



Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri

Hatice Esen^{1*}, Nilgün Fığlalı¹

¹Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

18.09.2012 Geliş/Received, 23.12.2012 Kabul/Accepted

ÖZET

Büyük sağlık problemlerine ve sosyal kaynak tüketimine neden olan Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR), çalışan nüfusu yaygın olarak etkileyen olumsuzluklardandır. Yaşanan sağlık problemleri, bu rahatsızlıklar için yapılan harcamalar sıralamasında üst sıralarda yer alan ve çalışanı iş verimi, yaşam kalitesi, fiziksel ve sosyal fonksiyonlar açısından olumsuz etkileyen KİSR önemli oranda, uygun olmayan çalışma duruşlarından kaynaklanmaktadır. Çalışma duruşlarını bilimsel yöntemler ile incelemek, analiz etmek ve gerekli iyileştirme ve düzenlemeleri yapmak çalışma performansının kontrol edilmesi ve KİSR'nin azaltılması konularında önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada, KİSR'nin ortaya çıkmasına neden olan risk faktörleri, rahatsızlık çeşitleri ve belirtileri özetlenmekte, bu rahatsızlıkları önlemek için kullanılabilen ana ilkeler sunulmakta ve risk faktörlerinin tespit edilmesinde kullanılan bilimsel yöntemler sınıflandırılarak tanıtılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Çalışma Duruşu Analizi, Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

Working posture analysis methods and the effects of working posture on musculoskeletal disorders

ABSTRACT

Musculoskeletal Disorders (MSDs) which cause great health problems and social resource consumption are common problems which commonly influence working population. MSDs which is at the top of the list in the sense of health problems, expenses made for these disorders and which has negative influences in the sense of employee labor efficiency, quality of life, physical and social functions results from poor working postures. Observation, analysis of working postures with scientific methods, and making necessary recoveries and arrangements bring important contributions for control of working performance and decrease of MSDs. In this study, risk factors which cause the emergence of MSDs, types and symptoms of disorders are summarized, basic principles to be used in preventing these disorders are presented and scientific methods used in determination of risk factors are classified and presented.

Keywords: Ergonomics, Working Posture Analysis, Musculoskeletal Disorders

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. GİRİŞ

İnsanın çalışması sırasındaki vücut duruşu ve hareketlerinin doğruluğu, iş yaşamını ne kadar sağlıklı ve başarılı geçirebileceği ile ilgili bir gösterge oluşturmaktadır. Uygun ve doğru olmayan vücut duruş ve hareketlerinin tekrarlı olarak icra edilmesi neticesinde KİSR ortaya çıkmakta ve hem çalışan, hem işveren hem de devlet açısından, maddi ve manevi, ciddi kayıplara neden olmaktadır.

Hem çalışma hayatı boyunca sağlığını koruyarak çalışanın moralini, motivasyonunu ve performansını arttırabilmek hem de ülke endüstrisine ve ekonomisine katkıda bulunabilmek açısından önemli bir yere sahip olan KİSR'nin önlenmesi konusu; bilimsel yöntemler ile incelenmesi ve analiz edilmesi gereken bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. KİSR'ye neden olan uygunsuz çalışma duruşlarını ve bunların risk düzeylerini belirleyebilmek ve bu konularda yapılacak iyileştirme ve geliştirme planlarına ışık tutmak amacıyla literatürde birçok yöntem yer almaktadır.

Bu çalışma kapsamında, KİSR'nin ortaya çıkmasına neden olan risk faktörleri, rahatsızlık çeşitleri ve belirtileri özetlenmekte, bu rahatsızlıkları önlemek için kullanılacak ana ilkeler sunulmakta ve KİSR'ye neden olan, farklı iş gruplarında ve vücut bölümlerinde rastlanan farklı çalışma duruşlarına ait risk düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan bilimsel yöntemler sınıflandırılarak tanıtılmaktadır. Çalışmada ayrıca KİSR'nin dünyadaki ve ülkemizdeki görülme sıklıkları ile ilgili detaylı bilgi verilerek sebep olduğu maliyetlere değinilmektedir.

2. KAS-İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Komisyonu'nun da tanımladığı gibi kas-iskelet sisteminde oluşan ve işten kaynaklanan rahatsızlıklar veya hastalıklardır. "İşten kaynaklanan" terimi Dünya Sağlık Örgütü tarafından iş performansı ve iş çevresi gibi iki faktörün etkisiyle başlayan çok etkenli bir hastalığın bilimsel nedenini tanımlamak için kullanılmaktadır [1].

Çalışma hayatında KİSR; tendon, kas, sinir ve diğer yumuşak dokularda hasara sebep olan bükme, gerginleştirme, kavrama, tutma, döndürme, sıkıştırma ve uzanma gibi tekrarlayıcı fiziksel hareketler nedeniyle oluşmaktadır [2]. Günlük yaşamın olağan aktivitelerindeki bu yaygın hareketler zararlı hareketler değildir. Bu hareketleri zararlı hale getiren hareketlerin

aralıksız tekrarları, hizi ve toparlanma için iki hareket arasındaki zaman yetersizliğidir [3].

KİSR'nin gelişmesinde fiziksel ve psikososyal faktörlerin önemli rol oynadığı konusunda bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. KİSR'ye sebep olan bu risk faktörleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

Vücut pozisyonu: Boynun ve omuzların sabit pozisyonda olması kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının oluşmasında etkili olan bir durumdur. Üst uzuvların kontrollü hareketleri esnasında çalışanların omuz-boyun bölgesinin dengesini sağlamaları gerekmektedir. Omuz ve boyundaki kaslar kasılmakta ve görevin gerektirdiği süre boyunca sabit pozisyonda durabilmek için kasılmaya devam etmektedir. Kasılan kaslar damarları sıkıştırmakta bu da rahatsızlıklara sebep olmaktadır. Çalışma istasyonlarının düzensiz yerleşimi ve uygun olmayan araç ve ekipman seçimi de bu riskli vücut hareketlerinin oluşmasında etkilidir

Tekrar: Çalışanların yaptığı çok sayıda tekrar içeren görevler kas iskelet rahatsızlıkları için büyük risk oluşturmaktadır. Bu görevler genellikle sabit vücut pozisyonu ve güç gibi diğer risk faktörlerini de içeren tekrarlı hareketlerdir. Bilek, dirsek ve omuz eklemlerinin kabul edilebilir limitler dışındaki tekrarlı hareketlerini içeren görevler, bu bölgelerde ağrıların oluşmasına sebep olmaktadır. Tablo 1'de bu tür hareketlerin örnekleri yer almaktadır.

Tablo 1: Vücut Hareketleri ve Etkiledikleri Bölgeler [3]

Vücut Hareketi	Ağrı Bölgesi
Kabul edilebilir limitler dışında bileğin tekrarlı, yatay veya düşey hareketleri Bileğin kabul edilebilir limitler dışındaki pozisyonlarında parmakların hareketi	Avuç içi ve Bilek
Dirseğin nötral pozisyonundan tekrarlı olarak bükülmesi ve düzleştirilmesi Önkol ve bileğin döndürülmesi	Dirsek
Omuz seviyesinin yukarisına uzanma Gövdenin arkasına uzanma Vücudun önünde uzağa uzanmak Kolun döndürülmesi	Omuz ve Boyun

Mola vermeden uzun süre çalışma: Üst üste tekrarlı hareketleri içeren işler yorucu olmaktadır. Bundan dolayı çalışan, görevler arasında verilen kısa molalarda tam anlamıyla dinlenememektedir. Tekrarlı hareketler minimum güç gerektirse bile bu hareketlerin zaman içinde sürdürülmesi için gerekli çaba düzenli olarak artmaktadır. Çalışma aktivitesine artan yorgunluğa rağmen mola verilmeden devam edilmesi durumunda incinmeler meydana gelmektedir.

Güç: Elle ağır iş yapma, kaldırma, taşıma vb. görevleri yerine getirmek için gerekli olan güç kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının başlangıcında önemli bir rol oynamaktadır. Daha fazla güç daha fazla çabaya eşit olduğundan görevler arasında dinlenmek için daha uzun zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Tekrarlı hareketler içeren işlerde dinlenmek için yeterli zaman olmadığında daha fazla güç gerektiren hareketler yorgunluğun ve rahatsızlıkların daha çabuk ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

İşin hızı: Yapılan işin hızı, görevdeki çevrimler arasında verilmesi gereken mola zamanını tespit etmekte belirleyici olmaktadır. İşin yüksek hızlarda yapılması durumunda dinlenmek için daha az zaman kalmakta bu da stres düzeyini arttırmaktadır. Stres düzeyinin artması ile ortaya çıkan kas gerginliği de yorgunluğa sebep olarak kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına temel oluşturmaktadır.

Çalışma ortamının isisi: Sıcaklık ve nem tekrarlı işlerde çalışan performansını etkilemektedir. Eğer çalışma ortamı çok sıcak ve çok nemli ise çalışanlar daha çabuk yorulmakta ve bunun sonucunda da incinmelere daha duyarlı olmaktadır. Diğer taraftan düşük sıcaklıklarda ise kas ve eklem esnekliği azalmakta bu da incinme olasılığını arttırmaktadır.

Tireşim: Tireşim; tendon, kas, eklem ve sinirleri etkilemektedir. Çalışanlar titreşimli araçlar kullandıklarında parmaklarında uyuşukluk, dokunma ve kavrama kaybı ve ağrı ile karşı karşıya kalmaktadırlar [3].

Ayrıca iş organizasyonunun yetersizliği, yüksek iş talebi, iş üzerindeki kontrolün azlığı, düşük iş memnuniyeti, zaman baskısı, çalışma arkadaşı ve yöneticilerden destek görememek, stres, mola vermeden uzun süre çalışma da KİSR için işyerinde risk oluşturan diğer faktörlerdir [2], [4].

İşyerindeki risk faktörlerinin yanında fiziksel kapasite, yaş, kondisyon yetersizliği, aşırı kilo alımı ve sigara kullanımı gibi kişisel faktörler de KİSR oluşumunda etkilidir [4], [5].

Bu risk faktörlerinin hiçbiri tek başına kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına sebep olmamaktadır. Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları genellikle bu faktörlerin kombinasyonu ve etkileşimi sonucunda meydana gelmektedir. Sayılan bu risk faktörlerine maruz kalma sonucunda çalışanın vücudunda kan akımında azalma veya lokal kas yorgunluğu gibi etkiler oluşmaktadır. Eğer uygun dinlenme aralıkları verilmez ve bu faktörlere sürekli

maruz kalınırsa kas iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşmaktadır [3].

Yukarıda sayılan risk faktörleri de dikkate alındığında çiftçilik, ormancılık, balıkçılık, madencilik, üretim ve makine operatörlüğü, terzilik, yükleme ve boşaltma işçiliği, inşaat işçiliği, bahçıvanlık, şoförlük, hemşirelik, temizlik işçiliği, perakende satış işçiliği, otel ve restoran işçiliği, sekreterlik KİSR'nin sık görüldüğü iş gruplarıdır [4].

KİSR; bel, boyun ve üst ekstremiteler (el bileği, el, dirsek ve omuz) hastalıkları olarak sınıflandırılmaktadır. [2]. Bel ve sırt ağrıları, kas zorlanması ve incinmesi, boyun tutulması, boyun fıtığı, bel fıtığı, karpal tünel sendromu, gergin boyun sendromu ve kas kuvveti dengesizlikleri işten kaynaklanan başlıca kas iskelet sistemi rahatsızlıklarıdır [2], [6]. KİSR'de en sık tutulan bölgeler bel, boyun, eller, el bilekleri, dirsekler ve omuzlardır [5].

Ağrı, kas iskelet sistemi rahatsızlıklarında görülen en yaygın semptomdur. Bazı durumlarda eklem sertliği, kas gerginliği, kızarıklık ve etkilenen bölgenin şişmesi gibi semptomlara da rastlanmaktadır. Bazı çalışanlar karincalanma duygusu, hissizlik, cilt renginde değişim ve ellerin terlemesinde artış yaşamaktadırlar. Tablo 2, üst vücut bölgelerinde görülen bazı kas iskelet sistemi rahatsızlıklardaki mesleki risk faktörlerini ve semptomları göstermektedir.

KİSR'nin de içinde yer aldığı kronik hastalıkların önemli bir halk sağlığı sorunu olmasının temel nedeni mortalitelerinin yüksek olmasından ziyade, iş gücü kaybına yol açmaları, kişinin yaşam kalitesini bozmaları ve prevalanslarının yüksek olmasıdır. Bu faktörler açısından KİSR tüm dünyada morbiditenin önde gelen nedenleri arasında yer almaktadır ve hem kişiye, hem topluma önemli olumsuz etkileri bulunmaktadır. Özellikle kişinin yaşam kalitesini ve iş verimini etkilemekte, sakatlıklara yol açmakta ve sağlık sistemine büyük ölçüde yük getirmektedir.

Tablo 2: Rahatsızlıklara ait Mesleki Risk Faktörleri ve Semptomlar [3]

Rahatsızlık	Mesleki Risk Faktörü	Semptomlar
Tendon İltihabi	Tekrarlı bilek hareketi Tekrarlı omuz hareketi Omuzlara uzun süreli yüklenme	Ağrı, güçsüzlük, şişme, etkilenen bölgenin üzerinde yanma hissi ve aci
Epikondilit (Dirsek Tendonu İltihabi)	Önkolun zorlayıcı veya tekrarlı rotasyonu esnasında bileğin bükülmesi	Ağrı, güçsüzlük, şişme, etkilenen bölgenin üzerinde yanma hissi ve aci
Karpal Tünel Sendromu	Tekrarlı bilek hareketleri	Ağrı, hissizlik, karincalanma, yanma hissi, avuç içinin kuruması,
Baş Parmak Tendon Sikişması	Tekrarlı olarak elin bükülmesi ve güç sarf ederek kavrama	Baş parmak tabanında ağrı
Torasik Outlet Sendromu	Omuzların sürekli bükülmesi Omuz üzerinde yük taşıma Kolların omuz hizasının üzerine uzanması	Ağrı, hissizlik, ellerde şişme
Gergin Boyun Sendromu	Kısıtlı vücut duruşunda uzun süreli bulunma	Ağrı

Dünya ölçeğinde saptanan tüm KİSR'nin yaklaşık %30'unun işe bağlı olduğu belirtilmektedir. KİSR, meslek hastalıkları ve iş kazalarının neden olduğu tüm işgünü kayıplarının yaklaşık %34'ünü oluşturmaktadır [7]. AB'de 46 bin kişiyle yapılan çalışmada katılımcıların %24'ünün sırt ağrisından ve %22'sinin kas ağrisından yakındığı, ağrılarının en yaygın nedeninin %34 ile osteoartrit olduğu bildirilmiştir. Almanya'da KİSR nedeniyle oluşan kayıp gün sayısı, hastalık nedeniyle kaybedilen tüm çalışma günlerinin nerdeyse % 30'una karşılık gelirken Hollanda'da bu oran % 46'dır. İngiltere'de her yıl işle ilgili KİSR nedeniyle yaklaşık 10 milyon iş günü kaybedilmekte ve bunların, yaklaşık %50'si sırt şikayetleri, %30'u boyun ve kollarla ilgili şikayetler ve %20'si de bacaklarda görülen şikayetler nedeniyle yitirilmektedir [8]. Avustralya'da yapılan çalışmalarda ise osteoartrit erkeklerde %3,9 ile 9. sırada, kadınlarda %5,7 ile 3. sırada yer almaktadır. ABD'de meslek hastalıklarının %42 gibi büyük bir oranını kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşturmaktadır [6], 45 yaş üzeri 40 milyondan fazla insanı etkilediği ve 2030 yılında

nüfusun %22'sini etkileyeceği tahmin edilmektedir [9]. Türkiye'de Hacettepe Üniversitesi Sağlık Kontrolü Ünitesi'nin 2003 Yılı Sağlık Merkezleri Çalışma Raporu'na göre; 40 – 65 yaş arası akademik ve idari personele uygulanan “Periyodik Sağlık Kontrolü” sonuçlarına göre KİSR %13,5 ile ikinci sırada yer almaktadır. Çimento fabrikasında çalışan işçilerin sağlık sorunlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada da KİSR %16,3 ile üçüncü sırada bildirilmektedir [10]. Gelişmiş ülkelerde işe bağlı KİSR sıklığının ve maliyetinin hızla artışı nedeniyle, risk etkenleri, iş günü kaybı ve maliyeti konusunda çalışmalar son yıllarda hız kazanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise, travma ve aşırı yüklenme, ağır ve ergonomik olmayan çalışma koşullarının yaygınlığı bilinmekte olup, KİSR'nin işe bağlı olup olmadığının tanısında büyük güçlükler yaşandığı gözlenmektedir.

KİSR'nin maliyeti üç grupta incelenmektedir: Bunlar direk, dolaylı ve görünmeyen maliyetlerdir. Direk maliyetler: hekim muayenesi, tani testleri, ilaç kullanımı, hastane yatışı gibi tıbbi bakım maliyetlerini içermektedir. ABD'de 1995 yılında KİSR'ye bağlı olarak ortaya çıkan 215 milyar dolarlık maliyetin %37'sini de direk maliyetler oluşturmaktadır. Dolaylı maliyetler ise iş gücü kayıpları ve aktivitelerdeki azalmanın maliyetini göstermekte ve toplam maliyetin %52'si civarında olduğu bildirilmektedir. Görünmeyen maliyetler ise; yaşam kalitesinin, fiziksel ve sosyal fonksiyonun azalması olarak ifade edilmektedir [9].

İngiltere'de yapılan benzer bir çalışmada ise KİSR'nin tıbbi maliyetinin 84 milyon ile 254 milyon sterlin arasında olduğu tahmin edilmektedir. İşle ilgili sırt problemlerinin maliyetinin 43 milyon ile 127 milyon sterlin arasında, kollarda ve boyunda görülen rahatsızlıkların maliyetinin 32 milyon ile 104 milyon sterlin arasında ve alt uzuvlarda görülen işle ilgili hastalıkların maliyetinin de 17 milyon ile 55 milyon sterlin arasında olduğu düşünülmektedir [8].

Yaşanan sağlık problemleri, bu rahatsızlıklar için yapılan harcamalar sıralamasında üst sıralarda yer alan ve çalışani iş verimi, yaşam kalitesi, fiziksel ve sosyal fonksiyonlar açısından olumsuz etkileyen KİSR önemle ele alınması gereken bir konudur.

3. KİSR'İN ÖNLENMESİNDE UYGULANABİLECEK ANA İLKELER VE BİLİMSEL YÖNTEMLER

Literatürde KİSR'nin oluşmasını önlemek amacıyla uygun çalışma ortamlarının tasarlanması ve ihtiyaç duyulan iyileştirmelerin yapılmasında yararlanılabilecek ana ilkeler ve KİSR'ye sebep olan uygunsuz çalışma duruşlarına ait risk düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan bilimsel yöntemler yer almaktadır. Çalışmanın bu bölümünde hem ana ilkelere değinilmekte hem de bilimsel yöntemler sınıflandırılarak tanıtılmaktadır.

3.1. Çalışma Ortamlarının Tasarımı ve Etkin Kullanımında Dikkate Alınması Gereken Ana İlkeler

Risklerin kaynağında yok edilmesi mesleki sağlık ve güvenlik prensiplerinin temelini oluşturmaktadır. KİSR'de en önemli risk kaynağını işlerin gereksiz tekrarları oluşturmaktadır. Uygulanan güç, sabit vücut pozisyonları, benzer hareketlerin defalarca tekrarını gerektiren iş adımları da KİSR'ye sebep olan faktörlerdir. Çalışanları bu rahatsızlıklardan koruyabilmek için alınacak önlemlerin amacı, uygun iş tasarımı aracılığıyla işteki tekrarların azaltılması olmalıdır. İş tasarımları; makineleştirme, iş rotasyonu, iş zenginleştirme veya takım çalışması dikkate alınarak yapılabilmektedir.

İş rotasyonu ile çalışanın farklı görevler yapması farklı kas gruplarını çalıştırmasını sağlamaktadır. İş zenginleştirme ile de işteki görevlerin çeşitliliği artmakta bu da işteki monotonluğu ortadan kaldırarak vücudun belli bölgelerindeki aşırı yüklenmeyi azaltmaktadır. Takım çalışması kassal çalışmaların dengeli bir şekilde dağılmasını ve çalışanlar arasındaki görev değişimleri aracılığıyla çeşitlilik sağlamaktadır.

Uygun iş tasarımları ile işteki tekrarların azaltılmaması durumunda ise işyeri düzenleme, kullanılan araç ve ekipmanların tasarımı ve uygun iş çalışmaları gibi önleyici stratejiler dikkate alınmalıdır.

İş yeri tasarımındaki amaç çalışma yerinin çalışana uygun hale getirilmesidir. Çalışma yerlerinin değerlendirilmesi sonucunda KİSR'nin kaynakları belirlenebilmektedir. İş istasyonlarının uygun tasarımı, çalışma pozisyonu için gerekli olan gücün azaltılmasını sağlamaktadır. İş istasyonları; çalışana oturma veya ayakta durma pozisyonları için seçenekler sağlamalı, çalışanın vücut ölçülerine ve şekline uygun ve ayarlanabilir olmalıdır.

Araç ve ekipmanın uygun tasarımı görevi tamamlamak için gerekli olan gücü önemli ölçüde azaltmaktadır. Çalışanlara, görevleri için uygun bağlama düzenleri ve

şablonların sağlanması uygunsuz pozisyonlardaki kassal çabayı azaltmaktadır.

İyi tasarlanmış çalışma alanı ve uygun araçlar ile desteklenmiş bir iş çalışana gereksiz boyun, omuzlar ve üst uzuv hareketlerinden korunabilmesini sağlamaktadır. Tekrarlı görevler içeren işleri yapan çalışanlar için eğitim verilmelidir. Çalışanların, görev ve bireysel ihtiyaçlarına göre iş istasyonlarını nasıl ayarlayabileceklerini bilmeleri gerekmektedir. Çalışanlara verilecek eğitimler, kasları rahatlatmak için görevler arasında verilecek kısa süreli molaların ve dinlenme zamanlarının önemini vurgulayarak avantajlarını öğretmelidir. Eğitimlerde ayrıca çalışanlara bütün vardiya boyunca oluşabilecek kas gerginliğini bilinçli bir şekilde nasıl kontrol altına alınabileceklerine dair bilgiler verilmelidir [3].

3.2. Çalışma Duruşu Analizinde Kullanılan Bilimsel Yöntemler

KİSR'ye sebep olan uygun olmayan çalışma duruşlarını bilimsel yöntemler ile incelemek, analiz etmek ve gerekli iyileştirme ve düzenlemeleri yapmak çalışma performansının etkili bir şekilde kontrol edilmesi ve KİSR'nin azaltılması konularında önemli katkılar sağlamaktadır. KİSR'ye neden olan uygunsuz çalışma duruşlarını ve bunların risk düzeylerini belirleyebilmek ve bu konularda yapılacak iyileştirme ve geliştirme planlarına ışık tutmak amacıyla literatürde de birçok yöntem yer almaktadır.

Çalışma sırasında hangi duruşların çalışan sağlığı açısından daha riskli olduğunun belirlenmesi Ergonominin önemli bir alanıdır [11]. Zaman zaman çalışanlar; antropometrik karakteristikler dikkate alınmadan tasarlanmış iş istasyonlarında ve/veya ergonomik prensipler doğrultusunda tasarlanmamış görevleri yerine getirmek üzere uygun olmayan vücut duruşları ile çalışmak zorunda kalmaktadırlar [12]. Çalışma duruşlarının uygunluğu, çalışma performansının etkili bir şekilde kontrol edilmesini ve KİSR'nin azaltılmasını sağlamaktadır [13].

En genel tanımıyla duruş; "vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacak bölümlerinin hareket esnasındaki konumları" olarak tanımlanmaktadır. Çalışma duruşu ise bu tanıma bağlı olarak, vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacakların yapılan işe ve işin özelliklerine göre konumlanması şeklinde tanımlanmaktadır [14]. Uygun olmayan duruşlar ise bir veya birden fazla uzvun, hareketsiz vücut duruşundan sapması olarak tanımlanmaktadır [15]. İyi bir çalışma duruşunun önemi 18.yy'ın başlarında Ramazzini'nin düzensiz ve tekrarlı çalışma hareketlerinin ve doğal olmayan vücut duruşlarının, çalışanlar için nasıl zararlı sonuçlar doğurduğunu açıklamasıyla anlaşılmıştır. Bu çalışma ayrıca çeşitli

KİSR'nin, yüksek oranda durağan görevler yapan operatörlerde ortaya çıktığını ve bunların uzun dönemde ciddi rahatsızlıklara sebep olacağını da belirtmektedir.

Çalışma sırasında duyulan rahatsızlığın minimize edilmesi, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı tasarlanması, işin performans değeri kadar önemlidir. Eğer duruş doğru değilse, bu operatöre yük, yorgunluk ve ağrı olarak geri dönmektedir. Çalışan kaslar kendini yenileyene kadar çalışmasına ara vermek zorunda kalmaktadır. Uygun olmayan çalışma duruşlarını endüstride önemli kilan faktörler KİSR ve bu rahatsızlıkların verimliliğe, kaliteye ve maliyete yansımalarıdır [16].

Verimlilik, kalite ve maliyet açısından çeşitli kayıplara sebep olan KİSR'nin azaltılabilmesi çalışma duruşlarının değişik bakış açılarında ele alınarak farklı yönlerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi ile mümkündür. Literatürde bu amaçla kullanılan yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

3.2.1 Yük Kaldırma İle İlgili Olan Yöntemler

Snook'un Tabloları (Snook's Tables): Snook ve Ciriello (1991) tarafından geliştirilen yöntem Snook adı verilen tablolar yardımıyla maksimum kabul edilebilir yük ağırlıklarını belirlemeye çalışmaktadır. Bu yöntemin amacı, elle gerçekleştirilen yük kaldırma işleri için güvenilir kaldırma limitlerini belirlemektir. Yöntem çalışanlardan, kişisel algılamalarına göre ağırlığı, gerilme ve yorgunluğu belirlemelerini istemektedir. Literatürde yöntemin; ambulans hizmeti, yemek dağıtımı, çamaşırhane, ev temizliği, hasta bakımı, kargo, çöp toplama, bakım evleri gibi elle gerçekleştirilen kaldırma işleri için uygulandığı görülmektedir [17]

Revize Edilmiş NIOSH Kaldırma Eşitliği: ABD Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü tarafından bir seri değerin (yükün kaldırılması esnasında kaldırmanın başlangıç ve bitiş yüksekliği, yükün dikey kaldırılma mesafesi, uzanma mesafesi, açılma yer değiştirme, kaldırma sıklığı, tutma şekli katsayısı) çarpılarak elde edildiği 'Önerilen Ağırlık Limiti'ni belirleyen matematiksel bir eşitlik geliştirilmiştir. Bu eşitlik yük kaldırma ve indirme işlemi içeren görevlerde, belde oluşan zorlanmayı belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Kaldırılan yükün önerilen ağırlık limitine bölümü ile elde edilen Kaldırma İndeksi farklı görevler için hesaplanabilmekte ve bu indeks yardımıyla hangi kaldırma görevlerinin problemlili olduğu belirlenebilmektedir [18].

İndirme, İtme, Çekme ve Taşıma Modeli (Lowering, Pushing, Pulling and Carrying Model): Bu yöntemde biyomekanik, fizyolojik ve psikofiziksel kriterleri

dikkate alan denklemler aracılığıyla indirme, itme, çekme ve taşıma için kapasiteler hesaplanmaktadır [19]. Yöntemin, eczacıların ve kalfaların ilaçların bulunduğu soğuk depolardan girerken kapıları çekmesi, hemşirelerin, hemşire yardımcılarının ve hastabakıcıların hastaları indirmesi, temizlik personelinin çöpleri taşınması, depo işçilerinin tıbbi malzeme kutularını taşınması, çamaşırhane işçilerinin çamaşır arabalarını itmesi vb. işlerde uygulamalarını görmek mümkündür.

3.2.2 Gözlem veya Ankete Dayalı Yöntemler

OWAS (Ovako Working Posture Analysing System): OWAS, çalışanın kas-iskelet sistemindeki yüklenmeyi ve sistemin neden olduğu kötü duruşları belirlemeye yarayan, gözleme dayalı bir çalışma duruşu analiz metodudur. Ayrıca, iş yerinin verimlilik, konfor ve mesleki sağlık açısından değerlendirilmesini ve insan makine ara kesitinin sistematik bir biçimde incelenmesini sağlamaktadır. Bu metoda göre duruşlar sınıflandırılmakta ve işgöreni rahatsız edici unsurları ortadan kaldırmak amacı ile tasarıma yönelik sistematik iyileştirmeler ve geliştirmeler yapılmaktadır [16]. Literatürde yöntemin İnşaat işlerinde, tamir bakım işlerinde, sağlık sektöründe, hayvancılıkta, taşıma ve dağıtım işçiliklerinde, imalat sektöründe ve tarımcılık işlerinde uygulandığı görülmektedir.

RULA (Rapid Upper Limb Assessment): RULA, görev için gerekli olan gücü ve tekrarlı hareketleri dikkate alarak işle ilgili üst uzuv rahatsızlıklarını ortaya çıkarmak amacıyla geliştirilmiş çalışma duruşlarını analiz eden subjektif gözlem metodlarından biridir [20]. Bu metod, üst uzuv (el-bilek-dirsek-alt kol-üst kol-omuz-boyun) rahatsızlıklarına neden olan kas-iskelet yüklenmelerine maruz kalan çalışanları değerlendirmek amacıyla puanlandırma sistemine dayalı olarak tasarlanmıştır. Metoda göre üst organ, boyun, sırt ve bacak duruşlarının önceden belirlenmiş sınıflandırmaları ve sayısal değerleri gözlenen duruşun risk puanını belirlemek için kullanılmaktadır [21]. Yöntem, az ekipman ve çevre değişikliği ile hızlıca sonuç vermesi amacıyla tasarlanmıştır. Ayrıca yöntemin kullanımında gözlem tekniklerine ait önceden kazanılmış beceri gerekmeyip yöntemin uygulanması kolayca öğrenilebilmektedir [20]. Yöntem; hastabakıcılık, onarım işleri, kasiyer hizmetleri, telefon operatörleri, ultrason teknisyenleri, diş hekimlerine ait çalışma duruşlarının değerlendirilmesinde başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir.

REBA (Rapid Entire Body Assessment): REBA yöntemi, dinamik ve statik duruşlarda söz konusu olan yüklenmeyi, insan-yük etkileşimini göz önüne alarak işgörenin tüm vücudunun duruşsal riskini değerlendirir. Bu analiz aynı zamanda, bir iyileştirme yapıldığı zaman,

iyileştirmenin öncesinde ve sonrasında rahatsızlık risklerinin azalıp azalmadığını değerlendirmek için de kullanılır. REBA yöntemi, RULA yönteminden türetilmiştir. Ancak REBA yöntemi tüm vücudu göz önüne alır ve dolayısıyla sırt, bacaklar ve dizleri de değerlendirir.

Hemşirelik hizmetleri, hastabakıcılar, ev temizliği hizmetleri, ultrason teknisyenleri, diş hekimlerinin yaptıkları işler REBA yöntemi ile değerlendirilebilmektedir [22].

İş Zorlanma İndeksi (Job Strain Index): El, bilek ve dirsek (Distal üst ekstremite) duruşlarını göz önüne alan bu yöntem yapılan işleri; duruş şekilleri, hareket sıklıkları ve uygulanan kuvvete göre değerlendirmekte fakat titreşimi ya da stres faktörlerini dikkate almamaktadır. Yöntemde göreceli risk durumları indekslerle belirlenmektedir. Et paketlemede, küçük parçaların montajında, klavye kullanımında ve diğer fazla tekrarlı el hareketlerinin söz konusu olduğu işlerde kullanılmaktadır. Özellikle karpal tünel sendromu gibi kas-tendon rahatsızlıklarının oluşumunu belirlemek için kullanılmaktadır [23].

Hızlı Maruziyet Değerlendirme (Quick Exposure Check): Hızlı Maruziyet Değerlendirme, dört vücut bölgesinin (bel, omuzlar ve kollar, eller ve el bilekleri ve boyun) ergonomik girişim yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra kas iskelet sistemi risk faktörlerine maruz kalma sonucundaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Yöntem aynı işi yapan iki veya daha fazla insan arasında veya farklı işleri yapan insanlar arasındaki maruziyeti karşılaştırmaktadır. Hem çalışan hem de değerlendiren kişi için soruların yer aldığı ve bu sorulara verilen cevaplar sonucunda skorların hesaplandığı bir yöntemdir. Yöntem, elle kaldırma görevlerinin yapıldığı birçok işe rahatça uygulanabilmektedir [5].

OCRA indeksi, görevlerin analiziyle elde edilen mevcut teknik hareketlerle referans teknik hareketler arasındaki orana dayalıdır. Referans teknik hareket değerleri, hareketlerin sıklığı ve tekrarı, uygulanan güç, duruşun çeşidi ve vibrasyon vb. ek faktörleri de dikkate alarak elde edilmektedir. OCRA metodu vücudun sağ ve sol tarafı için iki farklı indeks (omuz ve dirsek/bilek/el) oluşturmaktadır [24].

3.2.3 Kontrol Listeleri

ACGIH El/Kol Titreşim Eşik Limit Değeri (Hand/Arm Vibration Threshold Limit Values) : ACGIH yöntemi, iki eli kullanarak, vücudu sağ ve sol yanlara ayıran sagittal alandan 30 derece sapma ile gerçekleştirilen tek kişilik kaldırma hareketlerine odaklanmıştır. ACGIH aynı

zamanda kaldırma hareketleri esnasında saatte 360'dan fazla kaldırma hareketi yapıldığı, günde 8 saatten daha fazla sürelerde çalışıldığı ve kaldırma görevi yapıldığı, fazla asimetrik çalışıldığı (sagittal alandan 30 dereceden fazla sapma ile), tek elle kaldırma yapıldığı, oturarak ya da dizler üzerine çökerek kaldırma hareketi yapıldığı, sivilar gibi dengede olmayan yükler kaldırıldığı, kaldırma hareketlerinde tutamaçlar kullanılmadığı ve ayakların dengede olmadığı koşullar olduğu zaman da profesyonel önerilerde bulunabilmektedir. Bu yöntem, endüstriyel hijyen ile ilgilenenlerin, çalışma ortamındaki farklı fiziksel etkenlerle karşı karşıya kalma durumlarında, bu etkenlerin güvenilir seviyelerini belirleyen kararların verilebilmesi için bu etkenlerin eşik limit değerlerini belirler ve bir kılavuz oluşturarak yayınlar. Bu yöntem sadece el, kol titreşiminin söz konusu olduğu işler için kullanılmaktadır [25].

Risk Faktör Kontrol Listesi (UAW-GM Risk Factor Checklist): General Motor Merkezindeki, Oto İşçileri Birliği tarafından hazırlanan Ergonomik Risk Faktörü Kontrol Listesi, tekrar sıklığı, güç, uygunsuz duruşlar, zorlanma, titreşim gibi faktörleri belirlemektedir. Bu yöntem her ne kadar otomotiv işçileri için geliştirilmiş olsa da yemek servisinde çalışanlar, çamaşırhane işçileri, ev temizliğinde çalışanlar, hastabakıcılar, depo işçileri, hemşireler ve ambulans hizmetlerinde çalışanlar için de kullanılmaktadır [26].

Washington Eyaleti Yasaları Ek-B (Washington State Appendix-B): Bu yöntem, fiziksel risk faktörlerini içeren tipik işçi aktivitelerini barındıran işler olarak tanımlanan tehlikeli alanlarda yapılan işlerle ilgili yaralanmalara sebep olan iş yeri risklerini sınıflandırır. Bu işler, ergonomik farkındalık ve iş kazası analizi eğitimlerini gerektirecek derecede riske sahip işlerdir. Her bir iş için fiziksel risk faktörü bulunur. Bu yöntem, gözlemlenen işlerde; biçimsiz duruşlar, ellerin maruz kaldığı aşırı kuvvet, fazla tekrar gerektiren işler, tekrarlanan darbeler, ağır, sık ve biçimsiz kaldırma gibi risk faktörleri görüldüğü zaman kullanılabilir [27].

Finlandiya Meslek Sağlık Enstitüsü tarafından geliştirilen Ergonomik İşyeri Analiz Metodu; iş istasyonu tasarımı, fiziksel iş yükü, kaldırma, çalışma duruş ve hareketleri, kaza riski, görev içerikleri, görev kısıtlamaları, kişisel ilişki ve haberleşme, karar verme, gereken ilgi, tekrar, aydınlatma, termal çevre ve gürültü konularında kapsamlı bir ergonomik analiz sağlamaktadır. Gözlemci her bir maddeyi için dört ya da beş seviyeli skalada derecelendirmektedir. Skaladaki yüksek seviyeler çalışan sağlığı açısından risk olduğunu gösterirken düşük seviyeler kabul edilebilir ve güvenli çalışma koşullarını ifade etmektedir [24].

3.2.4 Sayısal Biyomekanik Ölçüler

Sayısal biyomekanik ölçüler, diğer metotlara göre daha güvenilir ve daha kesin sonuçlar vermektedir. Bu ölçüler aracılığıyla yapılan direk ölçümler ile, farklı görevler içeren işler için detaylı ve kesin değerler elde edilmektedir. Fakat bu ölçümlerde kullanılan cihazların yapısı karmaşık olup bu cihazlar yapılan görevin performansını etkileyebilmektedir. Ayrıca ölçümler sonucunda elde edilen verilerin miktarı büyük olduğu için bu bilgilerin yönetimi de zor olmaktadır.

Goniometre, Eğimölçer, Potansiyometrik Elektrogoniometre ve Esnek Goniometre direk ölçüm yapabilen cihazlardır. Goniometreler, çalışma duruş ve hareketlerini ölçebilen en basit cihazlardır. Bu cihazlar genellikle hareket aralıklarını sayısallaştırmak amacıyla 1910 yılından bu yana kullanılmaktadır. Goniometreler tüm eklemlerin hareketlerini sayısallaştırabildikleri için 1949 yılında universal goniometreler olarak adlandırılmıştır. 1955 yılında Leighton tarafından ileri sürülen Eğimölçer, omurga hareketlerini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. Tekil veya çoğul eksene sahip olan Potansiyometrik Elektrogoniometreler ise sürekli hareketlerin kayıt edilmesine olanak tanımaktadır. Esnek Goniometreler de duruş ve hareketlerin sürekli olarak kaydedilmesinde kullanılmaktadır. Eksen doğrultularıyla ilgili biomekanik problemlere meydan vermemeleri için bu cihazların eksenleri bulunmamaktadır. Bu durum ölçümlerin doğruluğunu arttırmaktadır. Bu üstünlük bu cihazların potansiyometrik goniometrelere tercih edilmesini sağlamaktadır [28].

Direk ölçüm yapılmasına olanak sağlayan fotoğraf ve video analiz sistemleri maliyet ve kullanım üstünlükleri sebebiyle yıllardan beri çalışma duruşlarının analiz edilmesinde kullanılmaktadır. Günümüzde gelişen teknoloji ile erişilebilirlikleri ve avantajları artan bu araçlar, çalışmada belirtilen diğer tüm çalışma duruş analiz metotlarının uygulanmasına destek vermek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Çalışma duruşlarının analizine ve risk düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak literatürde yer alan ve yukarıda sayılan yöntemleri etkinleştirebilmek veya çalışma duruşlarını incelemeyi bilgisayar destekli olarak gerçekleştirmek üzere yapılmış çalışmalar da aşağıda özetlenmektedir:

Woldstad ve Stewart, 1993 yılında yaptıkları çalışmalarında, ergonomi alanında kullanılmak üzere, video çekimlerinden insan vücut duruşlarını 3 boyutlu kaydetmeye olanak sağlayan bilgisayar tabanlı “duruş kayıt metodunu” geliştirmişlerdir. Çalışmada 5 farklı pozisyonda (oturma, itme, kaldırma, uzanma ve çömelme) kayıtlar alınmıştır. Çalışmalarının sonuçları bu

metotla kaydedilen duruşların doğruluğunda ve hızında, kayıt aracının ortamı algılama yeteneğinin bir etkisi bulunmadığını göstermektedirler [29].

Wang ve diğerleri (1996), elle taşıma yapılan görevlerdeki risklerin değerlendirmesini bilgisayar görüntü sistemini kullanarak yapmışlardır. Geliştirilen sistem, çalışma duruşlarını belirlemek için bilgisayar görüntü tekniklerini kullanmakta ve sonrasında belde oluşan baskı kuvvetini hesaplamak için biyomekanik model ve antropometrik verileri birleştirmektedir. Sistem, elde edilen sonuçları belirli standart limitler ile karşılaştırarak görevin risk seviyesini belirleyebilmektedir [30].

Murphy ve diğerleri, 2002 yılındaki çalışmalarında, 11-14 yaş arası okul çağı çocuklarında bel ağrısı görülme oranının yüksek olduğunu belirtmekte ve bu amaçla okul çocuklarının sınıftaki oturma duruşlarının yoğunluğu, süresi ve sıklığını gözlemlemektedirler. Çalışmada, 18 çocuğa ait oturma duruşları 3 farklı metot kullanılarak kaydedilmekte ve metotlar kıyaslanmaktadır [31].

Van Der Beek ve diğerleri, 1992 yılındaki çalışmalarında kamyon şoförlerinin çalışma duruşları için gözlemciler arası güvenilirliği istatistiksel olarak test etmektedirler. Bu güvenilirlik çalışmasının sonucunda TRAC (Task Recording and Analysis on Computer) metodunun geliştirilmiş uygulaması önerilmektedir. TRAC metodu, gözlemciye değişkenleri belirleme ve seçme olanağı tanımaktadır. Bu metotta iş ortamında herhangi bir işaretleyici bulunmaksızın kayıt alınmakta ve analizler kayıt sonrasında yapılabilmektedir [32].

Zhang ve diğerleri, 2010 yılındaki çalışmalarında ölçülen vücut verisini, farklı duruşlar arasında dönüştürmek için kullanılacak bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada belirli vücut duruşlarını tanımlamak için veri dönüştürücü olarak uygun işaretler seti kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan Yapay Sinir Ağının girdi seti, demografik veri ve verilerin dönüşümünü tanımlayan işaretlerin koordinatlarıdır. Çıktı seti ise dönüştürülen duruşları tanımlayan işaretlerdir. Çalışmanın sonuçları kümelemeye dayalı dönüşüm metodunun, tüm vücuda dayalı duruş dönüşüm metoduna göre sayısal olarak daha etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmada işaretlerin kümeleneşinin metodun güvenilirliğine de katkıda bulunduğu belirtilmektedir [33].

ERGONOM, Swat ve Krzychowicz'un 1996 yılındaki çalışmalarında kullandıkları, Nofer Mesleki Tıp Enstitüsü'nde geliştirilen, çalışma alanındaki duruşlarla ilişkili ergonomik stres değerlendirme metodudur. Bu bilgisayar programı önceden var olan yükün, tasarım aşamasında tahminine olanak sağlamaktadır. ERGONOM sistemi 3 bilgisayar programını

içermektedir: ERGONOM 1, antropometrik ölçüleri bilinen herhangi bir çalışan grubu için duruş şekline bağlı bölgelerin sınırlarını (yükseklikler) tanımlamaktadır. ERGONOM 2, tasarımın erken aşamalarında bir makine veya diğer bir teknik objenin ergonomik teşhisi için kullanılan programdır. ERGONOM 3, çalışanın duruşsal aktivitelerine ait tüm verilerin analizine dayanan, makine prototiplerinin ergonomik testi için kullanılan çalışma duruşu değerlendirme sistemidir. Bu sistemde tasarımcı, tatmin edici çözümleri ergonomik olarak elde etmek için değişik manuel kontrolleri ve çalışma alanı düzenlemelerini test edebilmektedir. Sistem ayrıca satın alınan makinelerin ulusal çalışan nüfusun antropometrik ölçülerine uygunluğunu test etmeye imkan vermektedir [34].

Keyserling ve Budnick tarafından 3 boyutlu vücut açıları için 1987 yılında geliştirilen sistem çalışma duruşlarını analiz etmektedir. Çalışma duruşları videoteyp kullanılarak kaydedilmekte ve kaydedilen duruşların vücut açıları bilgisayar destekli sayısallaştırma sistemi aracılığıyla laboratuvar ortamında elde edilmektedir. Çalışmanın sonuçları hesaplanan çoğu eklem açıları için ölçüm hatalarının küçük olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan sistem, direk ölçümlerin mümkün olmadığı durumlarda 3 boyutlu vücut açıları belirlemek için yararlı bir araç olarak sunulmaktadır [35].

4. SONUÇLAR

KİSR'de çalışma duruşu çok önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle, bedenün uygunsuz duruşlarının oluşturduğu risk seviyesinin ve alınması gereken önlemlerin ivedilik derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca tek bir ideal pozisyon olmadığı da unutulmamalıdır. Her çalışanın yaptığı iş tek tek ele alınarak incelenmeli; işler çalışanın fizyolojik ve antropometrik karakteristiklerine uygun olarak tasarlanmalıdır. İşle ilişkili KİSR'den korunabilmek için öncelikle yönetimin bu konuda duyarlı olması gerekmektedir.

Gerçek çalışma ortamlarını ergonomik koşullara uygun tasarlamak ve çalışanların daha sağlıklı çalışma duruşları ile iş yapmalarını sağlamak amacıyla kullanılacak çeşitli ilkeler mevcuttur. Bu ilkelerin ışığında gerçekleştirilecek ergonomik bir tasarımın getirebileceği ek maliyet, bu ana ilkeler ışığında tasarlanmamış sağlık ve güvenlik açısından yetersiz koşullara sahip çalışma ortamlarında iş yapmaktan dolayı ortaya çıkacak maliyet ile karşılaştırıldığında çok düşük ve önemsiz kalacaktır. Çalışma ortamlarında karşılaşılan sorunların birçoğu mevcut sağlık ve güvenlik yönetmelikleriyle ve iyi uygulama örneklerine ilişkin rehberlerin takip edilmesiyle önlenmektedir. Bu kapsamda, işyerindeki görevlerin değerlendirilmesi, önleyici

tedbirlerin alınması, bu tedbirlerin etkinliğinin ve sürekliliğinin kontrol edilmesi önemli bir yere sahiptir. Devlet ve işverenler çalışanlarını korumak için daha çok çaba göstermeli ve çalışanlar da kendi sağlıklarını yakından ilgilendiren KİSR'ye ilişkin riskler konusunda daha bilinçli olmalıdır.

KİSR'nin azaltılmasını amaçlayan çalışma duruşu analiz yöntemlerinin bir kısmı uygulamada tek başına kullanılabilirler gibi daha detaylı ve güvenilir sonuçlar elde etmek amacıyla bir arada da kullanılabilirler. Ayrıca günümüzde bilişim teknolojilerinin gelişimi bu çalışmada sayılan yöntemlerin etkinlik, güvenilirlik ve yaygın kullanımına katkı sağlamakta gelecek için potansiyel bir çalışma alanı vaat etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] COHEN, A.L., Gjessing, C.C., Fine, L.J., Bernard, B.P., McGlothlin, J.D., Elements of Ergonomics: A Primer Based on Workplace Evaluations of Musculoskeletal Disorders, DHHS (NIOSH) Publication, 97-117, 1997.
- [2] BERNACKI, E.J., Guidera, J.A., Schaefer, J.A., Lavin, R.A., Tsai, S.P., An Ergonomics Program Designed to Reduce the Incidence of Upper Extremity Work Related Musculoskeletal Disorders, Ergonomics Program for Work Related Musculoskeletal Disorders, JOEM, 41, 12, 1032-1041, 1999.
- [3] Canadian Centre for Occupational Safety and Health (CCOHS), <http://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>, Erişim Tarihi 29 Kasım 2012
- [4] Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Musculoskeletal Disorders, https://osha.europa.eu/en/topics/msds/index_html, Erişim Tarihi 29 Kasım 2012
- [5] T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, "Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Risk Değerlendirme Rehberi-Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi", Yayın No:144, Ankara, Mayıs 2007.
- [6] NIOSH, Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of The Neck, Upper Extremity and Low Back Pain, Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS, NIOSH Publication, No. 97-141, 1997.
- [7] LEIGH J, Macaskill P, Kuosma E, Mandryk J. Global Burden of Disease and Injury Due to Occupational Factors, Epidemiology, 10, 5, 626-630, 1999.
- [8] İşle İlgili Kas ve İskelet Sistemi Hastalıklarına Giriş,

- http://osha.europa.eu/fop/turkey/tr/publications/oshayayin/cv_fs_71.pdf, Erişim tarihi: 15.04.2012.
- [9] LUBECK, D.P., The Costs of Musculoskeletal Disease: Health Needs Assessment and Health Economics, Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 17, 3, 529-539, 2003.
- [10] BUDAKOĞLU, İ., Akgün, H.S., Mesleki Kas İskelet Hastalıklarından Korunma ve Ergonomi, İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 34, 20-23, 2007.
- [11] SANTOS, J., Sarriegi, J.M., Serrano, N., Torres, J.M., Using Ergonomic Software in Non-Repetitive Manufacturing Processes: A Case Study, International Journal of Industrial Ergonomics, 37, 267-275, 2007.
- [12] VEDDER, J., Identifying Postural Hazards with a Video-based Occurrence Sampling Method, International Journal of Industrial Ergonomics, 22, 373-380, 1998.
- [13] MATTILA, M., Karwowski, W., Vilkki, M., Analysis of Working Postures in Hammering Tasks on Building Construction Sites Using the Computerized OWAS Method, Applied Ergonomics, 24, 6, 405-412, 1993.
- [14] HASLEGRAVE, C.M., What Do We mean by a Working Posture?, Ergonomics, 37, 4, 781-799, 1994.
- [15] WESTGAARD, R.H., Aaras, A., Postural Muscle Strain as a Casual Factor in the Development of Musculo-Skeletal Illness, Applied Ergonomics, 15, 3, 162-174, 1984.
- [16] AKAY, D., Dağdeviren, M., Kurt, M., Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18, 3, 73-84, 2003.
- [17] SNOOK, S.H., Ciriello, V.M., The Design of Manual Handling Tasks: Revised Tables of Maximum Acceptable Weights and Forces, Ergonomics, 34, 9, 1197-1213, 1991.
- [18] WATERS, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A., Fine L.J. Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks, Ergonomics, Vol.36, No.7, 749-776, 1993.
- [19] SHOAF, C., Genaidy, A., Karwowski, W., Waters, T., Christensen, D., Comprehensive Manual Handling Limits for Lowering, Pushing, Pulling and Carrying Activities, Ergonomics, 40, 11, 1183-1200, 1997.
- [20] DOCKRELL, S., O'Grady, E., Bennett, K., Mullarkey, C., Mc Connell, R., Ruddy, R., Twomey, S., Flannery, C., An Investigation of the Reliability of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) as a Method of Assessment of Children's Computing Posture, Applied Ergonomics, 43, 632-636, 2012
- [21] HOY, J., Mubarak, N., Nelson, S., Sweerts de Landas, M., Magnusson, M., Okunribido, O., Pope, M., Whole Body Vibration and Posture As Risk Factors for Low Back Pain Among Forklift Truck Drivers, Journal of Sound and Vibration, 284, 933-946, 2005.
- [22] HIGNETT, S., Postural Analysis of Nursing Work, Applied Ergonomics, 27, 3, 171-176, 1996.
- [23] MOORE, J.S., Garg, A., The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders, American Industrial Hygiene Association Journal, 56, 5, 443-458, 1995.
- [24] CHIASSON, M., Imbeau, D., Aubry, K., Delisle, A., Comparing the Results of Eight Methods Used to Evaluate Risk Factors Associated with Musculoskeletal Disorders, International Journal of Industrial Ergonomics, 42, 478-488, 2012.
- [25] SHERGILL, A.K., Asundi, K.R., Barr, A., Shah, J.N., Ryan, J.C., McQuaid, K.R., Rempel, D., Pinch Force and Forearm-Muscle Load During Routine Colonoscopy: A Pilot Study, Gastrointestinal Endoscopy, 69, 1, 142-146, 2009.
- [26] LAVENDER, S. A., Oleske, D. M., Nicholson, L., Andersson, G. B. J. And Hahn, J., Comparison of Four Methods Commonly Used to Determine Low-Back Disorder Risk In A Manufacturing Environment, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 657-660, 1997.
- [27] http://www.lni.wa.gov/wisha/ergo/rule_docs/PDFs/AppendixBfinal5-19-00.PDF, Erişim Tarihi 10 Şubat 2009.
- [28] VIEIRA, E. R., Kumar, S., Working Postures: A Literature Review, Journal of Occupational Rehabilitation, 14, 2, 2004.
- [29] WOLDSTAD, J.C., Stewart, G.B., A Computer-Based Method for Recording Three-Dimensional Body Postures, Computers and Industrial Engineering, 25, 1-4, 405-407, 1993.
- [30] WANG, M.J., Huang, G.J., Yeh, W.Y., Lee, C.L., Manual Lifting Task Risk Evaluation Using Computer Vision System, Computers Industrial Engineering, 31, 3/4, 657-660, 1996.
- [31] MURPHY, S., Buckle, P., Stubbs, D., The Use of the Portable Ergonomic Observation Method (PEO) to Monitor the Sitting Posture of Schoolchildren in the Classroom, Applied Ergonomics, 33, 365-370, 2002.
- [32] VAN DER BEEK, A. J., Van Gaalen, L.C., Frings-Dresen, M.H.W., Working Postures and Activities of Lorry Drivers: A Reliability Study of On-site Observation and Recording on a Pocket Computer, Applied Ergonomics, 23(5), 331-336, 1992.
- [33] ZHANG, B., Horvath, I., Molenbroek, J.F.M., Snijders, C., Using Artificial Neural Networks for Human Body Posture Prediction, International Journal of Industrial Ergonomics, 40, 414-424, 2010.
- [34] SWAT, K., Krzychowicz, G., ERGONOM: Computer-Aided Working Posture Analysis System for Workplace Designers, International Journal of Industrial Ergonomics, 18, 15-26, 1996.

[35] KEYSERLING, W. M., Budnick, P.M., Non-Invasive Measurement of Three Dimensional Joint Angles: Development and Evaluation of a Computer-Aided System for Measuring Working Postures, International Journal of Industrial Ergonomics, 1, 251-263, 1987.

