeki kuvvetinin ölçülmesinde çift traktörlü ölçme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde 1. traktör, makinanın bağlı olduğu 2. traktörü çekmektedir (Hoki et al. 1988). Denemelerde iki traktör arasına çeki dinamometresi yerleştirilerek toplam çeki kuvveti değerleri ölçülmüştür. Makinanın çekilmesi için gerekli net çeki kuvveti değerleri; toplam çeki kuvvetinden, 2. traktör yuvarlanma direncinin çıkarılmasıyla bulunmuştur. Döndürme momentinin ölçülmesi için torkmetre kullanılmıştır. Torkmetre özel bir bağlantı çatısı ile traktör kuyruk miline yerleştirilmiştir. Ölçme sırasında dinamometre ve torkmetreden bir saniye aralıklarla alınan veriler Datalogger'a voltaj değerleri (mV) olarak kaydedilmekte ve belirli aralıklarla laptop bilgisayara aktarılmaktadır. Değerlerin çeki kuvveti (kN) ve döndürme momenti (Nm) olarak belirlenmesinde kalibrasyon eşitliklerinden yararlanılmıştır (Akıncı et al 2001).



Şekil 1-Budama artığı parçalama makinası teknik resmi

Figure 1-Technical drawing of pruning residue machine

Çizelge 1-Budama artığı parçalamasına ait bazı teknik özellikler

Table 1-Some technical properties of the pruning residue chopper

Toplam uzunluk, mm	1400	Toplam bıçak sayısı, adet	54
Toplam genişlik, mm	2040	Parçalama ünitesi devri, min ⁻¹	1827
Toplam yükseklik, mm	1200	Bıçakların çevre hızı, m s ⁻¹	43.03
Toplama genişliği, mm	1700	Elek delik çapı, mm	36
Ağırlık, kg	800	Toplama ünitesi devri, min ⁻¹	37
Kuyruk mili devri, min ⁻¹	540	Parmak sayısı, adet	19
Bıçak grubu sayısı, adet	18	Parmakların çevre hızı, m s ⁻¹	0.91

Çizelge 2-Deneme alanları ve budanmış materyale ait bazı özellikler

Table 2-Some properties of experimental areas and pruned materials

Özellik	Bağ	Nar	Portakal	Avokado
Bahçe tesis yılı	1995	1998	1991	1989
Sıra arası uzaklık, m	3.0	4.0	6.0	6.0
Sıra üzeri uzaklık, m	2.0	3.0	6.0	6.0
Ortalama materyal kalınlığı, mm	8.6±0.5	8.2±0.6	26.3±1.4	26.9±1.8
Materyal (Artık) şekli,	Çubuk	Çubuk	Budaklı-yapraklı	Budaklı-yapraklı
Ortalama çubuk uzunluğu, m	1.42±0.08	1.46±0.04	-	-
Deneme tarihi	14.01.2009	06.03.2009	02.04.2009	13.05.2009
Ortalama namlu genişliği, m	1.54±0.07	1.66±0.03	1.41±0.05	1.50±0.10
Ortalama namlu yüksekliği, m	0.50±0.04	0.41±0.03	0.63±0.058	0.43±0.03
Ortalama materyal nemi, %	37.73±1.60	34.85±1.10	29.50±1.40	29.8±1.79

Ölçümlerde ve yapılan hesaplamalarda ASAE (2001a), ASAE (2001b) ve Işık (1998)'de belirtilen standartlar dikkate alınmıştır.

Denemelerde Steyr-8073 traktörleri kullanılmış ve ölçümler sırasında kuyruk mili devri 540 min⁻¹ olarak alınmıştır. İlerleme hızı değeri, namlu uzunluğu boyunca geçen sürenin ölçülmesiyle belirlenmiştir. Deneme koşullarında kuyruk milinden hareketli budama artığı parçalama makinası ile çalışmada tek bir hız kademesinde çalışılmış ve hız değeri 1.3 km h⁻¹ olarak ölçülmüştür. Zamandan faydalanma katsayısı değeri

aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Akıncı et al 2001):

$$e = \frac{T_a}{T_t} \quad (1)$$

Bu eşitlikte; e , zamandan faydalanma katsayısı; T_a , birim alandaki aktif çalışma zamanı; h , T_t , birim alandaki toplam çalışma zamanı, h' 'dir.

Toplam çalışma zamanı, aktif zaman ile birlikte sıra sonu dönüşleri ve kısa süreli duraksamaların neden olduğu kayıp zamanları içermektedir. Denemelerde ölçülen süreler değerlendirilerek

makina için tipik bir zamandan faydalanma katsayısı değeri belirlenmiştir. Alan ve materyal kapasite değerleri; ilerleme hızı, çalışma genişlikleri, zamandan faydalanma katsayısı ve birim alandaki materyal miktarları değerlendirilerek hesaplanmıştır. Birim enerji gereksinimi değerleri; çalışma sırasındaki hesaplanan toplam güç değerlerinin (kW), alan kapasitesi (ha h⁻¹) ve materyal kapasitesi (t h⁻¹) değerlerine oranlanmasıyla belirlenmiştir.

Makinaya ait gider hesaplamalarında sabit ve değişken giderler dikkate alınarak bilinen eşitliklerden yararlanılmıştır. (Işık et al 1988; Evcim 1990; Sayın & Özgüven 1995; Sındır 1999). Birim zamandaki yakıt tüketimi, dizel motorlar için belirtilen özgül yakıt tüketimi (0.3 l kW h⁻¹) kullanılarak hesaplanmıştır (Sayın & Özgüven 1995).

Parçalanmış materyalin boyut büyüklüklerinin belirlenmesi amacıyla her bir deneme sonrası materyalin üç farklı yerinden örnek alınmıştır. Örneklere ait parçalanmış materyal boyutları (uzunluk, genişlik, kalınlık) ölçülmüştür. Parçalanmış materyalin üç eksenindeki boyutunun birbirlerine göre büyük farklılık göstermesi nedeniyle, materyalin tek boyuta göre tanımlanması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle parçacık büyüklüğünün üç boyuta göre ortak bir ifadesi olan geometrik ortalama çapları hesaplanmıştır. Deneme sonrası karşılaştırılabilir sonuçların elde edilebilmesi 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 $x \geq 13$ mm) kullanılmıştır. Parçacık boyutlarının ölçülmesinde 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas, tartılmasında 0.001 g hassasiyetli terazi kullanılmıştır. Parçacıkların ortalama geometrik çaplarının (mm) belirlenmesinde Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılmıştır (Şeflek et al 2006):

$$D_{geo} = \sqrt[3]{U \cdot G \cdot K} \quad (2)$$

$$\delta_{ort} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot f_i \quad (3)$$

Bu eşitliklerde; D_{geo} , geometrik ortalama çap; U , parça uzunluğu; G , parça genişliği; K , parçacık kalınlığı; δ_{ort} , örneğin geometrik ortalama çapı; x_i , i. sınıftaki belirlenen geometrik ortalama çap; f_i , i. sınıftaki materyal miktarının tüm örnek kütlelerine göre % değeri ve n sınıf sayısıdır.

Besleme yoğunluğunun güç gereksinimi ve parçacık boyutuna etkisinin belirlenmesi için, elde edilen verilere varyans analizi uygulanmıştır. Farklılığın önemli olduğu uygulamalar için ise Duncan testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Güç ve enerji gereksinimlerine ilişkin bulgular

Araştırmada alan kapasitesi değerleri, bağda 0.33 ha h⁻¹, nar bahçesinde 0.44 ha h⁻¹, portakal ve avokado bahçelerinde 0.66 ha h⁻¹ olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının (1.3 km h⁻¹) her üç yoğunlukta da aynı olması nedeniyle, farklı besleme yoğunlukları alan kapasitesi değerlerini etkilememiştir. Çalışmada makinaya ait zamandan faydalanma katsayısı değeri 0.85 olarak hesaplanmıştır. Makina iş genişliği olarak dikkate alınan meyve bahçelerindeki farklı sıra arası uzaklık değerleri, alan kapasitelerinin ürünlere göre farklı hesaplanmasına neden olmuştur. Dört farklı meyve bahçesinde oluşan budama artıkları ile üç farklı besleme yoğunluğunda yapılan denemelerde elde edilen kapasite, güç, enerji ve parçalanmış materyale ait ortalama geometrik çap değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 3'te verilmiştir. İlerleme hızının sabit olması nedeniyle birim namlu yoğunlukları (kg m⁻¹), besleme yoğunluğu değerlerini doğrudan etkilemiştir. Besleme yoğunlukları her materyal için ayrı değerlerde belirlenmiştir. Örneğin bağda en düşük besleme yoğunluğu değeri 0.63 kg s⁻¹ iken bu değer nar bahçesinde 0.56 kg s⁻¹, portakal bahçesinde 0.39 kg s⁻¹ ve avokado bahçesinde 0.33 kg s⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu farklılıklarda, Çizelge 2'de görülen budama artıkları şeklinin, boyutlarının, dal yapısının ve nem oranlarının etkili olduğu söylenebilir.

Birim alan başına düşen budama artığı miktarının bağda diğer ürünlere kıyasla daha yüksek değerlerde olduğu görülmüştür. Bağda sıra arası ve sıra üzeri uzaklık değerlerinin daha düşük olması birim alan başına düşen materyal miktarını artırmıştır. Birim zamanda parçalanmış materyal miktarına alan kapasitesi ve birim alan başına düşen materyal miktarı değerleri etkili olmuştur. Besleme yoğunluklarına göre en yüksek materyal yoğunlukları bağ budama artıklarında (5.87-13.00 t ha⁻¹), en düşük materyal yoğunlukları avokado budama artıklarında (1.52-4.05 t ha⁻¹) hesaplanmıştır.

Çizelge 3-Budama artığı parçalamaya makinasının besleme yoğunluğuna bağlı kapasite, güç gereksinimi ve parçalanmış materyalin geometrik çap değerleri

Table 3-Capacity, power requirement and geometric diameters of the pruning residue chopper as effect by feeding density

Materyal	Namı	Besleme Yoğunluğu	Materyal Miktarı	Materyal Kapasitesi	Döndürme Momenti	Kuyruk Mili Gücü	Çeki Gücü,*	Toplam Güç	Ortalama geometrik çap	
		$kg\ m^{-1}$	$kg\ s^{-1}$	$t\ ha^{-1}$	Nm	kW	kW	kW	mm	
Bağ		1.76±0.1	0.63±0.03	5.87	1.94	201±7.4 a	11.35±0.4 a	0.27±0.01	11.62±0.4 a	9.35±0.10a
		2.88±0.1	1.04±0.05	9.63	3.19	243±17.8 ab	13.74±1.0 ab	0.27±0.01	14.01±1.0 ab	9.46±0.19a
		3.90±0.1	1.41±0.04	13.00	4.31	293±13.9 b	16.55±0.8 b	0.27±0.01	16.82±0.8 b	9.96±0.16a
<i>P</i>					0.007	0.007	0.903	0.007	0.095	
Nar		1.55±0.1	0.56±0.03	3.90	1.72	178±11.2 a	10.08±0.6 a	0.18±0.01	10.26±0.6 a	10.41±0.20a
		2.77±0.1	1.00±0.04	6.93	3.06	242±12.4 b	13.70±0.7 b	0.19±0.01	13.90±0.7 b	10.82±0.13a
		3.71±0.1	1.34±0.02	9.28	4.10	274±9.2 b	15.47±0.5 b	0.19±0.01	15.66±0.5 b	11.04±0.23a
<i>P</i>					0.001	0.001	0.967	0.001	0.448	
Portakal		1.09±0.1	0.39±0.03	1.82	1.20	167±7.3 a	9.46±0.4 a	0.31±0.02	9.77±0.4 a	12.57±0.21a
		2.03±0.1	0.73±0.04	3.38	2.24	251±23.3 a	14.21±1.3 a	0.31±0.01	14.53±2.3 a	12.60±0.15a
		2.96±0.1	1.07±0.05	4.93	3.27	492±36.4 b	27.84±2.1 b	0.32±0.01	28.15±2.1 b	13.76±0.23b
<i>P</i>					0.001	0.001	0.694	0.001	0.040	
Avokado		0.91±0.1	0.33±0.03	1.52	1.01	147±13.8 a	8.29±0.8 a	0.23±0.00	8.53±1.1 a	11.44±0.23a
		1.62±0.1	0.59±0.03	2.70	1.79	171±12.2 a	9.67±0.7 a	0.23±0.01	9.90±0.5 a	12.24±0.19ab
		2.43±0.1	0.88±0.03	4.05	2.69	333±13.7 b	18.81±0.8 b	0.24±0.01	19.05±0.7 b	13.09±0.25b
<i>P</i>					<0.001	<0.001	0.770	<0.001	0.010	

* Kuyruk mili gücüne eşdeğer çeki gücü değeridir

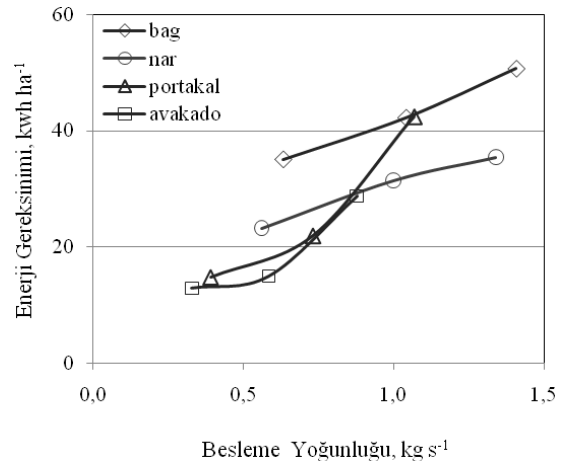
a-b Her bir materyal için aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$)

Makinanın materyal kapasitesi değerlerine, alan kapasitesi ve materyal miktarı değerleri etkilidir. Araştırmada bu değerler besleme yoğunluklarına göre bağ, nar, portakal ve avokado artıkları için sırasıyla 1.94-4.31, 1.72-4.10, 1.20-3.27 ve 1.01-2.69 $t\ ha^{-1}$ arasında değişmiştir.

Araştırmada elde edilen ve her materyal için ayrı ayrı yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; farklı besleme yoğunluklarının tüm budama artıklarında döndürme momentini, kuyruk mili gücü ve toplam güç değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Farklı besleme yoğunlukları ile çalışmanın çeki gücüne etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Makina asılır tip bir makinedir, çalışma sırasında makinanın taşınmasına yardımcı olan iki adet destek tekerleği bulunmaktadır. Destek tekerleklerinin materyalin parçalanmasında kullanılan fonksiyonel bir parça olmamasının besleme yoğunluklarının çeki gücüne olan etkisinin önemsiz çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

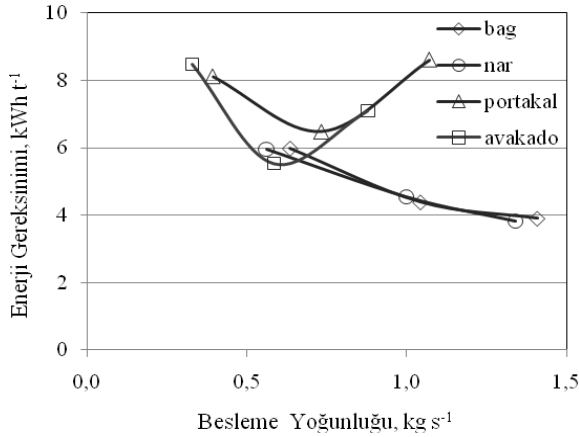
Tüm denemelerde besleme yoğunluğunun artması ile ortalama döndürme momentini, kuyruk mili gücü ve toplam güç değerleri artmıştır. Makinalara ait kuyruk mili döndürme momentini değerleri besleme yoğunluklarına bağlı olarak bağ, nar, portakal ve avokado artıklarında sırasıyla 201-293, 178-274, 167-492 ve 147-333 Nm

arasında değişmiştir. Ölçülen verilere göre en yüksek toplam kuyruk mili (KM) gücü değerleri; portakal artıklarında 28.15 kW, avokado artıklarında 19.05 kW, bağ artıklarında 16.82 kW ve nar artıklarında 15.66 kW olarak belirlenmiştir. Brim alan (ha) ve parçalanmış birim materyal kütlesi (t) başına hesaplanan enerji gereksinimi değerleri Şekil 2 ve 3'de verilmiştir.



Şekil 2-Birim alan başına düşen enerji gereksinimi değerlerinin değişimi

Figure 2-Variation of the energy requirement per unit area



Şekil 3-Birim materyal kütlesi başına düşen enerji gereksinimi değerlerinin değişimi

Figure 3-Variation of the energy requirement per unit mass

Besleme yoğunluğunun artması ile birim alan başına düşen enerji gereksinimi değerleri artış göstermiştir. Bağda bu değer 35.06-50.74 kWh ha⁻¹, nar bahçesinde 23.22 - 35.43 kWh ha⁻¹, portakal bahçesinde 14.74 - 42.47 kWh ha⁻¹ avokado bahçesinde ise 12.86 - 28.73 kWh ha⁻¹ aralıklarındadır. Şekil 2 incelendiğinde, bağ ve nar bahçesindeki artışın doğrusal olduğu görülmektedir. Ancak portakal ve avokado bahçesinde ise birim alan başına düşen enerji gereksinimi değerlerinin yüksek yoğunlukta dikey eğilimli bir artış göstermiştir.

Parçalanan materyal kütlesi başına düşen enerji gereksinimi değerleri bağ ve nar materyallerinde, besleme yoğunluğu arttıkça azalma eğilimi göstermiştir. Her iki ürüne ait budama artıklarında düşük yoğunluklarda yaklaşık 6 kWh t⁻¹ olarak elde edilen değer, yüksek yoğunluklarda yaklaşık 4 kWh t⁻¹ değerine düşmüştür. Ürün veya materyal ile çalışan tarım makineleri için yoğunluğun artması sonucu birim enerji gereksinimi azalmasının beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Bilgen & Sungur (1992)'un silaj makineleri ile yaptıkları çalışmada ve Beyhan (1995)'in diskli değirmenlerde fındık kabukları ile yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak portakal ve avokado budama artıkları ile yapılan denemelerde elde edilen değerler, bağ ve nar budama artıklarına göre farklı bir eğri oluşturmuştur. Besleme yoğunluğunun artması ile önce azalan birim materyal kütlesi başına düşen enerji gereksinimi bir sonraki yoğunluk değerinde

artış göstererek parabolik bir eğri oluşturmuştur (Şekil 3). Çizelge 3'te görüldüğü gibi besleme yoğunluğu arttıkça toplam güç gereksinimi artmaktadır. Portakal ve avokado verileri incelendiğinde birinci yoğunluktan ikinci yoğunluğa geçişte toplam güç gereksinimleri sırasıyla % 49 ve % 16 artış (9.77-14.53 kW, 8.53-9.90 kW) gösterirken, ikinci yoğunluktan üçüncü yoğunluğa geçişte artış oranları % 94 ve % 92 (14.53-28.15 kW, 9.90-19.05 kW) değerlerine çıkmıştır. Portakal ve avokado için Şekil 2'deki dikey artış ve Şekil 3'teki parabolik eğri belirtilen toplam güç değerlerindeki yüksek artış oranlarıyla açıklanabilir. İşletmecilik açısından değerlendirildiğinde makina ile çalışmada bağ, nar, portakal ve avokado budama artıkları için sırasıyla 1.41, 1.34, 0.73 ve 0.59 kg s⁻¹ besleme yoğunluklarının dikkate alınması gerektiği söylenebilir. Belirtilen değerler araştırma koşullarında birim kütle başına en düşük enerji gereksiniminin saptandığı besleme yoğunluğu değerleridir (Şekil 3). Birim alandaki materyal miktarının fazla olduğu koşullarda namlu yoğunlukları makina için uygun değerlerde oluşturulabilir. Enerji gereksinimindeki artışlar çalışma sırasında yakıt-yağ giderleri ve makina parçalarının zorlanması nedeniyle tamir ve bakım giderlerinin artmasına neden olmaktadır.

3.2. Parçacık boyut dağılımı

Çizelge 3'te görüldüğü gibi parçacıkların ortalama geometrik çapları, çalışma sırasındaki besleme yoğunluğuna bağlı olarak artış göstermiştir. Ortalama geometrik çap değerleri bağ, nar, portakal ve avokado budama artıkları için sırasıyla 9.35-9.96, 10.41-11.04, 12.57-13.76 ve 11.44-13.09 mm değerleri arasında değişmiştir. Artış değerlerinin bağ ve nar budama artıklarında önemli olmadığı belirlenmiştir. Ancak portakal ve avokado budama artıklarının parçalanması ile elde edilen ortalama geometrik çap değerlerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.01$). Şeflek et al (2006) tarafından söğüt ağacından elde edilen budama artıkları üzerinde, laboratuvar koşullarında çekiçli parçalama ünitesine sahip bir makina ile yapılan çalışmada, parçacıkların ortalama geometrik çaplarının 5.57-8.94 mm arasında olduğunu belirlemişlerdir. Bu değerler, çalışmada elde edilen ortalama geometrik çap değerlerinden düşüktür. Bu farklılığın, makinalara ait farklı yapısal özellik, farklı çalışma parametreleri ve materyal özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

3.3. Makina giderlerine ilişkin bulgular

Makinaya ait değişken ve sabit giderler için hesaplanan değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Makinanın satınalma bedeli 8600 TL'dir. Makinaya ait sabit gider yüzdesi 0.13 olarak hesaplanmıştır ve makinanın yıllık sabit giderleri 1114 TL'dir. Değişken giderler toplamı 28.0 TL h⁻¹ olarak

hesaplanmıştır ve bu giderler içerisinde en yüksek pay yakıt-yağ giderlerine aittir. Hesaplanan değerler; makina kullanım planlaması ve kontrolü, makina edinme yöntemlerinin (kiralama, ortaklık, mülk vb.) seçimi, tarımsal işletmelerde mekanizasyona hangi ölçüde gidilmesi gerektiği ve ücret karşılığı iş yapmada kullanılabilir özelliktedir.

Çizelge 4-Makinaya ait sabit ve değişken giderler

Table 4-Fixed and variable cost values of the machine

Sabit Gider Bileşenleri			Değişken Gider Bileşenleri				
Satınalma Bedeli	Sabit Gider Yüzdesi	Yıllık Sabit Giderler	Yakıt-Yağ Gideri*	Tamir Bakım Gideri	İşçilik Gideri	Traktör Sabit Gideri	Toplam Değişken Giderler
TL	ondalık	TL	TL h ⁻¹	TL h ⁻¹	TL h ⁻¹	TL h ⁻¹	TL h ⁻¹
8600	0.13	1114	14.5	2.6	5.6	5.3	28.0

*Narda yüksek yoğunluğa ait değerlerdir

4. Sonuçlar

Bu çalışmada ülkemizde kullanımı yeni olan kuyruk milinden hareketli bir budama artığı parçalama makinasının temel işletmecilik verileri belirlenmiştir. Araştırma koşullarında; güç ve enerji tüketimi gereksinimleri dikkate alındığında budama artıklarının parçalanması için bağ, nar, portakal ve avokadoda sırasıyla 1.41, 1.34, 0.73 ve 0.59 kg s⁻¹ besleme yoğunluklarının uygun olduğu saptanmıştır. Araştırma kapsamında makinaya ait sabit ve değişken gider hesaplanmıştır. Ülkemiz koşullarında kullanımı yeni olan budama artığı parçalamasına ait belirlenen değerler işletmecilik ve planlama çalışmalarında kullanılabilir özelliktedir.

Teşekkür

Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akinci İ, Çanakcı M, Topakcı M, Özmerzi A, İpkin B, Alagöz Z & Aydemir ON (2001). Antalya Bölgesinde Sulu Tarım Tarla İşletmeleri İçin Optimum Traktör ve Tarım Makinaları Büyüklüklerinin Belirlenmesi. Proje No:TUBİTAK-TOGTAG-TARP-1932, Antalya
- ASAE (2001a). Standards D496.2 JAN 01. Agricultural machinery management
- ASAE (2001b). Standards D497.4 JAN 98. Agricultural machinery management data

- Beyhan M A (1995). Diskli değirmenlerle fındık kabuğunun kırılmasında etkili bazı faktörlerin ve güç gereksiniminin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 98-109, 5-7 Eylül, Bursa
- Bilgen H & Sungur N (1992). Ege bölgesi koşullarında yerli yapım silajlık hasat makinası üzerinde bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 317-326, 14-16 Ekim, Samsun
- Demir O & Çarman K (2008). Anız parçalama makinalarında parçalama etkinliğinin saptanması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(45):40-45
- Durduyev D & Dursun E (2002). Sap parçalama ve farklı toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarının toprağa karışmasına etkilerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 8(1): 79-87
- Evcim (1990). Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliği ve Planlaması Veri Tabanı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 495, Bornova, İzmir
- Hoki M, Burkhardt T H, Wilkinson R H & Tanoue T (1988). Study of PTO driven powered disk tiller. *Transactions of the ASAE* 31(5): 1355-1360
- İşık A (1988). Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon Araçlarının Optimum Makina ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerinde Bir Araştırma. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana
- İşık A, Sabancı A & Ağanoğlu V (1988). Tarımsal mekanizasyonda satınalma ve kiralamaya etkili faktörlerin Çukurova koşullarında değerlendirilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 114-123, 10-12 Ekim, Erzurum

- Kocabıyık H & Kayışoğlu B (2005). Sap parçalama makinalarının performans ve enerji maliyetlerinin değerlendirilmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 1(3): 183-188
- Önal İ & Aykas E (1997). Hasat sonrası pamuk saplarının toprağa kazandırılmasında kullanılan teknik ve makinalar. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı:290-297, 17-19 Eylül 1997, Tokat
- Rotz C A & Muhtar H A (1992). Rotary power requirements for harvesting and handling equipment. *Applied Engineering in Agriculture* 8(6): 751-757
- Sayın S & Özgüven F (1995). Ülkemizde yaygın kullanılan tarım makinalarının yapımı ve kullanım maliyetlerinin hesaplanması üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 585-594, 5-7 Eylül, Bursa
- Sındır K O (1999). Tarımda Makina Seçimi ve Ortak Kullanım Modelleri. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları: 110, Ankara
- Şeflek A Y, Çarman K & Özbek O (2006). Budama atıklarının parçalanmasında kullanılan makinanın performans değerlerinin irdelenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 2(3): 219-224
- Witney B (1996). Choosing & Using Farm Machines. Land Technology Ltd. Edinburgh, Scotland
- Yazıcı (1998). Bahçe Bitkilerinin Su ve Besin Maddesi Gereksinimleri. Yüksek Lisans Semineri. Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya