

## Farklı Çalışma Programlarının Çapa Makinası Operatörlerinin Fiziksel Zorlanmasına Etkisinin Belirlenmesi

M. Barış EMİNOĞLU, Ramazan ÖZTÜRK

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Ankara  
eminoglu@agri.ankara.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 10.04.2013

Accepted (Kabul Tarihi): 11.06.2013

**Özet:** Çapa makinasıyla çalışmada operatörler, makinayı kullanmanın fiziksel yükü yanı sıra sıcaklık, çalışılan ortamın tozu ve makinadan alınan sürekli titreşimler gibi birçok olumsuz faktörün etkisi altındadır.

Araştırma kapsamında operatörler 4 farklı çalışma programında çapa makinası ile çalıştırılmışlardır. Günlük 8 saat olan çalışma süresi, her programda toplam 6 saat çalışma ve toplam 2 saat dinlenme süresi olacak şekilde farklı çalışma ve dinlenme sürelerine ayrılarak bu parametrelerin operatörün enerji tüketimi ve kalp atım değerleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Çalışma programlarına göre çapa makinası ile çalışmada dakikadaki enerji tüketimi genel olarak 16,8 kJ değerinin üzerinde bulunmuştur. Bu sonuç; çapa makinası ile çalışmayı ağır iş sınıfına sokmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, çapa işlemi sırasında operatörlerinin daha az yüklenmelerini sağlayacak önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Ergonomi, çapa makinası, enerji tüketimi, kalp atım sayısı.

### Determination of Effects of Different Working Schedules on Operators' Strain Working with Power Tiller

**Abstract:** Operator working with a power tiller exposes to physical load of using machine besides many unfavorable factor such as temperature, dust of working environment and transmitted vibration from machine continuously.

In this research, operators were worked with power tiller at 4 different working schedules. Daily working time which has being 8 hours allocated different working and resting periods which have been total work duration is 6 hours and total rest duration is 2 hours. Effects of these parameters were determined with respect of operators' energy expenditure and heart beat values. In general, energy expenditure values for working with power tiller were found above 16,8 kJ min<sup>-1</sup> according to working schedules. This result shows that working with a power tiller is in classification of heavy work.

Based of findings of this research, suggestions were given for power tiller operators to provide less strain during hoeing operations.

**Key words:** Ergonomics, power tiller, energy expenditure, heart beat value.

### GİRİŞ

Çapa makinaları; tarla, bağ ve bahçelerde; fide ve fidan yetiştiriciliğinde; yabancı ot kontrolü, boğaz doldurma ve toprağı havalandırma gibi işlemler ile tohum yatağı hazırlamada kullanılırlar. Bunlar, küçük dönme yarıçapları sayesinde bağ ve meyve bahçeleri için çok uygundur. Fazlaca eğimli ve çok küçük işletmelerde tek başlarına yeterli olabilen makinalardır (Saraç ve Avcioğlu 2002). Alt dalları alçak olan meyve bahçelerindeki ağaçlara, en uygun şekilde bu tip makinalarla yanaşılabilir. Tek akslı bir traktör, bir küçük işletmede genel olarak çok yönlü bir kuvvet

kaynağını oluşturmaktadır (Kadayıfçılar 1973). Pirinç tarımında olduğu gibi sulu tarla koşullarında ve oturma yeri ilavesiyle taşıma işlerinde de kullanılabilirler (Tewari vd. 2004).

Çapa makinasıyla çalışma, operatörün, makinanın arkasında işlenmiş toprakta yürümesini gerektirir. Operatör el tutamaklarıyla makinayı yönlendirir ve parsel başlarında keskin dönüşler yapmak zorundadır. Özellikle tohum yatağı hazırlığının gerektiği dönemlerde, operatörün gün içinde sekiz saatten fazla çapa makinasıyla çalışması gerekebilir (Tiwari ve Gite 2006). Makina ve toprağın dinamik etkileşiminden oluşan

titreşim, tutamaklardan ellere, kollara ve omuzlara iletilir (Tewari vd. 2004). Operatör, makinayı kullanmanın fiziksel yükü yanı sıra sıcaklık, çalışılan ortamın tozu ve makinadan alınan sürekli titreşimler gibi birçok olumsuz faktörün etkisindedir (Tiwari ve Gite 2006). Bu etmenler birleşerek fiziksel zorlanmalara, bu zorlanmalar da uzun dönemlerde kas veya iskelet sisteminde rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında çapa makinalarıyla çalışmada ergonomik yönden değerlendirmelerin yapılması gereği ortaya çıkmaktadır. Ergonominin temel amacı, en yüksek performansa insanın en az yüklenmesi sonucuna ulaşılması ve ayrıca yüksek iş güvenliğinin sağlanmasıdır (Gölbaşı 2002).

İnsanın yaptığı her türlü iş, ölçülebilir düzeyde ve iş formülleri ile ifade edilebilecek şekilde gerçekleşmektedir. İnsanlara verilecek işler, onların bu işleri gün boyu yapabileceği düzeyde kalmak zorundadır. Çünkü 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.

İnsan performansının belirlenmesi ve geliştirilmesi konusundaki araştırmalar 19. yüzyılın son çeyreğine kadar uzanmaktadır. Bu konudaki ilk araştırmacı Frederick Winslow Taylor'dır. Taylor, çalıştığı çelik şirketinde iş verimini artırmak için çeşitli yöntemler geliştirmiş, bu sayede demir yüklemde günlük iş kapasitesi üç kat artmıştır. Ayrıca yükleme işinde kullanılan aletlerin ağırlıkları ve boylarında değişiklik yaparak işçilerin zorlanmalarını azaltmış ve günlük iş verimlerini yükseltmiştir (Erkan 1976). İnsan performansının belirlenmesine yönelik çalışmalar 2. Dünya Savaşından sonra hız kazanmıştır ve özellikle İngiltere ve Amerika'da birçok araştırmacı performans kapasitesinin geliştirilmesi konusunda çalışmaya başlamıştır. Günümüzde de insan işgücünün kullanıldığı her alanda performans kapasitesinin belirlenmesine yönelik araştırmalar yaygınlaşarak sürmektedir.

Bugüne kadar tarımsal uygulamalarda insanın yüklenişini ve iş verimini inceleyen çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalarda fiziksel yük ölçmeleri, enerji tüketim değerleri, solunum miktar ve frekansı, kalp atım hızı ve vücut sıcaklığı gibi fizyolojik değişkenlerden yararlanılmıştır (Sabancı, 1999).

Müller ve Coetsee (2008) kuru ve yaş şeker kamışı hasadında çalışan işçilerin fizyolojik gereksinimlerini ve çalışma etkinliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada; polar saat ile kalp atım değerlerini, taşınabilir bir ergospirometri cihazı ile oksijen tüketim değerlerini, Borg skalası ile de bireysel zorlanma derecelerini belirlemiştir. Bu amaçla; 65 adet deneyimli işçiden sağ elini kullanan 15 sağlıklı erkek işçi rastgele olarak seçilmiştir. İşçiler saat 05:00 – 09:00 arasında; toplam 35 dakika çalıştırılmışlardır. Kullanılan ergospirometri cihazı ile her 10 saniyede bir değer alınmıştır. Kullanılan polar saat ile dakikada bir kalp atım değeri ölçmüştür. Hissedilen zorlanma değerlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan Borg skalası '6' ve '20' rakamları arasında derecelendirilmiştir. '6' rakamı oldukça rahat çalışmayı, yani hiç zorlanma olmadığını; '20' rakamı çok yüksek derecede zorlanmayı belirtmektedir. İşçilerden 9, 19 ve 29. dakikalarda skala üzerinde bir nokta işaretlemesi istenerek, bu üç değerın ortalaması işçinin yaptığı çalışmadaki rahatsızlık derecesi olarak alınmıştır. Çalışma sonucunda; 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 olduğu ve bu farklılığın istatistik olarak önemli olduğu vurgulanmıştır ( $p < 0.05$ ). Kalp atım değerlerinde ve hissedilen rahatsızlık derecelerinde yaş şeker kamışı hasadı daha yüksek değerlere sahip olsa da bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Dakikada %24.22 daha az yaş şeker kamışı hasat edildiği bu değerın istatistik olarak önemli olduğu ( $p < 0.01$ ) ve daha çok enerji gerektirdiği için yakılmış şeker kamışı hasadının maliyet etkinliğinin daha az olduğu belirtilmiştir.

St-Onge ve arkadaşları (2007), erişkinlerde günlük enerji tüketimini belirlemek için yaptıkları çalışmada, kol bandından alınan değerlerle DLW (doubly labeled water) yöntemi ile elde edilen değerleri karşılaştırmışlardır. DLW yöntemiyle belirlenen enerji tüketim değerleri, suyun hidrojeni ile yer değiştirmiş hidrojen izotopunun oluşturduğu su molekülünün vücuda alındıktan sonra gün içinde 5 farklı saatte alınan idrar örneklerinin izotop analizi sonucunda; yaş, boy, kilo, cinsiyet değişkenlerini de içeren bir tahmin denklemi ile elde edilmiştir. DLW yöntemiyle enerji tüketimi değeri 10434 kJ gün<sup>-1</sup> hesaplanırken, kol bandıyla hesaplanan enerji tüketimi değeri ise 9944 kJ gün<sup>-1</sup> dür. Her iki yöntemle elde edilen değerler karşılaştırıldığında, aralarında istatistik olarak bir fark bulunmadığı ( $p < 0.01$ ), kol bandından alınan değerlerin kabul edilebilir olduğu ve günlük enerji tüketiminin hesaplanmasında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bu çalışmada, toprağın çapalanması için kullanılan çapa makinası ile çalışan operatörlerin, dört farklı çalışma programından elde edilen kalp atım değerlerinin ve enerji tüketimi değerlerinin değişimleri incelenmiştir.

### MATERYAL ve YÖNTEM

Denemeler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Bahçeleri'nde gerçekleştirilmiştir. Denemeler sırasında toprak yüzeyinin kuru ve engeli olduğu gözlemlenmiştir.

Denemeler sırasında meslek deneyimleri yüksek üç erkek operatörden yararlanılmıştır. Bazı temel fiziksel verileri Çizelge 1' de verilen operatörlerin çalışmalarını engelleyecek herhangi bir sağlık problemleri bulunmamaktadır.

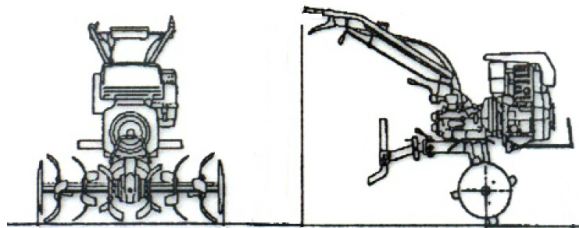
**Çizelge 1. Çalışmadaki operatörlerin bazı temel fiziksel özellikleri**

Operatör	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Ağırlık (kg)
A	44	175	90
B	36	175	65
C	43	175	63

Operatörler çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Operatörlere, yapılacak çalışma ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Ayrıca her çalışmadan önce, o gün kendilerini çalışacak kadar iyi hissedip hissetmedikleri sorulmuştur.

### Çapa makinası

Denemelerde kullanılan tek akslı traktör 12 BG'nde dizel motora sahip, 90 cm iş genişliğindedir (Şekil 1). Çapa makinasıyla ortalama 10 cm iş derinliğinde çalışılmıştır. Çalışma hızı; 2. vites kademesinde yaklaşık olarak  $2.6 \text{ km h}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Makinanın bıçakları ile birlikte ağırlığı yaklaşık olarak 120 kg'dır.



**Şekil 1. Denemelerde kullanılan çapa makinasının şematik görünümü**

### Çalışma programları

Operatörler 4 farklı çalışma programında çapa makinası ile çalıştırılmışlardır. Günlük 8 saat olan çalışma süresi her programda toplam 6 saat çalışma, 2 saat dinlenme süresi olacak şekilde farklı çalışma ve dinlenme sürelerine ayrılmıştır.

1. Program: 90 dakikalık 4 çalışma periyodu, 15 dakikalık 4 mola, 60 dakikalık yemek zamanı.
2. Program: 75 dakikalık 4 ve 60 dakikalık 1 çalışma periyodu, 15 dakikalık 5 mola, 45 dakikalık yemek zamanı.
3. Program: 60 dakikalık 6 çalışma periyodu, 15 dakikalık 6 mola, 30 dakikalık yemek zamanı.
4. Program: 45 dakikalık 8 çalışma periyodu, 10 dakikalık 9 mola, 30 dakikalık yemek zamanı.

Operatörlere o gün çalışacakları program, deneme parselinde işe başlamadan hemen önce bildirilmiş ve programların sıralamaları tesadüfi olarak seçilmiştir.

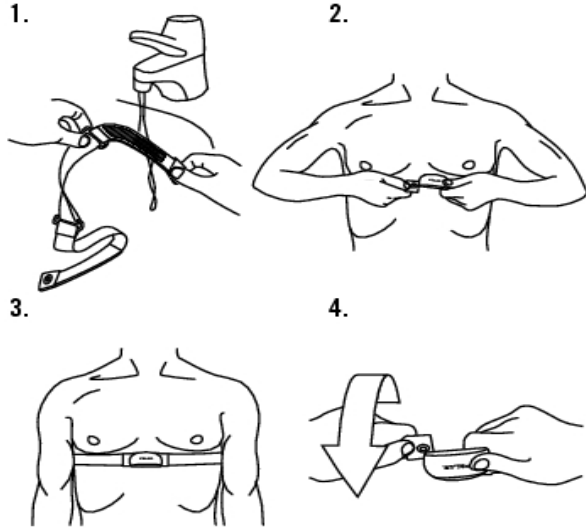
### Kalp atım değerlerinin ölçülmesi

Denemeler sırasında kalp atım değerleri telemetrik olarak ölçülmüştür. Bu yöntemde, çalışma ve dinlenme periyodlarının tamamında cihazın verici kısmı, çalışan kişinin göğsüne takılarak kalp atım sayısı bir alıcı ile kayıt edilebilmektedir (Şekil2).



**Şekil 2. Polar saat ve göğüs bandı (Anonim 2009a)**

Denemelerde Polar firmasına ait RS 800 marka nabız saati kullanılmıştır. Nabız saati saniyede bir ölçüm alacak şekilde ayarlanmıştır. Saate kalp atım değerlerini yollayan göğüs bandı Şekil 3' de görüldüğü gibi vücuda takılmıştır. Saat deneklere bağlanırken elektrotların iletkenliğini sağlamak için göğüs bandının iletken bölgesi nemlendirilmiş (1); vericinin bulunduğu klips daha sonra göğüs kaslarının bittiği kısma, gövdenin ortasına gelecek ve çalışma sırasında kaymayacak şekilde ayarlanarak bağlanmıştır (2 ve 3).



Şekil 3. Göğüs bandının vücuda takılması (Anonymous 2009b)

### Enerji tüketimi değerlerinin ölçülmesi

Bu çalışmada enerji tüketimi değerlerini belirlemek için SenseWear firmasının ürettiği kol bandı kullanılmıştır. Bu alet çalışan kişinin triceps kasının üzerine bağlanmakta, deriyle temas ettiğinde otomatik olarak veri kaydına başlamaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Enerji tüketimini ölçme amacıyla kullanılan kol bandı (Anonymous 2009c)

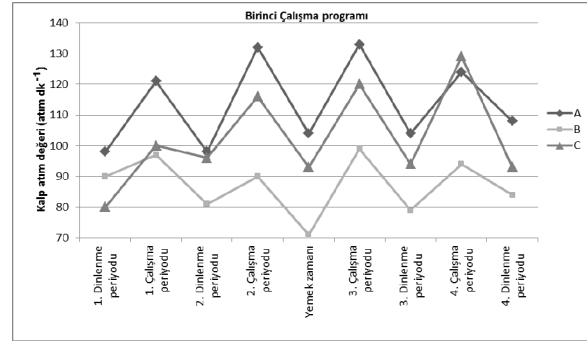
Kaydedilen veriler deney sonunda firmanın geliştirdiği Sensewear Profesional 6.1 yazılım sayesinde bilgisayara aktarılmıştır.

Yapılan çalışmada bu cihazın seçilmesinin sebebi kullanımının ve bilgisayara veri aktarımının kolay olması, çalışan kişiye fazladan bir yük getirmemesi; ayrıca douglas torbası metodundaki gibi ağız ve burnu kapatan bir maske olmadığından çalışan kişinin günlük aktivitelerini engellememesidir. Bu alet çalışma periyodunun istenilen dilimi için veri seçmeye de olanak sağlamaktadır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

### Kalp atım değerlerinin değişimi

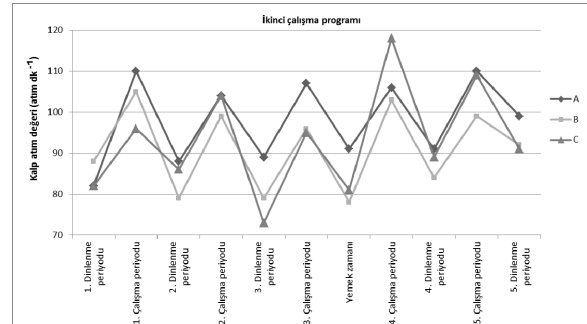
Araştırmada planlanan birinci çalışma programında operatörlerin kalp atım değerlerinin çalışma ve dinlenme periyodlarına göre değişimi Şekil 5' de verilmiştir.



Şekil 5. Birinci çalışma programı için operatörlerin kalp atım değerlerinin değişimi

Birinci çalışma programı için her üç operatörde de yemek molasının ardından, öğleden önceki kalp atım değerlerinin ortalamasına göre daha yüksek değerlerin ölçüldüğü görülmektedir.

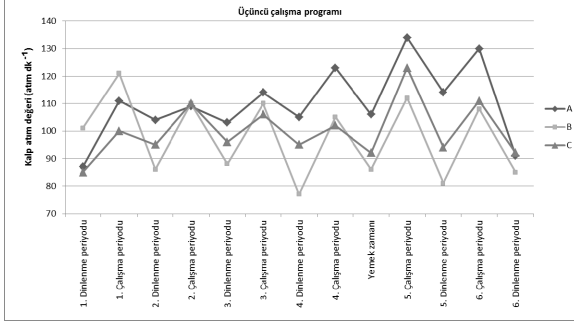
İkinci çalışma programında, çapa makinası operatörlerine ait kalp atım değerlerinin değişimi Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. İkinci çalışma programı için operatörlerin kalp atım değerlerinin değişimi

İkinci çalışma programında her üç operatörde de çalışmaya başlanılan günün ilk saatlerinde ve yemek zamanının ardından çalışılan periyottaki kalp atım değerleri diğer periyotlardaki kalp atım değerlerinin ortalamasına göre daha yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmektedir.

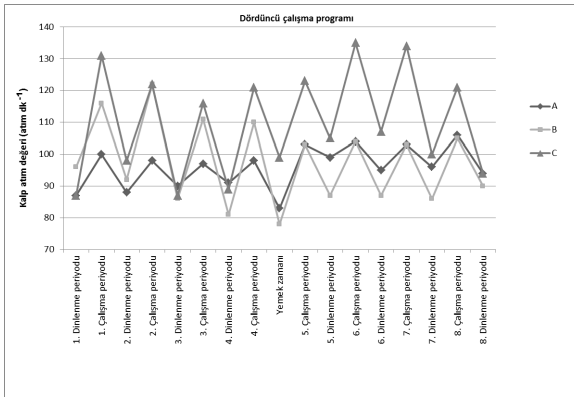
Üçüncü çalışma programında operatörlerin kalp atım değerlerinin çalışma ve dinlenme periyodlarına göre değişimi Şekil 7' de verilmiştir.



**Şekil 7. Üçüncü çalışma programı için operatörlerin kalp atım değerlerinin değişimi**

Üçüncü çalışma programı için her üç operatörde de çalışmaya başlanılan günün ilk saatlerindeki ve yemek zamanının ardından çalışılan periyottaki kalp atım değerlerinin ortalamalarının diğer periyotlardaki kalp atım değerlerinin ortalamalarından daha yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmektedir.

Dördüncü çalışma programında, çapa makinası operatörlerine ait kalp atım değerlerinin değişimi Şekil 8'de görülmektedir.

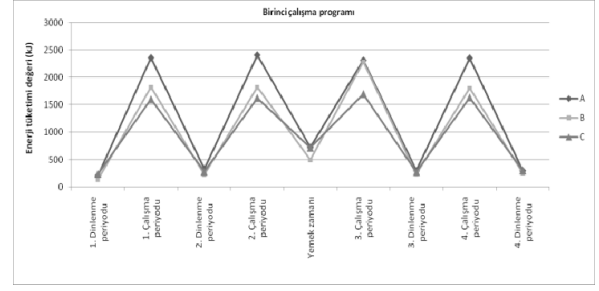


**Şekil 8. Dördüncü çalışma programı için operatörlerin kalp atım değerlerinin değişimi**

Dördüncü çalışma periyodu için her üç operatörde de çalışmaya başlanılan günün ilk saatlerindeki ve yemek zamanının ardından çalışılan periyottaki kalp atım değerlerinin diğer periyotlardaki kalp atım değerlerinin ortalamasından daha yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmektedir.

### Enerji tüketimi değerlerinin değişimi

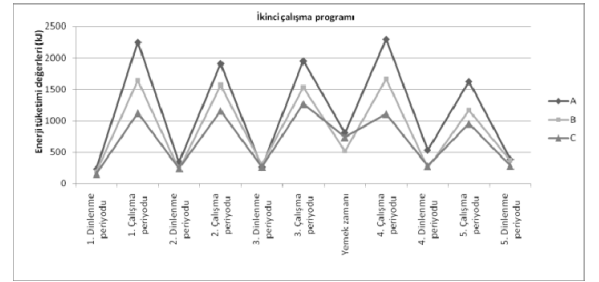
Araştırmada planlanan birinci çalışma programında operatörlerin enerji tüketimi değerlerinin çalışma ve dinlenme periyotlarına göre değişimi Şekil 9'da verilmiştir.



**Şekil 9. Birinci çalışma programı için operatörlerin enerji tüketimi değerlerinin değişimi**

Birinci çalışma programı için her üç operatörde de yemek molasının ardından öğleden önceki enerji tüketimi değerlerinin, yemekten sonraki çalışma periyodunda daha yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmektedir.

İkinci çalışma programında, çapa makinası operatörlerine ait enerji tüketimi değerlerinin değişimi Şekil 10'da görülmektedir.



**Şekil 10. İkinci çalışma programı için operatörlerin enerji tüketimi değerlerinin değişimi**

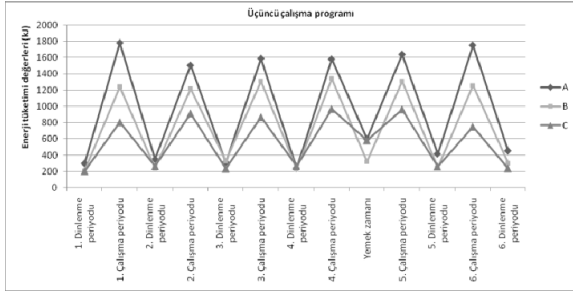
İkinci çalışma programında A ve B operatörlerinde enerji tüketimi değerlerinin çalışmaya başlanılan günün ilk saatlerinde ve yemek zamanının ardından diğer periyotlara göre daha yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmektedir. C operatöründe ise, en yüksek enerji tüketimi değerini 3. çalışma periyodunda ölçülmüş; yemekten sonraki çalışma periyotlarında ise enerji tüketim değerlerinin öğleden öncekilerden daha düşük olduğu gözlenmektedir.

Üçüncü çalışma programında operatörlerin enerji tüketimi değerlerinin çalışma ve dinlenme periyotlarına göre değişimi Şekil 11'de verilmiştir.

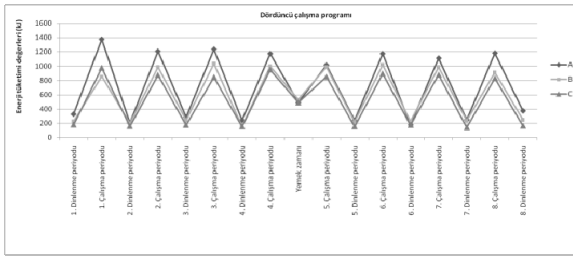
Üçüncü çalışma programında A operatörü için ölçülen en yüksek enerji tüketimi değeri ilk çalışma periyodunun, B ve C operatörleri için ise 4. çalışma periyodunun ortalaması olarak bulunmuştur.

Dördüncü çalışma programında, çapa makinası operatörlerine ait enerji tüketimi değerlerinin değişimi Şekil 12'de görülmektedir.

## Farklı Çalışma Programlarının Çapa Makinası Operatörlerinin Fiziksel Zorlanmasına Etkisinin Belirlenmesi



**Şekil 11. Üçüncü çalışma programı için operatörlerin enerji değerlerinin değişimi**



**Şekil 12. Dördüncü çalışma programı için operatörlerin enerji değerlerinin değişimi**

Her üç operatörde de yemek zamanının ardından öğleden önceki enerji tüketimi değerlerinin kalp atım değerleri ile aynı eğilimi göstererek yemekten sonraki çalışma periyodunda daha yüksek değerlerin ölçüldüğü görülmektedir.

Denemelerde uygulanan dört farklı çalışma programına göre operatörlerin fizyolojik tepkilerinin değişimi Çizelge 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2'deki sütunlarda çalışma periyotlarındaki kalp atım sayılarının ortalaması, dinlenmeden çalışmaya kalp atım değerinin ortalama artışı ve o programda çalışılan 8 saat boyunca tüketilen toplam enerji miktarı dikkate alındığında; her operatör için bu üç parametrenin en düşük değere sahip olduğu ortak bir program bulunmamaktadır. Fakat A ve B operatörleri için en düşük toplam enerji tüketimi değerlerinin 1. programda ölçüldüğü görülmektedir.

**Çizelge 2. Programlara göre operatörlerin fizyolojik tepkilerinin değişimi**

Operatör	Program	Çalışma Periyotlarındaki Ortalama Kalp Atım Sayısı (atım dk <sup>-1</sup> )	Ortalama Kalp Atım Sayısı Artışı (atım dk <sup>-1</sup> )	Toplam Enerji Tüketimi (kJ)	Dakikadaki Enerji Tüketimi (kJ dk <sup>-1</sup> )
A	1. program	127	27	***11288	24
	2. program	108	19	12590	26
	3. program	120	17	12548	26
	4. program	*101	**9	12045	25
B	1. program	*94	**14	*** 9060	19
	2. program	100	19	9445	20
	3. program	111	25	9546	20
	4. program	109	24	10048	21
C	1. program	116	23	8365	17
	2. program	*104	22	7591	16
	3. program	109	**16	*** 7323	15
	4. program	125	31	8897	19

\* En düşük ortalama çalışma kalp atım sayısı.

\*\* En düşük ortalama kalp atım sayısı artışı.

\*\*\* En düşük toplam enerji tüketimi değeri.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Çizelge 2'de de görüldüğü gibi çapa makinası ile çalışmada dakikadaki enerji tüketimi genel olarak 16,8 kJ değerinin üzerinde olduğundan; çapa makinası ile çalışma ağır iş sınıfına girmektedir (Sabancı 1999).

Tiwari ve Gite 2006 yılında yaptıkları çalışmada kalp atım değerleri ve konforsuzluk skalasını kullanarak 4 farklı çalışma programını karşılaştırmışlardır. Çalışma programına göre çalışma periyotlarında ölçülen kalp atım değerleri ve kalp atım değerlerinin

dinlenme periyodundan çalışma periyoduna göre artışı istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Konforsuzluk skalası ile yapılan, hissedilen rahatsızlık dereceleri genel ve vücudun bölümlerinden alınan değerler istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Operatörler için getirilen öneriler şu şekilde olmuştur; yemek molası 30 dakikadan fazla ve günün en sıcak saatlerinde verilmeli, 10 dakikalık dinlenme periyotları yetersiz kalmaktadır ve çalışma süresi 75 dakikayı aşmamalıdır. Bu bulguların yanı sıra çalışmalarında ölçülen kalp atım değerlerinin öğle yemeğinden önce hafif bir düşüş gösterdiğini, öğle yemeğinden sonra en yüksek değerine ulaştığını ve akşam saatlerine doğru düşüşe geçtiğini gözlemlemiştir.

Yapılan bu araştırmada kalp atım değerleri ve enerji tüketimi değerlerinin günün saatlerine göre benzer şekilde değişim göstermektedir. Bu değişim; çalışmaya başlanılan ilk saatlerde operatörün vücudunun çalışma ritmine henüz uyum sağlayamaması, ilerleyen saatlerde operatörün vücudunun yapılan işin ritmine uyum sağlamasıyla enerji tüketimi değerlerinin azalması, öğleden sonra yorgunluğun etkisi ile enerji tüketimi değerlerinin artmasının sebep olduğu düşünülmektedir. Denemeler sırasında dinlenme ve çalışma periyotları arasındaki kalp atım değerlerinin ortalamasının farkı 35 atım  $dk^{-1}$  değerine ulaşmamıştır. Kalp atım değerlerinin bu farkı sürekli çalışmalar için kabul edilebilir bir değerdir (Tewari ve Gite, 2006).

Çalışma periyodu sonrasında yenilenme süresinin kısa olması için zorlanma belirtileri hissedilmeden mola verilmelidir. Yüksek yoğunluklu işler için yenilenme aralığı sabah ve öğle çalışma periyotlarında 1 veya 2 adet 15 dakikalık dinlenme periyotları şeklinde düzenlenmelidir (Sabancı 1999). Bu açıdan bakıldığında denemede yer alan 4. Çalışma programındaki

10 dakikalık dinlenme periyotlarının yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Kalp atım değerlerinin artışına iş yükü yanında; çalışma ortamının sıcaklığının dengelenmesi için do-laşım sisteminin daha çok kan pompalamasının getirdiği ısı yükü, çalışma sırasında statik adale işi yapan kaslar varsa bu nedenle oluşan adale yükü de etkili olmaktadır. Bu amaçla daha iyi bir değerlendirme için kişinin çalışması sırasındaki toplam vücut yükünün sadece enerji tüketimi ölçümü ile belirlenmesi daha uygundur (Sabancı 1999). Bu nedenle çalışma programları arasında kıyaslama yapılırken enerji tüketimi değerlerinin düşük olduğu programlara öncelik verilmiştir. 1, 2 ve 3. çalışma programlarından elde edilen değerler karşılaştırıldığında; A ve B operatörü için en düşük enerji tüketimi değerleri 1. çalışma programından, C operatörü için ise 3. çalışma programından elde edilmiştir. Bu iki çalışma programında da dinlenme periyotları 15'er dakikadır. İşletmelerde farklı performans kapasitesine sahip çalışanlara farklı çalışma programı uygulanamayacağı için, yapılan bu denemelerden elde edilen sonuçlara göre; 90 dakikalık 4 çalışma periyoduna, 15 dakikalık 4 dinlenme periyoduna ve 1 saatlik yemek periyoduna sahip olan 1. çalışma programı çapa makinesi ile toprak işleme işinde çalışan operatörler için uygun bulunmuştur.

İleride yapılacak benzer çalışmalarda operatör sayısının artırılması, farklı mevsimlerde tekrarlanarak toprak özellikleri ve iklimin etkisinin ortaya konulması ve kişilerin iş kapasitelerinin ortaya konularak değerlendirme parametrelerinin buna bağlı incelenmesi, başta tarımsal alanda insan performansı konusunda çalışanlar olmak üzere bu konuda bilgi edinmek isteyenler için faydalı olacaktır.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim. 2009a. Konu: Polar saat ve göğüs bandı  
<http://www.akdagmedikal.com.tr> Erişim: Mayıs 2009
- Anonymous. 2009b. Subject: GettingStarted Guide for RS800 <http://support.polar.fi>Erişim: Temmuz 2009
- Anonim. 2009c. Konu: Enerji tüketimini ölçen kol bandı  
<http://www.cs.utexas.edu/2004icml/sensewear.jpg>  
Erişim Tarihi : 12.05.2009
- Erkan, C. 1976. Milli Prodüktivite Yayınları: 211, Ankara
- Gölbaşı, M. 2002. Tarım alet-makine ve traktörlerin kullanımından kaynaklanan iş kazaları nedenlerinin ve tahmini kaza maliyetleri indeksinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Basılmamış, Doktora Tezi., Ankara.

- Kadayıfçılar, S. 1973. Memleketimiz şartlarına uygun üniversal tip tek akslı traktör prototipi geliştirilmesi, TÜBİTAK Tarım Ormancılık Araştırma Grubu Ziraat Mekanizasyon Ünitesi Proje No:1, 101 s., Ankara
- Müller, M. De L. and 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. 1999. Ergonomi Baki Kitabevi, Adana.
- Saral, A. ve Avcıoğlu, A. O. 2002. Motorlar ve Traktörler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- St-Onge, M., Mignault, D., Allison, D. B. and Rabasa-Lhoret, R. 2007, Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free living adults, The American Journal of Clinical Nutrition, 85:742-749

Farklı Çalışma Programlarının Çapa Makinası Operatörlerinin Fiziksel Zorlanmasına Etkisinin Belirlenmesi

Tewari, V. K., Dewangan, K.N. and Karmakar, S. 2004. Operator's fatigue in field operation of hand tractors. *Biosystems Engineering*, 89(1): 1-11.

Tiwari, S. and Gite, L.P. 2006. Evaluation of work-rest schedules during operation of a rotary power tiller. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36: 203-210.