



# Kahramanmaraş Sütçü İmam University

## Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 08.05.2024  
Kabul Tarihi : 15.10.2024

Received Date : 08.05.2024  
Accepted Date : 15.10.2024

### İNŞAAT SEKTÖRÜ YAPIM İŞLERİNDE ERGONOMİK RİSKLER VE ÖNLEMLER: İSTANBUL METRO ŞANTIYESİ ÖRNEĞİ

#### ERGONOMIC RISKS AND PRECAUTIONS IN CONSTRUCTION WORKS: EXAMPLE OF ISTANBUL METRO CONSTRUCTION SITE

Gülizar HOŞTEN<sup>1\*</sup> (ORCID: 0000-0001-7290-3936)  
Canan AYDOĞDU<sup>2</sup> (ORCID: 0000-0001-5971-5826)

<sup>1</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, İstanbul, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Gülizar HOŞTEN, guluzarhosten@aydin.edu.tr

#### ÖZET

İş kazalarının en sık yaşandığı sektörlerden biri olan inşaat sektörü yapım işlerinde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının ortaya çıkmadan önlem alınmasında ergonomik risk etmenlerinin belirlenerek çözüm önerilerinin geliştirilmesi, çalışanın mutluluğu kadar işyerinin ve ülkenin ekonomik göstergelerinin iyileşmesi açısından da önemlidir. Bu çalışmanın ana amacı mavi yakalı çalışanların dinamik ve statik duruşlarını gözlemleyerek ergonomik risklerini hızlı tüm vücut değerlendirmesi (REBA) yöntemini kullanarak belirlemek, iyileştirme önerileri sunmak ve iş kazaları ile kas iskelet sistemine bağlı ortaya çıkan meslek hastalıkları arasındaki ilişkiyi inceleyerek kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR) farkındalığı oluşumuna katkı sağlamaktır. Çalışmada 19 duruş incelenmiş ve bunların 14 tanesi yüksek veya çok yüksek risk seviyesinde tehlikeli çıkmıştır. Risk seviyelerinin bu kadar yüksek çıkmasının en önemli nedenleri arasında çalışanların kullandıkları el aletleri ve makinelerin ağırlıkları ve vücut duruşlarının değişmesine sebep olmasını gösterebiliriz. Tekrarlanan hareketler ve uzun çalışma saatleri riski artıran diğer etmenlerin başında gelmektedir. Uygun el aletleri, daha fazla makinenin sisteme girmesi ve yapılacak idari düzenlemeler çalışanların KİSR azaltarak ortaya çıkacak iş kazalarını da engelleyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İnşaat yapım işleri, Ergonomi, REBA, Kas-iskelet sistemi hastalıkları.

#### ABSTRACT

In the construction industry, which is one of the sectors with the highest number of occupational accidents, identifying ergonomic risk factors and developing solutions to take precautions before occupational accidents and diseases occur is important for the happiness of the employee as well as for the improvement of the economic indicators of the workplace and the country. The main purpose of this study is to determine ergonomic risk scores using the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method, which is one of the methods used to determine ergonomic risks by observing the dynamic and static postures of blue-collar employees during their work, and to provide improvement suggestions, as well as to prevent musculoskeletal system occupational diseases and work accidents. This study aims to contribute to the awareness of musculoskeletal disorders (MSD) by examining their relationship. 14 of the 19 postures examined in our study were dangerous at high and very high-risk levels. One of the most important reasons for this situation are the changes in body postures of employees due to the hand tools and machines they use and the weights of them. Repetitive movements and long working hours are other factors that increase the risk. It has been concluded that appropriate hand tools, introducing more machines into the system, and administrative arrangements will reduce the MSD of employees and prevent occupational accidents.

**Keywords:** Construction Works, ergonomic, REBA, musculoskeletal system diseases.

## GİRİŞ

Sağlıklı ve kaliteli bir yaşam, ancak iş hayatında da çalışanın sağlıklı ve güven içerisinde çalışmasının sağlanmasıyla mümkün olabilir. Çalışma süresince can güvenliğini korumak çalışan bireyin olduğu kadar işverenin ve devletin de görevidir. Çalışma ortamı nedeniyle ortaya çıkan meslek hastalıkları ve iş kazalarının saptanması, bildirilmesi, önlenmesi ile ilgili süreçlerde iyileştirmeler yapılması için ülkemizde kanunlar kapsamında eylem planları yapılmaktadır (Kalkınma Bakanlığı İSG Raporu, 2018).

İnşaat sektörü; ülkelerin gelişimine, ekonomisine ve ulusal veya uluslararası anlamda birçok farklı ticari faaliyete doğrudan katkı sağlayan çok önemli bir alandır. Literatürde, birçok işin aynı anda şantiye adı verilen çalışma alanlarında farklı çalışanlar tarafından yürütülmesinin ölüm, geçici veya sürekli iş görememezlik ile sonuçlanan iş kazalarına neden olduğu, diğer sektörlerle karşılaştırıldığında çalışanların yaşadıkları iş kazaları veya yakalandıkları meslek hastalıklarının daha çok olduğu ortaya konulmuştur (Ringen & Stafford, 1996; Tam vd., 2004; Im vd., 2009; Ceylan, 2014; Uzdil, & Güllüoğlu, 2020; Zorlutuna & Kılıç, 2022).

İnşaat işlerinde risk etmenlerine bakıldığında; hızlı tamamlanması gereken işler, birçok farklı alanda eşzamanlı olarak yapılan çalışmalar, geniş bir makine ve ekipmanın kullanıldığı, başta ergonomik riskler olmak üzere pek çok farklı riski bünyesinde bulunduran bir çalışma koludur.

İnşaat sektöründe makine, ekipman ve iş yeri faktörlü kazalarda kullanılan araçların bakımının zamanında yapılmaması, çalışana uygun iş ve ekipman sağlanmaması, uygun olmayan ısı, gürültü, aydınlatmanın yanı sıra stres, uzun çalışma saatleri, çalışanın fiziksel yapısının üzerinde iş verilmesi, çalışanın deneyimsizliği, tekrarlayan hareketler, kötü postür gibi olumsuz ergonomik koşulların oluşturduğu riskler en sık görülenlerdir (Aksüt vd., 2020; Çetinkaya & Baykent, 2020; Felekoğlu & Taşan, 2017).

İnşaat sektöründe çalışanların en çok şikâyet ettiği özellikle boyun, sırt, el ve kol ile bacak ve ayaklarda görülen kas iskelet sistemi kaynaklı ağrıların temel nedenlerine bakıldığında tekrarlanan hareketler, çalışma hızı, ergonomik olmayan aletlerin kullanımının sebep olduğu; kas, tendon, bağ ve eklemlerde ortaya çıkan, vücudun nöro-kas-iskelet yapılarını etkileyebilen zamanla daha kötüye gidebilen inflamatuvar bir durum olduğu bilinmektedir (Mohan vd. 2015). Kas-iskelet sistemine bağlı hastalıklar; eklemlerde ödem, kaslarda güçsüzlük, kızarıklık veya karıncalanma gibi belirtilerle kısa zamanda kendisini gösterebildiği gibi yıllar içinde yavaş yavaş da ortaya çıkabilir (Harkness vd., 2005; Atasoy vd., 2010).

Literatür tarandığında, sahada işin çeşitli aşamalarında yer alan inşaat işçilerinin bedensel ve zihinsel olarak karşı karşıya kaldıkları sorunları aşmak için çözüm üretmeye yardımcı olan ergonomi biliminin çalışanları hem kendilerini hem de çalıştıkları ortamı güvenli hale getirerek onların verimliliğini artırmayı hedeflediğinin vurgulandığı görülmektedir. Ergonomik önlemler işveren açısından değerlendirildiğinde, çalışanların üretkenliğini artırmada ve kaza ve yaralanmalarda azalma, dolayısıyla tazminat miktarında azalma sağlamaktadır. Çalışanın zihinsel stresini ve kas-iskelet sistemi ağrısını azalttığı işe devamsızlık yapmadan daha sıkı çalışmalarını sağladığı, iş yerine güven seviyesinin artmasıyla çalışanın verimliliğinin arttığı ve büyük kaza ve yaralanmaların azaldığı yapılan çalışmalarda görülmektedir (Jaffar vd., 2011; Torghabeh vd., 2013; Ishwarya & Rajkumar, 2021).

Ergonomik risklerin değerlendirilerek çözümler üretilebilmesi için farklı birçok risk analiz yöntemi bulunmaktadır. Çalışanların çalışma sırasındaki duruşlarını analiz etmek amacıyla kullanılan ergonomik risk yöntemlerinden ilki kişisel anket yöntemidir. Ülkemizde de en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) taramasının yanı sıra İskandinav Kas İskelet Sistemi (KİS) anketi ve Alman Kas İskelet Sistemi (KİS) rahatsızlık anketi bu yöntem için örnek olarak verilebilir. İkinci yöntem yüksek maliyeti ile çalışma sırasındaki hareket ve duruşları analiz edebilmek için kullanılan, vücut bölümleri hakkında ayrıntılı sayısal veriler verebilen elektromiyografi, açılma ölçer, optik araçlar ve biyomekanik analiz gibi ölçüm ekipmanlarının kullanıldığı direk ölçüm yöntemidir. Üçüncü yöntem ise çalışma sırasında çalışanın gözlemlenerek fotoğraflandığı, basit veya bilgisayar tabanlı programlarla gerçekleştirilebilen gelişmiş yöntemlerin kullanıldığı yöntem olan sistematik gözlem yöntemidir (Özel & Çetik, 2010; Hignett & Mcatamney, 1999).

Basit sistematik yöntemlerden biri Hignett ve McAtamney (1999), tarafından geliştirilen Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi İngilizce ismi ile Rapid Entire Body Assessment (REBA) yöntemidir. Araştırmacıların çalışanın tüm vücut duruşunu, kas ve iskelet sistemi üstünde tehlike oluşturan hareketler açısından hızlıca değerlendirmek amacıyla

geliştirdikleri bu yöntem gözlemsel bir analiz yöntemidir. Çalışanın çalışma sırasındaki duruşları analiz edilirken normalden fazla fiziksel güç gerektiren, zorlayıcı, uzun süreli ve tekrarlayan hareketlere öncelik verilerek yapılmaktadır (Gök, 2021; Neşeli, 2016).

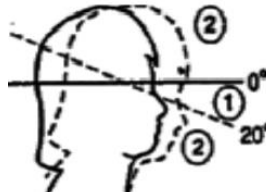
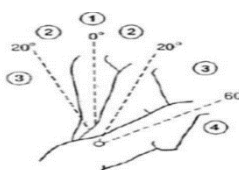
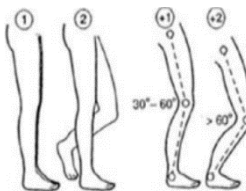
İş yaşantısında işverenler iş sağlığı ve güvenliği kanunları kapsamında risk analizleri yaparak önlem almak zorundadır. Fiziksel, kimyasal, biyolojik risklere karşı risk analizleri yapılmasına rağmen ergonomik risklerin analizleri çoğunlukla ötelenmektedir. Türkiye’de inşaat sektöründe kaynak işleri, duvar örme, yol inşaatı gibi belirli alanlara yönelik ergonomik risk analizleri ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen hem çalışanların hem de işverenlerin ergonomik riskleri anlamaları için daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır. İnşaat sektörü yapım işleri her şantiyede yapılan işler, kullanılan malzemeler, ekipman farklılıkları, şantiye sahasındaki farklılıklar gibi nedenlerle farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle bu çalışma, bu alandaki boşluğu doldurmak ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere öncülük etmek amacıyla planlanmıştır.

Bu çalışmanın ana amacı inşaat sektörü yapım işlerinde çalışanların çalışmaları sırasındaki duruşlarını gözlemleyerek REBA ergonomik risk analiz yöntemi ile ergonomik risk skorlarını belirlemek ve çalışanların kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemek amacıyla iyileştirme önerileri sunmaktır. Bu çalışmada ayrıca meslek hastalıklarından biri olan KİSR farkındalığının oluşturulmasına katkı sağlanması amacıyla KİSR ile iş kazaları arasındaki ilişki incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, katılımcıların maruz kaldıkları ergonomik risklerin belirlenmesi amacıyla yapılan risk analizi hem durağan hem de dinamik çalışma pozisyonları için, tüm vücut analizini kapsayan REBA analiz yöntemi ile yapılmıştır. Yapılan literatür araştırmasında inşaat sektöründe REBA yönteminin ergonomik risk analizleri için önerilen yöntemlerden biri olduğu tespit edilmiştir (Vachhani vd., 2016; Kulkarni & Devalkar, 2018; Torghabeh vd., 2020).

**Tablo 1.** REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi Grup A Hesaplamaları

REBA boyun hareketleri puanları	Hareket	Puan	Değişim puanı
	0°-20° bükülme >20° bükülme veya yana dönme veya esneme varsa	1 2	Boyunda esneme yana dönme varsa +1
REBA gövde hareketleri puanları	Hareket	Puan	Değişim puanı
	Dik 0°-20° bükülme veya esneme 20°-60° bükülme, esneme 20°-60° bükülme, esneme	1 2 3 4	Gövdede dönme veya yana esneme varsa +1
REBA bacak hareketleri puanları	Hareket	Puan	Değişim puanı
	Çift yönlü yük taşıma, oturma veya yürüme Tek yönlü ağırlık taşıma veya sabit olmayan duruş	1 2	Dizlerde 30° ile 60° arasında bükülme varsa +1 Dizler >60° 'den daha fazla bükülüyorsa +2

Hignett ve McAtamney (1999), tarafından üç aşamalı bir risk değerlendirmesi çalışması olarak geliştirilen REBA'nın tablolar ile anlatımı aşağıdaki gibidir. Çalışmada ilk olarak Grup A olarak adlandırılan önce boyun, sonra gövde ve en son bacaklar için ayrı ayrı risk puanlaması yapılması gerekir (detaylar Tablo 1’de görülebilir).

**Tablo 2.** REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi Tablo A Hesaplamaları

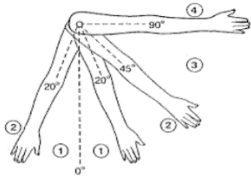
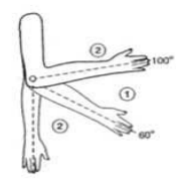
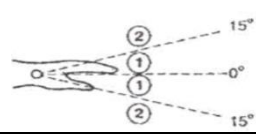
TABLO A		BOYUN											
		1 BACAĞ				2 BACAĞ				3 BACAĞ			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GÖVDE	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

**Tablo 3.** REBA Kuvvet/Yük Puanları

Yük/Kuvvet	Puan
<5 kilogram	0
5-10 kilogram	1
> 10 kilogram	2
Ani/ Hızlı kuvvet artışı	+1

Sonraki aşamada Grup B olarak değerlendirilen kollar (üst kol ve alt kol) ile el bilekleri için analizler yine ayrı ayrı yapılarak hesaplanan puanlar B puanları tablosuna yerleştirilir. Bulunan puana çalışma sırasında kullanılan ekipman veya el aletinin kavrayış puanı eklenerek Tablo B puanı bulunur (detaylar Tablo 4,5 ve 6'da görülebilir).

**Tablo 4.** REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi Tablo B hesaplamaları

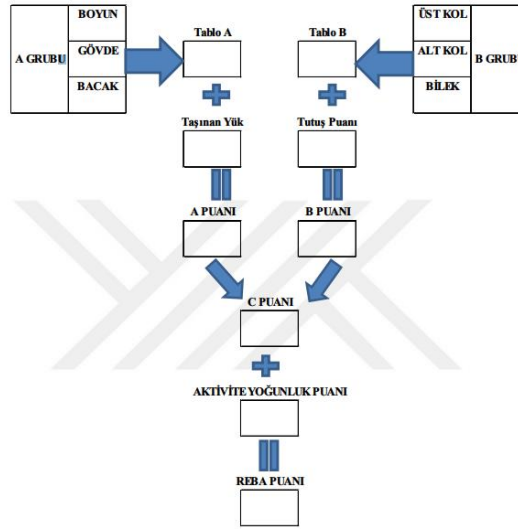
REBA kol hareketleri puanları	Hareket	Puan	Değişim puanı
	0°-20° esneme 0°-20° bükülme 20°-45° bükülme >20° esneme 45°-90° bükülme >90° bükülme	1 2 3 4	Omuzları yukarı kalkık ise +1 Kol hareketi engelleniyorsa +1 Kollar destekleniyorsa veya yardımcı çalışma var ise -1
<b>REBA alt kol hareketleri puanları</b>			
	60°- 100° bükülme <60° bükülme veya > 100° bükülme	1 2	Bükülme var ise +1 puan Bükülme var ise +2 puan
<b>REBA el bileği hareketleri puanları</b>			
	0°-15° esneme/bükülme >15° esneme/bükülme	1 2	Bilek dönmesi +1



**Tablo 8.** REBA Yöntemi Aktivite Yoğunluk Puanı

Aktivite	Puan
Vücut bölümlerinden bir veya daha fazlası sabit (1 dakikadan daha fazla tutma)	+1
Kısa aralıklarla yapılan işler 1 dakikada 4 defadan fazla tekrarlama- sabit konum)	+1
Yapılan iş vücudun duruşunda hızlı ve büyük değişikliğe neden oluyorsa veya dengede olmayan duruş	+1

Çalışanın tüm vücut bölgelerinin hareketleri değerlendirilerek hesaplanan REBA puanı analizi yapan uzmana çalışanın aldığı riskin kabul edilebilirlik seviyesini gösterecektir. Şekil 1’de REBA akış şeması gösterilmiştir. Yapılan analizde elde edilen puanlamaya göre risk seviyesi 1 (önemsiz) ile 11+ (çok yüksek) aralığında dağılım göstererek önlem alma seviyesini gösterir (detaylar Tablo 9’da gösterilmiştir).



**Şekil 1.** REBA Skoru

REBA puanına bağlı alınması gereken önlemler REBA risk değerlendirme tablosunda hesaplanan aktivite seviyesine göre öncelikli olarak belirlenir.

**Tablo 9.** REBA Risk Değerlendirme Tablosu

Aktivite Seviyesi	REBA puanı	Risk	Aktivite
0	1	Önemsiz	Önlem gerekmez
1	2-3	Düşük	Önlem gerekebilir
2	4-7	Orta	Önlem gerekli
3	8-10	Yüksek	Çok kısa zamanda önlem gerekli
4	11-15	Çok yüksek	Acil önlem gerekli

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Raylı Sistem Müdürlüğüne bağlı, yerin 30-150 metre altında değişik derinliklerde, toplam 56622 m<sup>2</sup> alan üstünde, 89 beyaz ve 331 mavi yakalı toplam 420 personelle yürütülen metro yapımı çalışmalarında günlük 18 saat çalışma yapılmaktadır. Çalışma saatleri gündüz vardiyaları için 08:00-18:00

ve gece vardiyaları için 20:00-06:00 arasındadır. Çalışmalarda bir saat öğle arası ve 15'er dakikalık iki çay molası verilmektedir. Çalışmalar hafta sonu da sürmekte ve her çalışan iki haftada bir pazar günü de çalışmaktadır.

Çalışmamızda metro inşaatı yapım işlerinde çalışan 19 işçi temmuz ağustos ayları arasında kalan iki aylık sürede gözlemlenmiş ve yaptıkları işlerin duruşları anlaşılmaya çalışılmıştır. Çalışma sırasında bedeni zorlayan eğilme, uzanma gibi hareketler ile vücut yükünün en fazla olduğu, en sık tekrarlanan duruşlar belirlenerek fotoğraflanmış ve kayıt altına alınarak REBA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Ergonomik risk değerlendirilmesi yapılan yapım işleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

1. Kalıp yapılması
  - 1.1. İç kalıp yapılması
  - 1.2. Dış kalıp yapılması
2. Demirlerin kesilmesi
  - 2.1. Sabit demir makası ile bağ tellerinin kesilmesi
  - 2.2. Hareketli demir makası ile bağ tellerinin kesilmesi
  - 2.3. Farklı kalınlıktaki demirlerin kesilmesi
3. Demirlerin bağlanması
  - 3.1. İstasyon duvar kenarı döşeme demirinin tellerle bağlanması
  - 3.2. İstasyon orta alan döşeme demirinin tellerle bağlanması
  - 3.3. Gidaj perdesi etriye demiri bağlanması
4. Kaynak işleri
  - 4.1. Dış yüzey kaynak yapımı
  - 4.2. İç yüzey kaynak yapımı
5. Demirlerin bükülmesi
  - 5.1. Çapı 14 mm demirin bükülmesi
  - 5.2. Çapı 16 mm demirin bükülmesi
  - 5.3. Çapı 20 mm demirin bükülmesi
  - 5.4. Diyafram perde etriye demir bükülmesi
  - 5.5. Temel sehpa demir bükülmesi
6. Montaj-iksa
  - 6.1. Montaj yapılması için iksa taşınması
  - 6.2. İksa montajı
7. Diğer işler
  - 7.1. Elle çimento harcı hazırlama
  - 7.2. Segment taşları araç ile taşıma



## BULGULAR

Materyal ve yöntem kısmında anlatılan REBA risk analizi doğrultusunda, aşağıda hazırlanan tablolarda verilen resimler, işçinin işini yaparken bedeni zorlayan eğilme, uzanma gibi hareketler ile vücut yükünün en fazla olduğu, en sık tekrarlanan duruşlar belirlenerek fotoğraflanmış ve kayıt altına alınarak yöntem doğrultusunda analiz edilmiş resimlerdir. Bu nedenle tek bir işçi için tek bir fotoğraf üstünden işin yapılışına göre diğer etmenler göz önünde tutulup grup skorlarına eklenerek sonucu hesaplanan REBA skorları sırasıyla aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir (detaylar Tablo 10,11,12,13,14,15 ve16'da görülebilir).




Her iki kalıp yapılmasında da kullanılan çekicinin ağırlığı <5 kilogram ve kavrama gücü orta şiddette olduğu için puan eklenmemiştir. Çalışanın bu aktiviteyi kısa aralıklarla ve sabit olmayan zeminde yapmasından dolayı aktivite puanı "+1" olarak Tablo C skoruna eklenmiştir (detaylar tablo 10'da gösterilmiştir).

Çalışmalarda demir makası ile bağ demirlerinin kesilmesinde kullanılan keski makası 123 cm ve 9 kg ağırlığındadır. Çalışanın makası kullanırken açıp kapatması ve makasın hareketine ve demir buketinin duruş yerine göre çalışanın vücut hareketi değişmektedir. Ekipmanın tutuşunda kavrama orta şiddettedir ve çalışanın bu aktiviteyi kısa aralıklarla yapmaktadır (detaylar tablo 11'de gösterilmiştir).

**Tablo 10.** Yapım İşlerinde Kalıp Yapılması REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi

1.Kalıp yapılması	Grup A	Tablo A Değeri	Tablo B Değeri	Grup B	Tablo C Skoru	Aktivite Skoru	REBA Skoru	
1.1. İç kalıp yapılması	Gövde	2	4	2+ 1	Üst Kol	5	+1	<u>6</u>
	Boyun	2		2	Alt Kol			
	Bacaklar	1+1		2	Bilek			
	Yük/ Kuvvet		0	0	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>B Skoru</b>			
1.2. Dış kalıp yapılması	Gövde	2+1	2	3	Üst Kol	4	+1	<u>5</u>
	Boyun	1		2	Alt Kol			
	Bacaklar	1		2	Bilek			
	Yük/ Kuvvet		0	0	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>2</b>	<b>5</b>	<b>B Skoru</b>			




**Tablo 11.** Yapım İşlerinde Demirlerin Kesilmesi REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi

2. Demirlerin kesilmesi	Grup A	Tablo A Değeri	Tablo B Değeri	Grup B	Tablo C Skoru	Aktivite Skoru	REBA Skoru	
2.1. Sabit demir makası ile bağ tel. kesilmesi	Gövde	3	8	3+1	Üst Kol	11	+1	<u>12</u>
	Boyun	2+1		2	Alt Kol			
	Bacaklar	2+2		2+1	Bilek			
	Yük/ Kuvvet		+1	+0	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>9</b>	<b>7</b>	<b>B Skoru</b>			
2.2. Hareketli demir makası ile bağ tel. kesilmesi	Gövde	2	2	2+1	Üst Kol	3	+1	<u>4</u>
	Boyun	1		1	Alt Kol			
	Bacaklar	1		1+1	Bilek			
	Yük/ Kuvvet		+1	+0	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>B Skoru</b>			
2.3. Farklı kalınlıkta demir kesilmesi	Gövde	4+1	9	3+1	Üst Kol	12	+1	<u>13</u>
	Boyun	2+1		2	Alt Kol			
	Bacaklar	2+1		2+1	Bilek			
	Yük/ Kuvvet		+2	+0	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>11</b>	<b>6</b>	<b>B Skoru</b>			

Yapım İşlerinde demirlerin bağlanması için yapılan risk analizinde istasyon döşeme demirinin tellerle bağlanması ilk olarak duvar kenarı, ikinci olarak orta alanda incelenmiştir. Döşeme demiri çalışma yerinin kenarında belden eğilme hareketi ile yapıldığı, çalışma yerinin ortasında bağlandığı zaman ise dizleri kırarak daha farklı bir duruşla bağlandığı için farklı riskler taşımaktadır. Analizde kullanılan ince bağlama teli ve pensenin ağırlığı 5 kilogramın altındadır. Gıda perdesi etriye demiri bağlanmasında da kullanılan alet ve uygulanan güç aynıdır. Demirlerin bağlanma aşaması toprak zemin üzerinde devam ettiği için dizler belli bir açıda kırık, bel devamlı olarak bükük ve kol-dirsek tekrarlı olarak açılıp kapanma durumundadır (detaylar tablo 12'de gösterilmiştir).





**Tablo 12.** Yapım İşlerinde Demirlerin Bağlanması REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi

3. Demirlerin bağlanmaları	Grup A	Tablo A Değeri	Tablo B Değeri	Grup B	Tablo C Skoru	Aktivite Skoru	REBA Skoru	
3.1. İstasyon duvar kenarı döşeme demiri tellerle bağlanması	Gövde	4	7	1+1	Üst Kol	7	+1	<u>8</u>
	Boyun Bacaklar Yük/ Kuvvet A Skoru	2 2+1 +0 +0 7	+0 +0 7	1 2+1 B Skoru	Alt Kol Bilek Kavrama B Skoru			
3.2. İstasyon orta alan telle bağlama	Gövde	4	7	1	Üst Kol	7	+1	<u>8</u>
	Boyun Bacaklar Yük/ Kuvvet A Skoru	2 1+2 0 0 7	0 0 7	1 1+1 B Skoru	Alt Kol Bilek Kavrama B Skoru			
3.3. Gıda perdesi etriye demiri bağlanması	Gövde	2+1	6	3+1	Üst Kol	9	+1	<u>10</u>
	Boyun Bacaklar Yük/ Kuvvet A Skoru	2+1 1+1 0 0 6	0 0 7	2 2+1 B Skoru	Alt Kol Bilek Kavrama B Skoru			

Çalışan kaynak işini yaparken kullanılan kaynak makinesi 5 kilogramın altındadır. Dış yüzeyde kaynak yapılırken çalışan ayakta, iç taraftan kaynak yapılırken ise oturarak yapılan kaynak çalışmaları analiz edilmiştir (detaylar tablo 13'de gösterilmiştir).






**Tablo 13.** Yapım İşlerinde Kaynak Yapımı REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi

4. Kaynak yapımı	Grup A	Tablo A Değeri	Tablo B Değeri	Grup B	Tablo C Skoru	Aktivite Skoru	REBA Skoru	
4.1. Dış yüzey kaynak yapımı	Gövde	4	8	2	Üst Kol	9	+1	<u>10</u>
	Boyun Bacaklar Yük/ Kuvvet A Skoru	2 2+2 0 0 8	0 0 4	2 2+1 B Skoru	Alt Kol Bilek Kavrama B Skoru			
4.2. İç yüzey kaynak yapımı	Gövde	4	7	1	Üst Kol	7	+1	<u>8</u>
	Boyun Bacaklar Yük/ Kuvvet A Skoru	2 1+2 0 0 7	0 0 3	2 2+1 B Skoru	Alt Kol Bilek Kavrama B Skoru			

Raylı sistem metro yapım işlerinin başında gelen demirin bükülme işlemi farklı aşamada demirin kalınlığına ve bağlanacağı yere göre gerçekleştirilmektedir. Uygulamanın bu kısmında demirin kalınlığına bağlı olarak ince, orta ve kalın demirlerin bükülmesi ayrı ayrı analiz edilmiştir. Diyafram perde etriye demiri bükülmesi işinde çalışan yarı otomatik demir bükme makinesi ile etriye demiri bükme işlemini yapmaktadır. Büküldüğü bir adet demir 20mm çapında, ağırlığı 8,88 kg. x 4 adet toplam 25,52 kg demir aynı anda bükülüp taşınmaktadır. Temel sehpa demiri

bükülmesi içinde de çalışan yarı otomatik demir bükme makinası ile etriye demiri bükme işlemi yapmaktadır. Kesilerek hazırlanmış demirler 26 mm. çapında, 20,84 kg ağırlığındadır (detaylar tablo 14’de gösterilmiştir).

**Tablo 14.** Yapım İşlerinde Demir Bükülmesi REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi



5.	Demirlerin bükülmesi	Grup A	Tablo A Değeri	Tablo B Değeri	Grup B	Tablo C Skoru	Aktivite Skoru	REBA Skoru	
5.1.	14 mm demir bükülmesi	Gövde	2	5	2+1	Üst Kol	5	+1	<u>6</u>
		Boyun	2+1		<b>1</b>	Alt Kol			
		Bacaklar	1+1		<b>1+1</b>	Bilek			
		Yük/ Kuvvet		0	+0	Kavrama			
		<b>A Skoru</b>		<b>5</b>		<b>B Skoru</b>			
5.2.	16 mm demirin bükülmesi	Gövde	2+1	8	2+1	Üst Kol	9	+1	<u>10</u>
		Boyun	2+1		1	Alt Kol			
		Bacaklar	2+2		1+1	Bilek			
		Yük/ Kuvvet		0	0	Kavrama			
		<b>A Skoru</b>		<b>8</b>		<b>B Skoru</b>			
5.3.	20 mm demirin bükülmesi	Gövde	4+1	9	2+1	Üst Kol	12	+1	<u>13</u>
		Boyun	2+1		<b>1</b>	Alt Kol			
		Bacaklar	2+1		<b>2+1</b>	Bilek			
		Yük/ Kuvvet		+2	+0	Kavrama			
		<b>A Skoru</b>		<b>11</b>		<b>B Skoru</b>			
5.4.	Diyafram perde etriye	Gövde	2+1	6	3+1	Üst Kol	10	+1	<u>11</u>
		Boyun	1+1		<b>1</b>	Alt Kol			
		Bacaklar	2+1		2+1	Bilek			
		Yük/ Kuvvet		+2	+1	Kavrama			
		<b>A Skoru</b>		<b>8</b>		<b>B Skoru</b>			
5.5.	Temel sehpa demir	Gövde	2+1	7	3+1	Üst Kol	11	+1	<u>12</u>
		Boyun	2+1		2	Alt Kol			
		Bacaklar	2+1		2+1	Bilek			
		Yük/ Kuvvet		+2	+0	Kavrama			
		<b>A Skoru</b>		<b>9</b>		<b>B Skoru</b>			

Yapım işlerinde yer altında açılan tünellerin üst kısmına yerleştirilen iksanın ağırlığı 110-120 kilogram arasındadır. İksanın kaldırılması sırasında çalışanların kavrama gücünün kötü derecede olmasına rağmen mümkün olduğu göz önünde bulundurularak analiz gerçekleştirilmiştir (detaylar tablo 15’de gösterilmiştir).


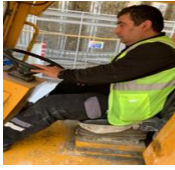
Manuel çimento harcı hazırlanması uygulamasında çalışanın 50 kg standart ağırlıktaki çimento torbalarını çimento makinesinin haznesine boşaltırken yaptıkları duruşlar analiz edilmiştir. Çimento harç hazırlama işlemi için bir defada 6 torba çimento kullanmakta ve işlem gün içerisinde tekrarlanmaktadır (detaylar tablo 16’da gösterilmiştir).

Segment taşlarının MSV aracı ile taşınması uygulamasında çalışan, MSV adlı 22,5 metre uzunluğunda bir araç ile tünel imalatında kullanılan ve şantiyeye üretilmiş hazır olarak gelen segment taşlarını, tünel içine taşımaktadır (detaylar tablo 16’da gösterilmiştir).

**Tablo 15.** Yapım İşlerinde Montaj-iksa REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi

6. Montaj-iksa	Grup A	Tablo A Değeri	Tablo B Değeri	Grup B	Tablo C Skoru	Aktivite Skoru	REBA Skoru	
6.1. Montaj yapılması için iksa taşınması 	Gövde	4		2	Üst Kol	11	+1	<b><u>12</u></b>
	Boyun	2	8	2	Alt Kol			
	Bacaklar	2+2			Bilek			
	Yük/Kuvvet		2	2	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>B Skoru</b>			
6.2. İksa Montajı 	Gövde	2+1		3+1	Üst Kol	10	+1	<b><u>11</u></b>
	Boyun	2+1	6	7	Alt Kol			
	Bacaklar	1+1			Bilek			
	Yük/Kuvvet		+2	2	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>B Skoru</b>			

**Tablo 16.** Yapım İşlerinde Diğer İşler REBA Yöntemi Ergonomik Risk Analizi

7. Diğer işler	Grup A	Tablo A Değeri	Tablo B Değeri	Grup B	Tablo C Skoru	Aktivite Skoru	REBA Skoru	
7.1. Elle çimento harcı hazırlama 	Gövde	2		3	Üst Kol	8	+1	<b><u>2</u></b>
	Boyun	1	2	5	Alt Kol			
	Bacaklar	1			Bilek			
	Yük/Kuvvet		2	3	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>B Skoru</b>			
7.2. Segment taşları araç ile taşıma 	Gövde	2		1	Üst Kol	1	+1	<b><u>1</u></b>
	Boyun	1	2	1	Alt Kol			
	Bacaklar	1			Bilek			
	Yük/Kuvvet		0	0	Kavrama			
	<b>A Skoru</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>B Skoru</b>			

Yapılan uygulamalar sonucu bulunan REBA puanlarının karşılık geldiği risk seviyesi ve riske bağlı olarak alınması gereken eylem planları hazırlanmıştır (detaylar Tablo 17’de gösterilmektedir).

Çalışma sonucunda metro inşaatı yapım işlerinde çalışan mavi yakalı çalışanların ergonomik olarak önlem gerekebilir olarak değerlendirilen 1 adet düşük, önlem gerekli olduğu sonucuna ulaşılan 4 adet orta, çok kısa zamanda önlem gerekli sonucuna ulaşılan 7 adet yüksek ve acil önlem gerekli olarak değerlendirilen 7 adet çok yüksek risk seviyesine maruz kaldıkları tespit edilmiştir.

**Tablo 17.** Uygulamaların REBA Risk Analizi Sonuç Tablosu

Yapılan iş	Skor	Risk Seviyesi	Aktivite
İç kalıp çakılması	6	orta	önlem gerekli
Dış kalıp çakılması	5	orta	önlem gerekli
Sabit demir makası ile bağ tellerinin kesilmesi	12	çok yüksek	acil önlem gerekli
Hareketli demir makası ile bağ tellerinin kesilmesi	4	orta	önlem gerekli
Farklı kalınlıktaki demirlerin kesilmesi	13	çok yüksek	acil önlem gerekli
İstasyon duvar kenarı döşeme demirinin tellerle bağlanması	8	yüksek	çok kısa zamanda önlem gerekli
İstasyon orta alan döşeme demirinin tellerle bağlanması	8	yüksek	çok kısa zamanda önlem gerekli
Gidaj perdesi etriye demiri bağlanması	10	yüksek	çok kısa zamanda önlem gerekli
Dış yüzey kaynak yapımı	10	yüksek	çok kısa zamanda önlem gerekli
İç yüzey kaynak yapımı	8	yüksek	çok kısa zamanda önlem gerekli
Çapı 14 mm demirin bükülmesi	6	orta	önlem gerekli
Çapı 16 mm demirin bükülmesi	10	yüksek	çok kısa zamanda önlem gerekli
Çapı 20 mm demirin bükülmesi	13	çok yüksek	acil önlem gerekli
Diyafram perde etriye demir bükülmesi	11	çok yüksek	acil önlem gerekli
Temel sehpa demir bükülmesi	12	çok yüksek	acil önlem gerekli
Montaj için iksa taşınması	12	çok yüksek	acil önlem gerekli
İksa montajı	11	çok yüksek	acil önlem gerekli
Elle çimento harcı hazırlama	9	yüksek	çok kısa zamanda önlem gerekli
Segment taşları araç ile taşıma	2	düşük	önlem gerekebilir

Yapılan REBA analizlerinin sonucunda sabit demir makası kullanılarak demir bağlarının kesilmesi, farklı kalınlıktaki demirlerin kesilmesi, çapı 20 mm olan demirler ile diyafram perde etriye ve temel sehpa demiri bükülmesi, iksa taşınma ve montajı işlerinde çalışan bireylerin ergonomik risklerinin çok yüksek olduğu hesaplanmıştır.

İstasyon duvar kenarı ve orta alan kenarı döşeme demirlerinin tellerle bağlanması, gidaj perdesi etriye demiri bağlanması, dış ve iç kaynak yapımı, 16 mm çaplı demirlerin bükülmesi, ve elle çimento hazırlanması işlerinde çalışanların ergonomik risklerinin seviyesinin yüksek olduğu hesaplanmıştır.

Çalışmamızda; iç ve dış kalıpların çakılması, hareketli demir makası kullanılarak bağ tellerinin kesilmesi ile çapı 14 mm olan demirlerin bükülmesi işlerinde çalışanların ergonomik risk seviyelerinin orta derecede olduğu hesaplanmıştır.

MSV aracı kullanılarak segment taşlarının taşınmasının ise düşük risk seviyesinde olduğu hesaplanmıştır.

## TARTIŞMA

İnşaat sektörü sadece ülkemizde değil dünyada da en çok iş kazasının ve meslek hastalığının görüldüğü sektörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu sektörde çalışanların çalışma duruşlarının analiz edilerek gerekli önlemlerin alınması, çalışanların yorgunluğu nedeniyle ortaya çıkan iş kazalarını engelleyerek, çalışanların işe devamsızlıklarını ve kaza ya da hastalık nedeniyle durmak zorunda kalan işi ortadan kaldıracak, çalışanların yaşlandıklarında yaşayacakları kas iskelet sistemi kaynaklı hastalıkların da önüne geçerek daha sağlıklı ve kaliteli hayat sürmelerini sağlayacaktır.

Ergonomi, kullanıcıların özellikleri, sınırlamaları ve ihtiyaçlarına göre verimliliklerini, güvenliklerini ve genel sistem performansını optimize etmeye çalışır (Larrea-Araujo vd., 2021). Çalışmamızda 19 duruş analiz edilmiş ve 14 duruşun yüksek veya çok yüksek risk seviyesinde olduğu görülmüştür. Bu çalışmalardan çalışanların KİSR yakalanmalarını engellemek için çok yüksek riskli çalışmalar için acil olarak plan yapılması ve iyileştirme çalışmalarına hemen başlanması, yüksek risk seviyesi çalışmalar için yöneticilerin çok kısa zamanda önlem almaları gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışanların iş yaparken kullandıkları el aletleri veya iş makineleri nedeniyle vücut duruşlarındaki değişimler risk seviyelerinin artmasının en büyük nedenlerinden biridir. Bu bulgular literatürle örtüşmektedir (Torghabeh vd., 2013; Ishwarya & Rajkumar, 2021, Saedpanah vd., 2018; Patial vd., 2022). Çalışanların demir donatıları hareketli makas kullanarak kesmeleri orta seviyede risk oluştururken, sabit makas kullanımları yaptıkları iş için kendi vücut ağırlıklarının da kullanmaları nedeniyle tüm vücutta dengesizlik

oluşturmakta ve risk seviyesini ortadan çok yükseğe çıkarmaktadır. Demir donatılarının kesilmeden önce zemine doğru yerleştirilmesi ve çalışanın işi kişisel kullanımına uygun doğru bir aletle yapması gibi basit bir çözümle ergonomik riskin azalacağı görülmektedir.

Demirlerin bükülmesi içinde bükülen demirin kalınlığına göre kullanılan makineler farklılık göstermektedir. Yapılan analizlerde ergonomik olarak en yüksek seviyede riske sebep olan çalışmaların yere yerleştirilen ve çalışanın bel hizasının altında çalışmaya yol açan makinelerle yapılan işler olduğu hesaplanırken, çalışanın bel hizasına gelen ve sadece ellerini kullanarak yaptığı bükme işleminin vücudun güç kullanmasına gerek duyulmaması nedeniyle orta seviyede riske sebep olduğu hesaplanmaktadır. Bu durum kullanılan makinelerin seçimleri ve yerleşimleri sırasında ergonomik kurallara uymanın önemini göstermekte ve doğru makinelerin kullanılmasının yaşanan sorunu büyük oranda çözeceğini göstermektedir. Tekrarlanan hareketlerin de risk seviyesini arttırdığı bilinmektedir (Gülerer & Sabır, 2022; Aksüt vd., 2020). Çalışma sırasında gözlemlenen çalışanın iş analizi yapıldığında bir saatte ortalama 12 tane demir büküldüğü hesaplanmıştır. Bu analizleri gerçekleştiren araştırmacılar bu oranın azaltılmasının da çalışanın taşıdığı yük miktarını azaltacağı için geçici bir çözüm olarak kullanılabilirliğini düşünmektedirler.

Li vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ağır kaldırmaların çalışanın kaza geçirme ihtimalini arttırdığına dikkat çekilerek vücut zorlanmaları nedeniyle iş kazası ve kas iskelet sistemi hastalıklarına sebep olduğu belirtilmiştir. Metro inşaatının yapımı sırasında montaj yapılması için 110-120 kg ağırlığında iksa adı verilen hazırlanmış demir kalıplar taşınması sırasında çalışanların tüm vücuduna yük getirmesinin yanı sıra bu ağırlığı birden fazla kişinin aynı anda dengede taşıyamayacak olması ergonomik açıdan riskin çok yüksek seviyede çıkmasına sebep olmuştur. Bu ağırlıktaki demirlerinin taşınması için forklift gibi bir aracın kullanılması yükü çalışanların üstünden alacağı için riskin düşük seviyeye indirgenmesini sağlayacaktır.

Vücudun zorlandığı ağırlıkların kaldırılması sırasında ortaya çıkan duruşlardaki bozukluk da ergonomik olarak risk seviyesini artıran etmenlerden biridir (Aksüt vd., 2020; Çetinkaya & Baykent, 2020; Liv vd., 2019; Felekoğlu & Taşan, 2017). Montajı yapan çalışanların vücut duruşları incelendiğinde tüm vücutlarını kullanarak ağırlığı elleriyle başlarının üstüne kaldırdıkları ve yerleştirdikleri görülmektedir. Bu çalışmada da iş makinelerinin kullanılması çalışanların maruz kaldıkları çok yüksek seviyedeki ergonomik riski düşürerek KİSR yakalanmalarını engelleyecektir.

Bu çalışmada çalışanların ergonomik açıdan maruz kaldıkları risklerin azaltılması için araştırmacılar tarafından aşağıda sıralanan iyileştirme çalışmaları önerilmektedir:

- Çalışma alanları tekrar düzenlenerek kullanılan makine ve el aletinin sayısını artırmak.
- Tezgâh ve el aletleri gibi iş ekipmanlarını çalışanın ölçülerine uygun olacak şekilde yenilemek veya düzenlemek.
- Çalışanların çalışma sırasındaki duruşlarını optimize ederek ergonomik prensiplere uygun hareket etmeleri için teşvik etmek.
- Çalışanları iş kazaları ve kas iskelet sistemi hastalıklarından koruyabilmek için yaptıkları işle ilgili ergonomi eğitimi vererek ve sürekli bilinçlendirme çalışmaları yapmak.
- Dinlenme ve çalışma sürelerini yorgunluk oluşumunu önleyecek şekilde düzenlemek.
- Duruş bozukluklarının engellemek için kişisel koruyucu ekipmanlar kullanmak.
- Çalışanların vücut zorlanmalarını farklı organlara dağılmasını sağlamak için çalışanları ara ara farklı görevlerde çalıştırmak.
- Uzman hekim aracılığıyla çalışanların sağlık kontrollerini düzenli olarak yapmak ve izlemek.
- Düzenli risk analizi yaparak elde edilen sonuçlar doğrultusunda işyerinde iyileştirmeler yapmak ve rahatsızlık risklerinin azalıp azalmadığını kontrol edilerek gerektiğinde yeni önlemler almak.
- Tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de iş güvenliği uzmanlarının sektörün risklerini iyi analiz edilmesi için özellikle tecrübeli çalışanların görüşlerini alarak, çalışan temsilcileriyle birlikte çalışması iş kazalarını ve kas iskelet sistem hastalıklarını daha kolay önüne geçilmesini sağlayacaktır.

## SONUÇ

Çalışmamızda metro inşaatı şantiyesinde hem yer altı hem de yer üstünde yapılan çalışmalar sırasında çalışanların duruşları incelenerek ergonomik risk analizi yapılmış ve 19 duruşun 14'ünün yüksek ve çok yüksek risk içerdiği çalışanların özellikle el-bilek, boyun ve bel bölgelerinin yüksek riskli vücut bölgeleri olduğu görülmüştür. Literatür

ışığında araştırmacılar tarafından önerilen önleyici faaliyetlerin yapılmasının iş yerindeki ergonomik riskleri azaltacağı veya tamamen ortadan kaldıracığı düşünülmektedir. Bu iyileştirmelerin yapılması çalışanın iş yerine olan güveninin artması ve güçlü bir güvenlik kültürünün oluşmasını sağlayacak, çalışanın iş verimi artıracığı gibi işyerinin ekonomik zararlarını da azalacaktır.

Bu çalışma inşaat sektörü yapı işleri çalışanlarının karşı karşıya kaldıkları kas iskelet sistemi hastalıklarının ne kadar ciddi olduğunu göstermesi nedeniyle son derece önemlidir. Bu çalışmanın ileride Erdinç vd. (2011) tarafından Türkçeye çevirisi yapılan, çalışanların kendilerinin doldurduğu ve ağrı yaşadıkları vücut organlarını rahatça ifade ettikleri Cornell Kas İskelet Rahatsızlığı Ölçeği gibi kas iskelet sistemi hastalıklarının belirlenmesine yardımcı olan ölçeklerle birleştirilerek bütünlük analizler yapılması gerekli önlemlerin alınarak çalışanların korunması için daha etkili olacaktır. Yapılan bu çalışma gelecekte bilgisayara aktarılmak için çekilen hareketli görüntülerin, özel yazılımlar aracılığıyla sonradan analiz edilerek değerlendirildiği 3D Match, TRAC, Sammie Cad, 3DSSPP gibi gelişmiş gözleme dayalı yöntemlerle analiz edildiği durumlarda çalışanlar ve işverenler açısından daha detaylı sonuçlara ulaşılacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada fotoğraflarının kullanılmasına izin veren tüm İBB Metro çalışanlarına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Aksüt, G., Eren, T., Tüfekçi, M. Ergonomik risk faktörlerinin sınıflandırılması: Bir literatür taraması. *Ergonomi*, 2020: 3, 173, 183. <https://doi.org/10.33439/ergonomi.773896>
- Atasoy, A., Keskin, F., Başkesen, N., Tekingündüz, S. (2010). Laboratuvar çalışanlarında işe bağlı kas iskelet sistemi sorunları ve ergonomik risklerin değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 2, 90–113. <http://dergipark.gov.tr/spkd/issue/29280/313469>
- Ceylan, H. (2014). Türkiye'de inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının analizi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 6(1), 1-6. <https://doi.org/10.29137/umagd.346068>
- Çetinkaya, F., Baykent, G. (2020). İşyeri çalışma ortamı koşullarının ergonomik yönden incelenmesi (örnek: şekerleme firması). *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1, 15-31.
- Erdinç, O., Hot, K., Özkaya, M. (2011). Turkish version of the Cornell musculoskeletal discomfort questionnaire: Cross-cultural adaptation and validation. *Work*, 39(3), 251-260. doi: 10.3233/WOR-2011-1173.
- Felekoğlu, B., Taşan, S. Ö. (2017). İş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik ergonomik risk değerlendirme: Reaktif/proaktif bütünlük bir sistematik yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3). <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.337625>
- Gök, Y. (2021). REBA-RULA, OWAS VE NIOSH ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin inşaat sektörüne uygulanması ve incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi.
- Gülerer, S., & Sabır, E. C. (2022). Bir konfeksiyon işletmesinde seçilmiş ergonomik risklerin iş sağlığı ve güvenliği kapsamında analizi ve risk değerlendirmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(1), 237-248. <https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1095069>
- Harkness, E. F., MacFarlane, G. J., Silman, A. J., McBeth, J. (2005). Is musculoskeletal pain more common now than 40 years ago?: Two population-based cross-sectional studies. *Rheumatology*, 44(7), 890-895. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keh599>
- Higneet, S. and Mcatamney, L. (1999). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205, [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)

- Im, H. J., Kwon, Y. J., Kim, S. G., Kim, Y. K., Ju, Y. S., Lee, H. P. (2009). The characteristics of fatal occupational injuries in Korea's construction industry, 1997–2004. *Safety Science*, 47(8), 1159-1162. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2008.11.008>
- Ishwarya, G. A., Rajkumar, D. (2021). Analysis of ergonomic risk factors in construction industry. *Materials Today: Proceedings*, 37, 2415-2418. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.269>
- Jaffar, N., Abdul-Tharim, A. H., Mohd-Kamar, I. F., Lop, N. S. (2011). A literature review of ergonomics risk factors in construction industry. *Procedia Engineering*, 20, 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.142>
- Kulkarni, V. S., & Devalkar, R. V. (2018). Postural analysis of building construction workers using ergonomics. *International Journal of Construction Management*, 19(6), 464–471. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452096>
- Larrea-Araujo, C., Ayala-Granja, J., Vinuesa-Cabezas, A., & Acosta-Vargas, P. (2021). Ergonomic risk factors of teleworking in ecuador during the covid-19 pandemic: A cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105063>
- Li, X., Gül, M., & Al-Hussein, M. (2019). An improved physical demand analysis framework based on ergonomic risk assessment tools for the manufacturing industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 70,58-69. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.01.004>
- Mohan, V., Justine, M., Jagannathan, M., Aminudin, S. B., Johari, S. (20154). Preliminary study of the patterns and physical risk factors of work-related musculoskeletal disorders among academicians in a higher learning institute. *Journal of Orthopaedic Science*, 20(2), 410-417. <https://doi.org/10.1007/s00776-014-0682-4>
- Neşeli, C. (2016) Ergonomik risk analizi yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir kalıp imalat firmasında uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi.
- Özel, E., Çetik, O. (2010). Mesleki görevlerin ergonomik analizinde kullanılan araçlar ve bir uygulama örneği. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, 22, 41-56.
- Patial, R., Gusain, H., Yadav, B. P., Siddiqui, N. A. (2022). A review of ergonomic risk assessment techniques employed in construction industry. *Advances in Construction Safety: Proceedings of HSFEA*, 117-131. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4001-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4001-9_9)
- Ringen, K., & Stafford, E. J. (1996). Intervention research in occupational safety and health: Examples from construction. *American Journal of Industrial Medicine*, 29(4), 314-320. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199604\)29:4<314::AID-AJIM7>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199604)29:4<314::AID-AJIM7>3.0.CO;2-O)
- Saedpanah, K., Motamedzade, M., Salimi, K., Eskandari, T., Samaei, S. E. (2018). Physical risk factors among construction workers by Workplace Ergonomic Risk Assessment (WERA) method. *Archives of Occupational Health*, 2(1), 56-62. <http://aoh.ssu.ac.ir/article-1-56-en.html>
- T.C. Kalkınma Bakanlığı. 11. Kalkınma planı iş sağlığı ve güvenliği çalışma grubu raporu. 2018 <https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2020/04/IsSagligiGuvenciligiCalismaGrubuRaporu.pdf>
- Tam, C. M., Zeng, S. X., & Deng, Z. M. (2004). Identifying elements of poor construction safety management in China. *Safety Science*, 42(7), 569-586. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2003.09.001>
- Torghabeh, Z. J., Hosseinian, S. S., Ressang, A. (2013). Risk assessment of ergonomic risk factors at construction sites. *Applied Mechanics and Materials*, 330, 857-861. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.330.857>
- Torghabeh, Z. J., Stentz, T. L., & Jorgensen, M. (2020). Ergonomics investigation of workers in construction glass and glazing trade using the rapid entire body assessment (REBA) method. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 13(3), 57-71. ©IJAET ISSN: 22311963

Uzdil, O., Güllüoğlu, A. (2020). Türkiye inşaat sektöründe 2016 ve 2017 yıllarında meydana gelen iş kazalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 32(2), 137-144. DOI: 10.7240/jeps.555736

Vachhani, T. R., Sawant, S. K., & Pataskar, S. (2016). Ergonomics Risk Assessment of Musculoskeletal Disorder on Construction Site. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*, 3(3), 228-231. p-ISSN: 2349-8404; e-ISSN: 2349-879X

Zorlutuna, A., Kılıç, H. S. (2022). İnşaat sektöründeki ergonomik risklerin değerlendirilmesi ve bir uygulama. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 34(1), 14-26. <https://doi.org/10.7240/jeps.876378>