

KABİN ÜRETİMİ YAPAN BİR İŞLETMENİN KAYNAK ATÖLYESİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Fatma AYDIN¹, Çağla ÇİDEM³, Emin KAHYA^{3*}

¹Endüstri Müh., e-posta : faatmaaydn.123@gmail.com, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0003-4374-0829>

²Endüstri Müh., e-posta: caglacidem@hotmail.com, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0003-1829-2825>

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Meşelik Yerleşkesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir
e-posta : ekahya@ogu.edu.tr, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-9763-2714>

KABİN ÜRETİMİ YAPAN BİR İŞLETMENİN KAYNAK ATÖLYESİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Anahtar Kelimeler	Öz
İş sağlığı ve güvenliği, Kaynak atölyesi, Kaynak gazı ve ışın, Risk değerlendirmesi, REBA	<i>Bu çalışmada, traktör kabini ve tarım makineleri üreten bir metal sanayi işletmesinin kaynaklar atölyesinde risk değerlendirmeleri ele alınmıştır. İşletmenin kaynaklar atölyesindeki tüm işlemler incelenerek, iki hatta, başta kaynak gazı ve ışın zararları olmak üzere iş kazası ve meslek hastalıklarına neden olan her tehlike için Fine-Kinney ve Matris Yöntemleri ile İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) risk ve REBA yöntemi ile de ergonomik risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Yüksek risk düzeyine sahip tezgahlarda riski azaltacak öneriler geliştirilmiştir. Işının diğer insanlara etkisini azaltmak için kaynak çevresindeki koruyucuların güçlendirilmesi veya değiştirilmesi önerilmiştir. Kaynak gazının atölye içine yayılmasını önlemek için, her tezgaha özgü aspiratör gücü tespit edilerek uygun davlumbaz tasarlanmıştır. Kaynak gazının işçiye olan direkt etkisini azaltmak için ekonomik ve pratik lokal havalandırma sistemi önerilmiştir. Dört işlem için REBA yöntemi ile ergonomik risk değerlemesi yapılmış, bir işlem için riski azaltacak özel bir mekanizma tasarlanmıştır. Yapılan çalışmalar ile, kaynaklar atölyesinde belirlenmiş tüm yüksek riskler kabul edilebilir seviyeye düşürülmüştür.</i>

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK ASSESSMENT IN WELDING WORKSHOP AT A CABIN MANUFACTURING COMPANY

Keywords	Abstract
Occupational health and safety, Welding workshop, Welding gas and ray, Risk assessment, REBA	<i>In this study, risk assessment is handled at the welding workshop of a metal industrial enterprise that produces tractor cabins and other parts of agricultural machinery. All operations in the welding work shop were examined and risk assessments were carried out with Matrix, Fine-Kinney and REBA Methods for every factor causing work accidents and occupational diseases, mainly welding gas and ray damage in two line. Improvement studies to reduce the risk at high level machines were conducted. It is proposed to strengten or replace protectors around the welding machine to reduce the effect of radiation on other people. In order to prevent spreading of the welding gas in the workshop, an aspirator power for each welding machine is determined and suitable extractor hoods were designed for the welding area. Economic and practical local ventilation system was proposed to reduce the direct effect of welding gas on worker and lessen the risk to acceptable level. Ergonomic risk assessments by using REBA method for four operations were studied and for one of them, a special mechanism was designed to reduce the risk. All the high risks identified in workshop have been reduced to acceptable levels.</i>

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi : 18.10.2018

Kabul Tarihi : 26.11.2018

Research Article

Submission Date : 18.10.2018

Accepted Date : 26.11.2018

* Sorumlu yazar; Tel : +0.222.239 37 50 / 3605

1. Giriş

Malzemeleri birbirine birleştirmek için kullanılan, metal veya termoplastik malzemeler üzerinde uygulanan işleme kaynak adı verilir. Bu işlem özellikle metal malzeme kullanarak üretim yapan işyerlerinde sıklıkla yapılmaktadır.

1800'lü yıllardan itibaren çalışanların imalat sırasında sağlığa zararlı birçok madde, toz, gürültü ve ışınlar maruz kaldıkları ve ilerleyen zamanlarda hastalandıkları saptanmıştır. Yapılan araştırmalarda iş kazalarının %2'sinin önüne geçilemeyen sebeplerden, % 20'sinin emniyetsiz durumlardan, % 78'inin kişilerin emniyetsiz davranışlarından kaynaklandığı belirlenmiştir (Kaymaz, 2014). 1900'lü yıllardan itibaren sanayileşme yolundaki tüm ülkeler, ortaya çıkan olumsuzlukların önüne geçebilmek için, çeşitli çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Yapılan çalışmaların başını iş sağlığı ve güvenliği konusu çekmiştir. Ülkemizde ise 2012 yılında yayınlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunuyla ayrıntılı ve sistematik bir yenilemeye gidilmiştir.

Kaynaklı imalat birleştirilecek metallerin eritilmesi ile yapılmaktadır. Hammaddenin birleştirmeye hazırlanması sırasında kaynak elektrotunda var olan ve sağlık için tehlike arz edebilecek maddeler (gaz ve duman) ortaya çıkarmaktadır.

Duman ve gazların miktarı ve bileşimi, kaynak yapılacak metalin bileşimine doldurulan malzemenin bileşimine, akım seviyesine ve ark süresine bağlıdır. Bu duman ve gazlara fazla miktarda maruz kalmak genelde mide bulantısı, baş ağrısı, baş dönmesi ve metal dumanı ateşi (metal fume fever) denen hastalığa neden olur. Zehirli maddelerin bulunması halinde çok ciddi başka etkiler de görülür (Tan, 2008).

Son yıllarda metal sektöründe kaynaklı imalat yöntemi yaygınlaşmaya başlamıştır. Kaynak işlemi esnasında sağlığa zararlı zehirli gazlar, duman ve partiküller oluşmaktadır. Kaynak işinde çalışanların bu tehlikelerle iç içe olması meslek hastalığı oluşma olasılığını arttırmaktadır. Ortaya çıkan hava kirleticilerine karşı yeteri miktarda önlem alınmadığı zaman, ortaya çıkacak olumsuzlukları telafi etmek çok zordur. Bu etkilerden ötürü çalışma alanlarından; kaynak işi ve uygulama koşulları düşünülerek hava arındırıcı sistemler yardımıyla, zararlı maddeler uzaklaştırılmalıdır (Yılmaz, 2015).

Çoğunlukla insan gücünün kullanılması istenen işlerde uygun olmayan çalışma pozisyonları, kas iskelet sistemi hastalıklarına neden olmakta ve ayrıca üretimde verimsizliğe yol açmaktadır. Ergonomi biliminin asıl amaçlarından biri maksimum performansa minimum insan gücü maliyetiyle ulaşmak olduğu düşünülürse, hem iş yeri hem de çalışan açısından önemli bir konu olan çalışma duruşlarının dikkatle gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi de ergonomi bilimi içerisinde önemli yer tutmaktadır (Akay vd., 2003).

Hignett ve McAtamney (2000)'in duruşları analiz etmek üzere geliştirdikleri REBA (Rapid Entire Body Assessment) yöntemi; çalışanın elle yaptığı taşıma, kaldırma işlemlerindeki riskleri ortaya çıkarmak ve hesaplamak için kullanışlı bir araçtır (Kocabaş, 2009). REBA metodu ile aktif hareketler ve sabit duruşlar analiz edilebilmektedir. Çalışanın faaliyette bulunduğu esnada çalışma pozisyonları analiz edilerek yaptığı meslek nedeniyle, kas ve iskelet rahatsızlıklarına sebep olabilecek duruşların saptanması ve önlem alınması için kullanılan gözleme dayalı bir yöntemdir.

Bu çalışmada, metal sanayide üretim yapan bir işletmede kaynaklı üretim hattındaki tehlikeler üç ana başlık altında incelenmiştir. Bunlar kaynak gazı, ışın ve fiziksel zorlanmadır. Çevreye yayılan gaz ile ortaya çıkan zararlı ışınlar için matris ve Fine-Kinney yöntemleriyle risk değerlendirmesi yapılmış, risk düzeylerini azaltmak için iyileştirme önerileri sunulmuştur. Çalışanların kaynak işini yaptıkları esnada duruşları incelenmiş, zorlanmaya neden olabilecek belirlenmiştir. Belirlenen problemlere yönelik olarak yapılan bu çalışmada, tüm vücudun kullanıldığı işlemlerde yaygın kullanım bulan REBA yöntemi ile çalışanlar için ergonomik riskler tespit edilerek azaltmak için öneriler geliştirilmiştir.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Kaynaklı imalat işlerinde iş sağlığı ve güvenliği konusunda oldukça az sayıda çalışma yapılmıştır. Kaymaz (2014), kaynak işlerinde olan iş kazalarına ve meslek hastalıklarına neden olan faktörleri incelemiş, kişisel koruyucu donanımının öneminden, seçiminden ve uygulanmasında bahsetmiştir. Cömert vd. (2014), kaynak işinde çalışanlarda Pnömoz gelişimini incelemiştir. Yılmaz (2015) kaynak işlerinde oluşan olumsuz faktörlerden biri olan duman araştırmış, etkileri ve yayılımları özel bir yazılım kullanarak analiz etmiştir. Ulucan (2016), içerisinde kaynak işlerinin de bulunduğu metal işleme işyerlerinde uygulanan İSG uygulamalarını geniş çaplı bir biçimde ele almış ve bu işyerlerinde uygulanan İSG uygulamalarını araştırmıştır. Eldem vd (2017), kaynak çalışanlarının kas-iskelet bozukluklarının önlenmesine yönelik bir bilgisayar destekli ergonomi uygulaması sunmuştur. Kaynak yapan bir işçinin çalışmaları sırasındaki çalışma duruşu belirlenmiş ve bu duruş şeklinin kas iskelet sistemi rahatsızlıkları üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. CATIA V5 programının ergonomik tasarım ve analiz modülü kullanılarak işçinin çalışma sırasındaki duruş ve hareketleri analiz edilmiş, analiz sonuçları incelenmiştir. Çalışmada RULA analizi ve biyomekanik eylem analizleri kullanılarak kaynak işçilerinin çalışma pozisyonlarının ergonomik analizleri yapılmıştır. Uygun olmayan duruş ve hareketler için değişiklikler yapılması önerilmiş ve bazı ergonomik iyileştirmeler önerilmiştir.

Ergonomik risk değerlendirmesi konusunda ulusal ve uluslararası oldukça fazla sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Ancak, metal işleme, özellikle kaynaklı imalat konusunda yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Son yıllarda, ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı bazı çalışmalar kısaca açıklanmıştır.

Kocabaş (2009), ağır ve tehlikeli işler olarak adlandırılan metal eşya imalatı, metalürji sanayi, yapı işleri ve taş işlerinde çalışanların çalışma anındaki duruşlarını OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) ve REBA yöntemleriyle incelemiştir. Sağıroğlu vd. (2015), bir kompresör fabrikasının üretim hattında bulunan 10 iş istasyonunda REBA yöntemi ile risk analizi yapmış ve elde edilen sonuçları doğrultusunda 2 istasyon için iyileştirme önerileri sunmuştur. Serratos-Perez vd. (2015) bir kam mili üretim fabrikasında, 35 işlemin risk analizini REBA yöntemi ile analiz etmişlerdir. 3 işlemin çok yüksek, 14 işlemin yüksek, 14 işlemin orta, 4 işlemin düşük risk seviyesinde olduğunu ve gövde, boyun, kol ve bilek uzuvlarında en fazla rahatsızlık meydana geldiğini tesbit etmişlerdir. Riski azaltmak için tezgahların yerleşiminde ve iş süreçlerinde geliştirmelerde bulunmuşlardır. Atıcı vd. (2015), kablo üretimi yapan bir işletmede çalışma duruşlarının analizi amacıyla REBA yöntemini kullanmışlar ve bu zorlanmaları azaltacak iyileştirme önerileri sunmuşlardır. Moradi vd. (2017), REBA metodu ve Nordic anketi kullanarak 99 otomobil tamircilerinin maruz kaldıkları ergonomik risklerin değerlendirmesini ele almışlardır. Sonuçlar, çalışanların, en fazla sırt (%62,6) ve bel (%64,6) bölgesinde ağrı yaşadıklarını göstermiştir. Ulutaş ve Gündüz (2017), kablo imalatı yapılan bir fabrikada KİSR ile ilişkili problemler tespit etmişlerdir. Belirlenen iki özel iş istasyonunda, QEC ve REBA yöntemleri uygulanmıştır. Bu analizlerin sonrasında, fiziksel risk etmenlerinin iyileştirilmesi için öneriler geliştirilmiştir. Gönen vd. (2017), bir transformatör imalatçısının montaj hattı çalışanlarının kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları; Cornell Üniversitesi Kas İskelet Sistemi Rahatsızlık Anketinden esinlenilerek oluşturulan bir anket, REBA ve OWAS yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, sırt, bel, ayaklar, boyun, sağ pazu ve omuzlar en riskli vücut bölümleri olarak belirlenmiş ve bu riskleri azaltmak üzere ayarlanabilir bir montaj sehпасı tasarımı önerilmiştir. REBA yönteminde, açılar, seçimlik hareketler kuvvet kullanımı, aktive yoğunluğu gözlemci tarafından sübjektif belirlenir. Erginel ve Toptancı (2019), sezgisel bulanık REBA yöntemi geliştirilerek, bir metal sanayinde çalışma duruşlarının analizde kullanmışlar, riski azaltmak için ergonomik iyileştirmeler önermişlerdir.

3. Kaynaklarda İSG

3.1. Sağlığa Etkiler

Kaynak, ısı ve/veya basınç yardımıyla malzemelerin kaynak bölgesinde ilave malzeme kullanılarak veya kullanılmadan birleştirilmesi işlemidir. Ülkemizde imalat sektöründe yararlanılan kaynak işinin birçok türü bulunmaktadır, çoğunlukla ark kaynağı yöntemleri kullanılmaktadır.

Kaynak tezgahlarında;

- Kaynak gazı (dumanı)
- Işımlar
- Gürültü

sağlığı etkileyen en önemli tehlikelerdir.

Duman ve Gaz: Kaynak ve kesme işlemi esnasında oluşan kaynak arkı ile işlem gören parçalar yüksek sıcaklıkta buharlaşır. Oluşan buhar ortamdaki hava ile temas ederek oksitlenir. Daha sonrasında ise oksitlenen buhar yoğunlaşarak metal oksit dumanlarına çevrilir.

Kaynak dumanının bulundurduğu katı partiküller, elektrod, kaynak işleminin gerektirdiği maddeler ile kaynak yapılan malzeme üzerinde bulunan boya galvaniz vb kaplamalarda bulunan parçacıklardır. Tozlar ve partiküllerin büyük çoğunluğu çökerek kaynak yerinde ve kaynak ekipmanları üzerinde birikirken, metal oksit dumanları uzun süre boyunca havada asılı kalmakta, hava sirkülasyonları ile ortama yayılmaktadır.

Kaynaklı imalat atölyelerinde üretim süreci gereği oluşan ve çalışma ortamına yayılan gaz, toz ve dumanlar vücuda solunum yolu ile girerler (Tan, 2008). Kaynak dumanı aynı zamanda gözleri, koku alma gücünü, göğsü ve solunumla ilgili organları tahriş ederek; öksürüğe, hırıltılı solunuma, nefes daralmasına, bronşite, akciğerde su toplanmasına ve zatürreye (akciğerin iltihaplanmasına) neden olabilmektedir (Yılmaz, 2015).

Işın: Kesme ve kaynak işlerinde oluşan ısı ve ark enerjisinin % 15'i ışın demetidir. Bu demetlerin % 60'ı kızılötesi, % 10'u ise morötesi ışımlardır (Ayan, 2017). Ortay çıkan ışınların her birinin, dalga boyları farklı olduğundan, çalışanlar üzerinde etkisi değişik sağlık sorunlarına neden olmaktadır.

Kaynak ve kesme işlemlerinde ortaya çıkan ışınlardan çalışanların en çok etkilenen organı gözleridir. İkincisi ise, çalışanın cildidir (Tan, 2008).

Gürültü: Kaynak işlerinde ortalama olarak 85–105 dB (A) düzeyinde gürültü oluşmaktadır (Kaymaz, 2014; Ayan, 2017). Özel olarak ark kaynağında ve metal gaz kaynağında 120 dB(A)'ya kadar yükselen şiddette, kısa süreli (kaynakçı tarafından algılanmaz) gürültü pikleri oluşmaktadır.

3.2. Güvenlik Önlemleri

Kaynak işleminin yapıldığı ortamlarda rastlanan sağlık ve emniyet problemleri dikkate alınarak uygulanması gereken önlemler alt başlıklarda açıklanmıştır.

Dumana Karşı Alınacak Önlemler : En önemli risk gruplarından biri olan hava kirleticilerinin (toz, duman, gaz ve buhar) negatif tesirlerinin önüne geçmek için bunların ortama yayılımını engellemek gerekir. Bunu engellemek için de genel ve lokal havalandırma kullanılır. Hangisini tercih edileceği, işin niteliğine, işyerinin özelliğine ve ekipmanların yapısına bağlıdır. Havalandırma sistemi, oluşan kirleticilerin çalışma ortamına yayılımını engellemeli, çalışma ortamındaki miktarı eşik değerin altına düşürmelidir.

Genel Havalandırma: Kaynak çalışması esnasında temiz hava akımı çalışma ortamına yayılarak kirli hava yoğunluğunun azalması ve ters yönde emme ağızlarından çekilerek ortam dışına atılması esasına dayanır. Bu şekilde çalışma ile kanunlar nezdinde izin verilen alt seviye düşürülmesi kuralına uyulmaktadır (Ayan, 2017). Bu yöntemle 50 m³/saat hava değişimi öngörülmektedir.

Yüksek tavan yardımıyla doğal hava sirkülasyonlarına sahip olan, büyük yüz ölçümlü çalışma ortamlarında genel havalandırma gaz ve dumanın etkilerini kabul edilebilir düzeye indirebilir. Çalışma ortamı havasında kabul edilebilir metal oksit dumanı 2 mg/m³dür. Bu ölçüm değeri sağlanamıyor (daha yüksek çıkıyor) ise yeterli ölçüyü sağlayacak bir havalandırma sistemi daha kurulmalıdır.

Lokal Havalandırma: Çalışma ortamında genel havalandırmanın yeterli olmadığı koşullarda kaynak operatörünün çalıştığı ortam havasını iyileştirmek için yerel (lokal) havalandırma uygulanır. Lokal emme sisteminin ağız, kaynağın yapıldığı noktaya mümkün olduğunca yakın tutulur.

İşına karşı önlemler : Işının kaynağı ile çalışan arasındaki mesafe olabildiğince arttırılmalı, radyasyonu engelleyici paneller kullanılmalıdır. Zararlı ışınları diğer insanlardan korunmak için kaynak bölgesinin etrafı ışın geçirmez pano veya perdelerle kapatılmalıdır.

4. ISG Risk Değerlendirme

4.1. Risk Değerlendirmesinin Amacı

İş sağlığı, çalışanın, çalışma şartları, çalışma ortamında kullandığı araç ve gereçlerden ortaya çıkabilecek tehlikelerin ortadan kaldırıldığı veya bu tehlikelerin en alt düzeye indirildiği bir iş ortamında çalışmayı anlatır. İş güvenliği ise çalışma esnasında işçinin karşısına çıkan tehlikelerin yok edilmesi veya azaltılması hususunda, işverene getirilen yükümlere ilişkin teknik kuralların tümünü ifade etmektedir. 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı kanun ve

buna bağlı olarak çıkarılan yönetmelikler ile kamu ve özel tüm işyerlerinde risk değerlendirmesi yapılarak, muhtemel tehlike ve risklerin önüne geçilmesi amaçlanmıştır (Akpınar vd., 2014).

Risk değerlendirmesi, işyerinde mevcut tehlikelerin tespiti, bunların riske dönüşmesine neden olan faktörler ile risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin alınması amacıyla yapılması gerekli çalışmalardandır.

4.2. Risk Değerlendirme Yöntemleri

Çok miktarda risk değerlendirme metodu bulunmakta olup bu metodlar işyerinin yapısı ve fiziksel büyüklüğü ile ilgili olarak farklı nitelikler taşır. En çok uygulanan yöntemler;

- ❖ Kontrol Listesi Yöntemi
- ❖ Matris Yöntemi
- ❖ Fine-Kinney Yöntemi
- ❖ Hata Türleri ve Etki Analizi

olarak sayılabilir.

Kontrol Listesi Yöntemi : Risk değerlendirmesi yöntemleri içinde en önce uygulanan basit bir yaklaşımdır. Analizler yapılırken Matris metodu (3x3, 5x5 matrisler, L tipi matris) ile birlikte de kullanılabilir.

L Matris Yöntemi : Matris (L-Tipi Matris) risk analizi yöntemi, iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan sistematik yöntemlerden biridir. Bir riskin gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkaracağı şiddet derecesi gibi iki faktör değerlendirilerek bir risk ölçüm değeri elde edilir (Tablo 1) (Kahya ve Özkar, 2018).

Tablo 1. Matris Yöntemi Skora Göre Risk Seviyesi

Skor	Risk Seviyesi
1	Anlamsız
2-6	Düşük Risk (Tolere edilebilir)
8-10, 12	Orta dereceli risk
15,16, 20	Yüksek dereceli risk
25	Kabul edilemez

Fine-Kinney Yöntemi: İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan sistematik yöntemlerden biridir. Yöntemi ilk olarak Fine 1971 yılında önermiştir. Ardından 1976 yılında Kinney ve Wiruth tarafından yeniden ele alınarak daha ayrıntılı bir risk analizi yöntemi haline getirilmiştir. İşyeri istatistiklerinin kullanımına imkân sağlayan ve kullanımı kolay olan bir metottur. Üç bileşeni vardır. Bunlar,

- ❖ İhtimal (zarar ya da hasarın zaman içinde gerçekleşme ihtimali),

- ❖ Frekans (tehlikeye maruz kalma sıklığı) ve
- ❖ Şiddettir (tehlikenin gerçekleşmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşturacağı zarar ya da hasarın şiddeti).

Dolayısıyla risk değeri bu üç bileşenin çarpımı olarak hesaplanır (Kahya ve Özkar, 2018). Risk değerine bağlı olarak, Tablo 2’de verilen eylemler önerilir.

Tablo 2. Risk Düzeyine Göre Karar ve Eylem

Risk Değeri	Risk Seviyesi	Eylem
R<20	Kabul Edilebilir Risk	Acil tedbir gerekemeyebilir
20<R< 70	Kesin Risk	Eylem planına alınmalı
70 <R<200	Önemli Risk	Dikkatle izlenmeli ve yıllık eylem planına alınarak giderilmeli
200 <R< 400	Yüksek Risk	Kısa vadeli eylem planına alınarak giderilmeli
R>400	Çok Yüksek Risk	Çalışmaya ara verilerek derhal tedbir alınmalı

Hata Türleri ve Etki Analizi (FMEA) : Üretim sürecinde risklerin azaltılması ile kalitesiz üretimin önlenmesi amacına yöneliktir. Bu analiz, sistem ve donatım hatalarının etkilerinin belirlenmesi için güvenilir bir değerlendirme tekniği olarak kullanılmıştır.

5. Ergonomik Risk Değerlendirme

Çalışma esnasında uygun olmayan duruşlar ve tekrarlayan hareketler zorlanmalara ve hatta KİSR (Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları) neden olmaktadır. Uygun olmayan çalışma duruşlarının iyileştirilmesi, zorlanmaların azaltılması çalışanın sağlığı ve aynı zamanda iş performansı açısından oldukça önemlidir. KİSR riskini değerlendirmek için kullanılan yöntemler;

- ❖ Kişisel anket yöntemleri,
- ❖ Sistematik gözlemlere dayalı yöntemler ve
- ❖ Direkt ölçüm yöntemleri

olarak sınıflandırılabilir (Özel ve Çetlik, 2010; Mert, 2014).

Kişisel Anket Yöntemleri: KİSR riskinin değerlendirilmesi için kullanılan öznel anketler ve kontrol listeleridir. En yaygın kullanılanı Cornell KİSR Anketi (Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire)’dir. Bu yöntemlerin en büyük üstünlüğü, maliyetinin düşük olması, etkili yöntemler olması ve büyük çaplı örneklerle uygulanabilmesidir (Koç ve Testik, 2016).

Sistemik Gözlemlere Dayalı Yöntemler: KİSR riskinin nicel olarak değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılan yöntemler de basit gözleme dayalı yöntemler ve gelişmiş gözleme dayalı yöntemler olarak ikiye ayrılabilir:

- a) Basit gözleme dayalı yöntemler; NIOSH, BAUA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin), RULA (Rapid Upper Limb Assessment), OCRA (Occupational Repetitive Actions Index), QEC(Quick Exposure Check), REBA, OWAS, ROSA (Rapid Office Strain Assessment)
- b) Gelişmiş gözleme dayalı yöntemler; ErgoMan, 3DSSPP, Jack, RAMSIS Model, AnyBody Modelleme Sistemi

sayılabilir. Gözlemsel metotlar, uygulayıcılar tarafından hala en çok kullanılan yöntemdir (Koç ve Testik, 2016).

Direkt ölçüm yöntemleri: İnsan hareketlerini ve duruşlarının analizi için direkt ölçümlerde elektromiyografi (EMG), açölçer, biyomekanik analiz araçları (LMM, CUELA) ve optik araçlar kullanılmaktadır.

Bu çalışmada nöroloji yoğun bakım ünitesinde görev yapan hemşirelerin; gün içerisinde maruz kaldıkları çalışma duruşları incelenmiş ve duruşların ergonomik risk analizinde REBA yöntemi kullanılmıştır.

REBA Yöntemi

REBA yöntemi, dinamik ve statik duruşlarda söz konusu olan yüklenmeyi, insan-yük etkileşimini göz önüne alarak işgörenin tüm vücudunun duruşsal riskini değerlendirir. Yöntem, RULA yönteminden türetilmiştir. Ancak REBA yöntemi tüm vücudu göz önüne alır ve dolayısıyla sırt, bacaklar ve dizleri de değerlendirir (Esen ve Fığlalı, 2013). Bu yüzden çalışmada risk seviyelerinin REBA yöntemi ile tespit edilmesine karar verilmiştir.

REBA işle ilgili kas iskelet bozuklukları risk durumunu ergonomi veya pahalı ekipmana ileri derecede ihtiyaç duymadan kolay değerlendirmek için Hignett ve McAtamney (2000) tarafından bir araç olarak önerilmiştir (Sağiroğlu vd., 2015).

REBA yöntemi bir çalışma duruşu esnasında gövdede, boyunda, bacaklarda, üst kollarda, alt kollarda ve bileklerde ortaya çıkan esneme ve bükülme ve bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklerle ilgili olarak 1 ile 15 arasında değişen bir skor belirlenmektedir.

REBA yönteminin uygulanmasında ilk olarak gövde, boyun ve bacakların duruşu açısal olarak gözlemlenir ve puanlanır. Yönteme ait A tablosundan gövde, boyun ve bacakların duruş puanları ile bir skor elde edilir. Bu skora duruş sırasında uygulanan kuvvet veya taşınan yüke ilişkin puan eklenir. Böylece A skoru elde edilmiş olmaktadır

Diğer yandan üst kol, alt kol ve bileklerin duruşu analiz edilir ve puanlanır. A skoru ile benzer şekilde B tablosundan üst kol, alt kol ve bileklerin duruş puanları ile bir puan elde edilir ve bu puana

kavramaya ilişkin puan eklenir, böylece B skoru hesaplanmaktadır.

A ve B skorları kullanılarak C tablosundan elde edilen değere, son olarak aktivite skoru eklenerek duruşun REBA skoru elde edilmektedir.

Hesaplanan REBA skoru ile ele alınan çalışma duruşunun risk seviyesi ihmal edilebilir, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek risk olmak üzere derecelendirilmektedir. Risk seviyeleri ve her seviyeye göre alınması gereken önlem dereceleri Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3. REBA Risk Dereceleri

Skor	Risk Seviyesi	Önlem
1	İhmal edilebilir	Gerekli değil
2-3	Düşük	Gerekli olabilir
4-7	Orta	Gerekli
8-10	Yüksek	Kısa zamanda gerekli
11-15	Çok yüksek	Hemen gerekli

6. Uygulama

6.1. Üretim Süreci

Uygulamanın yapıldığı işletme, 1997 yılında Eskişehir’de kurulmuştur. Makine imalatı sektöründe faaliyet göstermektedir. Üretimi yapılan ana ürünler tarım makine parçaları, traktör kabinleri, demir-çelik iskeleler ve araç aksamıdır.

İşletmede 23’ü beyaz yaka, 249’u mavi yaka olmak üzere 272 kişi çalışmaktadır. İşletme yurtiçindeki müşterileri için traktör kabini, yurtdışındaki müşterileri için ise tarım makine parçaları üretmektedir.

Üretime; hammaddelerin kesimhanede giyotin makasla belirtilen ölçülerde kesilmesiyle başlanır. Kesimi yapılan sac levhalar forkliftler yardımı ile talaş kaldırma bölümüne taşınır. Burada ürünün tasarımına göre levhalarda delik ve diş açılıp levha tornalanır. Ayrıca bu levhaların abkant tezgahlarında büküm işlemleri de yapılır. Yarı mamül haline gelen hammaddeler forkliftler yardımı ile montaj işlemlerinin yapıldığı kaynaklı imalat atölyesine taşınır.

Atölyede iki tip kaynak kullanılmaktadır. Bunlar gaz altı kaynak ve robotik kaynaktır. Kaynağı yapılan ürünler zımpara paket atölyesine gönderilir. Bu atölyede kaynak sırasında oluşan çapaklar zımparalanır. Kalite kontrolde kontrol edildikten sonra paketlenip müşteriye sevk edilir.

6.2. Risk Değerlendirmeleri

Bu çalışmada, işletmedeki kaynaklı imalat atölyesinde sac kabin ve klasik kabin üretim hatlarındaki kaynak

işlemi için risk analizi ve iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.

6.2.1. Sac Kabin Üretim Hattında Risk Değerlemesi

İşletmedeki sac kabin üretim tezgahlarından hazırlıkları yapılmış levhalar kalıplara yerleştirildikten sonra gaz altı kaynağıyla birleştirme işlemleri yapılmaktadır.

Bu işlem sırasında metal levhalardan çevreye çapaklar ve cürufur yayılmaktadır. Çalışanın iş sağlığı ve güvenliği gereği bu tehlikeden korunması için kişisel koruyucu ekipmanların yeterli olması gerekir.

Çamurluk kaynağı işlemindeki (Şekil 1.a) tehlike için Fine-Kinney Metodu ile risk değerlendirme yapılmıştır. Analiz sonucunda:

- Tehlikenin gerçekleşme olasılığı oldukça mümkün (Olasılık=6),
- Tehlikeden etkileneceği düşünülen kişilerin zaman içinde tehlikeye maruz kalma sayısı günde bir veya birkaç defa (Frekans=6),
- Tehlike gerçekleştiği takdirde çalışanın etkilene derecesi küçük hasar ve ilk yardım (Şiddet=3)

olarak değerlendirilerek risk skoru 108 (Önemli Risk) hesaplanmıştır. Bu skor önemli risk yani uzun dönemde iyileştirilmelidir (yıl içerisinde) anlamına gelmektedir.



a. İşlem

Gövde	Boyun	Bacak	Taşınan Yük	A Skoru
3	2	1	0	6
Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutma Faktörü	B Skoru
1	2	2	0	4
C Skoru	+	Aktive Yoğunluğu	=	REBA Skoru
10		0		10

b. REBA Skoru

Şekil 1. Çamurluk Kaynağı

Tezgah için alınan önlemler ilk olarak çalışanlara gözlük/maske temin edilmesi ve ardından iş güvenliği eğitimlerinin verilmesidir. Önlemler sonucunda;

- Tehlikenin gerçekleşme olasılığı, koruyucu kullanımı sonucu, mümkün (3),
- Tehlikeden etkileneyeceği düşünülen kişilerin zaman içinde tehlikeye maruz kalma sayısı günde bir veya birkaç defa (6),
- Tehlike gerçekleştiği takdirde çalışanın etkilenme derecesi ramak kala (1)

olarak değerlendirilerek risk skoru 18 (Kabul Edilebilir Risk)'e düşebileceği beklenmektedir.

REBA yöntemiyle ergonomik risk değerlendirmesi sonucunda, REBA skoru 10 (**yüksek** risk seviyesi) sahip olduğu görülmüştür (Şekil 1.b). Tezgahta kısa zaman içinde iyileştirme yapılmalıdır.

Kaynak işi yapılırken gerek kaynak makinasından gerek metalin erimesiyle ortaya çıkan kaynak gazlarının ve dumanın azami değerlerin üzerinde olması zehirlenme riskini ortaya çıkarmaktadır. Karşılaştırma sonucunda ölçüm değerlerinin yüksek çıkmasının asıl nedeni ise havalandırmanın yetersiz kalmasıdır.

İç taraf kaynağı (Şekil-2.a), kaynak gazı ve dumanı tehlikesi üzerine matris yöntemini kullanarak risk değerlendirmesi yapılmıştır.



a. İşlem

Gövde	Boyun	Bacak	Taşınan Yük	A Skoru
3	2	3	0	8
Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutma Faktörü	B Skoru
2	2	1	0	5
C Skoru	+	Aktive Yoğunluğu	=	REBA Skoru
13		1		14

b. REBA Skoru

Şekil 2. İç Taraf Kaynağı

Değerlendirme sonucunda;

- ❖ Riskin gerçekleşme ihtimalinin her gün olacağı (5),
- ❖ Riskin gerçekleşmesi sonucunda çalışanın aldığı zararın ciddiyet derecesi ilk yardım gerektiren (2),

olarak belirlenerek risk skoru 10 (Orta Dereceli Risk) hesaplanmıştır. Bu skor kısa sürede önlem alınması gereken risk (dikkate değer risk) anlamına gelmektedir. Bu işlemin REBA skoru ise 14 elde edilmiştir (Şekil-2.b).

Riski azaltmak için önlemlerden ilki motor gücü 3-4 kW (yaklaşık 1400 devir), hava emiş gücü en az 890 devir ve hava debisi 1000 devir olan havalandırma / aspiratör sistemi yerleştirilmesidir. Aspiratör sisteminin ulaşamayacağı tezgahlar için ise yine yakın güce sahip kaynak mobil filtreleri yerleştirilmesi öngörülmüştür (Şekil 3.a). Alınacak bir diğer önlem ise işletmenin duvara yakın olan tezgahlar için akrobat kolların kullanılacağı havalandırma sistemi kurmaktır (Şekil 3.b).



a. İki Kollu Duman Filtresi



b. Akrobat Kollar ve Filtrasyon Ünitesi

Şekil 3. Kollar ve Taraf Kaynağı için Filtrasyon

6.2.2. Klasik Kabin Üretim Hattında Risk Değerlemesi

İşletmedeki klasik kabin üretim hattında ön hazırlıkları yapılmış yarı mamüllerin kalıplara yerleştirildikten sonra MIG-MAG kaynağı ve robotik kaynakla kaynakları yapılmaktadır (Şekil-4).



Şekil 4. Klasik Kabin Kaynak Hattı

Kaynak sırasında yoğun ark ışımada oluşan kızılötesi - IR ve Morötesi - UV ışınları ortaya çıkmaktadır. Kaynak ve kesme işlemlerinde ortaya çıkan ışıklardan çalışanların en çok gözleri ve cildi etkilenmektedir.

Klasik kabin üretim hattındaki kaynak ışını tehlikesi üzerine matris yöntemini kullanarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda;

- ❖ Riskin gerçekleşme ihtimalinin her gün olacağı (5),
- ❖ Riskin gerçekleşmesi sonucunda çalışanın aldığı zararın ciddiyet derecesi en az üç gün istirahat gerektiren yaralanma (3)

olarak belirlenerek İSG risk skoru 15 (Yüksek Dereceli Risk) olarak hesaplanmıştır. Bu risk değerinin derhal önlem alınması gereken risk olduğu anlamına gelmektedir.

İyileştirme çalışmaları;

- Atölye için perde sistemi,
- Çalışanlar için kişisel koruyucu ekipmanlarının temin edilmesidir.

Tezgahlar çevresine sıkıştırılmış PVC'den yapılan perde sistemi kurulmalıdır. Bu sistem kaynak paravanları ile sağlanacak olup paravanlar galvanizli borudan imal edilmiş, çok hafif bir ağırlığa sahip ve elle kolayca hareket ettirilip taşınabilir. Kaynak yapılan hattın uzunluğu 75 m'dir. Eni 5 metre ve boyu 1.7 m olan perde sistemi gereklidir. Baş ve son kısımlarına 5 metre uzunluğunda olan bu paravanlardan 45 adet gerekmektedir. Kaynak atölyesinin, özellikle kaynak yapılan yerler

yakınlarındaki kapı ve pencereleri yanmaz malzemedен (demir vb.) yapılmalıdır (Şekil-5).



Şekil 5. Önerilen Perde Sistemi

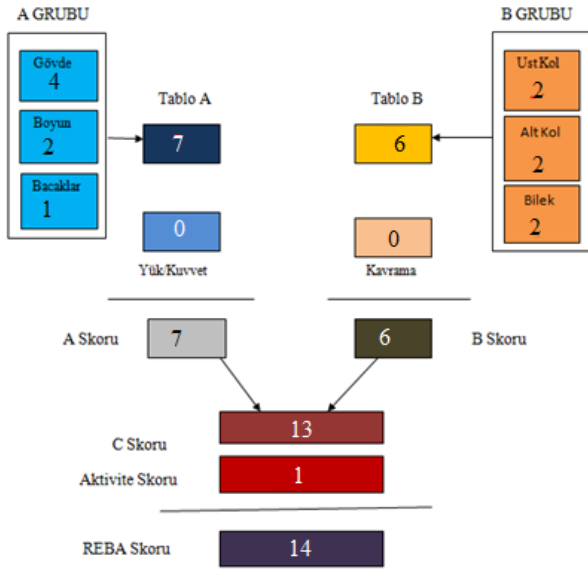
Birkaç kaynakçının birbirine yakın olarak aynı yerde çalıştığı bölümlerde, göz yanması diğer kaynakçılarda da oluşur. Yaşanan sorunun başında uzaktaki kaynak ışığından etkilenme gelmektedir. Bunun için kaynakçıların birbirinin arasına da ultraviyole ışınları geçirmeyen birer perde (kaynakçı paravanası) koymaları gerekmektedir.

Çalışanlara temin edilecek kişisel koruyucu ekipmanları;

- Deri Eldiven
- Koruyucu Maske
- Deri Önlük
- Kaynakçı Tozluğ
- Kaynakçı Tulumu

temini ile tehlikenin gerçekleşme ihtimali her gün olacağı (5), riskin gerçekleşmesi sonucunda çalışanın aldığı zararın ciddiyet derecesi ilk yardım gerektiren (2) olarak belirlenerek İSG risk skoru 10'a çekilmiştir. Risk değeri, kısa sürede önlem alınması gereken risk seviyesine çekilmiştir.

Ergonomik risk analiz sonucunda, işlemin REBA skoru 14 (Şekil 6) derecesi 4 olan **çok yüksek** risk seviyesine sahip olduğu görülmüştür. Tezgahta hemen (acilen) iyileştirme yapılmalıdır.



Şekil 6. Klasik Kabin Kaynağı REBA Skoru

Klasik kabin kaynağı yapılan tezgahlarda çalışanların verimliliklerini düşürecek şekilde kişisel zorlanmalara maruz kaldıkları gözlemlenmiştir. Çalışanların bu maruziyetlerini ölçmek ve önlem almak için REBA metodu uygulanıp alınması gereken önlemler belirtilmiştir.

İşçiler kaynak işlemini yaparken Şekil-7’de görüldüğü üzere uygun olmayan bir pozisyonda işlemi yapmaktadır. Bu da çalışanın normalden daha fazla yorulup iş gücü verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 7. Tekerlek Haznesi Kaynağı

REBA yöntemi ile yapılan analiz sonucunda, tekerlek haznesi kaynağının (montaj hattının genel olarak) **çok yüksek** derece riskli olduğu görülmüştür (Tablo 4). İşlemden acilen iyileştirme yapılmalıdır.

Tablo 4. Tekerlek Haznesi Kaynağı REBA Skorları

Yöntem	Gövde	Boyun	Bacak	Taşınan Yük	Tutum Faktörü			Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru
					A	B	C		
Mevcut	5	2	2	0	7	1	2	3	9
İyileştirilmiş	2	1	1	0	2	1	2	2	3

Bu işlemin maruziyetini azaltmak için tezgahın tasarımı yapılmıştır. İndirilip alçalabilen, öne ve arkaya yatabilen hareketli bir mekanizma (Şekil 8) tasarlanmış olup bu aparatın zorlanmayı azaltacağı, risk skorunu 3’e düşüreceği tespit edilmiştir. İyileştirme sonucunda risk düzeyi “çok yüksek” ten “yüksek” e çekilmiştir.



Şekil 8. İyileştirici Mekanizma

7. Sonuç ve Tartışma

Kaynak işlerinin yapıldığı imalat atölyelerinde üretim süresince yapılan işin özelliklerinden kaynaklanan çeşitli riskler bulunmaktadır. Bu risklerin en önemlileri kaynak gazı, ışını ve ergonomik zorlanmalardır. Kaynak atölyesinde karşılaşılabilecek bu riskleri azaltıp daha iyi bir çalışma ortamı için çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışma Eskişehir'de bulunan metal sanayide faaliyet gösteren bir işletmenin kaynak atölyesinde yürütülmüştür. Çalışmadaki amaç kaynak atölyesindeki ISG riskleri için risk değerlendirme ile çalışanların duruşları için de REBA yöntemi ile ergonomik risk değerlendirme yapıp riski azaltacak iyileştirmelerde bulunmaktadır. Yapılan risk değerlendirmeleri sonucunda saç kabin ve klasik kabin kaynak hatlarında tehlikeler belirlenmiştir. Kaynak tezgahlarındaki temel eksikliklerin koruyucu ekipman ile çevreye zarar veren düzenlemelerin yetersizliği olduğu saptanmıştır. Bu tezgahlarda iyileştirmeler önerilmiş, mevcut uygulama ile karşılaştırılmıştır. İSG kapsamında önerilen iyileştirmelerin toplam maliyeti;

- Kaynak işinde çalışan işçi sayısı 80'dir. Her birine 3M speedglass maske temin edilmesi önerilmektedir. Toplam maske maliyeti ~ 44.000 TL
- Kaynak tezgahlarının çevresine perde sistemi için 3 hattın uzunluğu 75 m olduğu için 5 m genişliğinde olan bu paravanlardan 45 adet gerekmektedir. Paravan maliyeti ~ 30.000 TL
- Kurulması önerilen havalandırma sistemi iki şekildedir.
 - Duvar kenarındaki tezgahlar için sabit havalandırma filtreleri ve akrobat kollar.
 - İç kısımdaki kaynak tezgahlarına hareketli Dufil Dino 2 kollu (her iki tezgah için 1 tane aspiratör alınıp tasarruf edilmek istendiği için iki kollu aspiratör alınmak istenmektedir) kaynak aspiratörleridir.

Atölyede duvar kenarında 9 tane kaynak tezgahı bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi robotik kaynak tezgahı olup kendi aspiratörü vardır. Diğer kaynak tezgahlarının her iki tanesi arasına bir duvara montelenmiş filtre ve iki hareketli akrobat kol yerleştirilmek istenmektedir. Sabit filtrelerin motor gücü 1,1kW - 2.950 d/dk ve emiş gücü 1.300 m³/h olmalıdır ki içerideki üretim başına çıkan 3000 ppm CO₂, 150 ppm CO, 5 ppm NO ve 10 mg/m³ demir oksit kabul edilebilir düzeye çekilebilsin.

Birinci önerinin maliyeti; 8 akrobat kol ~ 5.000 TL ve 4 havalandırma filtresi ~ 6.500 TL olmak üzere 11.500 TL

İç kısımlarda 71 tane kaynak tezgahı bulunmaktadır. Bunlardan 3 tanesi robotik kaynak tezgahıdır ve aspiratöre ihtiyaç duymamaktadır. Geriye kalan 68 tezgah için düşünülen Dufil Dino iki kollu aspiratörlerin motor güçleri 1,1kW - 2.950 d/dk, emiş kapasiteleri 2x750 m³/h, fan kapasiteleri 2.200 m³/h olmalıdır ki gaz yoğunluğu kabul edilebilir düzeye çekilebilsin.

Maliyet ; 34 (her iki tezgah için bir tane aspiratör) ~ 150.000 TL

olup toplam maliyeti ~ 235.500 TL'dir.

İşlemi yapılacak parçaların kaldırılması ve/veya çalışma esnasındaki çalışanın pozisyonu (duruş bozukluğundan) ergonomik zorlanmaları meydana getirmektedir. Kaynak atölyesine bağlı olarak vücut, zorlayıcı pozisyonlarda kullanılmaktadır. Bu koşullar fitik gibi hastalıklara neden olmaktadır. Tezgahlarda çalışanların fiziksel zorlanmaları için REBA uygulanıp sonuçlar değerlendirilmiştir. Tezgahlarda yapılan REBA uygulaması sonucunda risk derecelerinin yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. Klasik kabin hattında yapılan mekanizma ile risk skoru 9'dan 3'e düşmektedir. Bu mekanizmanın maliyeti ise ~ 10.000 TL belirlenmiştir. Bu maliyet orta üstü ölçekli bir işletme için altından kalkılabilir. Bu karşın çalışanların meslek hastalıklarına yakalanması önemli ölçüde azaltılmış olacaktır.

Metal, ormancılık, mobilya sektörlerinde, özellikle ağır parçaların çalışıldığı bazı işlemlerde yüksek risk skorları ile karşılaşılmaktadır. Metal sektöründe yapılan çalışmalarda, REBA skoru; Sağroğlu vd. (2015) buzdolabı parçalarının üretiminde 6-7, Gönen vd. (2017) transformator montaj hattında 9, Atıcı vd. (2015) kablo döşeme işleminde 8 elde etmişlerdir. Ormancılık, mobilya (örneğin, Polat vd., 2017), sektörlerinde yapılan çalışmalarda ise REBA skorları 4-8 arasında tesbit edilmiştir. Bu çalışmada ele alınan işlemlerde ise 10 ve üzeri skor elde edilmiştir. Açıkça görülmektedir ki kaynak işlemlerinin yapıldığı özellikle metal sektörü, fiziksel zorlanmanın çok yüksek olduğu sektörlerden biridir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Akay, D., Dağdeviren, M., ve Kurt, M. (2003). Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*,18 (3), 73-84.

Akpınar, T. (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü.

- Atıcı, H., Gönen, D. ve Oral, A. (2015). Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA Yöntemi ile Ergonomik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 239-244.
- Ayan, O. (2017). Kaynaklı İmalatta Çalışma Ortamını Ve Çalışan Sağlığını Etkileyen Tehlike Ve Önlemleri. Yüksek Lisans Tezi, *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı Ve Güvenliği Ana Bilim Dalı*, İzmir.
- Cömert, M., Yılmaz, H., Gebeşoğlu, B., Tutkun, E., Keskinliç, B. ve Soydal T. (2014). Kaynak İşçilerinde Pnömonyoz Gelişimi Yönünden Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi. *Ankara Medical Journal*, 14(1), 11-14.
- Eldem, C., Aydoğan, B.B. ve Şahin, İ. (2017). Kaynak İşlemi Sırasındaki Çalışma Duruşlarının Bilgisayar Destekli Ergonomik Analizi. II. Uluslararası Savunma Sanayi Kongresi (IDEFIS 2017), 6-8 Nisan 2017, 557-566.
- Erginel N. ve Toptancı S. (2019) Intuitionistic Fuzzy REBA Method and Its Application in a Manufacturing Company. In: Goossens R. (eds) *Advances in Social and Occupational Ergonomics. AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 792, 27-35.
- Esen, H. ve Fırlalı, N. (2013). Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(1), 41-51.
- Gönen, D., Karaoğlu, A., Oral, A., Ocaktan, M. ve Cicibaş (2017). Bir Transformator İşletmesinde Montaj Ünitesinin Ergonomik Analizi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(5), 1067-1080.
- Hignett, S. ve McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
- Kahya, E. ve Özkar, D. (2018). *İş Güvenliği*, İkinci Baskı, Dorlion Yayıncılık, Eskişehir.
- Kaymaz, Ö. (2014). Kaynak İşlerinde İş Kazası ve İşe Bağlı Sağlık Problemlerine Neden Olan Faktörler ve KKD Kullanımının Bu Faktörlere Etkileri Üzerine Çevresel ve Teknik Araştırma, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi*.
- Kocabaş, M., (2009). Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Koç, S. ve Testik, Ö.M. (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve Minimasyonu. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27(2), 2-27.
- Mert, E. A. (2014). Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, *T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü*, Ankara
- Moradi, M., Poursadeghiyan, M., Khammar, A., Hami, M., Darsnj, A. ve Yarmohammadi, H. (2017). REBA method for the ergonomic risk assessment of auto mechanics postural stress caused by working conditions in Kermanshah (Iran). *Ann Trop Med Public Health*, 10, 589-594
- Özel, E. ve Çetik, O. (2010). Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar ve Bir Uygulama Örneği. *Dumlupınar Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22, 41-56.
- Polat, O., Mutlu, Ö., Çakanel, H., Doğan, O., Özçetin, E. ve Şen, E. (2017). Bir Mobilya Fabrikasında Çalışan İşçilerin Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5 ÖS: Ergonomi2017, 263-268.
- Sağiroğlu, H., Coşkun, M.B. ve Erginel, N. (2015). REBA ile Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), ÖS:Ergonomi2015, 339-345.
- Serratos-Perez, J.N., Hernandez-Arellano, J.L ve Negrete-Garcia, M.C (2015). Task Analysis and Ergonomic Evaluation in Camshaft Production Operations. *Procedia Manufacturing*, 3, 4244-4251.
- Tan, O. (2008). Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği, <http://www.oktaytan.net/KAYNAKislerindeTehlike.pdf>. Son Erişim : 3 Kasım 2018.
- Ulucan, H.F. (2016). Metal sektöründeki işyerlerinin ISG uygulamalarının ekonomik analizi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Ulutaş. İ. ve Gündüz T. (2017). Otomotiv Kablo İmalatında Ergonomik Risk Analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(2), 107-119.
- Yılmaz, H. D. (2015). Kaynak İşlerinde Maruz Kalınan Zararlı Gazların İşyeri Ortamına Yayılımının Fluent Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yazılımı İle Analiz Edilmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü*, Ankara.