



İş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik ergonomik risk değerlendirme: Reaktif/proaktif bütünleşik bir sistematik yaklaşım

Burcu Felekoğlu^{*ID}, Seren Özmehmet Taşan^{ID}

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Buca 35397 İzmir, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- Sistematik ergonomik risk değerlendirme süreci
- Reaktif/Proaktif risk değerlendirmenin bütünleşik kullanımı
- Kas iskelet sistemi rahatsızlığına neden olan ergonomik risklerin değerlendirilmesi

Makale Bilgileri

Geliş: 13.05.2016

Kabul: 07.03.2017

DOI:

10.17341/gazimmfd.337625

Anahtar Kelimeler:

İş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, ergonomik risk değerlendirme, sistematik yaklaşım, reaktif / proaktif

ÖZET

Çalışanlarda görülen, iş kaynaklı ağrı, hareket kısıtlanması ve sakatlıklarla seyredabilen, öncelikle kaslar, tendonlar, ligamanlar ve diskler gibi yumuşak dokuları etkileyen kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR) iş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlığı olarak kabul edilmektedir. İş ile ilgili KİSR'e yönelik ergonomik risk değerlendirmesi için çok sayıda bilimsel yöntem geliştirildiği ancak pratikte uygulamacıların birçok hususta sıkıntılar yaşadığı görülmektedir. Sistematik bir ergonomik risk değerlendirme yaklaşımının yokluğu işletmelerin iş güvenliği uzmanlarının yürütmeye çalıştıkları ergonomik risk maruziyet değerlendirme çalışmalarında, ön hazırlıklardan yöntem seçimi, gözlem, analiz ve yorumlama aşamalarına kadar pek çok konuda tereddütte düşmelerine ve zorlanmalarına sebep olmaktadır. Bu çalışma ile ergonomik risk değerlendirme sürecinin daha kolay ve doğru yönetilmesini desteklemeye yönelik reaktif ve proaktif bakış açılarını uyum içerisinde kapsayan bütünleşik bir sistematik ergonomik risk değerlendirme yaklaşımı geliştirilmiştir. Geliştirilen sistematik yaklaşım, farkındalık faaliyetleri, iş analizi, maruziyet değerlendirme ve raporlama olmak üzere dört ana aşamadan oluşmaktadır. Önerilen yaklaşım metal sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulanmıştır. Bu uygulamada işletmenin talashi imalat bölümünde reaktif ve proaktif bakış açılarıyla ergonomik risk faktörleri belirlenmiş, tüm operasyonlara ait ergonomik risk maruziyet düzeyleri bulunarak, öncelikli aksiyon alanları tespit edilmiştir. Geliştirilen sistematik yaklaşımın uygulanmasını içeren bu çalışma ile elde edilen bilgilerden yola çıkarak, gelecek çalışmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Ergonomic risk assessment for work-related musculoskeletal disorders: A systematic reactive / proactive integrated approach

H I G H L I G H T S

- Systematic ergonomic risk assessment process
- Integrated use of reactive / proactive risk assessment
- Evaluating the ergonomic risks causing musculoskeletal disorders

Article Info

Received: 13.05.2016

Accepted: 07.03.2017

DOI:

10.17341/gazimmfd.337625

Keywords:

Work-related musculoskeletal disorders, ergonomic risk assessment, systematic approach, reactive / proactive

ABSTRACT

Musculoskeletal Disorders (MSD) in employees, which can be seen as work-related pain, restriction of movement and disabilities and primarily affect the muscles, tendons, soft tissues such as ligaments and disks, are regarded as work-related MSD. There are various methods for assessing ergonomic risks for work-related MSD, yet practitioners still face many problems while conducting these assessments. Occupational safety specialists working in the companies fall hesitant in many areas and have difficulty in diverse topics ranging from method selection, observation, analysis to interpretation while conducting risk exposure assessment studies due to a lack of systematic ergonomic risk assessment approach. In this study, an integrated and systematic approach is developed including both reactive and proactive perspectives in order to support managing ergonomic risk assessment process more easily and accurately. The developed approach consists of four overlapping phases; awareness activities, work analysis, exposure assessment and reporting. The approach is applied in a company operating in metal sector. In this application, ergonomic risk factors in the company's machining department are identified using reactive and proactive perspectives, ergonomic risk exposure levels of all the operations are found and priority action areas are identified. Based on the information obtained with the application of the systematic approach developed in this study, suggestions for future work are given.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: burcu.felekoglu@deu.edu.tr / Tel: +90 232 301 76 16

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR), yaş, meslek, aktivite düzeyi ve yaşam stiline bağlı olarak akut veya kronik şekilde gelişebilir. Çalışanlarda görünen, iş kaynaklı ağrı, hareket kısıtlanması ve sakatlıklarla seyredilen, öncelikle kaslar, tendonlar, ligamanlar ve diskler gibi yumuşak dokuları etkileyen kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR) iş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlığı olarak kabul edilmektedir. Günümüzde meslek rahatsızlıkları içerisinde KİSR oldukça önemli bir paya sahiptir. 2007’de EU27 ülkelerinde gerçekleştirilen İşgücü Anketi’nin (Labour Force Survey) sonuçlarına göre KİSR, meslek rahatsızlıklarının %50’sinden fazlasını oluşturmaktadır [1]. Ayrıca, 2014 yılında gerçekleştirilen Türkiye’yi de kapsayan Yeni ve Gelişmekte Olan Riskler için Avrupa Anketi (European Survey on New and Emerging Risks-ESENER-2), işletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliğinden sorumlu yöneticilerin yaklaşık %85’inin en büyük endişesinin iş ile ilgili KİSR olduğunu göstermiştir [2]. Bu konu sadece Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin sorunu değil tüm ülkeleri ilgilendiren sürekli bir sorundur. Bu konularda 2007 yılında kapsamlı bir bilinçlendirme çalışması yapmış AB bile günümüzde iş ile ilgili KİSR’in etkilerinin tekrar su yüzüne çıkmasıyla 2014-2020 stratejik planına tekrar iş ile ilgili KİSR’i dahil etmiş ve bu konularda detaylı incelemeler yapmaya başlamıştır. Ülkemizde de bu tür rahatsızlıklar pek çok sektörde çalışanların yaşam kalitesini düşürmekte, işletmenin verimli çalışmasını engellemekte, doğrudan ve dolaylı mali kayıplara sebep olmaktadır. Meslek rahatsızlıkları ile ilişkili Türkiye İstatistik Kurumu tarafından “İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri” konulu modüler anketler düzenlenmekte olup, yayınlanan istatistikler küçük örneklem verilerine dayanmaktadır. Buna ek olarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanmış daha çok sağlık çalışanlarına yönelik iş ile ilgili KİSR’i de içeren Meslek Hastalıkları Rehberi [3] ve Meslek Hastalıkları Bildirim Rehberi [4] mevcuttur. Ülkemizde iş ile ilgili KİSR’in değerlendirilmesi ve takibi için işletmeler tarafından kullanılan yapısal sistematik bir ergonomik risk değerlendirme yaklaşımı bulunmamaktadır. Türkiye’de 2012 yılında çıkan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu [5] ile işletmelerde işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı desteğiyle yapılması gereken iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları yasal mevzuata bağlanmıştır. Ancak sistematik bir ergonomik risk değerlendirme yaklaşımının yokluğu işletmelerde çalışan iş güvenliği uzmanlarının yürütmeye çalıştıkları ergonomik risk maruziyet değerlendirme çalışmalarında yöntem seçiminden gözlem, analiz ve yorumlama aşamalarına kadar pek çok konuda tereddütte düşmelerine ve zorlanmalarına sebep olmaktadır. Bu çalışma ile ergonomik risk değerlendirme sürecinin daha kolay ve doğru yönetilmesini desteklemeye yönelik reaktif ve proaktif bakış açılarını uyum içerisinde kapsayan bütünlük ve sistematik bir yaklaşım geliştirilmesi hedeflenmiştir. Günümüzde pek çok işletme KİSR’e yönelik ergonomik risk değerlendirme çalışmalarında hiçbir ön hazırlık yapmadan,

farkındalık faaliyetinde bulunmadan, iş analizi yapmadan direkt bir mazuriyet değerlendirme yönetimi kullanmaktadır. Ancak bu çalışmada, KİSR’e yönelik ergonomik risk değerlendirmelerde yalnızca bir değerlendirme yönteminin (örneğin REBA, RULA, HMD vb.) uygulanmasının yeterli olmadığı, ayrıca farkındalık faaliyetleri, iş analizi, reaktif ve proaktif maruziyet değerlendirme, ve raporlama çalışmalarını da içeren bütünlük ve sistematik bir sürecin gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Çalışmanın özgün değerini bu bütünlük ve sistematik yaklaşım oluşturmaktadır. Bir sonraki bölümde, çalışma ortamında karşılaşılan ergonomik risklerin değerlendirilmesine yönelik literatürdeki yöntemler ve yapılan çalışmalar değerlendirilmiş ve özetlenmiştir. Üçüncü bölümde ise önerilen sistematik yaklaşım detaylı olarak açıklanmıştır. Dördüncü bölümde önerilen sistematik yaklaşımın metal sektöründe faaliyet gösteren bir firma için uygulaması anlatılmıştır. Son bölüm olan beşinci bölümde ise önerilen yaklaşım ve uygulama değerlendirilerek gelecekte yapılabilecek çalışmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2. ÇALIŞMA ORTAMINDA ERGONOMİK RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ (ERGONOMIC RISK ASSESSMENT IN WORK ENVIRONMENT)

Çalışanların en önemli sağlık sorunları arasında olan ve iş verimliliğini azaltan iş ile ilgili KİSR’den ve olumsuz etkilerinden korunmak büyük ölçüde mümkündür. Bu nedenle iş ile ilgili KİSR’in önlenmesi veya etkilerinin önüne geçilmesi için çalışma ortamında ergonomik risklerin tanımlanması ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bölümde öncelikle ergonomik riskler tanımlanacak ve bu risklerin değerlendirilmesine ilişkin literatürdeki yaklaşımlar özetlenecektir.

2.1. Ergonomik Riskler (Ergonomic Risks)

İş ile ilgili KİSR genellikle birikimsel ve zorlayıcı eylemler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu rahatsızlıklara sebep olan risk faktörleri iki ana grupta incelenebilir (. Şekil 1). İlk grup iş ile ilgili risk faktörlerini içerirken, ikinci grup ise kişinin kendisinden kaynaklanan kişisel risk faktörlerini içermektedir [6]. İş ile ilgili risk faktörleri yükün özellikleri, işin gerekleri, çalışma ortamının özellikleri ve psikososyal etkenlerden oluşmaktadır. Çalışanın iş sırasında yük etkenine maruz kalıyorsa, örneğin, yükün ağırlığı, boyutları, kavrama özellikleri, denge durumu, vücuda göre konumu, yüzeyinin hassasiyeti çalışan açısından çeşitli riskler doğurabilir. Çalışan ayrıca yaptığı iş gereği çeşitli risk faktörlerine maruz kalabilmektedir. Örneğin, yapılan işin yüksek tempolu ve yorucu bir iş olması, uygun olmayan ve/veya dengesiz postürde çalışmayı gerektirmesi, yetersiz ara ve dinlenme süreleri içermesi, tekrarlamalı ve/veya titreşimli hareketler içermesi, kaldırma, indirme ve/veya taşıma mesafelerinin fazla olması, maruz kalınan yükün iş sırasında ani hareketle sonuçlanması gibi durumlar çalışan açısından çeşitli riskler doğurabilir. Çalışma ortamının özellikleri de çalışan açısından çeşitli risklere neden olabilir.

Örneğin, çalışılan yer işi yapmak için yeterli genişlik ve yükseklikte değil ise, çalışılan zeminde seviye farklılıkları, engeller veya düşme/kayma tehlikesi bulunuyorsa, ortam sıcaklık, nem ve havalandırma gibi iklim koşulları, gürültü düzeyi ve aydınlatma düzeyi uygun değilse, ortamda zararlı madde kaynaklı etkiler bulunuyorsa, çalışma ortamından kaynaklanan bu gibi riskler çalışan açısından olumsuz etkiler doğurabilir.

Bunların yanında yönetimsel zaman baskısı, mobbing vb. bazı psikososyal etkenler de çalışan açısından çeşitli riskler ortaya çıkarabilir. Kişisel risk faktörleri çalışanın bireysel özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, çalışanın fizyolojik/psikolojik yapısının ve fiziksel özelliklerinin yapılacak işi yürütmeye yeterli olmaması, çalışanın yeterli ve uygun bilgi ve eğitim seviyesine sahip olmaması, yaşlanma, sigara kullanımı ve aşırı kilo gibi hususlar çeşitli risk faktörlerine neden olabilir. Yukarıda belirtilen risk faktörlerinin tek tek etkilerinin yanı sıra beraber görüldükleri durumda yarattıkları birleşik etkilerinin de göz önünde bulundurulması gereklidir.

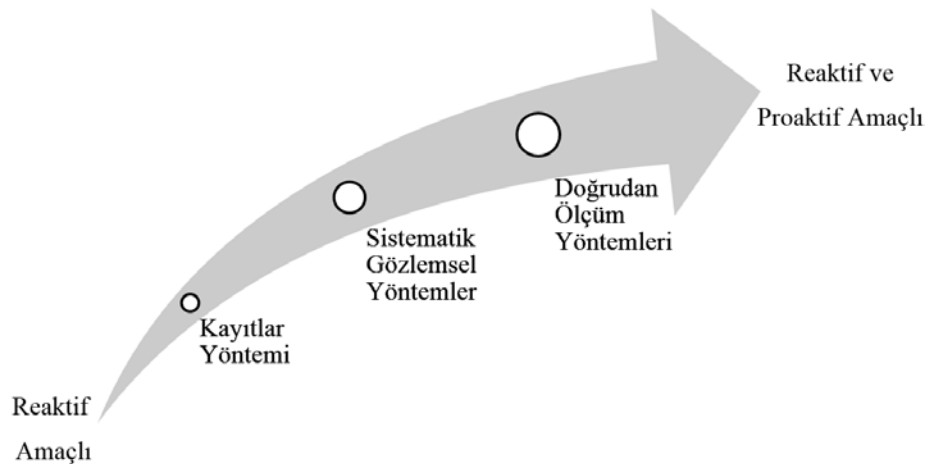
2.2. Ergonomik Risk Değerlendirme Yaklaşımları (Ergonomic Risk Assessment Approaches)

İş ile ilgili KİSR'e neden olan risklerin değerlendirilmesi literatürü incelendiğinde günümüze kadar çok sayıda yöntem geliştirildiği görülmektedir. Bu yöntemler yapısal olarak kayıtlar yöntemi, sistematik gözlemsel yöntemler ve doğrudan ölçüm yöntemleri olarak üçe ayrılmaktadır. Ayrıca bu yaklaşımlar kullanım amacına göre reaktif ve proaktif olarak ikiye ayrılmaktadır (Şekil 2).

Proaktif yaklaşım, riskler gerçekleşmeden sistemin tasarım aşamasında risklerin değerlendirilmesini içerir. Reaktif yaklaşım ise, sistem hayata geçirildikten sonra risklerin gerçekleşmesi sonucu meydana gelen rahatsızlık, hastalık vb. durumların incelenmesi ve tekrarlanmasının önüne geçilmesi için değerlendirilmesini içerir. Kayıtlar yöntemi reaktif yaklaşım kapsamında kullanılırken, sistematik gözlemsel yöntemler ve doğrudan ölçüm yöntemleri proaktif yaklaşım kapsamında kullanılmaktadır. Bunun yanında kayıtlar yöntemine ek olarak diğer iki yöntem de reaktif amaçla kullanılabilir.



Şekil 1. Ergonomik risk faktörleri (Ergonomic risk factors)



Şekil 2. Amacına göre ergonomik risk değerlendirme yöntemleri (Ergonomic risk assessment methods according to objective)

Kayıtlar yöntemi, sonuçları değerlendirmek için temel düzeyde istatistik bilgisi dışında özel bir eğitim gerektirmediği için uygulamacılar tarafından sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Bu amaçla işletmelerin tuttuğu revir kayıtları ve/veya çalışanların öz bildirimleri kullanılabilir. Öz bildirimleri toplamak için Standardize Edilmiş İskandinav Kas İskelet Sistemi Anketi (Nordic Musculoskeletal Questionnaire-NMQ) [7], Alman KİSR Anketi (Dutch Musculoskeletal Discomfort Questionnaire) [8], Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı Taraması (Cornell Musculoskeletal Discomfort Survey) [9], Vücut Rahatsızlık Haritası (Body Discomfort Map) [10], Hissedilen Çaba Derecesi (Rating of Perceived Exertion-RPE) [11] vb. birçok anket çalışması bulunmaktadır. Sistematik gözlemsel yöntemlere bakıldığında ise Amerikan Endüstriyel Hijyenistler Birliği Yük Kaldırma Eşiği (American Conference of Industrial Hygienists Lifting TLV-ACGIH TLV) [12], Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi (Revised National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH) Lifting Equation) [13], Snook Tabloları (Snook Tables) [14], Hızlı Üst Uzun Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assessment-RULA) [15], Zorlanma İndeksi (The Strain Index-SI) [16], Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi (Occupational Repetitive Actions Index-OCRA) [17], Hızlı Maruziyet Değerlendirme-HMD (Quick Exposure Checklist-QEC) [18], Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme (Rapid Entire Body Assessment-REBA) [19] gibi risk değerlendirme uygulaması öncesi eğitim gerektiren çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Bu yöntemler arasında, HMD yönteminin 2007 yılında ÇSGB desteğiyle Türkçe dokümantasyonu hazırlanmıştır [20]. Doğrudan ölçüm yöntemlerine [21] bakıldığında ise bu yöntemlerin çok uzun süre aldığı ve optik, sonik ya da elektromanyetik marker, üst düzey video sistemi gibi pahalı düzenekler ve bu düzeneklerin kurulacağı laboratuvar vb. ortamlar gerektirdiği için çoğunlukla tercih edilmediği görülmüştür. Ayrıca piyasada ticari ya da akademik amaçla KİSR'e neden olan risklerin değerlendirilmesi için geliştirilmiş pek çok program bulunmaktadır. Örneğin, Michigan Üniversitesi tarafından geliştirilen Three-Dimensional Static Strength Prediction Program (3DSSPP) [22], NexGen Ergonomics şirketi tarafından geliştirilen ErgoImager, ErgoIntelligence ve ErgoMaster [23], Human Solution şirketi tarafından geliştirilen Pocket Ergo [24], AnyBody Technology şirketi tarafından geliştirilen kas iskelet modellemesi için AnyBody [25] gibi ticari yazılımlar ve herkesin kullanımına açık AB İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA) tarafından geliştirilen Online interactive Risk Assessment (OiRA) [26] aracı vardır.

2.3. Literatür Değerlendirilmesi (Literature Review)

Ergonomik risklerin değerlendirilmesi konusunda çeşitli araştırmacılar tarafından geniş kapsamlı literatür tarama çalışmaları yapılmış ve iş ile ilgili KİSR'e neden olan risklerin değerlendirme yöntemleri karşılaştırılmıştır. Pascual ve Naqvi [27] yaptıkları çalışmada iş ile ilgili

KİSR'e neden olan risklerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemleri incelemiş ve Kanada'daki İSG uzmanları tarafından bu yöntemlerin gerçek hayatta kullanımlarını araştırmıştır. Bu çalışmada İSG uzmanlarının ergonomik risk değerlendirme konusunda aldıkları İSG uzmanlık eğitimlerinde bilimsel yöntemler hakkında yeterli bilgi ve eğitim verilmediği için yaptıkları ergonomik risk değerlendirme çalışmalarında çoğunlukla çalışanların öz bildirimlerini kullandıkları görülmüş ve ayrıca bilimsel yöntemlerin akademik amaçlı uygulanabilirlikleriyle gerçek hayatta işletmelerde uygulanabilirlikleri arasındaki uçuruma dikkat çekilmiştir. Özel ve Çetik [28] ise ergonomik risk değerlendirme yöntemlerini çalışanlar tarafından öz bildirimler, sistematik gözlemler ve direkt ölçümler olarak üçe ayırmış ve sistematik gözlemsel yöntemleri ayrıntılı olarak karşılaştırmıştır. Ayrıca yazarlar Kütahya'da bir kiremit fabrikasında Ovako Çalışma Duruşu Analiz Sistemi (Ovako Working posture Assessment. System-OWAS) yöntemini kullanarak bir uygulama yapmışlardır. Takala vd. [29] detaylı olarak 30 adet gözleme dayalı yöntemi sistematik olarak incelemiş ve 19 tane yöntemi geçerlilik, tekrarlanabilirliği ve faydalılığı konusunda karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Bu çalışma sonucunda çok fazla sayıda iş ile ilgili KİSR'e odaklı ergonomik risk maruziyet değerlendirme yöntemi olduğu saptanmış, bu yöntemlerden sadece bir veya birkaçının en iyi yöntem olmadığı, uygulamacıların sektöre, ihtiyaçlarına ve kullanılacak yöntemin çıktılarının karar verme süreçlerini nasıl etkileyeceğine göre en uygun yöntemi seçmeleri gerektiği vurgulanmıştır. Malchaire [30] başkanlığında European Trade Union Institute desteğiyle yapılan İngilizce, Fransızca, İspanyolca ve Portekizce çevirileri bulunan literatür tarama çalışmasında ise biyomekanik risk faktörlerini göz önüne alan maruziyet değerlendirme yöntemlerinin tahminlerinin güvenilirliğinden ve iş ile ilgili KİSR'i önlemeye yönelik etkilerinden bahsedildikten sonra 14 yöntem detaylı olarak incelenerek ana amaçları, potansiyel kullanıcıları, riskleri sayılaşdırma ve çözüm belirleme özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Wang vd. [31] ise sadece inşaat sektörü için kullanılan yöntemleri öz bildirim, gözlem, direkt ölçüm, uzaktan algılamaya değerlendirmesi ve biyomekanik model olarak beş sınıfa ayırmış ve bu sınıfların fayda ve kısıtlarını değerlendirmiştir. Gelecekte inşaat sektörü için giyilebilir sensör ve görüntü tabanlı ergonomik risk değerlendirme tekniklerine doğru bir yönelim olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu çalışmada inşaat sektöründe bahsi geçen yöntemlerin uygulanabilirliğini ve yaygınlaştırılabilirliğini arttırmak için bir rehberin eksikliğine de dikkat çekilmiştir.

Gelişmiş ülkelerin birçoğunda çeşitli sektörlerde KİSR'e neden olan risklerin değerlendirilmesi için gerçek şartların göz önüne alındığı detaylı birçok örnek uygulama bulunmaktadır. Örneğin ABD'de maden sektörü [32], gazete ve ticari basım sektörü [33], havayolunda çalışan hostesler [34], diş hekimleri ve dişçiler [35] için ve İngiltere'de sonografi işleri [36] için kapsamlı çalışmalar bulunmaktadır. En iyi uygulama örnekleri olarak adlandırılacak bu detaylı çalışmalar İngilizce olarak ABD'de NIOSH ve AB'de OSHA kurumları tarafından herkese açık olarak

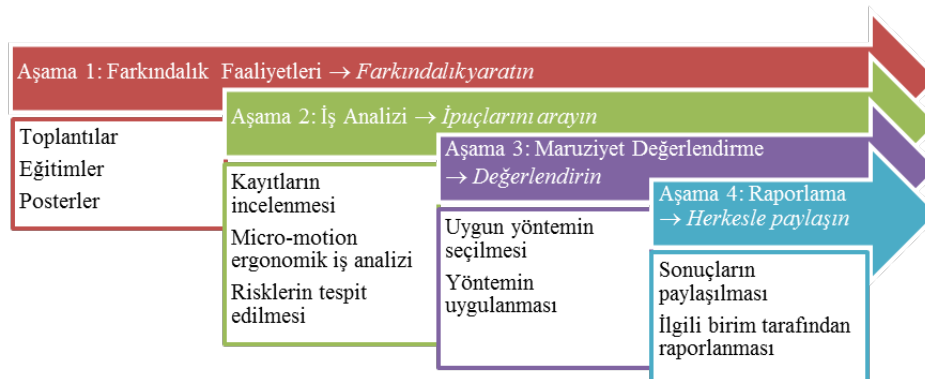
yayınlanmaktadır. Türkiye’de iş ile ilgili KİSR konusunda yapılan çalışmalar, 2007 yılında AB’nin İSG Haftası adı verilen “Yükü Hafifletin” kampanyası [37] ile ÇSGB’nin periyodik yayınlanan İSG Dergisi’nde kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ve ergonomi konusunda özel bir sayının hazırlanmasıyla artmaya başlamıştır. Bu konuda yapılmış çalışmalar çoğunlukla akademik amaçlı olup Türkçe olarak dergi makaleleri ve konferans bildirileri şeklinde yayınlanmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı sağlık bilimciler tarafından, işle ilgili kas iskelet sistemi hastalıkları ve birikimsel zedelenmelerin önlenmesi [38], kas iskelet sisteminde ağrıya ait risk faktörlerinin belirlenmesi [39], mesleki maruziyetler ve kas iskelet sistemi rahatsızlıkları [40, 41], işletmelerde kas iskelet sorunları sebebiyle istirahat raporu alanlara verilen ergonomi ve egzersiz eğitiminin etkisi [42], işe bağlı kas iskelet sistemi hastalıkları [43], hastane ergonomik koşullarının hemşirelerin mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları üzerine etkisi [44], çalışanın üst ekstremitelerini ergonomik riskler açısından değerlendirme [45], hastane çalışanlarında bel ağrısı sıklığı, bel ağrısının kronik yorgunluk sendromu ve mesleki faktörler ile ilişkisi [46] konularında yapılmıştır.

Bu çalışmaların yanında endüstri mühendislerinin de içinde bulunduğu çok disiplinli çalışma grupları tarafından iş ile ilgili KİSR’e yönelik ergonomik risk değerlendirme yöntemlerini kullanma amaçlı çok sayıda çalışma yapılmıştır. OWAS [47], NIOSH [48], HMD [49], REBA [50], bulanık REBA [51], hızlı ofis zorlanma değerlendirmesi (Rapid Office Strain Assesment-ROSA) [52], kavrama kuvveti [53, 54] yöntemlerini kullanan, birden fazla yöntemi karşılaştırmaya yönelik [55, 56] ve çok ölçütlü karar verme teknikleri ile yöntemleri önceliklendiren [57] çalışmalar bulunmaktadır. Öte yandan seramik [58, 59], maden [60, 61], orman [62], tekstil [63], otomotiv [64, 65] ve lojistik [66] gibi çeşitli sektörlerde bu tür çalışmaların uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ÇSGB İSG Müdürlüğü bünyesinde uzmanlık tezi olarak çanta imalat atölyesinde [67], meyve sebze toptancı halinde [68] ve montaj hattında [69] ergonomik risk değerlendirme amaçlı yöntemlerin kullanıldığı üç adet uygulama çalışması yapılmıştır. Yukarıdaki literatür incelemesi ışığında, iş ile ilgili KİSR’e yönelik ergonomik risk değerlendirmesi için çok sayıda bilimsel yöntem geliştirildiği ve akademik

çalışma yapıldığı ancak pratikte uygulama öncesi, değerlendirme yöntemlerinin uygulanması sırasında, ve uygulama sonrası bir çok hususta sıkıntılar yaşandığı görülmektedir. Sistematik bir ergonomik risk değerlendirme yaklaşımının yokluğu işletmelerde çalışan iş güvenliği uzmanlarının yürütmeye çalıştıkları ergonomik risk maruziyet değerlendirme çalışmalarında yöntem seçiminden gözlem, analiz ve yorumlama aşamalarına kadar pek çok konuda tereddütte düşmelerine ve zorlanmalarına sebep olmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışma ile ergonomik risk değerlendirme sürecinin daha kolay ve doğru yönetilmesini, sürdürülebilirliğini/sürekliliğini desteklemeye yönelik sistematik bir yaklaşım geliştirilmesi hedeflenmiştir.

3. ÖNERİLEN SİSTEMATİK YAKLAŞIM (PROPOSED SYSTEMATIC APPROACH)

Bu çalışmada geliştirilen sistematik yaklaşım proaktif yaklaşım odaklı olmakla birlikte reaktif yaklaşımın da uyum içerisinde uygulanabileceği bütünlük bir yapıya sahiptir. Önerilen sistematik yaklaşım dört ana aşamadan oluşmaktadır (Şekil 3). Birinci aşama farkındalık faaliyetlerini içermektedir. Ergonomik risk değerlendirme çalışmalarının başarısı, etkinliği ve sürdürülebilirliği ergonomi kültürünün geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması ile direkt ilişkilidir. Bu aşamada ilk olarak paydaşlar belirlenmelidir. Ergonomik risk değerlendirme çalışmalarında, analize başlamadan önce işveren ve tüm çalışanlar arasında konuyla ilgili farkındalık yaratmak ve bu farkındalığı çalışma süresince ve sonrasında sürdürmek çok önemlidir. Farkındalık faaliyetleri kapsamında farklı düzeyde çalışanlara yönelik görsel, işitsel ve kinestetik öğrenme stillerini destekleyecek toplantılar, eğitimler, posterler gibi araçlar kullanılmalıdır. Bu tür faaliyetlerin başlangıç noktası, üst düzey yöneticilerin desteğinin sağlanması için yapılacak aktiviteler olmalıdır. Üst düzey yöneticilerin bu tür çalışmaları sahiplenerek desteklemeleri çok önemlidir. Ardından diğer çalışanlara yönelik odak grup faaliyetleri gerçekleştirilmelidir. Bu faaliyetlerin sözel ve görsel olarak tüm çalışanlara ulaştırılması konu ile ilgili algının artırılması, tüm düzeylerdeki çalışanların diğer aşamalarda yapılacak çalışmalara katılımı açısından çok önemlidir. Bu kapsamda toplantılar, çalışma hakkında yüz yüze bilgi aktarımı ve sonuçların paylaşılması açısından



Şekil 3. Önerilen sistematik yaklaşım (Proposed systematic approach)

önem arz etmektedir. Eğitimler ise KİSR kaynaklı risklerin kontrol altına alınıp yönetilebilmesi için çok kritik bir farkındalık faaliyetidir. Bir ergonomik risk değerlendirme sürecinde, çalışanların etkinliği öncelikle eğitimle verilecek temel gerekli bilgiler ile yükseltilebilir. Bu nedenle çeşitli düzey ve pozisyonlarda çalışanların eğitim ihtiyaçlarına cevap verilmesi çok önemlidir. Farkındalık yaratmak ve sürdürmek için toplantılar ve eğitimlerle yapılan sözel bildirimler, video ve posterler gibi görsel araçların kullanımıyla da desteklenmelidir. Bu kapsamda farkındalık faaliyetleri çalışmanın başından sonuna kadar devam ettirilmelidir. İkinci aşama olan iş analizi aşaması KİSR kaynaklı mevcut ve olası şikâyetlere neden olan risk faktörlerini belirlemek için ipuçlarının arandığı bir aşamadır. Bu kapsamda iş analizi için önce kayıtların ve daha sonra sistematik saha ve video gözlemlerinin analizi yapılmalıdır (Şekil 4).

İşletmeler, çalışan rahatsızlıkları ile ilgili kendi revir kayıtlarını tutmaktadır. Bu kayıtlar arasından iş ile ilgili KİSR kapsamında olanların incelenmesi ile iş ile ilgili KİSR hakkında ipuçlarına ulaşılabilmektedir. Ancak, iş ile ilgili KİSR'e sahip olup revire başvurmayan çalışanlar da olabilmektedir. Kayıtların incelenmesi sırasında revir kayıtları dışında iş ile ilgili KİSR kaynaklı şikâyetler hakkında genel bilgi edinebilmek için özbildirim yöntemi ile çalışanlardan bilgi toplanması ve bunların incelenmesi gereklidir. Ayrıca yapılan işin sahada gözlenerek ve video çekimleri yapılarak ergonomik açıdan mikro-hareket seviyesinde analiz edilmesi gereklidir. Bu analiz şu şekilde yapılır [70]; öncelikle genel üretim sistemi, bölümler, işler vb. hakkında bilgiler toplanır ve bu bilgiler ışığında saha gözlemleri yapılır. Bunu takiben saha gözlemlerinde gözden kaçabilecek hususları dikkate alabilmek ve işi daha iyi inceleyebilmek amacıyla farklı zamanlarda, farklı çalışanlar için incelenen işi ve çalışma ortamını tüm yönleri ile gösterecek farklı açılardan video çekimleri yapılır. Daha sonra bu çekimler her iş çevirimi için yavaş gösterim ve video kareleri olarak incelenir. Böylelikle iş çevrimini oluşturan mikro hareketler tespit edilerek, bu hareketlere ilişkin ergonomik riskler tanımlanır. Bu analiz sırasında ücretsiz erişime açık kare kare video oynatıcı yazılımlar kullanılabileceği gibi Nexgen Ergonomics-Multimedia Video Task Analysis (MVTA) [28] gibi mikro-hareket

analizi de yapılabilen özel ticari yazılımlar da kullanılabilir. Unutulmamalıdır ki bu yazılımlar otomatik olarak analiz yapmamaktadır. Kullanıcının incelenen iş için mikro hareketleri tanımlaması, listelemesi, başlangıç ve bitiş zamanlarını belirlemesi gereklidir. Bu çalışmalar sonucunda kayıtlar yöntemi reaktif bir yaklaşım ile şikâyet ve rahatsızlıklara neden olan risk faktörlerini belirlemeye odaklanırken mikro-hareket düzeyinde ergonomik risk değerlendirme, proaktif bir yaklaşım ile operasyonlarda maruz kalınabilecek olası risk faktörlerini belirlemeye odaklanmaktadır. Burada risk faktörleri belirlenirken, vücut bölgelerindeki rahatsızlıklara neyin sebep olabileceği literatürde yapılan epidemiyolojik çalışmaların [71, 72] sonuçları ile desteklenmelidir.

Üçüncü aşama olan maruziyet değerlendirme aşamasında proaktif yaklaşım kapsamında maruziyet değerlendirme çalışması yapılması gereklidir. Bu aşamada, işletmenin özelliklerine, çalışmanın amacına, analiz edilecek işin özelliklerine, değerlendirmeyi yapacak kişinin bilgi düzeyine ve veri toplama ve analiz etmek için elde bulunan kaynaklara göre uygun ergonomik risk değerlendirme yaklaşımının seçilmesi büyük önem taşır. Seçilen yöntem kullanılarak her bir iş için sistematik ergonomik risk değerlendirmesi yapılmalı ve elde edilen bilgiler ışığında riskler önceliklendirilerek aksiyon düzeyleri belirlenmelidir. Son aşama olan raporlama aşamasında, yapılan çalışmaların devam ettirilebilmesi ve yaygınlaştırılabilmesi için yapılan çalışmaların sonuçları tüm paydaşlarla paylaşılmalıdır. Bu paylaşım çeşitli toplantılarla gerçekleştirileceği gibi basılı rapor ve/veya görsel bildirimler ile de desteklenmelidir.

4. METAL SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR İŞLETMEDE UYGULAMA (AN APPLICATION AT A COMPANY OPERATING IN METAL SECTOR)

Önerilen sistematik ergonomik risk değerlendirme yaklaşımı ege bölgesinde metal sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulanmıştır. Bu işletme otomotiv yan sanayi ürünleri üretmektedir. Bu çalışma işletmede emek yoğun işlerin yapıldığı atölye 1 ve 2 olarak adlandırılan, iki farklı lokasyonda yer alan talaşlı imalat bölümlerinde (TİB) gerçekleştirilmiştir. Bu bölümlerde yaşları 18 ile 50 arasında



Şekil 4. İş analizi aşaması (Work analysis phase)

değişen toplam 90 erkek operatör çalışmaktadır. TİB’de engelli operatör çalışmamaktadır. TİB’de bulunan iş istasyonlarındaki genel iş akışı, yarı mamulün iş istasyonuna gelmesi, makinalara bağlanması, işlenmesi, işlenen yarı mamulün sevkiyatı adımlarından oluşmaktadır. İşletme içerisinde KİSR kaynaklı şikayetler en çok bu bölümlerde çalışan personelde görülmektedir. Bu bölümlerde çalışanlar, uzun/kısa mesafe yürüyüş içerecek şekilde tüm vücutlarını kullanarak ayakta çalışmaktadır. Bu bölümlerde çalışanlar, öne eğilme, ağırlık kaldırma, ileri uzanma gibi fiziksel aktivitelere maruz kalmaktadır. Çalışma ortamına ilişkin fotoğraflar Şekil 5’te verilmiştir. Atölye 1’de üç farklı CNC iş istasyonu (A, B ve C) ile bir Ön Yüzey İşleme (ÖYİ) iş istasyonu (E) bulunmaktadır ve Atölye 2’de iki farklı CNC iş istasyonu (C ve D) ve bunlardan D tipinin üç çeşidi (D₁, D₂ ve D₃) bulunmaktadır. Atölyelerdeki iş istasyonları ve operatör sayıları Tablo 1’de verilmiştir. CNC iş istasyonları farklı yerleşim ve operasyon düzenine sahiptir. A ve C tipi CNC iş istasyonları, genel olarak U şeklinde bir yerleşime sahip olup iki farklı makina, detaylı el işçiliği bölgesi ve robot işleme bölgesini içermektedir. B tipi CNC iş istasyonunda ise A ve C’deki yapıda bulunan robot yerine operasyonlar ek makinalar ve ikinci bir operatörle yapılmaktadır. D tipi CNC iş istasyonlarında otomasyon düzeylerine göre operatörler farklı yerleşim düzenlerinde konveyöre yükleme, el işçiliği ve konveyörden boşaltma işlerinden hepsini veya bir kısmını yapmaktadır. ÖYİ iş istasyonunda ise paralel yerleştirilmiş iki özdeş makina ve detaylı el işçiliği bölgesi bulunmaktadır. Dört ana aşamadan oluşan önerilen sistematik yaklaşım iki aylık bir süreçte atölye 1 ve 2’de uygulanmıştır. Önerilen sistematik yaklaşımın dört aşamasında yapılan çalışmalar, farkındalık faaliyetleri, iş analizi, maruziyet değerlendirme ve raporlama başlıkları altında ilerleyen alt bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır.

4.1. Aşama 1: Farkındalık Faaliyetleri (Phase 1: Awareness Activities)

Bu aşamada öncelikle işletme içerisinde “KAS İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI ÖNLENEBİLİR!” ana odak noktası ile çeşitli farkındalık faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Farkındalık faaliyetleri için paydaşlar belirlenerek, başta üst yönetim ve bölüm mühendisleri olmak üzere mavi yaka çalışanları da içeren geniş kapsamlı bir odak grubu seçilmiştir. Bu çalışma kapsamında yapılan farkındalık faaliyetleri toplantılar, eğitimler ve posterler olarak üç ana grup altında önerilen sistematik sürecin tümüne yayılmış olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 6). Bu çalışmaya, işletmenin İSG bölümünün desteğiyle, üst yönetim ve bölüm mühendislerine yönelik başlangıç bildirim toplantısı ile başlanmıştır. Bu sayede, üst düzey yöneticiler ve beyaz yakaların bu çalışma sürecine desteği ve katılımının sağlanması hedeflenmiştir. Başlangıç bildirim toplantısında detaylı olarak çalışmanın aşamalarının tanıtımı yapılarak taşıma-kaldırma işlerinin sağlık üzerine etkileri, iş ile ilgili KİSR ve neden oldukları maliyetler ve genel olarak ergonomik risk maruziyet değerlendirme teknikleri hakkında üst düzey yönetici ve mühendislere bilgiler verilmiştir. Daha

sonra yapılan ara toplantılar ile üst düzey yönetici ve mühendislere yapılan çalışmalar hakkında güncel bilgiler verilmiştir. Farkındalık faaliyetleri hakkında bilgi verilerek firmaya özel hazırlanan ve daha sonra yaygınlaştırılarak kullanılacak poster serisi tanıtılırken, iş analizi kapsamında yapılmış olan çalışmalardan çarpıcı çıkarsamalar detaylı olarak sunulmuştur. Ayrıca TİB’de görülen KİSR’e neden olan risk faktörleri tanıtılarak bunların belirtileri üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan sonuç toplantısı ile çalışma sonlandırılarak daha sonra yapılabilecek çalışmalara girdi olacak sonuçlar hakkında bilgiler verilmiş ve iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur. Toplantıların yanı sıra işletme içindeki çeşitli gruplara iki konuda eğitim verilmiştir. Bu eğitimler ikinci aşama olan iş analizi aşaması gerçekleştirilirken yapılmıştır. Öncelikle mavi yaka çalışanlara yönelik “Doğru Taşıma Kaldırma Teknikleri Eğitimi” gerçekleştirilmiştir. Bu eğitim ile uzun dönemde mavi yaka çalışanlarda yanlış yük taşıma ve kaldırmadan doğabilecek KİSR’lerin azalması hedeflenmiştir. Bu eğitime TIB ve diğer bölümlerden toplam 140 mavi yaka çalışan katılmıştır. Bu eğitimin standartlaştırılarak tüm mavi yaka çalışanlara rutin bir şekilde verilmesi ve yeni işe giren çalışanlara verilmesi çok önemli olduğu için bu hususta İSG çalışanlarına eğitim içeriğinin oluşturulması, standartlaştırılması ve periyodik hale getirilmesi konularında önerilerde bulunulmuştur. Bu sebeple Daha sonra İSG bölümü çalışanları ve bölüm mühendislerine yönelik “Yöntem Kullanımı Eğitimi” 12 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu eğitimde önerilen sistematik yaklaşımından kısaca bahsedildikten sonra gözlemsel ergonomik risk değerlendirme yöntemleri anlatılmış, yöntemlerin seçimi konusunda bilgi verilmiş ve iş analizi aşamasında kullanılması öngörülen REBA yöntemi detaylı şekilde anlatılmış ve bir örnek ile eğitime katılanların bu yöntemi bire bir uygulamaları sağlanmıştır. Ayrıca bu yöntemin şirket içinde kullanımının kolaylaştırılması için basılı formlar ve bilgisayar destekli formlar düzenlenmiştir. Bu eğitimler dışında, iş güvenliği uzmanı ile önerilen sistematik yaklaşımın tüm aşamalarında beraber çalışılarak risk değerlendirme yaklaşımının genel işleyişi hakkında sürekli bilgilendirme eğitimi yapılmıştır. Farkındalık faaliyetlerinin üçüncü grubunda işletmeye özel olarak “Ergonomik Farkındalık Poster Serisi” hazırlanmıştır. Posterler farkındalığın sürdürülebilmesi için önemli görsel araçlardır. Bu yüzden seri olarak tasarlanan posterler “Duruş Pozisyonu, Çalışma Pozisyonu, Doğru/Yanlış Ürün-Ara Ürün Taşıma/Kaldırma ve Doğru/Yanlış Ekipman Kullanımları” konu başlıkları altında işletmeye özgü görsel içerecek şekilde detaylı olarak hazırlanmıştır. Bu posterler işletmenin çeşitli yerlerine asıldığı gibi çalışma/dinlenme alanlarındaki ekranlarda dijital olarak da gösterilmiştir.

4.2. Aşama 2: İş Analizi (Phase 2: Work Analysis)

İkinci olarak “İş Analizi” aşamasında; KİSR ile ilgili kayıtların incelenmesi, TİB’deki işlerin atölyelerde iş istasyonlarına göre detaylı olarak incelenmesi ve KİSR’in oluşumlarında rol oynayan ergonomik risklerin belirlenmesi faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. İncelenen Atölye 1 ve 2’deki



Şekil 5. Çalışma ortamına ilişkin fotoğraflar (Photographs of the working environment)

Tablo 1. TİB’de iş istasyonu tanımlamaları (Workstation descriptions in TİB)

	Kod	İş istasyonu tanımı	Toplam istasyon sayısı	Bir iş istasyonunda çalışan operatör sayısı
Atölye 1	A	CNC-Yavaş hat	2	1
	B	CNC-Eski hat	3	2
	C	CNC-Yeni hat	8	1
	E	ÖYİ	3	1
Atölye 2	C	CNC- Yeni hat	8	1
	D ₁	CNC-Otomatik hat 1	1	1
	D ₂	CNC-Otomatik hat 2	1	1
	D ₃	CNC-Otomatik hat 3	2	1

Toplantılar	Başlangıç bildirim toplantısı	Eğitimler	Doğru taşıma kaldırma teknikleri eğitimi	Posterler	Doğru duruş pozisyonu
	Ara toplantılar		Yöntem kullanımı eğitimi		Çalışma pozisyonu
	Sonuç toplantısı				Taşıma kaldırma
					Ekipmanların doğru kullanımı

Şekil 6. Farkındalık faaliyetleri (Awareness activities)

TİB’lerde sırasıyla 51 ve 39 mavi yaka çalışan bulunmaktadır. Bu aşama, KİSR kaynaklı mevcut ve olası şikâyetlere neden olan risk faktörlerini belirlemek için ipuçlarının arandığı bir aşamadır. Bu kapsamda iş analizi için önce kayıtlar incelenmiş ve daha sonra saha ve video gözlemlerinin sistematik analizi yapılmıştır.

4.2.1. Kayıtların İncelenmesi (Review Of Records)

İşletmede, çalışanların rahatsızlıkları ile ilgili revir kayıtları tutulmaktadır. Ancak, çalışanlar arasında rahatsızlığa sahip olup revire başvurmayanlar da mevcuttur. Revir kayıtları dışında rahatsızlıklar hakkında genel bilgi edinebilmek için öz bildirim yapılması ve bunların incelenmesi de gereklidir. Ülkemizde iş ile ilgili KİSR’in değerlendirilmesi ve takibi için tüm işletmeler tarafından kullanılan yapısal bir sistemin yokluğu, bu çalışma sırasında hem revir kayıtlarının yapısının iyileştirilmesini hem de öz bildirimleri içerecek şekilde işletmeye özel bir KİSR kayıt sisteminin oluşturulmasını gerektirmiştir. KİSR maruziyetlerini belirlemek için işletmede tutulan revir kayıtlarında vücut bölümlerine göre bu teşhislerin gruplandırılması önemlidir. Bu nedenle gelecekte KİSR’in takibi için revir kayıtlarının tutulmasına ilişkin çeşitli önerilerde bulunulmuş ve belirli vücut bölgelerinden oluşan bir kayıt sistematigi önerilmiştir.

Revir Kayıtları 2015 Mayıs ayından itibaren bu sistematik kullanılarak tutulmaya başlanmıştır. Ayrıca geçmişe ait 2012-2014 revir kayıtları da bu sistematige uyacak şekilde sağlık ekibi tarafından düzenlenmiştir. Revir kayıtlarının yeniden yapılandırılması sonucunda elde edilen verilerin analizi ile oluşturulan Tablo 2’de görüldüğü üzere tüm işletmede 2014 yılında toplamda 3718 adet revir başvurusu olduğu ve bu başvurularda ortaya çıkan rahatsızlıkların 37533 saatlik iş kaybına sebep olduğu görülmüştür. Bu başvuruların %38,8’i KİSR kaynaklı başvurular olup, bu rahatsızlıkların 20828 saatlik kayıp zamana neden olduğu belirlenmiştir. 2015 yılının Mayıs ayına kadar ise toplamda 1558 adet revir başvurusu 13455 saatlik iş kaybına sebep olmuştur. Bu başvuruların %33,5’i KİSR kaynaklı başvurular olup, bu rahatsızlıkların neden olduğu kayıp saat 6698’tir. Görüldüğü gibi KİSR kaynaklı iş kaybı tüm iş kaybı içerisinde yaklaşık % 50 bir orana sahiptir. 2012-2014 yılları arasındaki revir kayıtlar incelendiğinde TİB’de tüm KİSR şikâyetleri içinde en çok üst uzuv (%26) ve bel (%24) rahatsızlıkları nedeniyle başvuru yapıldığı görülmektedir. 2015 yılı Haziran ayına kadar olan kayıtlar incelendiğinde ise tüm KİSR içinde yine en çok üst uzuv (%26) ve bel (%24) nedeniyle başvuru yapıldığı görülmektedir. KİSR’e ilişkin revir kayıtları ile ilgili genel bir değerlendirme yapılırsa, TİB’de çalışanların rahatsızlıklarının en çok bel, el, el bileği,

kol ve dirsek bölgelerinde görüldüğü tespit edilmiştir. KİSR kaynaklı şikayetlere sahip olup revire başvurmayan çalışanları da belirleyebilmek ve bu bilgileri de çalışmaya dahil edebilmek için TİB'deki mavi yaka çalışanların KİSR kaynaklı şikayetlerini belirtebilecekleri bir öz bildirim sistemi oluşturulmuştur. KİSR öz bildirimlerinin toplanması için geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış Cornell Üniversitesi'nde geliştirilen bir öz bildirim formu olan Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlık Anketi baz alınarak işletmeye özgü "Kas İskelet Sistemi Rahatsızlık Formu" oluşturulmuştur [14].

Bu form ile çalışanlardan rahatsızlıklarının sıklığı, şiddeti ve işe etkisi hakkında 20 vücut bölgesi için bilgi toplanmıştır. Bu çalışma sırasında TİB'de çalışan ve formu eksiksiz dolduran 49 çalışana ait öz bildirimler değerlendirilerek, bulgular incelenmiştir. Öz bildirimler incelendiğinde elde edilen verilerin analizi ile oluşturulan Tablo 3'de görüldüğü üzere TİB'de en yüksek rahatsızlık prevalansına sahip ilk beş vücut bölgesinin sırasıyla; bel (prevelans= %66, %95'lik güven aralığı: %51,98; %78,63), boyun (prevelans= %50, %95'lik güven aralığı: %37,02; %65,02), sağ ayak (prevelans= %48, %95'lik güven aralığı: %34,98; %62,98), sırt (prevelans= %47, %95'lik güven aralığı: %32,97; %60,91), sol ayak (prevelans= %42, %95'lik güven aralığı: %29,00; %56,71) olduğu görülmektedir.

Ayrıca, öz bildirimlerde KİSR'in her vücut bölgesindeki derecesi, şiddeti ve çalışma gücüne etkisinin düzeylerine göre risk puanları literatürde belirlenmiş ağırlıklar kullanılarak hesaplanmıştır [14]. Vücut bölgelerinin risk puanları arasında karşılaştırma yapabilmek için bu puanlar yüzde değerlere dönüştürülmüştür. Tablo 3'de görüldüğü üzere TİB'de en yüksek risk puan yüzdesine sahip olan ilk beş vücut bölgesinin sırasıyla; bel (%10,66,), sağ ayak (%8,19), sol ayak (%7,92), boyun (%7,55), sırt (%6,49) olduğu görülmektedir.

4.2.2. Mikro-Hareket Ergonomik İş Analizi (Micro-Motion Ergonomic Work Analysis)

Mikro-hareket ergonomik iş analizi için öncelikle genel üretim sistemi, bölümler, işler vb. hakkında bilgiler toplamak amacıyla işletmede İSG bölümü ve TİB'de görevli mühendisler ile yapılan toplantılarla iş istasyonları kategorilere ayrılarak kodlanmıştır (Tablo 1). Bu iş istasyonu tanımlamaları yapıldıktan sonra saha gözlemlerine başlanmıştır. Farklı kodlara sahip iş istasyonları için mevcut süreç akışları dikkate alınarak TİB mühendisleri ile yapılan toplantılar sonucu bu çalışma için iş akışları oluşturulmuştur. Ayrıca, saha gözlemlerinde gözden kaçabilecek hususları dikkate alabilmek ve işi daha iyi inceleyebilmek amacıyla saha gözlemlerine ek olarak tüm vardiyalardaki çalışanları ve hat çeşitliliğini de inceleyebilmek için video çekimleri planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. TİB'de çalışanların yardımı ile her vardiyada her bir kod tipi için 2 farklı istasyonda, 2 çekim (1 çekim 5 iş çevrimi içerecek şekilde) planlanmıştır. Yapılan video çekimleri her iş çevrimi için yavaş gösterim ve video kareleri olarak incelenmiş ve iş çevrimlerini oluşturan mikro hareketler tespit edilmiştir. Yapılan saha gözlemleri ve 421 dakikalık video analizi ile iş istasyonlarına ait mikro-hareket düzeyinde iş akışları revize edilmiştir. Mikro-hareket düzeyindeki işler, operasyonlar olarak adlandırılmıştır. TİB'de A tipi iş istasyonu için 27, B tipi iş istasyonundaki 1. Operatör için 19, 2. Operatör için 11, C tipi iş istasyonu için 20, D₁ tipi iş istasyonu için 14, D₂ tipi iş istasyonu için 14, D₃ tipi iş istasyonu için 6 ve E tipi iş istasyonu için 28 operasyondan oluşan iş akışları çıkartılmıştır. Toplamda 134 operasyon incelenerek bu operasyonlara ilişkin ergonomik riskler tanımlanmıştır. Mikro-hareket düzeyinde ergonomik iş analizi yapılırken kullanılmak üzere aşağıdaki formlar hazırlanmıştır. Bölüm düzeyinde, TİB'deki genel ergonomik risklerinin incelenmesi için "Kas İskelet Sistemi Risk Faktörü Bildirim Formu" hazırlanmıştır. Bu form iş güvenliği uzmanı tarafından doldurulmuştur. İstasyon düzeyinde, ergonomik

Tablo 2. Yıllara göre revir başvuru sayıları ve kayıp iş zamanları
(Number of infirmary applications and lost working hours by years)

	2014 (12 ay)	2015 (İlk 5 ay)
Toplam revir başvuru sayısı	3718	1558
KİSR revir başvuru sayısı	1443	522
Toplam kayıp iş zamanı	37533	13455
KİSR kayıp iş zamanı	20828	6698

Tablo 3. TİB çalışanlarında en yüksek KİSR prevalansına ve risk puan yüzdesine sahip beş vücut bölgesi
(First five body regions with the highest prevalence of MSD and risk score percentage of TIB workers)

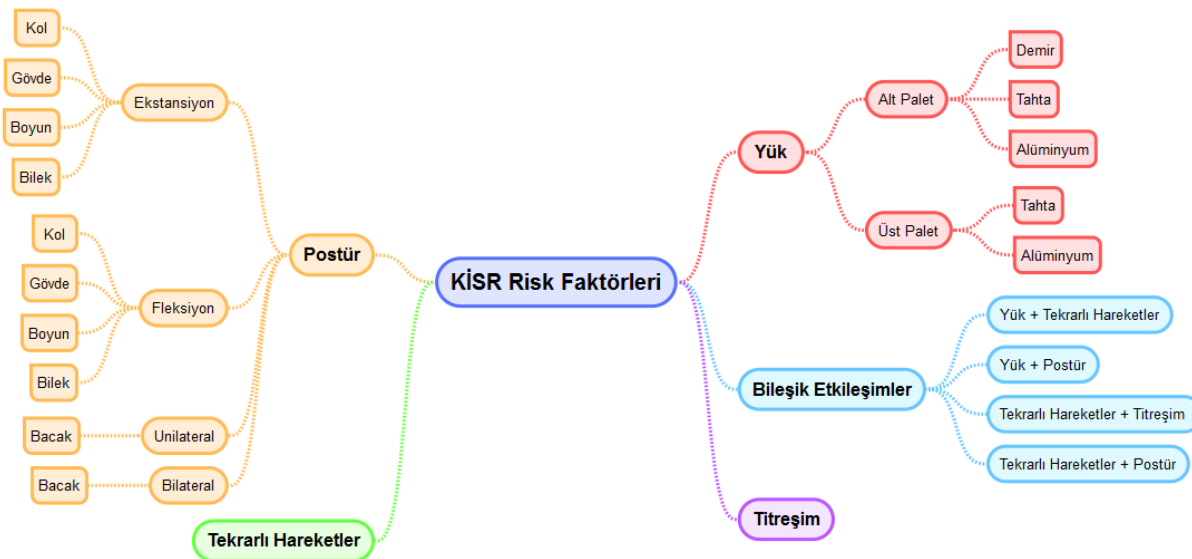
Vücut bölgeleri		
	KİSR prevalansına göre (%)	Risk puan yüzdesine göre (%)
1	Bel (%66)	Bel (%10,66)
2	Boyun (%50)	Sağ ayak (%8,19)
3	Sağ ayak (%48)	Sol ayak (%7,92)
4	Sırt (%47)	Boyun (%7,55)
5	Sol ayak (%42)	Sırt (%6,49)

risklerinin incelenmesi için “Genel Ön Ergonomik Risk Gözlem Formu” oluşturulmuştur. TİB’deki iş istasyonları için bu form saha gözlemleri yapıldıktan sonra bölüm mühendisleri ile birlikte doldurulmuştur. Operasyon düzeyinde, ergonomik risklerinin incelenmesi için “Operasyonel Ön Ergonomik Risk Gözlem Formu” oluşturulmuştur. Toplam 134 operasyon için bu formlar saha gözlemleri ve 421 dakikalık video çekimlerinin incelenmesi ile doldurulmuştur. Ayrıca bu formlar doldurulurken operasyonlarda kullanılan titreşime sahip çeşitli el aletleri belirlenmiştir. Titreşime sahip el aletleri için “El Aletleri Titreşim Değerlendirme Formu” oluşturulmuştur. Titreşim maruziyetinin yüksek olma potansiyeli bulunan toplam dört el aleti değerlendirilmiş ve el aletlerinin titreşim düzeylerinin güvenli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

4.2.3. Risklerin Tespit Edilmesi (Identification of Risks)

Kayıtlar yöntemi ile belirlenen maruziyetleri genel olarak değerlendirirsek, revire yapılan başvurularda KİSR kaynaklı şikayetler üst uzuvlar ve bel üzerinde yoğunlaşırken, revir başvurusu yapmayan çalışanların KİSR kaynaklı şikayetlerini de içeren öz bildirim kayıtlarının değerlendirilmesi ile en çok maruziyetin alt uzuvlar, bel, sırt ve boyunda olduğu görülmüştür. Genel olarak bakıldığında, bel şikayet/rahatsızlıklarının görülme yüzdesi çok yüksek olmakla beraber alt uzuvlar ile ilgili çalışanların şikayetlerini sağlık kayıtları altına alacak revir başvurularının yapılmadığını görmekteyiz. Literatürde yapılan epidemiyolojik çalışmaların sonuçları ışığında bu tür kayıtların incelenmesi için vücut bölümlerine göre fiziksel iş faktörleri ve KİSR arasındaki ilişkiler dikkate alındığında bel odaklı şikayetlerin oluşumunda ağır fiziksel çalışma ve kötü duruş pozisyonunun etkisi olurken, ağır yük taşıma/kaldırmanın etkisinin çok daha fazla olduğu belirlenmiştir [71]. Üst uzuv odaklı şikayetlerin oluşumunda kuvvet, yük, titreşim ve tekrar etkili olurken bunların birleşik etkisinin çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. Literatürde

yapılan epidemiyolojik çalışmaların sonuçları ışığında alt uzuv odaklı şikayetlerin oluşumunda dinlenme molası vermeden sürekli ayakta ve sert zemin üzerinde ağır yük ile çalışmanın etkili olduğu belirlenmiştir [72]. Mikro-hareket düzeyinde ergonomik iş analizi sonuçlarını genel olarak değerlendirirsek çalışanların operasyonlarda tüm vücutlarını kullandığı ve ağır yük taşıma/kaldırma, kuvvet uygulama, tekrarlı hareket, uygunsuz postür ve titreşimli el aleti kullanımı risklerine maruz kaldıkları görülmüştür. Bileşik etki açısından ayakta yapılan ağır yük taşıma kaldırma hareketleri nedeniyle çalışanların iki ayak üzerine simetrik yüklenen bilateral bacak duruşu yerine bir ayak üzerine yüklenen unilateral bacak duruşu sergilemeleri uygunsuz postürde çalıştıklarını göstermekte ve ayak ağrılarının görülmesine sebep olmaktadır. Bu bulgu revir kayıtlarında bulunmayan ancak öz bildirim sonuçlarında görülen ayaklara ait risk puan yüzdelerinin yüksek bulunmuş olmasıyla da desteklenmektedir. Kayıtların incelenmesi yöntemi ve mikro-hareket düzeyinde ergonomik iş analizi ile elde edilen sonuçların birbirini desteklediği görülmektedir. Zihin haritalama yöntemi kullanılarak, iş analizi sonucunda elde edilen bulgular ile risk faktörleri tanımlanmıştır. İş analizi aşamasında uygulanan kayıtların incelenmesi yöntemi ve mikro-hareket düzeyinde ergonomik iş analizi ile TİB’de KİSR’e neden olan risk faktörleri yük, postür, titreşim, tekrar ve bileşik etkileşimler olarak tanımlanmıştır. Çalışmanın gerçekleştirildiği TİB’de, gerekli önlemler alındığı için gürültü, aydınlatma, kimyasal madde kaynaklı bir risk bulunmadığı görülmüştür. TİB için belirlenen risk faktörlerine ilişkin zihin haritası Şekil 7’de verilmiştir. Örneğin kayıtlar yöntemi ile belirlenen postür risk faktörü ile ilgili mikro-hareket düzeyinde ergonomik iş analizi ile bu riskin kaynağı olan güvenli sınırlar dışında ekstansiyon, fleksiyon vb. hareket açıları içeren kötü duruşlar tespit edilebilmiştir. İş analizi aşamasında belirlenen bu risk faktörlerinin operasyonun risk değerlendirilmesi yapılırken dikkate alınıp alınmayacağına incelenmesi gereklidir. Belirlenen risk faktörünün KİSR oluşumuna etkisi açıkça



Şekil 7. Bu çalışma kapsamında belirlenen risk faktörlerinin zihin haritası (Mind mapping of risk factors for this study)

görülüyorsa, risk faktörünün etkisi net olarak anlaşılır değilse ya da riskin nedeni üzerinde mutabakat sağlanamamışsa önerilen yaklaşımda 3. aşama olan maruziyet değerlendirme aşamasında bu risk faktörü operasyonun detaylı risk değerlendirilmesi yapılırken dikkate alınmalıdır. Maruziyet değerlendirme aşamasına geçilmeden önce yük risk faktörünün işletmeye özel olarak tanımlanması gereklidir. TİB’de çalışanın maruz kaldığı yük, ürün/yarı ürün ve palet olarak iki çeşittir. Öncelikli olarak yapılan iş analizleri kapsamında yük çeşitlerinin alternatifleri, yarı ürün ve ürün boyut ve ağırlık limitleri ile demir, tahta ve alüminyum olmak üzere alt palet, üst palet için boyut ve ağırlık limitleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sırasında yük ile ilgili değerlendirmelerde bu ağırlık limitleri dikkate alınmıştır. Ayrıca, bu çalışmada titreşim maruziyetinin yüksek olma potansiyeli bulunan toplam dört el aleti değerlendirildiğinde el aletlerinin titreşim düzeylerinin güvenli düzeyde olduğu belirlendiği için KİSR oluşumuna etkisi olmadığı açıkça görülmüş ve titreşim risk faktörünün maruziyet değerlendirilme aşamasında değerlendirilmeye katılmasına gerek olmadığına karar verilmiştir.

4.3. Aşama 3: Maruziyet Değerlendirme (Phase 3: Exposure Assessment)

İş analiz aşamasında risklerin tespit edilmesini takiben, proaktif yaklaşım kapsamında üçüncü aşama olan maruziyet değerlendirme aşamasına geçilmiştir. Öncelikle iş analizi aşamasında yapılan çalışmalar sonucunda tanımlanan işlere uygun bir ergonomik risk değerlendirme yöntemi seçilmiştir. Yöntem seçilirken, tüm vücudu dikkate alan, postür, yük, tekrarlı hareket ve bileşik etkileşimi göz önünde bulunduran, iş güvenliği uzmanının bilgilendirici eğitim sonrası mevcut bilgi birikimi ile kullanabileceği, veri toplamak için gözlem ve video kayıtlarının yeterli olacağı bir yöntem olan REBA uygun bulunmuştur. Yöntem seçiminden sonra iş güvenliği uzmanı ve bölüm mühendislerine REBA yönteminin kullanılmasına ilişkin uygulamalı bir eğitim verilmiştir. Ayrıca bu yöntemin şirket içinde kullanımının kolaylaştırılması için basılı form ve bilgisayar destekli form düzenlenmiştir. Seçilen yöntem kullanılarak her bir iş için sistematik ergonomik risk değerlendirmesi yapılmıştır.

4.3.1. REBA Yönteminin Uygulanması (Application Of The REBA Method)

Vücudun tüm kısımlarının analiz edilmesine olanak tanıyan REBA yöntemi 1999 yılında Hignett ve McAtamney

tarafından tasarlanmış ve geliştirilmiştir [24]. Maruziyet puanı 1 ile 15 arasında değişen bir değerle belirlenmektedir. Vücut bölümlerinin duruş pozisyonları olası 144 duruş kombinasyonuna neden olmaktadır. REBA yönteminde bir çalışma duruşunun REBA puanı belirlenirken vücut bölümleri, A ve B Grubu olmak üzere iki grupta incelenir. A Grubu altında boyun, gövde, bacaklar ve B Grubu altında kollar ve el bileği değerlendirilmektedir. Bu vücut bölümlerinin hareketleri açılara ayrılmıştır ve toplam puan belirlenirken vücut bölümlerinin duruşlarının birleşik etkisi değerlendirilmektedir. Ayrıca yük/kuvvet etkisi, kavrama şekli, hareketin ne sıklıkta yapıldığı, hareket sırasında vücudun sabit durması veya hareket ettiğinde aynı zamanda dönme, bükülme olup olmadığı da dikkate alınmaktadır. Bu yöntem ile her operasyon için genel maruziyet puanı gözlemci rehberinde verilen talimatlar doğrultusunda hesaplanmaktadır. REBA maruziyet puanı aksiyon ihtiyaçlarının kategorize edilmesi için kullanılmaktadır (Tablo 4). Bu yöntemin uygulanması için işletmeye özel bilgileri içeren REBA formu ve bu yöntemi uygularken doğru karar vermeyi destekleyecek bir gözlemci rehberi hazırlanmıştır.

TİB’de REBA yöntemini kullanırken sistematik analiz için aşağıdaki adımlar oluşturulmuş ve uygulanmıştır:

1. Adım: İncelenecek operasyonun belirlenmesi
2. Adım: Saha gözlemi yapılması ve video çekimlerinin izlenmesi
3. Adım: Operasyonel ön ergonomik risk gözlem formunun incelenmesi
4. Adım: Gözlemci rehberini dikkate alarak REBA formunun doldurulması

1. Operasyon için işletmeye özel genel bilgilerinin doldurulması
2. Boyun, Gövde ve Bacak analizi yapılması
3. Bu adımda öncelikle boyun duruşuna göre boyun puanı, gövde duruşuna göre gövde puanı ve bacakların duruşuna göre bacak puanı hesaplanır. Daha sonra boyun, gövde ve bacak puanlarını kullanarak Tablo 5’ten duruş puanı A bulunur.
4. Kol ve El Bileği analizi yapılması

Öncelikle üst kol duruşuna göre üst kol puanı, ön kol duruşuna göre ön kol puanı, el bileği duruşuna göre el bileği puanı hesaplanır. Daha sonra üst kol, ön kol ve el bileği puanlarını kullanarak Tablo 6’dan duruş puanı B bulunur.

Tablo 4. REBA maruziyet puanı değerlendirme ölçekleri [24] (REBA exposure score assessment scales [24])

Derece (Renk)	REBA Puanı	Risk Düzeyi	Aksiyon
0 (Yeşil)	1	İhmal Edilebilir	Gerekli değil
1 (Sarı)	2-3	Düşük	Gerekli olabilir
2 (Turuncu)	4-7	Orta	Gerekli
3 (Kırmızı)	8-10	Yüksek	Kısa zaman içerisinde gerekli
4 (Koyu kırmızı)	11-15	Çok Yüksek	Hemen gerekli

Tablo 5. Duruş puanı A için kullanılan tablo (Table used for posture score A)

		Boyun Puanı											
		1				2				3			
Tablo A	Bacak Puanı	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Gövde Duruş Puanı	1	2	3	4	1	2	3	5	3	3	5	6
	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	
	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	
	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	
	5	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	

Tablo 6. Duruş puanı B için kullanılan tablo (Table used for posture score B)

		Ön Kol Puanı					
		1			2		
Tablo B	Bilek Puanı	1	2	3	1	2	3
	Üst Kol Puanı	1	2	2	1	2	3
	2	3	3	2	3	4	
	3	4	5	4	5	5	
	4	5	5	5	6	7	
	5	6	8	7	8	8	
	6	7	8	8	9	9	

1. Kuvvet/ Yük ve Kavrama puanının eklenmesi

Duruş puanı A üzerine kuvvet/yük ile ilgili miktar ve sıklık bilgilerini içeren kuvvet/yük puanı eklenerek genel puan A bulunur. Ayrıca, duruş puanı B üzerine kavrama ile ilgili tutuş şekli ve gücü içeren kavrama puanı eklenerek genel puan B bulunur.

2. Tablo C puanının bulunması

Genel puan A ve genel puan B kullanılarak Tablo 7'den genel puan C bulunur.

3. Aktivite puanının eklenmesi ve REBA puanının hesaplanması

Genel puan C'nin üzerine aktivitenin statik/dinamik durumu, tekrarı gibi bilgileri içeren aktivite puanı eklenerek REBA puanı bulunur.

4. Maruziyet puanının yorumlanması

REBA puanı Tablo 4'teki ölçek kullanılarak risk düzeyleri yorumlanır.

5. Aksiyon ihtiyaçlarının önceliklendirilmesi

Tablo 4'te bulunan ölçekteki risk düzeyleri ve aksiyon skalasına göre işlerin önceliklendirilmesi yapılır. Yukarıda verilen adımlar izlenerek TİB'de yapılan sistematik analiz sonucunda her bir iş istasyonu için bulunan ortalama ve maksimum maruziyet puanları ile maruziyet puanlarının ortalama mutlak sapmaları Tablo 8'de özetlenmiştir. Ortalama maruziyet puanı, her istasyondaki farklı operasyonların REBA puanlarının ortalamasını, maksimum maruziyet puanı ise her istasyondaki farklı operasyonların REBA puanları arasındaki en yüksek puanı ifade etmektedir. Tabloda, en yüksek ortalama REBA puanına sahip ilk üç iş istasyonunun E tipi iş istasyonu, B tipi iş istasyonunun 2.operatörünün yaptığı operasyonları içeren kısmı ve D₂ tipi iş istasyonu olduğu görülmektedir. Her bir iş istasyonu için en yüksek risk düzeyine sahip operasyon sayılarına bakıldığında ise D₁ iş istasyonu öne çıkmaktadır.

REBA sonuçlarına göre, TİB'deki iş istasyonlarında yer alan ürün/yarı ürün kaldırma, bağlama ve alma operasyonları yük ve kötü postür sebebiyle oldukça yüksek risk maruziyet düzeyine sahiptir. Bu REBA sonuçları ile daha önce reaktif açıdan kayıtlar yöntemi ve proaktif açıdan mikro-hareket düzeyinde ergonomik iş analizi ile elde edilen sonuçların birbirini doğrulandığı görülmektedir. 4.2 Aşama 2: İş Analizi- Risklerin tespit edilmesi bölümünde belirtildiği gibi

Tablo 7. Genel puan C için kullanılan tablo (Table used for posture general score C)

Puan A (Duruş Puanı A +Yük/Kuvvet Puanı)	Tablo C											
	Puan B (Duruş Puanı B + Kavrama Puanı)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	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

Tablo 8. TİB için REBA maruziyet puanları özeti (REBA exposure scores for TIB)

	İş İstasyonları							
	A	B 1 operatör için	2 operatör için	C	D ₁	D ₂	D ₃	E
Operasyon sayısı	27	19	11	20	14	9	6	28
Ortalama REBA puanı	6,85	6,79	7,73	6,30	6,93	7,56	5,50	7,75
Max REBA puanı	12	11	12	11	12	11	10	12
OMS REBA puanı	2,24	2,43	2,12	2	3,06	3,48	2,17	1,43
Yeşil op sayısı	2	2	0	2	1	1	0	0
Sarı op sayısı	0	0	1	0	1	1	1	0
Turuncu op sayısı	15	9	4	13	7	1	4	12
Kırmızı op sayısı	7	6	5	3	0	3	1	13
Koyu Kırmızı op sayısı	3	2	1	2	5	3	0	3

özbildirim sonuçlarında en yüksek risk puan yüzdesine ve revir kayıtlarında yüksek başvuru sayısına sahip olan bel odaklı şikayetlerin oluşumunda ağır fiziksel çalışma, kötü duruş pozisyonu ve ağır yük taşıma/kaldırmanın etkisi olduğu epidemiyolojik çalışmalardan yola çıkılarak tespit edilmiştir ve benzer sonuçlara REBA analizi ile de ulaşılmıştır. Ayrıca, özbildirim ve mikro-hareket düzeyinde ergonomik iş analizi sonuçlarında sert zemin üzerinde ayakta yapılan ağır yük taşıma kaldırma hareketleri nedeniyle ayakların yüksek riske maruz kaldığı belirlenmişti. REBA yönteminde ayaklara yönelik direkt bir değerlendirme bulunmamasına rağmen uygunsuz bacak duruşları değerlendirilmektedir. Literatürdeki epidemiyolojik çalışmalar bacaklardaki bu tür uygunsuz duruşların ve ayakta çalışma ile uzun/kısa mesafelerde yürüme gerektiren işlerin yarattığı birleşik etkilerin ayak rahatsızlıkları ile ilişkili olduğunu göstermektedir [72]. REBA sonuçları değerlendirilirken özellikle belirli makinaların alçak konumu, bağlama ve alma operasyonları gerçekleştirilirken yüksek risk maruziyetine sebep oldukları görülmüştür.

Uygunsuz duruşların bir bölümü yine palet asansörlerinin doğru yüksekliklerde kullanılmamasından kaynaklanmaktadır. Alt paletlerin taşınması çok tekrar edilen bir operasyon olmamasına rağmen büyük demir alt paletlerin tek operatör tarafından taşınması çok yüksek düzeyde risk maruziyeti yaratmaktadır. E tipi iş istasyonunda tezgahlara yakın yerleştirilmiş olan ara masaların yüksekliklerinin düşük olması ve konumları sebebiyle operatör bu masalara ürün/yarı ürün koyma ve alma sırasında uygunsuz duruşlara maruz kalmaktadır. Ayrıca bu istasyonda çok kolay bir operasyon olarak görülebilecek malzeme alma operasyonunun risk maruziyetinin beklenmedik şekilde yüksek çıkmasının nedeni, malzeme hafif olmasına rağmen operatörlerin doğal postürünü bozmadan malzeme alabilecekleri bir standart konumlandırmanın mevcut olmayışıdır.

4.4. Aşama 4: Raporlama (Phase 4: Reporting)

Önerilen sistematik yaklaşımın dördüncü aşaması olan raporlama aşamasında, TİB'de ilk üç aşamada yapılan

çalışmalar ve bulunan sonuçlar detaylı bir şekilde ilgili paydaşlar ile paylaşılmıştır. Uygulama süresince yapılan çalışmalar işletmedeki ilgili paydaşlar ile başlangıç bildirim toplantısı ve ara toplantılarda paylaşılmıştır ve sonuç toplantısı ile bu çalışmaların sonuçları paydaşlara iletilmiştir. Önerilen sistematik yaklaşım, yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar detaylı şekilde rapor olarak basılmıştır.

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada iş ile ilişkili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının önüne geçilmesi amacıyla, sistematik bir ergonomik risk değerlendirme yaklaşımı geliştirilmiştir. Geliştirilen sistematik yaklaşım proaktif yaklaşım odaklı olmakla birlikte reaktif yaklaşımın da uyum içerisinde uygulanabileceği bütünlük bir yapıya sahiptir ve farkındalık faaliyetleri, iş analizi, maruziyet değerlendirme ve raporlama olmak üzere dört ana aşamadan oluşmaktadır. Önerilen yaklaşım metal sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulanmıştır. Çalışma kapsamındaki bölüm için reaktif ve proaktif bakış açılarıyla risk faktörleri belirlenmiş, tüm operasyonlara ait ergonomik risk maruziyet düzeyleri bulunarak, öncelikli aksiyon alanları tespit edilmiştir. Bu çalışma ile elde edilen bilgilerden yola çıkarak, gelecek çalışmalara yönelik bazı öneriler aşağıda özetlenmiştir. Öncelikle işletme içerisinde formal ve üst yönetimden mavi yaka çalışana kadar her düzeyde temsilci paydaşları içeren bir ergonomi ekibi oluşturulması önerilmektedir. Bu ekip, işletmede ergonomi kültürü geliştirmek amacıyla çalışanlarda uygun ve güvenli iş davranışlarını teşvik etmek, farkındalık yaratmak ve ergonomi bilinci oluşturmak için sürekli ve planlı şekilde çalışmalıdır. Uygunsuz duruş pozisyonları, iş istasyonunun tasarımından veya çalışanın doğru vücut mekaniklerini kullanmamasından kaynaklanabilir. Bu nedenle çalışan kaynaklı uygunsuz duruş pozisyonlarını engelleyebilmek için periyodik eğitimlerin ve ergonomik auditlerin yapılması gereklidir. Yeni işe başlayan elemanlara ve her yıl iş sağlığı ve güvenliği haftasında (her yıl 4-10 Mayıs tarihleri arasında) tüm çalışanlara doğru taşıma/kaldırma teknikleri eğitimi verilmelidir. KİSR kaynaklı şikayetlere neden olan risklerin doğru ve eksiksiz bir şekilde belirlenebilmesi için özbildirimlerden elde edilecek bilgi çok önemlidir. Bu sebeple özbildirim formları oluşturularak, bu formların periyodik şekilde doğru ve eksiksiz olarak doldurulmasının sağlanması ve elde edilen verilerin incelenmesi gereklidir. Her sene tüm bölümlerde ergonomik risk değerlendirme çalışması yapılması rutin hale getirilmelidir. Yeni bir hattın ya da üretim sisteminin tasarlanma aşamasında da proaktif bakış açısıyla risk değerlendirmesinin yapılması gerekli ve çok önemlidir. Bu bağlamda, ergonomi ekibi firma içindeki tüm bölümlerde yılda bir kez operasyonel düzeyde ergonomik risk değerlendirmesi yapılması için "yıllık geniş çaplı ergonomik risk değerlendirme planı" hazırlanmalıdır. Çalışanlar için her gün işe başlamadan önce esneme egzersizleri ve kas iskelet sistemini destekleyici çeşitli fiziksel aktivitelerin planlanması gereklidir. Ergonomik risk değerlendirme çalışması işletme içindeki ofis çalışanlarını da

kapsayacak şekilde genişletilebilir. İş ile ilgili KİSR'in önlenmesi olduğu ve KİSR'in önlenmesinin tedavi edilmesinden daha kolay ve daha az maliyetli olduğu gerçekleri ışığında, çalışma ortamında iş ile ilgili KİSR'e sebep olan risk faktörlerinin belirlenmesi ve yapılan işlerin ayrıntılı ergonomik risk maruziyet değerlendirmesinin yapılması, iş ile ilgili KİSR'in önlenmesi ve yönetimi için açısından çok kritiktir. Konunun finansal ve sağlık boyutundaki etkilerinin ciddiyeti dikkate alındığında, çalışanların görevlerini yerine getirirken maruz kaldığı KİSR risklerinin ortaya çıkarılması, azaltılması ve ergonomik tedbirlerin alınması sürecinde uygulamacılara yol gösterici olması açısından bu çalışma ile geliştirilen sistematik yaklaşımın önemi büyüktür.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. The European Musculoskeletal Conditions Surveillance and Information Network. Musculoskeletal health in Europe report v5.0. <http://www.eumusc.net/myUploadData/files/MusculoskeletalHealthinEuropeReportv5.pdf>. Erişim tarihi Ekim 7, 2016.
2. European Agency for Safety & Health at Work. Second European survey of enterprises on new and emerging risks (ESENER-2). <https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/esener-ii-summary.en.PDF>. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
3. Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı - İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (ÇSGB-İSGGM), Meslek hastalıkları rehberi, Matsa Basımevi, Ankara, 2011.
4. Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı - İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (ÇSGB-İSGGM), Meslek hastalıkları bildirim rehberi, Eflal Ajans Matbaacılık, ÇSGB Yayın No: 18, Ankara, 2014.
5. Mevzuat Bilgi Sistemi. İş sağlığı ve güvenliği kanunu. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331.pdf>. Yayın tarihi Haziran 30, 2012. Erişim tarihi: 8 Mayıs, 2016.
6. Reese C.D., Occupational health and safety management: a practical approach, CRC press, Boca Raton, 2015.
7. Kuorinka I., Jonsson B., Kilbom A., Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms, *Appl. Ergon.*, 18, 233-237, 1987.
8. Hildebrandt V.H., Bongers P.M., Van Dijk F.J.H., Kemper H.C.G., Dul J., Dutch Musculoskeletal Questionnaire: description and basic qualities, *Ergonomics*, 44 (12), 1038-1055, 2001.
9. Cornell University. Cornell musculoskeletal discomfort questionnaires. <http://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>. Yayın tarihi 1994. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
10. Corlett E.N., Bishop R.P., A technique for assessing postural discomfort, *Ergonomics*, 19, 175-182, 1976.
11. Borg G., Perceived exertion as an indicator of somatic stress, *Scand. J. Work Environ. Health*, 16, 55-58, 1970.
12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs: Threshold Limit

- Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. http://www.acgih.org/tlv_bei_guidelines/policies_procedures_presentations/overview. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
13. Waters T.R., Putz-Anderson W., Garg A., Fine L.J., Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks, *Ergonomics*, 36 (7), 749-776, 1993.
 14. 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.
 15. McAtamney L., Corlett N., RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Appl. Ergon.*, 24 (2), 91-99, 1993.
 16. Moore J.S., Garg A., The Strain Index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 56 (5), 443-458, 1995.
 17. Occhipinti E., Colombini D., Proposta di un indice sintetico per la valutazione dell'esposizione a movimenti ripetitivi degli arti superiori (OCRA index) [Proposal of a concise index for the evaluation of the exposure to repetitive movements of the upper extremity (OCRA index)], *La Medicina del Lavoro*, 87 (6), 526-548, 1996.
 18. David G., Woods V., Li G., Buckle P., The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Appl. Ergon.*, 39 (1), 57-69, 2008.
 19. Hignett S., McAtamney L., Technical note Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Appl. Ergon.*, 31, 201-205, 2000.
 20. Özcan E., Kesiktaş N., Kas İskelet Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Risk Değerlendirme Rehberi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayınları, yayın no: 144, Ankara, 2007.
 21. Pehkonen I., Ketola R., Ranta R., Takala E.-P., A video-based observation method to assess musculoskeletal load in kitchen work, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 15 (1), 75-88, 2013.
 22. University of Michigan Center for Ergonomics. 3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP). <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/>. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
 23. NexGen Ergonomics. Ergonomics and Biomechanics Product Line. <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/ergoproducts.html>. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
 24. The Human Solutions. Pocket Ergo. <http://www.thehumansolution.com/pocketergo1.html>. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
 25. Gao F., Damsgaard M., Rasmussen J., Christensen S. T., Computational method for muscle-path representation in musculoskeletal models, *Biol. Cybern.*, 87 (3), 199-210, 2002.
 26. European Agency for Safety & Health at Work. Online interactive risk assessment (OiRA). <http://www.oiraproject.eu/>. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
 27. Pascual S.A., Naqvi S., An investigation of ergonomics analysis tools used in industry in the identification of work-related musculoskeletal disorders, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 14 (2), 237-245, 2008.
 28. Özel E., Çetlik O., Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar ve Bir Uygulama Örneği, *Dumlu Pınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 122, 41-56, 2010.
 29. Takala E.P., Pehkonen I., Forsman M., Hansson G.Å., Mathiassen S.E., Neumann W.P., Sjøgaard G., Veiersted K.B., Westgaard R.H., Winkel J., Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work, *Scand. J. Work Environ. Health*, 36 (1), 3-24, 2010.
 30. Malchaire J., A classification of methods for assessing and/or preventing the risks of musculoskeletal disorders, European Trade Union Institute (ETUI), Brussels, 2011.
 31. Wang D., Dai F., Ning X., Risk assessment of work-related musculoskeletal disorders in construction: State-of-the-art review, *J. Constr. Eng. Manage.*, 141 (6), 1-15, 2015.
 32. Wiehagen W.J., Turin F.C., Ergonomic assessment of musculoskeletal risk factors at four mine sites: Underground coal, surface copper, surface phosphate, and underground limestone, <https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/2004-159.pdf>. Yayın tarihi Ağustos, 2004. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
 33. Village J., A Study of Musculoskeletal Disorders in Newspapers and Commercial Printing, Richmond, BC: Workers' Compensation Board of British Columbia, Finding Solutions Program, Project No. 98FS-33. Vancouver, Kanada, 2001.
 34. Logie A., VanDerDoe L., Ryan A. Musculoskeletal Injury Prevention Project: Report on the Flight Attendant Group, Richmond, BC: Workers' Compensation Board of British Columbia, Finding Solutions Program, Project No. 97FS-35. Vancouver, Kanada, 1998.
 35. Rucker L. Musculoskeletal Health Status of B.C. Dentists and Dental Hygienists: Evaluation of the Preventive Impact of Surgical Ergonomics Training and Surgical Magnification, Richmond, BC: Workers' Compensation Board of British Columbia, Finding Solutions Program, Project No. 97FS-28. Vancouver, Kanada, 1996.
 36. Great Britain Health and Safety Executive (HSE). Sonografi Risk Management Of Musculoskeletal Disorders In Sonography Work. http://www.hse.gov.uk/healthservices/management_of_musculoskeletal_disorders-in-sonography-work.pdf. Erişim tarihi Mayıs 8, 2016.
 37. Podniece Z., Work-related musculoskeletal disorders: prevention report, European Agency for Safety and Health at Work, Belgium, 2008.

38. Çakmak Z.A., Tekbaş F., Güler Ç., İşle ilgili kas iskelet sistemi hastalıkları ve birikimsel zedelenmelerin önlenmesi”, Sağlık Boyutuyla Ergonomi: Hekim ve Mühendisler için, Editör: Güler Ç., Palme Yayıncılık, Ankara, 227 – 255, 2004.
39. Cımbız A., Uzgören N., Aras Ö., Öztürk S., Elem E., Aksoy C. C., Kas iskelet sisteminde ağrıya ait risk faktörlerinin lojistik regresyon analizi ile belirlenmesi: pilot çalışma, Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 18 (1), 20-27, 2007.
40. Oğuz A.K, Kaymak B., Mesleki Kas İskelet Sistemi Bozuklukları, Hacettepe Tıp Dergisi, 42, 165-172, 2011.
41. Akbal A., Eroğlu P., Yılmaz H., Tutkun E., Mesleki maruziyetler ve kas iskelet sistemi bulguları, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi, 15 (3), 73-76, 2012.
42. Tanır F., Güzel R., İşsever H., Polat Çalışkan U., Bir otomotiv fabrikasında kas iskelet sorunları ve istirahat raporu alanlara verilen ergonomi ve egzersiz eğitimi sonuçları, Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi, 59, 214-221, 2013.
43. Dilek B., Beyan A.C., Ertuğrul A.V., Demiral Y., Çımrın A. H., Akalın E., FTR pratiğinde meslek hastalıkları poliklinik deneyimi: İşe bağlı kas iskelet sistemi hastalıkları, 25. Ulusal Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kongresi, Antalya-Türkiye, 22-26 Nisan, 2015.
44. Güler T., Yıldız T., Önler E., Yıldız B., Gülcivan G., Hastane ergonomik koşullarının hemşirelerin mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları üzerine etkisi, IAAOJ, Scientific Science, 3 (1), 1-7, 2015.
45. Öztürk N., Esin M. N., Ergonomik riskleri belirleme: Çalışanın Üst Ekstremitelerini Değerlendirme Formu'nun tanıtımı, Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 8 (30), 31-37, 2007.
46. Terzi R., Altın F., Hastane çalışanlarında bel ağrısı sıklığı, bel ağrısının kronik yorgunluk sendromu ve mesleki faktörler ile ilişkisi, Ağrı, 27 (3), 149-154, 2015.
47. Akay D., Dağdeviren M., Kurt M., Ergonomic Analysis of Working Postures, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 18 (3), 73-84, 2003.
48. Aslanhan, B., Mesleki bel ağrılarında NIOSH kaldırma eşiği ve bir uygulama örneği, Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 5 (19), 23-27, 2004.
49. Kesiktaş N., Ozcan E., Alptekin H.K., Özcan E.E., İşe bağlı kas iskelet hastalıklarında risk değerlendirilmesi: Hızlı maruziyet değerlendirme (HMD) yöntemi - Quick Exposure Check (QEC), İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 34 (7), 25-27, 2007.
50. Kara Y., Atasagun Y., Peker A., Montaj hatlarında çalışma duruşlarının reba yöntemi ile analizi ve ergonomik risk değerlendirmesi, 7. Uluslararası İş Sağlığı Ve Güvenliği Konferansı, İstanbul-Türkiye, 5-7 Mayıs, 2014.
51. Can G.F., Atalay K.D., Eraslan E., Working posture analysis in fuzzy environment and ergonomic work station design recommendations, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30 (3), 451-460, 2015.
52. Özkan N.F., Kahya E., Assessing ergonomic risks in an university's administrative offices. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32 (1), 149-158, 2017.
53. Eksioğlu M., Endurance time of grip-force as a function of grip-span, posture and anthropometric variables, Int. J. Ind. Ergon., 41 (5), 401-409, 2011.
54. Eksioğlu M., Normative static grip strength of population of Turkey, effects of various factors and a comparison with international norms, Appl. Ergon., 52, 8-17, 2016.
55. Can G.F., Eriş H., Fiğlalı N., Mesleki kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının ergonomik analizine yönelik yöntemlerin değerlendirilmesi, 10. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Girne-KKTC, 653-663, 16-18 Eylül, 2010.
56. Esen H., Fiğlalı N., Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 17 (1), 41-51, 2013.
57. Kahraman M.F., Dağdeviren M., Kurt M., Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin çok ölçütlü karar verme teknikleri ile önceliklendirilmesi ve bütünlük bir model önerisi, 18. Ulusal Ergonomi Kongresi, Gaziantep-Türkiye, 16-18 Kasım, 2012.
58. Teker E., Gülçubuk A., Felekoğlu B., Bir seramik fabrikasında çalışanların taşıma ve kaldırma işlerinden kaynaklanan yüklenme ve zorlanmalarının saptanması ve çalışma yaşamını kolaylaştırıcı düzenek seçimi, 12.Ulusal Ergonomi Kongresi, Ankara-Türkiye, 272-278, 16-18 Kasım, 2006.
59. Koltan A., Mesleki kas-iskelet hastalıklarını önlemede bir ergonomik yaklaşım modeli, İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 34, 35-43, 2007.
60. Çelik B., Susmuş M. T., Çayeli bakır işletmelerinde kepece operatörlerinin kas iskelet sistemi maruziyetlerinin ergo-test yöntemi ile değerlendirilmesi, 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, Çorum-Türkiye, 3-5 Aralık, 2010.
61. Çelik, B., Çayeli bakır işletmeleri hurda sahası çalışanları kas iskelet sistemi maruziyetinin değerlendirilmesi, 18. Ulusal Ergonomi Kongresi, Gaziantep-Türkiye, 16-18 Kasım, 2012.
62. Kalıncara V., Özkaya K., Orman işçilerinin çalışma duruşlarının ergonomik analizi, 19. Ulusal Ergonomi Kongresi, Balıkesir-Türkiye, 76-84, 27-29 Eylül, 2013.
63. İşler M., Küçük M., Güner M., Konfeksiyon sektöründe ayakta çalışan personelin çalışma duruşlarının plibel metodu ile değerlendirilmesi, 19.Ulusal Ergonomi Kongresi, Balıkesir-Türkiye, 107-115, 27-29 Eylül, 2013.
64. Gündüz Cengiz T., Kotanak Pişkin K., Otomobil Koltuğu Kılıfı İmalatı Yapılan Bir Firmada RWL, REBA ve RULA Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Yük Kaldırma Analizleri, 19.Ulusal Ergonomi Kongresi, Balıkesir-Türkiye, 332-342, 27-29 Eylül, 2013.

65. Baykasoglu A., Akyol S.D., Tasan A.S., Tasan S.O., Cimen T., Ozen B., Aktas N., Tarki G., Boz O., Otomobil kablo demeti üretiminde ergonomik risk faktörlerini dikkate alan montaj hattı dengeleme, 19. Ulusal Ergonomi Kongresi, Balıkesir-Türkiye, 801-808, 27-29 Eylül, 2013.
66. Çoktu A.K., Ünal Gülsoy K., Kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının kargo transfer merkezlerinde araştırılması, 7. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı, İstanbul-Türkiye, 4-7 Mayıs, 2014.
67. Atasoy Mert E., Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir çanta imalat atölyesinde uygulanması, Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014.
68. Sarıkaya C., Elle taşıma işlerinde risklerin değerlendirilmesi ve sektöre uygulanması, Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014.
69. Ayan B., Montaj hattında ergonomik risk unsurlarının incelenmesi: otomotiv sektörüne yönelik bir uygulama, Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.
70. Lakhwinder P.S., Work study and ergonomics, Cambridge University Press, Delhi, India, 2016.
71. Bernard B.P., Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back, National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), Publication No. 97-141, Cincinnati, OH-USA, 1997.
72. Messing K., Tissot F., Stock S. Distal lower-extremity pain and work postures in the Quebec population, American Journal of Public Health, 98 (4), 705-713, 2008.

