



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.269990



Pnömatik fındık toplama makinası ile fındık hasadının operatör yorgunluğu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi

Hüseyin Sauk*, Mehmet Arif Beyhan

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun

*Sorumlu yazar/corresponding author: hsauk@omu.edu.tr

Geliş/Received 18/02/2016

Kabul/Accepted 23/03/2016

ÖZET

Bu çalışmada, pnömatik fındık toplama makinası ile farklı bahçe verimi koşullarında fındığın toplanması sırasında operatörün kalp atım sayısı, maksimum kalp atım sayısı, toplam enerji tüketimi ve dinlenme süreleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bahçe veriminin artmasına bağlı olarak operatörün dakikada harcadığı enerji 10.47 ve 1.33 kcal değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Enerji tüketim değerleri göz önüne alındığında, operatörün günlük çalışma süresi, bahçe veriminin 71.74 kg da⁻¹ ve 143.48 kg da⁻¹ olması durumunda yaklaşık 6-7 h gün⁻¹, bahçe veriminin 215.23, 286.97 ve 358.72 kg da⁻¹ olması durumunda ise yaklaşık 3-4 h gün⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, operatör 1 saatlik sürenin, bahçe veriminin 71.74 ve 143.48 kg da⁻¹ olması durumunda yaklaşık 35-40 dakikasını, bahçe veriminin 215.23, 286.97 ve 358.72 kg da⁻¹ olması durumunda ise yaklaşık 45-50 dakikasını dinlenmeye ayırmak zorunda olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, pnömatik fındık toplama makinası ile fındığın toplanması sırasında operatörün harcadığı enerji, tüm bahçe verimi koşullarında 10 kcal dak⁻¹ değerinin üzerinde olduğundan bu makina ile çalışılması ağır iş sınıfına girmektedir.

Anahtar Sözcükler:

Ergonomi
Fındık toplama makinası
Pnömatik Yorgunluk

Determination of effects of hazelnut harvesting with the pneumatic hazelnut harvester over operator fatigue

ABSTRACT

In this study, the number of heart beats, maximum number of heart beats, total energy consumption and rest periods of operator were determined during hazelnut harvesting using pneumatic hazelnut harvester in different yield of orchard conditions. According to the results, operator energy consumption per minute conjunction with increasing orchard yield was determined between 10.47 and 21.33 kcal. Daily working hours of operator considering energy consumption values were identified as 6-7 h day⁻¹ when orchard yields were between 71.74 kg da⁻¹ and 143.48 kg da⁻¹, and 3-4 h day⁻¹ when orchard yields were 215.23, 286.97 and 358.72 kg da⁻¹. Additionally, it is determined that operator must spare 35-40 minutes of an hour to rest when orchard yields were 71.74 kg da⁻¹ and 143.48 kg da⁻¹, and operator spare 45-50 minutes to rest when orchard yields were 215.23, 286.97 and 358.72 kg da⁻¹. Consequently, working with pneumatic hazelnut harvester gets into the heavy-duty class, due to energy consumption of operator during hazelnut was over 10 kcal min⁻¹ in all conditions of orchards yield.

Keywords:

Ergonomics
Hazelnut harvester
Pnömatik Fatigue

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Yorgunluk genel olarak iş veriminde düşme ve azalmış güç uygulaması gibi koşulları tanımlamak için kullanılmaktadır. Fizyolojik olarak yorgunluk, adalesel ve genel vücut yorgunluğu olarak ikiye ayrılır. Adalesel yorgunluk, yük altında kalan adalede oluşan akut ağrılı bir olaydır. Genel yorgunluk ise enerji kullanımında azalma duygusu ile ortaya çıkan bir durumdur. Bu koşullarda, fiziksel ve mental çalışmaya devam edilmesi istenmez. Yorgunluk algısı,

yüklenmelerden sakınmayı ve dinlenme ihtiyacını ortaya koyan doğal bir uyardır (Sabancı ve ark. 2012).

Teknoloji ve mekanizasyonun gelişmesine paralel olarak tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde alet ve makina kullanımı giderek artmaktadır. Bu makinalar seçilirken işletmenin gereksinimine, alım gücüne, servis ve yedek parça olanağı göz önünde tutulmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte imalatçılar, aynı işlemi gerçekleştirebilecek farklı özellikte makinaları üreticilere sunmaktadır. Üreticiler işletmelerine

makina seçiminde ekonomik koşulları daha çok göz önünde bulundurmakla birlikte, son yıllarda seçilen makinanın ergonomik olarak kullanım kolaylığı yanında işçi sağlığına etki eden faktörleri de dikkate almaktadırlar. Ergonominin temel amacı, en yüksek performansa insanın en az yüklenmesi sonucu ulaşılması ve ayrıca yüksek iş güvenliğinin sağlanmasıdır. İnsanlara verilecek işler, onların bu işleri gün boyu yapabileceği düzeyde kalmak zorundadır. Aksi halde, gücünün üzerinde iş yapmaya zorlanan insan yorulur. Yorgunluk; çalışanların iş verimi, sağlığı, güvenliği ve psikolojik dengesi açısından olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu nedenle, çalışan kişilerin performans sınırlarının bilinmesi; çalışma koşullarının iyileştirilmesi, dinlenme ve çalışma saatlerinin belirlenmesi, gerekirse enerji tüketimini dengeleyecek şekilde beslenmelerinin düzenlenmesi açısından önem taşımaktadır (Eminoğlu ve ark., 2012).

Kadayıfçılar ve Dinçer (1972) fındık toplama makinalarına ilişkin ergonomik faktörler içerisinde yer alan çalışanların yorgunluk değeri, makinaların gürültü düzeyi ve tozlanma seviyeleri işçi verimi ve sağlığı için önemli olduğunu vurgulamışlardır. İnsanlar belirli bir işin yapılmasında, belirli bir tempo ile istenildiği kadar uzun süreli kuvvet veremeyeceğini ve bir süre çalıştıktan sonra adaleler iş göremez hale gelip ve yorgunluk hissedildiğini bildirmişlerdir. Yorgunluğun ise dinlenmeyle giderilebileceğini, dinlenme zamanı ve süresinin, çalışmanın şekline, yapılan işin ağırlığına göre farklılık gösterdiği gibi, her insan için de aynı olmadığını vurgulamışlardır. Çalışma şartlarının düzeltilmesi ve verimin artırılması için alınan önlemlerin istenilen hedefe ne dereceye kadar eriştiği etüt edilmesi gerektiğini, insan vücudu tarafından besin ile alınan ve kullanılan enerji miktarını ölçerek en uygun çalışma şartlarını tayin etmenin mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Sürekli çalışmalarda; dinlenme ve çalışma durumları arasındaki farkın 4...5 kcal dak⁻¹ veya 30...40 kalp atım sayısı olduğunu bildirmişlerdir. Sabancı ve ark. (2012), günlük 2500 kcal'lik genel yaşam aktiviteleri için enerji değerleri, günlük 8 saatlik çalışma için 313 kcal h⁻¹ veya 5.2 kcal dak⁻¹lık eşdeğer enerji anlamına geldiğini, mevsimlik işçiler ve ağır işlerde çalışan işçiler yılın birkaç hafta veya birkaç ayında 5000...7000 kcal gün⁻¹ değerinde enerji tüketebildiğini ancak, yıllık ortalama en çok 4800 kcal gün⁻¹ü (10 kcal dak⁻¹) geçmediğini bildirmişlerdir. Eminoğlu ve Öztürk (2013), kalp atım değerlerinin artışına iş yükü yanında; çalışma ortamının sıcaklığının dengelenmesi için dolaşım sisteminin daha çok kan pompalamasının getirdiği ısı yükü, çalışma sırasında statik adale işi yapan kaslar varsa bu nedenle oluşan adale yükü de etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu amaçla daha iyi bir değerlendirme için kişinin çalışması sırasındaki toplam vücut yükünün sadece enerji tüketimi ölçümü ile belirlenmesi daha uygun olacağını bildirmişlerdir. Tewari ve ark. (2004) farklı yapıdaki motorlu çapa makinası ile bahçede çalışması sırasında operatörün fiziksel zorlanma durumunu incelemek

amacıyla yaptıkları çalışmada, motorlu çapa makinasına koltuk monte edildiğinde operatörün kalp atım sayısının önce yükselişe geçtiği, belirli bir kalp atım değerinden sonra ise çalışma sonuna kadar sabit kaldığı rapor edilmiştir. Kalp atım sayısı açısından koltuk ilaveli çalışmanın sürekli performans sınırında olduğunu dolayısıyla çalışma boyunca operatörün yüklenişinin istenen sınırlarda kaldığını vurgulamışlar ve operatörün koltuk ilavesi ile daha uzun süre çalıştığını gözlemlenmişlerdir. Motorlu çapa makinasına koltuk ilavesiz çalışmada ise, operatörün kalp atım sayısı belirli değere kadar sürekli arttığını, operatör çalışmaya devam edemeyeceği noktada ise çalışmayı bıraktığını belirtmişlerdir. Operatör çalışmayı bıraktıktan sonra dinlenme nabzına dönüşün süresinin, koltuk ilaveli çalışmadaki dinlenme nabzına dönüş süresinden daha uzun olduğunu tespit etmişlerdir. Eminoğlu ve Öztürk (2013) motorlu çapa makinası operatörlerinin fiziksel zorlanmaları üzerine yürütmüş oldukları çalışmada, 4 farklı çalışma programının her biri için toplam 6 saat çalışma ve toplam 2 saat dinlenme sürelerinin operatörün enerji tüketimi ve kalp atım değerleri üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Çalışma programlarına göre çapa makinası ile çalışmada dakikadaki enerji tüketiminin genel olarak 16.80 kJ değerinin üzerinde olduğunu, bu sonucun ise çapa makinası ile çalışmayı ağır iş sınıfına soktuğunu bildirmişlerdir. Müller ve Coetsee (2008) kuru ve yaş şeker kamışı hasadında çalışanların fizyolojik gereksinimini ve çalışma etkinliğini tespit etmek için yaptıkları çalışmada, 1 kg yaş şeker kamışının hasadı için ihtiyaç duyulan enerji değerinin (2.13 kJ) kuru şeker kamışının hasadı için ihtiyaç duyulan enerji değerinden (1.51 kJ) daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada yerel imalatçılar tarafından imalatı yapılan pnömatik fındık toplama makinasıyla fındık toplama faaliyetinde operatörün yorgunluk değerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, farklı bahçe verimi koşullarında fındığın toplanması sırasında çalışanın ortalama kalp atım sayısı ve maksimum kalp atım sayısı, enerji tüketimi tespit edilmiştir. Ayrıca enerji tüketimi değerleri kullanılarak dinlenme süreleri oranları belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Pnömatik fındık toplama makinasıyla fındık toplama faaliyetinde operatörün yorgunluk değeri Samsun ili Çarşamba ilçesinde, bölgede yaygın olarak yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidine sahip bir fındık bahçesinde yürütülmüştür. Zemindeki ot yüksekliği 30...40 mm arasında değişim göstermekte olup, bahçe zemininden alınan züruf+yaprak+toprak vb. karışımın nem içeriği %6.81 olarak tespit edilmiştir. Denemeler sırasında ölçülen (ortalama) hava sıcaklığı 23.20 °C, bağıl nem %58.20 ve rüzgar hızı 0.55...0.65 m s⁻¹ olarak

ölçülmüştür. Operatörün yorgunluk değeri Geonaute model On rhythm 410 program cihaz ve göğüs bandı kullanılarak tespit edilmiştir.

Pnömatik fındık toplama makinası, 2100 mm uzunluğunda, 1350 mm yüksekliğinde, 1240 mm genişliğinde sabit bir makinadır. Pnömatik fındık

toplama makinası; vantilatör, ayırıcı, boşaltıcı ve iletim hortumu olmak üzere 4 ana üniteden oluşmaktadır. Bu üniteler hareketini kayış kasnak sistemi ile motor gücü 8.5 BG, motor devri 3000 min⁻¹, silindir hacmi 418 cc ve YM 186FA tip olan dizel bir motordan almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Pnömatik fındık toplama makinasının çalışma alanındaki genel görünüşü

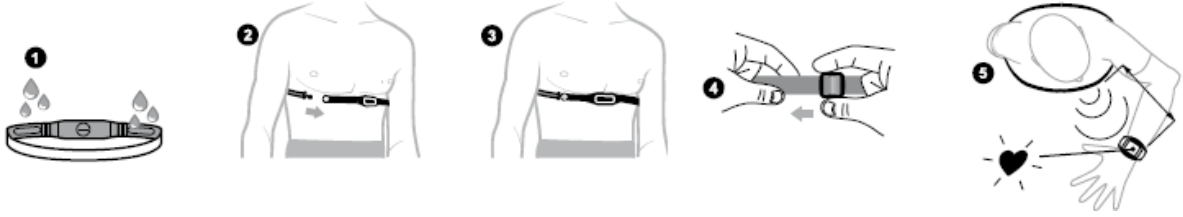
Pnömatik fındık toplama makinasının iletim hortumu 10 m uzunluğunda, iç çapı 98 mm, dış çapı 112 mm olan plastik malzemeden yapılmıştır. Makina ortalama 2500 min⁻¹ motor mili devrinde, ortalama 3750 min⁻¹ vantilatör mili devrinde ve ortalama 41.19 m s⁻¹ iletim havası hızında çalıştırılmıştır.

2.2. Metot

Denemeler sırasında operatörün kalp atım değerleri telemetrik (uzaktan ölçme) olarak ölçülmüştür (Eminoğlu ve ark., 2012). Bu yöntemde, çalışma ve dinlenme periyotlarının tamamında cihazın verici kısmıyla, çalışan kişinin göğsüne takılarak kalp atım sayıları (BPM-beats per minute) ve toplam enerji tüketimi (kcal) değerleri kayıt altına alınmıştır. Göğüs bandı ve kola takılan cihaz Şekil 2'de görüldüğü gibi vücuda takılmıştır. Çalışmada 37 yaşında, 173 cm

boyunda ve 93.50 kg ağırlığında erkek bir operatörden yararlanılmıştır.

Denemeler 20 m²'lik deneme parsellerinde yapılmıştır. Her bir parselde bahçe verimi koşulunu sağlayacak şekilde; 1.6, 3.2, 4.8, 6.4 ve 8 kg fındık doğal halde dökülmüş gibi elle bahçe zeminine serilmiştir. Her bir parseldeki fındık toplanırken operatörün harcadığı toplam enerji değeri ölçülmüş, parseldeki fındığın toplanması sırasında geçen toplam süreye bölünerek dakikadaki enerji tüketimi elde edilmiştir. Toplama denemelerine başlamadan önce operatörün kalp atım sayısı göğüs bandı yardımıyla ölçülmüş, her parselin toplanmasından sonra operatörün kalp atım sayısı, başlangıçtaki kalp atım sayısına gelene kadar toplama denemelerine ara verilmiştir. Operatörün harcadığı enerji değerleri, mevsimlik işçiler için önerilen 10 kcal dak⁻¹ sınır değeri göz önüne alınarak karşılaştırma yapılmıştır (Sabancı ve ark., 2012).



Şekil 2. Göğüs bandının operatörün vücuda takılması

Enerji tüketimi kullanılarak dinlenme aralıkları ise, aşağıda verilen eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Sabancı ve ark., 2012);

$$DSO = [(ET - 4 \text{ kcal})/ET]. 100 \quad (1)$$

Eşitlikte;

DSO : dinlenme süresi oranı (%)

ET : enerji tüketimi (kcal dak^{-1})

3. Bulgular

Çalışmaya başlanmadan önce operatörün kalp atım sayısı 73 BPM, maksimum kalp atım sayısı 80 BPM ve enerji tüketimi 3 kcal dak^{-1} olarak tespit edilmiştir. Yorgunluk testlerinin yapıldığı deneme parsellerinde ölçülen kalp atım sayısı, maksimum kalp atım sayısı ve toplam enerji tüketimi ile parsellere serilen fındığın (tane+zuruflu tane) ağırlığı ve toplama süreleri çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Pnömatik fındık toplama makinası ile fındığın toplanmasında, bahçe verimine bağlı olarak, operatörün kalp atım sayısı, maksimum kalp atım sayısı ve toplam enerji tüketimi değerlerindeki değişim

Bahçe verimi (kg da^{-1})	Fındık ağırlığı (kg)	Toplama süresi (dakika)	Kalp atım sayısı (BPM)	Max. kalp atım sayısı (BPM)	Toplam enerji tüketimi (kcal)
71.74	1.43	3.42	120	129	41
143.48	2.86	4.02	119	128	42
215.23	4.29	4.04	121	135	78
286.97	5.72	4.16	120	135	99
358.72	7.15	5.53	120	138	118

Çizelge 1’de görüldüğü gibi, deneme parseline serilen 1.43 kg fındığın pnömatik fındık toplama makinası ile toplanması sırasında operatörün kalp atımı sayısı 120 BPM, maksimum kalp atımı sayısı 129 BPM, toplam enerji tüketimi 41 kcal, ve toplama süresi ise 3.42 dakika olarak gerçekleşmiştir. Deneme parseline serilen fındık miktarının, diğer bir ifadeyle verim değerinin artması, kalp atımı sayısı üzerine etkisi olmuştur. Diğer yandan, maksimum kalp atımı sayısı ve toplam enerji tüketimi değerinin verim değerine bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir.

Parsellerdeki fındıkların toplanması sırasında, operatörün 1 dakikada harcadığı enerji değeri, parseldeki fındık ağırlığı 1.43 kg’dan 2.86 kg’a çıkmasıyla hemen hemen aynı düzeyde olurken, parseldeki fındık ağırlığının 4.29 çıkmasıyla harcanan enerji değeri iki kat artmaktadır (Çizelge 1). Deneme parseline serilen fındığın 1.43, 2.86, 4.29, 5.72 ve 7.15 kg olması durumunda, operatörün dakikada harcadığı enerji değerleri, sırasıyla; 1.43 kg için; $11.98 \text{ kcal dak}^{-1}$, 2.86 kg için; $10.47 \text{ kcal dak}^{-1}$, 4.29 kg için; $19.30 \text{ kcal dak}^{-1}$, 5.72 kg için; $23.79 \text{ kcal dak}^{-1}$, 7.15 kg için; $21.33 \text{ kcal dak}^{-1}$ olarak elde edilmiştir.

Operatörün pnömatik fındık toplama makinası ile 71.74 kg da^{-1} bahçe verimi koşulunda, 3.42 dakikada harcadığı enerji değerine göre dinlenme süresi oranı

yaklaşık olarak %66.68 olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, 1 saatlik sürede operatör yaklaşık 40 dakikasını dinlenmeye ayırmak zorundadır. Buna göre, bahçe veriminin 143.48, 215.23, 286.97 ve $358.72 \text{ kg da}^{-1}$ olması durumunda, pnömatik fındık toplama makinası ile çalışmada operatörün dinlenme süresi oranı, sırasıyla; $143.48 \text{ kg da}^{-1}$ için; %61.76, $215.23 \text{ kg da}^{-1}$ için; %79.31, $286.97 \text{ kg da}^{-1}$ için; %83.22, $358.72 \text{ kg da}^{-1}$ için; %81.28 olarak belirlenmiştir.

Parseldeki fındık ağırlığının 1.43 kg olması durumunda, operatörün 1 kg fındığı pnömatik fındık toplama makinası ile toplamak için ihtiyaç duyacağı enerji değeri $28.67 \text{ kcal kg}^{-1}$ olmaktadır. Parseldeki fındık ağırlığının 2.86, 4.29, 5.72 ve 7.15 kg olması durumunda, operatörün 1 kg fındığı pnömatik fındık toplama makinası ile toplamak için ihtiyaç duyacağı enerji değeri, sırasıyla; 2.86 kg için; $14.68 \text{ kcal kg}^{-1}$, 4.29 kg için; $18.18 \text{ kcal kg}^{-1}$, 5.72 kg için; $17.30 \text{ kcal kg}^{-1}$, 7.15 kg için; $16.50 \text{ kcal kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Pnömatik fındık toplama makinası ile fındığın toplanması sırasında operatörün harcadığı enerji, tüm bahçe verimi koşullarında 10 kcal dak^{-1} değerinin

üzerinde olduğundan bu makina ile çalışılması ağır iş sınıfına girmektedir (Sabancı ve ark, 2012). Enerji tüketim değerleri göz önüne alındığında, operatörün günlük çalışma süresi, bahçe veriminin 71.74 kg da⁻¹ ve 143.48 kg da⁻¹ olması durumunda yaklaşık 6...7 h gün⁻¹, bahçe veriminin 215.23, 286.97 ve 358.72 kg da⁻¹ olması durumunda ise yaklaşık 3...4 h gün⁻¹ olmaktadır. Buna göre, bahçe veriminin artmasıyla birlikte operatörün günlük çalışma süresi yarıyarıya azalmaktadır. Operatörün harcadığı enerji değerlerine göre dinlenme süresi ise, operatör 1 saatlik sürede, bahçe veriminin 71.74 ve 143.48 kg da⁻¹ olması durumunda yaklaşık 35...40 dakika, bahçe veriminin 215.23, 286.97 ve 358.72 kg da⁻¹ olması durumunda ise yaklaşık 45...50 dakika dinlenmeye ayırmak zorundadır. Yine, tüm bahçe verimi koşullarında, operatörün dinlenme ve çalışma periyotları arasındaki kalp atım sayıları arasındaki fark 35 BPM değerinin üzerindedir (Eminoğlu ve Öztürk, 2013). Kalp atım sayılarının bu farkı sürekli çalışma için kabul edilebilir bir değer değildir. Tüm bahçe verimi koşullarında operatörün enerji tüketiminin ve kalp atım sayısının yüksek olmasının nedeni, pnömatik fındık toplama makinasının iletim hortumunun bahçe zemininde gezdirilerek çalışması ve vücut pozisyonunun öne doğru eğik olmasından kaynaklanabilir. Bu nedenle operatörün oturabileceği ve öne doğru eğilmeden iletim hortumunun bahçe zemininde gezdirilebileceği bir sistemin makina tasarlanmasıyla, operatörün enerji tüketimi ve kalp atım sayısı daha aşağılara çekilebileceği, böylece operatörün günlük çalışma süresini arttırılabileceği ve dinlenme süresinin kısaltılabileceği söylenebilir.

Sonuç olarak farklı bahçe verimleri arasında bir kıyaslama yapılacaksa enerji tüketimi değerinin en düşük olduğu bahçe verimi koşullarında bu makinanın kullanılması uygun olacaktır. Buna göre en düşük enerji tüketimi değerleri 71.74 ve 143.48 kg da⁻¹ bahçe verimi

koşulunda elde edilmiştir. Ayrıca, yapılacak benzer çalışmalarda arazi durumuna, çalışanın yaşına, ağırlığına ve cinsiyetine, hava şartlarına, gün içerisinde farklı saatlerdeki (sabah, öğle, akşam) etkisinin ortaya konularak çalışanların performansı konusunda çalışanlar olmak üzere bu konuda bilgi edinmek isteyenler için faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinden derlenmiş olup, Ondokuz Mayıs Üniversitesi ZRT.1904.11.021 nolu proje ile BAP tarafından desteklenmiştir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Eminoğlu, M.B., Öztürk, R., Acar, A.İ., 2012. Tarımsal alanda çalışanların fiziksel zorlanma düzeylerinin konforsuzluk skalası ile belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(1): 19-24.
- Eminoğlu, M.B., Öztürk, R., 2013. Farklı çalışma programlarının çapa makinası operatörlerinin fiziksel zorlanmasına etkisinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9(1): 1-8.
- Kadayıfçılar, S., Dinçer, H., 1972. Ziraat Makinaları İşletmeciliği II. Cilt. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1046, Ders Kitabı No: 303, Ankara.
- Müller, M.L., Coetsee, M.F., 2008. Physiological demands and working efficiency of sugar cane cutters in harvesting burnt and unburnt cane. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38: 314-320.
- Sabancı, A., Sümer, S.K., Say, S.M., Atal, M., 2012. Endüstriyel Ergonomi. Ç.Ü. Adana Meslek Yüksekokulu Yayınları No:102, Adana.
- Tewari, V.K., Dewangan, K.N., Karmakar, S., 2004. Operator's fatigue in field operation of hand tractors. *Biosystems Engineering*, 89(1): 1-11.