



T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü



ÇİMENTO ÜRETİM SÜRECİNİN ERGONOMİK YÖNDEN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Büşra ÖZDEN

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖZ

İş Güvenliği Anabilim Dalı

İzmir

2023

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ÇİMENTO ÜRETİM SÜRECİNİN ERGONOMİK
YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Büşra ÖZDEN

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖZ

İş Güvenliği Anabilim Dalı

İzmir

2023

Büşra ÖZDEN tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “**Çimento Üretim Sürecinin Ergonomik Yönden Değerlendirilmesi**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 21/08/2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖZ

Raportör Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gülden Ö. ERTUĞRUL

Üye : Prof. Dr. Bülent ÇAKMAK



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çimento Üretim Sürecinin Ergonomik Yönden Değerlendirilmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

21/08/2023

Büşra ÖZDEN

ÖZET**ÇİMENTO ÜRETİM SÜRECİNİN ERGONOMİK YÖNDEN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

ÖZDEN, Büşra

Yüksek Lisans Tezi, İş Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖZ

Ağustos 2023, 52 sayfa

Çimento üretim sürecinde çalışanların ciddi tehlike ve risklerle karşı karşıya kaldığı bilinmektedir. Yapılan araştırmalarda çoğunlukla fiziksel ve kimyasal risk etmenlerinin incelendiği, üretim sürecinde karşılaşılan ergonomik risklerin üzerinde yeterince durulmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda bu çalışmada çimento üretim sürecinin çeşitli aşamalarında karşılaşılan ergonomik risklerin boyutunun ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma İzmir’de yer alan özel sektöre ait bir çimento fabrikası ve bu fabrikaya ait 3 adet beton santralinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan gözlemler sonucu, paketleme, aktarma ve kalite kontrol birimlerinde ergonomik olmayan çalışma koşullarının varlığı belirlenmiştir. Her birim için uygun olabileceği düşünülen dörder adet gözlemsel değerlendirme yöntemi seçilmiş ve toplam 36 çalışan ile gözlem yapılarak ergonomik risk skorları belirlenmiştir. Bu yöntemler kendi aralarında karşılaştırılarak değerlendirme için en uygun yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda aktarma ve beton kalite kontrol birimlerinde çok yüksek, paketleme ve çimento kalite kontrol birimlerinde orta düzeyde risklerin mevcut olduğu belirlenmiştir. Yüksek risk düzeyine sahip birimlerde iş düzeninin acilen yeniden oluşturulması gerektiği ortaya çıkmıştır. Kullanılan yöntemlerin kendi içinde karşılaştırılması sonucu postürün yanı sıra iş organizasyonu ve çalışma koşulları gibi diğer faktörleri de ayrıntılı olarak değerlendirebilen KIM-MHO yönteminin tüm birimler için en uygun değerlendirme yöntemi olduğu belirlenmiş, bu yöntemin yanı sıra her birim için kullanılacak ikincil yöntemler de tavsiye edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Çimento, beton, üretim, ergonomi, maruziyet

ABSTRACT**ERGONOMIC EVALUATION of THE CEMENT PRODUCTION
PROCESS**

ÖZDEN, Büşra

MSc Thesis, Department of Occupational Safety

Supervisor: Asst.Prof.Dr. Erdal ÖZ

August 2023, 52 pages

It is known that employees in the cement production process face serious dangers and risks. In the researches, it was determined that the physical and chemical risk factors were mostly examined and the ergonomic risks encountered in the production process were not emphasized enough. In this context, in this study, it is aimed to reveal the extent of ergonomic risks encountered at various stages of the cement production process. The study was carried out in a private sector cement factory and 3 concrete plants belonging to this factory in İzmir. As a result of the observations, the existence of non-ergonomic working conditions in packaging, transfer and quality control units was determined. Four observational evaluation methods, which are thought to be suitable for each unit, were selected and ergonomic risk scores were determined by observing a total of 36 employees. By comparing these methods among themselves, it was tried to determine the most suitable method for evaluation. As a result of the study, it was determined that there are very high risks in the transfer and concrete quality control units, and moderate risks in the packaging and cement quality control units. It has emerged that the work order in units with high risk levels needs to be re-established urgently. As a result of the comparison of the methods used, it was determined that the KIM-MHO method, which can evaluate in detail other factors such as work organization and working conditions as well as posture, was determined to be the most appropriate evaluation method for all units, and secondary methods to be used for each unit were also recommended.

Keywords: Cement, concrete, production, ergonomics, exposure

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında çimento sektöründe yaşanan ve yaşanabilecek ergonomik maruziyetlerin bırakacağı olumsuz etkilerin incelenmesi, iyileştirme yoluna gidilmesi ve kullanılan değerlendirme yöntemlerinin doğruluğunun karşılaştırılması esas alınmıştır. Bu sektörde yapılan ergonomik çalışmaların az olması tez konusunu belirleme ve seçme konusunda önemli olmuştur.

Batıçim Batı Anadolu Sanayi A.Ş. ve Batibeton Sanayi A.Ş. şirketlerinden yardım alınarak gerçekleştirilen araştırmada, çalışanların da fikirleri alınarak yol izlenmiştir. Çalışanların en sıkıntılı olduğu istasyonlarda onların yardımları doğrultusunda çalışmalar yapılmıştır ve tespit edilen sorunlara beraber çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Çalışanların da fikrinin alınarak yürütülmesi, araştırmayı daha doğru ve gerçekçi kılmıştır.

İZMİR

21/08/2023

Büşra ÖZDEN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK.....	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	vii
ÖNSÖZ	İx
İÇİNDEKİLER.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Çimento Üretim Süreci	1
1.1.1 Farin hazırlama	2
1.1.2 Klinker pişirme ve çimento öğütme	2
1.1.3 Paketleme ve sevkiyat	3
1.2 Beton Tasarım ve Kalite Kontrol Aşaması.....	4

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
1.3 Çimento Üretim Sürecinde Rastlanan Başlıca Tehlike ve Riskler	4
1.3.1 Süreçlere göre fiziksel tehlike ve riskler	4
1.3.2 Süreçlere göre ergonomik tehlike ve riskler	7
2.GENEL BİLGİLER	10
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	13
3.1 ART Yöntemi	16
3.2 KIM-MHO Yöntemi.....	17
3.3 RULA Yöntemi	18
3.4 REBA Yöntemi.....	19
3.5 OWAS Yöntemi.....	20
3.6 QEC Yöntemi	21
4.BULGULAR	22
4.1 Paketleme Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular	22
4.2 Aktarma Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular.....	25
4.3 Çimento ve Beton Kalite Kontrol Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular .	28
4.3.1 Çimento kalite kontrol birimindeki çalışmalara ilişkin bulgular	28

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.3.2 Beton kalite kontrol birimindeki çalışmalara ilişkin bulgular	28
5. TARTIŞMA.....	35
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	48
TEŞEKKÜR	51
ÖZGEÇMİŞ	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Döner fırın	2
1.2 Çimento üretim prosesi (Kapkaç, 2013)	3
1.3 Silobas.....	3
1.4 Big Bag paketi	3
1.5 Konkasör.....	4
1.6 Bilyalı değirmen	5
1.7 Dik değirmen	5
1.8 Siklon şişleme işlemi	5
1.9 Siklon.....	6
1.10 Kağıt torbaları yerleştirme işlemi	6
1.11 Kağıt torbaları yerleştirme makinesi	7
1.12 Çimento torbalarının kamyonu istifi işlemi	8
1.13 Beton şişleme işlemi	9
1.14 Numune kırma işlemi	9
3.1 ART yöntemi değerlendirme çizelgesi	16
3.2 KIM-MHO yöntemi değerlendirme çizelgesi.....	17
3.3 RULA yöntemi değerlendirme çizelgesi	18

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.4 REBA yöntemi değerlendirme çizelgesi	19
3.5 OWAS yöntemi değerlendirme çizelgesi	20
3.6 QEC yöntemi değerlendirme çizelgesi	21
4.1 Paketleme biriminde çalışma şekli	22
4.2 Paketleme biriminde çalışanlara ilişkin akış şeması.....	22
4.3 Aktarma biriminde çalışma şekli	25
4.4 Çimento kalite kontrol biriminde çalışma şekli.....	28
4.5 Beton kalite kontrol biriminde çalışma şekli	31
6.1 Aktarma birimindeki istifleme işlemi için önerilen manipülâtör	45
6.2 Beton kalite kontrol birimindeki işlemler için önerilen bir vibratör ve vibratörlü sarsma tablası	46

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Birimde kullanılan yöntemlerin seçilme nedenleri.....	15
4.1 Paketleme biriminde ART yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.....	23
4.2 Paketleme biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	23
4.3 Paketleme biriminde REBA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	24
4.4 Paketleme biriminde KIM-MHO yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	24
4.5 Aktarma biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.....	26
4.6 Aktarma biriminde REBA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.....	26
4.7 Aktarma biriminde OWAS yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.....	27
4.8 Aktarma biriminde KIM-MHO yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	27
4.9 Çimento kalite kontrol biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	29
4.10 Çimento kalite kontrol biriminde REBA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	29

TABLolar DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.11 Çimento kalite kontrol biriminde KIM-MHO yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	30
4.12 Çimento kalite kontrol biriminde QEC yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	31
4.13 Beton kalite kontrol biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	32
4.14 Beton kalite kontrol biriminde REBA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	32
4.15 Beton kalite kontrol biriminde KIM-MHO yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	33
4.16 Beton kalite kontrol biriminde QEC yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme	33
5.1 Paketleme istasyonunda kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması	37
5.2 Aktarma biriminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması	39
5.3 Çimento kalite kontrol biriminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması.....	41
5.4 Beton kalite kontrol biriminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması.....	43
5.5 Birimlerde kullanılan yöntemlerin detaylı sonuç sunabilme kapasiteleri.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ART	The Assesment of Repetitive Tasks (Tekrarlı Görevlerin Değerlendirilmesi)
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Alman Federal İş Sağlığı ve Çalışma Emniyet Kurumu)
CREAM	Cognitive Reliability and Error Analysis Method (Kavramsal Güvenilirlik ve Hata Analiz Yöntemi)
HSE	Health and Safety Executive (Sağlık ve Güvenlik Yönetimi)
KIM-MHO	Key Indicator Method-Manual Handling Operations (Anahtar Gösterge Yöntemi-Elle Kaldırma)
MSD	Musculoskeletal Disorder (Kas-İskelet Sistemi Bozukluğu)
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)
REBA	Rapid Entire Body Assesment (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)
RULA	Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Vücut Değerlendirme)
OWAS	Ovako Working Posture Analyzing System (Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi)
QEC	Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme)

1.GİRİŞ

Çimento ve beton inşaat sektörünün temel malzemeleridir. Çimento, betonun ham maddesi olmasının yanı sıra, inşaatın birçok alanında sıva, harç vb. gibi amaçlarla da kullanılmaktadır. Çimentoyu bu kadar önemli yapan yüksek bağlayıcılık özelliğidir. İçerdiği yüksek oranda kalker ve kilin yanı sıra yapısına eklenen mineral katkıları çimentonun kalitesine etki eder. Çimentonun reaksiyona girerek, mukavemet kazanması ancak su ile gerçekleşir. Beton ise bu tepkimeden ortaya çıkar. Çimento, su, agrega, mineral ve kimyasal katkıların karışımıyla oluşan beton, inşaat sektörünün yapı taşıdır.

Uzun yıllar hacmini ve mukavemetini koruduğu için beton, inşaat sektöründe çok tercih edilen bir malzemedir. Öte yandan çimento, betonun ana ham maddesi olduğundan ikisinin kullanıldığı yerleri ayırmak mümkün değildir.

Çimentonun özelliklerine ve kullanım yerine göre değişen farklı çeşitleri vardır. Bunların başında üretimin neredeyse %90'ını oluşturan Portland çimentosu gelmektedir (Kapkaç, 2013). Portland çimentosu her türlü beton ve harç yapımına uygun bir çimento olduğundan çok tercih edilmektedir.

Türkiye'de ilk çimento fabrikası 1957 yılında Sivas'ta kurulmuştur. Halen 77 fabrikanın faaliyet gösterdiği 2022 yılında toplam 119 milyon ton çimento üretilmiştir (F. Yücelik, 2023, sözlü görüşme). Mevcut kapasite ile ülkemiz Avrupa çimento ve beton üretiminde ilk sıradadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020).

Ülkemizde beton hazır beton tesislerinde gerçekleştirilmektedir.1900'lü yılların başında faaliyet göstermeye başlayan hazır beton sektörü teknolojik gelişmelere paralel olarak hızla gelişmiştir.

1.1 Çimento Üretim Süreci

Çimento üretim süreci, üç ana başlık altında toplanır. Bunlar; farin hazırlama, klinker pişirme ve çimento öğütme, paketleme ve sevkiyattır.

1.1.1 Farin hazırlama

Ham maddeler konkasör denilen kırıcı yardımı ile daha küçük parçalara ayrıldıktan sonra, bilyalı ya da dik değirmenlerde öğütülerek farin haline getirilir. Farin Fransızca da un anlamına gelen “farine” kelimesinden türemiştir. Kullanılacak tüm maddelerin un gibi ezilerek toz haline getirilmesi işlemini kapsamaktadır. Bu şekilde hazırlanan ham maddeler, farin silolarında stoklanır.

1.1.2 Klinker pişirme ve çimento öğütme

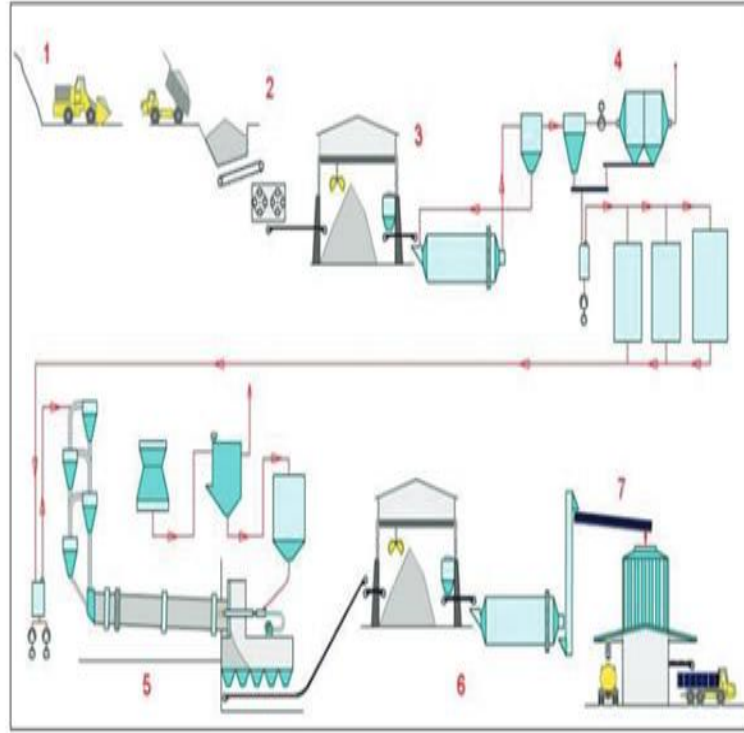
Farin halindeki çimento ham maddeleri belirlenmiş oranlarda karıştırıldıktan sonra siklon adı verilen ön ısıtıcılara aktarılır. Siklonlarda 700-800 °C sıcaklığa getirilen farin, daha sonra döner fırınlara aktarılır.



Şekil 1.1 Döner fırın.

Fırında pişirilme sürecinde çok yüksek sıcaklıklara (1400-1500 °C) kadar ulaşılır. Bu aşamada farinin kimyasal ve fiziksel özelliği değişir ve yüksek bağlayıcılık özelliği kazanmasının sağlanması hedeflenir. Döner fırında pişen farin yarı mamül olan klinkere dönüşür. Çimentonun bağlayıcılık özelliği için oldukça önemli olan trikalsiyum silikat oluşumu için fırından çıkan klinker ani olarak 100 dereceye kadar soğutulur. Klinker granül halinde fırından çıkar. Çimento haline gelebilmesi için alçıtaşı ile birlikte değirmende öğütülür. Öğütme işleminden sonra

ortaya çıkan ürüne Portland Çimentosu adı verilir. Portland çimentosunun hazırlama aşamaları Şekil 3’de görülmektedir.



1. Agrega Kamyonu
2. Agrega Boşaltım Yeri
3. Farin Değirmeni
4. Siklon (Ön Isıtıcı)
5. Döner Fırın
6. Bilyalı Değirmen
7. Çimento Silosu

Şekil 1.2 Çimento üretim süreci (Kapkaç, 2013).

1.1.3 Paketleme ve sevkiyat

Silolara alınan çimento iki farklı yol ile paketlenir ve sevkiyatı yapılır. İlki 50 kilogramlık ya da 1 tonluk “big bag” denen torbalara konular ve kamyonlara yerleştirilerek satışı gerçekleştirilir. İkinci yöntem ise silolardan direk olarak bu iş için özel olarak üretilmiş tanker ya da silobas adı verilen araçlara direk olarak dökülür ve buradan da hazır beton tesislerine veya şantiyelere taşınır.



Şekil 1.3 Silobas.



Şekil 1.4 Big bag paketi.

1.2 Beton Tasarım ve Kalite Kontrol Aşaması

Tasarım aşamasında, betonun içeriğinde ki maddelerin miktarları hesaplanır. Beton çimento, su, agrega, mineral katkı ve kimyasal katkılardan oluşur. Betonun içeriğine karar verildikten sonra yeterli dayanım, kıvam, işlenebilirlik gibi nitelikler göz önüne alınarak hammaddelerin miktarları belirlenir. Bu aşama işletmedeki kalite kontrol ekibi tarafından takip edilir. Santralde üretilmeden önce deney ortamında az miktarlarla üretilerek istenen özellikleri sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Deney sırasında yapılan düşük miktarlardan basınç dayanımını görmek için numuneler alınarak belirli günlerde kırımı yapılır. Ayrıca taze ve sertleşmiş beton özellikleri için slump, birim hacim ağırlık, hava içeriği ölçümü gibi farklı deneylerin yapılması gerekmektedir.

1.3 Çimento Üretim Sürecinde Rastlanan Başlıca Tehlike ve Riskler

Çimento üretim süreci uzun, ayrıntılı ve dikkat isteyen bir süreç olduğundan karşılaşılan tehlikeler ve riskler de oldukça fazladır. İlk süreç olan hammadde hazırlama süreci maden ocaklarında gerçekleştiğinden ve söz konusu işletmelere özel riskler olduğundan bu çalışmaya dahil edilmemiştir.

1.3.1 Süreçlere göre fiziksel tehlike ve riskler

Farin hazırlama sürecinde öğütme için ve konkasör adı verilen döner silindirler uzuv sıkışma tehlikesinin en yüksek olduğu kısımdır.



Şekil 1.5 Konkasör.

Bu aşamada gözlenen başlıca risk faktörleri toz ve gürültüdür. Özellikle değirmenlerin çalışması sırasında yüksek miktarlarda toz ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bilyalı değirmenler dik değirmenlere göre daha çok risk barındırmaktadır. Bilyalı değirmenin içinde bulunan bilyalar kullanıldıktan bir süre sonra kullanım ömürlerini yitirirler ve değiştirilmeleri gerekir. Bu işlem sırasında çalışanların değirmen içine girmesi gerekmektedir. Yetersiz hava, değirmen içindeki parçalarda kopma ve düşmeler karşılaşılan başlıca risklerdir. Dik değirmenlerde bilyalı değirmenlerdeki tehlikelerle karşılaşma olasılığı düşüktür. Bu değirmenler düşey konumda olduğundan ve temizlik bakım işlemleri yapılırken yüksekte çalışma karşılaşılan başlıca risk faktörüdür.



Şekil 1.6 Bilyalı değirmen.



Şekil 1.7 Dik değirmen.

Klinker pişirme işlemi 700-800 derece gibi yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada sıcak yüzeyler ile temas ilk tehlikelerden birisidir. Diğer risk ise katmanlı bir yapıya sahip siklonların katmanları arasında meydana gelen tıkanmaları açma işlemi sırasında ortaya çıkmaktadır. Bu tıkanmaları açmak için patlaç adı verilen elemandan yararlanılır. Bu işlemin başarısız olması durumunda şişleme işlemi yapılmaktadır.



Şekil 1.8 Siklon şişleme işlemi.

Bu işlemler yüksekte çalışmayı gerektirmekte ve yüksek miktarlarda toz açığa çıkmasına neden olmaktadır. Bu toz belli bölgelerde birikme yapabilmekte ve işletme içi trafik ya da rüzgar aracılığı ile işletmenin her noktasına taşınabilmektedir. Siklon sonrası daha yüksek sıcaklıklara çıkıldığından patlama ve yangın riski de söz konusu olabilmektedir. Bu aşamada sık görülen bir diğer tehlike ise yüksekte çalışmadır. Siklonların her biri ortalama 15-20 metre olup ortalama 5-6 adedi üst üste yerleştirilmektedir. 110 metreyi geçen uzunluklardaki siklonlarda periyodik olarak yapılan temizlik işlemi sırasında yüksekte düşme riski söz konusudur.



Şekil 1.9 Siklon.

Son aşama olan paketlemede sık karşılaşılan risk faktörü uzuv sıkışmasıdır. Bu duruma çimentonun torbalanarak paketlenmesi aşamasında rastlanır. Dönerek çalışan bir düzen üzerine kağıt torbaların sıkıştırılması esasına göre çalışan sistemde dikkatsizlik, dalgınlık gibi faktörlerin etkisi ile el-kol sıkışması olaylarına rastlanabilmektedir.



Şekil 1.10 Kâğıt torbaları yerleştirme işlemi.



Şekil 1.11 Kâğıt torba yerleştirme makinesi.

1.3.2 Süreçlere göre ergonomik tehlike ve riskler

Çimento üretim sürecinde farin hazırlama, döner fırında pişirme işlemleri sırasında konkasör (kırıcı), döner fırın kullanıldığından bu süreçler makine ekipmanları ile yürütülür. Kontrol mekanizması otomasyon sistemindedir ve çalışanlar bilgisayar başından kontrolleri sağlamaktadır. Üretim sürecinde uzun saatler ekranlı araçların başında kontrolü sağlamak zorunda olan operatörler bel ve sırt ağrıları çekmektedirler. Üretim sürecinde kullanılmak üzere daha ergonomik bilgisayar masaları ve oturma sandalyeleri kullanılması uygun olacaktır. Aynı zamanda üretim sürecinde çok fazla toz bulunmasından dolayı temizlik yapan personellerin uzun süre ayakta çalıştıkları gözlenmiştir.

Çimento üretim sürecinde postür bozukluklarının en sık görüldüğü istasyon paketlemedir. Paketleme sürecinde hem torbaların torba makinesine yerleştirilmesi hem de çimento torbalarının kamyonu istiflenmesi süreçlerinde ergonomik problemler oldukça yoğun bir şekilde gözlenmektedir. Çimento torbaları makineye yerleştirilirken uzun süre ayakta kalma, vücudun belirli aralıklarla dönmesi, kolların sürekli ve tekrarlı hareketi gibi durumlar mevcuttur. Bu istasyonda çalışanların bel, omuz ve eklem ağrıları ile karşılaştıkları öğrenilmiş olup uzun süre ayakta kalmanın kan toplanmalarına sebep olacağı düşünülmektedir.

Torbaların kamyonu istifi ise elle ağır kaldırmanın, tekrarlı hareketlerin görüldüğü çimento üretiminin ergonomik açıdan en zorlayıcı süreci olduğu görülmüştür. Bu istasyonda çalışanların sırt, boyun, bel ağrıları çektiği ve aynı zamanda sık sık vücutlarının zorlanmalardan kaynaklanan incinmeler yaşadığı bilinmektedir.



Şekil 1.12 Çimento torbalarının kamyonu istifi işlemi.

Son olarak çimento üretim sürecinde kalite kontrol biriminde çalışan laborantların deney süreçlerinde zorlanmalar yaşadığı ve ergonomik olmayan duruşlara maruz kaldığı bilinmektedir. Ağır kaldırma, tekrarlı hareketler, ayakta uzun süre beklemeler burada çalışanların karşılaştığı problemlerdir.

Beton laboratuvarlarında düzenli bir şekilde yapılması gereken çok fazla deney bulunmaktadır. Bu deneyler her gün çok kez tekrarlanır. Bu aşamada ağır kaldırma ve tekrarlı işler gözlenmekte olup ergonomi açısından riskler teşkil etmektedir. Beton laborantların büyük bir bölümü belirli bir süre sonra bel ve boyun rahatsızlıkları yaşamaktadırlar. Ayrıca deney esnasında ağır cisimler kaldırıldığından bunların bir uzva düşmesi sonucu yaralanmalar da yaşanabilir. Son olarak deney yapılan ortam betoniye denilen küçük boyutta beton karıştırma makinesinden kaynaklı çok gürültülü olduğundan mutlaka gürültü ölçümleri yapılmalı ve tıkaç kullanılmalıdır.



Şekil 1.13 Beton şişleme işlemi.



Şekil 1.14 Numune kırma işlemi.

İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre, Portland Çimentosu üretimi 23.51.01 NACE kodu ile "Çok Tehlikeli" işyerleri sınıfında yer almaktadır. (Resmi Gazete, 2012). Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistiklerine göre 2021 yılında çimento üretimi ve hazır karma beton üretimi başlıkları altında 1931 kaza yaşandığı bu kazalarda ise 20 çalışanın öldüğü belirlenmiştir (SGK, 2021).

Çimento ve beton üretim süreci ile ilgili gerçekleştirilen çalışmaların genellikle iş güvenliği üzerine yoğunlaştığı gözlenmektedir. Ergonomik risklere ilişkin çalışmalar ise daha çok çimento ya da beton kullanılan mamüllerin (briket, direk vb) üretimini kapsamakta, üretim sürecinde karşılaşılabilecek ergonomik riskler dikkate alınmamaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada çimento üretim sürecindeki ergonomik risklerin ortaya konması, bu risklerin boyutunun belirlenmesi için uygun olabilecek gözlemsel değerlendirme yöntemlerinin belirlenmesi ve yöntemlerin kendi içinde karşılaştırması yapılarak her birim için en detaylı değerlendirmenin yapılmasını sağlayabilecek yöntemin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

Beton ve çimento sektöründe çalışanlar, işlerinin doğası gereği bir dizi ergonomik riskle karşı karşıya kalmaktadır. Literatürde bu risklerin çeşitli sağlık sorunlarına ve iş kazalarına yol açabileceği ortaya konmuş durumdadır.

Goldsheyder et al. (2004) çimento ve beton çalışanları arasında kas-iskelet semptomlarının yaygınlığı ve ilişkili faktörleri incelemek için gerçekleştirdiği ankette çalışanların yaklaşık %74'ünün sırt ağrısı, %54'ünün omuz ağrısı ve %47'sinin boyun ağrısı yaşadığını ortaya koymuşlardır. Çalışmada çalışanların yaş, meslek süresi, işin fiziksel zorlukları ve ağır yük kaldırma gibi faktörlerle ilişkili olarak farklı ergonomik risklere maruz kaldıkları belirlenmiştir.

Yakar (2007), sektörde yaşanan iş kazalarının önemli bir kısmının manuel malzeme taşıma ve düşme olaylarından kaynaklandığını belirtmektedir. Sektördeki meslek hastalıklarının büyük bir kısmının, toz maruziyeti ve ağır fiziksel iş yükü nedeniyle ortaya çıktığını vurgulamaktadır.

Akboğa ve Baradan (2011), hazır beton sektöründe bulunan tehlike kaynaklarını incelemiş ve çözüm önerileri getirmişlerdir. Bu tehlikeleri tesiste çalışanlar ve operatörlerin karşılaştığı riskler olarak ikiye ayırmışlardır. Tesis içerisinde beton işçileri üzerinde durarak temizlik yapma durumlarının (şaft temizliği, saha temizliği vb.) ergonomik olmadığını belirtmişlerdir. Mikser ve pompa operatörleri için ise sürüş esnasında maruz kalınan titreşim, kabinlerin küçüklüğü, sürekli dönme hareketi ve ağır kaldırma tehlikelerine öneriler getirmişlerdir.

Pouya and Habibi (2015), CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method) yöntemini kullanarak çimento endüstrisindeki kontrol odalarında insan hatalarını ve bu hataların nedenlerini incelemişlerdir. Çalışma, bilişsel ergonomi açısından, iş yükü, dikkat dağıtıcı unsurlar, hatalı bilgi işlem ve karar verme süreçleri gibi faktörlerin insan hatalarını etkilediğini ortaya koymuştur.

Karahan (2016), çimento üretim sürecinde kırıcı, gezer vinç-stokhol, farin değirmeni, döner fırın, çimento değirmeni istasyonlarında bulunan ergonomik riskleri incelemiştir. Bu istasyonlarda ki tehlikeler yapılan temizlik, ekranlı araçlarla çalışma, ergonomik olmayan ekipmanların kullanımı, sabit duruşta

çalışma durumları olarak belirtilmiş olup, saptanan tüm ergonomik risklerin değerlendirme sonucunda orta risk seviyesinde olduğu görülmüştür.

Topçu (2016), çimento üretim sürecinde bulunan ergonomik risk etmenlerini elle kaldırma ve taşıma, sabit duruşta çalışma, tekrarlayan hareketler yaparak çalışma, araç gereç ergonomisi, ekranlı araçlarla çalışma olarak belirlemiştir. Ergonomik risk etmenleri çalışmada belirlenen tüm etmenlerin %8'ini oluşturmaktadır. Risk etmenlerine göre istasyonların yüzdesel dağılımı incelendiğinde paketleme ünitesi ayakta çalışmanın yoğun şekilde görülmesinden ve tekrarlayan hareketlerin bulunmasından %19,5luk bir oran ile ilk sırada yer almaktadır.

Khaviya et al. (2017), çimento endüstrisinde mesleki tehlikeler üzerine gerçekleştirdikleri risk değerlendirme çalışmasında çimento endüstrisindeki çalışanların, kimyasal, fiziksel, biyolojik, mekanik ve ergonomik risklere maruz kaldığını ortaya koymaktadır. Ergonomik riskler açısından, çalışma, çimento endüstrisindeki çalışanların, ağır yük kaldırma, tekrarlayan hareketler, uzun süreli ayakta durma, termal koşullar ve titreşim gibi ergonomik risklere maruz kaldığını belirtmektedir. Bu tür risklerin çalışanlarda kronik kas, tendon ve sinir hastalıklarına yol açabileceğini söylemişlerdir. Çalışmanın sonuçları, çimento endüstrisinde çalışan çalışanların, ergonomik risklere karşı korunması için uygun iş güvenliği önlemlerinin alınması gerektiğini göstermektedir.

Abazari et al., (2020) İran'daki çimento endüstrisinde çalışanların kas-iskelet sistemi bozuklukları (MSD) nedeniyle aldıkları tıbbi izinler ve fiziksel aktivite düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuçlar, düşük fiziksel aktivite düzeyine sahip olan çalışanların, yüksek fiziksel aktivite düzeyine sahip olanlara göre daha fazla kas-iskelet sistemi bozukluğu yaşadığını ve bu nedenle daha fazla tıbbi izin kullandığını ortaya koymuştur.

Rahmani et al., (2020) İran da bulunan bir çimento fabrikasında ki 150 çalışana QEC yöntemini kullanarak kas-iskelet sistemi bozukluklarını incelemiştir. Çalışanların %60,6'sı için ergonomik açıdan acil müdahale gerektiğini belirtmiştir. Kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının yaygınlığı çalışanlar arasında %48,7 olarak

belirlenmiş olup rahatsızlıkların en yaygın olduğu bölüm %24 ile bel, en az görüldüğü yer ise %4,7 ile dirsekler olarak belirlemiştir.

Özkan (2021), Çimento ve beton sektöründeki ergonomik risklerin önemli düzeyde olduğunu, bu risklerin azaltılması için işverenler ve çalışanlar arasındaki işbirliğinin artırılması ve uygun eğitimlerin verilmesi gerektiğini ifade etmekte, kullanılan ekipmanların ve çalışma ortamının ergonomik standartlara uygun hale getirilmesinin iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaltılmasında önemli bir rol oynayacağını belirtmektedir.

Ullah and Maqsood (2021), çimento endüstrisinde bulunan kaldırma hareketlerini NIOSH yöntemi ile değerlendirmiştir. Kas-iskelet bozukluklarını tekrar eden hareketler, uygulanan kuvvet miktarı, titreşime bağlı olarak değerlendirmiş ve rahatsızlıkların genelde bel ve sırt bölgesinde görüldüğünü saptamışlardır. En çok şikayet edilen ikinci bölgelerin göğüs ve boyun olduğunu belirleyerek bunun sebebi olarak ise sürekli dönme hareketi yapılmasını göstermişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma İzmir Bornova'da faaliyet gösteren özel sektöre ait bir çimento fabrikası ve aynı fabrikada yer alan hazır beton santralinde gerçekleştirilmiştir. Fabrikada 2 adet çimento fırını, 2 adet farin değirmeni ve 6 adet paketleme alanı bulunmaktadır. Çalışma kapsamında üretimin gerçekleştirildiği 6 adet istasyon yerinde incelenerek gözlemlerde bulunulmuştur. Bu gözlemler sonucu 4 istasyonda çalışanların ergonomik olmayan çalışma duruşlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın yapıldığı fabrikada üretilen çimentonun çok büyük bir kısmı beton içerisinde ham madde olarak kullanılmaktadır. Çimentonun tek başına kullanılabilirliğinin bulunmaması ve kullanımının en fazla beton içerisinde olması çalışmayı beton açısından değerlendirmeyi de gerektirmiştir. Ayrıca, son zamanlarda ülkemizde yaşanan depremlerden dolayı betonun kalitesi herkes için önem kazandığından, hazır beton santrallerinde bulunan kalite kontrol birimlerinin bu çalışmaya dahil edilmesi uygun görülmüştür. Çalışmanın yapıldığı çimento fabrikasına bağlı olan 3 ayrı beton santrali ziyaret edilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu birimler aşağıdaki gibidir;

a) Paketleme birimi: Bu birimde yapılan işin ergonomik olup olmadığını belirleyen ana ölçütlerden tekrarlı hareketlerin yoğun olduğu gözlenmiştir. Bu istasyonda bulunan çalışanlar döner bir platforma sahip bir makineye boş çimento torbalarını kısıtılarak otomatik olarak doldurulmalarını sağlamaktadır. İşlem 2-3 saniye aralıklarla tekrar edilmekte ve bir vardiya boyunca 2 saat devam etmektedir.

b) Aktarma birimi: Bu birimde paketleme biriminden gelen çimento torbalarının kamyonlara yerleştirilmesi ve istiflenmesi gerçekleştirilmiştir. Paketleme biriminden götürücü bant yardımıyla aktarılan torbalar çalışanlar tarafından elle kavranarak kamyon içinde istenilen yerlere yerleştirilmektedir. Tekrarlı hareketlerin sık görüldüğü bu istasyonda elle kaldırma eyleminin yanı sıra uygun olmayan çalışma duruşlarına rastlanmıştır.

c) Çimento ve beton kalite kontrol birimi: Üretilen çimentonun ve betonun istenilen kalitede olup olmadığının değerlendirildiği laboratuvar bölümleridir. Bu laboratuvarlarda örneklerin kırılması, kırım makinelerine yerleştirilmesi gibi işlemlerde ağır kaldırma ve uygun olmayan çalışma duruşları gözlenmiştir.

İncelenen birimlerdeki çalışma duruşları esas alınarak çalışanların etkilenme düzeylerini etkili bir şekilde ortaya koyabilecek gözlemsel değerlendirme yöntemleri seçilmiştir. Bu kapsamda;

Paketleme birimi için tekrarlı hareketlerin değerlendirilebilmesi amacıyla ART (The Assessment of Repetitive Tasks), elle kaldırma işlemlerinin değerlendirilebilmesi amacıyla KIM-MHO (Key Indicator Method-Manual Handling Operations), çalışmanın ayakta durarak gerçekleştirildiği göz önüne alınarak REBA (Rapid Entire Body Assessments) ve çalışmada daha çok üst bedenin kullanılması nedeniyle RULA (Rapid Upper Limbs Assessments) yöntemlerinin kullanılmasının uygun olacağı düşüncesine varılmıştır. Bu istasyonda 8 çalışanın araştırma boyunca görüntüleri alınarak çalışma duruşları adı geçen yöntemler yardımıyla değerlendirilmiştir.

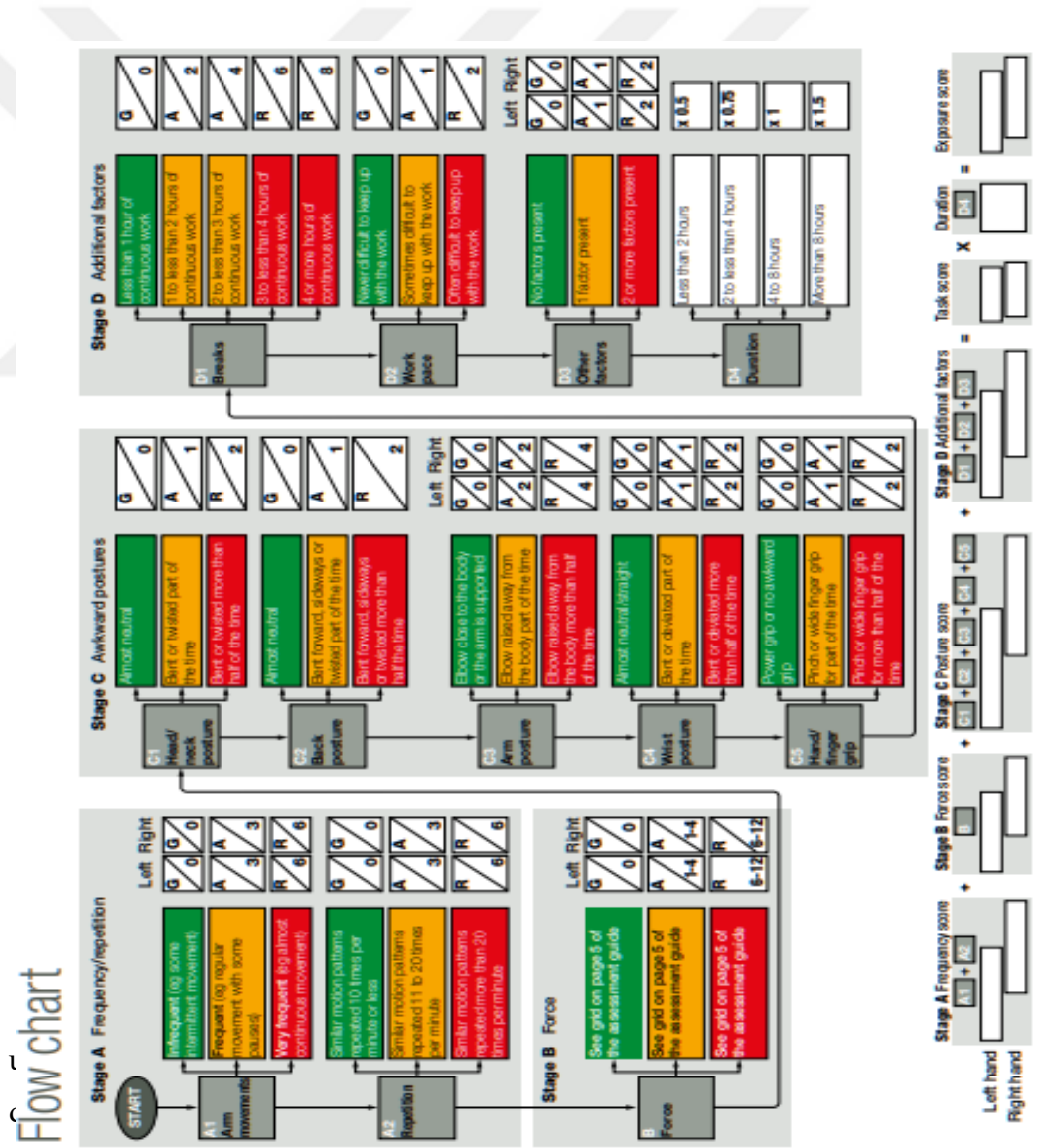
Aktarma biriminde ağır yük kaldırma eyleminin sıklıkla tekrarlanması nedeniyle KIM-MHO, çalışmanın ayakta gerçekleştirilmesi ve özellikle istifleme sırasında ayaklardan destek alınması nedeniyle REBA, üst bedenin aktif olarak kullanılması nedeniyle RULA, ayakların pozisyonunu en kapsamlı değerlendirebilen yöntem olması nedeniyle OWAS (Ovako Working Posture Assessment System) yöntemi tercih edilmiştir. Bu istasyonda 10 çalışanın araştırma boyunca görüntüleri alınarak çalışma duruşları adı geçen yöntemler yardımıyla değerlendirilmiştir.

Kalite kontrol biriminde ağır örneklerin taşınması nedeniyle KIM-MHO, analizlerin büyük bir kısmının ayakta gerçekleştirilmesi nedeniyle REBA, üst bedendeki zorlanmaların fazla olması nedeniyle RULA ile işin gerçekleştirilmesi sırasında alet kullanımı ve odaklanma gereksinimi olması dikkate alınarak QEC (Quick Exposure Check) yöntemlerinin kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Bu birimde incelemeler hem çimento hem de beton kalite birimlerinde ayrı ayrı yapılmış olup, çimento için 8 beton için ise 10 görevlinin çalışma boyunca görüntüleri alınarak çalışma duruşları adı geçen yöntemler yardımıyla değerlendirilmiştir.

Birimlerdeki değerlendirmeler için uygun olabileceği düşünülen yöntemler ve seçilme gerekçeleri Tablo 3.1 de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 3.1 Birimlerde kullanılan yöntemlerin seçilme nedenleri.

PAKETLEME BİRİMİ		AKTARMA BİRİMİ		KALİTE KONTROL BİRİMİ	
Yöntem	Seçilme Nedeni	Yöntem	Seçilme Nedeni	Yöntem	Seçilme Nedeni
ART	Tekrarlı hareketler	RULA	Üst beden kullanımı	RULA	Üst beden kullanımı
REBA	Üst beden kullanımı	REBA	Statik (ayakta) çalışma	REBA	Statik (ayakta) çalışma
RULA	Statik (ayakta) çalışma	KIM-MHO	Ağır yük kaldırma	KIM-MHO	Ağır yük kaldırma
KIM-MHO	Diğer etmenler	OWAS	Ayak postürü	QEC	Çalışan görüşü



birkaç dakikada bir ya da oldukça sık tekrarlanan ya da b) bir vardiyada en az 1-2 saat tekrarlanan eylemlerin değerlendirilmesini amaçlayan yöntem trafik ışığı

mantığı (Yeşil= Düşük düzeyde riskli; Amber (Sarı)= Orta düzeyde riskli; Kırmızı: Yüksek düzeyde riskli) ile tasarlanmıştır. Sağ ve sol elin ayrı ayrı değerlendirilebildiği yöntemde dikkate alınması gereken unsurlar bir akış şeması ile sunulmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 ART yöntemi değerlendirme çizelgesi.

3.2 KIM-MHO Yöntemi

Alman Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (BAuA) tarafından geliştirilmiştir. Herhangi bir araç kullanılmadan, kol ve beden gücü ile yapılan işlerin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Sağ ve sol el için ayrı ayrı değerlendirme yapma olanağı sunan yöntemde, parmak ve kol tarafından uygulanan kuvvetler, kavrama koşulları, el/kol pozisyon ve hareketleri, iş organizasyonu,

çalışma duruşlarının zamana göre yüzdesel dağılımına olanak sağlaması olarak sıralanabilir (Şekil 3.5).

Observe

Back
 1 Straight
 2 Bent
 3 Twisted
 4 Bent and Twisted

Arms
 1 Both below shoulder
 2 One above shoulder
 3 Both above shoulder

Legs
 1 Sitting
 2 Standing on two legs
 3 Standing on one leg
 4 St. on two bent knees
 5 St. on one bent knee
 6 Kneeling
 7 Walking

Load
 1 < 10 kg
 2 < 20 kg
 3 > 20 kg

Workphase
 0 aanvoeren
 1 monteren
 2 wegzetten

30

Start Clock

Accept

Exit

Repeat

Take Back

Previous

Back	
Arms	
Legs	
Load	
Workphase	

Observations 0

Şekil 3.5 OWAS yöntemi değerlendirme tablosu.

3.6 QEC Yöntemi

Robens Enstitüsü ve Surrey Üniversitesi tarafından İngiliz Sağlık ve Güvenlik İdaresi (HSE) için geliştirilmiştir. Dört vücut bölgesinin (bel, omuz/kol, el bileği/el ve boyun) duruş ve hareketlerini gözlemeyi hedefleyen yöntemde biri

uygulayıcı, diğeri çalışan tarafından cevaplanacak iki kısım sorular yer almaktadır. Kodlama mantığı ile sorulara verilen çapraz eşleştirme yapılarak her vücut bölgesi için ayrı ayrı olmak üzere risk skorları belirlenir.

Worker's name		Date	
Observer's Assessment Back A While performing the task, is the back (select most common activity)? A1 Almost neutral? A2 Moderately flexed or tilted or side bent? A3 Excessively flexed or tilted or side bent? B Select ONLY ONE of the two following task options: TYPE 1 B1 For seated or standing stationary tasks. Does the back remain in a static position most of the time? B2 No B3 Yes TYPE 2 B4 For lifting, pushing/pulling and carrying tasks (i.e. moving a load, in the direction of the back) B5 Infrequent (around 3 times per minute or less)? B6 Frequent (around 8 times per minute)? B7 Very frequent (around 15 times per minute or more)? Shoulder/Arm C When the task is performed, are the hands (select most common activity)? C1 At or below waist height? C2 At about chest height? C3 At or above shoulder height? D Is the shoulder/arm movement? D1 Infrequent (some intermittent movements)? D2 Frequent (regular movements with some pauses)? D3 Very frequent (almost continuous movements)? Wrist/Hand E Is the task performed with (select most common activity)? E1 An almost straight wrist? E2 A deviated or bent wrist? F Are similar motion patterns repeated? F1 10 times per minute or less? F2 11 to 30 times per minute? F3 More than 30 times per minute? Neck G When performing the task, is the head/neck bent or twisted? G1 No G2 Yes, occasionally G3 Yes, continuously * Additional details for L, P and Q if appropriate * L * P * Q			
Worker's Assessment Workers H Is the maximum weight handled approximately BY YOU in this task? H1 Light (5 kg or less) H2 Moderate (6 to 10 kg) H3 Heavy (11 to 20kg) H4 Very heavy (more than 20 kg) J On average, how much time do you spend per day on this task? J1 Less than 2 hours J2 2 to 4 hours J3 More than 4 hours K When performing this task, is the maximum force level exerted by one hand? K1 Low (e.g. less than 1 kg) K2 Medium (e.g. 1 to 4 kg) K3 High (e.g. more than 4 kg) L Is the visual demand of this task. L1 Low (almost no need to view fine details)? L2 High (need to view some fine details)? L3 Very high (need to view fine details in the task table) M At work do you drive a vehicle for M1 Less than one hour per day or fewer? M2 Between 1 and 4 hours per day? M3 More than 4 hours per day? N At work do you use vibrating tools for N1 Less than one hour per day or fewer? N2 Between 1 and 4 hours per day? N3 More than 4 hours per day? P Do you have difficulty keeping up with this work? P1 Never P2 Sometimes P3 Often P4 Other (please enter details in the box below) Q In general, how do you find this job Q1 Not at all stressful? Q2 Mildly stressful? Q3 Moderately stressful? Q4 Very stressful? Q5 Extremely (please enter details in the box below)			
Exposure Scores Back Back Posture (% & Weight) (H) H1 2 4 6 8 H2 2 4 6 8 H3 2 4 6 8 H4 2 4 6 8 Back Posture (% & Duration) (J) J1 2 4 6 J2 2 4 6 J3 2 4 6 Duration (% & Weight) (K) K1 2 4 6 8 K2 2 4 6 8 K3 2 4 6 8 K4 2 4 6 8 Visual Demand (L) & Force (M) L1 2 4 6 L2 2 4 6 L3 2 4 6 M1 2 4 6 M2 2 4 6 M3 2 4 6 Frequency (N) & Weight (H) N1 2 4 6 N2 2 4 6 N3 2 4 6 N4 2 4 6 Frequency (P) & Weight (H) P1 2 4 6 P2 2 4 6 P3 2 4 6 P4 2 4 6 Frequency (Q) & Duration (L) Q1 2 4 6 Q2 2 4 6 Q3 2 4 6 Q4 2 4 6 Total score for Back Sum of Scores 1 to 7 1 4 8 Total for Back	Shoulder/Arm Height (% & Weight) (H) H1 2 4 6 8 H2 2 4 6 8 H3 2 4 6 8 H4 2 4 6 8 Height (% & Duration) (J) J1 2 4 6 J2 2 4 6 J3 2 4 6 Duration (% & Weight) (K) K1 2 4 6 8 K2 2 4 6 8 K3 2 4 6 8 K4 2 4 6 8 Visual Demand (L) & Force (M) L1 2 4 6 L2 2 4 6 L3 2 4 6 M1 2 4 6 M2 2 4 6 M3 2 4 6 Frequency (N) & Weight (H) N1 2 4 6 N2 2 4 6 N3 2 4 6 N4 2 4 6 Frequency (P) & Weight (H) P1 2 4 6 P2 2 4 6 P3 2 4 6 P4 2 4 6 Frequency (Q) & Duration (L) Q1 2 4 6 Q2 2 4 6 Q3 2 4 6 Q4 2 4 6 Total score for Shoulder/Arm Sum of Scores 1 to 8 1 4 8 Total for Shoulder/Arm	Wrist/Hand Repetitive Motion (% & Force) (H) H1 2 4 6 8 H2 2 4 6 8 H3 2 4 6 8 H4 2 4 6 8 Repetitive Motion (% & Duration) (J) J1 2 4 6 J2 2 4 6 J3 2 4 6 Duration (% & Force) (K) K1 2 4 6 8 K2 2 4 6 8 K3 2 4 6 8 K4 2 4 6 8 Visual Demand (L) & Force (M) L1 2 4 6 L2 2 4 6 L3 2 4 6 M1 2 4 6 M2 2 4 6 M3 2 4 6 Wrist Posture (N) & Force (H) N1 2 4 6 N2 2 4 6 N3 2 4 6 N4 2 4 6 Wrist Posture (N) & Duration (L) N1 2 4 6 N2 2 4 6 N3 2 4 6 N4 2 4 6 Total score for Wrist/Hand Sum of Scores 1 to 9 1 4 8 Total for Wrist/Hand	Neck Neck Posture (% & Duration) (L) L1 2 4 6 L2 2 4 6 L3 2 4 6 Visual Demand (L) & Force (M) L1 2 4 6 L2 2 4 6 L3 2 4 6 M1 2 4 6 M2 2 4 6 M3 2 4 6 Total score for Neck Sum of Scores 1 to 2 1 4 8 Total for Neck
Driving Total score for Back Sum of Scores 1 to 7 1 4 8 Vibration Total for Vibration N1 2 4 6 N2 2 4 6 N3 2 4 6 Work pace P1 2 4 6 P2 2 4 6 P3 2 4 6 Stress Total for Work pace Q1 2 4 6 Q2 2 4 6 Q3 2 4 6 Total for Stress			

Şekil 3.6 QEC yöntemi değerlendirme tablosu.

4. BULGULAR

4.1 Paketleme Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular

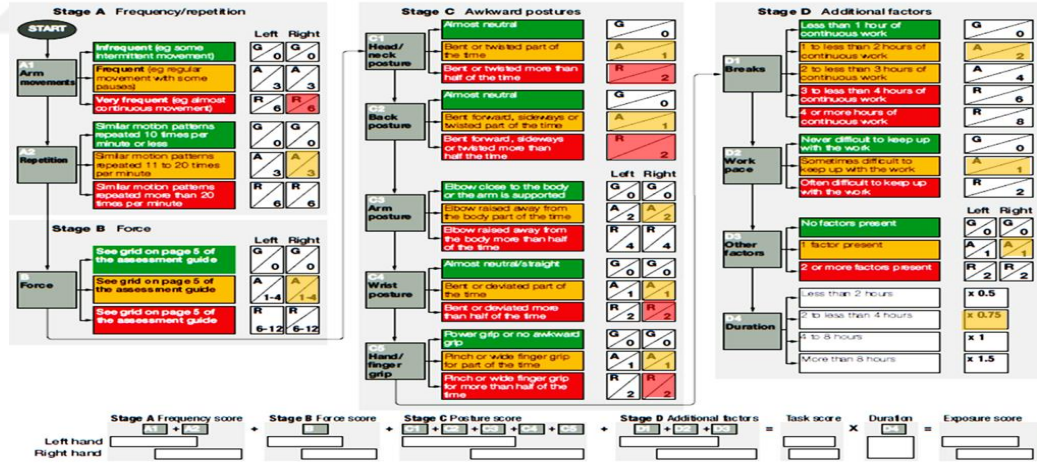
Paketleme biriminde çalışanların ergonomik maruziyetlerini belirlemek için ART, RULA, REBA ve KIM-MHO yöntemleri kullanılmıştır.

ART yöntemi tekrarlı hareketlerin yoğun olduğu çalışmaların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu istasyondaki çalışanlar dönen bir platforma 2 saat süre içerisinde her 2-3 saniyede bir torba yerleştirerek otomatik dolum yapılmasını sağlamaktadırlar (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Paketleme biriminde çalışma şekli.

Bu kapsamda gözlem yapılan 8 çalışana ait akış şeması Şekil 4.2’de yer almaktadır.



Şekil 4.2 Paketleme biriminde çalışanlara ilişkin akış şeması.

Bu birimde çalışanların kol hareketleri açısından yüksek düzeyde etkilendikleri belirlenmiştir. Baş/boyun, bilek postürleri ile el ve parmak kavramaları açısından da yüksek düzeyde risk yaratan uygulamaların varlığı söz konusudur. Bu kapsamda çalışanlara ait değerlendirme skorları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Paketleme biriminde ART yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Frekans Skoru	9	9	9	9	9	9	9	9
Kuvvet Skoru	1	1	1	1	1	1	1	1
Postür Skoru	7	9	7	7	9	10	10	10
Ek Faktörler	4	4	4	4	4	4	4	4
Toplam	21	23	21	21	23	24	24	24
Süre Çarpanı	0.75							
Maruziyet Skoru	16	17	16	16	17	18	18	18
DEĞERLENDİRME	Orta düzeyde risk, detaylı inceleme önerilir							

(Renk Kodları: Amber– Orta Düzey Risk)

İşçilerin çalışma sırasında daha çok üst bedeni (bel ve yukarısı) kullanması nedeniyle RULA yöntemi ile değerlendirme yapılması uygun görülmüştür. Bu kapsamda izlenen çalışanlara ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.2’de yer almaktadır.

Tablo 4.2 Paketleme biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A Skoru (Kol/Bilek)	3	4	4	4	4	4	3	4
B Skoru (Gövde/Bacak)	3	3	2	2	2	4	3	2
Maruziyet Skoru	4	5	4	4	4	6	4	4
DEĞERLENDİRME	Orta düzeyde risk, detaylı inceleme gerekli, uygulama değişikliği gerekebilir							

(Renk Kodları: Amber – Orta Düzey Risk; Kırmızı – Yüksek Düzeyde Risk)

Paketleme işleminin gerçekleştirilmesinde karşılaşılan maruziyetler genel olarak orta düzeyde olmakla birlikte kol ve bilek bölgesinde zorlanmaların zaman zaman yüksek risk yaratacak düzeye ulaştığı gözlenmiştir.

Paketleme işlemi tamamen ayakta durarak gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda ayak pozisyonlarının değerlendirilebilmesi amacıyla REBA yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Bu kapsamda izlenen çalışanlara ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3 Paketleme biriminde REBA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A Skoru (Boyun/Gövde/Bacak)	3	1	2	3	1	3	3	4
B Skoru (Kol/Bilek)	2	2	3	2	3	3	4	4
Aktivite Skoru	1	1	1	1	1	1	1	1
Maruziyet Skoru	4	2	3	4	2	4	4	5

DEĞERLENDİRME	Orta düzeyde risk, detaylı inceleme gerekli, uygulama değişikliği acildir
(Renk Kodları: Amber – Orta Düzey Risk)	

Değerlendirmelerde ayaklar açısından maruziyetler düşük riskli olarak belirlenmiştir. Ancak REBA yöntemi ayaklar dışında RULA yöntemi ile aynı değerlendirme ölçütlerine sahip olduğundan kol ve bilek bölgesindeki zorlanmalara bağlı olarak maruziyet skorları da orta düzeyde risk değerlerine ulaşılmasına neden olmuştur.

Postür dışındaki diğer etkili faktörlerin de değerlendirilebilmesi açısından KIM-MHO yöntemi ile değerlendirme yapılması uygun görülmüştür. Bu yöntemde postürün yanı sıra çalışma süresi, harcanan kuvvet, iş organizasyonu gibi dolaylı ölçütlerin de etkisi incelenmektedir. Gözlenen 8 çalışana ait risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.4’de yer almaktadır.

Tablo 4.4 Paketleme biriminde KIM-MHO yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Zaman Ağırlık	2	2	2	2	2	2	2	2
Kuvvet Harcama (Sol El/Sağ El)	5.5/8.0	5.5/5.5	5.5/8.0	5.5/5.5	5.5/8.0	5.5/6.5	5.5/6.5	5.5/6.5
Kuvvet Aktarımı	2	2	2	2	2	2	2	2
El/Kol Pozisyonu ve Hareketi	1	1	2	2	1	2	1	2
Çalışma Koşulları	1	1	1	1	1	1	1	1
Postür	4	4	4	4	4	4	4	4
İş Organizasyonu	2	2	2	2	2	2	2	2
Maruziyet Skoru	36	31	38	33	36	35	31	33
DEĞERLENDİRME	Artan yüklenme, sağlık riski mevcut, işyerinin yeniden düzenlenmesi düşünülmeli							
(Renk Kodları: Amber – Orta Düzey Risk)								

Değerlendirmeler sonucu postürün baskın etkisi olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra kuvvet aktarımı, el/kol pozisyon ve hareketleri ile iş organizasyonunun etkili olduğu gözlenmiştir. Çalışma genel olarak orta düzeyde risk sergilemektedir.

4.2 Aktarma Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular

Bu birimde paketleme biriminde dolumu tamamlanmış çimento torbalarının kamyonu istif edilmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla kamyon içerisinde bulunan çalışanlar paketleme biriminden yürüyen bant aracılığı ile gelen çuvalları kol gücü ile kamyonu istiflemektedirler. (Şekil 4.3)



Şekil 4.3 Aktarma biriminde çalışma şekli.

Aktarma biriminde çalışanların ergonomik maruziyetlerini belirlemek için RULA, REBA, OWAS ve KIM-MHO yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmada üst beden (bel ve yukarı) yaygın kullanımı mevcut olduğundan RULA yöntemi ile değerlendirme yapılması uygun görülmüştür. Bu kapsamda izlenen çalışanlara ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.5 de yer almaktadır.

Tablo 4.5 Aktarma biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A Skoru (Kol/Bilek)	5	7	5	5	7	4	4	4	4	5
B Skoru (Gövde/Bacak)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Maruziyet Skoru	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Değerlendirme	Çok Yüksek Risk, Yeniden Değerlendirme, Uygulama Değişikliği Gerekli									

(Renk Kodları: Kırmızı – Çok Yüksek Düzeyde Risk)

Aktarma biriminde gerçekleştirilen istif işleminin tamamen kol gücüne dayanması nedeniyle gerek kol/bilek gerekse gövde/bacak kısmındaki yüklenmeler en yüksek düzeyde bulunmuştur. İşlemin tümü bu açıdan çok yüksek risk teşkil etmektedir.

İşlemin ayakta gerçekleştirilmesi nedeniyle ayaklardaki maruziyetin büyüklüğünü belirleyebilmek amacıyla REBA ve OWAS yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür. İzlenen 10 çalışanın REBA yöntemine göre belirlenen risk skorları ve genel değerlendirme Tablo 4.6 de yer almaktadır.

Tablo 4.6 Aktarma biriminde REBA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A Skoru (Boyun/Gövde/Bacak)	9	10	10	10	10	10	9	8	9	8
B Skoru (Kol/Bilek)	7	7	6	6	6	7	4	5	3	3
Aktivite Skoru	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
Maruziyet Skoru	12	12	12	13	13	12	11	11	10	9
DEĞERLENDİRME	Çok yüksek risk, uygulama değişikliği acildir									
(Renk Kodları: Amber – Orta Düzey Risk; Kırmızı Çok Yüksek Düzeyde Risk)										

Beklenildiği gibi her iki kısımda da (boyun/gövde/bacak-kol/bilek) çok yüksek risk değerlerine ulaşılmıştır. Genel anlamda çalışma şekli ergonomik açıdan çok yüksek risk sergilemekte, bu doğrultuda acil uygulama değişikliği gereksinimi göstermektedir.

Ayakların maruziyetinin belirlenmesi için uygun görülen diğer yöntem olan OWAS yöntemi ile yapılan değerlendirmeler sonucu elde edilen risk skorları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7 Aktarma biriminde OWAS yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sırt	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4
Kol	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2
Bacak	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5
Yük/Güç Kullanımı	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Risk Kategorisi	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
DEĞERLENDİRME	Çok ciddi zararlı postür, yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme çok acil yapılmalı.									
(Renk Kodları: Kırmızı – Çok Yüksek Düzeyde Risk)										

İşlemin tamamının ergonomik açıdan çok ciddi risk oluşturduğu gözlenmektedir. Gözlenen tüm çalışanlarda sırt ve bacak risk skorlarının en yüksek

değerde olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak genel risk skoru en yüksek ve ciddi maruziyetler içeren C4 kategorisinde yer almıştır.

Postür dışındaki diğer etkili faktörlerin de değerlendirilebilmesi açısından KIM-MHO yöntemi ile değerlendirme yapılması uygun görülmüştür. Bu yöntemde postürün yanı sıra çalışma süresi, harcanan kuvvet, iş organizasyonu gibi dolaylı ölçütlerin de etkisi incelenmektedir. Gözlenen 10 çalışana ait risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.8’de yer almaktadır.

Tablo 4.8 Aktarma biriminde KIM-MHO yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	İşçi No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zaman Ağırlık	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kuvvet Harcama (Sol El/Sağ El)	21/21	21/21	21/21	21/21	21/21	21/21	21/21	21/21	21/21	21/21
Kuvvet Aktarımı	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
El/Kol Pozisyon ve Hareketi	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3
Çalışma Koşulları	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Postür	6	6	6	6	4	4	6	4	4	6
İş Organizasyonu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Maruziyet Skoru	105	105	102	105	96	99	105	96	99	111
DEĞERLENDİRME	Çok yüksek risk, artan ve ağır yüklenme durumu, sağlık riski belirgin, işyerinin yeniden düzenlenmesi gerekir									

(Renk Kodları: Amber – Orta Düzey Risk; Kırmızı – Çok Yüksek Düzeyde Risk)

Diğer yöntemlerde olduğu gibi KIM-MHO yönteminde de çok yüksek risk skorlarına ulaşılmıştır. İşin uygulanma şekline paralel olarak postürün baskın etkisinin yanı sıra kuvvet harcama, kuvvet aktarımı, el/kol pozisyon ve hareketleri ile iş organizasyonunun da yüksek risk skorları sergilediği belirlenmiştir.

4.3 Çimento ve Beton Kalite Kontrol Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular

Çimento ve beton kalite kontrol işlemleri laboratuvar ortamında gerçekleştirilen çalışmalardır. Çalışanların bu istasyonlarda numune hazırlama, kırma, şişleme, analiz gibi faaliyetleri yürüttükleri belirlenmiştir. Çimento kalite kontrol işlemlerinin daha çok oturarak, beton kalite kontrol işlemlerinin ise daha çok ayakta gerçekleştirildiği gözlenmiştir. Her iki uygulama için de RULA, REBA, KIM-MHO ve QEC yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür.

4.3.1 Çimento Kalite Kontrol Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular

Bu birimdeki çalışanların daha çok oturarak çalıştıkları, uzanma, eğilme gibi eylemlerde buldukları gözlenmiştir. Çalışmanın bazı bölümlerinde ise ayakta ve eğilerek çalışma duruşlarının mevcut olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Çimento kalite kontrol biriminde çalışma şekli.

Çalışmada daha çok üst bedenin (bel ve yukarısı) yaygın kullanımı mevcut olduğundan ilk etapta RULA yöntemi ile değerlendirme yapılması uygun görülmüştür. Bu kapsamda izlenen 8 çalışana ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.9'da yer almaktadır.

Tablo 4.9 Çimento kalite kontrol biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	Çalışan No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A Skoru (Kol/Bilek)	4	4	4	4	4	3	4	3
B Skoru (Gövde/Bacak)	5	2	3	4	3	2	3	2
Maruziyet Skoru	6	4	5	6	5	3	5	3
DEĞERLENDİRME	Orta düzeyde risk, detaylı inceleme gerekli, uygulama değişikliği gerekebilir							

(Renk Kodları: Amber - Orta Düzey Risk; Sarı - Düşük Düzey Risk)

Çalışmanın ayakta gerçekleştirilen kısmında gövdedeki eğilme ve bükülmeler ile özellikle el bileklerinde meydana gelen bükülmeler yüksek risk değerlerine ulaşılmasına neden olmuştur. İşlem genel olarak orta düzeyde risk sergilemekle

Maruziyet Skoru	105	105	102	105	96	99	105	96
DEĞERLENDİRME	Yüksek-çok yüksek risk, artan ve ağır yüklenme durumu, sağlık riski belirgin, çalışmanın yeniden düzenlenmesi gerekir							

(Renk Kodları: Amber - Orta Düzey Risk; Kırmızı – Çok Yüksek Düzeyde Risk)

Sonuçlar postürün baskın etkisini ortaya koymaktadır. Ayakta eğilerek ve bükülerek, otururken gövdede bükülme ve uzanma gibi biçimsiz postürlerin varlığı yüksek risk skorlarına ulaşılmasına neden olmuştur. El ve kollardaki sık tekrarlı hareketlerin de etkili faktörlerden biri olduğu ifade edilebilir.

Bu birimdeki çalışmanın çalışanlar açısından da değerlendirilebilmesi açısından QEC yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Bu doğrultuda gözlenen çalışanlara ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.12’de yer almaktadır.

Tablo 4.12 Çimento kalite kontrol biriminde QEC yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	Çalışan No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sırt (Statik)	8 (Düşük)	8 (Düşük)	8 (Düşük)	8 (Düşük)	8 (Düşük)	8 (Düşük)	8 (Düşük)	8 (Düşük)
Omuz/Kol	18 (Düşük)	18 (Düşük)	14 (Düşük)	18 (Düşük)	14 (Düşük)	18 (Düşük)	18 (Düşük)	18 (Düşük)
Bilek/El	10 (Düşük)	14 (Düşük)	14 (Düşük)	10 (Düşük)	10 (Düşük)	10 (Düşük)	10 (Düşük)	10 (Düşük)
Boyun	6 (Düşük)	6 (Düşük)	4 (Düşük)	6 (Düşük)	4 (Düşük)	6 (Düşük)	6 (Düşük)	6 (Düşük)
İş Hızı	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)
Stres	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)	4 (Orta)

Bu yöntemde elde edilen skorların diğer yöntemlerdeki genel skorlara göre daha düşük olduğu göze çarpmaktadır. Bu durumun öncelikle yöntemin

değerlendirme ölçütlerinin farklılığından ileri geldiği ifade edilebilir. Yöntemin ikinci kısmındaki soruların çalışanlar tarafından cevaplanması da algılama farklılıklarının olabileceğini düşündürmektedir.

4.3.2 Beton Kalite Kontrol Birimindeki Çalışmalara İlişkin Bulgular

Bu birimde çalışanların çimento kalite kontrol birimine göre daha olumsuz postürlere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda çoğunlukla ayakta ve eğilerek çalışmanın yaygın olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Beton kalite kontrol biriminde çalışma şekli.

Bu birimde çalışanların ergonomik yönden maruziyetlerinin belirlenmesi için çimento kalite kontrol biriminde uygulanan yöntemler kullanılmıştır. Bu kapsamda RULA yöntemi ile yapılan değerlendirmelere ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13 Beton kalite kontrol biriminde RULA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	Çalışan No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A Skoru (Kol/Bilek)	4	4	5	6	5	5	5	5	5	5
B Skoru (Gövde/Bacak)	5	5	7	5	6	5	5	5	5	5
Maruziyet Skoru	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7
DEĞERLENDİRME	Çok yüksek risk, inceleme ve uygulama değişikliği acil									

(Renk Kodları: Amber - Orta Düzey Risk; Kırmızı – Çok Yüksek Düzeyde Risk)

Biçimsiz postürlerin etkisi hem kol/bilek hem de gövde/bacak kısmında yüksek risk skorları elde edilmesine neden olmuştur. İşlemin genel anlamda çok

yüksek maruziyet değerleri sergilemesi nedeniyle acil inceleme ve uygulama değişikliğine gidilmesi gerekmektedir.

Beton kalite kontrol biriminde REBA yöntemi ile yapılan değerlendirmelere ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.14’de yer almaktadır.

Tablo 4.14 Beton kalite kontrol biriminde REBA yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	Çalışan No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A Skoru (Boyun/Gövde/Bacak)	6	7	6	5	6	6	6	6	5	6
B Skoru (Kol/Bilek)	4	5	4	5	3	5	5	4	5	5
Aktivite Skoru	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maruziyet Skoru	10	11	10	9	9	10	10	10	10	10
DEĞERLENDİRME	Yüksek risk, yeniden değerlendirme ve uygulama değişikliği									

(Renk Kodları: Kırmızı – Çok Yüksek Düzeyde Risk)

REBA yönteminin RULA yöntemi ile benzer ölçütleri kullanmasına paralel olarak yüksek risk düzeylerinin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Ayakta eğilerek ya da diz çökerek çalışmaların varlığı nedeniyle boyun/gövde/bacak kısımlarındaki maruziyetlerin en yüksek değerleri aldığı gözlenmiştir.

Postür dışındaki etmenlerin etkisini ortaya koymak amacıyla KIM-MHO yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Bu kapsamda izlenen 10 çalışana risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.15 Beton kalite kontrol biriminde KIM-MHO yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Skorlar	Çalışan No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zaman Ağırlık	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kuvvet Harcama (Sağ el/Sol el)	9/4	13/13	17/17	13/13	17/17	13/13	13/13	13/13	13/13	17/17
Kuvvet Aktarımı	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
El/Kol Pozisyon ve Hareketi	2	3	3	3	2	2	2	2	1	1
Çalışma Koşulları	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Postür	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
İş Organizasyonu	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Maruziyet Skoru	84	87	98	87	95	84	84	84	81	92
DEĞERLENDİRME	Yüksek-çok yüksek risk, artan ve ağır yüklenme durumu, sağlık riski belirgin, işyerinin yeniden düzenlenmesi gerekir									

(Renk Kodları: Amber - Orta Düzey Risk; Kırmızı – Çok Yüksek Düzeyde Risk)

Çalışmada postürün yanı sıra harcanan kuvvet ve iş organizasyonunun baskın etkisi olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda işlemin ergonomik açıdan çok yüksek düzeyde risk oluşturduğu belirlenmiştir.

Çalışan görüşlerinin de alınması açısından uygulanmasına karar verilen QEC yöntemine ilişkin risk skorları ve değerlendirme Tablo 4.16'da yer almaktadır.

Tablo 4.16 Beton kalite kontrol biriminde QEC yöntemi ile belirlenen risk skorları ve değerlendirme.

Çalışan No	Skorlar				
	Sırt (Dinamik)	Omuz/Kol	Bilek/El	İş Hızı	Stres
1	36 (Yüksek)	40 (Yüksek)	40 (Yüksek)	4 (Orta)	9 (Yüksek)
2	38 (Yüksek)	42 (Çok Yüksek)	40 (Yüksek)	4 (Orta)	9 (Yüksek)
3	26 (Orta)	30 (Orta)	34 (Yüksek)	4 (Orta)	4 (Orta)
4	36 (Yüksek)	36 (Yüksek)	46 (Çok Yüksek)	4 (Orta)	4 (Orta)
5	30 (Orta)	30 (Orta)	30 (Orta)	4 (Orta)	9 (Yüksek)
6	26 (Orta)	34 (Yüksek)	34 (Yüksek)	4 (Orta)	4 (Orta)
7	36 (Yüksek)	36 (Yüksek)	40 (Yüksek)	4 (Orta)	9 (Yüksek)
8	20 (Düşük)	28 (Orta)	38 (Yüksek)	4 (Orta)	9 (Yüksek)
9	30 (Orta)	34 (Yüksek)	40 (Yüksek)	4 (Orta)	9 (Yüksek)
10	26 (Orta)	34 (Yüksek)	40 (Yüksek)	4 (Orta)	9 (Yüksek)

Elde edilen skorlar işlemin diğer yöntemlerde olduğu gibi yüksek düzeyde risk teşkil eden bir yapısı olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda vücudun neredeyse tamamının olumsuz etkilendiği ifade edilebilir. Çalışanlar bu tarz çalışmayı yüksek stresli olarak değerlendirmişlerdir.

5. TARTIŞMA

Çimento üretim sürecinde ergonomik açıdan olumsuz çalışma duruşları içerdiği gözlenen 4 farklı birimde toplam 36 çalışanın izlenmesi sonucu elde edilen bulgular paketleme ve çimento kalite kontrol birimlerinde orta, istifleme ve beton kalite kontrol birimlerinde ise yüksek-çok yüksek düzeyde risk içeren çalışmaların varlığını ortaya koymuştur.

Söz konusu birimlerde çalışanların ergonomik açıdan maruziyetlerini belirlemek için uygun olabileceği düşünülen 12 (her bir birim için 4 yöntem) yöntem ile belirlenen risk skorlarının gerek çalışma koşullarının niteliği gerekse değerlendirme ölçütlerinin farklılığından etkilendiği belirlenmiştir.

İncelenen ilk birim olan paketleme biriminde çalışmanın yoğun tekrarlı hareketler içerdiği gözlenmiştir. Tekrarlı hareketlerin çimento üretim sürecinde ergonomik açıdan çalışan sağlığına zarar verici niteliği değişik araştırmacılar tarafından ortaya konmuş durumdadır (Poul, et al., 2002; Hess et al., 2003). Bu istasyonda çalışanlar statik bir pozisyonda ayakta durarak 2-3 saniyelik aralıklarla boş torbaları paketleme makinesine yerleştirmektedirler. Bu konuda yapılan çalışmalar sık tekrarlı statik işlerin özellikle üst kol yükselmişse omuz ağrısı için önemli bir risk faktörü olabileceğini, tekrarlı hareketlerin yüksek el gücü kullanılması durumunda tendinitis ve carpal tunnel gibi rahatsızlıklara neden olabileceği belirlenmiştir (Vingard et al., 2000).

Paketleme biriminde yapılan gözlemler işlemi gerçekleştiren çalışanların çalışma süresinin sınırlı olmasına rağmen orta ya da uzun vadede yukarıda sıralanan ergonomik rahatsızlıklarla karşılaşabilme olasılığının olduğunu düşündürmektedir.

Bu birimdeki ergonomik maruziyetlerin belirlenmesi için kullanılan ART, RULA, REBA ve KIM-MHO değerlendirme yöntemlerinin tümünde orta düzeyde riskin varlığı ortaya konmuştur. Hangi yöntemin bu çalışma şeklini en uygun şekilde değerlendirebileceği konusunda yapılan hassasiyet analizinde aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır;

a) ART yöntemi özellikle kolların ve ellerin tekrarlı hareketlerini doğrudan değerlendiren tek değerlendirme yöntemidir. Değişik değerlendirme yöntemlerinde

tekrarlara ilişkin ölçütler olsa da bu ölçütler toplam risk skorunun belirlenmesinde düşük etkiye sahiptirler. ART yönteminin el/kol hareketlerinin hızını değerlendirmesinin yanı sıra bunun uygulanan kuvvet, baş, boyun, kol, bilek postürleri, kavrama şekilleri, çalışma şekli ve ortamına ilişkin ölçütler ile çalışma süresinin etkileri ile ilişkilendirmesinin başlıca üstün özellikleri olduğu ifade edilebilir. Bu açıdan paketleme birimindeki çalışmanın karakteri gereği ART yönteminin değerlendirmede kullanılacak en uygun yöntemlerden birisi olduğu belirlendi.

b) RULA yöntemi üst bedendeki (bel ve yukarı) zorlanmaları değerlendirmek için tasarlanmış bir yöntemdir. Bu birimdeki çalışmada daha çok üst bedenin kullanılması nedeniyle değerlendirmede uygun olabileceği düşünülen yöntemin tekrarlı hareketleri irdelememesi, el ve bilek pozisyonlarının değerlendirilmesindeki muğlak yapısı ve etkili olabilecek diğer koşulları dikkate almaması nedeniyle sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceği belirlenmiştir.

c) REBA yöntemi RULA yöntemi ile bir kaç dışında benzer ölçütlere sahiptir. Farklı olarak ayak pozisyonlarını ve statik ya da hareketli çalışmaya ilişkin aktivite değerlendirmelerini içermektedir. Bu birimdeki çalışmanın ayakta gerçekleştirilmesi nedeniyle uygulanması düşünülen yöntemin RULA yönteminde olduğu gibi maruziyet durumunun ortaya konulmasında sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceği belirlenmiştir.

d) Postür dışında etkili olabilecek diğer faktörleri de değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılması uygun görülen KIM-MHO yönteminin de ART yöntemi gibi detaylı veriler sunabildiği görüşüne varılmıştır. Yöntemin değerlendirme konusunda postür dışındaki başlıca üstün yanlarının el/kol ile uygulanan kuvvetlerin sağ/sol ve tutma/taşıma olarak ayrı ayrı incelenebilmesi, çalışma şekli ve koşullarının dikkate alınması, bir işin ergonomik olup olmadığını belirleme konusunda belirleyici unsur olan çalışma süresini dikkate alması olduğu belirlenmiştir.

Tüm değerlendirmeler kapsamında paketleme birimindeki ergonomik koşulların belirlenmesi için kullanılan 4 yöntemin üstün ve yetersiz yanları Tablo 5.1'de toplu olarak sunulmuştur.

Tablo 5.1 Paketleme istasyonunda kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması

Değerlendirmeye Alınan Ölçütler	Detaylı Sonuçları Ortaya Koyabilme Kapasitesi			
	ART	RULA	REBA	KIM-MHO
Tekrarlı Hareketlerin Niteliği (Hız, kuvvet vb.)	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
Kol/El/Bilek Postürünün Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK
Diğer Postürlerin (Baş/Boyun/Sırt vb.)	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
Çalışma Şekli ve Koşullarının Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK
Çalışma Süresinin Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK
DEĞERLENDİRME BAŞARI DÜZEYİ	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK

Çalışmada incelenen ikinci birim aktarma birimidir. Bu birimde paketleme biriminden gelen çimento torbaları çalışanlar tarafından herhangi bir yardımcı araç kullanılmadan aktararak kamyonu istif edilmektedir. Günümüzde hazır beton uygulamaları betonun hazırlanma sürecini oldukça kısalttığından daha çok tercih edilmektedir. Bu doğrultuda torba çimentoya olan gereksinimin düşük olduğu düşünülse de pratikte çimentonun paket olarak pazarlanması ve kullanılması yaygın durumdadır. Ülkemizde 2022 yılında satılan çimentonun yaklaşık %16 sını ambalajlı çimentonun oluşturduğu belirlenmiştir (Anonim, 2023).

Aktarma biriminde ağır yük kaldırma ve uygun olmayan postürlerin varlığı göze çarpmaktadır. Araştırmalar diğer sektörlerde olduğu gibi çimento üretim sektöründe de ağır yük kaldırma işlemlerinin ergonomik olmayan çalışma koşullarından kaynaklanan kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının ana nedeni olduğunu ortaya koymaktadır (Goldsheyder et al., 2004; Yakar, 2007; Topçu, 2016; Khaviya et al., 2017; Ullah and Maqsood, 2021).

Bu birimdeki ergonomik maruziyetlerin belirlenmesi için kullanılan, RULA, REBA, KIM-MHO ve OWAS değerlendirme yöntemlerinin tümünde beklenildiği gibi yüksek-çok yüksek düzeyde riskin varlığı ortaya konmuştur. Hangi yöntemin bu çalışma şeklini en uygun şekilde değerlendirebileceği konusunda yapılan hassasiyet analizinde aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır;

a) Çalışmada üst bedenin yoğun kullanımı nedeniyle kullanılmasının uygun olabileceği düşünülen RULA yönteminin salt üst bedenin değerlendirilmesinde çok yüksek düzeyli değerlendirme kapasitesi olduğu belirlenmiştir. Ancak yöntemin bacakların pozisyonunu incelememesi, el ve bilek pozisyonlarının

değerlendirilmesindeki muğlak yapısı, çalışma şekli ve koşulları ile çalışma süresini dikkate almaması nedeniyle sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceği görülmüştür.

b) REBA yöntemi RULA yönteminden farklı olarak ayak pozisyonlarını da değerlendirmeye aldığı için seçilmiştir. RULA yöntemine göre daha anlamlı sonuçların elde edilmesine karşın birkaç açıdan sorunla karşılaşılabilen düşünülmemektedir. İlk her iki yöntem de (RULA ve REBA) çalışma süresini dikkate almamaktadır. İkinci unsur yöntemde ayakların pozisyonunun sadece iki seçenek ile sınırlı kalmasıdır. Son olarak üst bedende düşük skorlar elde edilmesi durumunda ayak pozisyonlarından kaynaklı maruziyetin de etkisinin düşmesi ve buna bağlı olarak toplam skorun beklenenden düşük çıkma olasılığı söz konusu olabilir. Bu durumun yöntemin çok büyük oranda RULA yöntemi temel alınarak tasarlanmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Sonuç olarak ilk yöntemde olduğu gibi REBA yönteminin de maruziyet durumunun ortaya konulmasında sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceği belirlenmiştir.

c) Postür dışında etkili olabilecek diğer faktörleri de değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılması uygun görülen KIM-MHO yönteminin diğer iki yönteme göre çok daha detaylı veriler sunabildiği görüşüne varılmıştır. Uygulanan kuvvetin türü, tutma süresi ve hareket etme sıklığının beraber değerlendirilmesi ve puanlandırma aralığında yeterli sıklığa sahip olması bu iş türü için oldukça önemli görülmektedir. Diğer yöntemlerin aksine kaldırılan toplam ağırlık kg olarak değil, kuvvet miktarı ile ölçülmüş olduğundan daha ayrıntılı ve doğru sonuçlara ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Ayrıca çalışılan ortamın gürültülü olması ve çimento torbalarının fazlaca tozuma yapmasından dolayı bu yöntemin çalışma koşullarının bulunduğu ortamı değerlendirmesi de diğer yöntemlere göre daha avantajlı kılmaktadır. Yöntemin kavrama koşullarını ve iş organizasyonu dağılımını da değerlendirmesi bu birim açısından önemli görülmüştür. Çünkü çimento torbalarının yüzeyini tutmak kolay olmakla beraber tozdan dolayı bu durum zorlaşabilmektedir. Bu birimde çalışanların istif işlemi dışında da zor görevler yerine getirdiği belirlendiğinden iş organizasyonu dağılımı önemli bir değerlendirme ölçütü olarak kabul edilmiştir.

d) Bu birimde kullanılan son yöntem ayak pozisyonlarının detaylı olarak değerlendirilmesini sağlayan OWAS yöntemidir. Ayakların pozisyonu 7 farklı postür esasında değerlendiren tek yöntem olan OWAS sahip olunan postürün toplam çalışma süresi içindeki yüzdesini de ortaya koyabilmektedir. Yöntemin değerlendirme hassasiyeti konusundaki en önemli eksikliği üst beden –özellikle el ve kolların değerlendirilmesi için sınırlı ölçütlere sahip olması olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışma şekli, koşulları ve süresi gibi etkili olabilecek diğer faktörlerin etkileşimi açısından yetersiz kaldığı gözlenmiştir.

Tüm değerlendirmeler kapsamında aktarma birimindeki ergonomik koşulların belirlenmesi için kullanılan 4 yöntemin üstün ve yetersiz yanları Tablo 5.2’de toplu olarak sunulmuştur.

Tablo 5.2 Aktarma biriminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması

Değerlendirmeye Alınan Ölçütler	Detaylı Sonuçları Ortaya Koyabilme Kapasitesi			
	RULA	REBA	KIM-MHO	OWAS
Üst Beden Postürünün Etkisi (Baş/boyun/sırt)	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	SINIRLI
Kol/El/Bilek Postürünün Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	SINIRLI
Ayak Postürlerinin Etkisi	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK
Çalışma Şekli ve Koşullarının Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK
Çalışma Süresinin Etkisi	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK
DEĞERLENDİRME BAŞARI DÜZEYİ	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	SINIRLI

Çalışmada değerlendirmeye alınan son birim çimento ve beton kalite kontrol birimi olarak iki alt gruba sahiptir. Her ikisi de laboratuvar çalışmalarını içeren birimlerden çimento kalite kontrol biriminde kısmen oturarak kısmen de ayakta analiz cihazlarının kullanımı söz konusudur. Beton kalite kontrol biriminde ise çimento ile oluşturulan örneklerin fiziksel olarak test edilmesi durumu söz konusudur. Bu birimde çalışanların daha çok fiziksel güç harcama durumu söz konusudur.

Çimento ve beton kalite kontrol birimlerindeki ergonomik maruziyetlerin belirlenmesi için RULA, REBA, KIM-MHO ve QEC değerlendirme yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan işin niteliğine paralel olarak daha çok orta düzeyde risk skorlarının varlığı ortaya konmuştur. Hangi yöntemin bu çalışma

şeklini en uygun şekilde değerlendirebileceği konusunda yapılan hassasiyet analizinde aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır;

a) Çalışmada üst bedenin yoğun kullanımı nedeniyle kullanılmasının uygun olabileceği düşünülen RULA yönteminin salt üst bedenin değerlendirilmesinde çok yüksek düzeyli değerlendirme kapasitesi olduğu belirlenmiştir. Bu birimdeki çalışmanın büyük oranda oturarak gerçekleştirildiği göz önüne alındığında anlamlı sonuçlar sunacağı ifade edilebilir. Ancak yöntemin bacakların pozisyonunu incelememesi çalışmanın ayakta gerçekleştirilen kısmının değerlendirilememesine neden olmakta, bu da toplam risk skorunun düşük kalmasına neden olmaktadır. Bu açıdan yöntemin uygulanması ile elde edilen değerlendirmelerin çalışma şekli ve koşulları ile çalışma süresinin de dikkate alınmaması nedeniyle sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceğine ulaşılmıştır.

b) Çalışmanın ayakta gerçekleştirilen kısmının da değerlendirilebilmesi amacıyla seçilen REBA yönteminde üst beden ile ilgili değerlendirmeler doğal olarak RULA yöntemi ile paralellik göstermiştir. Buna karşın ayak postürlerinin etkisi sınırlı bir şekilde değerlendirildiğinden toplam risk skorları yapılan işlemler göz önüne alındığında beklenenden düşük değerde bulunmuştur. Sonuç olarak REBA yönteminin RULA yöntemine göre kısmen daha gerçekçi bir değerlendirme yapabildiği ancak genel maruziyet durumunun ortaya konulmasında daha sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceği görülmüştür.

c) Postür dışında etkili olabilecek diğer faktörleri de değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılması uygun görülen KIM-MHO yönteminin diğer birimlerde olduğu gibi bu birimde de çok daha detaylı veriler sunabildiği görülmüştür. Diğer yöntemlerde yer almayan uygulanan kuvvetin türü, tutma süresi, hareket etme sıklığı gibi parametreler değerlendirmelerin daha geniş yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle ayakta yapılan çalışmaların etkin bir şekilde değerlendirilebilmesini sağlayan yöntem diğer iki yönteme göre daha belirleyici sonuçlar ortaya konulmasını sağlamıştır.

d) Çalışanların çalışma şekli ve koşulları hakkındaki fikirlerinin alınmasını sağlayan, ayrıca çalışma sırasında tekerlekli araç ya da titreşimli araç kullanımının etkisini de değerlendiren QEC yöntemi ile yapılan değerlendirmelerde genellikle

düşük düzeyde risk skorları elde edilmiştir. Yöntemin belirleyici ölçütleri olan sırt, omuz/kol, bilek/el ve boyun postürlerinin düşük düzeyli risk yaratıyor olması, çalışanların iş hızı ve stres konusunda düşük düzeyde şikâyetle bulunmalarının genel değerlendirmeye etki ettiğini ifade etmek mümkündür. Soru cevap uygulamasına dayanan yöntemde her bir vücut bölgesi için ayrı değerlendirme yapılabilmesi başlıca üstünlüklerden biri olarak kabul edilebilir.

Tüm değerlendirmeler kapsamında çimento kalite kontrol birimindeki ergonomik koşulların belirlenmesi için kullanılan 4 yöntemin üstün ve yetersiz yanları Tablo 5.3’de yer almaktadır.

Tablo 5.3 Çimento kalite kontrol biriminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması

Değerlendirmeye Alınan Ölçütler	Detaylı Sonuçları Ortaya Koyabilme Kapasitesi			
	RULA	REBA	KIM-MHO	QEC
Üst Beden Postürünün Etkisi (Baş/boyun/sırt)	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
Kol/El/Bilek Postürünün Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
Ayak Postürlerinin Etkisi	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	YÜKSEK	SINIRLI
Çalışma Şekli ve Koşullarının Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
Çalışma Süresinin Etkisi	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
DEĞERLENDİRME BAŞARI DÜZEYİ	SINIRLI	SINIRLI	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK

Beton kalite kontrol biriminde çimentoya göre daha fazla fiziksel zorlanmaların mevcut olduğu, çalışanların ayakta, eğilerek ya da diz çökerek çalışmak durumunda oldukları belirlenmiştir. Tüm değerlendirmeler kapsamında aktarma istasyonundaki ergonomik koşulların belirlenmesi için kullanılan 4 yöntemin üstün ve yetersiz yanları Tablo 5.3’de yer almaktadır.

Beton kalite kontrol birimlerindeki ergonomik maruziyetlerin belirlenmesinde çimento kalite kontrol biriminde kullanılan RULA, REBA, KIM-MHO ve QEC değerlendirme yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan işin niteliğine paralel olarak yüksek-çok yüksek düzeyde risk skorlarının varlığı ortaya konmuştur. Hangi yöntemin bu çalışma şeklini en uygun şekilde değerlendirebileceği konusunda yapılan hassasiyet analizinde aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır;

a) Çalışmada üst bedenın yoğun kullanımı nedeniyle kullanılmasının uygun olabileceği düşünölen RULA yönteminin salt üst bedenın değeriendirilmesinde çok yüksek düzeyli değeriendirme kapasitesi olduğu belirlenmiştir. Ancak bu birimde yoğun olarak ayakta durma, diz çökme, çömelme gibi postürlerin varlığı söz konusudur. Yöntem bu postürler ile ilgili değeriendirme yapmak üzere tasarlanmamıştır. Ayrıca çalışmanın kaldırma eylemi içeren kısımları da yeterli olarak değeriendirilememektedir. Bu açıdan yöntemin uygulanması ile elde edilen değeriendirmelerin çalışma şekli ve koşulları ile çalışma süresinin de dikkate alınması nedeniyle sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceği belirlenmiştir.

b) Çalışmanın ayakta gerçekleştirilen kısmının da değeriendirilebilmesi amacıyla seçilen REBA ayak pozisyonları ile ilgili bir miktar daha detay sunabilmektedir. Ancak yöntemin RULA yönteminin genişletilmiş bir hali olduğu göz önüne alınırsa RULA yönteminde belirlenemeyen etkilerin varlığı bu yöntem için de söz konusu olacaktır. Bu nedenle REBA yönteminin RULA yöntemine göre kısmen daha gerçekçi bir değeriendirme yapabildiği ancak genel maruziyet durumunun ortaya konulmasında daha sınırlı düzeyde bir fikir sunabileceği belirlenmiştir.

c) Postür dışında etkili olabilecek diğer faktörleri de değeriendirilebilmesi amacıyla kullanılması uygun görölen KIM-MHO yöntemi diğer birimlerde olduğu gibi bu birimde de çok daha detaylı inceleme yapılabilmesini sağlamıştır. İşin fiziksel zorlanmalar içerdieği göz önüne alındığında uygulanan kuvvetin türü, tutma süresi, hareket etme sıklığı gibi ölçütlerin incelenbilmesi önemli bulunmuştur. Yukarıda sıralandığı gibi postür dışındaki etmenlerin etkisinin irdelenebilmesini sağlayan yöntemin tüm uygulamalar içerisinde en doyurucu sonuçlar sunan yöntem olduğu görölmüştür.

d) Çalışanların çalışma şekli ve koşulları hakkındaki fikirlerinin alınmasını sağlayan, ayrıca çalışma sırasında tekerlekli araç ya da titreşimli araç kullanımının etkisini de değeriendiren QEC yöntemi ile yapılan değeriendirmeler de diğer yöntemlere paralel sonuçlar sunmuştur. Yöntemin belirleyici ölçütleri olan sırt, omuz/kol, bilek/el ve boyun postürlerinin fiziksel zorlanmalara bağlı olarak yüksek değerieler alması, çalışanların iş hızı ve stres konusunda ciddi sıkıntılar çektiklerini belirtmeleri nedeniyle yüksek-çok yüksek risk skorları elde edilmiştir. Soru cevap

uygulanmasına dayanan yöntemde her bir vücut bölgesi için ayrı değerlendirme yapılabilmesi başlıca üstünlüklerden biri olarak kabul edilebilir.

Tüm değerlendirmeler kapsamında beton kalite kontrol birimindeki ergonomik koşulların belirlenmesi için kullanılan 4 yöntemin üstün ve yetersiz yanları Tablo 5.4’de verilmiştir.

Tablo 5.4 Beton kalite kontrol biriminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması

Değerlendirmeye Alınan Ölçütler	Detaylı Sonuçları Ortaya Koyabilme Kapasitesi			
	RULA	REBA	KIM-MHO	QEC
Üst Beden Postürünün Etkisi (Baş/boyun/sırt)	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
Kol/El/Bilek Postürünün Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
Ayak Postürlerinin Etkisi	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	YÜKSEK	SINIRLI
Çalışma Şekli ve Koşullarının Etkisi	ÇOK YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
Çalışma Süresinin Etkisi	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK
DEĞERLENDİRME BAŞARI DÜZEYİ	SINIRLI	SINIRLI	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK

Tüm birimlerde kullanılan yöntemlerin yapılan işleri yeterince detaylı olarak değerlendirme kapasiteleri Tablo 5.5 de özet olarak verilmiştir.

Tablo 5.5 Birimlerde kullanılan yöntemlerin detaylı sonuç sunabilme kapasiteleri

Birimler	Yöntemlerin Detaylı Sonuç Sunabilme Kapasiteleri					
	RULA	REBA	ART	KIM-MHO	QEC	OWAS
Paketleme	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK	SINIRLI	UYGUN DEĞİL
Aktarma	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	UYGUN DEĞİL	ÇOK YÜKSEK	SINIRLI	ÇOK YÜKSEK
Kalite Kontrol-Çimento	SINIRLI	SINIRLI	UYGUN DEĞİL	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK	SINIRLI
Kalite Kontrol-Beton	SINIRLI	SINIRLI	UYGUN DEĞİL	ÇOK YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen bulgular çimento ve buna bağlı olarak beton üretim sürecinde çalışanların ergonomik açıdan ciddi maruziyetlerle karşı karşıya olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda çalışmanın yürütüldüğü birimlerde görev yapanların kısa ya da orta vadede mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ile karşı karşıya kalacağını tahmin etmek güç değildir.

Çalışmada değerlendirilen birimlerden aktarma ve beton kalite kontrol birimlerinde yüksek-çok yüksek risk skorlarına ulaşıldığı belirlenmiştir. Her ne kadar hazır beton uygulaması daha yaygın olsa da ambalajlı çimento satışından vazgeçileceğini öngörmek mümkün değildir. Bu doğrultuda bu birimde gerçekleştirilen kamyonu istif işleminin acil olarak yeniden düzenlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. İnsan gücüne olan gereksinimin ortadan kaldırılmasını sağlayacak sistemler ilk adımda düşünülmesi gereken çözümlerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda manipülatörler gibi yardımcı araçların katkısı olacağı düşünülmektedir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Aktarma birimindeki istifleme işlemi için önerilen bir manipülatör.

Aktarma işleminin manipülatörler kullanmadan gerçekleştirilmesine devam edilmesi durumunda istifleme için daha fazla sayıda çalışan görevlendirilmesi bir çözüm olabilir. Ancak çalışma koşullarının düzeltilememesi, çalışma süresinin kısaltılamaması ya da çalışanın bu iş dışındaki zamanlarda daha az zorlayıcı işlerde çalışmasının sağlanamaması durumlarında bu tarz bir çözümün çare olabilmesi şüpheli olarak değerlendirilmiştir.

Yüksek-çok yüksek risk skorlarının elde edildiği diğer birim olan beton kalite kontrol biriminde çalışan kişilerin de çalışma koşullarının acilen düzeltilmesi

gerekmektedir. Bu birimde çalışanlar postüre bağlı zorlanmaların yanı sıra toz ve gürültü gibi fiziksel risk etmenleri ile karşı kaşıya kalabilmektedir. Bu birimde çalışanlar sadece laboratuvar ortamlarında değil, şantiyelerde de numune almaktadırlar. Bu açıdan laboratuvar ortamlarının iyileştirilmesinin öncelikli hedef olması gerektiği ifade edilebilir. Yüksek fiziksel güç gerektiren ve buna bağlı olarak zorlanmalara neden olan özellikle şişleme işlemi için acilen önlem alınması önerilmektedir. Böylelikle çalışanın eğilmeden çalışması sağlanabileceği gibi buna bağlı olarak ortaya çıkabilecek zorlanmaların da önüne geçebilir. Bu el vibratörleri ya da vibratörlü sarsma masalarının kullanımının çözüm olabileceği düşünülmektedir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2 Beton kalite kontrol birimindeki işlemler için önerilen bir vibratör ve vibratörlü sarsma masası.

Çalışmada ergonomik açıdan risk oluşturabilecek üç istasyondaki maruziyetlerin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerin birbirlerine göre üstünlüklerinin yanı sıra dezavantajlı yönlerinin de olduğu belirlenmiştir.

Ergonomik değerlendirme yöntemlerinin başarısı değerlendirdiği ölçütlere ve bu ölçütleri değerlendirme aralığına göre değişmektedir. Bu açıdan her yöntemin her çalışma şeklini değerlendirmede aynı performansı sergilemesi beklenemez. Bu açıdan öncelikle işin niteliğinin, çalışma şekli ve koşullarının ve vücudun hangi bölgelerinin etkilendiği konusunda ön gözlemler yapılması gerekmektedir. Örneğin tüm vücut değerlendirilmek isteniyorsa REBA, sadece üst vücut için değerlendirme yapılmak isteniyorsa RULA kullanılabilir. Öte yandan sadece postürün değerlendirilmesi çalışma şeklinin yaratacağı olumsuzlukları ortaya koymakta yeterli olmayabilir. Çalışma şekli, koşulları, süresi, tekrarlı hareketlerin varlığı,

kaldırılan yük ağırlığı gibi pek çok ölçütün de değerlendirilmeye alınması gereklidir.

Tüm bu değerlendirmeler dışında kullanılması uygun görülen yöntemlerden KIM-MHO yönteminin yukarıda sıralanan unsurların incelenmesine olanak sağlaması açısından en uygun yöntem olduğu düşüncesine varılmıştır. Öte yandan her değerlendirme yönteminin kapsamadığı ölçüt ya da ölçütler olduğu göz önüne alınırsa tek bir yöntemle dayanarak değerlendirme yapılmasının gerçekçi olmayacağı ifade edilebilir. İşin niteliğine ve incelenen faktörlerin çeşitliliğine göre çalışmanın her açıdan değerlendirilmesini sağlayacak birden fazla yöntem kullanılmasına sıklıkla rastlanmaktadır. Bu açıdan bu çalışmada KIM-MHO yönteminin paketleme birimi için ART yöntemi ile, aktarma biriminde REBA ya da OWAS ile, kalite kontrol biriminde ise REBA ya da QEC ile birlikte kullanılması önerilmektedir.

Bu çalışma üç farklı birimde gerçekleştirilmiştir. Ancak sektörün büyüklüğü ve yaygınlığı göz önüne alınırsa incelenmesi ve üzerinde çalışılması gereken birçok birimin olabileceği ifade edilebilir. Ülkemizde bu sektöre ilişkin ergonomi alanında gerçekleştirilen çalışmalar çok sınırlıdır. Bu çalışmadan elde edilecek verilerin genişletilerek diğer birimlere uyarlanması ile karşılaşılabilecek risklerin azaltılabilmesi ve daha sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulabilmesinin sağlanabileceğine inanılmaktadır. Bu anlamda sorumluluk öncelikle işverende olmakla birlikte çalışanın da katılımının çok önemli olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda çalışanların geri bildirimler yolu ile çalışma şeklinin düzeltilmesinde büyük katkısı olacağına inanılmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abazari, M., Khezri, E., Feiz-Arefi, M., and Babaei-Pouya, A., 2020, Relationship Between Medical Leaves Due to Musculoskeletal Disorders and Physical Activity Level in Workers at Cement Industry, *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, Iran, 16(3): 155-161pp.
- Akboğa Ö. ve Baradan S., 2011, Hazır Beton Sektöründe İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Çanakkale, 9s.
- Anonim, 2023, İstatistikler Ambalaj, TürkÇimento, <https://www.turkcimento.org.tr/tr/istatistikler/ambalaj>, (Erişim tarihi: 27.07.2023)
- “Resmi Gazete Sayı: 28502” (2012), Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121219-8.htm> (Erişim tarihi: 25 Nisan 2022).
- Goldsheyder, D., Weiner, S. S., Nordin, M., and Hiebert, R., 2004, Musculoskeletal symptom survey among cement and concrete workers. *Work*, New York, 23(2): 111-121pp.
- Hess, J.A., Hecker, S., Weinstein, M. and Lunger, M., 2003, Ergonomics In Construction A Participatory Intervention To Reduce The Risk Of Low-Back Injury In Concrete Laborers, *Applied Ergonomics*, 35(5):427– 41pp.
- Kapkaç F., 2013, Çimento Çeşitleri, Özellikleri, Hammaddeleri ve Üretim Aşamaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 10s.
- Khaviya, S., Kavitha, S., and Manoj, S., 2017, A risk assessment study on occupational hazards in cement industry, *International Research Journal Engineering and Technology*, India, 4(12): 534-538pp.
- Özkan, T., 2021, Çimento üretim sektöründe toz seviyelerinin belirlenmesi ve çalışanlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Tarsus Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarsus, 84s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Poul F., Jens., E and Bonde, M., 2002, Risk of Shoulder Tendinitis in Relation to Shoulder Loads in Monotonous Repetitive Work, American journal of industrial medicine, Vol.41:11-18.
- Pouya, A. B., and Habibi, E., 2015, Using cream techniques for investigating human error with cognitive ergonomics approach in the control room of cement industry, IJBPAS, Iran, 4(3): 1480-1484pp.
- Rahmani R., Shahnavazi S., Fazli B. And Ghasemi F., Ergonomic Risk Assesment of Musculoskeletal Disorders in a Cement Factory Workers Using QEC Technique, Pajouhan Scientific Journal, Iran, 18:(2) 64-72pp.
- SGK, 2021, İstatistik Yıllığı, İş Kazası ve Meslek Hastalığı İstatistikleri, <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4> (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2022).
- Şakar, S., 2021, “Proje Yönetiminde Duyarlılık Analizi”, <https://www.savassakar.com/proje-yonetiminde-duyarlilik-analizi/#::~:~:text=Duyarl%C4%B1l%C4%B1k%20analizi%2C%20hangi%20risklerin%20veya,derece%20etkilediklerinin%20analiz%20edilmesinde%20kullan%C4%B1l%C4%B1r>. (Erişim tarihi: 22 Mayıs 2022).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, Çimento Sektörü Raporu, Ankara, 19s.
- Topçu, A. D., 2016, Çimento Üretim Süreçlerindeki İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 107s.
- Ullah, M. I. and Maqsood S., 2021, Evaluation of Repetitive Lifting Tasks Performed In Cement Industries, University of Engineering and Technology, Pakistan, 25p.
- Vingard, E., Alfredsson, L. and Hagberg, M., 2000, To what extent do current and past physical and psychosocial occupational factors explain care-seeking for low back pain in a working population, Results from the Musculoskeletal Intervention Center-Norrtaälje Study. Spine journal . Vol.25:493–500pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Yakar, M., 2007, Çimento sektöründe çalışanların işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından yaşadıkları risk faktörleri, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 121s.



TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince bana her zaman yol gösteren ve destekleyen, araştırma konusunun seçilmesinden son aşamaya kadar yardımcı olan, değerli bilgileri ile bu süreçte her zaman yanımda olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖZ'e teşekkürü borç bilirim.

Araştırmam süresince saha çalışmalarımda yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Batıçim Batı Anadolu Çimento Sanayi A.Ş ve Batıbeton Sanayi A.Ş'ye katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım.



ÖZGEÇMİŞ

Lise hayatıma 2010 yılında Hasan Tekin Ada Anadolu Lisesi'nde başladım ve 2014 yılında mezun oldum. Ardından İzmir Ekonomi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği (İngilizce) bölümünü tam burslu kazandım. 2019 yılında ise mezun oldum.

Temmuz 2021 yılında 1 aylık süreç ile Batıçim Batı Anadolu Sanayi A.Ş'de yarı zamanlı destek elemanı olarak çalıştım. Takip eden süre içerisinde de Batıbeton Sanayi A.Ş'de Hazır Beton kalite kontrol mühendisi olarak çalışmaya başladım ve halen görevime devam etmekteyim.

