KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERGONOMİK RİSK ANALİZİNİN LASTİK İMALAT FABRİKASINDA UYGULANMASI

ZEYNEP ERÇELİK

KOCAELİ 2017

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERGONOMİK RİSK ANALİZİNİN LASTİK İMALAT FABRİKASINDA UYGULANMASI

ZEYNEP ERÇELİK

Prof. Dr. Hakan PEKEY
Danışman, **Kocaeli Üniversitesi** .....

Prof. Dr. Nilgün FIĞLALI
Jüri Üyesi, **Kocaeli Üniversitesi** .....

Doç. Dr. Semra BORAN
Jüri Üyesi, **Sakarya Üniversitesi** .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 10.01.2017

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Kamyon ve otobüs lastiği üretimi yapan bir fabrikada, çalışanların iş güvenliğini, verimliliğini ve yaşam kalitesini iyileştirmek, iş yerinin ergonomik koşullarını hızlı ve basit bir şekilde geliştirmek için ergonomi ekip çalışmaları yapılmaktadır. Çeşitli bölümlerden operatörlerin, teknisyenlerin ve mühendislerin katılımıyla gerçekleştirilen bu ekip çalışmalarında, ergonomik risk analizi yapılarak mevcut durum değerlendirilmiş ve problemler belirlenmiştir. Proseste karşılaşılan ergonomik problemler için analizler yapılmış, birçok ergonomik iyileştirme ve geliştirme önerileri sunulmuştur. Bu önerilerin bir kısmı gerçekleştirilmiş, bir kısmı ise uzun vadede gerçekleştirilmek üzere uygulama planında yerini almıştır.

Tezimin uygulama aşamasında fabrika sahasında bana çalışma fırsatı veren değerli fabrika yöneticilerine, ergonomi ekip çalışmalarına katılan tüm personele, proje ve tez aşamasında fikirleri ile beni yönlendiren ve teşvik eden, bana her konuda yardımcı olup, her zorda kaldığımda çıkış yolu bulan değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Hakan PEKEY'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, yaşamım boyunca bana destek olan ve ayaklarımın üstünde durmayı öğreten annem Semra AKDAĞ ve babam Ahmet AKDAĞ' a ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Berk ERÇELİK'e sonsuz minnet duygularımı sunarım.

Ocak – 2017 Zeynep ERÇELİK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 3
1.1. Ergonominin Tanımı 3
1.2. Dünya'da Ergonominin Tarihsel Gelişimi 3
1.3. Türkiye'de Ergonominin Tarihsel Gelişimi 5
1.4. Ergonomik İyileştirmelerin Amacı 7
1.5. Ergonomik İyileştirmelerin Çıktıları 8
1.6. İş Sağlığı ve Güvenliği'nin Gelişimi ile Ergonomik İyileştirmeler Arasındaki İlişki 10
2. ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİ 11
2.1. Kişisel Anket Yöntemleri (Öznel Değerlendirmeler) 12
2.2. Gözleme Dayalı Yöntemler 12
2.2.1. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment-REBA) 14
2.2.2. Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA) 15
2.2.3. Hızlı Maruziyet Değerlendirme yöntemi (Quick Exposure Check-QEC) 16
2.3. Direk Ölçüm Yöntemleri 17
2.4. Ergonomik Risk Analiz Yönteminin Seçimi 20
3. ERGONOMİK RİSK ANALİZİ UYGULAMASI 22
3.1. İşletmenin Tanıtımı 22
3.2. Lastik Üretim Prosesi 23
3.3. Ergonomik Risk Analizi Ekip Çalışmaları 26
3.3.1. Ekiplerin oluşturulması 27
3.3.2. Ergonomi ekip çalışmalarının amacı 28
3.3.3. Çalışma yapılacak iş istasyonunun seçimi 28
3.3.4. Ergonomi ekip çalışmalarının işleyişi 29
3.3.5. Ergonomi ekip çalışmalarında kullanılan araçlar 29
3.4. Topuk Destek Malzemesi Rol Değişiminde Ergonomik Risk Analizi Uygulaması 33
3.5. Yanak Malzemesi Rol Değişiminde Ergonomik Risk Analizi Uygulaması 44
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 51
KAYNAKLAR 53
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 55
ÖZGEÇMİŞ 56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Lastik üretim şeması 23
Şekil 3.2. Ekip çalışmalarının işleyişi 29
Şekil 3.3. Ekip çalışmaları inceleme formu 30
Şekil 3.4. Ergonomik risk kartları 30
Şekil 3.5. Duruş analizi 31
Şekil 3.6. Tasarım kılavuzu 32
Şekil 3.7. İyileştirme önerileri ve faaliyet planı 33
Şekil 3.8. Merdiven ile makinenin üst kısmına çıkma 34
Şekil 3.9. Rol değişimi 35
Şekil 3.10. Ergonomik iyileştirme öncesi topuk destek rol değişimi BRIEF formu 36
Şekil 3.11. Ergonomik iyileştirme öncesi topuk destek rol değişimi BEST formu 38
Şekil 3.12. Ergonomik iyileştirme öncesi topuk destek rol değişimi NIOSH kaldırma denklemi 40
Şekil 3.13. Ergonomik iyileştirme sonrası rol değişimi 41
Şekil 3.14. Ergonomik iyileştirme sonrası topuk destek rol değişimi BRIEF formu 42
Şekil 3.15. Ergonomik iyileştirme sonrası topuk destek rol değişimi BEST formu 43
Şekil 3.16. Ergonomik iyileştirme öncesi yanak malzeme rolü değişimi 44
Şekil 3.17. Ergonomik iyileştirme öncesi yanak malzeme rolü değişimi BRIEF formu 45
Şekil 3.18. Ergonomik iyileştirme sonrası yanak malzeme rolü değişimi 46
Şekil 3.19. Ergonomik iyileştirme öncesi yanak malzeme rolü değişimi BEST formu 47
Şekil 3.20. Ergonomik iyileştirme sonrası yanak malzeme rolü değişimi BRIEF formu 49
Şekil 3.21. Ergonomik iyileştirme sonrası yanak malzeme rolü değişimi BEST formu 50

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

BEST	:	Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors Exposure Scoring Technique (Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi Maruziyet Puanlama Tekniği)
BRIEF	:	Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors (Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi)
İKİSR	:	İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
KİSR	:	Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
NIOSH	:	National Institute for Occupational Safety and Health (Amerikan Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)
QEC	:	Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi)
RAPID	:	Risk and Performance Improvement Deployment (Risk Azaltma Performans İyileştirme Değişiklikleri)
REBA	:	Rapid Entire Body Assessment (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)
RULA	:	Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi)

ERGONOMİK RİSK ANALİZİNİN LASTİK İMALAT FABRİKASINDA UYGULANMASI

ÖZET

Emek yoğun çalışılan lastik imalat proseslerinde, benzer işlerin tekrarlı olarak uzun süre yapılması sonucunda çalışan üzerindeki zorlanma giderek artmaktadır. Ergonomik anlamda iyi tasarlanmamış iş istasyonları, yalnızca verimlilik kayıplarına sebep olmakla kalmamakta, çalışanlarda meslek hastalıklarına ve hatta kalıcı hasarlara yol açabilmektedir. Çalışanların iş güvenliğini, verimliliğini ve yaşam kalitesini iyileştirmek, iş yerinin ergonomik koşullarını hızlı ve basit bir şekilde geliştirmek için ergonomik risk analizi yapılarak mevcut durum değerlendirilmekte ve problemler belirlenmektedir. Literatürde geliştirilmiş birçok ergonomik risk analizi yöntemi mevcuttur.

Bu çalışmada, lastik imalatı yapan bir fabrikada; saha çalışmalarına uygun bir kombine yöntem olan "Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi - Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF - BEST) kullanılarak ergonomi ekip çalışması gerçekleştirilmiştir. Çeşitli bölümlerden operatörlerin, teknisyenlerin ve mühendislerin katıldığı bu çalışmada, proseste karşılaşılan ergonomik problemler için analizler yapılmış, birçok ergonomik iyileştirme ve geliştirme önerileri sunulmuştur. Bu önerilerin bir kısmı gerçekleştirilmiş, bir kısmı ise uzun vadede gerçekleştirilmek üzere uygulama planında yerini almıştır. Çalışma sonunda yapılan değerlendirmede, hem topuk destek rolü değişimi prosesinde hem de yanak malzemesi rolü değişimi prosesinde ergonomik risk sınıfı 30 puan ile yüksek ergonomik risk sınıfına girmekte iken % 89,3'lük bir iyileşme ile iyileştirme çalışmalarından sonra 3,2 puan ile düşük sınıfına düşürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Ergonomik İyileştirme, Ergonomik Risk Analizi, Lastik Üretimi.

IMPLEMENTATION OF ERGONOMIC RISK ANALYSIS IN TIRE MANUFACTURING FACTORY

ABSTRACT

In labor-intensive tire manufacturing processes, the same strain is repeatedly carried out over a long period of time and the strain on the employee is increasing. Workstations that are not well designed in an ergonomic sense are not only causing productivity losses, they can cause occupational diseases and even permanent damage to employees. Ergonomic risk analysis is carried out to assess the current situation and problems are identified in order to improve the work safety, productivity and quality of life of the employees and to improve the ergonomic conditions of the workplace quickly and simply. There are many ergonomic risk analysis methods developed in the literature.

In this research, in a tire manufacturing plant; ergonomic team work was carried out using a combination method "Determination of the Risk of Ergonomic Factors - Exposure Scoring Technique (BRIEF - BEST) which is vey suitable for shopfloor studies. Participation of hourly and salary associates from different departments, ergonomic problems in the process have been analyzed and many ergonomic improvement and development proposals have been presented. Some of these proposals have been carried out and some have taken place in the implementation plan to be carried out in the long term. At the end of the study, in both the heel support role change process and the cheek material role change process, high ergonomic risk category of 30 points decrease to low ergonomic risk category of 3.2 points, which represents an improvement of 89.3%.

Keywords: Ergonomics, Ergonomic Improvements, Ergonomic Risk Analysis, Tire Manufacturing.

GİRİŞ

17'nci yüzyıl sonunda emekleme düzeyinde başlayan endüstrileşme, 18'inci ve 19'uncu yüzyıllarda hızla ivmelenen teknolojik girişimler ile otomasyon aşamasına kadar ulaşmıştır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve robotların kullanımının artması ile 21'inci yüzyılda büyük bir hız kazanarak; insanların sadece bedenleri değil aynı zamanda yetenekleri ve zekâları da çok zorlanmaya başlanmıştır.

İlk ve orta çağlardaki endüstriyel kalkınmanın öncelikleri; ürün üretmek, para kazanmak, müşterinin istediği ürünü, istediği kalitede ve sayıda yapmaktı ve bu nedenle insanın varlığı önemli ölçüde göz ardı edilmiştir. İnsanların hayatlarını sürdürebilmek için gereksinimlerini karşılayabilmek adına bir iş aramaları istismar edilerek, vasıflı ya da vasıfsız olmasına bakılmaksızın, insan faktörüne gereken önem verilememiştir.

Çalışma ortamında ise, endüstrinin gelişmesi için, hammaddeye ulaşılması, hammaddenin işlenmesi, çeşitli ekipman, araç, gereç ve makina tasarlanarak üretim yapılabilmesi için çalışanlar insan üstü bir çaba sarfetmektedir. Fakat çalışanlar her ne kadar çok çaba gösterseler de anatomik, antropometrik, biyokimyasal ve nörofizyolojik özellikleri kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Ayrıca zeka, yetenek, beceri ve fizyolojik özellikler de kişiden kişiye değişmektedir. Tüm bu değişkenliklerin sonucunda çalışan performansı ve verimliliği için; kas iskelet sisteminin biyomekaniği, bu sistemin enerji gereksinimi ve yine bu sistemi destekleyen solunum ve dolaşım gibi diğer sistemlerin bir bütün halinde sağlıklı işleyişi önemli faktörlerdir.

Her bireyin iş yapış şekli ölçülebilen ve belirli formüller ile ifade edilebilen fiziksel olayları içerir ve makina ile insan karşılaştırıldığında görülen temel farklılıklardan bir tanesi insanın fiziksel iş kapasitesinin makinaya göre daha sınırlı olmasıdır. Dolayısıyla çalışanın günlük iş yükü, gün boyunca gerçekleştirebileceği düzeyde tutulmalıdır. Aksi takdirde çalışan yorulur ve bu yorgunluk hali iş sağlığı, güvenliği, kalitesi, verimliliği ve kişinin psikolojik dengesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir.

Endüstride karşılaşılan tüm bu sorunlara çözüm bulmak adına, "İnsan – Çevre – Makine" ilişkilerini derinlemesine incelemek ve çalışanların sağlıklı, güvenli ve verimli çalışabilmeleri için geliştirmeler yapmak önem kazanmıştır. Aynı zamanda son dönemde yapılan bu çalışmalar, "Ergonomi" biliminin gelişimine katkıda bulunmuştur.

Ergonomi bilimi, çalışma ortamının çalışan üzerindeki fiziksel ve psikolojik etkilerini incelemektedir. Ergonomi prensipleri; kolay ve hızlı işlem için iş alanlarının tasarımında, operatörler ve makineler arasındaki görev dağılımını içeren iş metotlarının düzenlenmesinde kullanılır. Özellikle emek yoğun çalışılan imalat proseslerinde, benzer işlerin tekrarlı olarak uzun süre yapılması sonucunda çalışan üzerindeki zorlanma giderek artmaktadır. Ergonomik olarak iyi tasarlanmamış çalışma istasyonları hem verimlilik kayıplarına sebep olmakta hem de çalışanlarda meslek hastalıklarına ve hatta kalıcı hasarlara yol açabilmektedir. Çalışanların iş güvenliğini, verimliliğini ve yaşam kalitesini iyileştirmek, iş yerinin ergonomik koşullarını hızlı ve basit bir şekilde geliştirmek için ergonomik risk analizi yapılarak mevcut durum değerlendirilmekte ve problemler belirlenmektedir. Ergonomik risk faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin belirli bir standart seviyenin üstüne çıkmasına izin verilmemesi gerekmektedir [1].

Literatürde geliştirilmiş birçok ergonomik risk analizi yöntemi mevcuttur. Bu yöntemlerin birbirlerine göre farklı alanlarda üstünlükleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, lastik imalatı yapan bir fabrikada; saha çalışmalarına uygun bir kombine yöntem olan "Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi - Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF - BEST) kullanılmıştır. Daha sonra yöntemin güçlü ve zayıf yönlerini vurgulamak amacıyla farklı iki iş istasyonunda uygulanarak sonuçları karşılaştırılmıştır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Ergonominin Tanımı

Ergonomi; insanların anatomik ve antropometrik özelliklerini, fizyolojik kapasitelerini dikkate alarak, çalışma ortamındaki çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin etkisi ile oluşabilecek psikososyal stresler karşısında, insan – makine – çevre sisteminin verimliliğinin temel kurallarını ortaya koyan, farklı disiplinlinlerin birarada çalıştığı bir araştırma ve geliştirme alanıdır.

Ergonomi kelimesinin kökeni Yunanca "Ergon (İş)" ve "Nomos (Hukuk)" kelimelerinden gelmektedir. Benzer kökenli bir kelime literatürde ilk defa 1857 yılında Polonyalı bilim insanı Wojciech Jastrzębowski tarafından bir makalede kullanılmıştır [2].

Türk Dil Kurumu tarafından "İş Bilimi" olarak Türkçeleştirilen ergonomi teriminin tanımı "İnsanın, makinenin ve çevrenin bir arada uyumlu ve verimli bir biçimde çalışmasını inceleyen bilim dalı" olarak yapılmıştır [3].

1.2. Dünya'da Ergonominin Tarihsel Gelişimi

Ergonomi tarihinde öncelikle iş düzeni anlayışını geliştiren ve çalışanların verimliliğini yükseltebilmek için çeşitli varsayımlar geliştirerek bunları deneyen yaratıcı bir makine mühendisi olan F. W. Taylor'dan söz edilir. Çalışan motivasyonu ve verimliliğini arttırmak için öne sürdüğü "işçi seçme ve ücret artırma" fikri yüzünden eleştirilen Taylor, anatomi ve fizyoloji bilgilerinin eksik olduğu ve çeşitli yanılgılar içinde bulunduğu konusunda da çeşitli imalara maruz kalmıştır. Daha fazla ücret almalarına rağmen çalışanlar, Taylor'un yarattığı el aletleri ve geliştirdiği hızlı çalışma temposundan da memnun olmamışlardır. Bunlara rağmen, insan faktörüne ve kullandıkları araç ve gereçlere deneysel yaklaşımlar getiren Taylor, ergonomide "Çalışan motivasyonu konusunda ücret yaklaşımı"nı öneren ilk araştırmacı olarak anılmaya değerdir [4].

1910'larda ergonomik yaklaşımlara öncülük eden iki yeni metot "İş ve Zaman Etüdü" (Time and Motion Study) ve Oksijen Tüketimi" (Oxygen Uptake) dikkati çekmiştir. Her iki metot da geliştirilmiş versiyonları ile günümüzde de kullanılmaktadır.

İkinci Dünya Savaşı'nda, savaşan ülkeler, pek çok yeni harp silah ve araçlarını hizmete sokmuş fakat makinelerin yetenekleri abartılarak, insan – makine sistemleri düşüncesi önemsenmediğinden, savaş süresince, insan ya da makine hataları nedeni ile pek çok kişi hayatını kaybetmiştir. Konunun derinliğine incelenmesi sonunda da, "Geliştirilecek her türlü araç ve gerecin tasarımında insan faktörünün dikkate alınması"nın ne derece önemli olduğu anlaşılmıştır.

Savaşın ardından insan – makina ilişkilerini araştıran birçok kurum kurulmuştur. İngiltere'deki Oxford Medical Research Unit ile Cambridge Applied Psychology Unit ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki "Dayton Aeromedical Laboratory Psychology Branch" bu kurumlardan birkaçıdır. Ayrıca, İngiliz Kara Kuvvetleri de kendi gereksinimlerine göre örgütlenmiştir. Bu kuruluşlarda insan – makine sistemlerinin sorunları dile getirilmiş ve araştırmalar insan ve iş psikolojisi yaklaşımlarından çok, bu yöne kaymıştır.

1940'larda ABD Hava Kuvvetleri'nden Fitts ve Deniz Araştırmaları Bürosu'ndan Taylor, yaptıkları araştırmalar ile araç, gereç ve malzeme tasarımlarına önemli yenilikler getirmişlerdir. ABD'de John Hopkins, Tafts ve Princeton Üniversiteleri'nin de katkıları ile "İnsan Mühendisliği" adı altında toplanarak yapılan benzer çalışmalarda, daha sonra "İnsan Faktörleri Mühendisliği" deyimi kullanılmaya başlanmıştır.

ABD Silahlı Kuvvetleri'nde bu gelişmeler olurken, İngiliz Silahlı Kuvvetleri daha çok donanım tasarımlarına önem vermiştir. Bu amaçla Deniz Kuvvetleri'nde "Applied Research Unit" ile yakın ilişkiler içinde çalışan bir "Operasyon Etkinlikleri Komitesi"; Kara Kuvvetleri Komutanlığı'nda ise "Army Operation Research Group" kurulmuştur. Hava Kuvvetlerinde ise "Farbourg Air Force Institute of Aviation Medicine" benzer çalışmaları üstlenmiştir. Bu dönemler, ergonomi tarihinde "Knobs and Dials Ergonomics Era" (Düğmeler ve Göstergeler Ergonomisi Çağı) olarak anımsanır [4].

1940'lara kadar yapılan çalışmaların dağınık olması çeşitli güçlükler yaratmıştır. Bu güçlükleri ortadan kaldırmak amacıyla 1949'da Oxford Üniversitesi'nde Murrel'in başkanlığında anatomi, antropoloji, fizyoloji, psikoloji, mühendislik bilimleri, tasarımcılar gibi çeşitli uzmanlık alanlarından gelen araştırmacılar ile yapılan bir toplantıda "Ergonomi" terimi önerilmiş ve tüm uzmanlar arasında köklü bir işbirliği ile de karar desteklenmiştir. Yunanca'da "İş" (Ergo) ve "Yasalar" (Namos) kelimelerinden üretilen "Ergonomi" terimi ile "İş yaşamı ve çalışmanın doğal yasaları ile ilgilen tüm meslek adamlarının çalışmalarını tek bir başlık altında toplama olanağı doğmuştur. Böylece Industrial Phychology, Work Study, Human Biodynamics gibi çalışma alanlarını ve ABD'de Human Factors Engineering, İsveç'te Biotechnology, İngiltere'de Applied Psychology ve Almanya'da da Arbeit Physiology gibi ilgi alanlarını ve farklı yaklaşımları tek bir çatı altında toplayabilen bir bilimsel yaklaşım doğmuştur.

1949'daki bu gelişmelerden sonra, ergonomi biliminin gelişmesi farklı boyutlara ulaşmıştır. İlk zamanlar, sadece uygulamalı psikoloji yaklaşımının yeterli olacağı düşünülen donanım tasarımı araştırmalarında, bunun yeterli olamayacağına karar verilmiş ve çok disiplinli bir kapsam benimsenmiştir. Murrel'in başkanlığında Oxford Üniversitesi'nde yapılan toplantıdan sonra, genellikle ele alınan düğmeler, kontrol düzenekleri, göstergeler, makine boyutları ve paneller gibi konular, daha geniş bir perspektif içinde ele alınmaya başlanmıştır. Bunu gerçekleştirmede ilk adım ise uluslararası bir işbirliğini de amaçlayan "Ergonomics Research Council" (Ergonomi Araştırmaları Konseyi)'nin kurulması olmuştur. Bu konsey, ancak 1961 yılında Stockholm'de yapılan uluslar arası bir toplantıda amacına ulaşabilmiştir. Bu toplantıda, "International Ergonomics Society" kurulmuş ve merkezi İngiltere'de bulunan bir uluslar arası cemiyetin önemli bir birleştirici etkisi olmuştur [4].

1.3. Türkiye'de Ergonominin Tarihsel Gelişimi

Dünyada bu gelişmeler olurkan ülkemizde bu konu oldukça yeni sayılmaktadır. Ergonomi bilimine girişteki ilk adımlar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde "Ziraatta Canlı Kuvvet Kaynakları" kürsüsünün kurulması ile atılmıştır. 1969 yılına kadar Kadayıfçılar'ın mekanik kuvvet kaynakları ile ilgili yaptığı çalışmalara sonraki zamanlarda yine aynı kürsüde yer alan Dinçer'in İnsan Emeği ve Ziraattaki

Prodüktivitesi" ve "Çalışma Şekli ve Kas Yorgunluğu" yapıtları ile insan faktörü konusu da dahil olmuştur.

Ergonominin üniversitelerde ders olarak okutulması konusundaki ilk girişim 1969 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde ergonominin "İş-bilim" ders konuları içinde okutulmaya başlamasıyla gerçekleşmiştir. Dersin uygulamalı çalışmalarında endüstrideki antropometrik araştırmalara önem verilirken, bu amaç için kurulan laboratuarda çok sayıda uygulamalı araştırma yapılmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği alanında ergonominin ele alınmasındaki ilk adım da C. Erkan'ın Ankara'da Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü'ndeki çalışmaları ile atılmıştır.1968 yılında Çalışma Bakanlığı ve Dünya Çalışma Teşkilatı (ILO) işbirliği ile modern bir İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi kurulması için çalışmalara başlanmış ancak 1972 yılında bir ergonomi ünitesi kurulabilmiştir.

Kuruluş aşamasında sınırlı sayıda da olsa bazı uygulamalı araştırmaların yapıldığı ergonomi ünitesi, Çalışma Bakanlığı'nın eğitim etkinliklerinde tanıtılması için çaba gösterilmiş olsa da kadroda yapılan değişiklikler ve binanın taşınması ergonomi laboratuarının dağıtılmasına ve çalışmaların aksamasına neden olmuştur [4].

İstanbul Teknik Üniversitesi'nden sonra, 1971 yılında bu kez de Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde "Human Factors Engineering" adı altında Ergonomi eğitim programına başlanmıştır. İlk iki yıl dersler, İSGÜM (İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi) ILO Danışmanı Dr. Korinek tarafından yürütülmüştür. 1975 yılından bölüm bünyesinde yurt dışından getirilen cihazlar ile bir laboratuar kurulmuştur. Günümüzde de "Human Factors Engineering" adı ile iki dönem okutulan derslerde öğrenciler laboratuar araştırmaları yapmaktadır. Ayrıca endüstride gözlem yaparken de bu cihazlardan yararlanmaktadırlar. Öğrencilerin endüstride yaptıkları incelemeleri değerlendirmek için 1980'lerde Endüstri Mühendisliği Bölümü tarafından iki "Öğrenci Sempozyumu" düzenlemiştir. Bu sempozyumlarda Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği'nde destek alınması ergonomi biliminin gelişimi açısından çok faydalı olmuştur [5].

İstanbul Teknik Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nin ardından Dokuz Eylül Üniversitesi'nde de 1980'lerde Endüstri Mühendisliği Bölümü, çağdaş

laboratuar cihazları ile desteklenen "Ergonomi" derslerini eğitim programlarına almışlardır. Bu eğitim programlarını desteklemek üzere, 1984 ve 1986 yıllarında İzmir Batı Alman Kültür Ataşeliği ile yardımlaşarak iki kere Türk – Alman Ergonomi Sempozyumlarını düzenlemiştir. Bu sempozyumların tebliğleri kitap olarak basılarak ergonomi bilimi adına önemli birer kaynak oluşturmuşlardır [5].

Ülkemizde üniversitelerin yanı sıra iş dünyasının ergonomi görüşü ile tanıştırılmasında, Milli Prodüktivite Merkezi'nin önemli katkıları olmuştur. Kurumca düzenlenen "Ergonomi", "İşyerlerinde Fiziksel Ortamın İyileştirilmesi", "Endüstri Mühendisliğinin İşletmelere Katkısı" gibi seminerlerde, ergonomi düşüncesi vurgulanmıştır. MPM Uzmanlarından G. İncir tarafından hazırlanan "Endüstriyel İşyerlerinde Çevre Koşullarının Etkileri (1976)" ve "Ergonomi (1980)" kitapları Milli Prodüktivite Merkezi tarafından yayınlanarak yararlı kaynaklar olarak, halen kısıtlıolan ergonomi literatürüne öncülük etmişlerdir.

Kasım 1987'de, İstanbul Teknik Üniversitesi ile yardımlaşan Milli Prodüktivite Merkezi ilk ulusal ergonomi kongresinin toplanmasına da katkıda bulunmuştur. Bu tarihten sonra, her iki yılda bir düzenlenen Ergonomi Kongreleri'ne; Çukurova, Orta Doğu Teknik, Dokuz Eylül ve İstanbul Teknik gibi üniversitelerin büyük ölçüde bilimsel katkıları olmuştur.

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) ise, insan – makine ilişkileri açısından ergonomi bilim alanı ile yakından ilgilenmektedir. Çeşitli sempozyum ve kongrelerinde ergonomi konusuna bu açıdan eğilmesinin yanı sıra ve 1987 yılı Kasım ayında, Güneydoğu Avrupa Ülkeleri Mühendisleri Sürekli Konferansı (COPISEE) ile işbirliği yaparak "Mühendislikte İnsan – Makine İlişkileri Uluslararası Sempozyumu"nu düzenlemiştir [4].

1.4. Ergonomik İyileştirmelerin Amacı

Ergonomi; üreten, güvenli ve rahat çalışan bir insan kullanımı sağlamak üzere; makina, ekipman, araç, gereç, sistem, iş ve çevre tasarımlarında insan davranış, beceri, yeterlilik ve diğer karakteristikleri ile ilgili bilgileri araştırmak, bulmak ve uygulamaktadır [6].

Ergonominin temel amacı; çalışanların ruhsal ve fiziksel iyilik halinin korunması ve hatta iyileştirilmesi için, çalışma ortamının ve koşullarının iyileştirilmesi, sistemin çalışanla uyumlu hale getirilmesi ve bu sayede çalışanın sağlık, güvenlik ve refahının sağlanarak performansının arttırılmasıdır [6].

Ergonomi, insanların çalışma hayatı ile olan ilişkisini inceleyip, işin ve iş çevresinin insanın özelliklerine ve yeteneklerine uyumunu sağlamaktadır. İş yükünün ve bu yükün insanda meydana getirdiği zorlamanın analizi bu amaca ulaşmada en çok başvurulan yöntemdir. İş yükü ve çevre koşullarının getirdiği ek yükler ölçülüp, deneyimlerden, yapılan deney sonuçlarından edinilen bilgilere dayanılarak bu yükün, hangi zorlamayı meydana getrmesinin beklendiği ortaya konulmaktadır. İşin meydana getireceği zorlanmanın çalışandan beklenebilir zorlanma sınırını aşmaması için de, neler yapılması gerektiği bu analizler sonucunda belirlenip, önerilerde bulunulmaktadır [5].

Otomatizasyon, üretimde robot kullanımı ve benzeri yöntemlerle insanın iş yerindeki zorlanma düzeyi azaltılmakta, gürültünün zarar sınırının ve iklimin rahatlık düzeyinin belirlenmesi gibi araştırmalarla da iş koşullarının nasıl iyileştirilebileceği gösterilmektedir. Ağırlıklı olarak bedensel iş için bu çalışmalar yapılırken, ağırlıklı olarak zihinsel iş için de benzer çalışmalar paralel olarak sürdürülmektedir.

Günlük yaşamda karşımıza çıkan, çalışanların etkileşimine ve kullanımına açık olan her şeyin çalışana uygun tasarlanması ile çalışanın sağlığının ve güvenliğinin korunması ve iyileştirilmesi; performansının, mutluluğunun ve doyumunun arttırılması sağlanmaktadır. Bu faydaların yanı sıra, çalışanlar tarafından kullanılan araç, gereç ve düzeneklerin kullanım etkinliği de arttırılmaktadır.

1.5. Ergonomik İyileştirmelerin Çıktıları

Günümüzde hızla gelişen üretim sektöründe, verimlilik artık çok daha fazla önem kazanmıştır. Hem günden güne yenilenen teknoloji, hem de küreselleşen dünyada hızlanan bilgi akışı ile üretimde yaratılan dinamizm yaratmaktadır. Bu dinamizmi arttırarak verimliliği bir üst seviyeye çıkarmak için kullanılan makine, ekipman ve otomasyon sistemleri birer araç olarak yöneticilerin ellerindedir. İnsan faktörünün her zaman bu etmenlerin en üst kademesinde yer aldığı ise asla unutulmamalıdır. İnsanın

öneminin doğru tanımlandığı bir üretim fonksiyonu her zaman diğerlerinden bir adım önde sayılabilmektedir. Bu nedenle yapılan ergonomik iyileştirmelerin, çalışan motivasyonuna yönelik faaliyetlerin arttırılmasının ve çalışma ortamının koşullarının iyileştirilmesinin, çalışanların performansına olan katkıları yadsınamaz bir değerdir. İnsanın olduğu her alanda antropometrik tasarım ilkelerinin uygulanmasının katkısı çok büyüktür.

Çalışanların bedenleri ve performansları üzerinde yapılan işin etkilerinin anlaşılması açısından da ergonomik iyileştirmelerin önemi büyüktür. Bunun yanı sıra ergonomik iyileştirmelerin başka bir çıktısı da işin, çalışan üzerindeki uzun dönemli potansiyel veya kümülatif etkilerin önceden tahmin edilmesini sağlamaktır. Bir işin yapılması için iş yerinin ve/veya araçlarının, çalışanlara uygunluğunun saptanması ile çalışanın kapasitesi ve işin gerektirdikleri arasında uygunluk sağlanmaktadır.

Otomasyon ne düzeyde olursa olsun hem üretim hem hizmet faaliyetleri yürüten kuruluşlarda insan faktörü, verimlilikte oldukça ciddi bir öneme sahiptir. Çalışan kişinin iş performansı çalıştığı ortamın fiziki şartları ile doğrudan etkilenir. Bu nedenle çalışma alanının fiziki şartları, kullanılan ekipmanın nitelikleri, iş yerinin fiziki düzenlemesi ve sağlık ve güvenlik açısından durumu üretkenliği direk olarak etkileyen faktörlerdir. İlk bakışta iş istasyonu ile direk bağlantısı olmadığı düşünülen birçok faktörün dolaylı olarak üretkenliğe önemli katkıları mevcuttur. Çalışma alanlarında ergonomik açıdan detaylı inceleme yapıldığında iyileştirmeye açık birçok noktanın bulunduğu tespit edilebilir. Yapılan ergonomik iyileştirmelerin sonucunda da çalışma ortamı ile çalışanlar arasındaki uyum arttırılarak, işyerindeki verimliliğin arttırılması sağlanmaktadır.

İnsani boyutlarının dışında, çalışma ortamı koşullarından kaynaklanan çalışanların sağlık sorunları ve iş kazalarının neden olduğu iş gücü kayıplarıyla verimliliğe sekte vurabilir. Bu nedenlerle, çalışma alanının ergonomik riskler açısından değerlendirilmesi ve bu değerlendirmelerin sonuncunda riskleri azaltmak adına gereken iyileştirmelerin yapılması, verimliliği arttırmak için işletmelerde dikkate alınmalıdır.

1.6. İş Sağlığı ve Güvenliği'nin Gelişimi ile Ergonomik İyileştirmeler Arasındaki İlişki

Günümüz koşullarında çalışma ortamlarında sıkça karşılaşılan güvenlik ve sağlık problemlerine yeni ve farklı konuların eklenmesinin en önemli nedeni üretim teknolojilerindeki ve örgütlenme modellerindeki değişimdir. Bu eklenen yeni ve farklı konuların başında meslek hastalıkları gelmektedir. Meslek hastalıklarının da alt kırılımları incelendiğinde, kas iskelet sistemi hastalıklarının hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin meslek hastalıkları listelerinde ön sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Dünya genelinde yapılan bir çalışmada, tüm kas iskelet sistemi hastalıklarının yaklaşık %30'unun çalışma koşulları kaynaklı olduğu saptanmıştır. Kas iskelet sistemi hastalıkları ise iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle yaşanan iş günü kayıplarının yaklaşık %34'ünü oluşturmaktadır. İş gücü kayıplarının yanı sıra kas iskelet sistemi hastalıklarının tazminat maliyeti ise yıllık yaklaşık 15-20 milyar dolardır [7].

Son yıllarda meslek hastalıkları arasında önemi giderek artan kas iskelet sistemi hastalıklarının oluşumunda çalışma ortamındaki ergonomik risk faktörlerinin önemi büyüktür. İşyerlerinde ergonomik risk faktörleri değerlendirilip, ergonomi kurallarının uygulanması ile yapılan iyileştirmeler sonucunda riskler azaltılmaktadır. Risklerin azaltılması, iş kazaları ve meslek hastalıklarının olma olasılığını da azaltarak iş sağlığı ve güvenliğinin gelişiminde önemli bir katkı sağlamaktadır.

İşyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği alanındaki çalışmalar kapsamında hayata geçirilen ergonomik iyileştirmeler ile, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının oluşturulduğu; iş kazaları, meslek hastalıkları ve sağlık sorunları sebebi ile işe devamsızlıkların azaltıldığı; çalışanların iş stresinin azaltılması ile motivasyonlarının arttırıldığı; verimlilik ve performansın arttığı gözlenmektedir [7].

2. ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİ

Ergonominin temel amacı; iş gücü maliyetini (kazalar, stres, zorlanma, yorgunluk) en aza indirerek en yüksek performansa ulaşmaktır. Bu nedenle hem işletme hem de çalışan açısından çalışma duruşlarının incelenmesi, değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi ergonomi içerisinde önemli bir yer tutmaktadır [8].

Çalışma ortamının ergonomik açıdan incelenmesi ve risk faktörlerinin belirlenmesi için yapılan işe uygun bir risk analiz yöntemi kullanılması gereklidir. Literatürdeki mevcut ergonomik risk analiz yöntemlerinin birbirlerine göre farklı alanlarda üstünlükleri bulunmaktadır. İşle ilgili karşılaşılan problemlerin çoğu vücudun üst kısmı olan boyun, omuz ve sırt bölgelerinde yoğunlaştığından geliştirilen ergonomik risk analiz yöntemleri genellikle bu alana yöneliktir [9].

Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları'na (KİSR) sebep olan, ergonomik risk taşıyan çalışma duruşlarını bilimsel yöntemler ile incelemek, analiz etmek ve gerekli iyileştirme ve düzenlemeleri yapmak çalışanın performansını etkili bir şekilde kontrol etmeyi sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları'nın azaltılması, bu rahatsızlıklara neden olabilecek riskli çalışma duruşlarının ve bu risklerin seviyelerini belirlenmesi, belirlenen riskleri ortadan kaldıracak iyileştirme ve geliştirme planlarına ışık tutulması amacıyla literatürde de birçok yöntem yer almaktadır [10].

Bu bölümde, literatürde bahsi geçen ergonomik risk analizi yöntemleri kişisel anket yöntemleri, gözleme dayalı yöntemler ve direk ölçüm ekipmanlarının kullanıldığı yöntemler olarak üç başlık altında kategorize edilerek incelenmiş, özellikleri ve kullanım alanları belirlenmiştir [11].

2.1. Kişisel Anket Yöntemleri (Öznel Değerlendirmeler)

İşle ilgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları'nın oluşum riskinin analiz edilebilmesi amacıyla geliştirilmiş çok sayıda kişisel anket ve kontrol listeleri mevcuttur. Çalışanlarla yapılacak görüşmeler, anketler, kontrol listeleri ve benzeri bilgi toplama araçları ile çalışanların yaşı gibi kişisel özellikleri, hissettikleri ağrılar, çalışma duruşlarına ilişkin bilgiler toplanır.

Bu yöntemlerin en önemli avantajı etkin olmaları, nispeten düşük maliyetli olması ve neredeyse tüm çalışma alanlarında uygulanabilmesidir.

Dezavantajı ise, İşle ilgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının oluşum riskinin mutlak ölçümünün bu yöntemlerle sağlanmasının şüpheli olmasıdır. Çalışanların maruziyet algısı, ağrı eşiği gibi faktörler bu yöntemin güvenilirliği noktasında problem olarak ortaya çıkmaktadır. Riskin fazla olduğu düşünülen durumlarda diğer yöntemlerin kullanılması daha detaylı ve güvenilir sonuçlar vermektedir.

Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı Taraması (Cornell Musculoskeletal Discomfort Survey), İskandinav Kas-İskelet Sistemi Anketi (Nordic Musculoskeletal Questionnaire), Vücut Rahatsızlık Haritası (Body Discomfort Map), Hissedilen Çaba Derecesi (Rating of Perceived Exertion, RPE) literatürde geçen yöntemlerdendir [12].

2.2. Gözleme Dayalı Yöntemler

İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları oluşum risklerinin sistemli olarak kaydedilmesi ve sayısal olarak değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş yöntemlerdir. Gözleme dayalı yöntemler; basit gözlemsel yöntemler ve gelişmiş gözlemsel yöntemler olarak iki kısımda incelenmektedir [6].

Gözleme dayalı yöntemler, gözlemcinin, çalışanın duruşlarını sürekli veya iş örneklemesini temel alarak değerlendirmesine dayanmaktadır. Literatürdeki basit gözlemsel yöntemler hem vücudun farklı bölgelerindeki maruziyetleri değerlendirmektedir hem de kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilecek farklı fiziksel risk faktörlerini dikkate almaktadır [12].

Gözleme dayalı yöntemlerin en önemli avantajı gözlem yapılırken çalışanın işi sürdürmesine engel olmamasıdır. Bunun yanı sıra analiz yapmak için hiçbir özel ekipmana ihtiyaç duyulmamasıdır. Maliyetinin düşük olması ve yaygın uygulama alanının olması gibi nedenler de bu yöntemin önemli avantajlarındandır [13].

Bu yöntemlerin kullanılmasında, gözlem yapan kişinin bu konu hakkında bilgi sahibi olması, doğru sınıflandırma yapabilmesi açısından çok önemlidir. Ayrıca, bu yöntemin bir dezavantajı da gözlem sayısının belli olmaması ve gözlemlerin uzun zaman almasıdır [13].

Gelişmiş gözlem yöntemleri ise video tabanlı yöntemler olup çalışma duruşlarının ve iş adımlarının kayda alınarak, bilgisayar ortamına aktarılması yöntemiyle verilerin analiz edilmesidir. Kinematik ve biyomekanik ilkelerine göre gerçekleştirilen iş adımlarının herhangi bir anında ergonomik riske maruziyet sınırının kabul edilebilir düzeyi aşıp aşmadığı değerlendirilebilir [12].

Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi (Revised National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH) Lifting Equation), Snook Tabloları (Snook Tables), El ile Taşıma Değerlendirme Çizelgeleri (Manual Handling Assessment Charts-MAC), Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA), Zorlanma İndeksi (The Strain Index-SI), Kümülatif Travma Rahatsızlığı İndeksi (The Cumulative Trauma Disorder Risk Index-CTD RAM), Üst Vücut Yüklenmesi Analizi (Postural Loading on the Upper Body-LUBA), Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi (Occupational Repetitive Actions Index-OCRA), Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (Quick Exposure Check-QEC), Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment-REBA), El Yapılan Görevler için Risk Değerlendirme Aracı (Manual Tasks Risk Assessment Tool-ManTRA), Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi (Plan för Identifiering avbelastningsfaktorer-PLIBEL), Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi (Ovako Working Posture Analyzing System-OWAS), Anahtar Gösterge Yöntemi (Key Indicator Method-KIM), Üst Ekstremite Tekrarlı Görevleri İçin Değerlendirme Aracı (Assessment Tool For Repititive Tasks of the Upper Limbs-ART), Keyserling Kontrol Listesi (Keyserling Checklist), Psikofizik Tablolar (Psychophysical Tables), Mesleki Tekrarlamalı Hareketler Kontrol Listesi

(Occupational Repetitive Actions Checklist-OCRA Checklist), SOBANE Gözlem Rehberi-KİSR (SOBANE Observation Guide –MSDs) literatürde geçen gözleme dayalı yöntemlerdendir [6].

Bu çalışmada, gözleme dayalı yöntemlerden Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment-REBA), Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA) ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (Quick Exposure Check-QEC) yöntemlerinden faydalanarak oluşturulan Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors-BRIEF) ve Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF Exposure Scoring Technique-BEST) birleşik metodu kullanılmıştır. Kaynak olarak kullanılan metodlar sırası ile aşağıda açıklanmıştır. Oluşturulan birleşik metod ise tezin uygulama bölümünde detaylı olarak incelenecektir.

2.2.1. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment-REBA)

REBA yöntemi statik ve dinamik tüm vücut faaliyetleri esnasında çalışanın duruşunu analiz ederek, İşle İlgili Kas-İskelet Rahatsızlıkları'na neden olabilecek çalışma şeklinin saptanmasına ve önlem alınmasına olanak sağlayan gözleme dayalı bir duruş analiz metodudur.

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 azalip azalmadığını değerlendirmek için de kullanılır [10].

REBA yöntemi, RULA yönteminden türetilmiştir. Ancak REBA yöntemi tüm vücudu göz önüne alir ve dolayisiyla sirt, bacaklar ve dizleri de değerlendirir. REBA metodundaki diğer faktörler, kaldırılacak yükün kolaylık derecesi, yük üzerindeki kavrama şekli, hareketin ne sıklıkta yapıldığı, hareket sırasında vücudun sabit durması veya hareket ettiğinde aynı zamanda dönme, bükülme olup olmadığıdır [13].

REBA, saha da ihtiyaç olduğu düşünülerek başta sağlık sektörü olmak üzere diğer hizmet sektörlerinde var olan öngörülemeyen çalışma duruşu türlerine duyarlı olacak şekilde 1999 yılında Hignett ve McAtamney tarafından tasarlanmış ve geliştirilmiştir.

REBA'nın geliştirilmesinde; çeşitli iş faaliyetlerinde İKİSR oluşumu riskine duyarlı bir duruş analiz sisteminin geliştirilmesi, hareket düzlemleri referans alınarak vücudun tek tek kodlanacak bölgeler halinde bölümlenmesi, statik, dinamik, hızla değişen duruşların sebep olduğu kas hareketleri için bir puanlama sistemi sağlanması, kavramanın yüklerin taşınmasında önemli olduğu ama bunun her zaman elle olmayabileceğinin yansıtılması, acil göstergesiyle eylem seviyesinin verilmesi ve uygulama için az sayıda ekipman gerektiren bir kalem ve kağıt yöntemi amaçlanmıştır [14].

REBA kullanılarak analiz edilmek istenilen duruş veya hareketin neden olduğu toplam risk sayısal olarak ifade edilebilir. Riski sayısal olarak ifade edebilmek analiz edilen duruştaki özel hareket ve duruşların ayrı ayrı meydana getirecekleri risk ve tehlikeli durumları belirtmeye yarar. Belirtilen her bir hareket veya duruş üst ve alt vücut için açılara ayrılmıştır. Toplam skor boyun, gövde ve alt ve üst uzuvların pozisyonlarının kombinasyonu ile hesaplanır.

REBA yöntemi ellerini ve bileklerini daha hassas olarak kullanan iş görenlerin çalışma duruşlarının analizinde kullanılmalıdır. Örneğin diş hekimleri bileklerini incelikle kullanmakta ve sırt ve boyun bölgelerini zorlamaktadırlar. Bu gibi işlerin çalışma duruşlarının analizinde REBA kullanılmalıdır. Ayrıca hemşirelik hizmetleri, hastabakicilar, ev temizliği hizmetleri, ultrason teknisyenleri, diş hekimlerinin yaptiklari işler de REBA yöntemi ile değerlendirilebilmektedir [10].

2.2.2. Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA)

RULA üst ekstremite bozuklukları ile ilgili işyerlerinin ergonomik araştırmalarında kullanılmak üzere geliştirilmiş bir anket yöntemidir. İş için gerekli olan kuvvet ve tekrar eden hareketleri dikkate alarak üst uzuv rahatsızlıklarını ortaya çıkarmak amacıyla Lynn McAtamney ve Nigel Corlett tarafından İngiltere'nin Nottingham Üniversitesi'nde geliştirilmiştir.

Bu yöntem ile herhangi bir araç gereç kullanmadan sadece gözlem ile bireyin kas fonksiyonları, boyun, gövde ve üst ekstremiteleri ile ilgili riskleri puanlandirma sistemine dayali olarak belirlenebilir. Sistemli yapılan gözlemlerle çalışan bireyin riskleri önceden belirlenerek önlem alınabilir.

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 [10].

RULA yöntemi özellikle; el ve makineyle paketleme işlemleri, bilgisayar ve klavye ile çalışma, giysi dikim işlemleri, kasiyer hizmetleri, hastabakıcılık, ultrason teknisyenleri, diş hekimliği gibi işlerde çalışanların ergonomik risklerini belirlemede kullanılmıştır.

2.2.3. Hızlı Maruziyet Değerlendirme yöntemi (Quick Exposure Check-QEC)

Hızlı Maruziyet Değerlendirme yöntemi, İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları oluşumu için en önemli risk faktörlerine karşı en fazla risk altında olan dört vücut bölgesinin (bel, omuzlar ve kollar, eller ve el bilekleri ve boyun) ergonomik girişim öncesi ve sonrası maruziyetini değerlendirmek için kullanilan bir yöntemdir [15].

Bu yöntem ile hem uygulayanlar hem de çalışanlar değerlendirmenin yürütülmesine ve olası değişikliklerin belirlenmesine katılmaktadırlar. İşyerlerinin iyileştirilmesini teşvik etmesi, çeşitli alternatif girişimlerin karşılaştırılmalı etki-maliyet yararlarının belirlenmesine olanak sağlaması, aynı işi yapan iki veya daha fazla insan arasında veya farklı işleri yapan insanlar arasındaki maruziyetin karşılaştırılması ve işyerlerinde yöneticiler, mühendisler, tasarımcılar, sağlık ve güvenlik uygulayıcıları ve çalışanlar arasında kas iskelet sistemi risk faktörleri hakkında farkındalığı arttırması gibi amaçlar için geliştirilmiştir [15].

Hızlı Maruziyet Değerlendirme yöntemi, 1998 yılında Li ve Buckle tarafından geliştirilen ve 2003 yılında David, Woods ve Buckle tarafından iyileştirilen bir ergonomi risk analizi yöntemidir. Bu yöntem yaklaşık 200 uygulayıcı tarafından hem gerçek görevlerde hem de deneysel çalışmalarda test edilmiş, güvenilirlik ve

geçerliliği ispatlanmıştır. Yapılan çalışmalarda Hızlı Maruziyet Değerlendirme yönteminin gözlemciler arası ve gözlemci içi güvenilirliğe de sahip olduğu gösterilmiştir. Uygulama için kısa bir eğitimi gerektiren bu yöntemin önemli özelliklerinden biri değerlendirme sürecinde çalışanın da katılımını sağlamasıdır [16].

Hızlı Maruziyet Değerlendirme yönteminin Türkçe'ye uyarlanması ve güvenilirlik çalışmaları Özcan ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından da bu yönteme dayanılarak "Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarında Risk Değerlendirmesi Rehberi" hazırlanmış ve 2007 yılında yayımlanmıştır [16].

Bu ergonomik risk analiz yönteminin en önemli avantajı İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları için temel risk faktörlerini kapsamasıdır. Bunun yanı sıra, gözlemci ihtiyaçları düşünülerek tasarlanmıştır, öğrenilmesi kolay ve kullanımı hızlıdır ve böylelikle deneyimsiz gözlemciler tarafından da kullanılabilmektedir. Gözlemciler arası ve gözlemci içi güvenilirliği ise umut vericidir. Ayrıca işyerindeki birçok risk faktörünün etkileşimi ve birleşimini de dikkate almaktadır.

Hızlı Maruziyet Değerlendirme yönteminin dezavantajları ise; yalnızca fiziksel risk faktörlerine odaklanması ve önerilen eylem seviyeleriyle ilgili hipotetik maruziyet puanlarının doğrulanması gerekliliğidir. Değerlendirmenin güvenilirliğini iyileştirmek için yeni gözlemciler için ek olarak eğitim ve uygulama ihtiyacı da gerektirebilmektedir [6].

2.3. Direk Ölçüm Yöntemleri

Direkt ölçüm teknikleri çalışan üzerine takılan sensör teknolojisi kullanılarak çalışanın iş esnasındaki maruziyetini direkt olarak ölçen nicel tekniklerdir. İnsan hareketlerini ve duruşlarını analiz etmek amacıyla çeşitli direkt ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Direkt ölçümler için; Bir işin yerine getirilmesi esnasında insan vücudunu 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktaran, sırasıyla kas faaliyetleri, açı sapmaları, güçler ve vücut hareketleri hakkında detaylı gerçek nicel bilgiler veren elektromiyografi, açıölçer, biyomekanik analiz araçları ve optik araçlar kullanılmaktadır [17].

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. 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, diğer tüm çalışma duruş analiz metotlarının uygulanmasına destek vermek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [10].

Direk ölçüm yöntemlerinde 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 [10]. Çok daha kesin sonuçlar verebilmesine rağmen ciddi bir yatırım gerektirmesi, dolayısıyla pahalı bir gözlem tekniği olması pratikte uygulanabilirliğini düşürmektedir. The Lumbar Motion Monitor (LMM), Cyberglove, Trunk Electromyography (EMG) literatürde geçen direkt ölçüm tekniklerindendir [12].

Literatürdeki ergonomik risk analiz yöntemleri, güvenilirlikleri ve geçerlilikleri temel alınarak karşılaştırıldıklarında direk ölçüm yöntemlerinin gözleme dayalı yöntemlerden, gözleme dayalı yöntemlerin ise kişisel anket yöntemlerinden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Gözleme dayalı yöntemlerin en önemli avantajı, direk ölçüm yöntemlerinde olduğu gibi vücuda çeşitli cihazlar takılmadığından çalışanla teması gerektirmez, böylelikle analiz süresince iş akışını de engellemez. Ancak bu avantajının yanında çalışma duruşlarının belirlenmesinde gözlemcinin yargılarına dayanması da dezavantajıdır [17].

Kişisel anket yöntemleri, gözleme dayalı yöntemler ve direk ölçüm yöntemleri maliyet açısından karşılaştırıldığında; direk ölçüm yöntemleri en doğru maruziyet seviyesini göstermesinin yanında maliyeti en yüksek olan ergonomik risk analiz yöntemleridir. Maliyetinin yüksek olmasının en büyük dezavantajı; çok geniş popülasyonda yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, fazla sayıda kaynak ve uzmana ihtiyaç olduğundan, bireysel maruziyet değerlendirmesi için uygun olmamasıdır. Bu açıdan, daha düşük maliyet ile geniş kitlelere erişebilen kişisel anket yöntemleri daha avantajlıdır ancak bu yöntemlerde de maruziyet seviyesi ve değişimi düşük geçerliliğe sahiptir.

Genellikle işyerlerinde ve araştırmalarda, iki yöntemin pozitif ve negatif yönlerinin yanında daha dengeleyici özelliklere sahip olan gözleme dayalı yöntemler kullanılmaktadır [17].

Tezin bu bölümünde açıklanan ergonomik risk analiz yöntemleri ya iş istasyonundaki iş yükünü (dış yüklenmeyi) ya da iş yüküne çalışan vücudunun tepkisini (iç yüklenmeyi) ölçmektedir. Bu yöntemlerden direk ölçüm yöntemleri, çalışanın vücudunun iş yüküne tepkisini ölçmektedir. Çalışanın kişisel özelliklerine ve kapasitesine göre farklılık gösteren kalp atış hızı, kan basıncı ve vücut ısısı gibi iç yüklenme göstergeleri, direk ölçüm cihazlarından yüzeysel elektromiyografiyle (EMG) kullanılarak değerlendirilmektedir. İç yüklenme göstergelerinin değerlendirilmesindeki en önemli problem; bu göstergelerin çalışanın iş ile ilgili yüklenmesinin sonuçlarının yanı sıra genel sağlık durumundan, yaşından ve/veya cinsiyetten etkilenen kapasitesini de yansıtmasıdır. Bu nedenle de ergonomik risk analizi yapılan işin Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları oluşumu riski taşıyıp taşımadığını belirlemeyi zorlaştırmaktadır [6].

Basit gözleme dayalı yöntemler ise vücudun belli bir bölümünün duruşu, çalışanın uyguladığı kuvvet, süre ve frekans gibi parametreleri kullanarak iş istasyonundaki çalışanın maruz kaldığı iş yükünü değerlendirmektedir. Çevrimin süresi, çevrimdeki her bir adımın süresi, her iş adımında çalışanın uyguladığı kuvvet ve belirlenen sürede işin tekrar sayısı ve antropometrik faktörler çalışanın duruşu ile ilgili bilgi vermektedir.

Bazı basit gözleme dayalı yöntemler genel bir değerlendirme için kullanılırken bazıları ise yüklenmeyi değerlendirmeye veya bel ve bilekler gibi vücudun belirli alanlarındaki ergonomik riskleri analiz etmeye odaklanmaktadır. Buna ek olarak, bu yöntemler giriş verilerinin tanımlanmasında ve karmaşıklıkları noktasında da farklılık göstermektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, bazı durumlarda vücudun belirli bir bölümünü değerlendiren basit bir analiz yöntemi, karmaşık bir analiz yönteminden daha etkin olabilmektedir [6].

2.4. Ergonomik Risk Analiz Yönteminin Seçimi

Çalışma ortamlarında karşılaşılan sorunların birçoğu mevcut sağlık ve güvenlik yönetmelikleriyle ve iyi uygulama örneklerine ilişkin rehberlerin takip edilmesiyle önlenebilmektedir. Bu kapsamda, işyerindeki görevlerin değerlendirilmesi, önleyici tedbirlerin alınması, bu tedbirlerin etkinliğinin ve sürekliliğinin kontrol edilmesi önemli bir yere sahiptir. Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları'nın azaltılmasını amaçlayan ergonomik risk analiz yöntemlerinin bir kısmı uygulamada tek başına kullanılabildikleri gibi daha detaylı ve güvenilir sonuçlar elde etmek amacıyla bir arada da kullanılabilmektedir [10].

Literatürde ergonomik risk analizi amacıyla kullanılabilecek farklı işlevlere sahip birçok yöntem mevcuttur. İşletmelerde bir ergonomik risk analizi yapılmak istendiğinde uygulayıcıların değerlendirecekleri göreve göre hangi yöntemi seçmeleri gerektiği bir sorundur [6].

Bu tez çalışmasında, literatürde ki mevcut ergonomik risk analizi yöntemleri incelenerek, tüm vücut bölgelerini değerlendiren, yaygın kullanıma sahip ve literatürde güvenilirliği kanıtlanmış yöntemlerin seçilip, bir lastik imalat fabrikasında uygulanması amaçlanmıştır. Bu nedenle uygulamada, gözleme dayalı yöntemlerden Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment-REBA), Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA) ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (Quick Exposure Check-QEC) yöntemlerinden faydalanarak oluşturulan Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors-BRIEF) ve Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF Exposure Scoring Technique-BEST) birleşik metodu kullanılmıştır.

Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors-BRIEF) ve Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF Exposure Scoring Technique-BEST) birleşik metodunun kullanılmasının nedenlerinden en önemlisi daha detaylı ve güvenilir sonuç alabilmek adına birden çok metodun kullanılmasıdır. Basit ve hızlı sonuç alınabilmesi ve maliyetinin de düşük olması açısından da avantajlıdır. Bir diğer avantajı da direk ölçüm yöntemlerindeki gibi vücuda çeşitli cihazların takılmasını gerektirmediğinden çalışanla temas etmemekte ve işin yürütülmesini etkilememektedir. Ayrıca karmaşık cihazlar gerektirmediğinden

kullanımı pratiktir ve saha uygulamalarından operatörler tarafından da kolaylıkla kullanılabilmektedir.

Bu avantajlara ek olarak, seçilen bu yöntemle birlikte REBA ve RULA yöntemlerindeki gibi sadece ergonomik risk taşıyan duruşların, kuvvet, süre ve frekans etkisi değil aynı zamanda fiziksel stres öğelerinin de etkisi de hesaplanmaktadır.

Son olarak Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF Exposure Scoring Technique-BEST) ile ergonomik risk taşıyan duruş, kuvvet, süre ve frekansın ve fiziksel stres öğelerinin oluşturduğu iş risk faktörü ile maruziyet çarpanı da çarpılarak iş tehlike puanı hesaplanmakta; böylelikle iş istasyonundaki çalışanın o iş başında bir haftada geçirdiği süre de dikkate alınarak riske maruziyet de hesaba katılmaktadır.

3. ERGONOMİK RİSK ANALİZİ UYGULAMASI

3.1. İşletmenin Tanıtımı

Dünyanın en büyük lastik şirketlerinden biri olan firma, 1898 yılında ABD Ohio'da Akron bölgesinde kurulmuştur. Dünyanın diğer ucundan getirilen kauçuk kısıtlı demiryolu ulaşımı olan ücra bir kasabaya taşınmıştır. İlk kurulduğu yıllarda sadece 13 işçi ile bisiklet, at arabası lastiği, at nalı destekleri ve poker fişleri üreten firma, dünyanın en büyük lastik şirketi olma yolunda hızla ilerlemiş ve 1926'da dünyanın en büyük kauçuk şirketi olmuştur. Bugün yaklaşık 71.000 çalışanı bulunan firma, 22 ülkede 53 tesiste üretim, 185 ülkede ürün ve hizmet sunmaktadır. Ar-Ge'ye yılda yaklaşık 400 milyon ABD Doları yatırım yapmaktadır. 2008 yılında Forbes dergisinin yenilik, insan yönetimi, varlıkların kullanımı ve küresel oryantasyon kriterlerinde "Dünyanın En Beğenilen Şirketleri" listesine girerek Dünyanın En Beğenilen Motorlu Araç Parçaları Şirketi olmuştur.

Günümüzde global bazda bu lastik markasına baktığınızda, binlerce önemli gelişme, icat, yeni keşif, ilkler ve yeri yerinden oynatan gelişmelerde, şirketin kurucularının kararlı, yenilikçi ve ayağı yere basan karakterleri görülebilir. Bugün, altı kıtadaki varlığı, yılda 15 milyar dolarlık satış cirosu ile dünyanın en büyük lastik şirketidir.

Şirketin Türkiye'deki iştiraki 1 Eylül 1961'de kurulmuştur. Temeli 27 Mart 1962'de atılan fabrika rekor denebilecek bir sürede tamamlanarak ilk Türk malı lastiği 2 Ocak 1963'te üretilmiştir. Fabrikanın resmi açılışı ise 15 Haziran 1963'te yapılmıştır.

Türk sanayisine, ekonomisine ve İzmit bölgesel kalkınmasına yaptığı katkılar 1970'li yıllarda artarak devam etmiştir. Fabrikaya yapılan ek yatırımlarla üretim kapasitesi ve çalışan sayısı hızla arttırılmıştır. Saat ücretli ve maaşlı toplam 570 çalışanı bulunan işletmede "Tamçelik radyal kamyon ve otobüs lastiği" üretimi yapılmaktadır ve günlük üretim 125 ton civarındadır.

Global bazda firmanın bünyesinde bulunan işletmelerinin içinde iş sağlığı ve güvenliği, kalite, üretkenlik, maliyet ve enerji alanlarında ilk sıralarda yer alan İzmit Fabrikası üretiminin yaklaşık % 50'sini çeşitli Avrupa ve Orta Doğu ülkelerine ihraç etmektedir.

Yönetim sistemi standardları açısından da birçok ilke imza atmıştır. Aralık 1994'te Çevre Yönetim Sistemi Sertifikası'nı alarak "Dünyadaki ilk lastik fabrikası" olmasıdır. 1996 Mart'ında ISO14001 Çevre Yönetim Sistemi Sertifikası'nı almasının ardından aynı yılın Kasım ayında da EMAS Çevre Yönetim ve Denetim Sistemi Sertifikası'nı almayı başarmıştır. İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Yönetim Sistemi olan BS 8800 sertifikasını da Haziran 1998'de almıştır. 2015 yılında ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemleri Sertifikası alarak, bu sertifikayı alan "Türkiye'deki İlk Lastik Fabrikası" olma ünvanına sahip olmuştur.

İşletme, kuruluşundan günümüze kadar hızla ilerleyerek başarılarına başarı katmış ve üstünlüğünü kanıtlamıştır. Gelecek planlarında da sürekli büyümeyi hedefleyen işletme yatırımlarını bu yönde adım adım hayata geçirerek, sadece konumlandığı Kocaeli bölgesine değil aynı zamanda Türk ticaret ve ekonomisine olan katkılarını da katlayarak devam ettirecektir [18].

3.2. Lastik Üretim Prosesi

Bileşiminde yaklaşık 200 çeşit hammadde bulunan lastik, yüksek teknoloji gerektiren bir üründür. İçeriğindeki hammaddeler doğal ve sentetik kauçuk, karbon siyahı ve silika, çelik ve polyester teller ve diğer katalizör kimyasallar olmak üzere beş ana grupta toplanmaktadır.

Lastik imalatının ana hammaddesi doğal ve/veya sentetik kauçuktur. Tropik ormanlarda özel plantasyonlarda yetişen ağaçların gövdeleri çizilerek, gövdeden damlalar halinde süzülen sıvılardan doğal kauçuk elde edilmektedir. Kamyon ve otobüs lastiklerinin sırt hamurunun temelini doğal kauçuk oluşturmaktadır. Karbon siyahı ve silika aşınma direncini arttırmak için kullanılmaktadır. Çelik ve polyester teller, lastiğin sırtının altında, esnekliği sağlayan kuşakları oluşturmaktadır. Diğer kimyasallar ise lastiğin farklı bileşenlerinde kullanılan çeşitli hamurların değişik kimyasal özelliklerini vermek, vulkanizasyonu gerçekleştirmek ve hamurun sertlik,

yapışkanlık vb. fiziksel özelliklerini sağlamak için hamurun karışım aşamasında kullanılmaktadır.

Lastiğin kompleks bir ürün oluşu, bileşimindeki hammaddelerin çeşitliliğinden çok lastiğin yapısının, malzemesinin, konstrüksiyon ve dizaynının seçiminde sayısız kombinasyon yapılabilme olanağından kaynaklanmaktadır.

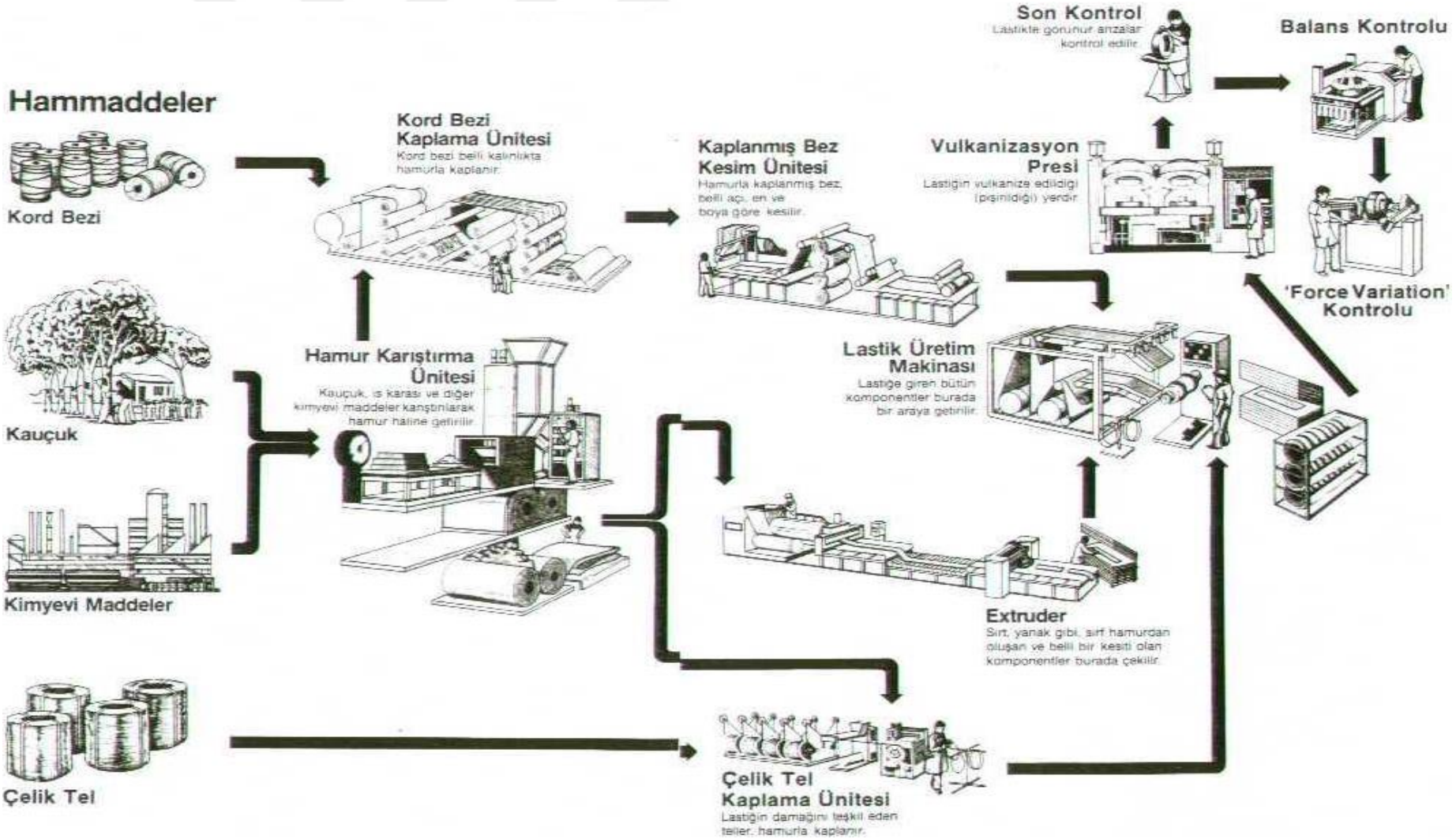
Lastik üretim prosesinin ilk adımı lastik hamurunun hazırlanmasıdır. Mikserlerde doğal kauçuk ve sentetik kauçuk ile istenilen hamur özelliklerine bağlı olarak karbon siyahı, silika, sülfür ve çeşitli kimyasallar birkaç kademede karıştırılarak lastik hamuru üretilmektedir.

Lastik ara mamüllerinin üretilmesindeki kademelerden bir tanesi olan kalenderleme işleminde, çelik veya tekstil esaslı kord bezlerinin her iki yüzeyi ince tabaka halinde yapışkanlık özelliği yüksek bir lastik hamuru ile kaplanmaktadır. Naylon ve polyester bazlı kalenderlenmiş kord bezleri lastiğin karkas bölgesinde kullanılırken, Çelik bazlı kordlar ise kalenderleme işleminden sonra lastiğin kuşak bölgesinde kullanılmaktadır.

Ara mamüllerinin üretilmesindeki kademelerden diğer tanesi de ekstrüzyon işlemidir. Lastiğin sırf hamurdan oluşan sırt, omuz ve yanak bileşenleri, lastiğin dizaynına göre değişiklik gösteren kontürlerde, bu kademede elde edilir. Soğuk olarak ekstrüzyon makinasına beslenen lastik hamuru, uskurların içindeki sıcaklık ve basınç etkisi ile akışkanlaştırılarak uskurların çıkışındaki kalıplar yardımı ile şekillendirilmektedir.

Lastiği oluşturan diğer bir ara mamul de topuktur. Topuk, lastiğin jantla temas eden parçasıdır. Farklı çapta ve sayıda topuk telinin farklı konstrüksiyonlarda biraraya getirilmesi ile üretilen topuk, lastiğin karkasını tutup lastiği taşımaktadır.

Lastik imalat makinelerinde, birçok lastik ara mamulü biraraya getirilerek pişmemiş (ham) lastik haline getirilmektedir. Lastik imalat makineleri iki aşamalıdır: birinci aşamada lastiğin astarı, gövde katı ve yanakları tambura sarılmaktadır. Topukların pozisyonu tambur üstünde ayarlanmaktadır. Topuk demeti üzerine topuk destek malzemesi sarılır ve lastiği yanak kısımları birleştirilir. İkinci aşamada ise, kuşaklara sırt bileşeni eklenerek ile “Ham lastik” pişirmeye hazır hale getirilmektedir.



Şekil 3.1. Lastik üretim şeması

Ham lastik; ebat, desen ve boyutlara bağlı olarak değişiklik gösteren özel kalıplarda vulkanizasyon preslerinde pişirilmektedir. Her lastiğin sıcaklık, basınç ve pişim zamanı spesifikasyonlarında belirtilmiştir ve bu spesifikasyonlara göre lastik vulkanize edilerek (pişirilerek) istenen ebat ve desene ulaşmaktadır. Aynı zamanda lastiğin yanak kısmındaki markalamalar ve sırt deseni de pişirme ile şekillendirilmektedir. Lastik presten çıktıktan sonra yanak ve sırt kısmında oluşan kalıptaki hamur akışı nedeniyle oluşan çapaklar trimleme (traşlama) istasyonunda temizlenmektedir.

Her lastik üretiminin son aşamasında lastiklerin, son kontrol sahasında manuel olarak görünür arızaları ve otomatik olarak da balans ve kuvvet değişikliği kontrolleri yapılarak üretilen lastiğin müşterinin istediği kalitede ve standartta olduğunun garantilenmesi sağlanmaktadır. Böylelikle lastiğin performansı üretici tarafından son kez onaylanıp ve güvence altına alınmaktadır.

3.3. Ergonomik Risk Analizi Ekip Çalışmaları

Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors-BRIEF) ve Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF Exposure Scoring Technique-BEST) birleşik metodu kullanırak yapılan ergonomik risk analizinin uygulandığı lastik imalat fabrikasında Risk Azaltma ve Performans İyileştirme Değişiklikleri (Risk and Performance Improvement Deployment-RAPID) adı verilen ergonomik iyileştirme ve geliştirme faaliyetleri düzenlenmektedir.

İşletmenin hedefleri; ergonomi ekip çalışmaları sonucunda hemen alınacak sonuçlar ve çalışmaların, ergonomik yönetim sistemi ve eğitimler aracılığıyla sürdürülmesidir.

İlk olarak 2005 yılında yabancı bir firma tarafından verilen eğitimlerle işletmede ergonomi ekip çalışmalarına başlanmıştır. Öncelikli olarak İş Güvenliği Koordinatörleri ve maaşlı personelden seçilen on kişilik ekip bu eğitimlere katılmıştır. 2005 yılının sonunda ise tüm saatli ve maaş ücretli personelin ergonomi eğitimleri tamamlanmıştır.

2005 yılı Ağustos ayında başlayan ve her biri birer hafta süren beş adet ekip çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalara yabancı eğitim firmasındaki eğitimciler de katılmıştır.

Daha sonra bir yıl aradan sonra 2007'de altıncı çalışma organize edilmiştir. İşletmenin İş Güvenliği Bölümü olarak 2008 yılı içinde dört adet ekip çalışması yapılması hedeflenmiş ve bu çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ergonomi çalışmalarının yararları görülmeye başlandığından şirket yönetimi 2009'da ergonomi ekip çalışmalarının sayısının artırılmasını istemiştir. Bu doğrultuda 2009 yılından bu yana yılda sekiz adet ergonomi ekip çalışması yapılması hedeflenmektedir.

Bu çalışmada, uygulama alanı olarak lastik imalat makinalarındaki malzeme değişimi prosesi seçilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, çeşitli ergonomik iyileştirme ve geliştirme önerileri sunulmuştur. Bu önerilerin bir kısmı gerçekleştirilmiş, bir kısmı ise uygulama planında yer almıştır.

Tezin bu bölümünde ergonomik risk analizi ekip çalışmalarında ekiplerin oluşturulması, ekip çalışmalarının amacı, çalışmaların işleyişi ve çalışmalarda kullanılan araçlar ile ilgili sırasıyla bilgi verilecektir.

3.3.1. Ekiplerin oluşturulması

Risk Azaltma ve Performans İyileştirme Değişiklikleri (Risk and Performance Improvement Deployment-RAPID) çalışmalarında ekipler farklı bölümlerden gelen saatli ve maaşlı personelden oluşmaktadır. Her ekipte beş ya da altı kişi yer alır. Ekipler beş gün boyunca her gün sabah 8:00'dan akşam 16:00'a kadar sekiz saat boyunca çalışmaktadır.

Ekiplere ilk gün ergonomi eğitimi verilmektedir. İkinci gün ise problemler ve bu problemlerin çözümleri belirlenmektedir. Üçüncü ve dördüncü gün çözümlerin uygulanması ve uzun vadede tamamlanacak iyileştirmeler için plan oluşturulmaktadır. Çalışmaların son gününde sonuçlarla ilgili sunum hazırlanarak, fabrika yönetimine sunulmaktadır.

Ekip üyelerinin başlıca görevleri; gözlem yaparak ergonomik risk faktörlerini belirlemek, risk faktörlerini ortadan kaldırmak için etkili çözümleri seçmek, çözümleri hemen uygulamak için işyerinde gerekli değişiklikleri yapmak ve daha uzun vadede uygulanacak çözümler için plan yapmak ve bunları ilgililere bildirmek ve ergonomi prosesinin sürekliliğini sağlamaktır.

3.3.2. Ergonomi ekip çalışmalarının amacı

Ergonomi ekip çalışmalarının amacı, çalışanların iş güvenliğini, verimliliğini ve yaşam kalitesini iyileştirmek için, iş yerinin ergonomik koşullarını hızlı ve basit bir şekilde geliştirmektir. Ayrıca, diğer bir amacı da fabrikada yürütülmekte olan ergonomi çalışmalarına dikkat çekmektir.

Ergonomi çalışmalarının hedefleri; tasarımların insanların yeteneklerine göre değerlendirilmesi, değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması ve maliyetlerin azaltılmasıdır.

Tasarımların insanların yeteneklerine göre değerlendirilmesi ile işle ilgili zorlanmaların önlenmesi ve yüksek risk taşıyan duruşlar, sık tekrar edilen hareketler ve/veya aşırı güç uygulamalarının azaltılması hedeflenmektedir.

Değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması ile basit, yüksek güvenirliliği olan, kolayca iyileştirilebilen, çalışan ile uyumlu makineler ve çalışma istasyonun boyutlarındaki değişikliler ve uygun ekipmanlar ile sağlanabilir.

Maliyetlerin azaltılması ile de yaralanmalarda azalma (insan kaynağının israfı), zorlanmalarda azalma (daha güvenli çalışma ortamı) ve çalışanlar için daha kaliteli bir iş hayatı amaçlanmaktadır.

3.3.3. Çalışma yapılacak iş istasyonunun seçimi

Ergonomik iyileştirmelerde hangi makine, ekipman ya da proseste öncelikli olarak çalışma yapılacağını belirlerken, ilk adımda ergonomi risk analizleri yaparak operasyonların risk puanları belirlenmektedir.

Ergonomi risk puanları belirlendikten sonra, yaşanan kazalar ve ucuz atlatma raporlamaları incelenerek ergonomik risk faktörleri belirlenmektedir. Ayrıca meslek hastalıkları konusunda revir kayıtları da incelenmektedir. Bu değerlendirmelerin ardından, risk puanları yüksek olan operasyonları öncelik verilmektedir.

3.3.4. Ergonomi ekip çalışmalarının işleyişi

Ergonomi ekip çalışmaları basit ve kurallara dayanan bir yaklaşım ile üç adımdan oluşmaktadır: “Bul, çöz ve başarıyı kontrol et.” Şekil 3.2’deki diyagramda ergonomi ekip çalışmalarının işleyişi şematik olarak gösterilmektedir.



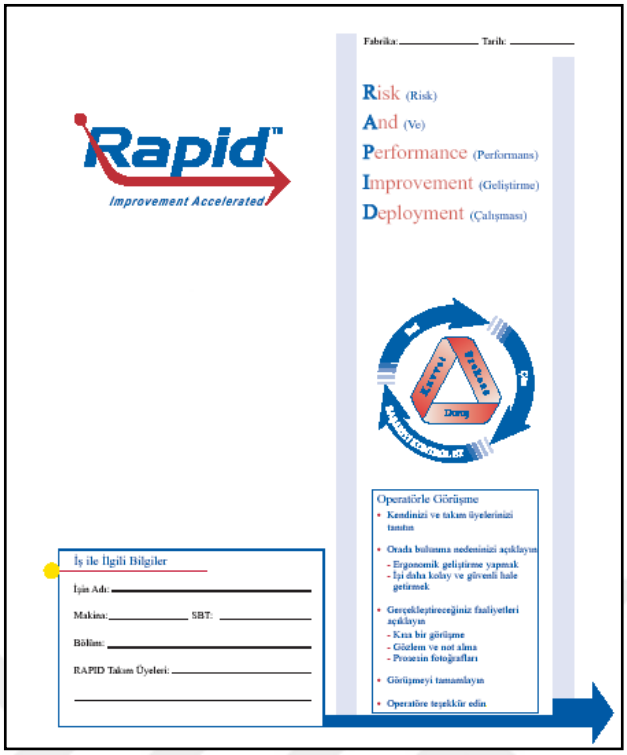
Şekil 3.2. Ekip çalışmalarının işleyişi [19]

Ergonomi ekip çalışmalarında görev ve yetenekler, sonuç almak için kullanılmalıdır. Hızlı ama doğru yönde ilerleme esastır. Ekip üyelerinin tam ve eşit oranda katılımı beklenmektedir. Ele alınan bölümün gereklilikleri doğru olarak aktarılmalıdır. Ekip üyeleri, becerilerini iş yerinde yapılacak değişikliklere yardım etmek ve problemi çözmek için kullanmaktadır. Çalışma tamamlandıktan sonra kalan maddeler uygulama planına göre takip edilmektedir. Bu uygulama planı daha uzun vadede yapılacak iyileştirmeler için 30-60-90 günlük 3 periyodu kapsamaktadır.

3.3.5. Ergonomi ekip çalışmalarında kullanılan araçlar

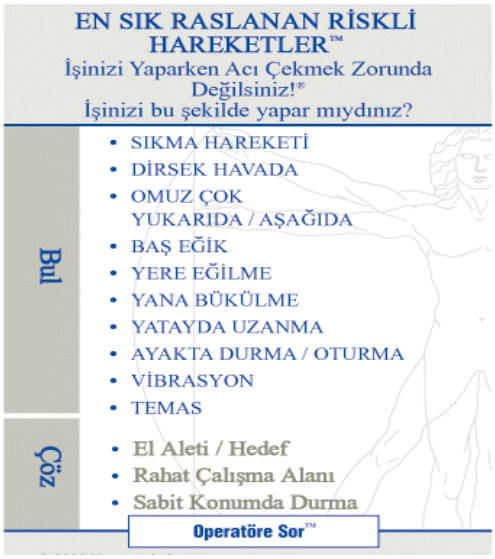
Ergonomi ekip çalışmalarında incelenen iş ile ilgili bilgileri, iş adımlarını, bu işi yaparak görülen temel ergonomi problemlerini ve bu problemler için geliştirilen çözüm önerileri ve faaliyet planlarını içeren bir form kullanılmaktadır.

Kullanılan formun Şekil 3.3’te görülen ön yüzünde incelenen operasyon ile ilgili genel bilgiler ve bu çalışmaya katılan kişilerin isimleri yer almaktadır.



Şekil 3.3. Ekip çalışmaları inceleme formu [19]

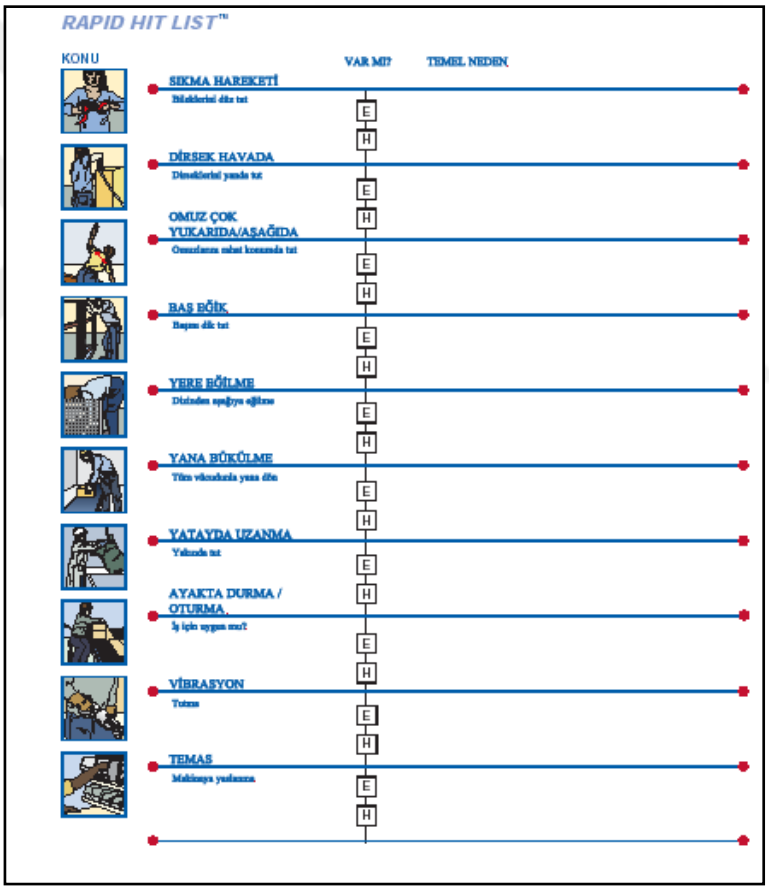
İnceleme formunun ikinci sayfasında operasyon süresince karşılaşılan 10 adet ergonomik duruş incelenmektedir. Ergonomik risk taşıyan hareketler incelenirken Şekil 3.4'teki kartlar kullanılır. Bu kartların ön yüzünde ergonomi ekip çalışmalarının işleyişi şema ile gösterilirken kartların arka yüzünde ise en sık rastlanan on riskli hareket ve bu hareketlerin çözüm yöntemlerine kısaca değinilmektedir.



Şekil 3.4. Ergonomik risk kartları [19]

Kartın arka yüzünde görüldüğü üzere sıkma hareketi, dirsek havada, omuz çok yukarıda / aşağıda, baş eğik, yere eğilme, yana bükülme, yatayda uzanma, ayakta durma ya da oturma, vibrasyon ve temas en sık rastlanan ergonomik risk taşıyan hareketler gösterilmektedir.

Ergonomik risk kartlarını ile yapılan incelemeler sonucunda operasyonda duruş analizi yapılır ve bu analiz ergonomi ekip çalışması inceleme formunun ikinci sayfasına aktarılmaktadır. Şekil 3.5'te görüldüğü üzere öncelikle riskli duruşun olup olmadığı işaretlenmektedir. Daha sonra eğer riskli hareket var ise bu hareketin temel nedeni kısaca yazılmaktadır [19].

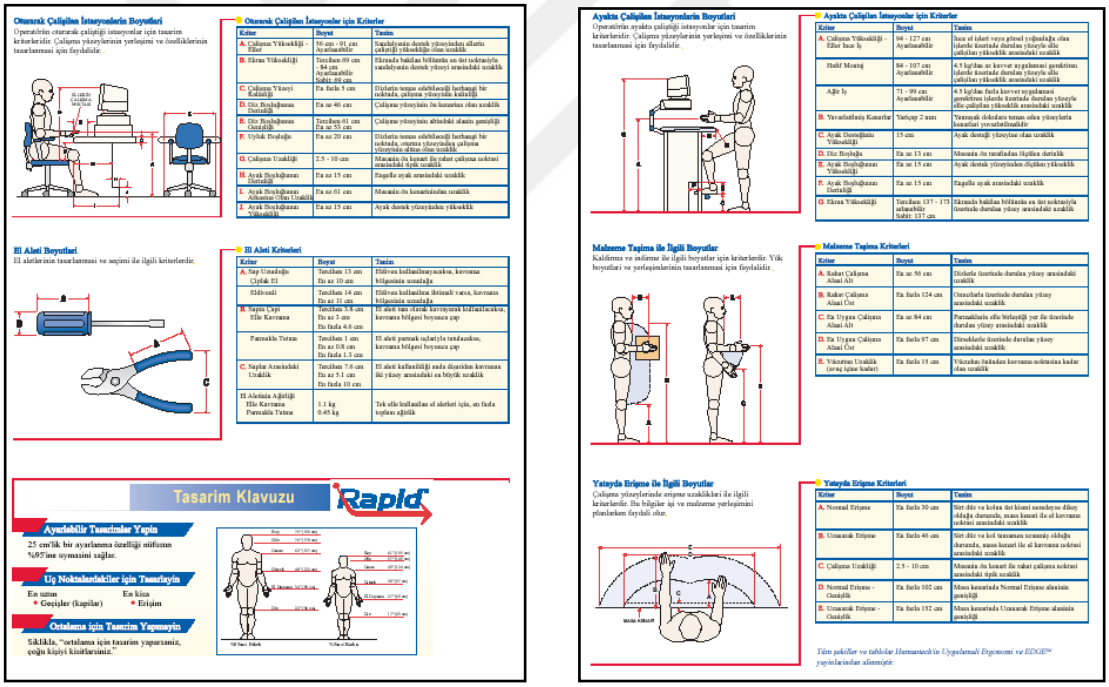


Şekil 3.5. Duruş analizi [19]

Duruş analizi yapıldıktan sonra iyileştirme önerilerini verirken temel hedef, ergonomik risk taşıyan hareketleri ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle bileklerin düz tutulması, dirseklerin yanda olması, omuzların rahat konumda tutulması, görüş alanında çalışılması, tüm vücut ile yana dönülmesi, dizden aşağıya eğilmenin ortadan kaldırılması, taşınan ekipman ya da cismin vücuda yakın tutulması, iş için uygun

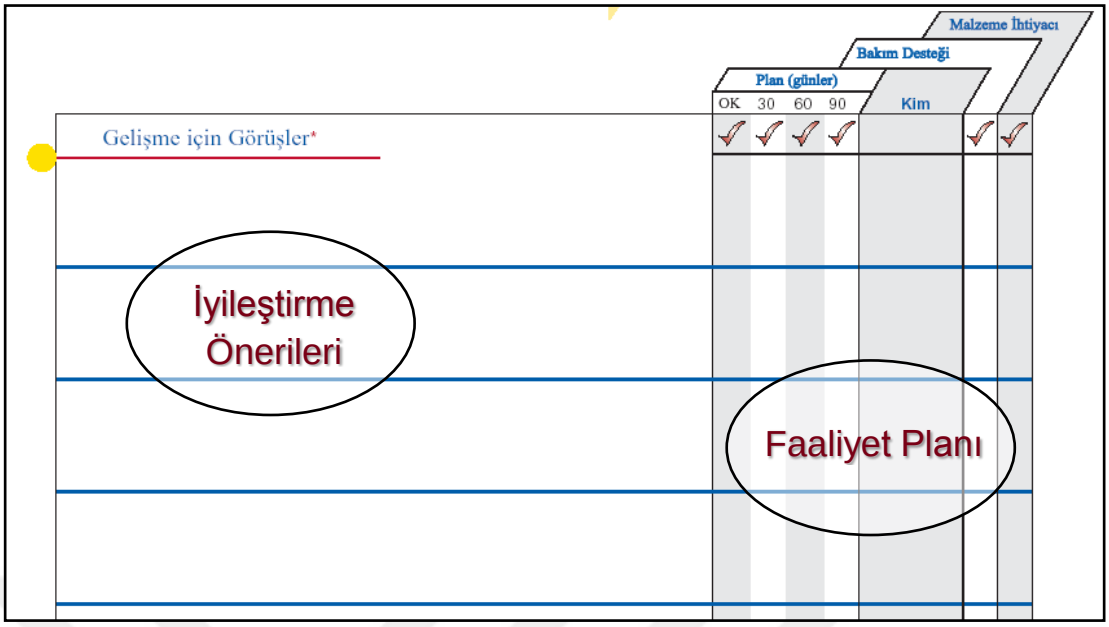
ekipman kullanılması ve makineye ya da ekipmana temasın engellenmesine yönelik iyileştirmeler yapılmalıdır. Bu iyileştirmeler yapılırken makine veya ekipman üzerinde birtakım değişiklikler yapılması gerekiyor ise Şekil 3.6'daki tasarım kılavuzlarına baş vurulmaktadır. Bu tasarım kılavuzlarında oturarak ve ayakta çalışılan istasyonların boyutları, el aletlerinin boyutları, malzeme taşıma ile ilgili boyutlar ve yatayda erişme ile ilgili boyutlar bulunmaktadır.

İş yerinde kullanılan araçlarını olabildiğince büyük oranda kişinin kullanabilmesi için, konstrüksiyon koşulları izin veriyorsa, boyutlarının kişiye göre değiştirilebilir, ayarlanabilir olmasına dikkat edilmektedir. İnsanların boy uzunluğu gibi antropometrik büyüklükler belirlenirken, tüm insanların boylarını ölçüp, aritmetik ortalamasını alarak, çalışanların büyük bir kısmı için uygun işyeri düzenlenmemektedir.



Şekil 3.6. Tasarım kılavuzu [20]

Tasarım kılavuzu da kullanılarak yapılan ergonomik iyileştirmeler için Şekil 3.7'deki ergonomi ekip çalışması inceleme formunun arka yüzüne iyileştirme önerileri ve faaliyet planları yazılmaktadır. Faaliyet planlarında bu iyileştirmeden sorumlu kişi ve faaliyetin planlanan tamamlanma süresi belirlenmektedir. Ergonomi ekip çalışması süresince yani bir haftada yapılıp tamamlanan işlerin yanı sıra 30, 60 ve 90 gün içerisinde tamamlanması planlanan faaliyetler de belirlenmektedir [20].



Şekil 3.7. İyileştirme önerileri ve faaliyet planı [20]

3.4. Topuk Destek Malzemesi Rol Değişiminde Ergonomik Risk Analizi Uygulaması

Lastik imalat makinelerinde, birçok lastik ara mamulü biraraya getirilerek pişmemiş (ham) lastik haline getirilmektedir. Lastik imalat makineleri iki aşamalıdır: birinci aşamada lastiğin astarı, gövde katı ve yanakları tambura sarılmaktadır. Topukların pozisyonu tambur üstünde ayarlanmaktadır. Topuk demeti üzerine topuk destek malzemesi sarılır ve lastiği yanak kısımları birleştirilir. İkinci aşamada ise, kuşaklara sırt bileşeni eklenerek ile "Ham lastik" pişirmeye hazır hale getirilmektedir.

Lastik imalat makinelerinde iki operatör bir tane de servis operatörü çalışmaktadır. Servis operatörünün görevi, malzeme değişimi yapmaktır. Bu malzemelerden bir tanesi de topuk telinin yerinden oynamasını engellemek için kullanılan topuk destek malzemesidir. Topuk desteği role sarılmaktadır ve bu rollere makinanın üst kısmındaki yükleme bölümüne takılmaktadır.

Ergonomi ekip çalışmaları kapsamında lastik imalat makinaları servis operatörünün iş adımları incelendiğinde ergonomik risk taşıyan duruş ve hareketlerle karşılaşılmıştır. Servis operatörü, lastik imalat makinesindeki topuk desteği rolünü değiştirmek için Şekil 3.8'deki gibi elinde 15 kilogramlık rol ile makinenin üst kısmına merdivenle çıkmaktadır. Daha sonra Şekil 3.9'da görüldüğü gibi bu rolü yerine takabilmek için

yine elinde rol ile aşağı doğru eğilmektedir. Bu iş adımları hem düşme riski hem de ergonomik olmayan koşullar yaratmaktadır.

İş istasyonundaki bu ergonomik risklerin yanı sıra istasyonun seçiminde önceki yaşanan kazaların da büyüktür. 2011-2014 yılları arasındaki kaza analizlerine bakıldığında, bu bölümde dört tane ilk yardım ile sonuçlanan kaza yaşanmıştır. Yani, bu kazalar sonucunda iş günü kaybı yaşanmamış, kazazedeler işletmenin sağlık biriminde ilk müdahale yapıldıktan sonra çalışanlar işinin başına dönmüştür ancakbu yaşanan olaylar ciddi kazaların habercisi demektir.



Şekil 3.8. Merdiven ile makinenin üst kısmına çıkma

Ergonomik faktörlerin risklerini belirlemek için Şekil 3.10'da görüldüğü gibi Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors-BRIEF) anket formu kullanılmıştır. Bu form, operatörler de dahil olmak üzere ekibin tüm üyeleri tarafından sahada iş adımları gözlemlenerek doldurulmuştur.



Şekil 3.9. Rol değişimi

Anket formunun birinci adımında işle ilgili bilgiler yer almaktadır. Formun ikinci adımında ise riskler belirlenmektedir. Riskler belirlenirken risk faktörleri gözleniyorsa duruş ve kuvvet kutuları işaretlenmektedir. Ergonomik risk taşıyan duruşlar eller, bilekler, dirsekler, omuzlar, boyun, sırt ve bacaklar olmak üzere altı farklı vücut bölümü için sağ ve sol olarak ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Duruş ve kuvvetin işaretlendiği vücut bölümleri için sınır değerler aşıldığı taktirde süre ve frekans kutuları işaretlenmektedir. Üçüncü adımda her bir kolondaki her vücut bölümü için kaç risk faktörü işaretlendiği (0 ile 4 arasında) toplanıp puan kısmına yazılmaktadır. Puan 0 veya 1 ise risk oranı düşük, 2 ise orta, 3 veya 4 ise yüksek olarak değerlendirilmektedir.

Son olarak dördüncü adımda vibrasyon (V), düşük sıcaklık (D), yumuşak doku sıkışması (S), çarpma etkisi (Ç) ve eldivenle ilgili konular (E) gibi gözlenen fiziksel stres öğeleri işaretlenerek resim üzerinde etkilenen bölgeyi göstermek için ilgili harfler kullanılmaktadır.

BRIEF™ Survey – Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi

Versiyon 3.0

1. Adım — İşle İlgili Bilgileri Doldurun

İşin Adı: Topuk Destek Rolü Değişi Fabrika: İzmit / TÜRKİYE Makina: Lastik İmalat Makinası # 6
Tarih: 16/08/2015 Bölüm: B1 Vardiya: 1 V Ürün: Topuk Desteği

2. Adım — Riskleri Belirleyin

2a. Risk faktörleri gözleniyorsa Duruş ve Kuvvet kutularını işaretleyin.

2b. Duruş ve Kuvvetin işaretlendiği vücut bölümleri için, sınırlar aşıldığında Süre ve /veya Frekans kutularını işaretleyin.

		Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
2a.	Duruş	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
	Kuvvet	Parmakla Tutma veya Bastırma ≥ 0,9 kg. veya Elle Kavrama ≥ 4,5 kg ☑	☑	≥ 4,5 kg ☑	≥ 4,5 kg ☑	≥ 4,5 kg ☑	≥ 4,5 kg ☑	≥ 0,9 kg ☑	≥ 11,3 kg ☑	Ayak Pedalı ≥ 4,5 kg ☐
2b.	Süre	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ Günün %30'u ☐
	Frekans	≥ 30/dak. ☐	≥ 30/dak. ☐	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☑
	Puan	3	3	4	4	4	4	4	4	2
	Risk Oranı	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	Y (O) D

3. Adım — Risk Oranını Belirleyin

Puan kutusuna, her vücut bölümü için kaç risk faktörü kategorisinin işaretlendiğini (0-4) yazın.

Puan	Risk Oranı
3 veya 4	= Yüksek (Y)
2	= Orta (O)
0 veya 1	= Düşük (D)

4. Adım — Fiziksel Stres Öğelerini Belirleyin

Gözlenen fiziksel stres öğelerini işaretleyin:

- ☐ Vibrasyon (V)
- ☐ Düşük Sıcaklıklar (D)
- ☑ Yumuşak Doku Sıkışması (S)
- ☐ Çarpma Etkisi (Ç)
- ☐ Eldivenle İlgili Konular (E)

Stres öğelerinin yerini göstermek için ilgili harfleri kullanın.

Şekil 3.10. Ergonomik iyileştirme öncesi topuk destek rol değişimi BRIEF formu

BRIEF anket formu kullanılarak ergonomik faktörlerin riskleri belirlendikten sonra Şekil 3.11'deki Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi Maruziyet Puanlama Tekniği (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors Exposure Scoring Technique-BEST) ile ergonomik risk puanının belirlenmektedir. Bu formada yine birinci adımda işle ilgili bilgiler doldurulmuştur. İkinci adımda yapılan BRIEF incelemesinden gelen puanlar (0-4) aktarılmıştır.

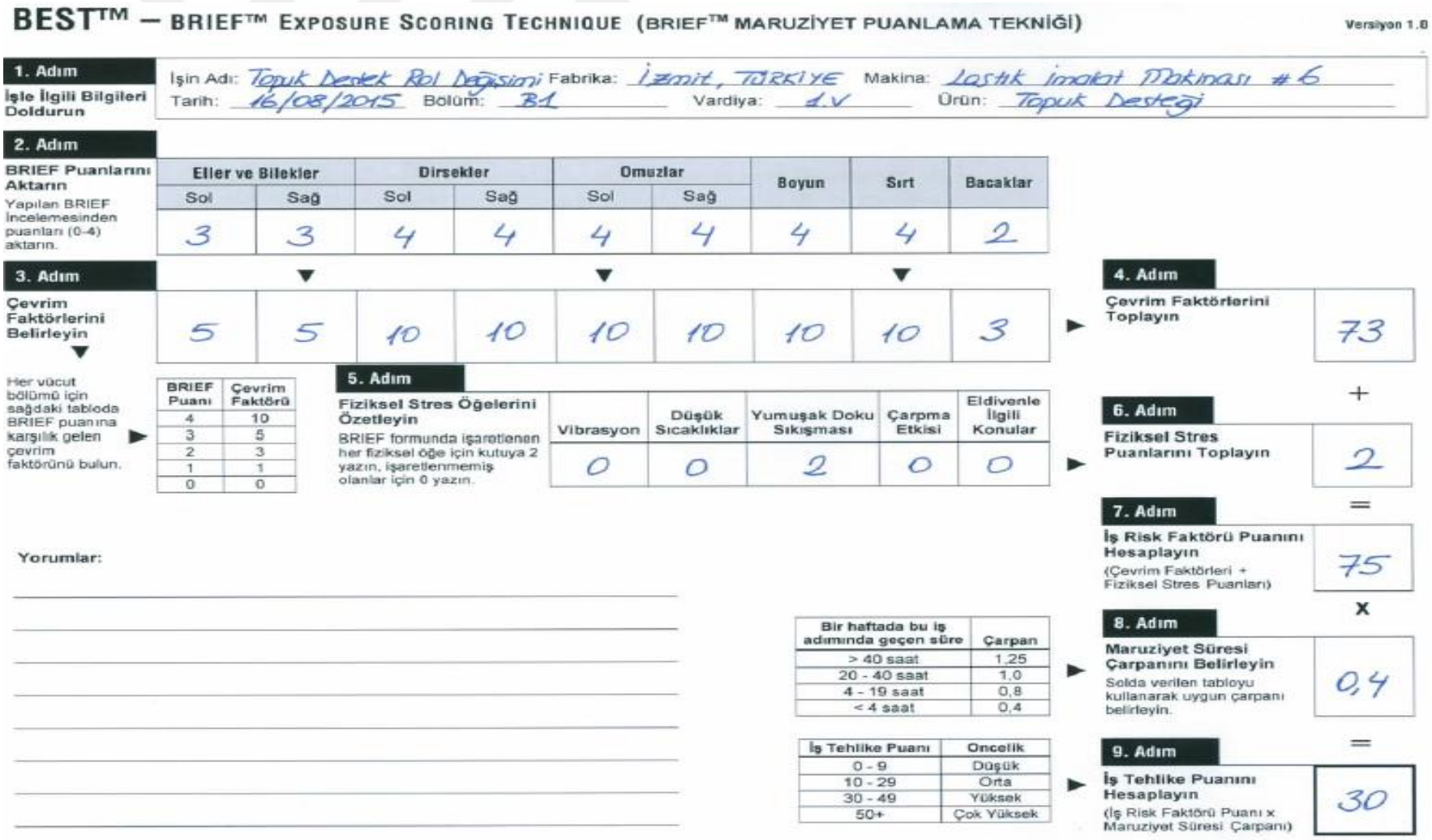
Üçüncü adımda çevrim faktörlerini belirlemek için her vücut bölümü için tablodaki BRIEF puanına karşılık gelen çevrim faktörleri yazılarak dördüncü adımda bu çevrim faktörleri toplanmıştır.

Beşinci adımda fiziksel stres öğelerini özetlemek için BRIEF formunda işaretlenen her fiziksel öğe için kutuya 2 , işaretlenmemiş olanlar için ise 0 yazılarak altıncı adımda fiziksel stres puanları toplanmıştır.

Yedinci adımda iş risk faktörü puanını hesaplamak için çevrim faktörleri puanı ile fiziksel stres puanı toplanmıştır. Topuk destek malzemesi rol değişimi prosesinde çevrim faktörü puanı 73, fiziksel stres puanı ise 2 olduğu için iş risk faktörü puanı da 75 olarak hesaplanmıştır.

Sekizinci adımda maruziyet süresi çarpanı belirlenmektedir. Bir haftada bu iş adımında geçen süre dört saatten az ise çarpan 0,4, dört ile 19 saat arasında ise çarpan 0,8, 20 ile 40 saat arasında ise çarpan 1 ve 40 saatten fazla ise çarpan 1,25 olarak belirlenmektedir. Topuk destek malzemesi rol değişimi prosesi incelendiğinde bir haftada bu iş adımında geçen sürenin dört saatten az olduğu tespit edilmiş ve maruziyet süresi çarpanı 0,4 olarak belirlenmiştir.

Son olarak dokuzuncu adımda iş risk faktörü ve maruziyet süresi çarpanı çarpılarak iş tehlike puanı hesaplanmaktadır. 0 ile 9 puan arası düşük, 10 ile 29 puan arası orta, 30 ile 49 puan arası yüksek ve 50 puan ve üstü çok yüksek ergonomik tehlike sınıfı olarak belirlenmiştir. Topuk destek malzemesi rol değişimi prosesi 30 ergonomik risk puanı ile yüksek ergonomik risk sınıfına girmektedir.



BEST™ — BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE (BRIEF™ MARUZİYET PUANLAMA TEKNİĞİ) Versiyon 1.0

1. Adım — İşle İlgili Bilgileri Doldurun

İşin Adı: Topuk Destek Rol Değişimi Fabrika: İzmit, TÜRKİYE Makina: Lastik imalat Makinası #6
Tarih: 16/08/2015 Bölüm: B1 Vardiya: 1.V Ürün: Topuk Desteği

2. Adım — BRIEF Puanlarını Aktarın

Yapılan BRIEF incelemesinden puanları (0-4) aktarın.

Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
3	3	4	4	4	4	4	4	2

3. Adım — Çevrim Faktörlerini Belirleyin

5	5	10	10	10	10	10	10	3

Her vücut bölümü için sağdaki tabloda BRIEF puanına karşılık gelen çevrim faktörünü bulun.

BRIEF Puanı	Çevrim Faktörü
4	10
3	5
2	3
1	1
0	0

4. Adım — Çevrim Faktörlerini Toplayın: 73

5. Adım — Fiziksel Stres Öğelerini Özetleyin

BRIEF formunda işaretlenen her fiziksel öğe için kutuya 2 yazın, işaretlenmemiş olanlar için 0 yazın.

Vibrasyon	Düşük Sıcaklıklar	Yumuşak Doku Sıkışması	Çarpma Etkisi	Eldivenle İlgili Konular
0	0	2	0	0

6. Adım — Fiziksel Stres Puanlarını Toplayın: 2

+

7. Adım — İş Risk Faktörü Puanını Hesaplayın (Çevrim Faktörleri + Fiziksel Stres Puanları): 75

=

x

Bir haftada bu iş adımında geçen süre	Çarpan
> 40 saat	1,25
20 - 40 saat	1,0
4 - 19 saat	0,8
< 4 saat	0,4

8. Adım — Maruziyet Süresi Çarpanını Belirleyin

Solda verilen tabloyu kullanarak uygun çarpanı belirleyin: 0,4

=

İş Tehlike Puanı	Öncelik
0 - 9	Düşük
10 - 29	Orta
30 - 49	Yüksek
50+	Çok Yüksek

9. Adım — İş Tehlike Puanını Hesaplayın (İş Risk Faktörü Puanı x Maruziyet Süresi Çarpanı): 30

Yorumlar:

Şekil 3.11. Ergonomik iyileştirme öncesi topuk destek rol değişimi BEST formu

İşyerlerinde ergonomik riski en yüksek olan, çalışanın sağlık sorunları ile karşılaşma olasılığını en çok arttıran hareketler yük kaldırma, tutma ve taşımadır. Çalışanların yükleri kaldırma ve taşıma esnasındaki maruz kaldıkları ergonomik riskler NIOSH kaldırma denklemi yöntemi ile belirlenmektedir. Araştırmacılar, yaptıkları deneyler ve hesaplara göre çalışanın yaşı, kadın ya da erkek oluşu, kaldırılacak yükün şekli, yükü kaldıracak kişinin hareket serbestliği, yükü tutabilmek için kulp ya da tutamakların olup olmaması gibi faktörler nedeniyle farklı sınır değerler önermişlerdir. [22].

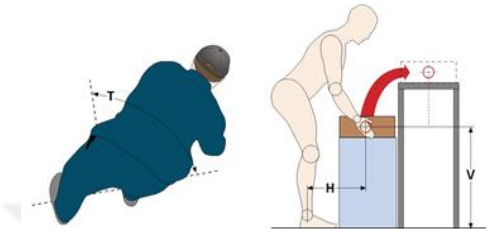
Çalışma ortamı ve iş akışı düzenleme çalışmalarında sınır değerler hesaplanırken mevcut durumda kullanılan metotlar arasından çalışma koşullarına en yakın, en uygun olanı dikkate alınmalıdır. Fakat bu hesaplamaların tek bir sonucu olan matematik sonuçlar gibi olmadığı ve çalışanların kişisel farklılıklarının da göz önüne tutulması gerektiği unutulmamalıdır. Çalışanların iş yüklerini, performanslarını ve zorlanmalarını önceden belirleyip gerekli önlemleri almada bu yöntemlerin kullanılması gerekmektedir [5].

NIOSH kaldırma denklemine göre proses incelenmiştir. Hesaplama yapmak için Humantech firmasına ait bilgisayar ortamındaki hesaplama programı kullanılmıştır. Şekil 3.12'deki programa tavsiye edilen ağırlık sınırı (RWL) değerini hesaplamak için yedi değişken değeri girilmiştir. Bunlar; yaşa ve cinsiyete göre farklılık gösteren yük sabiti, elin orta noktası ile omurganın ekseni arasındaki yatay mesafeye bağlı olan yatay çarpanı, yükü tutma noktasının tabana olan mesafesine bağlı olan dikey çarpanı, yükün kaldırmak için alındığı nokta ile kaldırmanın sonlandığı, yükün koyulduğu nokta arasındaki yükseklik farkına bağlı olan mesafe çarpanı, yükün kaldırmak için alındığı nokta ile kaldırmanın sonlandığı noktada vücudun pozisyonunu belirten asimetri çarpanı, dakikada kaç defa kaldırma işlemi yapıldığını gösteren tekrarlama faktörü ve yükün nasıl tutulduğuna bağlı olan tutma faktörüdür. Bu değişkenlerin çarpımı ile tavsiye edilen ağırlık sınırı (RWL) 8,1 kg olarak hesaplanmıştır. Kaldırma indeksini hesaplamak için ise kaldırılan ağırlığın tavsiye edilen ağırlık sınır değerine oranı hesaplanmış ve NIOSH kaldırma indeksinin 1,8 ile orta risk seviyesinde olduğu görülmüştür.

NIOSH Lifting Equation

Task	Results		Inputs									
	RWL kg	LI	Weight kg	Horizontal cm Start	Horizontal cm End	Vertical cm Start	Vertical cm End	Twisting degrees Start	Twisting degrees End	Grip	Duration hours	Frequency lifts/min
flipper lifting	8.1	1.8	15.0	25.0	50.0	0.0	90.0	0.0	0.0	Fair	8	0.2

Add a new lifting task » Add



Inputs	Input Limits	Optimal Input Values
Horizontal	min. 25 cm, max. 63 cm	25 cm
Vertical	min. 0, max. 178 cm	75 cm
Twisting	min. 0°, max. 135°	0°
Duration	1 hour, 2 hours, 8 hours	1 hour
Frequency	0.2 - 15 lifts/min	0.2 lifts/min (1 lift every 5 min)

Conditional Inputs	Vertical	Duration	Frequency
Frequency limits based on Vertical location and lifting Duration	<75 cm	1 hour	0.2 - 12 lifts/min
		2 hours	0.2 - 10 lifts/min
		8 hours	0.2 - 8 lifts/min
	≥75 cm	1 hour	0.2 - 15 lifts/min
		2 hours	0.2 - 12 lifts/min
		8 hours	0.2 - 10 lifts/min

Results	Description	
RWL	Recommended Weight Limit	
LI	Lifting Index	LI = Load/RWL
	≤ 1.00	Nominal risk. Within ergonomic guidelines.
	1.01 - 2.99	Increased risk for some of the workforce. Modifications to the lift or administrative controls are recommended.
	≥ 3.00	Most of the workforce is at risk. Engineering controls are recommended.
	Invalid Input	Input values are outside the accepted limits.

Şekil 3.12. Ergonomik iyileştirme öncesi topuk destek rol değişimi NIOSH kaldırma denklemi [20]

Ergonomik risk puanı ve NIOSH kaldırma indeksi hesaplandıktan sonra iyileştirme önerilerini verirken temel hedef, ergonomik risk taşıyan hareketleri ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle bileklerin düz tutulması, dirseklerin yanda olması, omuzların rahat konumda tutulması, görüş alanında çalışılması, tüm vücut ile yana dönülmesi, dizden aşağıya eğilmenin ortadan kaldırılması, taşınan ekipman ya da cismin vücuda yakın tutulması, iş için uygun ekipman kullanılması ve makineye ya da ekipmana temasın engellenmesine yönelik iyileştirmeler yapılmıştır. Yapılan iyileştirmelerden en önemlisi Şekil 3.13'te görüldüğü gibi topuk destek rolü yükleme istasyonu zemin seviyesine indirilerek merdiven ile makinanın üzerine çıkma ve topuk destek rolünü kaldırarak taşıma işlemleri elimine edilmiştir.

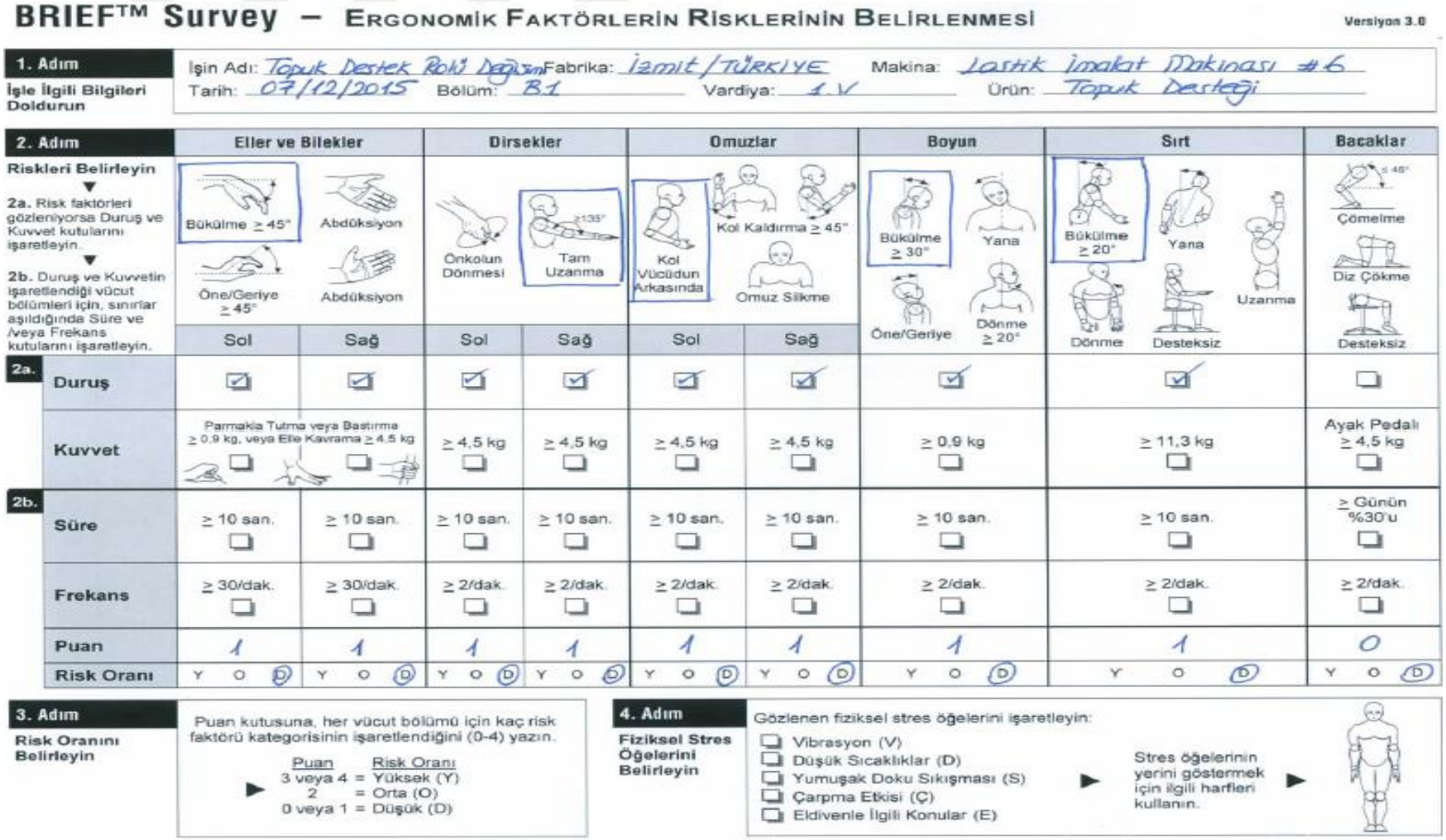


Şekil 3.13. Ergonomik iyileştirme sonrası rol değişimi

Yapılan ergonomi iyileştirme çalışması sonucunda topuk destek rolü değişimi prosesinde ergonomik risk sınıfı 30 puan ile yüksek ergonomik risk sınıfına girmekte iken % 89,3'lük bir iyileşme ile iyileştirme çalışmalarından sonra Şekil 3.14'teki BRIEF anketi ve Şekil 3.15'teki BEST puanlamasında görüldüğü gibi 3,2 puan ile düşük ergonomik risk sınıfına düşürülmüştür.

Ergonomik risk sınıfının düşürülmesinin yanı sıra topuk destek rolü değişimi prosesinde NIOSH kaldırma indeksi 1,8 iken yapılan iyileştirmelerden sonra kaldırma işlemi tamamen elimine edilerek sıfıra düşürülmüştür. Ayrıca topuk destek rolü değişimi prosesinde çalışma öncesi 140 saniye olan çevrim süresi de çalışmadan sonra makinanın üst katına çıkma adımının elimine edilmesi ile 42 saniyeye düşürülerek bu proses adımında % 70'lik bir verimlilik artışı elde edilmiştir.

Ekip üyelerinin, makinada çalışan operatörler ile birlikte yaptığı değerlendirmede, iyileştirmelerin ve geliştirmelerin yerinde ve doğru kararlar olduğu ve uygulamada birçok fayda sağladığına karar verilmiş, ergonomik risk taşıyan duruş ve hareketlerin ortadan kaldırıldığı birlikte gözlemlenmiştir.



BRIEF™ Survey – Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi Versiyon 3.0

1. Adım — İşle İlgili Bilgileri Doldurun

İşin Adı: Topuk Destek Rolü Değişimi Fabrika: İzmit/TÜRKİYE Makina: Lastik İmalat Makinası #6
Tarih: 07/12/2015 Bölüm: B1 Vardiya: 1.V Ürün: Topuk Desteği

2. Adım — Riskleri Belirleyin

2a. Risk faktörleri gözleniyorsa Duruş ve Kuvvet kutularını işaretleyin.

2b. Duruş ve Kuvvetin işaretlendiği vücut bölümleri için, sınırlar aşıldığında Süre ve /veya Frekans kutularını işaretleyin.

		Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
		Bükülme ≥ 45° / Abdüksiyon / Öne/Geriye ≥ 45° / Abdüksiyon		Önkolun Dönmesi / Tam Uzanma (135°)		Kol Vücudun Arkasında / Kol Kaldırma ≥ 45° / Omuz Sıkma		Bükülme ≥ 30° / Yana / Öne/Geriye / Dönme ≥ 20°	Bükülme ≥ 20° / Yana / Uzanma / Dönme / Desteksiz	≤ 45° Çömelme / Diz Çökme / Desteksiz
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
2a.	Duruş	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☐
	Kuvvet	Parmakla Tutma veya Bastırma ≥ 0,9 kg, veya Elle Kavrama ≥ 4,5 kg ☐	☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 0,9 kg ☐	≥ 11,3 kg ☐	Ayak Pedalı ≥ 4,5 kg ☐
2b.	Süre	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ Günün %30'u ☐
	Frekans	≥ 30/dak. ☐	≥ 30/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐
	Puan	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Risk Oranı	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)

3. Adım — Risk Oranını Belirleyin

Puan kutusuna, her vücut bölümü için kaç risk faktörü kategorisinin işaretlendiğini (0-4) yazın.

Puan	Risk Oranı
3 veya 4	= Yüksek (Y)
2	= Orta (O)
0 veya 1	= Düşük (D)

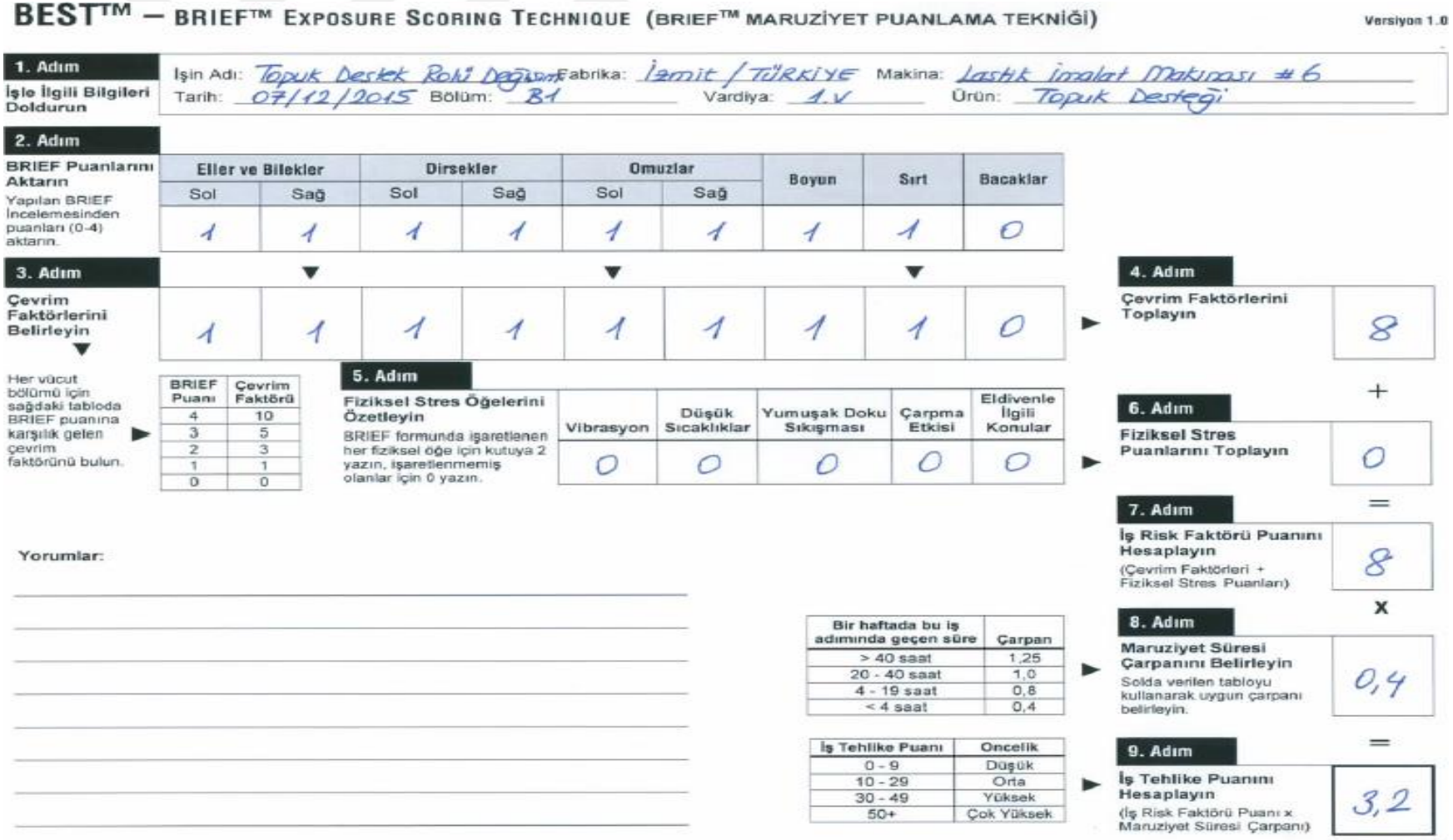
4. Adım — Fiziksel Stres Öğelerini Belirleyin

Gözlenen fiziksel stres öğelerini işaretleyin:

- ☐ Vibrasyon (V)
- ☐ Düşük Sıcaklıklar (D)
- ☐ Yumuşak Doku Sıkışması (S)
- ☐ Çarpma Etkisi (Ç)
- ☐ Eldivenle İlgili Konular (E)

Stres öğelerinin yerini göstermek için ilgili harfleri kullanın.

Şekil 3.14. Ergonomik iyileştirme sonrası topuk destek rol değişimi BRIEF formu



BEST™ — BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE (BRIEF™ MARUZİYET PUANLAMA TEKNİĞİ) Versiyon 1.0

1. Adım — İşle İlgili Bilgileri Doldurun

İşin Adı: Topuk Destek Rol Değişimi Fabrika: İzmit / TÜRKİYE Makina: Lastik İmalat Makinası #6
Tarih: 07/12/2015 Bölüm: B1 Vardiya: 1.V Ürün: Topuk Desteği

2. Adım — BRIEF Puanlarını Aktarın

Yapılan BRIEF incelemesinden puanları (0-4) aktarın.

Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
1	1	1	1	1	1	1	1	0

3. Adım — Çevrim Faktörlerini Belirleyin

1	1	1	1	1	1	1	1	0

Her vücut bölümü için sağdaki tabloda BRIEF puanına karşılık gelen çevrim faktörünü bulun.

BRIEF Puanı	Çevrim Faktörü
4	10
3	5
2	3
1	1
0	0

4. Adım — Çevrim Faktörlerini Toplayın: 8

5. Adım — Fiziksel Stres Öğelerini Özetleyin

BRIEF formunda işaretlenen her fiziksel öğe için kutuya 2 yazın, işaretlenmemiş olanlar için 0 yazın.

Vibrasyon	Düşük Sıcaklıklar	Yumuşak Doku Sıkışması	Çarpma Etkisi	Eldivenle İlgili Konular
0	0	0	0	0

6. Adım — Fiziksel Stres Puanlarını Toplayın: 0

+

7. Adım — İş Risk Faktörü Puanını Hesaplayın (Çevrim Faktörleri + Fiziksel Stres Puanları): 8

=

x

8. Adım — Maruziyet Süresi Çarpanını Belirleyin

Solda verilen tabloyu kullanarak uygun çarpanı belirleyin.

Bir haftada bu iş adımında geçen süre	Çarpan
> 40 saat	1,25
20 - 40 saat	1,0
4 - 19 saat	0,8
< 4 saat	0,4

Maruziyet Süresi Çarpanı: 0,4

=

9. Adım — İş Tehlike Puanını Hesaplayın (İş Risk Faktörü Puanı x Maruziyet Süresi Çarpanı): 3,2

İş Tehlike Puanı	Öncelik
0 - 9	Düşük
10 - 29	Orta
30 - 49	Yüksek
50+	Çok Yüksek

Yorumlar:

Şekil 3.15. Ergonomik iyileştirme sonrası topuk destek rol değişimi BEST formu

3.5. Yanak Malzemesi Rol Değişiminde Ergonomik Risk Analizi Uygulaması

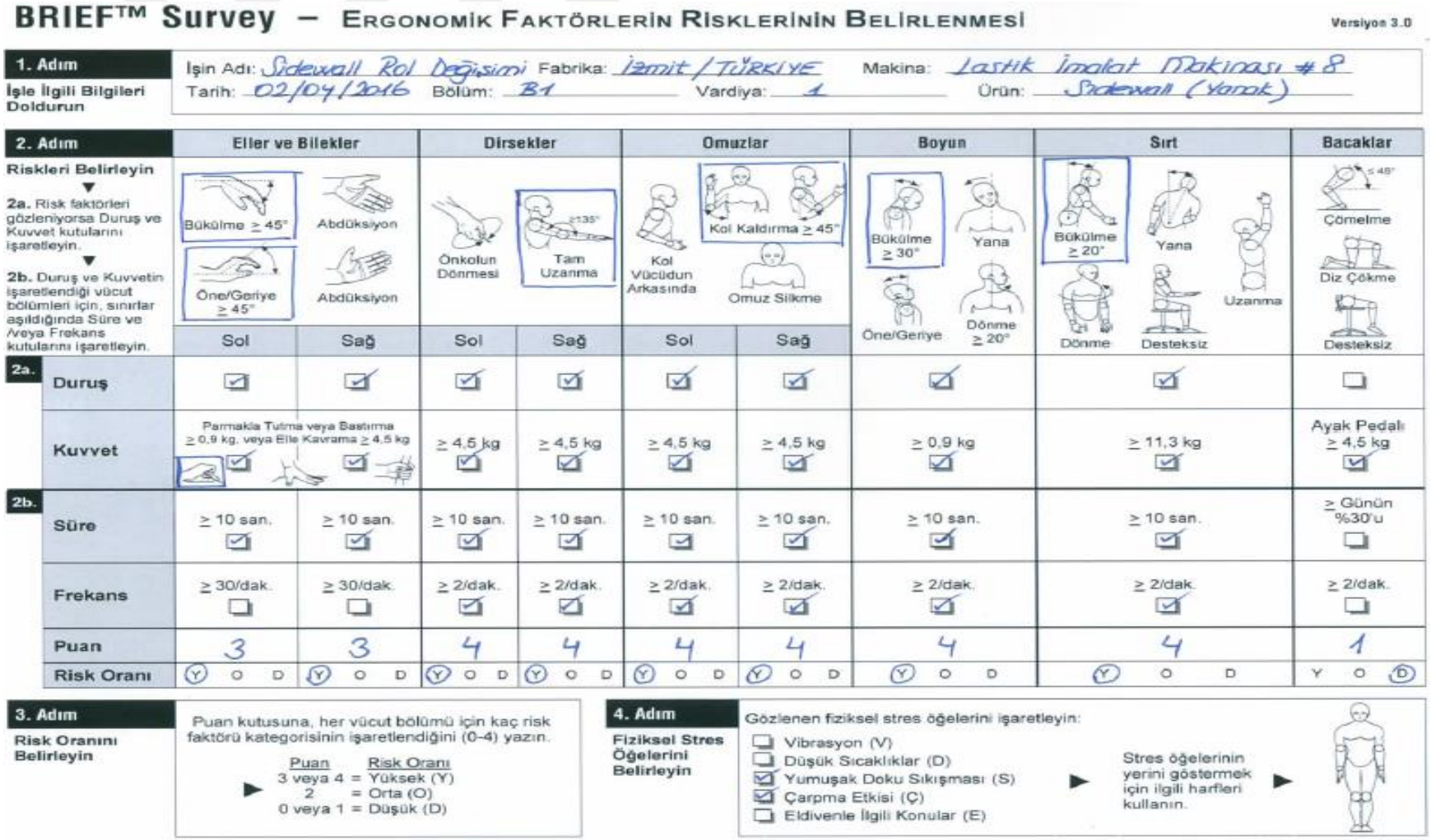
Lastik imalat makinelerinde çalışan servis operatörünün değiştirdiği malzemelerden bir tanesi de lastiğin yan yüzeylerini oluşturan yanak malzemesidir. Aynı operatörün çalıştığı farklı iş adımlarında maruz kaldığı ergonomik riskleri incelemek ve sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla yanak malzeme rolü değişim adımı da incelenmiş ve bu adımda da farklı ergonomik risk taşıyan duruş ve hareketlerle ve farklı fiziksel stres öğeleri ile karşılaşılmıştır.

Yanak malzemesi de büyük role sarılmaktadır ve bu roller makinadaki yanak rolü yükleme istasyonlarına takılmaktadır. Servis operatörü, lastik imalat makinesindeki yanak malzemesi rolünü değiştirmek için Şekil 3.16'daki gibi yaklaşık 190 kilogram olan yanak malzemesi rolünü, rol kama yatağına yerleştirebilmek için itmektedir. Bu iş adımı hem iş güvenliği açısından sıkışma, ezilme riski hem de ergonomik olmayan koşullar yaratmaktadır.



Şekil 3.16. Ergonomik iyileştirme öncesi yanak malzeme rolü değişimi

Ergonomik faktörlerin risklerini belirlemek için Şekil 3.17'deki BRIEF anket formu kullanılmıştır. Yapılan BRIEF incelemesindeki puanlar BEST maruziyet puanlama tekniği formuna aktarılarak da ergonomik risk puanı belirlenmiştir.



BRIEF™ Survey – Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi Versiyon 3.0

1. Adım — İşle İlgili Bilgileri Doldurun

İşin Adı: Sidewall Rol Değişimi Fabrika: İzmit / TÜRKİYE Makina: Lastik İmalat Makinası #8
Tarih: 02/04/2016 Bölüm: B1 Vardiya: 1 Ürün: Sidewall (Yanak)

2. Adım — Riskleri Belirleyin

2a. Risk faktörleri gözleniyorsa Duruş ve Kuvvet kutularını işaretleyin.

2b. Duruş ve Kuvvetin işaretlendiği vücut bölümleri için, sınırlar aşıldığında Süre ve /veya Frekans kutularını işaretleyin.

		Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
		Bükülme ≥ 45° / Öne/Geriye ≥ 45° / Abdüksiyon		Önkolun Dönmesi / Tam Uzanma (≥135°)		Kol Vücudun Arkasında / Kol Kaldırma ≥ 45° / Omuz Silme		Bükülme ≥ 30° / Yana / Öne/Geriye / Dönme ≥ 20°	Bükülme ≥ 20° / Yana / Uzanma / Dönme / Desteksiz	≤ 45° Çömelme / Diz Çökme / Desteksiz
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
2a.	Duruş	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☐
	Kuvvet	Parmakla Tutma veya Bastırma ≥ 0,9 kg. veya Elle Kavrama ≥ 4,5 kg ☑	☑	≥ 4,5 kg ☑	☑	≥ 4,5 kg ☑	☑	≥ 0,9 kg ☑	≥ 11,3 kg ☑	Ayak Pedalı ≥ 4,5 kg ☑
2b.	Süre	≥ 10 san. ☑	☑	≥ 10 san. ☑	☑	≥ 10 san. ☑	☑	≥ 10 san. ☑	≥ 10 san. ☑	≥ Günün %30'u ☐
	Frekans	≥ 30/dak. ☐	☐	≥ 2/dak. ☑	☑	≥ 2/dak. ☑	☑	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☑	≥ 2/dak. ☐
	Puan	3	3	4	4	4	4	4	4	1
	Risk Oranı	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	(Y) O D	Y O (D)

3. Adım — Risk Oranını Belirleyin

Puan kutusuna, her vücut bölümü için kaç risk faktörü kategorisinin işaretlendiğini (0-4) yazın.

Puan	Risk Oranı
3 veya 4	= Yüksek (Y)
2	= Orta (O)
0 veya 1	= Düşük (D)

4. Adım — Fiziksel Stres Öğelerini Belirleyin

Gözlenen fiziksel stres öğelerini işaretleyin:

- ☐ Vibrasyon (V)
- ☐ Düşük Sıcaklıklar (D)
- ☑ Yumuşak Doku Sıkışması (S)
- ☑ Çarpma Etkisi (Ç)
- ☐ Eldivenle İlgili Konular (E)

Stres öğelerinin yerini göstermek için ilgili harfleri kullanın.

Şekil 3.17. Ergonomik iyileştirme öncesi yanak malzeme rolü değişimi BRIEF formu

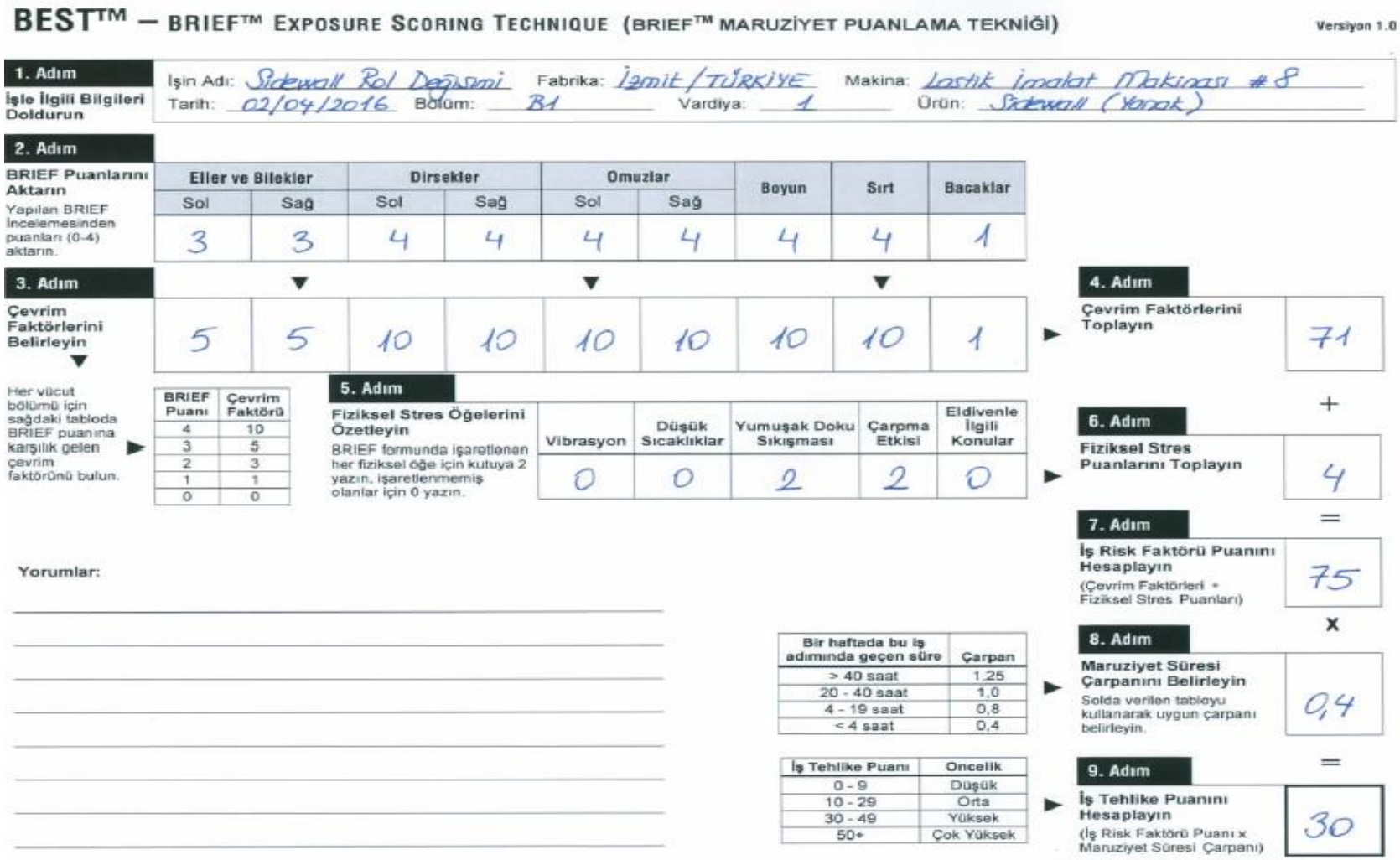
Şekil 3.19'daki BEST maruziyet puanlama tekniği formuna her vücut bölümü için aktarılan BRIEF puanlarına karşılık gelen çevrim faktörleri yazılarak toplanmış ve çevrim faktörü puanı 71, BRIEF formunda işaretlenen yumuşak doku sıkışması ve çarpma etkisi fiziksel stres öğeleri için bu öğelere karşılık gelen kutulara 2 yazılmış ve fiziksel stres puanı 4 olarak hesaplanmıştır.

İş risk faktörü puanını hesaplamak için çevrim faktörleri puanı ile fiziksel stres puanı toplanmış iş risk faktörü puanı 75 olarak hesaplanmıştır. Yanak malzemesi rol değişimi prosesi incelendiğinde bir haftada bu iş adımında geçen sürenin dört saatten az olduğu tespit edilmiş ve maruziyet süresi çarpanı 0,4 olarak belirlenmiştir. İş risk faktörü ve maruziyet süresi çarpanının çarpılması sonucunda bulunan 30 puan ile bu iş adımı yüksek ergonomik risk sınıfına girmektedir.

Ergonomik risk puanı hesaplandıktan sonra iyileştirme önerilerini verirken temel hedef, ergonomik risk taşıyan hareketleri ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle Şekil 3.4'teki ergonomik risk kartlarına bakılarak on adet riskli duruşun engellenmesine yönelik iyileştirmeler yapılmıştır. Yapılan iyileştirmelerden en önemlisi Şekil 3.18'de görülen yanak malzeme rolünün yükleme istasyonuna pnömatik sistem yerleştirilerek piston yardımı ile rolün kama yatağına yerleştirilmesi sağlanarak yanak malzeme rolünü itme işlemi elimine edilmiştir.



Şekil 3.18. Ergonomik iyileştirme sonrası yanak malzeme rolü değişimi



BEST™ — BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE (BRIEF™ MARUZİYET PUANLAMA TEKNİĞİ) Versiyon 1.0

1. Adım — İşle İlgili Bilgileri Doldurun

İşin Adı: Sidewall Rol Değişimi Fabrika: İzmit/TÜRKİYE Makina: Lastik İmalat Makinası #8
Tarih: 02/04/2016 Bölüm: B1 Vardiya: 1 Ürün: Sidewall (Yanak)

2. Adım — BRIEF Puanlarını Aktarın

Yapılan BRIEF İncelemesinden puanları (0-4) aktarın.

Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
3	3	4	4	4	4	4	4	1

3. Adım — Çevrim Faktörlerini Belirleyin

5	5	10	10	10	10	10	10	1

Her vücut bölümü için sağdaki tabloda BRIEF puanına karşılık gelen çevrim faktörünü bulun.

BRIEF Puanı	Çevrim Faktörü
4	10
3	5
2	3
1	1
0	0

4. Adım — Çevrim Faktörlerini Toplayın: 71

5. Adım — Fiziksel Stres Öğelerini Özetleyin

BRIEF formunda işaretlenen her fiziksel öğe için kutuya 2 yazın, işaretlenmemiş olanlar için 0 yazın.

Vibrasyon	Düşük Sıcaklıklar	Yumuşak Doku Sıkışması	Çarpma Etkisi	Eldivenle İlgili Konular
0	0	2	2	0

6. Adım — Fiziksel Stres Puanlarını Toplayın: 4

\+

7. Adım — İş Risk Faktörü Puanını Hesaplayın (Çevrim Faktörleri + Fiziksel Stres Puanları): 75

=

Yorumlar:

Bir haftada bu iş adımında geçen süre	Çarpan
> 40 saat	1,25
20 - 40 saat	1,0
4 - 19 saat	0,8
< 4 saat	0,4

8. Adım — Maruziyet Süresi Çarpanını Belirleyin

Solda verilen tabloyu kullanarak uygun çarpanı belirleyin: 0,4

x

İş Tehlike Puanı	Öncelik
0 - 9	Düşük
10 - 29	Orta
30 - 49	Yüksek
50+	Çok Yüksek

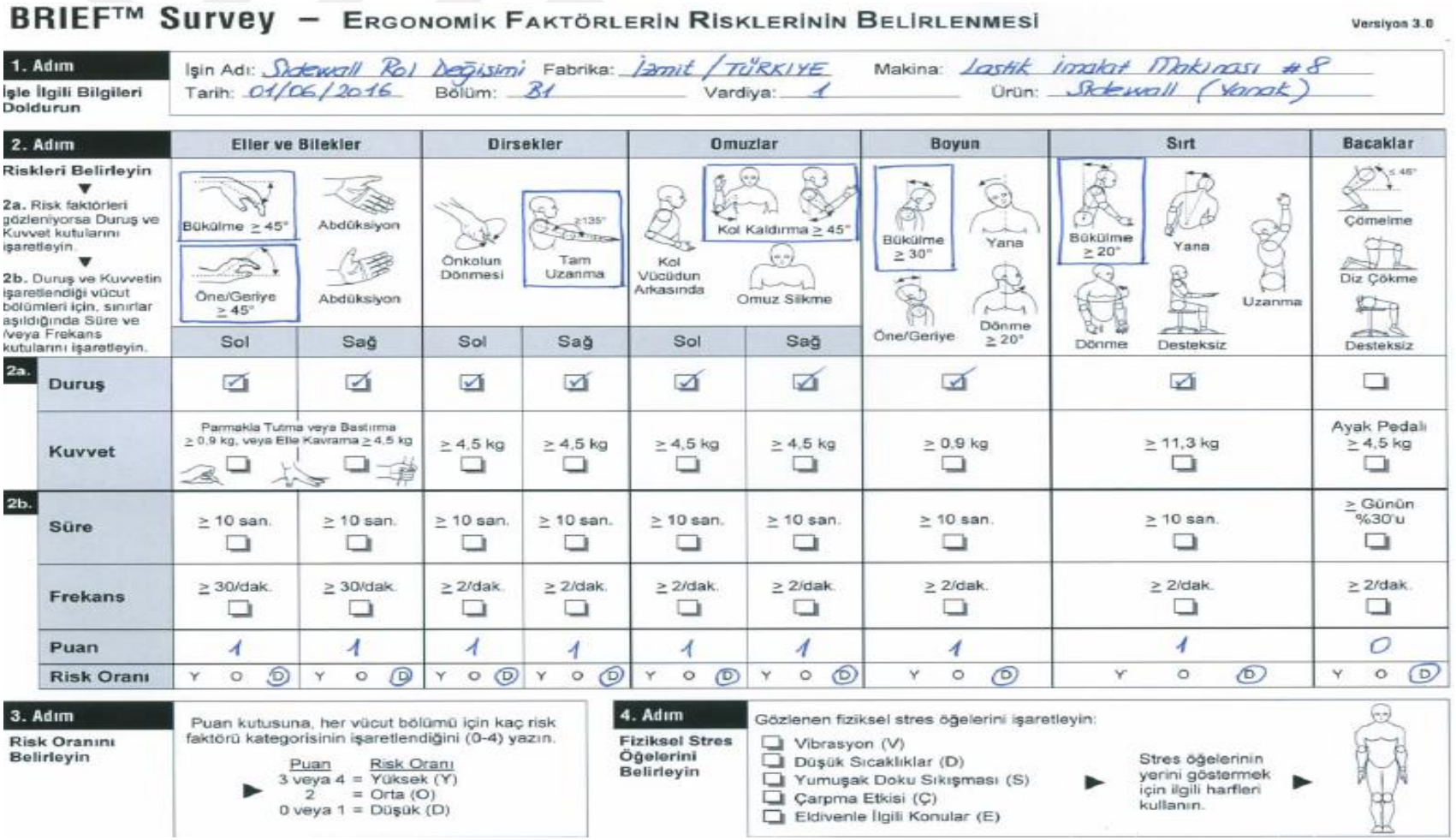
9. Adım — İş Tehlike Puanını Hesaplayın (İş Risk Faktörü Puanı x Maruziyet Süresi Çarpanı): 30

=

Şekil 3.19. Ergonomik iyileştirme öncesi yanak malzeme rolü değişimi BEST formu

Yapılan ergonomik risk analizi ve sonrasındaki iyileştirme çalışması sonucunda yanak malzeme rolü değişimi prosesinde ergonomik risk sınıfı 30 puan ile yüksek ergonomik risk sınıfına girmekte iken % 89,3'lük bir iyileşme ile iyileştirme çalışmalarından sonra Şekil 3.20'deki BRIEF anketi ve Şekil 3.21'deki BEST puanlamasında görüldüğü gibi 3,2 puan ile düşük ergonomik risk sınıfına düşürülmüştür. Yapılan iyileştirmelerden en önemlisi ise yanak malzeme rolünün yükleme istasyonuna pnömatik sistem yerleştirilerek piston yardımı ile rolün kama yatağına yerleştirilmesi sağlanarak yanak malzeme rolünü itme işlemi elimine edilmiştir.

Her ekip çalışmasının sonunda olduğu gibi bu çalışma sonunda da ekip üyelerinin ve makinada çalışan operatörler katıldığı değerlendirme toplantısında, iyileştirmelerin ve geliştirmelerin yerinde ve doğru kararlar olduğu ve uygulamada birçok fayda sağladığına karar verilmiştir. Ayrıca geliştirilen bu pnömatik sistemin diğer makinalardaki tüm malzeme yükleme istasyonlarına da koyulmasına oy birliği ile karar verilmiş ve uygulama için uzun dönemli planlama yapılmıştır. Bu sayede sadece bu iş adımında değil servis operatörünün gerçekleştirdiği diğer iş adımlarında da geliştirilme yapılması planlanmıştır.



BRIEF™ Survey – Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi Versiyon 3.0

1. Adım — İşle İlgili Bilgileri Doldurun

İşin Adı: Sidewall Rol Değişimi Fabrika: İzmit / TÜRKİYE Makina: Lastik imalat Makinası #8
Tarih: 01/06/2016 Bölüm: B1 Vardiya: 1 Ürün: Sidewall (Yanak)

2. Adım — Riskleri Belirleyin

2a. Risk faktörleri gözleniyorsa Duruş ve Kuvvet kutularını işaretleyin.

2b. Duruş ve Kuvvetin işaretlendiği vücut bölümleri için, sınırlar aşıldığında Süre ve /veya Frekans kutularını işaretleyin.

		Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
2a.	Duruş	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☐
	Kuvvet	Parmakla Tutma veya Bastırma ≥ 0,9 kg, veya Elle Kavrama ≥ 4,5 kg ☐	☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 4,5 kg ☐	≥ 0,9 kg ☐	≥ 11,3 kg ☐	Ayak Pedalı ≥ 4,5 kg ☐
2b.	Süre	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ 10 san. ☐	≥ Günün %30'u ☐
	Frekans	≥ 30/dak. ☐	≥ 30/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐	≥ 2/dak. ☐
	Puan	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Risk Oranı	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)	Y O (D)

3. Adım — Risk Oranını Belirleyin

Puan kutusuna, her vücut bölümü için kaç risk faktörü kategorisinin işaretlendiğini (0-4) yazın.

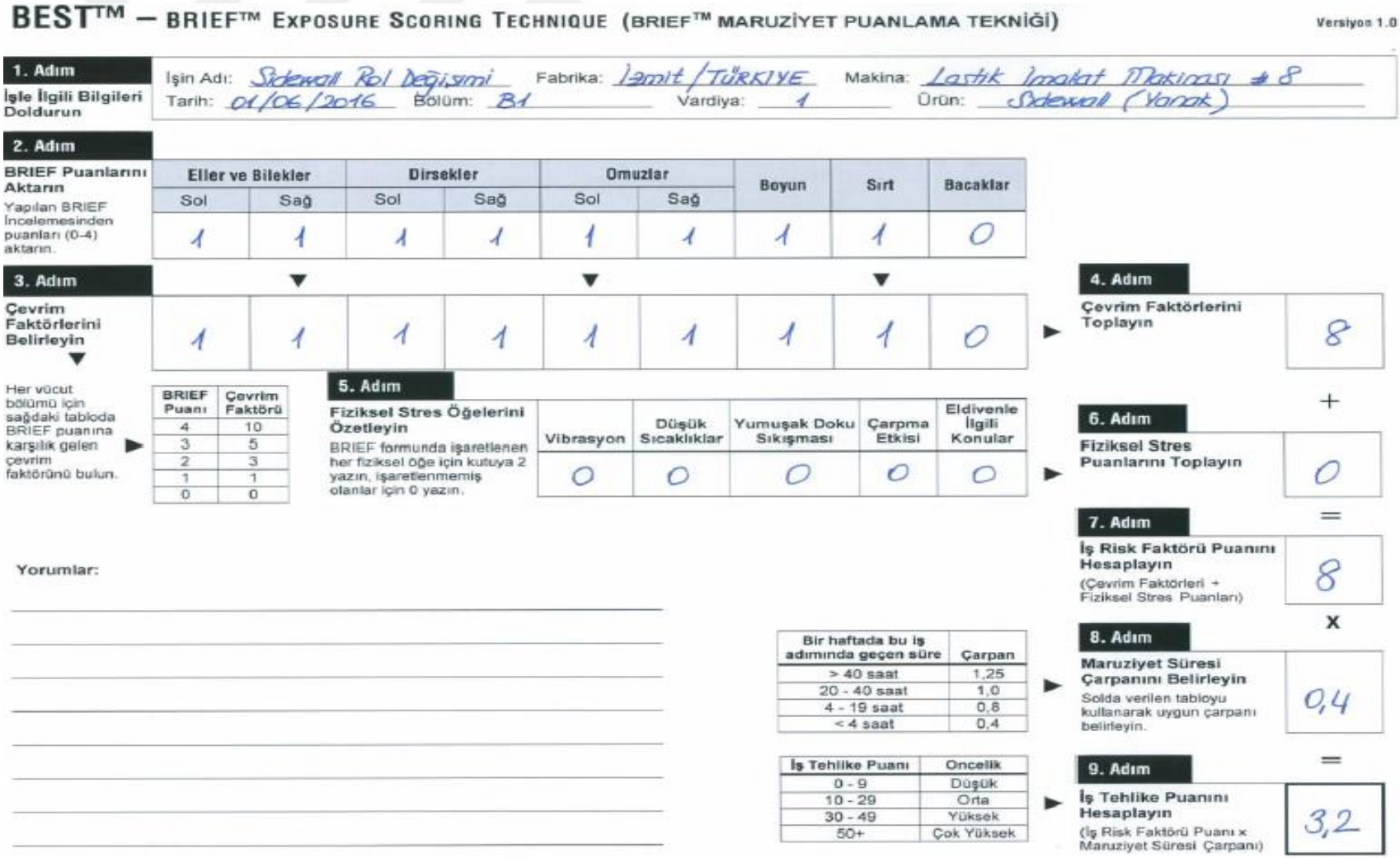
Puan	Risk Oranı
3 veya 4	= Yüksek (Y)
2	= Orta (O)
0 veya 1	= Düşük (D)

4. Adım — Fiziksel Stres Öğelerini Belirleyin

Gözlenen fiziksel stres öğelerini işaretleyin:
- ☐ Vibrasyon (V)
- ☐ Düşük Sıcaklıklar (D)
- ☐ Yumuşak Doku Sıkışması (S)
- ☐ Çarpma Etkisi (Ç)
- ☐ Eldivenle İlgili Konular (E)

Stres öğelerinin yerini göstermek için ilgili harfleri kullanın.

Şekil 3.20. Ergonomik iyileştirme sonrası yanak malzeme rolü değişimi BRIEF formu



BEST™ — BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE (BRIEF™ MARUZİYET PUANLAMA TEKNİĞİ) Versiyon 1.0

1. Adım — **İşle İlgili Bilgileri Doldurun**

İşin Adı: Sidewall Rol Değişimi Fabrika: İzmit/TÜRKİYE Makina: Lastik İmalat Makinası # 8
Tarih: 01/06/2016 Bölüm: B1 Vardiya: 1 Ürün: Sidewall (Yanak)

2. Adım — **BRIEF Puanlarını Aktarın**

Yapılan BRIEF İncelemesinden puanları (0-4) aktarın.

Eller ve Bilekler		Dirsekler		Omuzlar		Boyun	Sırt	Bacaklar
Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ			
1	1	1	1	1	1	1	1	0

3. Adım — **Çevrim Faktörlerini Belirleyin**

1	1	1	1	1	1	1	1	0

Her vücut bölümü için sağdaki tabloda BRIEF puanına karşılık gelen çevrim faktörünü bulun.

BRIEF Puanı	Çevrim Faktörü
4	10
3	5
2	3
1	1
0	0

4. Adım — **Çevrim Faktörlerini Toplayın** → 8

5. Adım — **Fiziksel Stres Öğelerini Özetleyin**

BRIEF formunda işaretlenen her fiziksel öğe için kutuya 2 yazın, işaretlenmemiş olanlar için 0 yazın.

Vibrasyon	Düşük Sıcaklıklar	Yumuşak Doku Sıkışması	Çarpma Etkisi	Eldivenle İlgili Konular
0	0	0	0	0

6. Adım — **Fiziksel Stres Puanlarını Toplayın** → 0

+

7. Adım — **İş Risk Faktörü Puanını Hesaplayın**

(Çevrim Faktörleri + Fiziksel Stres Puanları) → 8

=

x

Bir haftada bu iş adımında geçen süre	Çarpan
> 40 saat	1,25
20 - 40 saat	1,0
4 - 19 saat	0,8
< 4 saat	0,4

8. Adım — **Maruziyet Süresi Çarpanını Belirleyin**

Solda verilen tabloyu kullanarak uygun çarpanı belirleyin. → 0,4

=

İş Tehlike Puanı	Öncelik
0 - 9	Düşük
10 - 29	Orta
30 - 49	Yüksek
50+	Çok Yüksek

9. Adım — **İş Tehlike Puanını Hesaplayın**

(İş Risk Faktörü Puanı x Maruziyet Süresi Çarpanı) → 3,2

Yorumlar:

Şekil 3.21. Ergonomik iyileştirme sonrası yanak malzeme rolü değişimi BEST formu

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında, lastik imalatı yapan bir fabrikada, çalışanların iş güvenliğini, verimliliğini ve yaşam kalitesini iyileştirmek, iş yerinin ergonomik koşullarını hızlı ve basit bir şekilde geliştirmek için tüm vücut bölgelerini değerlendiren ve saha çalışmalarına uygun bir kombine yöntem olan "Ergonomik Faktörlerin Risklerinin Belirlenmesi - Maruziyet Puanlama Tekniği (BRIEF - BEST) kullanılarak ergonomi ekip çalışması gerçekleştirilmiştir.

Bu yöntem, gözleme dayalı yöntemlerden Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment-REBA), Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA) ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (Quick Exposure Check-QEC) yöntemlerinden faydalanarak oluşturulmuştur.

Çeşitli bölümlerden operatörlerin, teknisyenlerin ve mühendislerin katıldığı ergonomik risk analizi ekip çalışmasında, uygulama alanı olarak lastik imalat makinalarındaki malzeme değişim proseslerine odaklanılmıştır. Ergonomik risk analizi yapılarak mevcut durum değerlendirilmiş, proseste karşılaşılan ergonomik riskler belirlenmiş, bu riskler için analizler yapılmış ve birçok ergonomik iyileştirme ve geliştirme önerileri sunulmuştur. Bu önerilerin bir kısmı gerçekleştirilmiş, bir kısmı ise uzun vadede gerçekleştirilmek üzere uygulama planında yerini almıştır.

Ergonomik risk analizi ekip çalışması tamamlandığında, yapılan iyileştirmeler sonucunda hem topuk destek rolü değişimi prosesinde hem de yanak malzemesi rolü değişimi prosesinde ergonomik risk sınıfı 30 puan ile yüksek ergonomik risk sınıfına girmekte iken % 89,3'lük bir iyileşme ile iyileştirme çalışmalarından sonra 3,2 puan ile düşük sınıfına düşürülmüştür.

Ergonomik risk sınıfının düşürülmesinin yanı sıra topuk destek rolü değişimi prosesinde NIOSH kaldırma indeksi 1,8 iken yapılan iyileştirmelerden sonra kaldırma işlemi tamamen elimine edilerek sıfıra düşürülmüştür. Ayrıca topuk destek rolü değişimi prosesinde çalışma öncesi 140 saniye olan çevrim süresi de çalışmadan sonra

makinanın üst katına çıkma adımının elimine edilmesi ile 42 saniyeye düşürülerek bu proses adımında % 70'lik bir verimlilik artışı elde edilmiştir.

Yanak malzemesi rolü değişim istasyonundaki yapılan iyileştirmelerden en önemlisi ise, yanak malzeme rolünün yükleme istasyonuna pnömatik sistem yerleştirilerek piston yardımı ile rolün kama yatağına oturtulması sağlanarak yanak malzeme rolünü itme işlemi elimine edilmesidir. Özellikle bu iyileştirme ile operatörlerin memnuniyeti artmış ve çalışmalara katılımlarında da belirgin artış gözlemlenmiştir.

Her iki ergonomik risk analizi ekip çalışmasının bitiminde, ekip üyelerinin ve makinada çalışan operatörlerin birlikte katıldığı değerlendirme toplantılarında, iyileştirmelerin ve geliştirmelerin yerinde ve doğru kararlar olduğu ve uygulamada birçok fayda sağladığına karar verilmiştir. Ayrıca yanak malzemesi rol değişim istasyonunda geliştirilen pnömatik sistemin diğer makinalardaki tüm malzeme yükleme istasyonlarına da koyulmasına oy birliği ile karar verilmiş ve uygulama için uzun dönemli planlama yapılmıştır. Bu sayede sadece bu iş adımında değil servis operatörünün gerçekleştirdiği diğer iş adımlarında da geliştirilme yapılması planlanmıştır.

En önemli gelişme ise, tamamlanan çalışmalar sonrasında, operatörlerin ekiplere katılım istekliliğinin belirgin oranda artış göstermesidir. Operatörlerden gelen yeni iyileştirme önerileri, hem çalışanların ergonomik riskler konusunda farkındalıklarının arttığını hem de bu riskleri ortadan kaldırmak için bireysel olarak ne kadar çok katkı göstermek istediklerini açıkça gözler önüne sermektedir.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda, sahadaki düzeninin devamlılığının sağlanması ve disiplinli bir şekilde ergonomik risk analizi çalışmalarına devam edilmesi için çalışanlara eğitimler verilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Baykasoğlu A., Demirkol Akyol Ş., Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2014, **29**(4), 785-792.

[2] Colombini D., Occhipinti E., Grieco A., *Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and Exertions of Upper Limbs*, 1st ed., Elsevier, Oxford, 2002.

[3] http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.58a57fbf5576e5.12910224, (Ziyaret tarihi: 16 Şubat 2017).

[4] Erkan N., *Ergonomi: Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik için İnsan Faktörü Mühendisliği*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 2003.

[5] Babalık F. C., *Mühendisler İçin Ergonomi İşbilim*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2005.

[6] Atasoy Mert E., Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması, Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014.

[7] Önal B., Kas İskelet Sistemi Hastalıklarının Ülkemizdeki Durumu ve İlgili Yasal Düzenlemeler, *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 2007, **34**, 15-19.

[8] Akay D., Dağdeviren M., Kurt M., Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2003, **18**(3), 73-84.

[9] Ayan B., Montaj Hattında Ergonomik Risk Unsurlarının İncelenmesi: Otomotiv Sektörüne Yönelik Bir Uygulama, Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi, Ankara, 2015.

[10] Esen H., Fığlalı N., Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri ve Çalışma Duruşunun Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkileri, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2013, **17**(1), 41-51.

[11] Li G., Buckle P., Current Techniques for Assessing Physical Exposure to Work-Related Musculoskeletal Risks, with Emphasis on Posture-Based Methods, *Ergonomics*, 1999, **42**(5), 674-695.

[12] David G. C., Ergonomic Methods for Assessing Exposure to Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders, *Occupational Medicine*, 2005, **55**, 190-199.

[13] Kocabaş M., Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009, 238000.

[14] Hignett S., McAtamney L., Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Applied Ergonomics*, 2000, **31**, 201-205.

[15] Özcan E., Kesiktaş N., *Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Risk Değerlendirme Rehberi-Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi*, T.C. Çalişma ve Sosyal Güvenlik Bakanliği İş Sağliği ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2007.

[16] Özcan E., İş Yerinde Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) Yöntemi, *Mühendis ve Makina Dergisi*, 2011, **52**(616), 86-89.

[17] Özel E., Çetik O., Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar ve Bir Uygulama Örneği, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2010, **22**, 41-56.

[18] Goodyear Lastikleri T.A.Ş., Goodyear Markası, İstanbul, http://www.goodyear.eu/corporate/tr/our-company/at-a-glance.jsp, (Ziyaret tarihi: 01 Haziran 2016).

[19] Humantech, *Applied Industrial Ergonomics*, 4.2.1 version, Humantech Inc., U.S., 2007.

[20] Humantech, *Ergonomic Design Guidelines for Engineers*, 3.2.1 version, Humantech Inc., U.S., 2007.

[21] Coşkun M. B., Sarıoğlu H., Erginel N., İş İstasyonlarının Ergonomik Riskinin NIOSH Yöntemi ile Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 2015, **3**(3), 365-370.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

[1] **Erçelik Z.**, Pekey H., Maruziyet Puanlama Tekniği ile Çalışma Ortamındaki Ergonomik Risklerin Belirlenmesi, *İş Hijyeni Sempozyumu ve Çalıştayı*, Antalya, Türkiye, 23-25 Kasım 2016.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında İzmit'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmit'te tamamladı. 2001 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya – Metalurji Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden 2006 yılında Kimya Mühendisi olarak mezun oldu. 2007 – 2009 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2013 – 2017 yılları arasında da Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2006 yılında çalışmaya başladığı lastik fabrikasında sırasıyla Hamur Karıştırma Proses Mühendisi, Ekstrüzyon Proses Mühendisi, Çevre ve İş Güvenliği Koordinatörü ve Sürekli Gelişim Mühendisi görevlerini yaptıktan sonra Ekim 2015'ten bu yana Operasyonel Mükemmellik-Fabrika Optimizasyon Lideri olarak görev yapmaktadır.