

BİR MOBİLYA FABRİKASINDA İŞGÖRENLERİN FİZİKSEL VE PSİKOLOJİK İŞ YÜKÜ SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ VE UYGUN İSTASYONLARDA ÇALIŞTIRILMASI

Halil İbrahim KORUCA*, Lale AYDIN, Hasibe Berfu DEMİR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*İş Etüdü,
Fiziksel ve Psikolojik İş Yüğü,
Mobilya İmalatı*

Özet

Üretim faktörlerinin en önemli unsuru olan insan, işçi veya personel bir üretim tesisinde/ sisteminde çalışırken hem çalışma ortamında çeşitli faktörlere maruz kalmakta, hem de işin gereği olarak iş koşullarından etkilenmektedir. İnsanı/çalışanı etkileyen bu faktörlerinin çalışan üzerinde oluşturduğu yorgunluğun sayısal değerler ile ifade edilebilirliği çok net olarak hesaplanamamaktadır. Çünkü yorgunluk düzeyi kişiden kişiye değişmekle birlikte işçilerin fiziksel yapısı ve psikolojisi farklı düzeylerde etkilenmektedir.

Yorgunluk, iş yükü nedeniyle bir organda, kasta veya tüm organizmada işlevsel yeteneğin ve performansın azalması olup, en çok karşılaşılan fizyolojik faktörlerden biridir. İşçiler açısından sürekli aynı ve benzer işleri her gün ve yıllar boyunca belirli bir tempoda tekrar tekrar yapmak, fizyolojik ve psikolojik yorgunluğa neden olmaktadır.

Pek çok fabrikada planlama aşamasında işçilerin yorulma düzeyleri sezgisel yöntemlerle (işverenin veya ustanın tecrübeleriyle) belirlenmekte olup, yaptığı işe ve ortama göre belirli bir sistematik hesaplama yapılmamaktadır. İşçilerin yaptığı işe göre fiziksel ve psikolojik yorgunluğun niceliksel değerler ile ifade edilmesi bu aşamada büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında, bir mobilya fabrikasında işgörenlerin imalat süreci boyunca gerçekleştirdiği işlemler gözlenmiş, örnek olarak bir ürün için iş akış planları çıkarılmış, iş etütleri yapılmış, işçilerin sorumlu olduğu çalışma alanı içerisinde psikolojik ve fizyolojik açıdan ergonomik inceleme yapılmış ve yorgunluk açısından değerlendirilmiştir.

DETERMINATION OF EMPLOYEES' PHYSICAL AND PSYCHOLOGICAL WORKLOAD AND EMPLOYMENT IN SUITABLE STATIONS IN A FURNITURE FACTORY

Keywords

*Work Study,
Physical and
Psychological Work Load,
Furniture Manufacturing,*

Abstract

Human, employee or staff, as the most important element of production factors, both are exposed to various factors in the work environment and are affected by the work conditions as the nature of the work, while working in a production plant/system. The availability of expression with numerical values of these factors that caused tiredness on human/employee, cannot be calculated clearly. Because tiredness levels change from person to person, furthermore, employees' physical structure and psychology affect at different levels.

Tiredness, is one of the most common physiological factors that is reduction of

* İlgili yazar: halilkoruca@sdu.edu.tr

functional ability and performance in an organ, muscle or the whole organism because of the workload. On the employee side, doing always the same and similar work in a certain pace every day again and again over the years causes physiological and psychological tiredness.

Many of the workers in the planning stages at the factory tiredness levels are determined using intuitive methods (experiences of employer or foreman) and there is not a systematic calculation according to the work or the workplace. The quantitative values are expressed in terms of physical and psychological tiredness, according to his hiring workers is of paramount importance at this stage.

In the scope of this study, processes taking place in the furniture factory were observed throughout the manufacturing processes performed by employees and for example, workflow plans were issued for a product. In addition, work studies were performed, in the work area that employees are responsible for,, psychological and physiological aspects of ergonomic investigation conducted and evaluated in terms of tiredness.

1.Giriş

Üretim faktörlerinin en önemli unsuru olan insan, işçi veya personel bir üretim tesisinde/ sisteminde çalışırken, hem çalışma ortamında çeşitli faktörlere maruz kalmakta, hem de işin gereği olarak iş koşullarından etkilenmektedir. İnsanı/ çalışanı etkileyen bu faktörlerinin çalışanı etkilemesi, çalışan üzerinde oluşturduğu yorgunluk sayısal değerler ile ifade edilebilirliği çok net olarak hesaplanamamaktadır. Çünkü yorgunluk düzeyi kişiye göre değişmekle birlikte, işgörenin işten etkilenmesi fiziksel ve psikolojik yapılarına bağlı olarak etkilenmektedir.

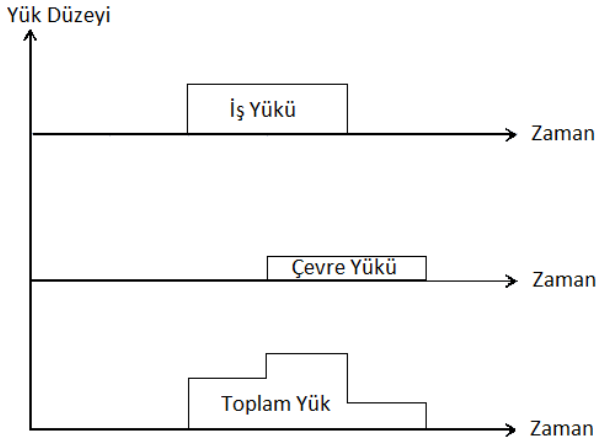
Yorgunluk, iş yükü nedeniyle bir organda, kasta veya tüm organizmada işlevsel yeteneğin ve performansın azalması olup, en çok karşılaşılan fizyolojik faktörlerden biridir. İşçiler açısından sürekli aynı ve benzer işleri her gün ve yıllar boyunca belirli bir tempoda tekrar tekrar yapmak, fizyolojik ve psikolojik yorgunluğa neden olmaktadır.

Yorgunluk işaretleri hem objektif hem de sübjektif karaktere sahiptir. Yorgunluk işaretlerinden en önemlileri şunlardır: Sübjektif yorgunluk, uyku hali, işten kaçış duygusu algılamaları, kolay düşünememe, dikkat azalması, algılama hızının düşmesi, bedensel ve mental faaliyetlerde performans düşüşü sayılabilir (Babalık, 2011).

Fiziksel yorgunluğun kaslarda ağrı, gözaltlarında morarma, uykusuzluk gibi etkileri vardır. Psikolojik yorgunluk ise, tükenmişlik hissi, depresyon gibi, psikolojik rahatsızlıklara neden olmaktadır.

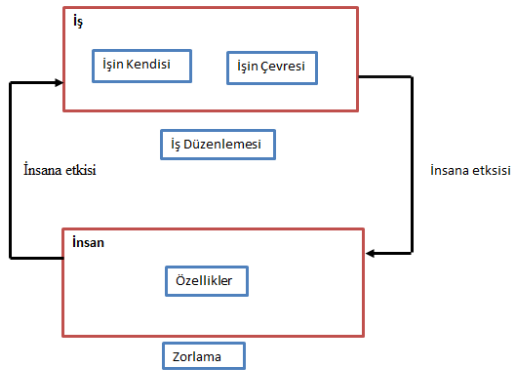
İşin gerçekleştirilmesi esnasında kişiye işinden doğrudan veya dolaylı şekilde gelen ve işçinin karşılaşması, yenmesi gereken bir direnç oluşturan her türlü etkinin toplamına iş yükü denir. İş yükü çeşitli iş istasyonlarında oluşabilir. Örneğin; bir civatayı sıkamak için kol kasları yardımıyla uygulanan döndürme momenti veya fiziksel ortamın gürültüsü, ortamın nemi, vb. Bir üretim işletmesinde, yapılan işin içeriği kadar, işin yapıldığı ortamın özelliği, gürültü, sıcak, soğuk, tozlu v.s. oluşu gibi çevre koşulları da etki eder. İşçi civatayı moment ayarlı bir anahtarla sıkılayacaksa, anahtarın ayarlandığı değeri gösteren göstergenin kolay veya zor anlaşılır olması da işin yükünü etkiler. Bunların işçinin kendi özellikleri ile hiç ilgisi olmamakla birlikte, doğrudan iş, işin düzenlenmesi ve işin çevre koşulları ile ilgilidir. İş yerinin sosyal havası, yönetimin işçiye yaklaşımı, işin yapılması, bitmesi gereken sürenin zaman baskısı da iş koşullarını etkileyebileceğinden kısmi yük olarak kabul edilmesi gerekmektedir (Babalık, 2011).

Kısmi yüklerin toplamı, toplam iş yükünü verir. Fakat bu toplama basit matematiksel bir toplama değildir. Sadece belirli zaman dilimlerinde yükün arttığını veya azaldığını gösterir. İş yükü çevre yükü ile birleştiğinde daha büyük bir yük ortaya çıkar. Bu durum yorgunluğu da aynı oranda artırır (Şekil 1.1)



Şekil 1: Toplam İş Yükü (Babalık,2011)

İş yükü işçide bireysel özelliklerine bağlı olarak etkide bulunacaktır, kişinin fiziksel özellikleri, yeteneği, becerisi ve deneyimine göre iskelet, kaslar, kalp, solunum sistemi, duyu organları, ter bezeleri, merkezi sinir sistemi ve deride zorlanma ortaya çıkar. Zorlanma kişisel özelliklere bağlı olması nedeniyle, aynı iş yükü, farklı insanlarda farklı zorlanmalara neden olabilmektedir. Yük zorlanma konseptinde insanın özellikleri iç yükler olup işle ilgili nedenler ve kişisel zorlanma dış yükleri oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2: Yük - Zorlanma Konsepti (Babalık,2011)

İnsan, duyuusal, fiziksel ve zihinsel sınırları olan bir varlıktır. İnsanın yetenekleri ile bir iş için kendisinden beklenenlerin karşılaştırılması ortaya uyum sonucunu çıkarır. Bir kişiye bir iş verilirken yetenekleri ile işin gereksinimleri karşılaştırılmalıdır (Chaffin, D.,1975).

İş yükü kavramından yola çıkarak fabrikalarda özellikle hizmet gereksinimlerinin karşılandığı çalışma alanlarında, fiziksel ortamın düzenlenmesi verimlilik açısından önem kazanmaktadır. İşyeri

ortamında işgören, ve iş arasındaki uyumu arttıkça çalışanların daha istekli olarak işe yöneldikleri, iş başarısının arttığı ve işlerin amaçlar doğrultusunda daha uygun şekilde yapıldığı bir gerçektir.

İşverenler, en kısa zaman içinde en fazla ürünü çıkarıp piyasaya sürmek isterler. Bunun sonucu olarak, çalışanların iş yoğunluğunun artmasına, günlük çalışma süresi ve hızını, temposunu artırır. Bu durum, işgörenin ücretinde göreceli bir azalmaya ve aşırı biçimde yıpranmasına ve çalışma motivasyonunu olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle işletmelerde yükü seviyelerinin belirlenmesi iş gücünün doğru planlanması açısından önemlidir.

2. Çalışmanın İçeriği

Bu bildirinin amacı kapsamında; bir mobilya fabrikasından örnek olarak ele alınan birkaç ürünün günlük veya çalıştıkları süre içerisinde çalışanların fiziksel ve psikolojik yorgunluklarının analiz edilmiş, yorgunluk kaynakları değerlendirilmiştir. İşgörenin iş yükü seviyesini belirleyebilmek için mobilya fabrikasında üç farklı ürünün iş akış planı çıkarılarak, iş akış planı üzerindeki işlemlerin ergonomik açıdan incelenmiş ve her bir işlemin iş görene yorgunluk vermesi ile ergonomi bilimi kapsamında belirlenmeye çalışılmıştır. İşgörenin sorumlu olduğu işlerden/ işlemlerden ne kadar etkilendiği günlük üretim miktarına göre yorgunlukları analiz edilmeye çalışılmıştır.

3. Literatür Taraması

Yorgunluğu farklı açılardan birçok araştırmacı incelemeye çalışmıştır. Konuyla ilgili; Demirci ve Armağan (2005) tarafından çalışanların Toplam iş yükü (TİY) seviyelerinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir model geliştirilmiştir. TİY seviyesi belirlenmesi için çalışma ortamı, yapılan iş, çalışanın fiziksel ve zihinsel özelliklerine bağlı olarak hesaplanan bir katsayı belirlenmiştir. Geliştirilen bu modelin analizi ise Analitik Ağ Prosesi (AAP) yöntemi ile yapılmıştır (Demirci ve Armağan, 2005). AAP yönteminin en önemli özelliği değerlendirme sürecinde kullanılan faktörler arasındaki bağımlılıkları dikkate alması ve bu yönüyle daha doğru sonuçların elde edilmesini sağlamasıdır. Çalışmanın sonucunda geliştirilen modele ilişkin bir uygulama yapılmış ve bu uygulama üzerinde modelin kullanımı gösterilmiştir. TİY seviyesini etkileyen faktör ve alt faktörlerin belirlenmesi, belirlenen faktör grupları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve bu ilişkilerden hareketle ikili karşılaştırma

matrislerinin düzenlenerek faktörlere ilişkin önem ağırlıklarının belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. İş yükü kavramı fiziksel ve psikolojik iş yükü olmak üzere ikiye ayrılabilir.

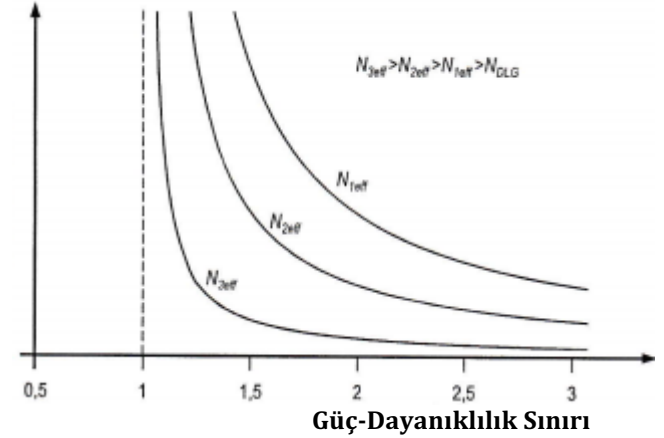
Fiziksel İş Yükü: Bir işi yerine getirilirken harcanan fiziksel kaynakların ölçülebilir bir ifadesidir. Fiziksel iş yükü genellikle harcanan enerji miktarı ile ölçülmektedir. Fizyolojik iş yükünün belirlenmesinde hafif olarak nitelenebilecek bir iş için yalnızca enerji sarfını dikkate almak yetmeyebilir. İşçinin duruş şekli, yürüyor veya oturuyor olması, yapılan işin sıklığı, monotonluğu gibi etmenleri de bu kapsamda düşünmek gerekir. Hareket sırasında kasların kullandığı enerji, gıda maddeleri ile alınan kimyasal bileşiklerin solunumla alınan oksijen aracılığıyla yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır. İnsanın enerji tüketimi; aldığı gıdaya, tükettiği oksijene ve ortaya çıkan ısıya göre belirlenebilir ve bu değişkenler enerji tüketimini ölçen yöntemlerde güvenilir olarak kullanılabilirler. Fiziksel işgücü, enerji tüketimine göre ölçülmekte ve tanımlanmaktadır. İş yükü genellikle kilokalori cinsinden ve oksijen tüketimi olarak ölçülmektedir. İnsan sahip olduğu enerjinin bir bölümünü bazal metabolizmasının devamı için kullanmak zorundadır. Başka bir deyişle hiç iş yapmayan, dinlenme halindeki bir insan, yalnız organlarının çalışması için bir enerji harcamaktadır. Bundan artakalan enerji ise çalışma ve diğer günlük faaliyetler için kullanılır. İnsanların günlük enerji tüketimi bireyler arasında önemli farklılıklar gösterdiğinden bu konuda ortalama değerler bulmak oldukça zordur. 1949 yılında FAO'nun ortaya attığı değerlere göre hafif endüstriyel işlerde çalışanlar, laboratuvar görevlileri veya kamyon sürücülere uzun dönemde günde 3200 kcal'ye gereksinim duymaktadırlar. Kıyaslama ile bulunan bazı değerlere göre de büro işçileri günde 2800 kcal., maden işçileri 3600 kcal 'ye ihtiyaç duymaktadır (Ordukaya, 2011).

İnsanın günlük yaşamı uykuda, işi dışındaki faaliyetlerde ve çalışma sırasında geçen zaman olmak üzere 3 ana bölümde düşünülebilir. Son iki bölümün enerji gereksiniminin günde 2000 kcal. dolayında olduğu düşünülmektedir. Pek çok araştırmacı normal bir insanın enerji tüketiminin uzun dönemde günde ortalama 4000-4800 kcal.'yi geçmemesi konusunda birleşmektedir. Bu durumda fizyolojik olarak kabul edilebilir enerji tüketimi uzun süreli işlerde, dakikada 4-5 kcal'yi geçmemelidir. Yapılan işe ağır bir iş denmemesi için Rus bilim adamlarına göre, kabul edilebilir kalp atış sayısı dakikada 100 atış ve altında olmalıdır. Fiziksel yük, vücutta meydana gelen

biyomekanik zorlanmalarla ilgili oluşan faktörler olarak tanımlanmaktadır. Literatürde, çevresel faktörlerden (ışık, ses, sıcaklık, iş organizasyonu, psikososyal faktörler) biri olarak sayılmayan "mekanik maruziyet" olarak da geçmektedir. İş yükü için gerekli olan gücü elde etmek için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Vücudun enerji üretimi sırasında meydana gelen çeşitli fonksiyon değişiklikleri (oksijen tüketimi, kalp atış frekansı değişiklikleri vb.) ölçülerek zorlanma hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Fiziksel iş yükü çevre, eğitim düzeyi, motivasyon ve işin yapılaş şekline etkilenmektedir. (Ordukaya, 2011)

Buna ek olarak, kasların dayanıklılık sınırları uygulanan yüke ve kişiye göre de değişiklik göstermektedir;

Maximum Çalışma



Şekil 3. Farklı efektif yükler ile farklı kas çalışmalarına ait dayanıklılık sınırları N1eff, N2eff, N3eff (Rohmert, 1962)

Yorgunluk göstergesinin zamana bağlı güç derecesindeki değişikliği ifade eder. Mesai saatlerinde büyük yüklerin farklı etkilerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu karşılaştırma dayanıklılık tablosuna göre tanımlanır.

Psikolojik İş Yükü: Belirli bir amacı gerçekleştirmek üzere bir araya gelmiş elemanlar bütünü olarak tanımlanan bir sistem genel olarak; sistem sınırları, sistem elemanları, sistem elemanlarının birbirleri ve sistem çevresiyle olan etkileşiminden meydana gelmektedir. Bir İnsan-makina (İ-M) Sistemi ise insan, çalışma yeri, üretim aracı, iş akışı, iş çevresi ve iş parçasının öngörülen görevi yerine getirmek üzere karşılıklı etkileşim halinde buldukları bir sistemden meydana gelmektedir. İ-M Sistemi işlevsel açıdan incelendiğinde üç alt sistemden oluştuğu

ortaya çıkmaktadır. Bir başka deyişle bir İ-M Sisteminde, görevin yapılması sırasında insan ve makinanın yerine getirdikleri işlevler üç grupta toplanmaktadır (Chaffin, D.,1975): Etkileme (Enerji verme) işlevi, Yönelme (Kumanda) işlevi, Kontrol (Gözleme) işlevi.

Günümüzde bilgisayar desteğinden her ortamda yararlanılıyor olması, İ-M Sistemi içerisinde insana ve makinaya düşen kısmi görevlerde farklılaşmaya neden olmakta ve çalışanlar açısından iş özelliklerini fiziksel boyuttan zihinsel boyuta ve görevi bizzat yapmaktan denetim ve kontrole doğru değiştirmektedir. Bu değişim nedeniyle günümüze kadar kullanılan ve daha çok da fiziksel (kassal) ağırlıklı işlerin analizinde ve bu tür işlerde çalışan insanların performanslarını değerlendirmede kullanılan yöntemler ve teknikler yetersiz kalmaktadır. Denetim ve kontrole doğru yönlendirilen görev özelliklerinin ve bu özelliklere cevap verecek insanın fiziksel özelliklerinin yanında, algılama hızı ve doğruluğu, dikkat, hafıza, zekâ gibi psikolojik ve bilişsel özelliklerinin de dikkate alınması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Zihinsel ağırlıklı işler için kapsamlı analiz ve değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Chaffin, D.,1975).

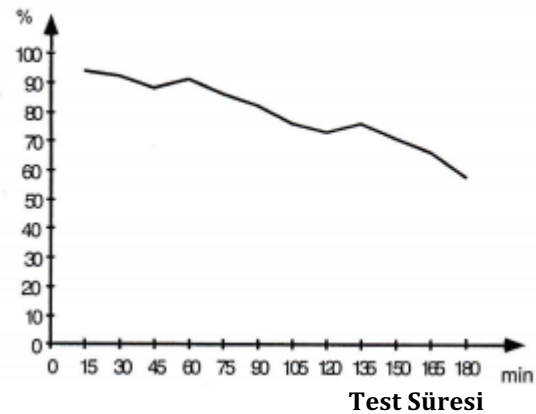
Zihinsel ağırlıklı çalışmalarda, görünüşte çalışanlar daha az iş yapmaktadırlar, ancak fiziksel çabanın azalması her zaman genel iş yükünün azalması anlamına gelmemektedir. Zihinsel ağırlıklı çalışmalarda iş yükünü belirlemek, fiziksel ağırlıklı çalışmalara göre daha karmaşık ve zor olmaktadır. Çünkü iş yükü ölçümü için kabul görmüş bir metrik bulunmamaktadır. Bunun yanında zihinsel ağırlıklı çalışmaların performansını belirlemek, çalışanlara görev atamaları sırasında bir temel teşkil etmek ve İ-M Sisteminin çıktı kalitesi açısından zihinsel iş yükünün belirlenmesi ve dengelenmesi oldukça büyük bir önem taşımaktadır. Aşırı yüklenmeden (overload) kaçınmak öncelikli, çok az yüklenmeden (underload) kaçınmak da diğer önemli bir konudur. Gerçekten istenen şey; zihinsel iş yükündeki çok veya az olma durumlarından herhangi bir çeşidinden kaçınmak ve bozucu etkilerden uzak ve kişisel gelişmeye imkan sağlayan optimal zihinsel iş yükünü sağlamaktır. Birçok teori iş yükünü sadece operatörün işleme kapasitesi olarak nitelemektedir. Bazı teoriler de duyuşsal ve fiziksel konuları dikkate almaktadır. Zihinsel yük kavramı çevresel talepler ve bunları karşılayacak kaynaklar arasındaki ilişkiyi nitelemektedir. Zihinsel yük teorilerinde kaynaklar

özel bir görevi icra etmek için mevcut işleme kapasitesini, talepler ise görevi icra etmek için ihtiyaç duyulan işlemeyi nitelemektedir. Zihinsel yük teorileri, bilişsel ve enerjik işlemler arasındaki etkileşimi tanımlayan insan performansı araştırmalarından doğan modellere bağlıdır. Bilişsel işlemler, mantıksal operasyonları kullanarak algısal enformasyonu motor davranışlara dönüştürmektedir (Wilson, J.R.,1990).

Zihinsel yük, kişinin sahip olduğu mevcut kaynak miktarı ve görevin gerektirdiği kaynak miktarı arasındaki fark ile ilgili bir kavramdır. Bu zihinsel yüklenmenin hem kişideki mevcut kaynak miktarı, hem de görevin kişi üzerindeki gereklilerinin değiştirilmesi ile değişebileceği anlamını taşımaktadır. Bir açıdan zihinsel iş yükü kavramı, fiziksel iş yükü kavramına benzerlik göstermektedir. Zihinsel yük büyüdükçe görevin daha da zorlaştığı varsayılmaktadır. Ayrıca, operatörler arasında algılama/ işleme kapasitesi açısından farklılıklar ve bir operatörün kapasitesinde yorgunluk, uykusuzluk endişe ve psikosomatik rahatsızlıklar (örneğin baş ağrısı) nedeniyle dalgalanmalar olmaktadır. Bu ise bir çalışma çevresinin, istenen kapasitesinin operatörün kapasitesinin altında kalacak şekilde tasarlanması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Diğer önemli bir nokta ise operatörün bu görevi uzun süre icra edebilmesini sağlamaktır (günde sekiz saat ve yıllar boyu).

Psikolojik yükün zamana bağlı etkileri ölçülmek için zihinsel yükleme sonrası sinyal algılama performansı ölçülmüş ve bir grafik elde edilmiştir;

Tespit Edilen Sinyallerin Ortalama Yüzdesi



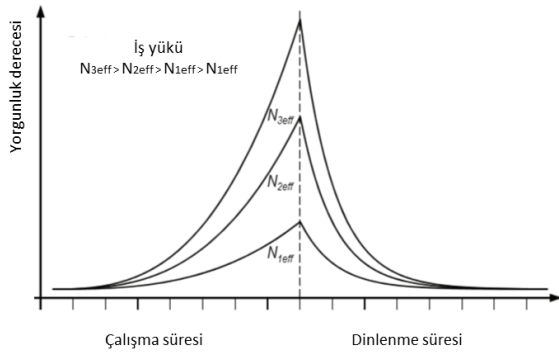
Şekil 4: Zihinsel yükleme sonrası sinyal algılama

Test süresi fonksiyonu olarak ve zihinsel yükleme sonrası sinyal algılama performansı 60 dakika ergonomik çalışma,30 dakika, görüntü değişimi Şekil1.4' de verilmiştir. Deney/ test süresine bağlı

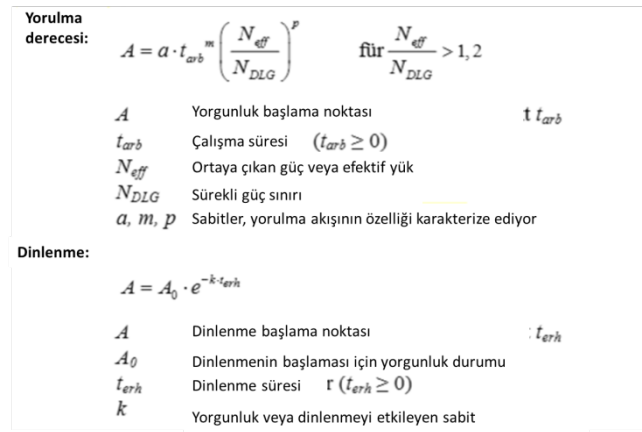
olarak yorgunlukla insan hatalarındaki artış, veya yorgunluğun etkisiyle çalışma performansının düştüğü görülmektedir (Schmidtke, 1981).

İş yükü ve Dinlenmenin Ölçülmesi

Farklı iş yükleri altında çalışma süresine bağlı olarak yorgunluk derecesi ve buna bağlı olarak dinlenme süresinin yorgunluğun azalması Şekil-5 görülmektedir.



Şekil 5: Çalışma süresi ve yorgunluk derecesi (Farklı iş yükleri altında) (Rohmert 1962).



Şekil 6: Yorgunluk Derecesi ve Dinlenme Formülleri (Rohmert,1962)

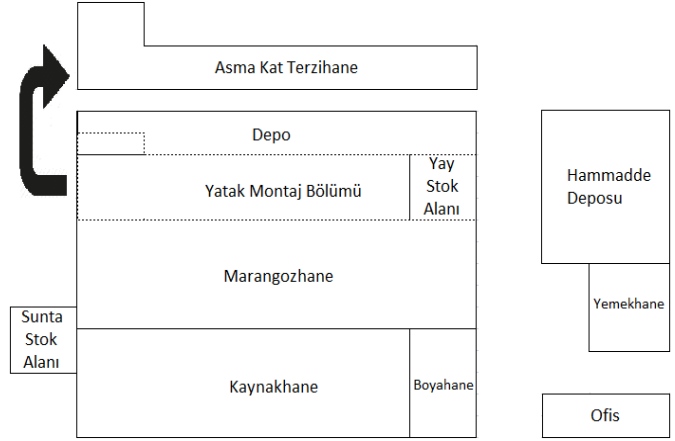
Sürekli sınır değerlerinin üzerindeki iş yükü, hem yük altında kalma süresi, hem de hem de yükün fazlalığı güç fonksiyonuna denkleminde göre iş yüklerinde yorulma derecesi yükseltir (ROHMERT 1962). Dinlenme sonrası yorgunluk derecesi aşırı hızlı artış/azalış (üstel) olarak tekrar düşer. Bu düşme formüllerdeki, yorulma derece denklemi ve dinlenme fonksiyonu denkleminde göre gerçekleşir (Şekil 6).

4. Araştırma Sorusu

- Mobilya imalatında çalışanlar hangi fiziksel ve psikolojik faktörlerden etkilenir?

- Hangi faktörler çalışanları çok fazla yormaktadır, buna karşı ne gibi önlemler alınmalıdır?
- Fiziksel ve psikolojik açıdan işyerinin yeniden tasarlanması gerekir mi?

5.Yöntem ve Metotlar



Şekil 7: Fabrika Yerleşim Planı

Şekil 7'de verilen mobilya fabrikasında işgörenleri etkileyen faktörler belirlenmiştir;

A. Fiziksel Faktörler

- **Klima:** İşin yapıldığı ortamda sıcaklık, nem, rüzgar hızı ve ısı radyasyonunun tamamını kapsayan bir çevre faktörüdür (Babalık, 2011). Fabrika bazında değerlendirildiğinde, genellikle en çok sorunla karşılaşılan faktörlerden birinin sıcaklık olduğu görülmektedir.
- **Çalışma Pozisyonu:** Vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacakların yapılan işe ve işin özelliklerine göre hizalanması şeklinde tanımlanmaktadır. Uygun olmayan duruşlar ise bir veya birden fazla uzvun, hareketsiz vücut duruşundan sapması olarak ayrıca, çeşitli kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının, yüksek oranda durağan görevler yapan operatörlerde ortaya çıktığını ve hatta bunların uzun dönemde ciddi rahatsızlıklara sebep olacağını belirtmiştir (Dağdeviren, Diyar, Kurt, 2003).
- **Gürültü:** Bulunulan ortamda kişiye rahatsızlık veren ses olarak tanımlanabilir (Babalık, 2011). Fabrika ortamı için maksimum gürültü düzeyi 80-85 dB olarak belirlenmiştir.

- **Mekanik Titreşimler:** Bir katı cismin parçacıklarının statik denge konumu etrafında yaptığı düzenli veya düzensiz harekettir. Titreşimin genliği, frekansı, etki süresi, zamana göre değişimi, titreşim yönü ve titreşimin etki noktası oluşan etkiyi belirleyen faktörlerdir (Babalık, 2011).
- **Aydınlatma:** İşin yapıldığı ortamda ışık akımı, ışık şiddeti, aydınlatma şiddeti, aydınlatma yoğunluğu, refleksiyon derecesi ve kontrastı kapsayan çevre faktörüdür (Babalık, 2011).Yapılan işin hassasiyetine göre aydınlatma standardı da değişmektedir.
- **Toz, Gaz, Kimyasal Madde:** Sağlığa zararlı olabilecek tüm katı, sıvı ve hava içinde uçuşan maddeler olarak tanımlanabilir. Bunlar insandan kaynaklanan ve çevreden kaynaklanan maddeler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Babalık, 2011).

B. Psikolojik Faktörler

- **Mental Faaliyetler:** Her türlü zihinsel faaliyetler ve insan-makine sisteminde bilgi algılama, bilgi işlemeyi kapsamaktadır (Babalık, 2011). Uzun süren, karmaşık veya monoton zihinsel faaliyetler yorgunluğa sebep olmaktadır.
- **Duygu Durumu:** İşgörenin mutlu, üzgün, sınırlı olma hali, fiziksel faktörlerde olduğu gibi yorulma üzerinde doğrudan etkilidir. Örneğin; çalışan mutluysen tüm enerjisiyle daha uzun süre yorulmadan çalışabilirken, negatif duygu durumuna sahipken muhtemelen çalışmak istemeyecek ve daha kısa sürede yorulacaktır.
- **Stres:** İnsanın çeşitli psikolojik etkilerin yükü altında zorlanması olarak tanımlanabilir. Çalışan üzerinde stres, daha çabuk yorulmaya sebep olabileceği gibi, uzun vadede çeşitli rahatsızlıklar ortaya çıkmasına da neden olabilmektedir.

Fabrika bu faktörler yönünden incelenmiş ve bazı ergonomik ölçümler yapılmıştır;

Isıya Yönelik Bulgular:

Çalışma ortamı sıcaklığının normal şartlarda 19-23°C olması gerekmektedir. Isıtma sistemi henüz devreye sokulmadan önce (08:30) ve sonra (10:30) ölçümler

yapılmıştır. Bu ölçümlere göre, ısıtma sistemi olmadan ortam sıcaklığı normal düzeyin altına düşerken, sistem devreye sokulduğunda ideal sıcaklık yakalanmaktadır.

	Terzihane		Montaj Bölümü		Marangozhane		Kaynak		Yatak Montaj		Depo	
	08:30	10:30	08:30	10:30	08:30	10:30	08:30	10:30	08:30	10:30	08:30	10:30
Tezgâh Boyları(cm)	87.3	87.3	69.3	69.3	86.2	86.2	89.2	89.2	82.4	82.4	-	-
CO ₂ (ppm)	789	792	889	927	701	1015	711	1609	688	840	-	680
Sıcaklık(°C)	18.9	22.6	18.4	23	18	22.4	17.4	22.7	16.1	20.2	-	18.4
Bağıl Nem(%)	34.7	29	35.1	29.5	37.5	30.6	44.5	38.8	43.3	39.9	-	41.4
Ses (dB)	80.1	61.6	74.6	60.4	88	80.8	68	77.7	61.3	38.9	-	50.9
Işık(lüks)		36.3		119.3		15		12		48.9	-	7.8

Tablo 1. Ergonomik Ölçüm Verileri

Bu ölçümler neticesinde çeşitli bulgular elde edilmiştir;

İşığa Yönelik Bulgular:

Baza, yatak, kanep montajı yapılan bölümlerde ve özellikle de terzihanede ışığın yetersizliği dikkat çekmektedir. Bu yetersizlik, işlerin yavaşlamasına, montaj hattında tekrar işleme maliyetinde artmaya, terzihanede ise geri döndürülemeyecek hatalara yol açmaktadır.

Nem Oranına Yönelik Bulgular:

Nem oranı olması gereken aralıkta (%30-50) tespit edilmiş olup herhangi bir soruna yol açmamaktadır.

CO₂ Miktarına Yönelik Bulgular:

CO₂ miktarının üst sınırı fabrikalar için 1500 ppm'dir. Kaynakhanede bu değerin yoğun çalışma temposunda aşıldığı görülmektedir. Bu durum işçilerin daha kolay yorulmasına ve performanslarının düşmesine neden olmaktadır.

Gürültü Düzeyine Yönelik Bulgular:

Ölçümler sonucunda gürültü düzeyinin 88 dB'e kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu rakam kısa vadede duyma kaybı riski taşımaya da ilerleyen yaşlarda duyma yetisinin kaybedilmesine neden olacağı açıktır. Ayrıca bu sorun işçilerin agresif hareketler sergilemelerine, işe konsantre olamamalarına da neden olabilmektedir.

Duruş Bozukluklarına Yönelik Bulgular:

Gözlemler sonucu işçilerin terzihanede çalışanlar dışında ayakta çalıştıkları tespit edilmiştir. Ayrıca tezgâh seviyelerinin de işçilerin antropometrik ölçülerine göre ayarlanmamasının sonucu olarak çoğunlukla omurgayı zorlayacak seviyede eğilerek çalıştıkları gözlemlenmiştir.

Bilişsel Ergonomiye Yönelik Bulgular:

Rohmert, 1962; Lehrbuch der Ergonomie. Hanser, München, Wien; In Schlick, C., Bruder, R., Luczak, H., 2010, Arbeitswissenschaft, Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

Wilson, J.R., Corlett, E.N. (1990). Evaluation of Human Work, Taylor and Francis, Bristol, PA.