

RI
RIES
RIE
RIE

B

CILT
VOLUME
BAND
TOME

31



SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

1981

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL

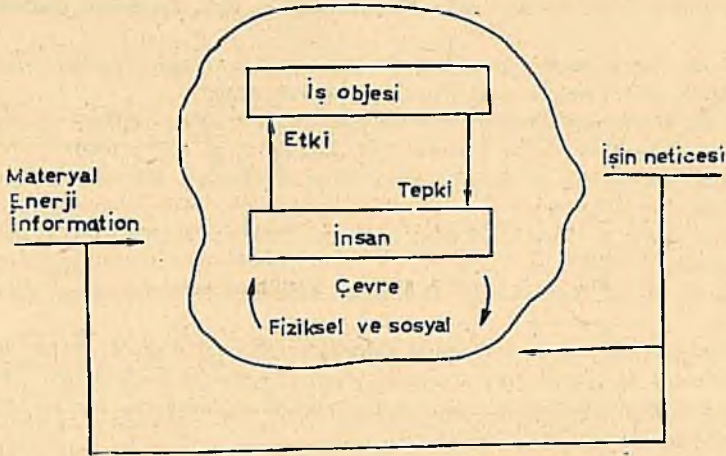


BAZI ERGONOMİK DENEME ALETLERİ

Dr. Mellişah YILDIRIM¹

1. GİRİŞ

Ergonomi terimi Yunanca'dan gelen «ergon»=iş ve «nomos»=kanun kelimele-
rinin birleştirilmesinden oluşup, insan ile iş arasındaki münasebetleri konu alan bir
bilim dalıdır. İnsan - Makina - Sistem üçlüsü iş sistemini meydana getirmektedir.
Bunların en iyi bir şekilde kombine edilmesi ise İş Bilgisi'nin görevidir. İş Bilgisi bu
görevi yerine getirirken çeşitli araştırma metodlarından yararlanmakta ve birçok
aletleri kullanmaktadır. Ergonomi «İş Sistemi» nin bir parçası olan «İnsan» ı ele
alarak «İnsan» ın «İş» e veya «İş» in «İnsan» a en iyi bir şekilde uyumlandırılma-
sını araştırmakta ve konumuzu teşkil eden aletlerden faydalanmaktadır. İnsan ile
iş arasındaki kompleks ilişki iş sistemi içinde ana model olarak şekli 1 de göste-
rilmiştir (SCHMIDTKE, 1974).



Şekil 1. İnsan - İş arasındaki ilişki.

Bir işin meydana gelmesi için, fiziksel ve sosyal bir çevre içinde bulunan insan ile iş objesi arasında bir etki - tepki alışverişi olmaktadır. İnsan, bilgisi ile ve enerji kullanarak materyale etki etmektedir. İçinde bulunulan çevre işin neticesine, diğer bir deyişle insanın iş verimine etki etmektedir. Çevre faktörlerini gürültü, mekanik titreşim, iklim ve ışıklandırma olarak 4 ana grupta toplayabiliriz.

¹ İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Ürünlerinden Faydalanma Kürsüsü, Beşiköy - İstanbul.

Henüz genç bir bilim dalı olan Ergonomi'nin faydalandığı bazı deneme aletleri burada ele alınmış, bunlardan bilhassa orman işlerinde ve Ormançılık İş Bilgisi sahasında faydalanılabilecek olanlar ve laboratuvarlarımızda bulunanlar üzerinde fazla durulmuştur.

2. ERGONOMİK DENEME ALETLERİ

Ergonomi'nin kullandığı deneme aletlerinin başında laboratuvar çalışmalarında kullanılan Ergometre gelir. Bu alet ile istenilen şekilde iş zorlaştırılabilmekte ve birim zamanda yapılan iş ölçülebilmektedir. Örnek olarak burada Bisiklet tipi Ergometre ve Basamak tipi deneme aleti açıklanmıştır.

2.1. Bisiklet tipi Ergometre

Bisiklet tipi Ergometre'lerin birçok firmalar tarafından imal edilen basit ve kompleks tipleri vardır. Laboratuvarlarımızda bulunan HELLIGE firmasının imal edilen «Dynavit Meditronic 35» tipi Ergometre birçok özellikleri ile laboratuvar çalışmalarında büyük kolaylık sağlamaktadır (Şekil 2).

Kürsümüzde bulunan ve Şekil 2 de görülen Bisiklet tipi Ergometre esas itibarıyla iki ana parçadan meydana gelmektedir. Bunlardan birincisine Gövde, diğeri ise Kumanda parçası diyebiliriz.

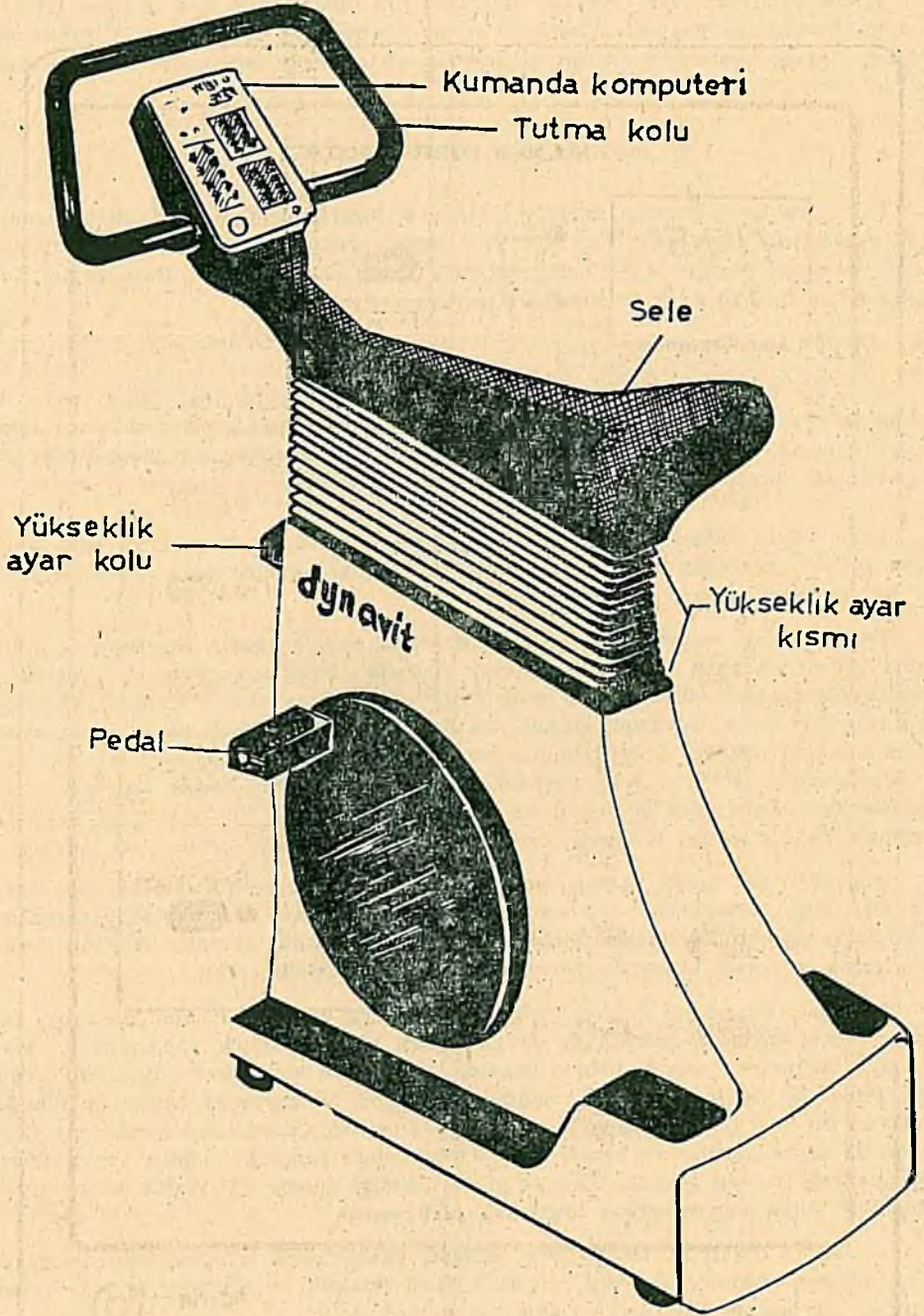
Ergometre'nin görünen büyük kısmını teşkil eden gövdenin üst kısmına oturmak için uygun şekil verilmiştir. Oturak hidrolik olarak ayar kolu ile yükseltilip alçaltılabilmektedir. Gövdenin iki yan kısımlarında da ayakla çevirmeye ayarlanmış pedaller vardır. Gövdenin altında arkada iki tane teker önde ise iki sabit ayak bulunmaktadır. Gövdenin ön kısmının yerden irtibatı kesildiğinde alet iki arka tekerlek üzerinde istenilen yere taşınabilmektedir. Ayrıca Ergometre 220 Volt şehir ceryanı ile çalıştığından gövdenin ön alt kısmında ceryan kablosu ve topraklama bağlantı yerleri vardır. Gövdenin üst ön kısmında çalışırken tutma yeri bulunur.

Ergometre'nin ikinci parçası olan kumanda kısmı taşınabilir küçük elektronik bir alet olup, istenildiğinde gövdeye tesbit edilmekte veya özel aksesuar parçaları yardımıyla uzaktan kullanılabilir. Şekil 3 de kumanda komputerinin tüm fonksiyonlarını gösteren kumanda paneli geması görülmektedir.

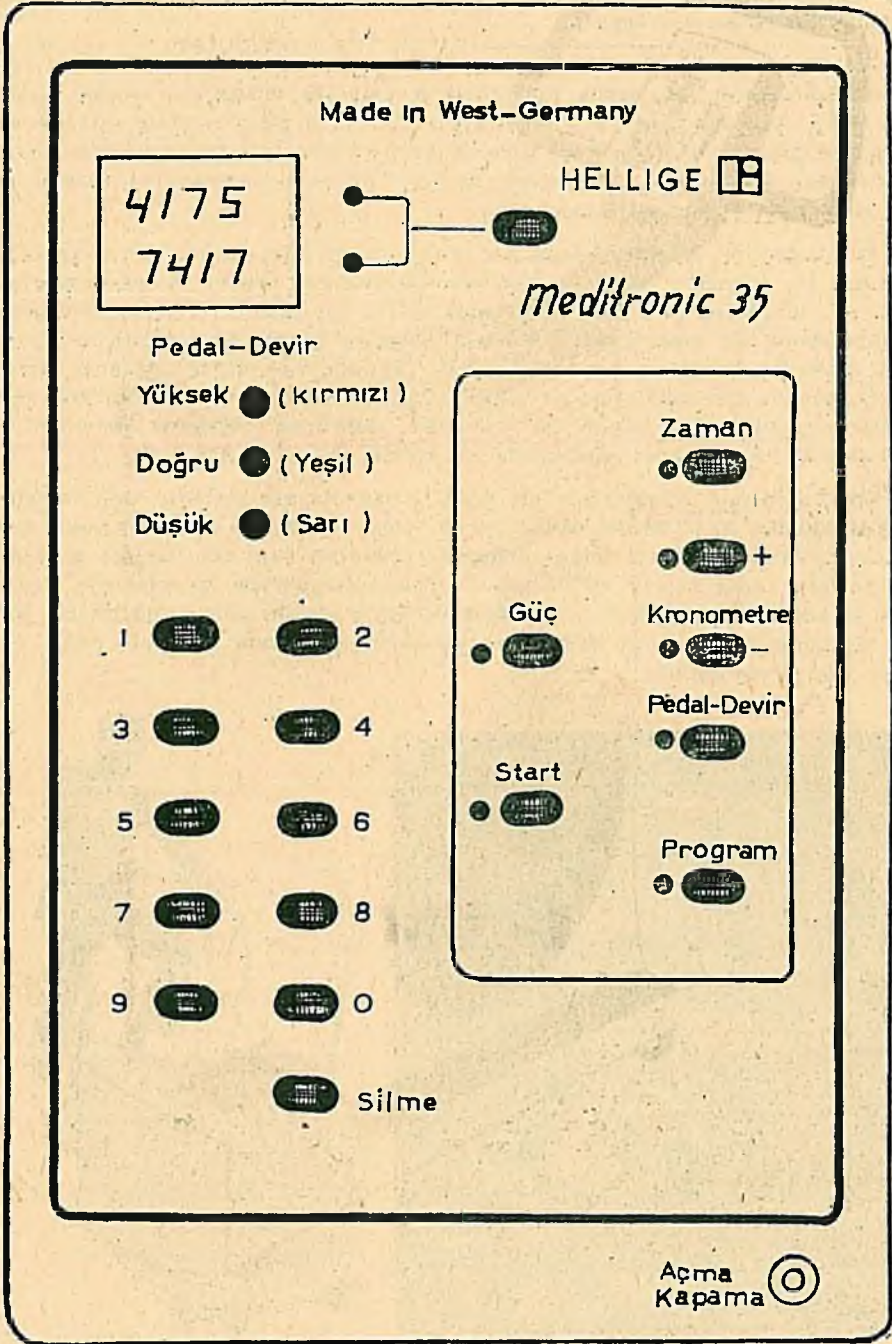
Kumanda komputeri Ergometre'nin bağlı olduğu ceryan kaynağından aldığı takt ile çalışmaktadır. Şekil 3 de de görüldüğü gibi, Kumanda komputeri alt kısmındaki düğmeye basarak çalıştırıldığında Ergometre kendi kumandası altına girer. İkinci iş olarak «Program» düğmesine basılır, bu durumda Ergometre'nin 25 Watt'lık bir güç ile çalışmaya hazır olduğu anlaşılır. Çünkü göstergenin üst satırında 25 sayısı görülür ve ortada «Güç» düğmesinin yanındaki lamba yanıp söner. Bu durumda mevcut olan 25 Watt'lık güç istenildiği şekilde 400 Watt'a kadar ayarlanabilir. Bunun için 3 değişik uygulama şekli vardır.

a. Güç 5 Watt'lık basamaklar halinde yükseltmek istenirse sağ taraftaki «+» düğmeye basılır. Her basıpta güç 5 Watt yükselir ve Gösterge'de son durum görülür. Bu şekilde 400 Watt'a kadar güç yükseltilebilir.

b. Güç 5 Watt'lık basamaklar halinde azaltılmak istenirse sağ taraftaki «-» düğmeye basılır. Her basıpta güç 5 Watt düşer ve Gösterge'de son durum görülür. Bu şekilde 25 Watt'a kadar güç düşürülebilir.



Şekil 2. Bisiklet tipi Ergometre «Dynavit Medkronic 35».



Şekil 3. Dyanvit Meditronic 35 tipi Ergometre'ye ait kumanda komputeri.

c. Güç «silme» düğmesine basılarak göstergedeki güç değeri silinir ve rakam düğmeleri yardımıyla istenilen güç 25 - 400 Watt arasında direk olarak 1 Watt'lık basamak aralığında belirlenebilir.

Bu Ergometre'de 25 - 400 Watt arasında seçilebilen güç, Pedal - Devir sayısı ile ayarlanmaktadır. Kumanda Kompüteri devamlı olarak istenilen gücün karşılığı olan Pedal - Devrinin korunup korunmadığını kontrol etmekte ve ışıklı sistemde uyarı yapmaktadır. Pedal devrine ait Kırmızı, Yeşil ve Sarı ışık; pedal devrinin yüksek, normal veya düşük olduğunu gösterir. İstenilen gücün muhafazası için devamlı olarak yeşil ışığın yanmasına dikkat edilir.

Ergometre ile denemeye başlarken «start» düğmesine basılır. Göstergenin üst satırında «0» rakamı görülür, bu denemenin başladığını belirtir. Gösterge bize aynı anda iki ayrı değeri verebilir. Göstergenin alt ve üst bölümünde istenilen değerleri yazdırabilmek için göstergenin yanındaki düğmeye basılır. Göstergenin sağ yanındaki ışıklardan hangisi yanıyor o satıra çağıracağımız değer yazılacak demektir. Bu şekilde her istediğimiz an «Güç» (Watt), «Zaman» (dakika, saniye), «Kronometre» (saniye) ve «Devir» (devir/dakika) değerlerini çağırarak bunlardan aynı zamanda ikisini birden göstergede istediğimiz satıra yazdırabiliriz.

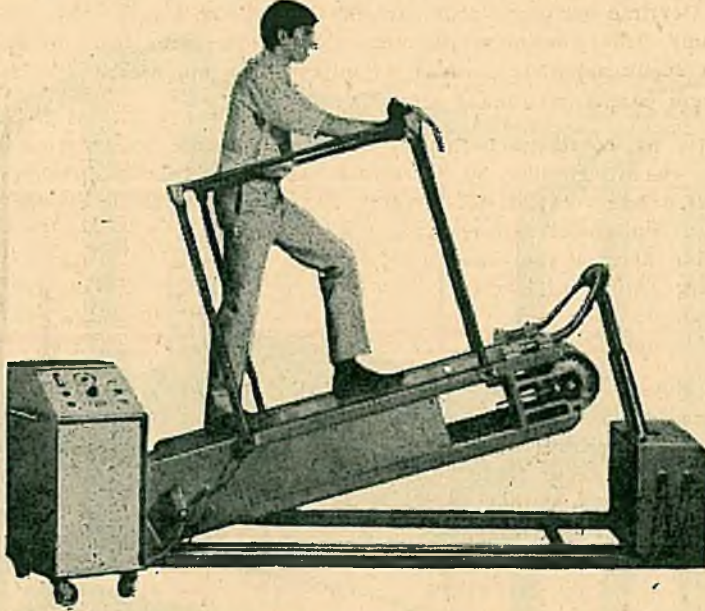
Deneme devam ederken her an, önce verdiğimiz güç değerini değiştirebiliriz. Zaman düğmesi ile 99.59 (99 dakika ve 59 saniye) ye kadar deneme süresini takip etmek mümkündür. «Kronometre» düğmesi yardımıyla start'dan itibaren 99 dakika 59 saniyeye kadar zaman takibi yapılır. Fakat istendiğinde kronometreyi durdurmak ve tekrar devam ettirmek mümkündür. Aynı şekilde «silme» düğmesine basarak sıfırlanır. Pedal - Devir düğmesine basıldığında; o anda dakikada pedal - devir sayısı göstergede görülür.



Resim 1. FEM Ergometre, Firma Heßige.

Resim 2. ER/1 Ergometre, Firma Jäger.

Kürsümüzde bulunan «Meditronic 35» bisiklet tipi Ergometre dışında Hellige firmasınınca FEM, KEM 2 ve Meditronic 40' tipi Ergometre'lerde imal edilmektedir (Resim 1). Çeşitli maksatlar için değişik tiplerdeki Ergometre'ler Alman JÄGER Firması tarafından da imal edilmektedir (Resim 2, 3).



Resim 3. LE/1 Ergometre, Firma Jäger.

2.2. Basamak tipi deneme aleti

Değişik bir deneme aleti olan Basamak, HETTINGER ve RODAHL tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu alette deneme yapılacak kişinin bacağına uzunluğuna göre basamak yüksekliği ayarlanabilir (Şekil 4).

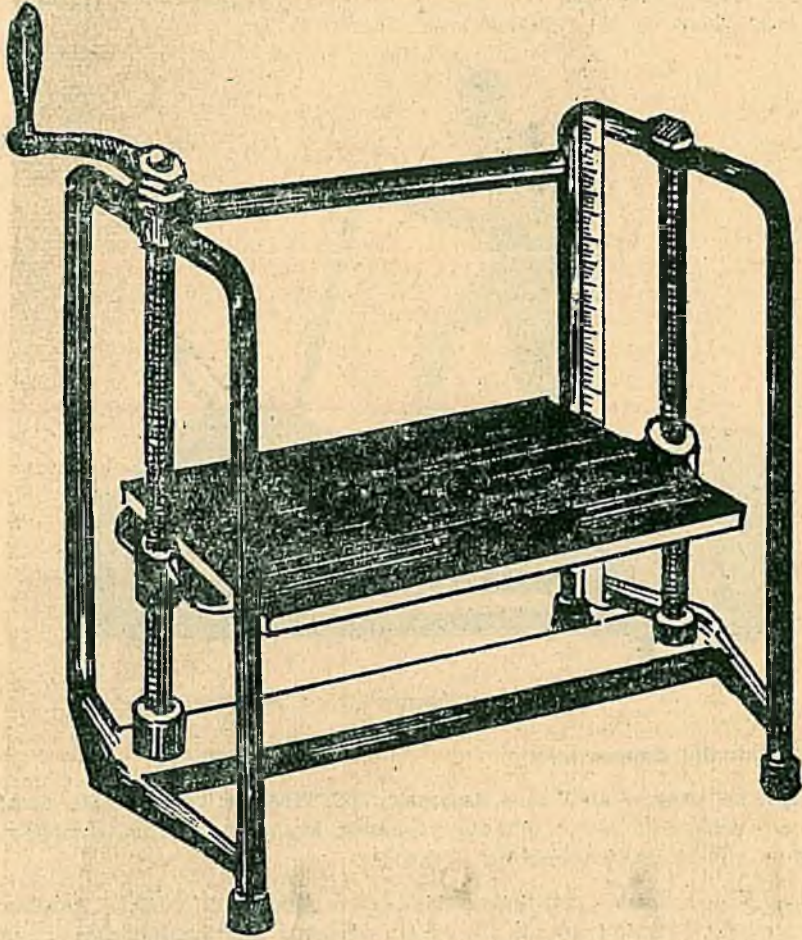
Alman ELAG firması tarafından imal edilen Şekil 4 de görülen Basamak tipi deneme aletinde basamak aralığı 15 - 50 cm arasında ayarlanabilmektedir. Deneme yapılacak kişinin, ağırlık ve bacak uzunluğuna göre ayarlanan alet bir tempo ve rici yardımıyla kullanılır. Belirli bir süre için ayarlanan tempo ile denenen kişi Basamak'a inip çıkarak hareket eder. Bu esnada deneme metodunun gerektirdiği Nabız sayısı, Tansiyon vb. ölçmeler yapılır.

Yukarıda adı geçen aletler laboratuvar çalışmalarına dayalı deneme metodları için gereklidir. Halbuki laboratuvar dışında, örneğin ormanda çalışan bir işçinin denemeye tabi tutulması daha karışık olup çalışan insanın hareketine engel teşkil etmeyen, kablo bağlantısız ve hafif aletler gerektirir. Bunlardan birisi MÜLLER'in nabız sayıcı aletidir.

2.3. Müller'in nabız sayıcı aleti

Nabız sayısını tesbit etmek için E.A. Müller tarafından geliştirilen bu alet iki parçadan meydana gelir. Kulak memesine takılan küçük bir alet foto - Elektrik yo-

ıuyla aldığı kalp atışlarını denenen kişinin sırtında taşıdığı sayaca iletir. Kalp atışları sayaç üzerinde istenilen aralıklarla okunur (Resim 4).



Şekil 4. Kan doluşımı deneme aleti, Tıp 66 (Basamak).

Müller'in nabız sayıcı aletinde kalp atışları sayaç üzerinde okunduğu gibi bir verici üzerinden de gönderilebilir, böylece uzaktan kaydetmek mümkündür. Sırtta taşınan alet ağır olmadığından için seyrini etkilemez (3 kg). Alet akü ile aralıksız 10 saat süre çalıştırılabilir.

Fotoelektrik yöntemi ile çalışan diğer bir alet de Avusturya İş Sağlığı Derneği tarafından geliştirilen ve Verici - Alıcı sistemine göre çalışan Nabız Telemetresidir (IUFRO, 1971).

Kalp atışlarının diğer bir ölçme sistemi de Elektrokardiyografi (EKG) metodu olup, elektrotlar yardımıyla alınan kalp atışları kayıt aleti ile özel kağıt üzerine kaydedilmektedir. Elektrot prensibine göre çalışan aletlerde elektrotların bağlandığı yerin terlemesi ile veya denenen kişinin hareket etmesi gerektiği hallerde hatalar ortaya çıkmaktadır. Buna karşın son zamanlarda Japonya'da geliştirilen özel



Resim 4. Müller'in Nabız ayıracı aleti.

elektrotlar zor durumlarda çok iyi neticeler vermektedir. Bu elektrotlar gümüş pudrası ile muamele edilmiş lastiğe benzer elastikli plastikten yapılmaktadır.

Burada kürsümüzde bulunan ve Alman Hellige firması tarafından imal edilen EKG - kayıt aleti SIMPLISCRIPTOR EK 31 açıklanmıştır.

2.4. EKG - Kayıt aleti (SIMPLISCRIPTOR EK 31)

EKG kaydı yapan SIMPLISCRIPTOR EK 31; küçük, taşınabilir, çantalı tipte yapılmış olup 5,4 kg ağırlığındadır (Resim 5).

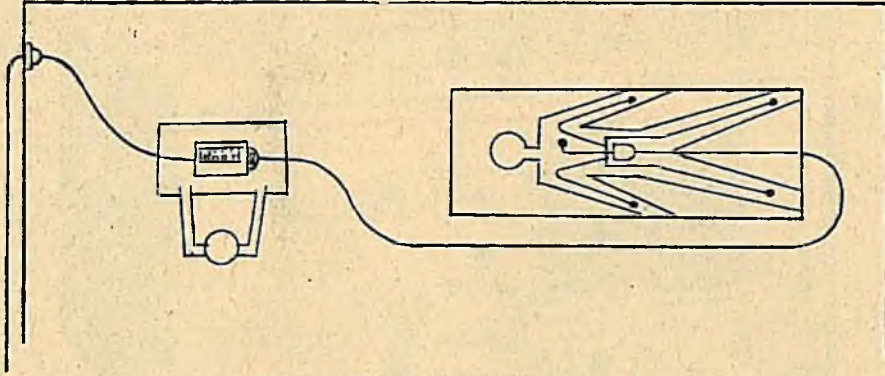


Resim 5. SIMPLISCRIPTOR EK 31 EKG - Kayıt aleti ve aksesuarları.

Elektrotlar yardımıyla aldığı kalp atışlarını 40 mm lik özel kağıt üzerine ısı - etki (yakma) sistemiyle kaydeden bu alet bir kanallı ve iki devirlidir. Buna göre kağıt üzerine 25 mm/s ve 50 mm/s lik bir hız ile kayıt yapabilir. Şehir ceryanı ve-

ya içinde monte edilmiş olan özel aküsü yardımıyla da çalıştırılabilir. Alet ceryan bağlantısı olmaksızın aküsü ile 1,5 saat devamlı kayıt yapabilir. Kalp atışları aksesuar parçalarından olan 5 adet elektrot yardımıyla alınır. Bu elektrotlardan 4 tanesi paslanmaz çelikten imal edilmiş olan yassı elektrotlar olup, kollara ve bacaklara bağlanır, diğeri ise emici elektrottur ve göğüs kafesine uygulanmak üzere yapılmıştır (Şekil 5).

Elektrotların kalp atışlarını iyi bir şekilde alabilmeleri için uygulandıkları deri üst yüzeyinde mümkün olan en az engel bulunmalıdır. Bu engelleri en aza indirmek için elektrot kağıtları, elektrot kağıtlarının da istenilen neticeyi vermediği hallerde elektrot kremi kullanılır (Resim 5).



Şekil 5 EKG - Elektrotlarının uygulanışı.

Yukarıda izah edilen 1 kanallı Simpliscriptor EK 31 tipinden başka gene aynı firma tarafından 3 kanallı Multiscriptor EK 33 ve 6 kanallı Multiscriptor EK 36 tipleri de imal edilmektedir.

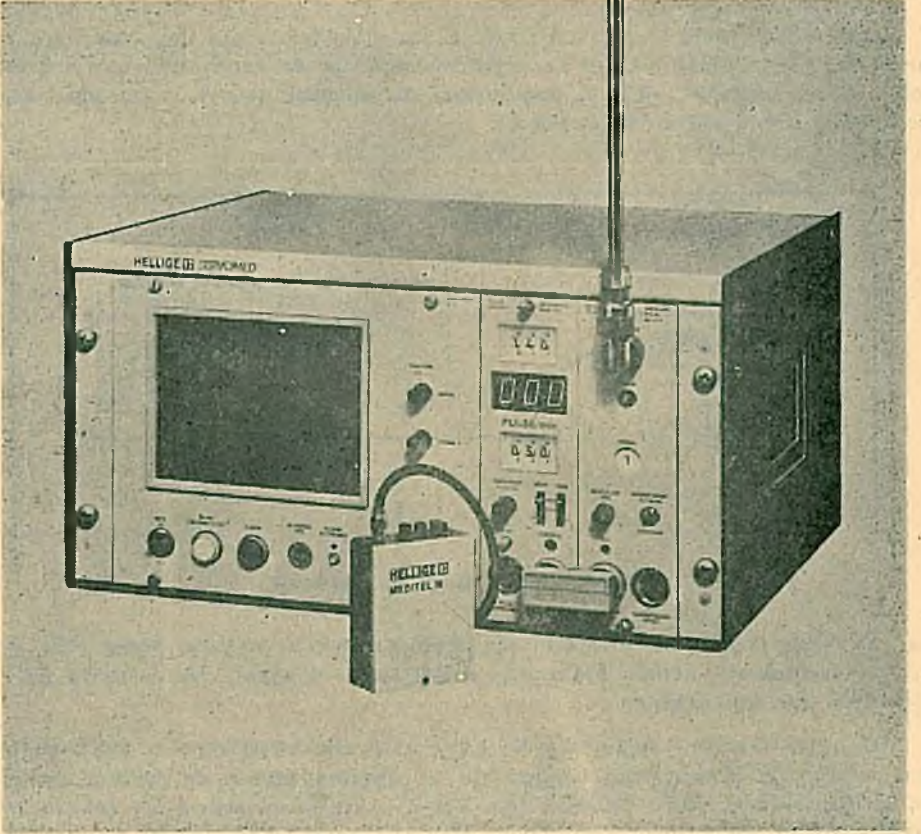
Üzerinde deneme yapılan kişi ile kayıt aleti arasındaki zorunlu kablo bağlantısı araştırmacıyı laboratuvara bağlamakta ve denenen kişinin de hareket serbestisini kısıtlamaktadır. Bunu önlemek için Verici - Alıcı telsiz sistem ile çalışan telemetrik aletler geliştirilmiş olup, Alman Hellige firması tarafından bir kaç tipli imal edilmektedir.

2.5. Telemetrik sistemle çalışan deneme aletleri

Özellikle ormanda görülen işlerin laboratuvarında simüle edilmeleri hemen hemen imkansızdır. Araştırmaların sıhhatli olmaları bakımından işçinin normal çalışmasına devam ederken yerleştirilen alet tarafından rahatsız edilmeden tetkik edilebilmesi çok önemlidir. Bu durumda telemetrik aletlerin orman işlerindeki ergonomik araştırmalarda kullanılması en uygun şekildir. Telemetrik sistemle çalışan deneme aletlerine bir örnek Alman Hellige firmasının imal ettiği MEDITEL N dir (Resim 6).

Kısa mesafede EKG araştırmaları yapmaya yarayan Meditel N uygulanan kişiye hareket serbestisi vermektedir. Verici - Alıcı sistemiyle çalışan aletin vericisi 200 gr ağırlığında olup sırta tesbit edilir. Verici FM - Bandından sinyal gönderir. Alıcının 1 veya 6 kanallı olan iki tipli vardır. Sinyal yakalamayı engelleyici durum-

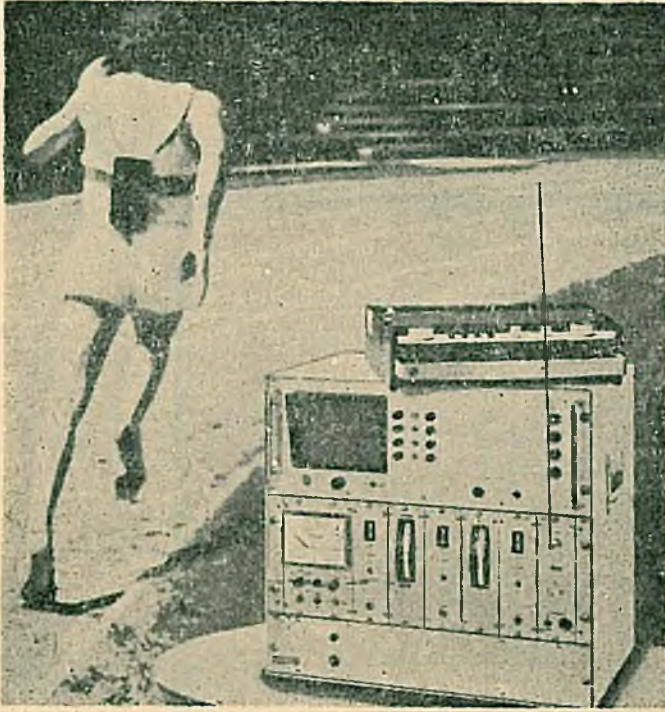
lar için özel anteni mevcuttur. Çeşitli anten kombinasyonlarına göre birkaç yüz metreye kadar kayıt mümkün olabilmektedir. 9 voltluk cıvalı pil ile çalışan verici 100 saat kullanılabilir. Ayrıca su altı araştırmaları için özel su geçirmez muhafazası vardır. Alıcı tarafından yakalanan sinyal herhangi bir normal teyp aletine kaydedilebilir. Sonra tekrar alıcı üzerinden yayınlanabilir.



Resim 6. Meditel N Verici - Alıcı sistemi.

Yukarıda açıklanan sistemde çalışan ve çeşitli amaçları gerçekleştirmek için Helige firması tarafından Meditel A, Meditel 37, Meditel 150 ve Memoport adlarında diğer aletler de imal edilmektedir. Bunlardan Meditel 150 Resim 7 de görülmektedir. Üç kanallı bu alet ile uzak mesafeden aynı anda EKG, nefes, sıcaklık ve tansiyon kayıtları yapılabilmektedir.

Özellikle laboratuvar çalışmalarında ve telemetrik sistemle çalışan aletlerde, üzerinde deney yapılan kişiye ait değerlerin (örneğin EKG) Monitor'da gözlenmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla değişik kapasitede Helige firması tarafından birçok tipte Monitor'lar imal edilmektedir. Laboratuvarlarımızda Helige firmasının imal ettiği SERVOMED SMS 316 tip bir Monitor bulunmaktadır. Bununla ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir.



Resim 7. Meditel 150 telemetrik verici - alıcı sistemi.

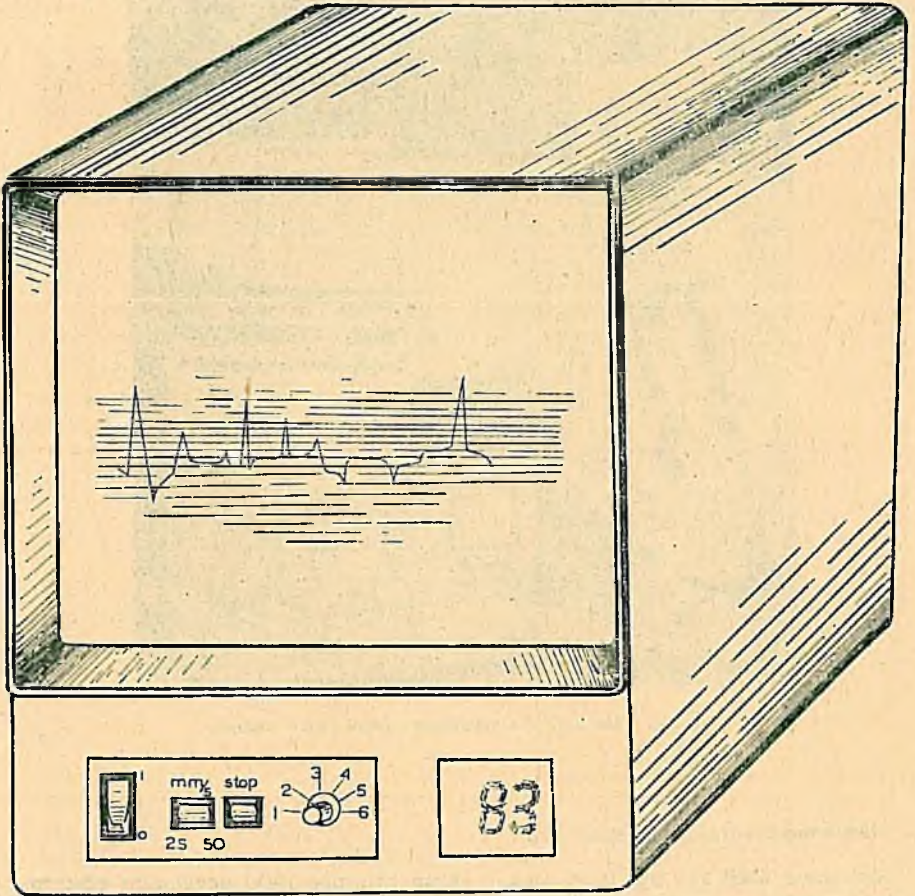
2.6. Servomed Kardiyoskop SMS 316

Servomed SMS 316 tipi kardiyoskop ekran üzerinde EKG durumunu göstermekte olup hafızalı ve EKG-Kayıt aleti ile kombine edilebilir şekilde imal edilmiştir (Şekil 6).

Bu kardiyoskop'un en önemli özelliği; istenildiği anda ekrandaki EKG sinyalinin sabitleştirilerek belirli bir süre tetkik edilebilmesidir. Ekranda görülen sinyalle paralel olarak aynı zamanda nabız sayısı digital göstergede devamlı olarak görülür. EKG sinyali ekranda 25 mm/s veya 50 mm/s lik bir hıza göre ayarlanabilir. Her kalp atışı ayarlanabilir bir yükseklikteki tonda seslendirilir.

Yukarıda önemli özellikleri belirtilen kardiyoskop dışında Hellige firması tarafından bilhassa tıp alanında birçok hizmetleri yerine getiren değişik tip ve kombinasyonlarda Monitor'lar imal edilmektedir. Esas itibarıyla laboratuvar araştırmalarında üç deneme aletinin birbirine kombine edilmesiyle bir sistem oluşturulmaktadır. Bunlar Ergometre, Monitor ve EKG Kayıt aletleridir. Laboratuvarlarımızda Iş Fiziyojisi ile ilgili araştırmalar ve öğrenci tatbikatları için temin edilen üç aletli bir sistem Resim 8 de görülmüyor.

Iş fiziyojisi araştırmalarında çevre koşullarının işe etkisi önem taşımaktadır (Şekil 1). Çevre koşulları denince şunlar akla gelir.



Şekil 6. Servomed SMS 316 tipi kardiyoskop.

Çevre Koşulları

1. İklim

- a. Kuru ve nemli hava
- b. Rüzgar hızı
- c. Sıcaklık

2. Aydınlatma

3. Gürültü

4. Toz ve kimyasal maddeler

5. Mekanik titreşim

6. Hava basıncı

7. Hava kirliliği (Gaz, toz, duman, buhar vb.)

Yukarıda adı geçen çevre koşulları için seyrin¹ ve işçinin başarısını az veya

çok etkilemekte, bazı hallerde meslek hastalıklarına sebep olmaktadır. Burada bunlardan yalnız gürültü ve titreşim ölçme ile ilgili olan aletler üzerinde durulmuştur.



Resim 3. İş fizyolojisi araştırmaları için 3 lü sistem.

3.7. Gürültünün ölçülmesi

Genel olarak maddenin titreşimi ve bu titreşimin hava, su gibi bir ortam içinde iletilerek kulağa gelmesi «ses», hoşu gitmeyen ve rahatsız edici sesler «gürültü» olarak tanımlanır. İnsan kulağı 20 - 20 000 Hz arasındaki mekanik titreşimleri ses olarak duyabilmektedir. Sesin tesiri özellikle etki süresi, şiddeti, yapısı ve tatbik

zamanı ile doğrudan ilgilidir. Gürültü ile ilgili 3 ölçü sistemi vardır. Bunlar Phon, Dezibel ve Sone birimleri ile ölçülen ses şiddetleri olup bugün genellikle Dezibel (dB) sistemi kullanılmaktadır. Dezibel (dB) ölçü birimi olarak ses şiddetinin frekans'a göre ayarlanmış şeklidir. Çoğunlukla dB(A), bunun yanında dB(B) ve dB(C) ölçme sistemleri de vardır.

- a. dB(A) 0-55 dB arasında
- b. dB(B) 55-85 dB arasında
- c. dB(C) 85 dB ve daha fazla değerlerde kullanılmaktadır.

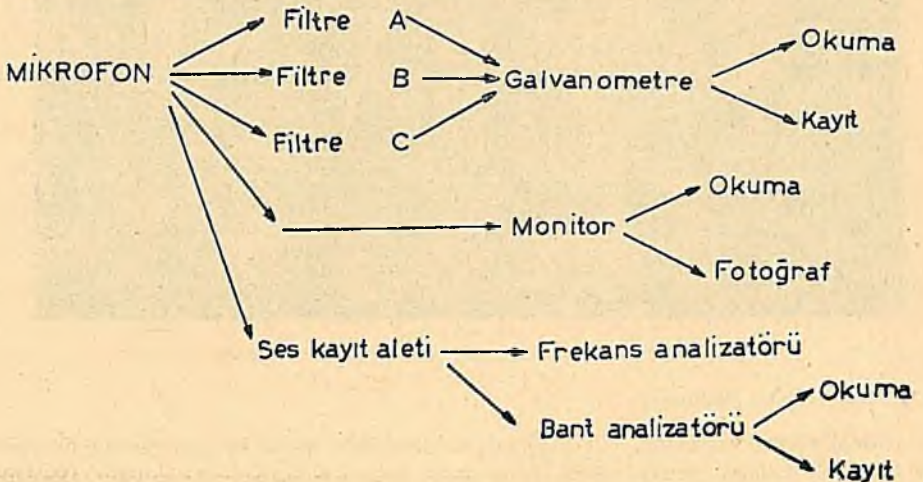
İnsanın gürültü tarafından etkilenmesi LEHMANN'a göre aşağıdaki şekildedir.

- I. Saha 30 Phon'dan itibaren - Psikolojik etki
- II. Saha 65 Phon'dan itibaren - Sınırsal etki
- III. Saha 90 Phon'dan itibaren - İşitme zararı
- IV. Saha 120 Phon'dan itibaren - Mekanik zarar

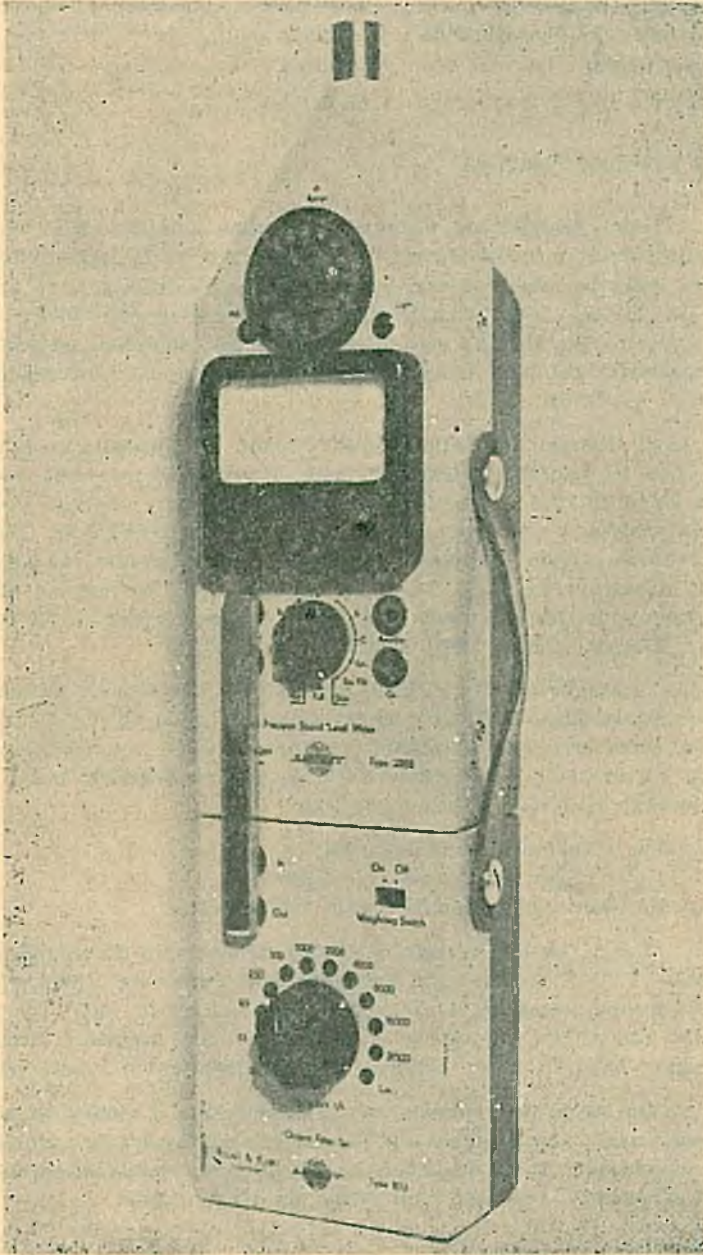
Normal konuşma 40 Phon, Daktilo makinası 60 Phon ve Motorlu zincir testere 95-110 Phon arasında gürültü meydana getirmektedir. Bu durumda motorlu zincir testerenin işitme zararına sebep olduğu görülmektedir.

Gürültünün ölçülmesinden anlaşılan; gürültü şiddetinin ölçülmesi ve frekans analizinin yapılmasıdır. Ses ölçer olarak adlandırılan ses ölçme cihazları, değiştirilebilen A, B ve C Filtrelerine göre sesi dB(A), dB(B) veya dB(C) cinsinden ölçerler. Gürültü ölçmeye yarayan bir alet Danimarka'da BRUEL-KJÆR firması tarafından imal edilmektedir. Frekans - Analizatörü olarak adlandırılan bu alet akülü olup 20 - 20 000 Hz ve 22 - 134 dB şiddetindeki gürültüleri tesbit etmektedir (Resim 9).

Frekans analizatörü gürültüyü mikrofon aracılığı ile aldığından aletin mikrofonu, içinin plastik koruyucu başlığının kulak hizasında aşağı doğru yönlendirilerek yerleştirilir. Mikrofon tarafından alınan sesler Frekans analizatörünün göstergesinden direkt olarak okunabildiği gibi bir ses alma aletine kaydetmek ve sonra laboratuvarında değerlendirmek de mümkündür. Ses şiddetinin ölçülmesi ve frekans analizinin yapılması şematik olarak Şekil 7 de gösterilmiştir.



Şekil 7. Ses şiddetinin ölçülmesi ve frekans analizinin yapılmasının şematik şekli.



Resim 9. Frekans Analizatörü.

Gürültünün iş verimine olumsuz etkisi yanında iş kazaları yönünden de önemi büyüktür. Çeşitli işlerde gürültü üst sınır değerleri aşağıda verilmiştir (GRAMMEL, 1978).

Fikri çalışmalarda	55 dB(A)
Büro çalışmaları ve benzerlerinde	70 dB(A)
Bütün diğer işlerde	85 dB(A)
İstinal hallerde	90 dB(A)

2.8. Mekanik titreşimin ölçülmesi

Mekanik titreşim denildiğinde sistematik hareket anlaşılır. Kısa titreşimlere Vibrasyon denir. Özellikle motorlu zincir testere ile çalışan işçilerde belirli bir süre sonra el ve kollarda zaman zaman ağrılar, hissizlik, duyarsızlık ve karıncalanma görülür. Bu duruma sebep olan kan dolaşımı bozukluğudur. Eller, parmaklar mum sarısı renk alır. Bu hastalık orman işçiliğinde çok rastlanan meslek hastalığı olup «Beyaz parmak hastalığı» olarak tanımlanır. Bu bakımdan titreşimin orman işlerindeki önemi büyüktür.

Peryodik basit titreşim hareketinin niceliği belirli bir eksene göre titreşen cismin uzaklığı, hızı ve ivmesiyle belirtilmektedir. Titreşim ölçmelerinde kullanılmak üzere Danimarka'da BRUEL - KJAER firması tarafından titreşim ivme alıcısı, yükseltici, frekans analizatörü ve yazıcı kayıt aletleri imal edilmektedir. Titreşim ivme alıcısı tarafından alınan sinyaller yükselteç ile bir manyetik ses alma aletine iletilir. Sonra laboratuvarında Teype kaydedilmiş olan sinyaller frekans analizatörü aracılığı ile yazıcıya iletilir ve orada özel kağıt üzerine kaydedilir. Titreşim Frekansı (Hz) ve Titreşim şiddeti (dB) ölçü birimi ile ölçülür.

Titreşimlerin insan üzerindeki rahatsız edici etkisi; doğrultusu, frekansı, süresi ve şiddeti ile önem kazanır. Düşük frekanslı titreşimler hava ve deniz tutması şeklinde etki eder. Esas itibarıyla rahatsızlık yaratan titreşim frekanslarının sınırları 0,5 Hz ile 100 Hz arasında değişmektedir. Titreşim sınır değerleri tesbit edilirken üç durum gözönünde bulundurulmaktadır. Bunlar :

- İş veriminin korunması sınır değerleri,
- Sağlık ve güvenliğin korunması sınır değerleri,
- Rahatsızlığın korunması (konfor) sınır değerleridir.

İş veriminin korunması için titreşim sınır değerleri insanın durumuna göre (enine veya boyuna) 2 ile 8 Hz arasında değişmektedir. Sağlık ve Güvenliğin korunması için titreşim sınır değerleri, iş verimi için önerilenlerin iki katı veya 6 dB den daha yüksektir. Rahatlığın korunması için titreşim sınır değerleri hesaplanırken ise iş verimi sınır değerleri 3,15'e bölünür veya bu değerlerden 10 dB çıkarılır.

Özellikle orman işleri ağır işlerden sayılmaktadır. Böyle olunca işçinin gerektiği şekilde beslenmesi önem taşımaktadır. Bunun için de yapılan işe sarfedilen enerji miktarının bilinmesi ve besin maddeleri ile tekrar yerine konması gerekir. Enerji sarfiyatının ölçülmesinde kullanılan aletler aşağıda açıklanmıştır.

2.9 Enerji sarfiyatının ölçülmesi

İş esnasında vücut reaksiyonlarından biri olan enerji sarfiyatı işin ağırlığına göre artmaktadır. İnsan vücudunu kompilke bir makina olarak düşünürsek, yalnız meydana getirilen işe ait sarfiyatı bulmak oldukça zordur. Bu maksat için geliştirilen metodlardan en çok kullanılanı O_2 sarfiyatına dayalı «Endirekt Kalorimetri» metodudur.

Endirekt kalorimetri metodunda iş esnasında solunumla dışarı atılan CO_2 ve O_2 miktarları tesbit edilerek, bunun besin madde'lerinin O_2 ile yakılması sonucunda hasil olduğundan hareket edilir ve bu yakma muamelesinde harcanan O_2 miktarı hesaplanır. Daha sonra ise hesaplanan O_2 miktarının ne kadar «Kaloriye» eşit olduğu bulunur.

Enerji sarfiyatının tesbiti için kullanılmakta olan DOUGLAS-Torbası metodu pratikte bazı güçlüklerle neden olmaktadır. Sırtta taşınan bu torba için görülmesini zorlaştırır, denenen kişinin hareket serbestisini kısıtlar. Douglas torbasının bu olumsuz özelliklerini gidermek maksadıyla MAX-PLANCK İş Fizyolojisi Enstitüsü tarafından bir «Respirasyon Gaz Saati» geliştirilmiştir (Resim 10).



Resim 10. Gaz saati ve uygulaması.

Üzerinde deneme yapılan kişinin sırtına askular yardımıyla bağlanan gaz saatinin hortumu özel bir ağızlık ile kişinin ağzına tatbik edilir. Bir mandal ile turnu kapatılan bu şahıs yalnız ağzından nefes alıp verebilir. Nefes alırken açılan ağızlık dışarıdan hava gelmesini sağlar nefes verirken ise kapanır ve hortum yolu ile havayı gaz saatine sevk eder. Gaz saati 3 kg ağırlığında ve iki ölçme bölmelidir. Bunlardan biri dolarken diğeri boşalır ve aradaki hareketli ara plakayı döndürerek sayacın hareketini sağlar. Bu arada istek üzere % 3 veya % 6 oranında hava numunesi, gaz saatine özel bir şekilde tutturulmuş lastik top içinde biriktirilir. Burada toplanan hava örneği daha sonra laboratuvarında analize tabi tutulur. Bu metod ile en fazla yarım saatlik denemeler yapılabilir.

Deneme esnasında alınan hava örneği içindeki CO_2 ve O_2 miktarlarının tayini HALDANE metoduna göre yapılır. Bu metod sıhhatli netice vermesine karşılık, masraflı uzun süreli çalışma gerektirir ve taşınması hemen hemen imkansızdır. Bu olumsuz özellikleri ortadan kaldıran bir alet BECKMANN tarafından «Oksijen Analizatörü» adı altında geliştirilmiştir.

BECKMANN'ın Oksijen analizatöründe sıhhatli bir netice elde edebilmek için 150-200 cm³ hava örneğine ihtiyaç vardır. Bu alet ile yapılan analizde yalnız O_2 miktarı tesbit edilmekte CO_2 miktarı ise nazarı itibare alınmamaktadır. Beckmann Oksijen analizatörünün en büyük özelliği, taşınabilir olması ve denemenin bitiminde neticenin alınmasıyla, kullanılabilirliğinin tesbiti veya denemenin tekrarlanmasının gerekli olup olmamasının anlaşılabilmesidir.

Son zamanlarda telemetrik sistemle çalışan bir alet Alman Hellige firması tarafından «OXYCON P» adı altında imal edilmektedir. Bu alet anında ve devamlı olarak nefes hacmini ve bunun içindeki O_2 miktarını analiz ederek sinyal ile alıcıya göndermekte, bu değerler alıcının göstergesinde rakamsal olarak okunabilmektedir.

3. SONUÇ

Her iş adaleleri tarafından bir enerji tüketimi ile yapılır. İnsan vücudu bu enerjiyi besin maddelerinden alır. Besin maddelerinden alınan enerji kısmen vücut ısısının sabit tutulması için kullanılır. Besin maddelerinin enerjiye dönüşümü için gerekli yakma işlemi solunum yoluyla alınan O_2 tarafından sağlanır. Yapılan işin ağırlaşması ile solunum hacmi, kalp atış hızı, terleme ve enerji tüketimi artar. Buna göre işin ağırlık derecesine bağlı olarak enerji tüketimi, nabız sayısı ve vücut sıcaklığı, sınır değerleri aşağıdaki gibidir.

İş ağırlık derecesi	Enerji tüketimi		Nabız sayısı atış/dak	Vücut sıcaklığı C°
	O_2 L/dak	kJ/dak ¹		
Çok hafif	<0,5	<10	<75	37,5
Hafif	0,5-1,0	10-20	75-100	37,5
Orta ağır	1,0-1,5	20-30	100-125	37,5-38
Ağır	1,5-2,0	30-40	125-150	38-38,5
Çok ağır	2,0-2,5	40-50	150-175	38,5-39
Pek çok ağır	>2,5	>50	>175	>39

¹ 1 kcal=4,2 kJ

Orman işçiliği, enerji tüketimi gözönünde bulundurulduğunda ağır işlerden sayılmaktadır. Mesleklere göre günlük enerji tüketimi sıralamasında; gene orman işçileri, kömür maden işçilerini (3660 kcal/gün) az da olsa geçerek 3670 kcal/gün değeri ile en başta gelmektedir.

Orman işlerinde, özellikle kışın yapılan işlerde enerji tüketimi oldukça fazladır. Örneğin; kışın kızakla nakliyat 44,1 kJ/dak, odun yükleme - boşaltma 25,2 - 29,4 kJ/daklık enerji gerektirir. Orman işlerinde günlük çalışma süresinin 8 saati aşığı da düşünülürse enerji tüketiminin daha da artacağı (25,2 mJ/gün) ve buna bağlı olarak besin maddesi gereksiniminin fazlalacağı düşünülmelidir.

Orman işleri hiçbir iş kolunda görülmeyen derecede çevre faktörlerinden etkilenir. İş objesinin de homojen olmaması işin görülmesinde bilgi ve tecrübe gerektirir. İş kazaları olasılığının azaltılması, işin insan sağlığına zarar vermesinin önlenmesi, işin karşılığı olan ücretin layiki ile ödenmesi ve bu arada iş veriminin artırılması vb. insan - iş arasındaki faaliyetlerin düzenlenmesi için yapılacak araştırmalarda yukarıda açıklanan ve diğer deneme aletlerinden faydalanılmaktadır. Teknoloji bu konuda da son yıllarda büyük aşama yapmıştır. Bu şekilde gelecekte insan - iş ilişkilerinin daha iyi düzenlenebileceği inancındayız.

KAYNAKLAR

- BERGMANN, E., 1974. *Die Herleitung des Erholungszuschlages bei der Waldarbeit - Kriterien, Probleme, experimentelle Beispiele -*, Dissertation, Göttingen.
- BERKEL, A., 1976. *Ormancılık İş Bilgisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 220, Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
- BOZKURT, Y. A. ve BOZKURT, T., 1979. *Orman İşlerinde ve Ağaç İşleyen Endüstrilerde Ergonomik Araştırma Metodları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 29, Sayı 2, İstanbul.
- DÜRR, H., 1961. *Arbeitstechnische und Arbeitsphysiologische Studien über Einmannarbeit bei Hauungsarbeiten*. Forstliche Bundesversuchsanstalt Mariabrunn in Schönbrunn, Wien.
- GRAMMEL, R., 1978. *Forstliche Arbeitslehre. Pareys Studentexte 92*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- HÄEBERLE, S., 1977. *Arbeitslehre. Ders Notları, Basılmamıştır*, Göttingen.
- HELLIGE, 1981. *Hellige Firmasının Tıp Cihazları Kataloğu*, Freiburg.
- HETTINGER, T., 1970. *Angewandte Ergonomie (Arbeitsphysiologische und Arbeitsmedizinische Probleme in der Betriebspraxis)*. Barthmann - Verlag, Frechen.
- HILF, H. H., 1976. *Einführung in die Arbeitswissenschaft, Sammlung Göschen 2175*, Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- IUFRO, 1974. *Ergonomics in Sawmills and Woodworking Industries. Symposium in Schweden, August 26 - 30, 1974, Stockholm*.
- IUFRO, 1971. *Methods in Ergonomic Research in Forestry. IUFRO Seminar Silvifuturum Hurdal, Norway, September 1971*.
- JAEGER, 1981. *Jaeger Firmasının Tıp Cihazları Kataloğu*, Würzburg.
- INCİR, G., 1979. *Endüstriyel İşyerlerinde Çevre Koşullarının etkileri. Millî Prodük-tivite Merkezi Yayınları No: 227*, Ankara.
- KAMINSKY, G., 1971. *Praktikum der Arbeitswissenschaft (Analytische Untersuchungsverfahren beim Studium der menschlichen Arbeit)*. Carl Hanser Verlag, München.

- KIRCHNER/ROHMERT, 1974. *Ergonomische Leitregeln zur menschengerechten Arbeitsgestaltung (Katalog arbeitswissenschaftlicher Richtlinien über die menschengerechte Gestaltung der Arbeit)*. Carl Hanser Verlag, München - Wien
- LAM, T.H., 1967. *Antropologisch - arbeitsphysiologische Untersuchungen über die Anpassung von in Europa bewahrten forstlichen Arbeitswerkzeugen an die Körperkonstitution kleinwüchsiger Völkerrassen (Am Beispiel der Vietnamesen)*. Dissertation, Hann. Münden
- LEYENDER, H., 1953. *Untersuchungen über die körperliche Beanspruchung bei der Waldarbeit im Rahmen einer forstlichen Arbeitsbewertung*. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, Band 6, J.D. Sauerlaender's Verlag, Frankfurt am Main.
- MÜLLER, E. A., HEISING, A., 1961. *Die Bestimmung des Energieumsatzes der beruflichen Arbeit im Respiationsversuch*. Methoden des Max-Planck-Instituts für Arbeitsphysiologie, Dortmund.
- MÜLLER, E. A., HIMMELMANN, W., 1961. *Die Anwendung der foto-elektrischen Pulszähler*. Methoden des Max-Planck-Instituts für Arbeitsphysiologie, Dortmund.
- MÜLLER, E. A., SOLBACH, G., 1961. *Die Gasanalyse nach Haldane*. Methoden des Max-Planck-Instituts für Arbeitsphysiologie, Dortmund.
- SABANCI, A., 1978. *Tarım Traktörlerinin Ergonomik Nitelikleri Üzerinde Bir Araştırma*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Doktora tezi, Adana.
- SCHMIDTKE, H., 1973. *Ergonomie 1 (Grundlagen menschlicher Arbeit und Leistung)*. Carl Hanser Verlag, München.
- SCHMIDTKE, H., 1974. *Ergonomie 2 (Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsumwelt)*. Carl Hanser Verlag, München.
- SPITZER - HETTINGER, 1969. *Tafeln für den Kalorienumsatz bei körperlicher Arbeit*. Sonderheft der REFA - Nachrichten. Beuth - Vertrieb GmbH, Berlin W 15, Köln, Frankfurt am Main.
- WIBBE, J., 1966. *Arbeitsbelastung (Grundlagen des Arbeits- und Zeitstudiums)*. Carl Hanser Verlag, München.
- ZANDER, J. (Çeviren: A. SABANCI), 1980. *Ergonominin Temel İlkeleri*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Ders Notu Yayınları, Adana.