

MOBİLYA SEKTÖRÜNDE YAŞANAN KAS-İSKELET SİSTEMİ RİSKLERİNİN FARKLI DEĞERLENDİRME METOTLARI İLE İNCELENMESİ VE MİNİMİZASYONU

Selma KOÇ*, Özlem Müge TESTİK

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

selma.koc2005@gmail.com, ozlemaydin@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.01.2016; Kabul Ediliş Tarihi: 25.03.2016

ÖZ

Sırt, bacak, kol, boyun, bilek vb. bölgeleri etkileyen kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, fiziksel güç gerektiren işleri yapan çalışanlarda sıklıkla görülmektedir. Bu nedenle, insanın çalışma ortamında yıpranmasını azaltmak, yeteneklerinden daha etkin bir şekilde yararlanmak amacı ile ergonomik uygulamaların yaygınlaşması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu çalışmada, işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları çok yönlü olarak ele alınmıştır. Literatürde yer alan ergonomik risk değerlendirme metodlarına yer verilmiş, mobilya imalatındaki işe bağlı kas iskelet sistemi sorunlarına değinilmiştir. Çalışmanın uygulama aşamasında, tehlikeli sınıfta yer alan ve sektörde öncü bir mobilya fabrikası tercih edilmiştir. Araştırmanın yöntemi belirlenirken birleştirilmiş/tüm vücut değerlendirme metodlarından olan OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri seçilmiştir. Seçilen bu dört yöntem ile mobilya fabrikasında ergonomik risk değerlendirmesi yapılmış olup, tespit edilen ergonomik risklere ilişkin çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ergonomik risk değerlendirmesi yöntemleri, OWAS, QEC, REBA, ManTRA

INVESTIGATION AND MINIMIZATION OF MUSCULOSKELETAL RISKS IN FURNITURE INDUSTRY WITH DIFFERENT METHODS

ABSTRACT

Musculoskeletal disorders which are affecting back, legs, arms, neck, wrist etc, frequently found in workers working in jobs that require physical strength. Therefore, in order to reduce the wear conditions of the people in the working environment, to benefit from skills of people more effectively, the spread of ergonomic applications has become mandatory. In this study, work related musculoskeletal disorders were considered as versatile. Ergonomic risk assessment methods in the literature were mentioned and work related musculoskeletal disorders in furniture manufacturing were explained. The implementation phase of the study, a furniture factory which is located in a hazard class and industry-leading was preferred. When selecting methods, OWAS, REBA, QEC and ManTRA methods were selected because of they are combined/whole body assessment methods. Ergonomic risk assessments have been made in furniture factory with these 4 methods and solutions have been developed related to identified ergonomic risks.

Keywords: Ergonomic risk assessment methods, OWAS, REBA, QEC, ManTRA

* İletişim yazarı

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte üretim süreçlerindeki makineleşme oranı yapılan işleri kolaylaştırır da emek gücü ile üretim, hala birçok alanda yoğun olarak kullanılmaktadır. Sırt, bacak, kol, boyun, bilek vb. bölgeleri etkileyen kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, fiziksel güç gerektiren işleri yapan çalışanlarda sıklıkla görülmektedir [1].

Araştırmalara göre endüstriyel işlerin ortalama üçte biri; kaldırma, indirme, tutma, taşıma, itme veya çekme görevleri gibi elle taşıma işlerinden biri ile bağlantılı ve elle taşıma işlerinin bel rahatsızlıklarına sebep olduğu yönünde güçlü kanıtlar bulunmaktadır [2]. Çalışanın görevi esnasında yapmış olduğu itme, çekme, taşıma vb. hareketlerin kas iskelet sistemi rahatsızlıklarındaki artışla ilişkisi incelenmiş ve Amerikan Ulusal Güvenlik Konseyi, 1979 yılında sanayide görülen rahatsızlıkların %27'sinin itme, çekme, taşıma, kaldırma vb. hareketlerden kaynaklandığının düşünüldüğünü belirtmiştir [3]. 1982 yılında, ABD Çalışma Bakanlığı yayımlanmış olduğu raporda, elle taşıma işleri ile ilgili 906 adet bel rahatsızlığı ortaya koymuştur. Raporda yer alan bilgilere göre, çalışanlarda karşılaşılan rahatsızlıklardan %20'si sırt ve bel ağrılarıdır [4].

Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Kurumu (NIOSH) 1988 yılında yapmış olduğu araştırmasında, bel ağrılarının %60'ının aşırı zorlanmalar nedeniyle meydana geldiğini ortaya koymuştur [5]. ABD'de her yıl 500.000'e yakın çalışan zorlanmaya bağlı bir travma ile karşılaşmaktadır. Bu travmalardan %60'ı kaldırma, %20'si ise itme ve çekme ile ilişkili durumlardır. İngiliz Sağlık ve Güvenlik Kurulu, kazaların %25'inin bir yerden malzeme taşıma, kaldırma, itme, çekme vb. hareketler ile ilişkili olduğunu belirtmektedir [6]. Raporda, elle yapılan uygulamalara bağlı travmaların %10 oranında azaltılmasının, İngiltere ekonomisine yılda 170 milyon Sterlin kazandırdığı vurgulanmıştır [7].

Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, çalışanın yapmış olduğu görev ve işyerinin çalışma koşulları ile yakından ilişkili olup, mesleki hastalıklar içinde önemli bir yere sahiptir [8]. Öte yandan, oluşan rahatsızlık nedeniyle işyerinde iş günü kaybı, sigorta ödemesi vb. nedenlerle

işe bağlı kas iskelet rahatsızlıklarının topluma maliyeti de oluşmaktadır [9]. Ulusal Bilim Akademisi, ABD'de işe bağlı kas iskelet rahatsızlıkları nedeniyle yapılan harcama miktarının 1999 yılında 1 trilyon doları aştığını açıklamıştır [10].

Bu araştırma, mobilya sektöründe yaşanan kas iskelet sistemi risklerinin farklı değerlendirme metodları ile incelenmesi ve iyileştirme önerilerinin sunulması temeline dayanmaktadır. Mobilya sektörü, Türkiye'de iki farklı üretim şekli temelinde faaliyetlerini yürütmektedir. Yöntemlerden birincisi, küçük ve orta ölçekli işletmelerin yürütmüş olduğu atölye tipi üretimdir. İkinci yöntem ise CNC tezgâhlarla gerçekleştirilen bilgisayar kontrollü üretimdir. Her iki üretim şeklinde de taşıma ve makineye parça yükleme işlemleri yer almaktadır. Dolayısıyla, iki yöntemde de gerçekleştirilen görevin özelliğine göre çalışanda kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ortaya çıkabilmektedir. Çalışanın özellikle sırt, bel, kol, bacak, boyun ve bilek bölgelerinde ağrılar oluşabilmektedir. Buna ilaveten, çalışanda güçsüzlük, uyuşma, hareket kısıtlılığı vb. sorunlar da oluşabilmektedir. Çalışanlarda kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemek; mevcut risklerin doğru tespiti ve gerekli önleyici tedbirlerin alınması ile çok büyük oranda gerçekleştirilebilir. Yapılan korunma faaliyetlerinin maliyeti, tedaviye oranla çok daha düşük olacaktır [11].

Araştırmada, genel olarak kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları risk maruziyet değerlendirme teknikleri (ergonomik risk değerlendirme yöntemleri) detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Ele alınan dört farklı yöntem, mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikada belirlenen görevlere uygulanmış ve mevcut risklere yönelik çözüm önerileri geliştirilmiştir. Önerilen iyileştirmeler sonrasında seçilen görevler yeniden değerlendirilmiş ve mevcut durum ile iyileştirme sonraki durum karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Bu başlık altında iş sağlığı ve güvenliği, risk değerlendirme, ergonomi kavramları açıklanmış ve işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kavramı

Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization-ILO) iş sağlığı ve güvenliğini; “tüm çalışanların bedensel, ruhsal ve toplumsal sağlık ve refahlarının en üst düzeye yükseltilmesi ve bu durumun korunması, işyeri koşullarının, çevrenin ve üretilen malların getirdiği sağlığa aykırı sonuçların ortadan kaldırılması, çalışanları yaralanmalara ve kazalara maruz bırakacak risk faktörlerinin ortadan kaldırılması, yine çalışanların bedensel ve ruhsal özelliklerine uygun işlere yerleştirilmesi ve sonuç olarak çalışanların bedensel ve ruhsal gereksinimlerine uygun bir iş ortamı yaratılması” şeklinde tanımlamaktadır [12].

İSG çalışmalarının amacı, çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıklarından korumak, daha sağlıklı bir ortamda çalışmalarını sağlamaktır. Yapılan çalışmaların üretim güvenliğini ve verimliliği de desteklemesi gerekmektedir. İSG tedbirlerinin alındığı işyerlerinde çalışanların verimliliği de artmaktadır. Bu artış işyerinin verimliliğine de doğru orantılı olarak yansımaktadır. Diğer yandan, alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin temel amacı, iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesi olduğu için, bu önlemler ile iş kazası ve meslek hastalıklarından doğan maliyetlerden de kurtulmak mümkün olacaktır. Sonuç olarak, iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları toplum ve birey adına hem maddi hem de manevi katkı sağlayacaktır [12].

2.2 Risk Değerlendirmesi Kavramı

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre risk değerlendirmesi, “işyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar” olarak tanımlanmıştır [13].

29 Aralık 2012 tarih ve 28512 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nde belirtildiği üzere risklerin kontrolünde şu adımlar uygulanır:

“a) Planlama: Analiz edilerek etkilerinin büyüklüğüne ve önemine göre sıralı hale getirilen risklerin kontrolü amacıyla bir planlama yapılır.

b) Risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması: Riskin tamamen bertaraf edilmesi, bu mümkün değil ise riskin kabul edilebilir seviyeye indirilmesi için aşağıdaki adımlar uygulanır.

- 1) Tehlike veya tehlike kaynaklarının ortadan kaldırılması.
- 2) Tehlikelinin, tehlikeli olmayanla veya daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi.
- 3) Riskler ile kaynağında mücadele edilmesi.

c) Risk kontrol tedbirlerinin uygulanması: Kararlaştırılan tedbirlerin iş ve işlem basamakları, işlemi yapacak kişi ya da işyeri bölümü, sorumlu kişi ya da işyeri bölümü, başlama ve bitiş tarihi ile benzeri bilgileri içeren planlar hazırlanır. Bu planlar işverence uygulamaya konulur.

ç) Uygulamaların izlenmesi: Hazırlanan planların uygulama adımları düzenli olarak izlenir, denetlenir ve aksayan yönler tespit edilerek gerekli düzeltici ve önleyici işlemler tamamlanır” [14].

2.3 Ergonomi Kavramı

Uluslararası Ergonomi Derneği (International Ergonomics Association-IEA) ergonomiyi; bir sistemdeki insanlar ve diğer elemanlar arasındaki etkileşimi anlamakla ilgilenen bilimsel bir disiplin ve tüm sistem performansını ve insan refahını en iyi hale getirmek için teori, ilke, veri ve tasarım yöntemlerini uygulayan iş kolu şeklinde ifade etmektedir [15].

Ergonominin odak noktası, insan tarafından oluşturulan çevre, nesne, iş süreçleri vb. düzenlenmesinde insanın dikkate alınmasıdır. Temel hedef ise ortaya çıkan insan-makine sisteminin etkinliğini, insanın sağlığını koruyarak artırmaktır. Sistemin insan bileşeni ile diğer bileşenleri arasındaki etkileşimi geliştirmeyi ve böylece çalışma işlevlerinin daha iyi düzeye getirilmesini sağlamayı amaçlar [7].

2.4 İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'na göre “Meslek hastalığı”, “Sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal engel-

lilik halleridir.” Bu tanım, sigortacılık açısından yapılmış olup, tanımda tazmin boyutunun devreye gireceği koşullar belirtilmiştir [16]. ILO Meslek Hastalıkları Listesi'nde meslek hastalıkları dört kategoride toplanmaktadır [17]:

1. İş faaliyetlerinden kaynaklanan ajanlara maruziyet ile meydana gelen meslek hastalıkları

- a) Kimyasal ajanların neden olduğu hastalıklar
- b) Fiziksel ajanların neden olduğu hastalıklar
- c) Biyolojik ajanlar ve bulaşıcı veya parazitik hastalıklar

2. Hedef organ sistemlerinden kaynaklanan meslek hastalıkları

- a) Solunum hastalıkları
- b) Deri hastalıkları
- c) Kas-iskelet hastalıkları
- d) Ruhsal ve davranışsal hastalıklar

3. Mesleki kanserler

4. Diğer hastalıklar

Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, meslek hastalıkları gruplandırmasında “hedef organ sistemlerinden kaynaklanan meslek hastalıkları” grubunda yer almaktadır. Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları; kaslarda, bağlarda, tendonlarda, sinirlerde, kıkırdakta, disklerde (omurga) ve birleşme noktalarında oluşan rahatsızlıklardır. İşle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları birden oluşan rahatsızlık olmayıp; yapılan yanlış hareketin tekrarı, sıklığı, sürekliliğine bağlı olarak aşama aşama gelişen bir rahatsızlıktır [18]. Genellikle aylar veya yıllar süren uzun süreli maruziyetler sonrasında gelişir.

Amerika'nın en önemli ekonomi ve istatistik şirketleri arasında yer alan Bureau of Labor Statistics'in 2001 yılında yapmış olduğu Mesleki Yaralanma ve Rahatsızlıkların Yıllık Araştırması Raporu'nda; Amerika'da, 522.528 işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları hastasının bulunduğu ve bu sayının 329.920'sinin servis endüstrisinde çalışan personel olduğu belirtilmiştir [19].

İngiltere'de, Washington State Çalışma ve Endüstri Departmanı ve Sağlık ve Güvenlik Dairesi'nin hazırladığı raporlarda, endüstride çalışanların %50'sinden fazlasının kas iskelet sistemi rahatsızlığı çektiği bildirilmiştir [20].

Sağlık ve Güvenlik Dairesi, 2006 yılı raporunda,

işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının en yaygın mesleki rahatsızlık olduğundan bahsetmiş ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının bir yılda bir milyon insanı etkilediği belirtilmiştir [21].

2.4.1 İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Risk Faktörleri

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, işyerindeki uzun süreli ve kötü çalışma koşullarına bağlı olarak meydana gelir. Sıklıkla karşılaşılan sorunlar arasında; tekrar eden, bedeni zorlayan ve uzun süreli çalışmalar, itme ve çekme işleri, ağır kaldırma ve uzun süre sabit pozisyonda yapılan çalışmadan söz edilebilir. Titreşim, soğuk hava vb. çevresel koşullar ilave risk teşkil eder. Bu koşullara maruz kalınan süre, sıklık, şiddet ve kişinin bireysel özelliklerine bağlı olarak riskin seviyesi değişiklik göstermektedir. Bahsi geçen bu durumlara “kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörleri” adı verilmektedir [22]. İşle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörleri ikiye ayrılmaktadır:

1. İşle İlgili Risk Faktörleri

- a) Fiziksel Risk Faktörleri
- b) Ergonomik Risk Faktörleri
- c) Psikososyal Risk Faktörleri

2. Kişisel Risk Faktörleri

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ile işle ilgili fiziksel, ergonomik ve psikososyal risk faktörleri arasındaki ilişki bilimsel olarak kanıtlanmış olup, yapılan iş faaliyetleri dışında başka faktörler de kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının oluşumunda rol almaktadır. 2001 yılında ABD Ulusal Bilim Akademisi, çalışanın bel bölgesinde ve üst ekstremitesinde meydana gelen kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının; tekrarlı ve zorlanmaya sebep olan görevler, aşırı yük kaldırma ve çalışma ortamının stresli oluşu vb. koşullara bağlı olarak oluşabileceği ile ilgili bilimsel kanıtların olduğunu ve sorunların iyi tasarlanan ergonomik girişim programları ile en aza indirilebileceğini bildirmiştir [23].

Öte yandan, 6331 sayılı Kanun'un Ekranlı Araçlarla Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliği ve Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği'nde de işveren; kas-iskelet sistemi hastalıkları için mesleki

risklerin belirlenmesi, önlenmesi, çalışanın korunma eğitimi ve iş yerinde ergonomik girişimleri uygulama konusunda yükümlü kılınmıştır.

2.4.2 İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Risk Maruziyet Değerleme Teknikleri (Ergonomik Risk Değerlendirme Metotları)

İşyerindeki kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörlerinin değerlendirmesi genellikle gözlemsel metotlara dayanmaktadır. Ergonomi literatüründeki bazı metotlar araştırmacılar ve uygulayıcılar için uygundur. Birçoğunun uygulamada hızlı ve ucuz olması gibi avantajları bulunmaktadır. Bazıları ise kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemeye, endüstriyi desteklemeye yönelik geliştirilmiştir. Ergonomik müdahaleleri önceliklendirmeye yardım edebilir. Bu metotlardan bazıları, işyerinin kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları risk seviyesini belirlemek amacıyla uzman ve çalışan değerlendirmelerini birleştirmektedir [24].

Burdorf ve Van Der Beek'e göre [25] işe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, risk maruziyet değerlendirme metotları üç kategoriye ayrılabilir: öznel yöntemler, sistematik gözlem ve direkt ölçüm yöntemleridir.

1. Öznel değerlendirmeler: Anketler ve kontrol listeleri, öznel değerlendirmelerde maruziyetlerin değerlendirilmesi için kullanılan yöntemlerdir. Bahsi geçen yöntemlerin en büyük avantajı, maliyetinin düşük olması, etkili yöntemler olması ve büyük çaplı örneklerle uygulanabilmesidir.

2. Sistematik gözlemlere dayalı metotlar: Sistematik olarak iş yerindeki risk maruziyetlerini kayıt altına almak ve nicel değerlendirmeler yapmak amacıyla gözleme dayalı teknikler oluşturulmuştur [19]. Gözlemsel metotlar, uygulayıcılar tarafından hala en çok kullanılan yöntemdir. İş yerindeki iş sağlığı ve güvenliği yönetimi kapsamında, sıklıkla uygulayıcılar için geliştirilir ve KOBİ'nin gereksinimlerine göre uyarlanır. Alanda veri toplamak söz konusu olduğunda kullanımı daha kolay, maliyeti daha düşük ve daha esnek metotlardır [26]. Sistematik gözlemler ikiye ayrılmaktadır:

a) Basit gözlemsel teknikler

b) Gelişmiş gözlemsel teknikler

Literatürde birtakım basit gözlemsel teknikler yer almaktadır. İnsan vücudunun farklı sayıdaki bölgeleri için risk değerlendirmesi yapan farklı teknikler bulunmaktadır. Bazı tekniklerin vücudun sadece çeşitli bölümlerinin duruşunu değerlendirmesine rağmen, çoğunluğu, çeşitli kritik fiziksel maruziyet faktörlerini değerlendirmektedir [26].

Gelişmiş gözlemsel teknikler ise yüksek derecede dinamik faaliyetlerdeki duruş değişiminin değerlendirilmesi amacıyla videoya dayalı geliştirilmiş tekniklerdir. Videoya veya bilgisayara kaydedilen veriler, sonradan özel yazılımlar aracılığıyla objektif bir şekilde değerlendirilir. Belirlenmiş bir çalışma aralığında, çalışanların duruşlarının değişimleri, gerçek zamanlı olarak kayıt altına alınır ve böylece çeşitli eklem parçaları analiz edilir. Ayrıca, değerlendirme sırasında hareketin uzaklığı, hız ve ivme, açısal değişiklik gibi birkaç parametre belirlenebilir.

3. Direkt ölçüm metotları: İnsan hareketlerinin ve duruşlarının analizi için çeşitli direkt ölçüm metotları geliştirilmiştir. Direkt ölçüm metotları için açılabilir, optik araçlar, elektromiyografi, biyomekanik analiz araçları kullanılır. Bu araçlar ile kas faaliyetleri, açısal sapmalar, uygulanan güçler ve vücut hareketleri ile ilgili ayrıntılı şekilde gerçek sayısal bilgiler elde edilir.

Belirtilen bu üç metodun karşılaştırılması yapılar ise daha geçerli ve güvenilir metotlar olduğu için, direkt ölçüm metotları sistematik gözleme dayalı yöntemlerden üstündür. Gözlemsel metotlar ise öznel değerlendirmelerden üstündür [27].

2.4.3 Mobilya İmalatında İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Sorunları

Mobilya, ev ya da iş ortamında oturlan alanlarda çok çeşitli amaçlara yönelik kullanılmak amacıyla sahip olunan eşya diye tanımlanabilir. Türkiye'de geçmişten günümüze mobilya sektörü genel olarak küçük işletmeler şeklinde varlığını sürdürmüştür. Buna rağmen, 1970'li yıllar itibarıyla orta ve büyük ölçekli işletmeler de mobilya sektöründe faaliyet göstermeye başlayarak sektörde kendilerine yer bulmuştur [28].

Mobilya sektöründe üretim, makine parkı ve insan gücü temeline dayanmaktadır. Sektördeki insan gücü kullanımı; parça taşıma ve bunun yanı sıra makineye parça verme, makineden parça alma, kaldırma ve indirme işlemlerinden oluşmaktadır. Bu süreçteki taşıma ve kaldırma işlerinin ergonomik koşullara uygunsuz olması iş kazaları ve meslek hastalıklarına neden olmaktadır. Ayrıca, buna bağlı olarak işletmede iş gücü kaybı olmakta, üretim aksamakta ve işletme açısından maliyetler artmaktadır.

Çalışandaki zorlanmanın minimum düzeye indirilmesi için görevlerin planlanması sırasında dikkat edilmesi gereken konular şunlardır [29]:

İşyerinin Düzenlenmesi: Taşıma ya da kaldırma ile ilgili görevlerin planlanması sırasında, çalışan için yeterli düzeyde bir hareket alanının ayrılmasına özen gösterilmelidir. Özellikle, taşıma işlemini zorlaştıran hareket alanındaki engeller ortadan kaldırılmalıdır.

Yükün Büyüklüğü: Taşınacak ya da kaldırılacak bir yükün ağırlığının yanı sıra, boyutları, uygun tutacak yerlerinin olup olmaması, kolay zarar görebilmesi, ağırlık merkezinin durumu, iş güvenliği yönünden tehlikeli olması çalışanın zorlanmasını etkilemektedir.

Görüş Sahası: Bir çalışanın taşınacak yükün boyutlarını etkileyebilmesi ve değiştirebilmesi genellikle mümkün değildir.

Hareketlerin Uygunluğu: Bir yükün taşınması ya da kaldırılması görevi esnasında, çalışanın doğru vücut duruşu sergilemesi ve tüm gücünü harcamaması gerekmektedir.

Tutma Yerleri: Büyük ebatlarda olan, çalışanın elinin uzanması ve kavraması için uygun olmayan yüklerin taşınması görevlerinde yükün tutma yerlerinin bulunması gereklidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu bölümde, araştırmanın yöntem seçim sürecinden bahsedilmiş ve seçilen yöntemler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Uygulama aşamasında, seçilen yöntemler kullanılarak bir mobilya fabrikasında ergonomik risk değerlendirmesi yapılmıştır.

3.1 Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın yöntemi belirlenirken, öncelikle literatürde yer alan ergonomik risk değerlendirmesi yöntemleri incelenmiş ve Occupational Health and Safety Council of Ontario (OHSCO) Musculoskeletal Disorders Prevention Series'de belirtildiği üzere, birleştirilmiş/tüm vücut değerlendirme metotlarından olan OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri seçilmiştir.

Öncelikle fabrikada ergonomik risk değerlendirmesi yapılacak görevler belirlenmiştir. Görevler seçilirken fabrikada yapılan tüm işlemlere ilişkin görevler ele alınmış olup, yalnızca tekrarlı görevler ele alınmıştır. Sonuç olarak, mobilya fabrikasında hammadde aşamasından ürünün çıktısına kadar olan sürece ilişkin 40 adet görev belirlenmiş ve yukarıda belirtilen dört ergonomik risk değerlendirme yöntemi (OWAS, REBA, QEC ve ManTRA) 40 görevin tümüne uygulanmıştır. Ergonomik risk değerlendirme sonucunda, eylem önceliği gerektiren görevlerle ilgili "iyileştirme faaliyeti önerileri" geliştirilmiş ve tüm görevler iyileştirme sonrası OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri ile yeniden analiz edilmiştir.

Dört farklı yöntemin eylem seviyeleri birbirinden farklılık göstermektedir. Mevcut durum ile iyileştirme sonrası durumu doğru analiz edebilmek ve risk değerlendirme sonuçlarını tek bir çizelgede görebilmek adına her yöntemin eylem seviyeleri numaralandırılmıştır. OWAS yöntemi eylem seviyeleri Çizelge 22'de belirtildiği gibi, 1, 2, 3, 4 şeklinde numaralandırılmıştır. REBA yönteminin eylem seviyeleri ise 0, 1, 2, 3, 4'tür. QEC puanları en azdan en çoğa doğru 1 ($\leq 40\%$), 2 (41–50%), 3 (51–70%), 4 ($> 70\%$) şeklinde numaralandırılmıştır. ManTRA yönteminde "eylem önceliği mevcuttur" ve "eylem önceliği mevcut değildir" olmak üzere iki seçenek yer almakta olup, "eylem önceliği mevcuttur" 1, "eylem önceliği mevcut değildir" ise 0 şeklinde numaralandırılmıştır.

Diğer yandan yöntemler, farklı ölçeklerle değerlendirildiği için ölçekler 100 tam puan üzerinden değerlendirme puanlarına dönüştürülmüştür. Her bir görev için her bir yöntemin puanı ve 100 tam puan üzerinden hesaplanmış değerlendirme puanları Çizelge 22'de verilmiştir.

Değerlendirilen göreve ilişkin mevcut durumun puanları ve yüzdeleri Çizelge 22’de 1 ve 8. sütunlar arasında (S1-S8) verilmiştir. Dört farklı yöntemle yapılan ergonomik risk değerlendirmesi sonucunda, eylem önceliği gerektiren görevlerle ilgili “iyileştirme faaliyeti önerileri” geliştirilmiştir. İyileştirme önerileri doğrultusunda yeniden analiz edilen görevlerin iyileştirme sonrası puanları ve yüzdeleri Çizelge 22’de 9 ve 16. sütunlar arasında (S9-S16) verilmiştir. Mevcut durum yüzdeleri ile öngörülen iyileştirme sonrası hesaplanan yüzdeler arasındaki yüzde farklarını içeren “İyileştirme Puanı” Çizelge 22’de 17 ve 20. sütunlar arasında (S17-S20) gösterilmektedir.

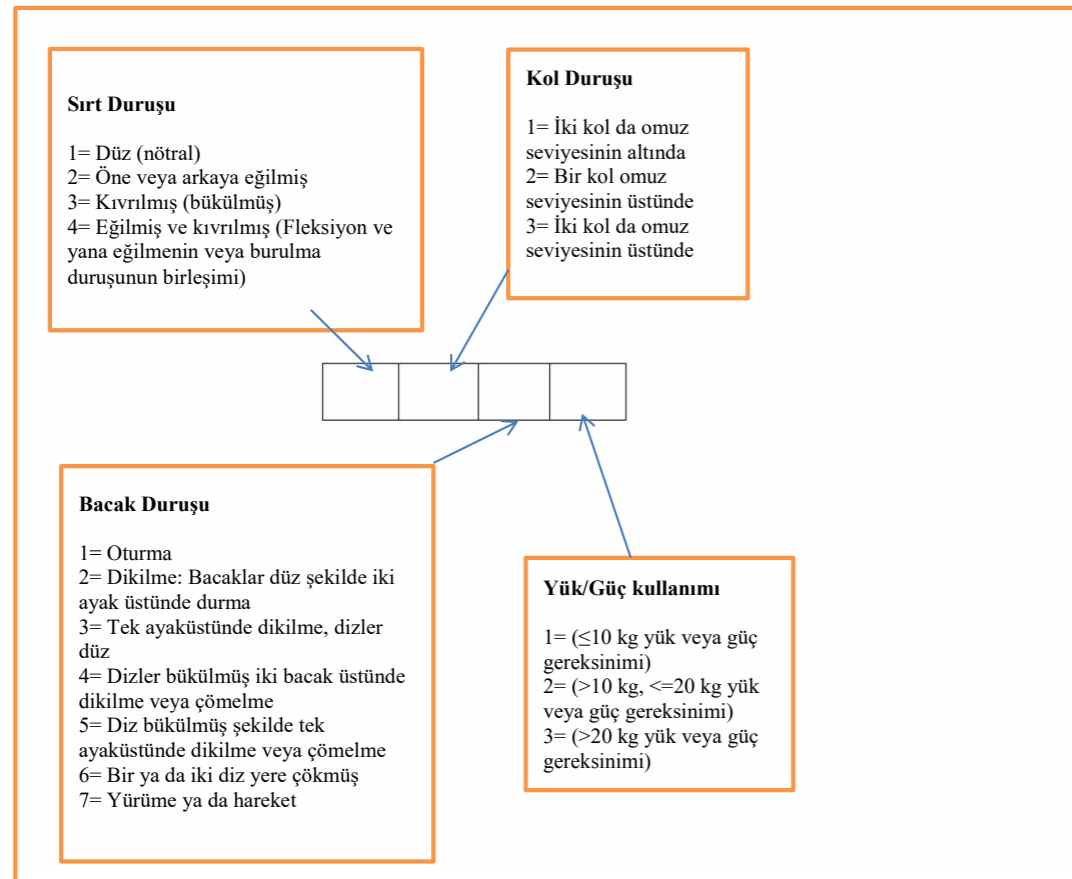
3.1.1 Yöntemlerin İncelenmesi

Araştırmada, birleştirilmiş/tüm vücut değerlendirme metodlarından olan OWAS, REBA, QEC ve ManTRA

yöntemleri kullanılacağından dolayı bu dört yöntem ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System)

OWAS yöntemi, çalışanın sırt, bacak ve kol duruşlarını değerlendirir. OWAS; dört sırt duruşu, yedi bacak duruşu, üç kol duruşu ile kaldırılan yükün ağırlığını değerlendiren üç yük durumu kombinasyonundan oluşan toplamda 252 (4x3x7x3) duruş ve yük kombinasyonuna sahiptir. Bu yöneme göre, ergonomik risk değerlendirmesini yapan kişi, çalışanı gerçekleştirmekte olduğu görev esnasında gözlemleyerek sırt, bacak ve kol duruşlarını içeren vücut duruşlarını ve çalışanın görev süresince uyguladığı yükü 4 dijital kod yardımıyla kayıt altına alır [30]. İkinci aşamada ise çalışanın her bir vücut duruşu için harcamış olduğu süre ve o duruşun



Şekil 1. OWAS Yöntemi Kodlaması [19]

gerçekleşme sıklığı analiz edilir. Değerlendirici, vücut duruşlarının kayda alınması işlemi video-kamera kullanarak da yapabilir. Daha sonrasında, kaydedilen görüntüler değerlendirilen göreve göre farklı zaman periyotları ile analiz edilir. OWAS yöntemi kodlaması Şekil 1’de görülmektedir:

Daha sonrasında analist, sırt, kollar ve bacaklar ve kuvvet kullanımı parametrelerini içeren ve Çizelge 1’deki OWAS sisteminde tanımlanmış her bir duruş birleşimi için eylem sınıfları matrisini kullanarak OWAS eylem seviyesini elde eder.

OWAS yönteminin uygulama basamakları aşağıda belirtildiği gibidir [19]:

- Gerçekleştirilen görev esnasında değerlendiricinin yapmış olduğu gözlemler ile sırt, bacak, kol ve yük durumlarını içeren kodlar belirlenir.
- Daha sonra, Çizelge 1’deki OWAS sisteminde tanımlanmış her bir duruş birleşimi için eylem sınıfları çizelgesi kullanılır. Bir önceki aşamada elde edilen 4 kod bu çizelgeye yerleştirilerek, OWAS eylem

sınıfı belirlenir.

- Yapılan değerlendirme sonucunda, riskli vücut duruşları belirlenerek bu risklere yönelik önleyici tedbirler belirlenir ve iyileştirme faaliyetleri yapılır.

OWAS yönteminde eylem seviyeleri, çalışma vücut duruşları ve bu duruşların kombinasyonlarının kas iskelet sistemi üzerinde oluşturduğu yük ile ilgili araştırmacıların yaptıkları bilimsel çalışmalar temel alınarak oluşturulmuştur. OWAS yöntemi eylem seviyeleri Çizelge 2’de belirtildiği gibidir:

2. REBA (Rapid Entire Body Assessment)

REBA yöntemi, 2000 yılında Hignett ve McAtamney tarafından vücut duruşlarını değerlendirmek üzere geliştirilmiş olup; elle yapılan kaldırma, taşıma görevlerindeki riskleri değerlendirmek için etkili bir yöntemdir. REBA yöntemi kullanılarak dinamik hareketlerin yanı sıra statik duruşlar da değerlendirilebilmektedir [1]. Böylelikle, çalışanın vücut duruşuna ilişkin riskler geniş çaplı olarak REBA yöntemi ile değerlendirilebilmektedir. REBA yöntemi 5 adımdan oluşmaktadır [32]:

Çizelge 1. Owas Sisteminde Tanımlanmış Her Bir Duruş Birleşimi İçin Eylem Sınıfları [19]

Sırt	Kollar	1			2			3			4			5			6			7			Bacaklar Kuvvet Kullanımı
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3		
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3		4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3		4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		

Çizelge 2. OWAS Yöntemi Eylem Sınıflandırması [31]

Kod	Eylem Sınıfı	Açıklama
1	Normal duruş	Ergonomik düzenleme gerekli değil
2	Zorlanma fazla değil	Ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır
3	Yüklenme ve zorlanma fazla	Ergonomik düzenleme mümkün oldukça erken yapılmalıdır
4	Yüklenme ve zorlanma çok fazla	Ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır

1. Adım: Görevin Gözlemlenmesi

Çalışanın görevi gerçekleştirdiği sırada vücut duruşu, ekipman kullanımı, kullanılan ekipmanın çalışana uygunluğu, çalışma ortamı, genel işyeri çevresi vb. gözlemlenerek, imkan olursa fotoğraf ya da video kamera aracılığıyla görevler kayıt altına alınır.

2. Adım: Değerlendirilecek Duruşun Seçilmesi

Görevler değerlendirildikten sonra hangi göreve ait hangi duruşun değerlendirileceğine karar verilir. Karar verilirken, en fazla kas faaliyeti ya da güç gerektiren, en

sık ve uzun süre tekrarlanan, kas iskelet sistemi üzerinde en fazla yük oluşturan duruş seçilebilir. Bahsedilen durumlardan bir ya da birkaçını içeren duruşlar göz önünde bulundurularak seçim yapılabilir.

3. Adım: Duruşların Puanlaması

Şekil 2'de yer alan Grup A puanlaması, gövde, boyun ve bacak duruşlarının değerlendirilmesi içindir. Şekil 2'de yer alan Grup B puanlamasında ise üst kol, ön kol ve bilekler puanlanmaktadır.

GÖVDE		Skor Değişimi: Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa skora +1 ekle
Hareket	Skor	
Dik Duruş	1	
0°-20° fleksiyon 0°-20° ekstansiyon	2	
20°-60° fleksiyon > 20° ekstansiyon	3	
> 60° fleksiyon	4	
BOYUN		Skor Değişimi: Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa skora +1 ekle
Hareket	Skor	
0°-20° fleksiyon	1	
> 20° fleksiyon veya ekstansiyon	2	
BACAK		Skor Değişimi: Eğer dizlerde 30°-60° arası fleksiyon varsa skora +1
Duruş	Skor	
Ağırlık iki bacak üstünde, yürüme ya da oturma durumunda	1	
Ağırlık tek bacak üstünde, dengesiz durumda	2	Eğer >60° fleksiyon varsa skora +2 ekle (ayakta durma durumunda)

Şekil 2. REBA Yöntemi Grup A Puanlaması [32]

4. Adım: Puanların İşlenmesi

Gövde, boyun ve bacak puanlarından tek bir puan elde etmek için Çizelge 6'da yer alan Grup A Vücut Bölümlerinin Puanlaması kullanılır. Çizelge 6'dan elde edilen bu puana Çizelge 3'teki yük/kuvvet için hesap-

lanan puan eklenerek puan A elde edilir. Aynı yolla; üst kol, alt kol ve bilek için hesaplanan puanların kombinasyonundan bir puan elde etmek için de Çizelge 7'de yer alan Grup B Vücut Bölümlerinin Puanlaması Çizelgesi kullanılır. Çizelge 7'den elde edilen bu puana Çizelge

ÜST KOLLAR		
Hareket	Skor	Skor Değişimi: Eğer kol dönmüş veya dışarı çekilmişse : +1 Omuz yükseltilmiş durumdaysa: +1 Eğer hareket yerçekimi desteği ile yapılıyorsa: -1
20° kadar olan ekstansiyon veya fleksiyon	1	
>20° ekstansiyon 20°-45° arası fleksiyon	2	
45°-90° arası fleksiyon	3	
> 90° fleksiyon	4	
ALT KOLLAR		
Hareket	Skor	
60°-100° fleksiyon	1	
<60° fleksiyon >100° fleksiyon	2	
BİLEK		
Hareket	Skor	Skor Değişimi: Bilek dönmüş durumdaysa: +1
0°-15° arası ekstansiyon veya fleksiyon	1	
> 15° fleksiyon veya ekstansiyon	2	

Şekil 3. REBA Yöntemi Grup B Puanlaması [32]

Çizelge 3. REBA Yöntemi Yük/Kuvvet Puanlaması [32]

	1	2	+1
<5 kg	5–10 kg	>10 kg	Ani veya hızla artan güç kullanımı gerektiğinde

Çizelge 4. REBA Yöntemi Yük Kavrama Puanlaması [32]

0 (İyi)	1 (Orta)	2 (Zayıf)	3 (Kabul Edilemez)
Elle iyi kavrama ve orta vade güçlü kavrama	Elle kavrama kabul edilebilir; ancak ideal değil ya da kavrama, vücudun başka bir bölümüyle kabul edilebilir	Mümkün olmasına rağmen elle kavrama kabul edilemez	Elle kavrama uygunsuz ve güvensiz; tutacak yok ya da kavrama, vücudun diğer bölümlerinin kullanılmasıyla kabul edilemez

Çizelge 5. REBA Yöntemi Hareket Puanlaması [32]

Skor	Tanım
+1	Bir ya da daha fazla vücut bölümü statikse, örneğin 1 dakikadan daha uzun süre tutma
+1	Tekrarlanan kısa aralıklı eylemler varsa, örneğin dakikada 4 kereden fazla tekrarlama (yürüme hariç)
+1	Eylem, duruşta hızlı büyük değişikliklere neden oluyorsa ya da dengesiz duruş

Çizelge 6. REBA Yöntemi Grup A Vücut Bölümlerinin Puanlaması (Gövde, Boyun, Bacaklar) [32]

	Boyun											
	1				2				3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Bacaklar												
Gövde												
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Çizelge 7. REBA Yöntemi Grup B Vücut Bölümlerinin Puanlaması (Üst Kol, Alt Kol, Bilek) [32]

	Alt Kol					
	1			2		
	1	2	3	1	2	3
Bilek						
Üst Kol						
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

4'teki kavrama puanı eklenerek puan B elde edilir. Şekil 4'te görüldüğü üzere, Grup A Puanı ve Grup B Puanı Çizelge 8'deki Genel Puanlama matrisi kullanılarak birleştirildiğinde puan C elde edilmektedir. Son olarak, elde edilen puan C'ye varsa Çizelge 5'te yer alan hareket puanı eklenerek REBA puanı elde edilir.

5. Adım: Eylem Seviyelerinin Belirlenmesi

Bu adımda, Çizelge 9'da yer alan Eylem Düzeyleri Çizelgesi kullanılarak REBA puanının hangi eylem seviyesine denk geldiği belirlenir.

3. QEC (Quick Exposure Check)

Yöntem, gözlemcinin değerlendirmesi kontrol listesi ve çalışanın değerlendirmesi kontrol listesi olmak üzere iki bölümden oluşmakta olup, gözlemcinin dolduracağı bölüm; çalışanın sırt, omuz/kol, el bileği/el ve boyun duruşlarını değerlendiren soruları içermektedir. Öte yandan, çalışanın dolduracağı bölümde ise elle kaldırılan maksimum ağırlık miktarı, görevi gerçekleştirirken harcanan ortalama zaman, bir elle uygulanan en çok

kuvvet, görevin gerektirdiği görsel dikkat düzeyi, taşıt kullanım durumu, titreşimli alet kullanma durumu ile göreve ilişkin hız ve stres faktörlerini değerlendiren sorular bulunmaktadır. İlgili sorulara verilen yanıtların kombinasyonları kullanılarak toplam QEC puanı elde edilmekte ve eylem seviyesi belirlenmektedir [9].

QEC yöntemi uygulaması 5 adımdan oluşmaktadır [33]:

1. Adım: Eğitim

Öncelikle, gözlemcinin terminoloji ve değerlendirme kategorilerini anlaması için QEC yöntemi konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir. Tecrübesi olan gözlemciler bu adımı geçebilirler.

2. Adım: Gözlemcinin Değerlendirme Kontrol Listesi

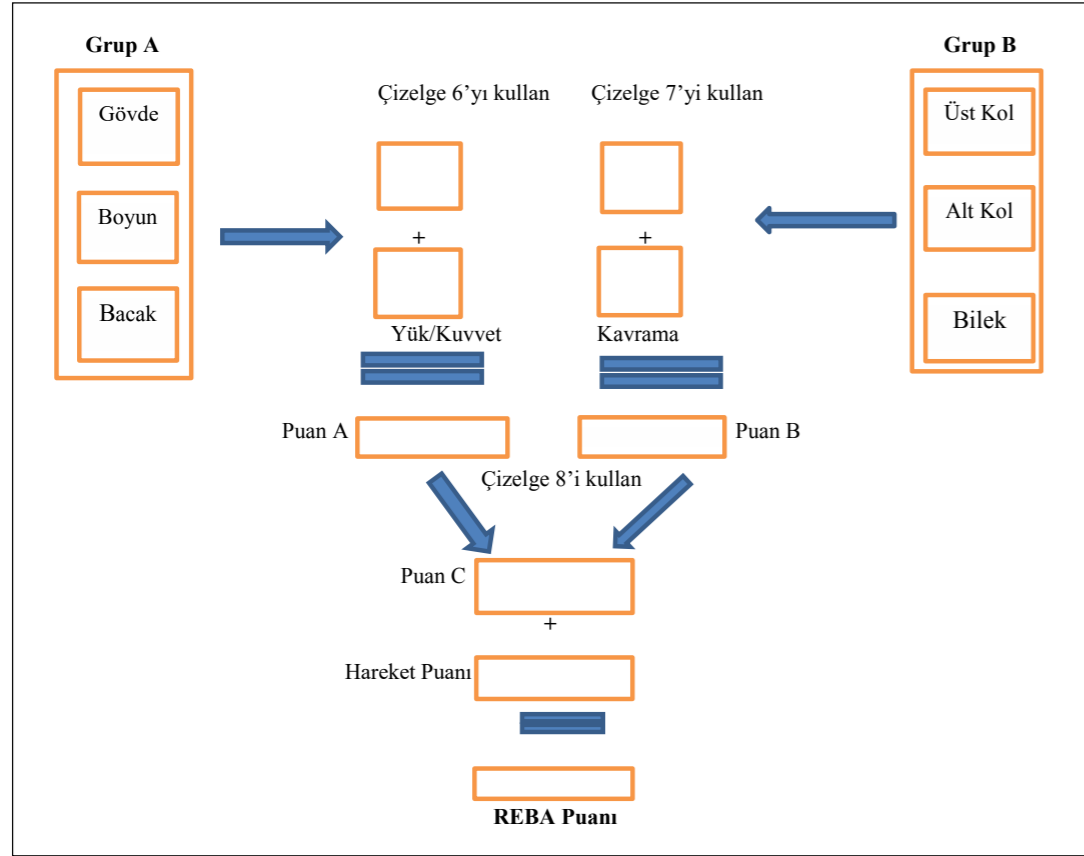
Gözlemci, risk değerlendirmesi için Şekil 5'te belirtilen "Gözlemcinin Değerlendirmesi" kontrol listesini kullanır. Kontrol listesinin maddelerinin çoğu rahatlıkla anlaşılır. Eğer yapılan iş birden fazla görevi içeriyorsa,

Çizelge 8. REBA Yöntemi Genel Puanlama [32]

		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çizelge 9. REBA Yöntemi Eylem Düzeyleri [32]

REBA Puanı	Risk Düzeyi	Eylem Düzeyi	Eylem (İleri Değerlendirmeyi İçeren)
1	İhmal edilebilir	0	Gerek yok
2-3	Düşük	1	Gerekli olabilir
4-7	Orta	2	Gerekli
8-10	Yüksek	3	Yakın zamanda gerekli
11-15	Çok yüksek	4	Şimdi gerekli



Şekil 4. REBA Yöntemi Puanlama Diyagramı [32]

her görev ayrı ayrı değerlendirilebilir. Eğer yapılan iş kolaylıkla görevlere ayrılamıyorsa, yüklenmenin en çok yaşandığı en kötü pozisyon gözlemlenmelidir. Yapılan değerlendirme, direk gözlem, fotoğraf veya video kamera ile yürütülebilmektedir.

3. Adım: Çalışanın Değerlendirmesi Kontrol Listesi

Değerlendirmeye alınan çalışan yine Şekil 5'te yer alan "Çalışanın Değerlendirmesi" kontrol listesini doldurmalıdır.

4. Adım: Maruziyet Puanlarının Hesaplanması

Maruziyet puanlarının hesaplanması için Çizelge 10'da belirtilen "Maruziyet Puanları Çizelgesi" kullanılmalı ve her görev için aşağıdaki değerlendirmeler yapılmalıdır:

1. "Gözlemcinin Değerlendirmesi" ve "Çalışanın Değerlendirmesi" bölümlerindeki ilgili sorulara uygun cevapları yuvarlak içine alarak işaretleyin.

2. Çizelge 10'u kullanarak yuvarlak içine aldığınız her harf çiftinin kesiştiği puanı işaretleyin ve her harf çifti için ayrılan kutucuğa işaretlediğiniz puanı yazın.

3. Sırt, omuz/kol, bilek/el, boyun, taşıt kullanma, titreşim, iş temposu ve stres bölümlerindeki puanları toplayarak toplam maruziyet puanını hesaplayın.

5. Adım: Eylemlerin Değerlendirilmesi

QEC yöntemi sırt, omuz/kol, el/el bileği ve boyun için hızlı ve etkili bir yolla analiz yapmaktadır. Yöntem, ergonomik bir girişimin maruziyet seviyelerini etkili bir şekilde azaltıp azaltmadığını analiz etmektedir. QEC eylem seviyeleri Çizelge 11'de görülmektedir.

Çalışma Adı		Tarih	
Gözlemcinin Değerlendirmesi		Çalışanın Değerlendirmesi	
Sırt		Çalışanlar	
A	Görev yapılırken bel: (en kötü durumu seçiniz)	H	Görev yapılırken elle kaldırdığınız en fazla ağırlık?
A1	Hemen hemen doğal mı?	H1	Hafif (5 kg veya daha az)
A2	Orta derecede öne ya da yana eğilmiş veya dönmüş mü?	H2	Orta (6-10 kg)
A3	Aşırı derecede öne ya da yana eğilmiş veya dönmüş mü?	H3	Ağır (11-20 kg)
		H4	Çok ağır (20 kg'dan fazla)
B Aşağıdaki iki görev seçeneğinden YALNIZCA BİRİNİ seçiniz			
YA		J	Görevi yaparken günde ortalama ne kadar zaman harcıyorsunuz?
	Sabit oturarak ya da ayakta yapılan görevler		
	Sırt çoğunlukla sabit pozisyonda mı kalıyor?	J1	2 saatten daha az
B1	Hayır	J2	2-4 saat
B2	Evet	J3	4 saatten daha fazla
YA DA			
	Kaldırma, itme/çekme ve taşıma görevleri (Bir yükün hareket ettirilmesi vb.) Sırtın hareketi:	K	Görev yapılırken bir elle uygulanan en fazla güç?
B3	Nadiren (dakikada yaklaşık 3 kez veya daha az) mı?	K1	Düşük (örn. 1 kg'dan daha az)
B4	Sık (dakikada yaklaşık 8 kez) mi?	K2	Orta (örn. 1-4 kg)
B5	Çok sık (dakikada yaklaşık 12 kez veya daha fazla) mi?	K3	Yüksek (örn. 4 kg'dan daha fazla)
Omuz/Kol		L	Görevin gerektirdiği görsel dikkat:
C	Görev yapılırken eller: (en kötü durumu seçiniz)	L1	Düşük (ince ayrıntıları görmeye gerek yoktur)
C1	Bel seviyesinde ya da daha aşağıda mı?	*L2	Yüksek (bazı ince ayrıntıları görmek gerekli)
C2	Yaklaşık göğüs seviyesinde mi?	*	
C3	Omuz seviyesinde ya da daha yukarıda mı?	Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	
D			
	Omuz/kol hareketi:	M	Görevdeyken günlük taşıt kullanma süreniz:
D1	Nadiren (aralıklı) mı?	M1	Bir saatten az ya da hiç mi?
D2	Sık (bazı duraklamalarla düzenli hareket) mi?	M2	Günde 1-4 saat mi?
D3	Çok sık (hemen hemen sürekli hareket) mi?	M3	Günde 4 saatten fazla mı?
Bilek/El			
		N	Görevinizde titreşimli alet kullanma süreniz:
E	Görev yapılırken: (en kötü durumu seçiniz)	N1	Bir saatten az ya da hiç mi?
E1	Yaklaşık düzgün bilek pozisyonu mu?	N2	Günde 1-4 saat mi?
E2	Eğilmiş ya da dönmüş bilek pozisyonu mu?	N3	Günde 4 saatten fazla mı?
F			
	Benzer tekrarlı hareketler:	P	Bu görevi yaparken zorluk çekiyor musunuz?
F1	Dakikada 10 kez ya da daha az mı?	P1	Hiçbir zaman
F2	Dakikada 11-20 kez mi?	P2	Bazen
F3	Dakikada 20 kezden fazla mı?	* P3	Sık sık
* Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz			
Boyun			
G	Görev yapılırken baş/boyun eğilmiş ya da dönmüş mü?	Q	Genel olarak bu işi nasıl buluyorsunuz?
G1	Hayır	Q1	Hiç stresli değil mi?
G2	Evet, bazen	Q2	Biraz stresli mi?
G3	Evet, sürekli	*Q3	Orta stresli mi?
* Gerektiğinde L, P, Q için detaylı bilgiler		*Q4	Çok stresli mi?
* L		*Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	
* P			
* Q			

Şekil 5. QEC Yöntemi Hızlı Maruziyet Kontrol Listesi [33]

Çizelge 10. QEC Yöntemi Maruziyet Puanları Çizelgesi [33]

Maruziyet Puanları	Çalışanın Adı	Tarih																																																								
<p>Sırt</p> <p>Sırt Duruşu (A) & Ağırlık (H)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan1		A1	A2	A3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Omuz/Kol</p> <p>Yükseklik (C) & Ağırlık (H)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan1		C1	C2	C3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Bilek/El</p> <p>Tekrarlı Hareket (F) & Kuvvet (K)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan1		F1	F2	F3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10
	A1	A2	A3																																																							
H1	2	4	6																																																							
H2	4	6	8																																																							
H3	6	8	10																																																							
H4	8	10	12																																																							
	C1	C2	C3																																																							
H1	2	4	6																																																							
H2	4	6	8																																																							
H3	6	8	10																																																							
H4	8	10	12																																																							
	F1	F2	F3																																																							
K1	2	4	6																																																							
K2	4	6	8																																																							
K3	6	8	10																																																							
<p>Sırt Duruşu (A) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan2		A1	A2	A3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Yükseklik (C) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan2		C1	C2	C3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Tekrarlı Hareket (F) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan2		F1	F2	F3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10								
	A1	A2	A3																																																							
J1	2	4	6																																																							
J2	4	6	8																																																							
J3	6	8	10																																																							
	C1	C2	C3																																																							
J1	2	4	6																																																							
J2	4	6	8																																																							
J3	6	8	10																																																							
	F1	F2	F3																																																							
J1	2	4	6																																																							
J2	4	6	8																																																							
J3	6	8	10																																																							
<p>Süre (J) & Ağırlık (H)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan3		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Süre (J) & Ağırlık (H)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan3		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Süre (J) & Kuvvet (K)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan3		J1	J2	J3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10
	J1	J2	J3																																																							
H1	2	4	6																																																							
H2	4	6	8																																																							
H3	6	8	10																																																							
H4	8	10	12																																																							
	J1	J2	J3																																																							
H1	2	4	6																																																							
H2	4	6	8																																																							
H3	6	8	10																																																							
H4	8	10	12																																																							
	J1	J2	J3																																																							
K1	2	4	6																																																							
K2	4	6	8																																																							
K3	6	8	10																																																							
<p>Statikse sadece 4'ü, elle taşıma varsa 5 ve 6'yı işaretleyiniz</p> <p>Statik Duruş (B) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>B1</td><td>B2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan4		B1	B2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Sıklık (D) & Ağırlık (H)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan4		D1	D2	D3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Bilek Duruşu (E) & Kuvvet (K)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan4		E1	E2	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8												
	B1	B2																																																								
J1	2	4																																																								
J2	4	6																																																								
J3	6	8																																																								
	D1	D2	D3																																																							
H1	2	4	6																																																							
H2	4	6	8																																																							
H3	6	8	10																																																							
H4	8	10	12																																																							
	E1	E2																																																								
K1	2	4																																																								
K2	4	6																																																								
K3	6	8																																																								
<p>Sıklık (B) & Ağırlık (H)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan5		B3	B4	B5	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Sıklık (D) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan5		D1	D2	D3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Bilek Duruşu (E) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan5		D1	D2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8								
	B3	B4	B5																																																							
H1	2	4	6																																																							
H2	4	6	8																																																							
H3	6	8	10																																																							
H4	8	10	12																																																							
	D1	D2	D3																																																							
J1	2	4	6																																																							
J2	4	6	8																																																							
J3	6	8	10																																																							
	D1	D2																																																								
J1	2	4																																																								
J2	4	6																																																								
J3	6	8																																																								
<p>Sıklık (B) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan6		B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Sıklık (D) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan5		D1	D2	D3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Bilek Duruşu (E) & Süre (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <input type="checkbox"/> Puan5		D1	D2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8												
	B3	B4	B5																																																							
J1	2	4	6																																																							
J2	4	6	8																																																							
J3	6	8	10																																																							
	D1	D2	D3																																																							
J1	2	4	6																																																							
J2	4	6	8																																																							
J3	6	8	10																																																							
	D1	D2																																																								
J1	2	4																																																								
J2	4	6																																																								
J3	6	8																																																								
<p>Sırt için 1-4 arası puanların toplamı ya da 1-3 arası 5 ve 6 puanların toplamı</p>	<p>Omuz/Kol için 1-5 arası puanların toplamı</p>	<p>Bilek/El için toplam puan 1-5 arası puanların toplamı</p>																																																								

Çizelge 11. QEC Yöntemi Başlangıç Eylem Seviyeleri [33]

QEC Puanı (E) (Toplam Yüzde)	Eylem
<40%	Kabul edilebilir
41-50%	Daha fazla incelenmeli
51-70%	Daha fazla incelenmeli ve kısa zamanda değişiklik yapılmalı
>70%	İncelenmeli ve derhal değişiklik yapılmalı

Çizelge 11' de yer alan QEC puanı (E), gerçek toplam maruziyet puanı X ve muhtemel en büyük toplam puanı Xmax'ın oranının yüzdesi ile hesaplanmaktadır.

Elle taşıma görevleri için XmaxMH = 176, diğer görevler için Xmax = 162'dir

$$E (\%) = X/X_{max} \times 100\%$$

4. ManTRA (Manuel Tasks Risk Assessment)

Yöntem, çalışanın görevi gerçekleştirdiği normal bir iş günündeki toplam zamanı ve ara vermeden görevin yapıldığı normal zamanı değerlendirerek; çevrim zamanı, kuvvet, hız, uygunsuzluk ve titreşim bileşenlerini kullanır. Vücudun dört vücut bölgesi ve görevin beş özelliği ile ilgili bilgileri birleştirmektedir. ManTRA yönteminde kullanılan kodlar aşağıda belirtildiği gibidir [34]:

1. Toplam Zaman
2. Tekrarlama
3. Süre
4. Çevrim Zamanı
5. Tekrarlama Risk Faktörü
6. Kuvvet
7. Hız

Çizelge 12. ManTRA Yöntemi Toplam Zaman Puanlaması [34]

1	2	3	4	5
0-2 saat/gün	2-4 saat/gün	4-6 saat/gün	6-8 saat/gün	8-10 saat/gün

Çizelge 13. ManTRA Yöntemi Süre Puanlaması [34]

1	2	3	4	5
<10 dakika	10 dakika-30 dakika	30 dakika-1 saat	1 saat-2 saat	>2 saat

Çizelge 14. ManTRA Yöntemi Çevrim Zamanı Puanlaması [34]

1	2	3	4	5
>5 dakika	1-5 dakika	30 saniye-1 dakika	10 saniye-30 saniye	<10 saniye

Çizelge 15. ManTRA Yöntemi Tekrarlama Risk Faktörü Puanlaması [34]

Çevrim Zamanı	Süre				
	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4
2	1	2	3	4	4
3	2	3	4	4	5
4	2	3	4	5	5
5	3	4	5	5	5

Çizelge 16. ManTRA Yöntemi Kuvvet Puanlaması [34]

1	2	3	4	5
En az kuvvet		Orta kuvvet		En fazla kuvvet

lamaların uygulandığı zamanın normal uzunluğu olarak ifade edilmektedir.

Çevrim zamanı

Çevrim zamanı, ara vermeksizin birden fazla gerçekleştirilen görev süresidir. Çevrim zamanı kodu vücut bölümleri arasında farklılık göstermektedir. Eğer görev tekrarlamaksızın herhangi bir zamanda bir kere gerçekleştiriliyorsa, çevrim zamanı kodu 1'dir.

Tekrarlama Risk Faktörü

Tekrarlama kodu belli bir görevde tüm vücut bölgeleri için aynıdır. Tekrarlama toplam puanını elde etmek için çevrim zamanı ve süre kodları birleştirilir.

Kuvvet

Çaba, görev süresince en fazla harcanan çabaya göre, vücudun her bir bölgesinin sarf ettiği kuvvetin değerlendirilmesini gerektirmektedir. Değerlendirme, mutlak kuvvet yerine, bölgenin güç kabiliyetine göre yapılmalıdır. Örneğin küçük bir kuvvet eğer parmaklar vb. küçük bir kas grubu tarafından uygulanırsa en büyük puanı gerektirebilirken; alt ekstremiteler tarafından uygulanırsa farklı bir puanlama gerektirecektir. Kuvvetin değerlendirilmesi, görevi gerçekleştiren bireye göre değişkenlik gösterir. Gerekli kuvvet, çabanın süresinden bağımsız şekilde puanlanmalıdır. Bölgede orta büyüklükte kuvvet oluşturan kısa bir görev, daha uzun bir görevle aynı puanlanır. (Süre ayrı bir risk faktörüdür.)

Hız

Hareketin hızı, diğer bir risk faktörü olarak belirtilmiştir. Gerçekleştirilen görevin yavaş ve orta derecede

hareketler içermesi risk düzeyini en aza indirmektedir. Bölgede statik kuvvet uygulayan görevler kas iskelet yaralanmalarına sebep olmaktadır. Ayrıca, hızlı hareketler ve özellikle hızlı ivmelenme ve yavaşlamalar da yüksek risk oluşturmaktadır. Yapılan değerlendirme tüm görev için yapılmalı ve bazı hızlı hareketler içerse de çoğunlukla yavaş hareketleri barındıran görevler, orta hızlı hareket olarak değerlendirilmelidir. Ayrıca, "3" kodu genelde sadece statik pozisyondaki görevler için işaretlenmektedir.

Çaba Risk Faktörü

Çaba risk faktörünü elde etmek için aşağıda yer alan çizelge kullanılarak kuvvet ve hız kodları birleştirilir.

Uygunsuzluk

Uygunsuzluğun bağımsız olarak değerlendirilmesi oldukça güçtür. Fakat, genel olarak hareketin normal halden önemli sapmalar içeren duruşlar yaralanma riskini artırmaktadır. Gövdenin eğilmesinin ve bükülmesinin birlikte olması ya da bileğin uzanması ile yaptığı dışa sapma hareketi gibi sapmaların bir arada oluşması riski daha da artırmaktadır. Daha önceki değerlendirmelerde de olduğu gibi, görev bir bütün olarak ele alınmalı ve uygunsuz duruşta geçirilen zamanın oranı yansıtılacak şekilde ayarlanmalıdır.

Titreşim (Tüm Vücut veya Çevresel)

Diğer risk faktörlerine ilaveten tüm vücut titreşimine maruz kalmak; özellikle sırt, bel ve alt ekstremitelerde yaralanma riskini artırmaktadır. Diğer yandan çevresel titreşim, üst ekstremiteler rahatsızlıklarında birincil risk faktörüdür. Sonuç olarak; alt ekstremiteler, sırt ve boyun

Çizelge 17. ManTRA Yöntemi Hız Puanlaması [34]

1	2	3	4	5
Yavaş hareketler	Orta hızlı hareket	Az ya da hareket yok-statik duruş	Hızlı ve düzgün hareketler	Hızlı, düzensiz hareketler

Çizelge 18. ManTRA Yöntemi Çaba Risk Faktörü Puanlaması [34]

Hız	Kuvvet				
	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4
2	1	2	3	4	4
3	2	3	4	4	5
4	2	3	4	5	5
5	3	4	5	5	5

Çizelge 19. ManTRA Yöntemi Uygunsuzluk Puanlaması [34]

1	2	3	4	5
Bütün duruşlar doğala yakın	Sadece bir yönde doğal duruştan orta sapma	Bir yönden daha fazla yönde orta sapma	Bir yönde hareket aralığının sonuna yakın duruş	Birden fazla yönde hareket aralığının sonuna yakın duruş

Çizelge 20. ManTRA Yöntemi Titreşim (tüm vücut veya çevresel) Puanlaması [34]

1	2	3	4	5
Yok	En az	Orta seviyede	Büyük seviyede	Şiddetli seviyede

bölgeleri için tüm vücut titreşiminin şiddeti; omuz/kol ve bilek/el bölgeleri için çevresel titreşimin şiddeti değerlendirilmelidir. Tüm görevin puanlaması, maruz kalınan sürenin görev içerisindeki oranına göre yapılmalıdır.

Çaba risk faktörü puanını elde etmek için kuvvet ve hız kodlarını birleştirdikten ve tekrarlamaya riskini elde etmek için çevrim zamanı ve süreyi birleştirdikten sonra, birikimli risk faktörü;

$$\text{Birikimli risk puanı} = \text{toplam zaman} + \text{tekrarlama riski} + \text{çaba riski} + \text{uygunsuzluk} + \text{titreşim}$$

şekilde hesaplanmaktadır. Birikimli risk puanı 5-25 puan aralığında yer almaktadır.

Örneğin bir görev değerlendirilirken,

$$\text{Birleştirilmiş çaba risk faktörü} = 5 \text{ 'e eşit ise, çaba ve uygunsuzluğun toplamı } 8 \text{ veya daha çok ise, birleştirilmiş birikimli risk puanı } 15 \text{ veya daha çok ise}$$

eylem önceliği gerekmektedir. Bu eşik değerleri kontrol için görevlerin önceliklendirilmesinde yol göstermektedir.

4. UYGULAMA

Araştırmanın uygulama aşamasında, bir mobilya fabrikasında ergonomik risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Fabrika, 26 Aralık 2012 tarih ve 28509 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Seçilen mobilya fabrikasında yapılan tüm çalışmalar fabrikanın üretim müdürü ve iş güvenliği uzmanı rehberliğinde gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle, fabrikanın risk değerlendirmesi dokümanı incelenmiş ve fabrikadaki mevcut riskler ile alınması öngörülen önlemler değerlendirilmiştir. Daha sonrasında iş güvenliği uzmanı eşliğinde fabrika alanı incelenerek ergonomik risk değerlendirmesi yapılacak görevler belirlenmiştir. Tesiste gerçekleştirilen tüm görevler incelenmiş olup, tekrarlı görevler ergonomik risk değerlendirmesine dahil edilmemiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda, hammadde aşamasından ürünün sevkiyatına kadar olan sürece ilişkin 40 adet görev belirlenmiştir. Seçilen görevler Çizelge 21'de belirtildiği gibidir:

Ergonomik risk değerlendirmesi yöntemi belirlenir-

ken, literatürde yer alan ergonomik risk değerlendirmesi yöntemleri incelenmiş ve birleştirilmiş/tüm vücut değerlendirme metotlarından olan OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri seçilmiştir. Bu dört yöntem, seçilen 40 göreve tek tek uygulanmıştır. Daha sonrasında, yapılan ergonomik risk değerlendirmesi sonuçları değerlendirilerek, eylem önceliği gerektiren görevlerle ilgili “iyileştirme faaliyeti önerileri” geliştirilmiştir. Uygulanan 40 görev, öngörülen iyileştirmeler sonrası OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri ile yeniden analiz edilmiştir. Yöntemler farklı ölçeklerle değerlendirildiği için, analiz sırasında ölçekler 100 tam puan üzerinden değerlendirme puanlarına dönüştürülmüştür. Mevcut durum yüzdeleri ile öngörülen iyileştirme sonrası hesaplanan yüzdeler arasındaki yüzde farklarını içeren “İyileştirme Puanı” Çizelge 22’de 17 ve 20. sütunlar arasında (S17-S20) gösterilmektedir.

4.1 Uygulama Aşamaları

Mobilya fabrikasında ergonomik risk değerlendirme çalışması aşağıdaki aşamalar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir:

1. Aşama: Bu aşamada uygulamanın yapılacağı saha belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Ergonomik risk değerlendirilmesinin yapılacağı saha belirlenirken, tehlikeli sınıfta yer alan ve sektörde öncü bir mobilya fabrikası seçilmiştir. Seçilen mobilya fabrikasında yapılan tüm çalışmalar fabrikanın müdürü ve iş güvenliği uzmanı rehberliğinde gerçekleştirilmiştir.

2. Aşama: Fabrikanın iş güvenliği uzmanı önderliğinde hazırlanan risk değerlendirmesi dokümanı incelenmiş ve testteki mevcut risklere yönelik alınması öngörülen önlemler görülmüştür. Uygulamanın yapılacağı tüm üretim alanı iş güvenliği uzmanı rehberliğinde detaylı olarak gezilerek fabrikada yapılan tüm görevler incelenmiştir.

3. Aşama: Fabrikada ergonomik risk değerlendirmesi yapılacak görevler belirlenmiştir. Görevler seçilirken, fabrikada yapılan tüm işlemlere ilişkin görevler ele alınmış olup, yalnızca tekrarlı görevler elenmiştir. Sonuç olarak, hammadde aşamasından ürünün sevkiyatına kadar olan sürece ilişkin 40 adet görev belirlenmiştir.

4. Aşama: Araştırmanın yöntemi belirlenirken, öncelikle, literatürde yer alan ergonomik risk değerlendirmesi yöntemleri incelenmiş ve birleştirilmiş/tüm vücut

değerlendirme metotlarından olan OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri seçilmiştir.

5. Aşama: Seçilen 4 farklı yöntem, 40 göreve tek tek uygulanmıştır. Analiz edilen 4 yönetime ait sonuçlar, fabrikanın ergonomik riskleri ile ilgili mevcut durum ortaya koymuştur. Çizelge 22’de yer alan eylem seviyelerinden de görüldüğü üzere, bütün görevler için görevin uygulandığı dört yöntemden en az birine göre acil iyileştirme tespit edilmiştir. Bu çalışmada yalnızca OWAS yönteminin ilk değerlendirmesi kullanılmış olup, yöntemde çalışanın sırt, kol ve bacak duruşu değerlendirilmeye alınmıştır. REBA yönteminde sırt, kol ve bacak duruşuna ilave olarak boyun, üst kol/omuzlar, alt kol/dirsekler ve bilek duruşları da değerlendirilmiştir. OWAS ve REBA yöntemi fabrikadaki birçok görevin gerçekleştirilmesi sırasında maruz kalınan titreşim faktörünü ele almaktadır. QEC yönteminde gözlemcinin değerlendirilmesinin yanı sıra, çalışanın da değerlendirilmeleri göz önüne alınmaktadır. Bu nedenle, QEC yöntemi kullanıcı formunda çalışanlara yönelik soruların yer aldığı bölüm, görevi gerçekleştiren fabrika çalışanları tarafından doldurulmuştur. QEC yöntemi sırt, omuz/kol, bilek/el duruşlarına ilave olarak, hareketin sıklığı, görevin süresi, görsel dikkat düzeyi, titreşim, tekrarlı hareketlerin sayısı, stres vb. faktörleri de değerlendirmektedir. ManTRA yönteminde ise eylem önceliğinin gerekli olup olmadığını; toplam zaman, süre, çevrim zamanı, kuvvet, hız, zorluk ve titreşim faktörleri belirlemektedir.

6. Aşama: OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri ile yapılan ergonomik risk değerlendirmesi sonuçları değerlendirilerek, eylem önceliği gerektiren görevlerle ilgili “iyileştirme faaliyeti önerileri” geliştirilmiştir. İyileştirme önerileri iş güvenliği uzmanı ile birlikte değerlendirilmiştir. İş güvenliği uzmanı, bahsi geçen önerilerden bazılarının yakın zamanda hayata geçirilebileceğini belirtmiştir.

7. Aşama: Değerlendirilen ve mevcut riskleri tespit edilen 40 görev, önerilen iyileştirmeler sonrası OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri ile yeniden analiz edilmiştir. Yöntemler farklı ölçeklerle değerlendirildiği için ölçekler 100 tam puan üzerinden değerlendirme puanlarına dönüştürülmüştür. Her bir görev için her bir yöntemin puanı ve 100 tam puan üzerinden hesaplanmış değerlendirme puanları Çizelge 22’de gösterilmektedir. Mevcut durum yüzdeleri ile öngörülen iyileştirme sonra-

Çizelge 21. Ergonomik Risk Değerlendirmesinde Uygulanan Görevler

Görev No	Uygulanan Görev
Görev 1	Ebatlanacak parçanın makinanın belirttiği talimatlar doğrultusunda çevrilmesi
Görev 2	Ebatlama bölümünde ebatlanan hammaddenin istiflenmesi
Görev 3	İstiflenen suntaların itilerek bir sonraki işlem olan bantlama bölümüne gönderilmesi
Görev 4	Ebatlama bölümünden gelen parçaların bantlama işlemine sokulması
Görev 5	Bantlama işleminden çıkan parçaların istiflenmesi
Görev 6	Bantlama bölümünden gelen istiflenmiş parçaların delik makinesine yerleştirilmesi
Görev 7	Delik makinesinden çıkan parçaların istiflenmesi
Görev 8	Delik işlemi yapılan ve direk paketlemeye gidecek malzemelerin silim hattına alınması
Görev 9	Paketlenecek malzemelerin silinmesi
Görev 10	Montaj malzemelerinin montaj hattına alınması
Görev 11	Parçaya gerekli malzemelerin monte edilmesi
Görev 12	Silimden gelen parçaların paketleme alanına gitmeden önce istiflenmesi
Görev 13	İstiflenen malzemelerin paketleme alanında paketlenmesi
Görev 14	Paketlenen malzemelerin transpalet ile sevkiyat alanına taşınması
Görev 15	Transpaletle gelen paketlerin sevkiyat için turlara yerleştirilmesi
Görev 16	Bantlama işlemi makinede yapılamayan parçanın eğri kısımlarının çalışan tarafından elle yapılması
Görev 17	Enjeksiyon bölümünde üretimi yapılan plastiklerin makineden alınması ve depolanması
Görev 18	Nihai ürünlerin paketine konulmak üzere, hırdavat depo bölümünde montaj poşetinin hazırlanması
Görev 19	Soft Grup bölümünde montajı yapılacak metal parçaların preslenmesi
Görev 20	Metal parçaların montaja hazırlanması için makinede delinmesi
Görev 21	Kaynakhane bölümünde metal parçaların birleştirilmesi
Görev 22	Kanepe metallerinin montajla birleştirilerek koltuğun iskeletinin oluşturulması
Görev 23	Metal parçaların birleştirilmesi ile oluşan koltuk iskeletinin istiflenmesi
Görev 24	İnce çıtaların şerit vidalama tabancası ile birleştirilmesi
Görev 25	Koltuk iskeletlerine çivileme tabancası ile çıtaların monte edilmesi
Görev 26	Köşe parçalarına monte edilmek üzere şerit testere makinesinde çıtaların küçük parçalara ayrılması
Görev 27	Koltuk iskeletine havalı tabanca ile çıtaların çivilenmesi
Görev 28	Kol çakımı bölümünde metal parçalar ve ahşap parçaların birleştirilerek kanepe kolunun oluşturulması
Görev 29	Koltuk/kanepe kollarına süngerleme işleminin yapılması
Görev 30	Elastik kolon makinesinde elastikleme işleminin yapılması
Görev 31	Astarlama ve beyazlama işlemi biten iskeletin istiflenmesi
Görev 32	Kumaş depo bölümündeki kumaş toplarının sevkiyat için transpalete yüklenmesi
Görev 33	Döşemede kullanılacak kumaşların kesimi
Görev 34	Dikişhane bölümünde kumaş dikiminin gerçekleştirilmesi
Görev 35	Beyazlama işlemi biten koltuk/kanepelere döşeme bölümünde döşeme işleminin yapılması
Görev 36	Döşemesi yapılmış koltuk/kanepelerinin paketleme işleminin yapılması
Görev 37	Koltuk/kanepelerine koluna deri malzemenin giydirilmesi
Görev 38	Berjer iskeletine döşeme yapılması
Görev 39	Ahşap kesim bölümünde şekilli parçaların oluşturulması amacıyla gürgenin tezgaha konulması
Görev 40	Ahşap kesim bölümündeki malzemelerin boyuna kesilmek üzere çoklu dilim makinesine konulması

sı hesaplanan yüzdeler arasındaki yüzde farklarını içeren “İyileştirme Puanı” Çizelge 22’nin 17 ve 20. sütunlar arasında gösterilmektedir.

5. SONUÇLAR

Mobilya fabrikasında ergonomik risk değerlendirme çalışmasında seçilen OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri 40 göreve tek tek uygulanmıştır. Analiz edilen dört yönteme ait sonuçlar, fabrikanın ergonomik riskleri ile ilgili mevcut durumu ortaya koymuştur. Çizelge 22’de yer alan eylem seviyelerinden de görüldüğü üzere, bütün görevler için görevin uygulandığı 4 yöntemden en az birine göre acil iyileştirme tespit edilmiştir. Analiz edilen görevlerin OWAS yöntemine göre %27.5’i, REBA yöntemine göre %35’i, QEC yöntemine göre %87.5’i ve ManTRA yöntemine göre %87.5’i acil iyileştirme gerektirmektedir.

Mevcut durum yüzdeleri ile öngörülen iyileştirme sonrası hesaplanan yüzdeler arasındaki yüzde farklarını içeren “İyileştirme Puanı” Çizelge 22’de 17 ve 20. sütunlar arasında gösterilmektedir. OWAS yöntemine göre, öngörülen iyileştirme sonrası yeniden analiz edilen görevlerden; %85’inde eylem gerekmemekte, %15’inde ise yakın bir zamanda düzeltici eylem gerekmektedir. REBA yöntemine göre, iyileştirme sonrası görevlerin %0.05’inde “eylem gerekli değil”, %80’inde “eylem gerekli olabilir”, %15’inde ise “eylem gereklidir” denilmektedir. QEC yöntemine göre, iyileştirme sonrası görevlerin %15’i için “daha fazla araştırılmalı”, %85’i için ise “yakın zamanda daha fazla araştırılmalı” ifadesi kullanılmaktadır. ManTRA yöntemine göre ise yeniden analiz edilen görevlerin %100’ü için “eylem önceliği mevcut değil” sonucu elde edilmiştir.

Mevcut durum yüzdeleri ile önerilen iyileştirme sonrası hesaplanan yüzdeler arasındaki yüzde farkları değerlendirildiğinde; OWAS yöntemine göre, görevlerin %50’sinde 25 puan, %25’inde 50 puan, %17.5’inde 75 puan iyileştirme puanı hesaplanmıştır. %7.5’inde ilk durumda da eylem önceliği gerekmemektedir. REBA yöntemine göre görevlerin %45’inde 40 puan, %35’inde 20 puan, %17.5’inde 60 puan, %0.25’inde 80 puan iyileştirme puanı hesaplanmıştır. QEC yöntemine göre, görevlerin %97.5’inde 25 puan, %0.25’inde 50 puan iyileştirme puanı hesaplanmıştır. ManTRA yönteminde ise görevlerin %87.5’inde 100 puan iyileştirme puanı

hesaplanmıştır. ManTRA yöntemine göre, görevlerin %12.5’inde ilk durumda da eylem önceliği gerekmektedir.

İncelenen dört ölçeğe ait iyileştirme öncesi ve sonrası puanlara ilişkin temel istatistiksel sonuçlar, 100 tam puan üzerinden hesaplanan ölçek puanlarına göre, Çizelge 23’te verilmiştir.

Ölçeklerden hesaplanan puanlara göre değerlendirme yapıldığında, iyileştirme gerektiren görevler belirlenmiştir. Yapılan süreç iyileştirme sonrasında OWAS, REBA, QEC ve ManTRA puanlarının değişip değişmediği test edilmiştir. Bu amaçla, her puan ikilisi için bağımlı iki örneklem testi kurulmuştur. Kurulan hipotezler sırasıyla,

$H_{0\text{OWAS}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası OWAS puanları arasında fark yoktur.

$H_{1\text{OWAS}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası OWAS puanları arasında anlamlı fark vardır.

$H_{0\text{REBA}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası REBA puanları arasında fark yoktur.

$H_{1\text{REBA}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası REBA puanları arasında anlamlı fark vardır.

$H_{0\text{QEC}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası QEC puanları arasında fark yoktur.

$H_{1\text{QEC}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası QEC puanları arasında anlamlı fark vardır.

$H_{0\text{ManTRA}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası ManTRA puanları arasında fark yoktur.

$H_{1\text{ManTRA}}$: İyileştirme öncesi ve sonrası ManTRA puanları arasında anlamlı fark vardır.

Testler $\alpha=0,05$ düzeyinde SPSS 17.0 kullanılarak test edilmiştir. Test sonuçları Çizelge 24’te verilmiştir.

Çizelge 24’te de görüldüğü gibi, OWAS, REBA, QEC ve ManTRA puanlarının her biri incelendiğinde, p değerleri 0,05’in altındadır. Buna göre, H_0 hipotezlerinin tümü "ret" edilmektedir. Böylece, tüm puanlar arasında iyileştirme öncesi ve sonrasında 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bunun anlamı, önerilen iyileştirmeler sonrasında yeniden hesaplanan OWAS, REBA, QEC ve ManTRA puanlarının, iyileştirme öncesi puanlarla karşılaştırıldığında, puanlarda anlamlı olarak değişim olduğudur. Çizelge 23’te de belirtildiği üzere, iyileştirme öncesi puanlar ile iyileştirme sonrası puanlar birbirlerinden oldukça farklıdır. Bu

Çizelge 22. OWAS, REBA, QEC, ManTRA Yöntemleri Ergonomik Risk Değerlendirmesi Uygulama Sonuçları

GÖREV	MEVCUT DURUM										İYİLEŞTİRME SONRASI										İYİLEŞTİRME PUANI															
	PUAN					YÜZDE					PUAN					YÜZDE					YÜZDE FARKLARI															
	OWAS	REBA	QEC	ManTRA	S1	OWAS	REBA	QEC	ManTRA	S6	S7	S8	OWAS	REBA	QEC	ManTRA	S9	S10	S11	S12	OWAS	REBA	QEC	ManTRA	S13	S14	S15	S16	OWAS	REBA	QEC	ManTRA	S17	S18	S19	S20
1	3	2	3	0	75	60	75	0	1	1	2	0	25	40	50	0	50	20	25	0	50	20	25	0	50	20	25	0	50	20	25	0	50	20	25	0
2	3	2	4	0	75	60	100	0	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
3	3	2	3	0	75	60	75	0	1	1	2	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
4	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
5	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
6	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
7	1	3	4	1	25	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
8	2	4	3	0	50	100	75	0	1	1	2	0	25	40	50	0	25	40	50	0	25	40	50	0	25	40	50	0	25	40	50	0	25	40	50	0
9	2	2	3	0	50	60	75	0	1	1	2	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
10	2	2	3	1	50	60	75	100	1	0	2	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0
11	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
12	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
13	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
14	3	3	4	1	75	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
15	4	4	4	1	100	100	100	100	1	2	3	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0
16	3	3	4	1	75	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
17	2	3	4	1	50	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
18	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
19	2	3	4	1	50	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
20	1	3	4	1	25	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
21	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
22	2	3	4	1	50	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
23	2	3	4	1	50	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
24	4	4	4	1	100	100	100	100	1	2	3	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0	25	60	75	0
25	4	4	4	1	100	100	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
26	1	2	4	1	25	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
27	4	3	4	1	100	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
28	2	3	4	1	50	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
29	4	4	4	1	100	100	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
30	4	4	4	1	100	100	100	100	2	1	3	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0
31	4	4	4	1	100	100	100	100	2	2	3	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0
32	4	4	4	1	100	100	100	100	1	0	2	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0	25	20	50	0
33	2	3	4	1	50	80	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
34	2	2	4	1	50	60	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
35	4	4	4	1	100	100	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
36	4	4	4	1	100	100	100	100	2	1	3	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0	50	40	75	0
37	4	4	4	1	100	100	100	100	2	2	3	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0	50	60	75	0
38	3	4	4	1	75	100	100	100	1	1	3	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0	25	40	75	0
39	3	4	4	1	75	100	100	100	2	2	3	0	50	60	75	0	5																			

Çizelge 23. Dört Ölçeğe İlişkin Temel İstatistikler

Sütun	Yöntem	Ortalama	Standart Sapma
S1	OWAS (iyileştirme öncesi)	66.8750	24.27639
S2	REBA (iyileştirme öncesi)	79.5000	17.23889
S3	QEC (iyileştirme öncesi)	96.8750	8.37330
S4	ManTRA (iyileştirme öncesi)	87.5000	33.49321
S9	OWAS (iyileştirme sonrası)	28.7500	9.04051
S10	REBA (iyileştirme sonrası)	42.0000	8.82886
S11	QEC (iyileştirme sonrası)	71.2500	9.04051
S12	ManTRA (iyileştirme sonrası)	0.0000	0.00000

Çizelge 24. İyileştirme Öncesi ve Sonrası Puanların Karşılaştırılması

	Farkların Ortalaması	Farkların Standart Sapması	Farkların %95 Güven Aralığı		t Değeri	p Değerleri
			Alt Sınır	Üst Sınır		
OWAS Puanları	38.12500	21.91731	31.11550	45.13450	11.002	.000
REBA Puanları	37.50000	15.81139	32.44327	42.55673	15.000	.000
QEC Puanları	25.62500	3.95285	24.36082	26.88918	41.000	.000
ManTRA Puanları	87.50000	33.49321	76.78835	98.21165	16.523	.000

farklılığın anlamlı olduğu Çizelge 24'te sonuçları verilen testler ile istatistiksel olarak da desteklenmektedir. İlk ölçümlerde iyileştirmenin gerekli görüldüğü görevlerde, yapılan ya da önerilen iyileştirmeler sonrasında ölçek puanlarının değiştiği görülmüştür. Yapılan ikili karşılaştırmaların tümünde farkların pozitif sayılar olması, değişen ortalamalara göre, ölçek puanlarında yükselme olduğunu göstermektedir.

Literatür incelendiğinde, mobilya sektörüne yönelik ergonomik riskleri farklı yöntemlerle ele alan ve çözüm önerileri getiren bir çalışmanın olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışmanın konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalar için rehber niteliği taşıması amaçlanmıştır.

6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, tehlikeli sınıfta yer alan bir mobilya fabrikasında, farklı yöntemler kullanılarak çalışanların kas iskelet sistemi riskleri incelenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Fabrika, hammadde aşamasından ürünün teslimine kadar olan süreçte yapılan görevler itibarıyla, çalışanların kas-iskelet sistemi üzerinde yük

oluşturacak birçok riski barındırmaktadır.

Ergonomik risk değerlendirmesinin uygulanacağı görevler seçilirken, fabrikada gerçekleştirilen riskli görevler ele alınmış olup, yalnızca tekrarlı görevler elenmiştir. Böylece, fabrikanın üretim sürecine ilişkin 40 adet görev belirlenmiştir. Uygulanacak yöntemlerin belirlenmesi aşamasında, seçili görevlerdeki duruşların tüm vücudu etkilediği göz önüne alınarak, birleştirilmiş/ tüm vücut değerlendirme metotlarından olan OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri seçilmiştir. Seçilen dört farklı ergonomik risk değerlendirme yöntemi seçilen 40 göreve ayrı ayrı uygulanmıştır. Analiz edilen görevlerin OWAS yöntemine göre %27.5'i, REBA yöntemine göre %35'i, QEC yöntemine göre %87.5'i ve ManTRA yöntemine göre %87.5'i için acil iyileştirme gerektiği sonucu elde edilmiştir.

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde mevcut durum ve çözüm önerileri aşağıda belirtildiği gibidir:

- Mobilya fabrikasında gerçekleştirilen görevlere ilişkin, çalışanın kas-iskelet sistemi üzerinde yük

oluşturan risk faktörlerinin başında yanlış çalışma duruşu gelmektedir. Bazı görevlerde çalışanların uzun süre bel seviyesinin çok altında çalışması gerekmektedir. Çalışanın bel seviyesinin altında çalışmasına engel olmak amacıyla, tesiste birçok istifleme görevi "lift" denilen asansörlü sistemler yardımıyla yapılmaktadır. Ancak birçok görevin yapıldığı bölümde lift kullanılması için engel olmamasına rağmen lift bulunmamaktadır. Fabrikanın iş güvenliği uzmanı ile görüşülerek lift konulması durumunda risk düzeyinde meydana gelecek azalma ortaya konulmuştur. Analizden birkaç hafta sonra iş güvenliği uzmanı ile görüşme yapılmıştır. İş güvenliği uzmanı, analiz sonuçlarına göre, lift konulması önerilen görevlerden bazıları için lift kullanılmaya başlandığı, diğer görevler için de lift kullanımının sağlanmasına yönelik çalışmaların devam ettiğini belirtmiştir.

- Diğer bir ergonomik risk de çalışanın omuz yüksekliğinin çok üstünde çalışmasıdır. Tesiste bütün istifleme işlemleri standart 75 sunta olarak yapılmaktadır. Ancak bu miktar çalışanın omuz seviyesinin oldukça üstünde çalışmasına neden olmaktadır. Göreve ilişkin risk düzeyinin düşürülmesi ve iyileştirme yapılması için yapılan istifleme miktarının azaltılması ve omuz seviyesini geçmeyecek bir yükseklikte yapılması önerilmektedir.
- Fabrika içinde bölümler arası sevkiyat işlemleri transpalet ya da elektrikli transpalet yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Transpaletin önden itilmesi ya da yanlış vücut duruşu ile çekilmesi vb. gibi çalışan tarafından yanlış kullanımı, kas-iskelet sistemi üzerindeki yükü önemli derecede artırmaktadır. Konu ile ilgili risk düzeyini düşürmek için çalışanın transpalet kullanımı ve doğru vücut duruşu konusunda bilgilendirilmesi önerilmektedir. Diğer yandan, sevkiyat işlemlerinde elektrikli transpalet kullanımı, hem taşınan yük miktarını hem de yapılan istifleme miktarını artırma olanağı sağlamaktadır. Elektrikli transpalet aracılığıyla taşınan yük 2 tona kadar çıkabilmekte ve 3 metreye kadar da istifleme yapılabilir. Fabrikada gerçekleştirilen sevkiyat görevlerinin elektrikli transpalet aracılığıyla yapılmasının risk düzeyini en aza indireceği düşünülmektedir. Fabrikanın iş güvenliği uzmanı ile görüşülerek,

belirtilen görevlerde elektrikli transpalet konulması durumunda risk düzeyinde meydana gelecek azalma ortaya konulmuştur. Analizden birkaç hafta sonra iş güvenliği uzmanı ile görüşme yapılmıştır. İş güvenliği uzmanı, analiz sonuçlarına göre, elektrikli transpalet kullanılması önerilen görevlerden bazıları için elektrikli transpalet kullanılmaya başlandığını, önerilen diğer görevler için de elektrikli transpalet kullanımının sağlanmasına yönelik çalışmaların devam ettiğini belirtmiştir.

- Nihai ürünlerin sevkiyat amacıyla çalışan tarafından tırlara yerleştirilmesi de çalışanın kas-iskelet sistemi üzerinde aşırı yük oluşturan görevlerden biridir. Görev süresince çalışanın aşırı eğilmesi, omuz yüksekliğinin çok üstünde çalışması, aşırı yük kaldırması vb. gibi birçok risk faktörü gözlemlenmektedir. Tırların sevkiyat alanına körüklü bir sistem aracılığıyla yaklaştırılması ve paketlenmiş ürünlerin elektrikli transpalet aracılığıyla tıra sokulması önerilmektedir. Böylelikle ürünlerin bel hizasında tıra sokulmasının sağlanacağı ve çalışanın da bel seviyesinin altında çalışmasının engellenebileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, ürünlerin tıra çalışanın omuz seviyesini geçmeyecek şekilde yüklenmesinin de göreve ilişkin risk düzeyini düşüreceği düşünülmektedir. İş güvenliği uzmanı ile yapılan görüşmeler neticesinde, körüklü sistemin kurulmasına ilişkin fabrikanın İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulunda karar alındığı ve önümüzdeki zamanlarda uygulamaya konulacağı öğrenilmiştir.
- Bir başka risk, fabrikada sabit oturarak gerçekleştirilen görevlerdeki sandalyelerin hiçbirinin ayarlanabilir olmamasıdır. Görev esnasında fabrikanın kendi ürettiği sandalyeler kullanılmaktadır. Sandalyenin çalışana göre ayarlanabilir olmaması, çalışanın eğilme ve bükülme hareketleri yapmasına neden olmaktadır. Çalışanlar, yapılan iş dikkat gerektirdiği için sürekli tezgaha eğilmekte ve yapmış oldukları görevden dolayı yoğun boyun ve sırt ağrısı yaşamaktadırlar. Kullanılan sandalyenin çalışana uygun, yüksekliği ayarlanabilir ve sırt desteği sağlayan özellikte olmasının, çalışanın kas-iskelet sistemi üzerindeki riski azaltacağı düşünülmektedir. İş güvenliği uzmanı konu ile ilgili düzenlemelerin yapılabileceğini belirtmiştir.

- Fabrikanın Soft Grup ünitesinde gerçekleştirilen birçok görevde, parçaları birleştirmek amacıyla tabanca adı verilen malzemeler kullanılmaktadır. Fabrikada çalışanların kullandığı tabanca ağırlıkları birbirinden farklılık göstermektedir. Görev esnasında daha hafif tabancaların kullanılmasının çalışanın bileğine binen yükü en aza indireceği düşünülmektedir.
- Soft Grup ünitesinde koltuk/kanepelere iskeletine çıtaların çivilenmesi, koltuk/kanepelere kollarına süngerleme işleminin yapılması, koltuk/kanepelerin döşeme işlemi, paketleme işlemi vb. görevler, çalışma alanının zemini üzerinde gerçekleştirilmektedir. Görev esnasında çalışanın bel seviyesinin çok altında çalışması gerekmekte ve bu durum çalışanın kas iskelet sistemi üzerinde yük oluşturmaktadır. Risk düzeyini azaltmak için, görevlerin bel hizasında çalışma yapılabilecek bir platform üzerinde yapılması önerilmektedir. Fabrikanın, çalışma alanının zemininde yapılan görevlerin tümünün platform üzerinde gerçekleştirilmesi yönünde çalışmaları başlamış olup, iş güvenliği uzmanı ilgili görevler için yakın zamanda platformun hayata geçirileceğini belirtmiştir.
- Fabrikada çalışanların tek başına taşıyabilecekleri yükün üstünde bir yükü taşımaları, çalışanın kas-iskelet sisteminde önemli derecede yük oluşturmakta ve ergonomik riskler barındırmaktadır. Taşınması gerekli malzemenin iki kişi tarafından bel seviyesinde ve doğru vücut duruşu ile taşınması önerilmektedir. Bu durumda, çalışanın kas iskelet sistemine binen yükün en aza indirileceği düşünülmektedir.
- Mobilya fabrikasının genelindeki bütün görevler için geçerli olan diğer bir risk de görev esnasında gerekli olmamasına rağmen, çalışanın dizlerini bükmesi, aşırı eğilmesi vb. gibi yanlış vücut duruşu ile görevi gerçekleştirmesidir. Konu ile ilgili çalışanın doğru vücut duruşu konusunda bilgilendirilmesinin de risk düzeyini azaltacağı düşünülmektedir.

Kas iskelet sistemi üzerindeki riskleri tespit edilen 40 görev, öngörülen iyileştirmeler sonrası OWAS, REBA, QEC ve ManTRA yöntemleri ile yeniden analiz edilmiştir. OWAS yöntemine göre, öngörülen iyileştirme sonrası yeniden analiz edilen görevlerden;

- OWAS yöntemine göre görevlerin % 50'inde 25 puan, %25'inde 50 puan, %17.5'inde 75 puan iyileştirme puanı hesaplanmıştır.
- REBA yöntemine göre görevlerin %45'inde 40 puan, %35'inde 20 puan, %17.5'inde 60 puan, %0.25'inde 80 puan iyileştirme puanı hesaplanmıştır.
- QEC yöntemine göre görevlerin %97.5'inde 25 puan, %0.25'inde 50 puan iyileştirme puanı hesaplanmıştır.
- ManTRA yönteminde ise görevlerin % 87.5 'inde 100 puan iyileştirme puanı hesaplanmıştır.

İleriki çalışmalarda bu araştırma sonuçlarından yararlanılarak, mobilya sektöründeki ergonomik riskleri ve çözüm önerilerini açıklayan bir ergonomik risk değerlendirme rehberi çalışmasının yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına sebebiyet veren başlıca sektörlerin belirlenerek, farklı sektörlerdeki ergonomik risklerin tespit edilmesi ve önlemeye yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesinin ileride yapılacak olan araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Çalışma ortamlarında karşılaşılan sorunların çoğu, mevcut risklerin tespit edilmesi ve risklere yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi ile önlenmektedir. Bu kapsamda, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği gereğince yapılan risk değerlendirmesinde, ergonomik risk değerlendirmesinin daha ayrıntılı olarak ele alınması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Kocabaş, M.** 2009. "Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi," Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akay, D., Toksari, M. D.** 2009. "Ant Colony Optimization Approach for Classification of Occupational Low Back Disorder Risks," Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, vol. 19 (1), p. 1-14.
- Slavendy, G.** 1987. Handbook of Human Factors, Newyork.
- Helander, M.** 1995. A Guide to the Ergonomics of Manufacturing, Taylor-Francis, London.
- NIOSH, 1981. Work Practice Guide for the Design of Manual Handling Tools, NIOSH.
- Health and Safety Commission. 1991. Manual Handling of Loads: Proposal for Regulation and Guidance, Health and Safety Executive, London.

- Bakır, B., Güler, Ç.** 2004. Sağlık Boyutuyla Ergonomi, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Burdorf, A.** 1992. "Sources of Variance in Exposure to Eostural Load on The Back in Occupational Groups," Scand Work Environ Health, vol. 18 (6), p. 361-7.
- Özcan, E., Sakar N., Alptekin H.** 2007. "Mesleki Kas İskelet Risklerinin Değerlendirilmesinde QEC Ölçeğinin (Quick Exposure Check- Hızlı Maruziyet Değerlendirme) Türkçe Uyarlamasının Güvenilirliği," İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi, sayı 4.
- Melhorn, J. M.** 2001. "Occupational Orthopaedics in This Millennium, Clinical Orthopaedics and Related Research," vol. 385, p. 23-35.
- Ülker, O., Erdem, H. E.** 2011. "Bir Mobilya Fabrikasında Çalışanların Makinalara Yatay ve Dikey Şekilde Parça Taşımından Dolayı Kaynaklanan Zorlanmaların Engellenmesi ve Çalışma Verimliliğini Arttırıcı Yöntem Seçimi," 17. Ulusal Ergonomi Kongresi Bildirileri, 14-16 Ekim 2011, Eskişehir.
- Tozkoparan, G., Taşoğlu J.** 2011. "İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamaları İle İlgili İş Görenlerin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma," Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, sayı 1, s. 181-209.
- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331-20120713.pdf>, son erişim tarihi: 10.12.2015.
- 28512 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm>, son erişim tarihi: 05.03.2016.
- International Ergonomic Association, <http://www.iea.cc/whats>, son erişim tarihi: 10.12.2015.
- 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu, <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5510.pdf>, son erişim tarihi: 21.12.2015.
- ILO List of Occupational Diseases, http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125137.pdf, son erişim tarihi: 07.12.2015.
- Cohen, A. L., Gjessing, C. C., Fine, L. J., Bernard, B. P., McGlothlin, J. D.** 1997." Elements of Ergonomics (A Primer Based on Workplace Evaluations of Musculoskeletal Disorders), DHHS (NIOSH) Publication, USA.
- Özel, E., Çetik, O.** 2010. "Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar ve Bir Uygulama Örneği," Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, sayı 22.
- Ma, L., Chablat, D., Bennis F., Zhang, W.** 2009. "A New Simple Dynamic Muscle Fatigue Model and its Validation," International Journal Of Industrial Ergonomics, no. 39, p. 211-220.
- Fang, H. L., Chen, R. C. C., Fang, H. P., Xu, Q.** 2007. "An Ergonomic Approach to an Investigation Into The Risk Factors Leading to Work- Related Musculoskeletal Disorders

for Taiwanese Hairdressers, IASDR 2007," The Hong Kong Polytechnic University.

- Yapıcı, G.** 2011. "Ayakta Çalışma ve Sağlık Etkileri," İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, sayı 18 (3), s. 194-8.
- Özcan, E.** 2011." İş Yerde Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) Yöntemi," Mühendis ve Makina, cilt 52, sayı 616, s. 86-89.
- Chiasson, M. E., Imbeau, D., Major, J., Aubry, K., Delisle, A.** 2015. "Influence of Musculoskeletal Pain on Workers Ergonomic Risk-Factor Assessments," Applied Ergonomics, vol. 49, p. 1-7.
- Chiasson, M. E., Imbeau, D., Major, J., Aubry, K., Delisle, A.** 2012. "Comparing The Results of Eight Methods Used to Evaluate Risk Factors Associated with Musculoskeletal Disorders ," International Journal of Industrial Ergonomics, vol. 42, p. 478-488.
- David, C. G.** 2005. "Ergonomic Methods for Assessing Exposure to Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders," Occupational Medicine, vol. 55, p. 190-199.
- Village, J., Trask, C., Luong, N., Chow, Y., Johnson, P., Koehoorn, M., Teschke, K.** 2008. "Development and Evaluation of an Observational Back-Exposure Sampling Tool (Back-EST) for Work-Related Back Injury Risk Factors," Applied Ergonomics, vol. 40, p. 538-544.
- Taşdemir, T., Üçüncü, K., Balaban, Y., Aydın, A.** 2011. "Mobilya Üretim İşçilerinin Antropometrik Verilerine Göre Tezgah Yüksekliklerinin Belirlenmesi (Alan Çalışması)," 17. Ulusal Ergonomi Kongresi Bildirileri, 14-16 Ekim 2011, Eskişehir.
- Ülker, O., Erdem, H. E.** 2011. "Bir Mobilya Fabrikasında Çalışanların Makinalara Yatay ve Dikey Şekilde Parça Taşımından Dolayı Kaynaklanan Zorlanmaların Engellenmesi ve Çalışma Verimliliğini Arttırıcı Yöntem Seçimi," 17. Ulusal Ergonomi Kongresi Bildirileri, 14-16 Ekim 2011, Eskişehir.
- Akay, D., A., Dağdeviren, M., Kurt, M.** 2003. "Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi," Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, vol. 18 (3), p. 73-84.
- İnan, U. H., Karacın, C., Yıldırım, A. A., Yılmaz, C.** 2011. "Owas Metodu ile Çalışma Duruşlarının İncelenmesi Etiket ve Matbaacılık Sektöründe Bir Uygulama," 17. Ulusal Ergonomi Kongresi Bildirileri, 14-16 Ekim 2011, Eskişehir.
- Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., Hendrick, H.** 2005. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods, CRC Press, Florida.
- Li, G., Buckle P.** 2005. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods (Quick Exposure Checklist (QEC) for the Assessment of Workplace Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs)), CRC Press.
- Limerick, R.B.** 2015. Further Risk Assessment Methods for Hazardous Manual Tasks, <http://ergonomics.uq.edu.au/download/mantra2.pdf>, son erişim tarihi: 21.12.2015.