

OTOMOTİV KABLO İMALATINDA ERGONOMİK RİSK ANALİZİ

*İlker Boğaç ULUTAŞ**
*Tülin GÜNDÜZ***

Alınma: 08.07.2015; düzeltme: 07.03.2017; kabul: 22.06.2017

Öz: Çalışma yaşamında “kas iskelet sistemi hastalıkları” (KİSH) önemli bir sağlık sorunudur. Bu çalışmanın amacı tehlikeli sınıftaki bir işyerinde işlerin ergonomik risklere göre değerlendirilmesidir. Çalışmada, kablo imalatı yapılan bir fabrikada KİSH ile ilişkili problemler tespit edilmiştir. Belirlenen iki özel iş istasyonunda, hızlı maruziyet değerlendirme (HMD) ve REBA metotları uygulanmıştır. Bu analizlerin sonrasında, fiziksel risk etmenlerinin iyileştirilmesi için yeni uygulamalar geliştirilmiştir. Yapılan düzenlemeler sonrası tekrar analizler yapılarak elde edilen sonuçların etkinliği değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, otomotiv kablo imalatı sektöründe montaj aşamasındaki kas iskelet sistemi hastalıklarına maruz kalma riski azaltılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ergonomik risk analizi, REBA, HMD

Ergonomic Risk Analysis in Production of Automotive Wire Harnesses

Abstract: The "musculoskeletal disorders" in workplace is an important health issue. The purpose of this study is objected to assess the tasks in a hazardous classified workplace according to ergonomic risks. In this study, it was determined the problems about musculoskeletal disorders in a factory manufacturing automotive wire harnesses. Quick Exposure Check (QEC) and Rapid Entire Body Assessment (REBA) were applied in two specific workstations. Following these analyzes, new applications have been developed to improve the physical risk factors. After the two workstations were developed, the effectiveness was assessed by re-analysis of the results obtained. As a result, in automotive wire harnesses, the risks of musculoskeletal disorders were reduced in assembly phase.

Keywords: Ergonomic risk analysis, QEC, REBA

1. GİRİŞ

Sanayileşmeye bağlı olarak çalışanların maruz kaldıkları iş kazası ve meslek hastalıklarında artışlar olmasıyla birlikte yeni tehlike ve risk grupları ortaya çıkmaktadır. Çok fazla önem verilmeyen bu sorunlar işletmenin güvenli bir şekilde çalışmasını önlemektedir. Hem şirket açısından hem de çalışan açısından değerlendirildiğinde, maddi ve manevi kayıplar oluşmaktadır.

Her yıl farklı sektörlerde çalışan milyonlarca kişi işe bağlı kas iskelet sistemi hastalıklarından mağdur olmaktadır (Luttmann ve diğ. 2003; David ve diğ. 2008). İlk aşamada hareket ile oluşan ağrı şikâyeti ön planda iken ilerleyen zamanda belirgin ağrı, hareket kısıtlılığı ve kuvvetsizlik gelişir (Oğuz ve Kaymak 2011). Kas iskelet sistemi hastalıklarının etiolojisinde genel olarak çalışma ortamında sıklıkla karşılaşılan tekrarlayıcı hareketlerin artarda yapılması, vücudun uygun olmayan pozisyonlarda uzun süre kalması ve vibrasyon maruziyeti ile ortaya çıkan birikimli travmaların etkisi söz konusudur (Bilir, 2011; Gatchel ve Schultz, 2012).

* Işık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Üniversite Sokak, No:2, 34980, İstanbul

** Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa

İletişim Yazarı: Tülin GÜNDÜZ (tg@uludag.edu.tr)

Çalışma hayatında kas iskelet sistemine bağlı olarak gelişen tendon, kas, sinir ve diğer yumuşak dokularda hasara neden olan kavrama, bükme, gerginleştirme, tutma, sıkıştırma, döndürme ve uzanma gibi birçok tekrarlayıcı fiziksel hareketler sebebiyle oluşmaktadır. Bu yaygın hareketler, günlük yaşamın olağan aktiviteleri içerisinde zararlı değildirler. Bu hareketleri zararlı yapan hareketlerin aralıksız tekrarı, hızı ve toparlanma için iki hareket arasındaki zaman yetersizliğidir (Esen ve Fırlı, 2013).

İşe bağlı Kas İskelet Sistemi Hastalıkları (KİSH) fiziksel çaba ile ilişkili olup, dünyanın her tarafında en yaygın sağlık problemlerinden biridir. Meslek hastalıkları arasında özellikle KİSH, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde dikkat çekici bir artış göstermektedir. Bu durum, hem işletmelere hem de sosyal güvenlik sistemlerine önemli finansal yükler getirmekte ve nitelikli insan gücünü azaltmaktadır (İçağasıoğlu ve diğ. 2015).

Ülkemizdeki İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğünün istatistikleri incelendiğinde, devamsızlığa yol açan işe bağlı rahatsızlıkların %33'ünün kas-iskelet sistemi kaynaklı olduğu görülebilir (Özcan ve ark, 2007; Güler, 2004). Dolayısıyla mesleki kas iskelet sistemi hastalıklarının iş günü kaybı ve sigorta tazminat ödemeleri nedeniyle topluma maliyeti yüksektir. 20.06.2012 tarihinde yayınlanmış olan 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre risk değerlendirmesi; işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar olarak tanımlanmıştır. Çalışma ortamında bulunan fiziksel risk etmenleri, çalışanların verimliliklerini etkileyebilmektedir.

Bu çalışmanın yapıldığı fabrika uluslararası bir şirket olup harnes adı verilen otomobil elektrik kablo sistemlerinin yapıldığı, yaklaşık 2000 kişi çalışmanı olan bir işletmedir. Fabrikada motor, ön gövde, zemin ve kapıların kablo takımları yapılmakta, el emeğinin çok yoğun ve buna bağlı otomasyon sistemi kullanımının zayıf olduğu bir üretim şekli bulunmaktadır. Üretim prosesleri şu aşamalardan oluşmaktadır:

- Kablolar, otomatik kablo kesme makinelerinde çeşitli çap ve ebatla kesilip uçlarına terminaller krimpelenir.
- Kesilen kabloların üretim bant sistemi içinde montaj hatlarında konnektörlere montajı gerçekleştirilir, kabloları form verilir, bantlama, kaynak ve montajı yapılır.
- Bantlaması tamamlanmış montaj hattından çıkan ürünler mandal masasına serilir, ürün modüller üzerine yerleştirilerek agraf ve mandalları takılır. Mandalın işlevi kablo takımını araç üzerine montaj yapabilmek, agraf da araç içinde istenilen formda kablo takımının sabitlenmesini sağlar.
- Test masalarında kalite kontrol ve kablo takımının elektriksel olarak çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.
- Son gözlem, paketleme ve sevkiyat işlemi yapılarak ürün gönderilir.

İşletmede görülen kas iskelet sistemine yönelik zorlanmalarla ilgili olarak, öncelikle her 3 vardiyada video çekimleri yapılmıştır. Yapılan incelemelerde çalışanların en çok zorlandıkları çalışma istasyonlarının mandal masaları ile hat içi kaynak makineleri olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden, yapılan çalışmada mandal masaları ile hat içi kaynak makineleri istasyonlarında analizler yapılmıştır. Bu bölümlerde çalışanların yaşadığı problemler kayıt altına alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda yaşanan problemler şu şekilde tespit edilmiştir:

Bir günde bir hattın ortalama 350 adet kablo takımı çıkmaktadır. Hat içi kaynak operatörleri 8 farklı noktada yaklaşık 30 kabloya kaynak yapmaktadırlar. Kaynak makineleri döner bir hat içinde olduğu için hat ile birlikte operatörün kuvvetiyle hareket etmektedirler. Kaynak makinesi yerde, tekerlekleri vasıtasıyla hareket etmekte, bu yüzden hareket kabiliyetini zeminin durumu çok etkilemekte ve hareketli parçaların düzenli aralıklarla bakımlarının yapılması ihtiyacı doğmaktadır. İnceleme yapılan fabrikada zemin bozuk ve tekerlekli aksamda zamanla problemler oluştuğu için, kaynak makinesinin rahat hareket edemediği, bu yüzden operatörlerin

kaynak makinelerini çekmek ve itmekte oldukça zorlandıkları ve buna bağlı olarak omuz, kol, bacak ve bel ağrıları yaşadıkları görülmüştür.

Mandal masaları ise günde yaklaşık olarak 350 kablo takımının işlem gördüğü üzerinde çeşitli modüllerin olduğu ve burada montaj, agraflama ve ölçümlerin yapıldığı yerlerdir. Bir günde her kablo takımına 70 mandal ve 70 agraf montajı modüller üzerinde yapılmakta ve agrafların fazlalıkları el makasları ile kesilmektedir. Ancak inceleme yapılan fabrikada yer sorunu olduğu için mevcut alanın daha verimli kullanılması adına mandal masaları L-Form şeklindedir. Operatörlerin L-Form mandal masalarında dengeli bir iş dağılımı yapılmadığı için zaman zaman birbirleriyle çarpıştıkları, gereğinden fazla eğildikleri ve masaların üzerinde bulunan bazı modüllerin duruş yönünden dolayı operatörlerin kabloları tutan agrafları keserken çok sık yukarı ve aşağıya, sağa ve sola bilek hareketleri yaptıkları ve bunlara bağlı bel ve el bileği ağrıları yaşadıkları görülmüştür. Her bir masada yaklaşık 70 adet modül bulunmaktadır.

Belirlenen bu problemlere yönelik olarak yapılan bu çalışmada, otomotiv kablo imalatı yapılan bir firmada Kas-İskelet Sistemi Hastalıkları (KİSH) ile ilişkili problemler tespit edilmiş ve çözüm yöntemi olarak REBA ve HMD ergonomi analizleri kullanılarak çalışanlar için ergonomik risklerin etkisini azaltmak hedeflenmiştir.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Üretimin en önemli unsurlarından olan insan-makine ilişkilerindeki hızlı gelişmeler, iki unsur arasındaki ilişkiyi düzenleme gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. İşte insan-makine ve çevre arasındaki ilişkiyi optimize etme çalışmaları sonucunda ergonomi bilimi doğmuştur. Yunanca “Ergon = İş, çalışma” ve “Nomos = Yasa” anlamına gelen sözcüklerin birleştirilmesiyle elde edilen ergonomi sözcüğü, insanın anatomik özelliklerini, antropometrik ölçülerini, fizyolojik kapasite ve toleranslarını göz önüne alarak işyeri yerleşimleri ve ortam değişikliklerinin etkisi ile oluşan, organik ve psikolojik reaksiyonlara göre, insan makine ve ortam uyumunun üzerinde çalışan bir bilim dalını ifade etmektedir. Başka bir ifade ile çalışanın işe değil, işin çalışana uydurulmasının sağlanmasıdır.

Bu çalışmada, işe bağlı KİSH ile ilgili maruziyet değerlendirmede yaygın olarak uygulanan iki teknik olan REBA Yöntemi ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) metodu otomotiv kablo imalatı sektöründe montaj departmanında kullanılmıştır.

2.1 REBA Yöntemi

Vücudun tüm kısımlarının incelenmesine olanak sağlayan bir ergonomik analiz yöntemidir. Analiz edilmek istenilen bir çalışma duruşu veya hareketin neden olduğu riski sayısal olarak ifade eder. REBA yönteminde bir çalışma duruşu esnasında ortaya çıkan Fleksiyon ve Extansiyonlara ve bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklere bağlı olarak **1** ila **15** arasında değişen bir skor belirlenmektedir. (Hignett ve McAtamney, 2000). REBA skoru belirlenirken özellikle vücut kısımları A ve B grubu olarak ikiye ayrılır.

A Grubu: Gövde, boyun, bacakların ayrı ayrı skorları belirlenerek Tablo A yardımıyla bu skorların kombinasyonundan oluşan bir skor belirlenir ve bu skora **Yük/Kuvvet skoru** eklenerek **A skoru** elde edilir.

B Grubu: Üst kollar, alt kollar, bileklerin ayrı ayrı skorları belirlenerek Tablo B yardımıyla bu skorların kombinasyonundan oluşan bir skor belirlenir ve bu skora **Kavrama skoru** eklenerek **B skoru** elde edilir.

Daha sonra **Tablo C** Kullanılarak A ve B skorlarının bir kombinasyonundan oluşan **C skoru** elde edilir. Buna da **Aktivite skorunun** ilave edilmesiyle REBA skoru elde edilmiş olur (Ek-1). Elde edilen REBA skoru REBA risk derecelendirme tablosuna göre değerlendirilir (Tablo 1).

2.2 Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) Yöntemi

Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD), ilk olarak Li ve Buckle (1998) tarafından geliştirilmiş ve David ve ark. (2003) tarafından yeniden gözden geçirilerek iyileştirilmiştir. Çalışmalar, HMD'nin gözlemciler arası ve gözlemci içi güvenilirliğe sahip olduğunu da

göstermiştir. HMD'nin önemli özelliklerinden biri de değerlendirme sürecinde çalışanın da katılımının sağlanmasıdır. İki bölümden oluşan ölçeğin, gözlemciye ait bölümünde çalışma esnasında bel, omuz/kol, el bileği/el ve boyunda postür ve hareketleri değerlendiren 18 madde bulunur. Hem çalışan hem de değerlendiren kişi için soruların yer aldığı ve bu sorulara verilen cevaplar sonucunda skorların hesaplandığı bir yöntemdir. Yöntem, elle kaldırma görevlerinin yapıldığı birçok işe rahatça uygulanabilmektedir (Esen ve Fırlalı, 2007). Yönetim, çalışan ve operatör tarafından doldurulan uygulama formu Ek-2'de görüldüğü gibidir. Analiz sonucu elde edilen matris değerlerine göre risk değerlendirmesi yapılır.

Tablo 1. REBA skoru değerlendirme tablosu

Derece	REBA skoru	Risk seviyesi
0	1	İhmal edilebilir
1	2-3	Düşük
2	4-7	Orta
3	8-10	Yüksek
4	11-15	Çok yüksek

3. BULGULAR

Otomotiv kablo montajı yapılan firmanın son bir yıl içindeki verileri incelendiğinde KİSH'nda diğer hastalıklara oranla önemli düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir. Bunun üzerine, operatörden alınan geri bildirimlerden hareketle, her 3 vardiyada video çekimleri yapılmış, mandal masaları ile hat içi kaynak makinalarının bulunduğu alanlara yoğunlaşmıştır. Bu bölümlerde çalışanların yaşadığı sıkıntılar ve öneriler kayıt altına alınmıştır. Öncelikle mevcut durum analiz edildiğinde fabrikada operatörlerin yaşadığı problemler, iş yeri hekiminin yaptığı gözlem ve video kayıtlar ile şu şekilde belirlenmiştir:

- Hat içi kaynak makinaları, yerden tekerlekli ve zemin de bozuk olduğu için, kaynak makinasının rahat hareket edemediği, bu yüzden operatörlerin kaynak makinelerini çekmek ve itmekte oldukça zorlandıkları ve buna bağlı olarak omuz, kol, bacak ve bel ağrıları yaşadıkları görülmüştür (Şekil 1).
- Operatörlerin L-Form Mandal Masalarında zaman zaman birbirleriyle çarpıştıkları, bir vardiyada çok sayıda öne eğilme gerçekleştirdikleri ve bu eğilmelerin açılarının 45 dereceden büyük olduğu görülmüştür. Ayrıca, bazı modüllerin yönünden dolayı kabloları tutan agrafları keserken zorlandıkları ve bunlara bağlı bel ve el bileği ağrıları yaşadıkları görülmüştür (Şekil 2). L-Form Mandal masası iş çakışması Şekil 3'de görüldüğü gibi oluşmaktadır.



Şekil 1:
Hat içi kaynak makinaları montaj panosu



Şekil 2:

L-Form Mandal Masası iş çakışması ve masaya uzanımları

Yapılan çalışmada hat içi kaynak bölümü için REBA Yöntemi uygulanmıştır. Gövdede 0-20°'lik bir eğim (2 puan) ve yana dönme olduğu için (1 puan) 3 puan belirlenmiştir. Boyunda 0-20°'lik bir eğim (1 puan) ve yana dönme olduğu için (1 puan) 2 puan belirlenmiştir. Bacaklarda sabit olmayan duruş için 2 puan belirlenmiştir. Gövde, boyun ve bacakların puanı 5 olarak belirlenip, üzerine 5-10 kg arası kuvvet etkisi olarak 1 puan ilave edilerek Askoru elde edilmiştir. Üst kolda 45-90° fleksiyon olduğundan dolayı 3 puan belirlenmiş, kol rotasyona maruz kaldığı için de +1 puan ilave edilmiştir. Alt kol 60-100° fleksiyon olduğundan dolayı 1 puan belirlenmiştir. Bilekte 0-15° fleksiyon olduğundan dolayı 1 puan belirlenmiş, yana dönme olduğu için de +1 puan ilave edilmiştir. Üst kol, alt kol ve bileğin puanı 5'tir. Bu puana +1 kavrama puanı ilave edilerek B puanı bulunmuştur. A ve B skorunun bileşiminden elde edilen C skoru 8 olarak belirlenmiş ve bu değere iş kısa aralarla tekrar ettiği için +1 puan ektivite skoru ilave edilmiştir. Elde edilen REBA skoru 9 olarak bulunmuştur (Şekil 4). Bu değer risk tablosuna göre "yüksek" yani iş üzerinde iyileştirmeler yapılması gerektiği anlamına gelmektedir. KISH maruziyetini azaltmak için kısa zamanda iyileştirme yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Aynı iş noktasına hem çalışanın hem de analiz yapan kişinin değerlendirmelerini içeren HMD yöntemi uygulanmıştır. HMD sonucu, bel, omuz ve boyun bölgesinde yüksek risk çıktığı, iş temposunun çok yüksek olduğu ve çalışma sırasında stresin de değerlerin üzerinde çıktığı görülmektedir (Şekil 5).

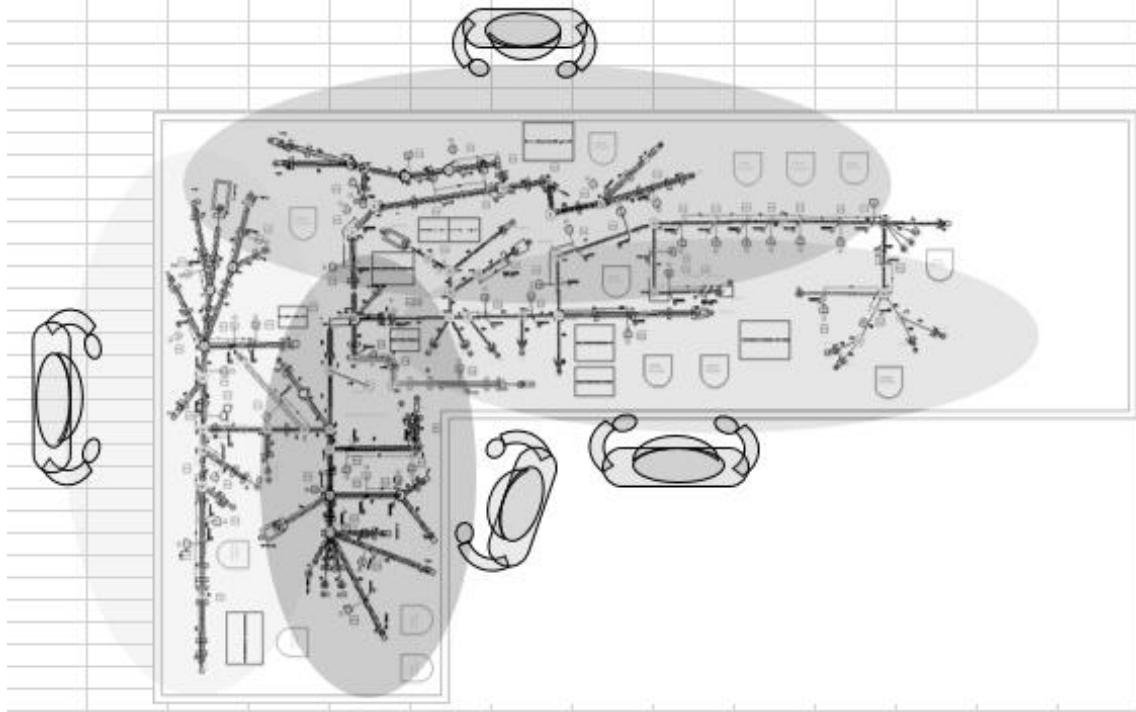
Her iki yöntemde de kas eklem sistemi riskleri bakımından hat içi kaynak bölümü yüksek düzeyde riskli olarak çıkmıştır ve iyileştirme yapılması gerekmektedir.

L-Form mandal masaları bölümünde de HMD yöntemi sonucu, bel bölgesinin çok yüksek, boyun bölgesinin yüksek, omuz/kol, bilek/kol bölümlerinin de yükseğe çok yakın olduğu görülmüştür (Şekil 6). İş temposu yüksek, stresinde yine 18 gibi çok yüksek değerinin de üzerine çıktığı tespit edilmiştir.

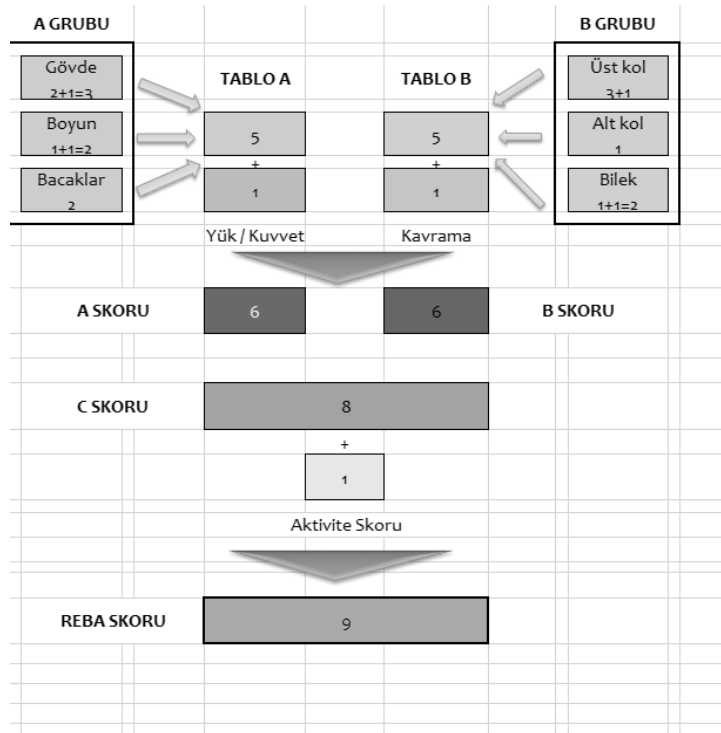
Yapılan analizler sonucunda;

- Hat içi kaynak konstrüksiyonlarının, yerde değil hat üzerinde monte edilmesi gerektiği,
- Köşeli mandal masalarının iş çakışmalarına neden olduğu için kullanımının terk edilmesi gerekliliği,
- Çalışma sırasında operatörler mandal masalarına çok eğilmek zorunda kaldıkları için iş dağılımlarının mesafeye göre ayarlanması gerektiği,
- Masadaki modüllerde yön değişikliği yapılarak agraf kesimlerinin daha kolay hale getirilmesi ve modüllerin konulacağı yerlerin iş çakışmasına sebep olmadan yapılması ve bundan sonraki tasarım ve yerleşim planı hazırlanırken tüm bunların göz önünde bulundurulması gerektiği ortaya çıkarılmıştır.

Bu önerilerin ışığında gerekli aksiyonlar tartışılıp, ilgili bölümler tarafından termin tarihleri belirlenerek tutanak altına alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonrası mandal masaları için yeni bir tasarım oluşturulmuştur (Şekil 7) ve Şekil 8’de gösterildiği gibi uygulamaya alınmıştır.



Şekil 3:
L-Form Mandal masası iş çakışması şematik gösterimi.



Şekil 4:
Hat İçi Kaynak: REBA Yöntemi

DEĞERLENDİRME SONUCU					
	Skor	MARUZİYET SEVİYESİ			
		Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Bel (statik)	26	8-15	16-22	23-29	29-40
Bel (hareketli)	26	10-20	21-30	31-40	41-56
Omuz/kol	34	10-20	21-30	31-40	41-56
Bilek/el	26	10-20	21-30	31-40	41-46
Boyun	14	4-6	8-10	12-14	16-18
Kullanma	0	1	4	9	-
Titreşim	0	1	4	9	-
İş temposu	9	1	4	9	-
Stres	18	1	4	9	16

DEĞERLENDİRME:

.....

.....

.....

Şekil 5:
Hat İçi Kaynak: HMD Yöntemi

DEĞERLENDİRME SONUCU					
	Skor	MARUZİYET SEVİYESİ			
		Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Bel (statik)	34	8-15	16-22	23-29	29-40
Bel (hareketli)	34	10-20	21-30	31-40	41-56
Omuz/kol	30	10-20	21-30	31-40	41-56
Bilek/el	30	10-20	21-30	31-40	41-46
Boyun	14	4-6	8-10	12-14	16-18
Kullanma	0	1	4	9	-
Titreşim	0	1	4	9	-
İş temposu	9	1	4	9	-
Stres	18	1	4	9	16

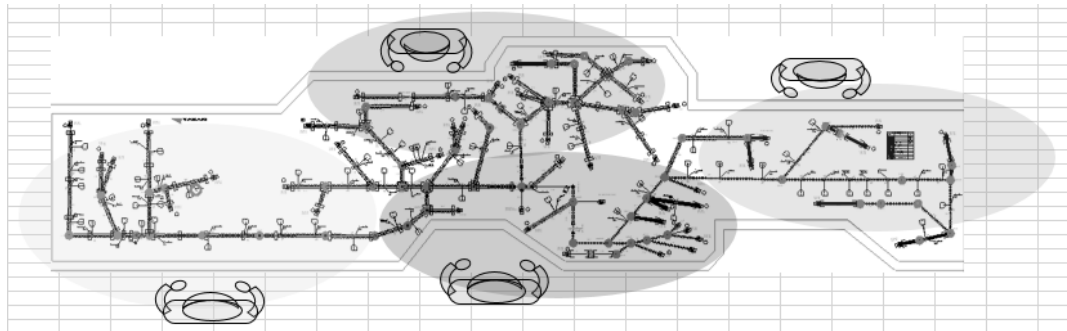
DEĞERLENDİRME:

.....

.....

.....

Şekil 6:
L-Form Mandal Masaları: HMD Yöntemi



Şekil 7:
Yeni Tasarım Mandal masası şematik gösterimi



Şekil 8:

Yeni Tasarım mandal masası operatör yerleşimleri

Yapılan yeni mandal masası sonrası HMD analizi tekrarlandığında ortaya çıkan sonuç Şekil 'da görülmektedir. Değerlendirme sonucu bel el bileği boyun bölgelerinde görülen iyileşme sonuçları ile iş temposu ve stres seviyesindeki düşmeler anlamlı kabul edilmiştir.

DEĞERLENDİRME SONUCU					
Kategori	Skor	MARUZİYET SEVİYESİ			
		Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Bel (statik)	26	8-15	16-22	23-29	29-40
Bel (hareketli)	26	10-20	21-30	31-40	41-56
Omuz/kol	30	10-20	21-30	31-40	41-56
Bilek/el	26	10-20	21-30	31-40	41-46
Boyun	12	4-6	8-10	12-14	16-18
Kullanma	0	1	4	9	-
Titreşim	0	1	4	9	-
İş temposu	4	1	4	9	-
Stres	4	1	4	9	16

DEĞERLENDİRME:

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Şekil 9:

İyileştirme sonrası mandal masalarında yapılan HMD yöntemi uygulaması

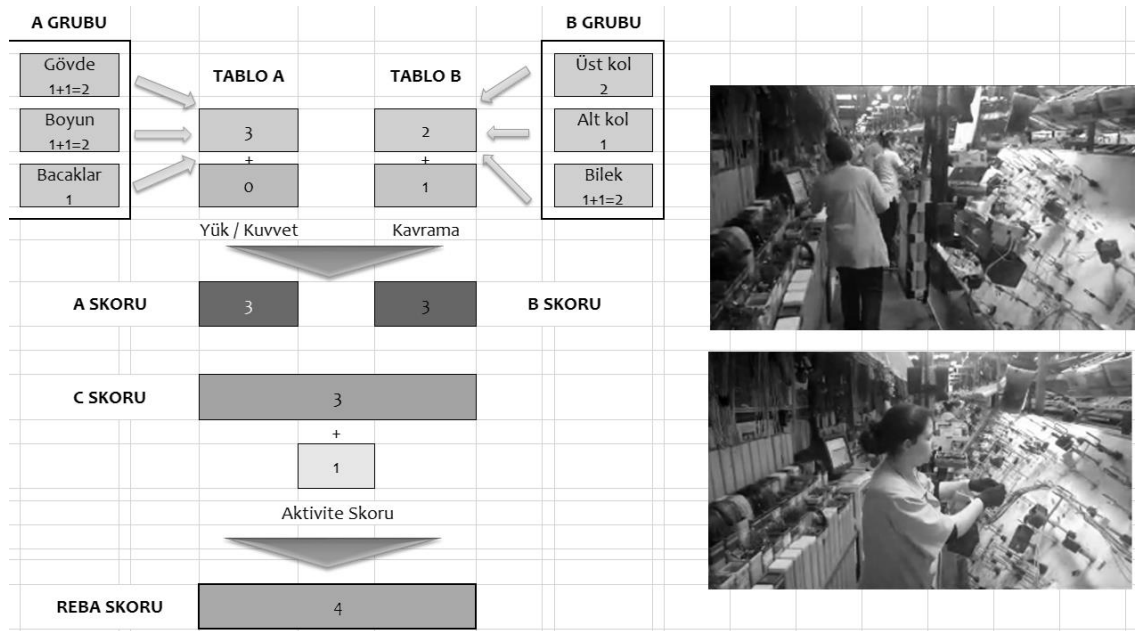
Hat içi kaynak makinelerinin yeni tasarımı ise Şekil 10'daki gibi oluşturulmuş ve yapılan iyileştirmenin sonucu, HMD ve REBA metoduyla yeniden analiz edilmiştir.



Şekil 10:

Yeni hat içi kaynak makinası tasarımı ve operatörün çalışma şekli

Yeni tasarlanan hat içi kaynak için REBA yöntemi uygulandığında, REBA skoru 4 olarak hesaplanmıştır ve anlamlı bir iyileştirme gösterilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11:

Yeni Tasarım hat içi kaynak: REBA Yöntemi

Hat içi kaynak montaj masasının yeni haline HMD yöntemi uygulandığında ise, bel, omuz ve el bileği bölgelerinde görülen iyileşme sonuçları ile iş temposu ve stres seviyesindeki düşmeler anlamlı kabul edilmiştir (Şekil 12).

DEĞERLENDİRME SONUCU					
	Skor	MARUZİYET SEVİYESİ			
		Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Bel (statik)	22	8-15	16-22	23-29	29-40
Bel (hareketli)	22	10-20	21-30	31-40	41-56
Omuz/kol	30	10-20	21-30	31-40	41-56
Bilek/el	20	10-20	21-30	31-40	41-46
Boyun	14	4-6	8-10	12-14	16-18
Kullanma	0	1	4	9	-
Titreşim	0	1	4	9	-
İş temposu	1	1	4	9	-
Stres	4	1	4	9	16
DEĞERLENDİRME:					
.....					
.....					
.....					
.....					



Şekil 12:

Yeni Tasarım Hat içi kaynak: HMD yöntemi

Tablo 2’de, Hat içi kaynak için HMD ve REBA yöntemine göre mevcut durum ve yeni tasarım yapılmış durum karşılaştırması görülmektedir. Tablo 3’de ise L-Form mandal masaları için HMD yöntemine göre mevcut durum ve yeni tasarım yapılmış durum karşılaştırması görülmektedir.

Tablo 2. Hat içi kaynak için HMD ve REBA yöntemine göre mevcut durum ve yeni tasarım yapılmış durum karşılaştırması

	HMD Yöntemi				REBA Yöntemi			
	Mevcut durum		Yeni durum		Mevcut durum		Yeni durum	
	Skor	Maruziyet	Skor	Maruziyet	Skor	Maruziyet	Skor	Maruziyet
Bel(statik)	26	Yüksek	22	Orta	9	Yüksek	4	Orta
Bel(hareketli)	26	Orta	22	Orta				
Omuz/kol	34	Yüksek	30	Orta				
Bilek/el	26	Orta	20	Düşük				
Boyun	14	Yüksek	14	Yüksek				
İş temposu	9	Yüksek	1	Düşük				
Stres	18	Çok yüksek	4	Orta				

Tablo 3. L-Form mandal masaları için HMD yöntemine göre mevcut durum ve yeni tasarım yapılmış durum karşılaştırması

	Mevcut durum		Yeni durum	
	Skor	Maruziyet	Skor	Maruziyet
Bel(statik)	26	Yüksek	22	Orta
Bel(hareketli)	26	Orta	22	Orta
Omuz/kol	34	Yüksek	30	Orta
Bilek/el	26	Orta	20	Düşük
Boyun	14	Yüksek	14	Yüksek
İş temposu	9	Yüksek	1	Düşük
Stres	18	Çok yüksek	4	Orta

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

İş Sağlığı ve Güvenliği pratiğinde saha gözlemi son derece önemlidir. Saha gözlemi, üretim için yapılan kontroller, öneri sistemleri, operatörlerden alınan geri bildirimler ve sağlık istatistikleri ile yapılmaktadır. Elle yapılan işlerde deneyimsel öğrenme kuramına göre uyarlanmış eğitim modeliyle bir eğitim uygulanarak, çalışanların kas-iskelet sistemi ve ergonomik risklerini azaltıp bu risklere karşı önlem alabilme becerisi kazandırılabilir (Akgöl, 2016). Ergonomi analiz yöntemleri birbirleri ile karşılaştırıldığında maliyet, kapasite, çok yönlülük, genellik ve doğruluk parametrelerine göre farklı değerlendirme sistemleri bulunmaktadır (Özel ve Çetik, 2010). El ve bilek hareketlerinin yoğun olduğu sektörlerde REBA metodu kullanımının doğru olacağı karşılaştırmalı analizlerle tespit edilmiştir (Kocabaş, 2009). Atıcı ve diğ. (2015) otomotiv sektöründe kablo üretimi yapan bir işletmede uygun olmayan çalışma pozisyonlarının iyileştirilmesi amacıyla REBA analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, vücudu tüm postür pozisyonu ile analiz etme kabiliyetine sahip olduğu için REBA yöntemi ve çalışanın da görüşü dikkate alındığı için HMD yöntemi beraber kullanılarak uygulama yapılmıştır.

Otomotiv kablo imalatı yapılan firmada iki iş istasyonunda önemli düzeyde risk oluşturabilecek kas iskelet sistemi hastalıkları oluşabilmektedir. İncelenen iki iş istasyonu REBA ve HMD yöntemiyle analiz edilerek ergonomik riskler ortaya konulmuştur. Ortaya çıkan problemlere yönelik yeni hat tasarımı gerçekleştirilmiş ve uygulamaya alınmıştır. Oluşan yeni durumda yapılan REBA ve HMD analizleri sonucunda, mesleki kas iskelet sistemi hastalıklarına risk oluşturabilecek faktörlerin anlamlı düzeyde azaldığı görülmüştür. Verimliliğin ürün sayısına odaklı bir üretim anlayışı olan ülkemizde, aslında çalışanın verimliliğinin ne kadar önemli olduğu, çalışanın verimliliği ile sağlığı ve güvenliği arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu, bu yüzden özellikle işyeri tasarımları yapılırken ergonomik yaklaşımlardan ve analiz yöntemlerinden yararlanılması, fabrika yerleşim planları üzerinde çalışma simülasyonları gerçekleştirilmesi gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Aksi durumda ekonomik kayıpların çok daha fazla olacağı görülmüştür. Yapılan ergonomik risk analizleri ile kas iskelet sistemi hastalıklarından ve yaralanmalardan önemli derecede korunma sağlanmıştır. Bunun yanında iş memnuniyeti artarak, üretim kalitesini artmış ve iş gücü kayıpları azaltılmıştır.


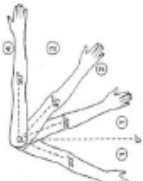
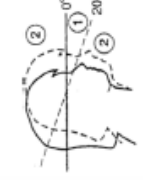
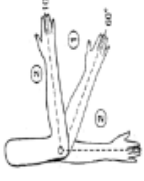
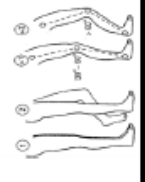
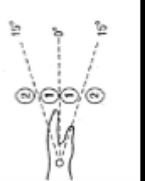
KAYNAKLAR

1. Akgöl, A.C. (2016). Elle taşıma yapan işçilerde ergonomik farkındalık oluşturma ve kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemeye yönelik iki farklı eğitim yönteminin karşılaştırılması, *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
2. Atıcı, H., Gönen, D., 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.
3. Bilir, N. (2011). Meslek hastalıkları tanı, tedavi ve korunma ilkeleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 42(4), 142-157.
4. David, G., Woods, V., Buckle, P. (2003). *Musculoskeletal Risk: assessment methodologies. Launch of a new version of the Quick Exposure Check*. Institute of Chemical Engineers, Human Factors in the Process Industry, March 20th 2003, The Dennison Centre, University of Hull, Cottingham Road, Hull.
5. David, G., Woods, V., Li, G., Buckle, P. (2008). The development of the quick exposure check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work related musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 39, 57-69. doi:10.1016/j.apergo.2007.03.002.

6. Esen, H., Fırlalı, N. (2007). *Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Risk Değerlendirme Rehberi-Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi*, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Yayın No:144, Ankara, Mayıs 2007.
7. Esen, H., Fırlalı, N. (2013). Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri ve Çalışma Duruşunun Kas-iskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 41-51.
8. Gatchel, R.J., Schultz, I.Z. (2012). *Handbook of Occupational Health and Wellness, Handbooks in Health, Work and Disability*. Springer Science+Business Media, New York.
9. Güler, Ç. (2004). *Sağlık Boyutuyla Ergonomi(Hekim ve Mühendisler için)*. Palme Yayıncılık, Ankara.
10. Hignett, S., and McAtamney, L., (2000). Rapid entire body assessment (REBA); *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
11. İçağasıoğlu, A., Yumuşakhuylu, Y., Ketenci, A., Toraman, N.F., Maymak Karataş G., Kuru, Ö., Kirazlı, Y., Çapacı, K., Eriman, E., Haliloğlu, S. (2015). Burden of chronic low back pain in the turkish population. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 61, 58-64. doi: 10.5152/tftrd.2015.23921.
12. Kocabaş, M. (2009). Ağır ve tehlikeli işlerde çalışan işgörenlerde zorlanmaya neden olan çalışma duruşlarının analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
13. Li, G., Buckle, P. (1998). *The development of a practical method for the exposure assessment of risks to work-related musculoskeletal disorders*. General report to the HSE (Contract No. R3408), Robens Centre for Health Ergonomics, European Institute of Health and Medical Sciences, University of Surrey.
14. Luttmann, A., Jager, M., Oriefahn, B., Caffier, G., Liebers, F., Steinberg, U. (2003). Preventing musculoskeletal disorders in the workplace. World Health Organisation (WHO), Berlin.
15. Oğuz, A.K., Kaymak, B. (2011). Mesleki kas iskelet sistemi bozuklukları. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 42(4),165-172.
16. Özcan, E., Kesiktaş Sakar, N., Alptekin, H.K, Özcan, E.E. (2007). Mesleki kas iskelet risklerinin değerlendirilmesinde QEC ölçeğinin (quick exposure check- hızlı maruziyet değerlendirme) Türkçe uyarlamasının güvenilirliği. *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 70(4), 98-102.
17. Özel, E., Çetik, O. (2010). Mesleki görevlerin ergonomik analizinde kullanılan araçlar ve bir uygulama örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22, 41-56.

Ek 1. REBA skorunun hesaplanması

REBA KULLANICI FORMU

GRUP A		GRUP B	
 GÖVDE	 ÜST KOL		
 BOYUN	 ALT KOL		
 BACAKLAR	 BİLEK		
PUAN A		PUAN B	

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">TABLO A</td><td style="width: 50%; text-align: center;">TABLO B</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">YÜK/KUWVET</td><td style="text-align: center;">KAVRAMA</td></tr> </table>	TABLO A	TABLO B	YÜK/KUWVET	KAVRAMA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">PUAN C</td><td style="width: 50%; text-align: center;">FAALİYET PUANI</td></tr> </table>	PUAN C	FAALİYET PUANI
TABLO A	TABLO B						
YÜK/KUWVET	KAVRAMA						
PUAN C	FAALİYET PUANI						
↓	↓						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">REBA PUANI =</td></tr> </table>		REBA PUANI =					
REBA PUANI =							

Yük/Kuvvet	Puan
< 5 kg	0
5-10 kg	1
>10 kg	2
Ani yük artışı	(+1)

Faaliyet	Puan
Bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit	1
Kısa aralıklarla tekrar eden işler	1
Yapılan iş duruşta hızlı ve büyük bir değişikliğe neden oluyorsa veya sabit olmayan zeminde çalışılıyorsa	1

Kavrama Derecesi	Puan
İyi	0
Uygun	1
Kötü	2

Eylem Seviyesi	REBA Puanı	Risk Seviyesi
0	1	İhmal Edilebilir
1	(2-3)	Düşük
2	(4-7)	Orta
3	(8-10)	Yüksek
4	(11-15)	Çok Yüksek

