T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ: İNŞAAT SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Osman KAYA

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

ŞUBAT, 2023

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ: İNŞAAT SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Osman KAYA
(Y2113.220001)

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi SÜLEYMAN ŞİMŞEK

ŞUBAT, 2023

ONAY FORMU

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans dönem projesi olarak sunduğum “Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerinin İncelenmesi: İnşaat Sektörüne Yönelik Bir Uygulama” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça ’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (../../2023)

Osman KAYA

ÖNSÖZ

Dönem Projesi çalışmamım planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı şekillendiren sayın Dr. Öğr. Üyesi SÜLEYMAN ŞİMŞEK hocama teşekkürleri bir borç bilirim.

Şubat, 2023 Osman KAYA

ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ: İNŞAAT SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

ÖZET

İnsanın vücut yapısına bağlı ve çevre koşullarına bağlı olarak etkileşimlerini inceleyen ve bu etkileşimler sayesinde, fiziksel ve psikososyal sorunların azaltılmasını ve engellenmesi için çalışmalar yapar. Ergonomi çeşitli kaynakları ve bu kaynakları hakkında önemli riskleri ortaya çıkar. Risklerden önce yapılan işlemlerin iş sağlığı ve güvenliği açısından tedbirlerin alınması gerektiği hakkında bilgiler verilmelidir. Ergonominin çeşitli yöntemleri ve amaçları vardır. Bunların en önemli olursa olan çevre ve insan arasındaki uyumu iyileştirme öğrenerek davranış biçimleridir. İnşaat sektörü gibi alanların ergonomik risk değerlendirme faktörleri oldukça geniş yer kaplar. Yapılan işin sürekli olması ya da vücutta gelişen rahatsızlıklarının iyileştirilmesi gibi hedefli olan ergonomi alanı analiz yaparak kişiye ev ya da çalışan işçiye daha uygun yöntemler sağlar. Bu yöntemler sayesinde hem inşaat sektörü hem de diğer alanların vücut duruşları hakkında doğru bir şekilde olması hedeflenir. İşçilerin çalıştığı ortamdaki kazaları önlemek amaçlı geliştirilen bu yöntemler: REBA, QEC, RULA ve OWAS gibi çeşitli analiz değerlendirmeleri yapılan yöntem şekilleri vardır. Bu yöntemlerle risk değerlendirmeler yapılır. Yapılan risk değerlendirme sonuçlarında mantık çevresinde incelenerek ölçümlerin inşaat sektöründeki hizmet verme şeklini ve çalışan kişinin risk değerlendirme sonuçlarına göre iyileştirme politikaları izlenmesi göz önünde bulundurulmuştur. Ülkemizde olduğu gibi dünyada da çeşitli zararlı gazlar vardır bu gazların salınım yapması vücuda ve çevreye etkisi büyük oranda tehlikeler bulundurur. Bunun sonucunda şimdi büyük sağlık sorunları sebep olan kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR)gibi problemlere yol açabilir. Bu rahatsızlıklarda çalışan nüfusun daha fazla inşaat sektöründe yakalanma riski vardır. Risklerin önüne geçilebilmesi için sağlık problemleri belirli periyotlarla izlenip ve uygun tedavi

şekli yapılmalıdır. Kişide oluşan bu rahatsızlıklar kalıcı veya geçici olabilir. Çalışan kişinin iş ortamı, iş kalitesi gibi durumlar belirleyici faktörler arasında yerini alır. Uygun olmayan duruş pozisyonunda çalışan kişilerde sıklıkla rastlanan bel, el, omuz gibi uzuvların sakatlık durumları meydana gelir bunların olmaması için risk faktörlerini tespit edilerek ve ergonomik yöntemlerle bu risk faktörlerini en aza indirmek hedeflenir. Bu yöntemlere uygun olmazsa kişilerde ağrı ve uzun kayıpları gibi büyük risk faktörleri meydana gelir. İnşaat sektöründe sık kullanılan REBA ve OWAS gibi yöntemlerin sayesinde araştırmalar yapılarak gerekli skor puanlaması göz önünde bulundurulur. Bu sayede inşaatta çalışan kişilerin ve çevredeki olumsuzluklara karşı önlem alınmış olur. Hedeflenen yöntemleri etkin bir şekilde kullanmak çalışan işçinin verimini arttırır.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, İnşaat, Ergonomi, Reba, Owas.

EXAMINATION OF ERGONOMIC RISK ANALYSIS METHODS: AN APPLICATION TO THE CONSTRUCTION SECTOR

ABSTRACT

It examines the interactions of people depending on their body structure and environmental conditions, and works to reduce and prevent physical and psychosocial problems through these interactions. Ergonomics various sources and important risks about these sources emerge. Information should be given about the need to take measures in terms of occupational health and safety of the transactions carried out before the risks. Ergonomics has various methods and purposes. The most important of these is the behavior patterns by learning to improve the harmony between the environment and people. Ergonomic risk assessment factors of areas such as the construction industry take up quite a lot of space. The ergonomics field, which is targeted such as the continuity of the work done or the improvement of the ailments that develop in the body, provides more suitable methods for the person at home or the worker by analyzing. Thanks to these methods, it is aimed to be correct about the body postures of both the construction sector and other fields. These methods, which were developed to prevent accidents in the workplace of the workers: There are various forms of analysis and evaluations such as REBA, QEC, RULA and OWAS. Risk assessments are made with these methods. The results of the risk assessments were examined in a logical manner and the way the measurements were provided in the construction sector and the improvement policies were taken into consideration according to the risk assessment results of the employee. As in our country, there are various harmful gases in the world, and the release of these gases poses great dangers to the body and the environment. As a result, it can lead to problems such as musculoskeletal disorders (MSD), which are now causing major health problems.

The population working in these ailments has a higher risk of being caught in the construction sector. In order to prevent risks, health problems should be monitored periodically and appropriate treatment should be applied. These ailments may be permanent or temporary. Conditions such as the work environment of the employee and the quality of work are among the determining factors. Injury of limbs such as waist, hands and shoulders, which are frequently encountered in people working in inappropriate postures, occur, and it is aimed to minimize these risk factors by determining the risk factors to prevent them and by ergonomic methods. If these methods are not suitable, great risk factors such as pain and long losses occur in people. Thanks to the methods such as REBA and OWAS, which are frequently used in the construction industry, researches are made and the necessary score scoring is taken into consideration. In this way, precautions are taken against the negativities of the people working in the construction and the environment. Using targeted methods effectively increases the productivity of the worker.

Keywords: Occupational Health and Safety, Construction, Ergonomics, Reba, Owas.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ONUR SÖZÜ ..... **i**

ÖNSÖZ ..... **iii**

ÖZET ..... **v**

ABSTRACT ..... **vii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xiii**

ÇİZELGELER LİSTESİ ..... **xv**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xix**

I. GİRİŞ **1**

II. ERGONOMİ **5**

A. Ergonominin Amaçları 5

B. Ergonominin Dalları 8

1. Fiziksel Ergonomi: 8

2. Örgütsel Ergonomi: 8

3. Bilişsel Ergonomi 8

C. Ergonomide Risk Faktörleri 9

1. İş ile ilgili Risk Faktörleri 9

2. Kişisel Risk Faktörleri 10

D. Ergonomik Çalışma Düzeni 12

E. Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikteki ergonomisi 13

F. Antropometri 15

G. Ergonominin diğer kaynakları 17
1. Fizyoloji 17
2. Sosyoloji 18
3. Çevre mühendisliği 19
III. KAS-İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI 21
A. Kas ve iskelet sistemi 21
B. Vücut mekaniği ilke ve kuralları 22
1. Vücut mekaniği doğru kullanılmadığında görülen bozukluklar 23
C. Vücut dengesini sağlamak için yapılması gerekenler 23
1. Eğilirken ve bir cisim kaldırırken vücut mekaniği 24
D. Kemikler 26
E. İskelet Yapısı 28
F. Omurgalar 29
G. Eklemler ve Çeşitleri 31
H. Kaslar 33
1. Kas çeşitleri 34
2. Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarında çalışma duruş şekilleri 36
IV. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ 39
V. KAS VE İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARINI ÖNLEMEK İÇİN UYGULANACAK YÖNTEMLER 43
VI. ÇALIŞMA DURUŞU ANALİZİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER 45
A. Yük kaldırma ile İlgili Olan Yöntemler 45
B. Sistematik Gözlemlere Dayalı Yöntemler 45
VII. OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) 47
A. İnşaat sektöründe OWAS yöntemi 49
B. İstatiksel Analizler 50

VIII. REBA(RAPİD ENTİRE BODY ASSESMENT)..... 55

IX. RULA (RAPİD UPPER LİMB ASSESSMENT) 63

X. İŞ ZORLANMA İNDEKSİ (JOB STRAİN İNDEX) 65

XI. QEC (Quick exposure check)..... 67

A. İnşaat Reba Ve Qec Yöntem Değerlendirmesi 69

XII. MANTRA (MANUAL TASKS RİSK ASSESSMENT TOOL) 73

A. Sayısal biyomekanik ölçüler..... 74

XIII. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE UYGULAMA YÖNTEMİ..... 75

XIV. İNŞAAT YAPIM AŞAMALARI VE TEHLİKELER..... 77

A. Tesisat işçiliği için belirlenen REBA ve QECyöntem metotların değerlendirilmesi..... 78

B. Sıva işçiliği REBA ve QECyöntem metotların değerlendirilmesi 80

C. Fayans ,parke ve boya işciliği..... 82

XV. İNŞAAT YAPIMI SIRASINDA REBA VE OWAS YÖNTEMLERİNİN KARŞILASTIRILMASI ÜZERİNE ÇALIŞMAMIZ 87

A. Ayakta kalıp sökümü sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi..... 87

1. Çömelerek Kalıp İşçiliği Çalışma İçin REBA Yöntemi Değerlendirmesi . 87

B. Çömelerek Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çalışma OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi..... 90

C. Sıva işçliği sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi 92

1. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi Değerlendirmesi..... 92

2. Sıva işçliğinde OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi 94

D. Ayakta kalıp çakılması sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi..... 96

1. Kalıp çakılması sırasında REBA Yöntemi Değerlendirmesi..... 96

2. Ayakta kalıp çakılması OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi 99

E. Demir profil taşınması sırasında REBA ve OWASMetotlarının Değerlendirilmesi 101

1. Demir profil taşınması REBA Yöntemi Değerlendirmesi 101

2. Demir profil taşınması OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi 103

F. Demir işçiliği sırasında REBA ve OWASMetotlarının Değerlendirilmesi 105

1. Demir işçiliği REBA Yöntemi Değerlendirmesi 105

2. Demir işçiliğinde OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi 108

G. Boya yapımı sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi..... 110

1. Boya yapımı REBA Yöntemi Değerlendirmesi 110

2. Boya yapımı sırasında OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi 112

XVI. SONUÇLAR 115

XVII. KAYNAKÇA 117

ÖZGEÇMİŞ 123

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ILO : International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü)

İKİSR : İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği

KG : Yük Birimi (Kilogram)

KİS : Kas İskelet Sistemi

KTS : Karpal Tünel Sendromu (El Bileği Hastalığı)

MANTRA : Manual Tasks Risk Assessment Tool (Elle Yapılan Görevler için Risk Değerlendirme Aracı)

NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health (Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)

OSHA : Occupational Safety And Health Administration (İş Güvenliği Ve Sağlığı İdaresi)

OWAS : Ovako Working Posture Analyzing System (Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi)

PERA : Postural Ergonomic Risk Assessment (Postural Ergonomik Risk Değerlendirmesi)

PLIBEL : Plan for Identifiering av Belastnings

QEC : Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi)

REBA : Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi)

RULA : Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi)

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. Statik Çalışma Anında Vücutta Meydana Gelebilen Rahatsızlıklar 10

Çizelge 2. Mesleki risk faktörüne bağlı rahatsızlıklar ve belirtiler 26

Çizelge 3. Owas sisteminde eylem seviyesi 49

Çizelge 4. Klasik OWAS analizi deneyi 51

Çizelge 5. Disk kullanma işine ait analiz sonuçları 52

Çizelge 6. Jant imalatındaki-kare analizi sonucu 53

Çizelge 7. REBA Derecelendirme sistemi 56

Çizelge 8. QEC yönteminin gerekli eylem seviyesi 67

Çizelge 9. Çömelerek çalışma yapan kalıp işçisi REBA yöntemiyle değerlendirme kodları 70

Çizelge 10. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve Kodlar 87

Çizelge 11. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 88

Çizelge 12. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 88

Çizelge 13. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması 89

Çizelge 14. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi 89

Çizelge 15. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu 91

Çizelge 16. OWAS Metodu Eylem Sınıfları(Kategorileri) 91

Çizelge 17. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve Kodlar 92

Çizelge 18. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 93

Çizelge 19. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 93

Çizelge 20. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması 93

Çizelge 21. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi 94

Çizelge 22. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu 95

Çizelge 23. OWAS Metodu Eylem Sınıfları(Kategorileri) 96

Çizelge 24. Ayakta kalıp çakılması sırasında REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve Kodlar 97

Çizelge 25. Ayakta Kalıp Çakılması İçin Belirlenen REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 97

Çizelge 26. Ayakta Kalıp Çakılması İçin Belirlenen REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 98

Çizelge 27. Ayakta Kalıp Çakılması İçin Belirlenen REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması 98

Çizelge 28. Ayakta Kalıp Çakılması İçin REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi 98

Çizelge 29. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu 100

Çizelge 30. OWAS Metodu Eylem Sınıfları(Kategorileri) 100

Çizelge 31. Demir profil taşınmasında REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve kodlar 101

Çizelge 32. Demir profil taşınması REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 102

Çizelge 33. Demir profil taşınması REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 102

Çizelge 34. Demir profil taşınması REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması 102

Çizelge 35. Demir profil taşınması REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi 103

Çizelge 36. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu 104

Çizelge 37. OWAS Metodu Eylem Sınıfları(Kategorileri) 105

Çizelge 38. Demir işçiliğinde REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve kodlar .. 106

Çizelge 39. Demir işçiliği REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 106

Çizelge 40. Demir işçiliği REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 107

Çizelge 41. Demir işçiliği REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması 107

Çizelge 42. Demir işçiliği REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi 107

Çizelge 43. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu 109

Çizelge 44. OWAS Metodu Eylem Sınıfları(Kategorileri) 109

Çizelge 45. Boya yapımı REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve kodlar 110

Çizelge 46. Boya yapımı REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 111

Çizelge 47. Boya yapımı REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması 111

Çizelge 48. Boya yapımı REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması 111

Çizelge 49. Boya yapımı REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi112

Çizelge 50. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu 113

Çizelge 51. OWAS Metodu Eylem Sınıfları(Kategorileri) 114

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Ağır nesneleri kaldırırken doğru vücut şekil 7

Şekil 2. Koşucu üzerindeki hareket analizleri 7

Şekil 3. Gösterge panel barındıran kokpit düğmeleri 9

Şekil 4. Biçimsiz Duruşlar 10

Şekil 5. Ergonomi Programının Elemanları 12

Şekil 6. Olması Gereken Ergonomik Düzen 13

Şekil 7. ERD tekniği ile uygulamada kullanılan metotlar 14

Şekil 8. İş analizi için yapılması gereken aşamalar 15

Şekil 9. Antropometriğin analize uygunluğu 16

Şekil 10. Antropometrik analiz uygunluğu 17

Şekil 11. Antropometrik analizi uygunluğu 17

Şekil 12. Olması gereken postür duruşu 18

Şekil 13. Hareket sistemi 21

Şekil 14. Anatomik duruş 22

Şekil 15. Vücut hareketlerinin etkilendiği bölgeler 24

Şekil 16. Kemik çeşitleri 27

Şekil 17. Uzun kemik yapısı 27

Şekil 18. Vücuttaki kemikler 29

Şekil 19. Omurga yapısı 30

Şekil 20. Üst ekstremiteler 30

Şekil 21. Alt ekstremite kemikler 31

Şekil 22. Eklem çeşitleri 31
Şekil 23. Oynar ekleminde bulunan yapılar ve işlevi 32
Şekil 24. Oynar eklem hareketleri 32
Şekil 25. Kas dokuları 33
Şekil 26. İskelet kasını yapısını oluşturan elemanlar 34
Şekil 27. Vücudun kasları 35
Şekil 28. Baş ve boyun hareketliliği 35
Şekil 29. Gövde ve el kol hareketleri açıları 36
Şekil 30. İnşaat yaparken yetersiz ekipmanlar kullanılması 37
Şekil 31. Uygun olmayan vücut duruşların sonuçları 37
Şekil 32. 2007-2012 yıllar arasındaki kazalardan dolayı ölüm sayıları 40
Şekil 33. İş sağlığı ve güvenlik ekipmanları 41
Şekil 34. KİSR'in risk faktörleri 44
Şekil 35. OWAS yöntemi ile duruş çeşitleri 48
Şekil 36. OWAS yöntemi ile duruşları kodlama sistemi 48
Şekil 37. Ki-kare modeli 50
Şekil 38. Disk kullanım örneği 51
Şekil 39. Jant imalat işi 52
Şekil 40. Matkapla delme işlemi 53
Şekil 41. Lastik hammadde hazırlaması 54
Şekil 42. Kapı boyama işlemi 54
Şekil 43. REBA skoru 55
Şekil 44. REBA duruşunun puanlama sistemi 56
Şekil 45. REBA analizde denilen duruşlar 57
Şekil 46. Boyun bacak gövde analizleri 58
Şekil 47. A değerini bulma için gerekli kuvvet\yük puanı 59

Şekil 48. B puan değerini bulma 59
Şekil 49. Tablo C puanı bulunma durumu 60
Şekil 50. İnşaatta çalışan kişilerin kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olan işler 61
Şekil 51. Alt-Üst,Orta seviye yapılan inşaat işlemler 61
Şekil 52. Farklı yöntemler ile değerlendirilen faktörler 68
Şekil 53. İskele yapısı örneği 68
Şekil 54. İşçilerin vücut ağrı bölgeleri 69
Şekil 55. Kalıp çakan işçinin farklı duruş pozisyonları 70
Şekil 56. REBA,QEC,OWAS yönteminin risk sınıfları 71
Şekil 57. Vücut bölümündeki risk öncelikleri belirlemek için kullanılan yapılar 72
Şekil 58. ERD Risk değer Yüzdesi 73
Şekil 59. REBA,RULA,HMD Yöntemin Sonuçları 75
Şekil 60. İnşaat şantiyelerinde uygulanan risk analiz formu 77
Şekil 61. Tesisat işçiliği yapan çalışanın farklı duruş pozisyonları 79
Şekil 62. REBA yöntemiyle yapılan puanlandırma ve değerlendirme sonuçlarını açıklaması 80
Şekil 63. Ayakta yukarı doğru çalışan bir işçi için REBA yöntemi ve değerlendirme kodları 81
Şekil 64. Sıva işçilerin farklı duruş pozisyonları 81
Şekil 65. Fayans ve parke işçiliğindeki farklı duruş pozisyonları 82
Şekil 66. Boya işçiliği farklı vücut duruşları 83
Şekil 67. Kalıp işçilerinde ergonomik risk değerlendirme sonucu 83
Şekil 68. Ayakta çalışan kalıp işçisinin ergonomik risk değerlendirme sonucu 84
Şekil 69. Eğilerek çalışan kalıp işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu 84
Şekil 70. Ayakta çalışan demir işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu 85
Şekil 71. Eğilerek çalışan duvar işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu 85

Şekil 72. Kalıp İşçisi - Çömelerek Çalışma 88
Şekil 73. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması 90
Şekil 74. Sıva İşçisi - Ayakta Çalışma 92
Şekil 75. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması 95
Şekil 76. Kalıp İşçisi – kalıp çakma 97
Şekil 77. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması 99
Şekil 78. Demir İşçisi – Demir profil tasınması 101
Şekil 79. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması 104
Şekil 80. Demir işçiliği 106
Şekil 81. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması 108
Şekil 82. Boya işçiliği- Boya yapımı 110
Şekil 83. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması 113

I. GİRİŞ

İş yerlerinde çalışan kişilerin çalışma sırasında duruşlar, gerçekleştirdiği hareketlerin sağlıklı olması için doğru yöntemlerle çalışmaları gerekir. Çalışma hayatlarının sağlıklı olması için bazı yöntemler gelişmektedir. Bu yöntemlerden gerçekleştirirken kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının önüne geçilmesi gerekir. Kas-iskelet sistemi düzenli olmazsa ergonomik risk faktörleri ortaya çıkar. Dünyada en yaygın olan Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR), insanların hayatını olumsuz bir şekilde etkiler. Özellikle sanayinin geliştiği bölgelerde yanlış çalışma duruşu ile uzun süre ve tekrarlı olarak çalışıldığı zaman kişiler de kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açar. Bu sebeple İşveren ve işçilerin risk faktörlerini göz önüne alması gerekir. İnşaat sektöründe de kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları yaygın görüldüğü sektörler arasında yerine alır. Fiziksel veya sosyal açıdan önemli bir etkiye sahip bu sistem gerek çevrenin gerekse insan üzerindeki etkisi önemlidir. Bu çeşitli rahatsızlıkları önlemek için bilimsel yöntemler sınıflandırılarak tanıtılır. Uluslararası iş sağlığı ve güvenlik komisyonunun (ICOH=Internatıonal Commision on Occupational health) kas iskelet sisteminde oluşan ve çalışma hayatından kaynaklanan rahatsızlıklardır. Bu rahatsızlıklar, hastalığa da dönüşebilir. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization=WHO) işteki performansının ve işçi çevresi gibi iki farklı etkiyle başlayan çok yönlü bir bilimsel nedenini tanımlamak için kullanır. Çalışma hayatında KİSR: tendon, kas, sinir v diğer yumuşak dokularda hasara yol açan tekrarlayıcı fiziksel hareketlerle oluşan bir çeşit rahatsızlık türüdür. Örneğin, uygun olmayan duruş ve ergonomik koşullarda çalışma; stres, tekrarlanan aktiviteler v ara vermeden uzun süre çalışmak önemli risk faktörler arasında yer alır. Bu faktörler sonucu boyun fıtığı, bel fıtığı, karpal tünel sendromu gibi işten kaynaklanan başlıca kas-iskelet sistemi hastalıklarıdır. Yapılan araştırmalarda KİSR'na yol açan çalışma duruşlarının belirlenmesi için çeşitli yöntemler gelişir. Yöntemler; yük kaldırma ile ilgili veya gözleme ve ankete dayalı yöntemler(OWAS-Ovaka working Posture Analysing System,RULA-Rapid

Upper Limb Assesment,REBA-Rapid Entire Body Assesment,İş zorlama indeksi-Job Strain Index,Hızlı Mazuriyet Değerlendirme-Quick Exposure Check…gibi) ve ergonomik kontrol listesi olarak sınıflandırılabilir. Bu tez çalışmasında dünyada ve çalışan kişiler üzerinde ciddi sağlık problemleri oluşturan KİSR'na neden olan uygunsuz çalışma duruşlarının belirlenmesine yönelik vücut hareketlerini dikk öte alan ve gözleme dayalı olarak gerçekleştiren yöntemlerden biri OWAS (Ovaka Working Posture Analysing System) Arttırılması hedeflenir. OWAS, çalışanın gözleme dayalı bir çalışma duruşu analiz yöntemi şeklidir. Bu yöntemle kas-iskelet sistemindeki neden olan kötü duruşları belirlemeye yardımcı olur. Kullanılan gözlem ve süre aralıkları belirlenmesinde Herhangi bir kural ya da istatiksel bir yöntem biçimi bulunmadığı için deneyimlere dayalı olarak seçim yapıldığını görmekteyiz. İlk bölümde, konunun önemini vurgulandığı ve bu konu hakkında katkıları yer alır. Diğer bölümlerde, inşaat sektöründe ekonomiye sağladığı değerin çalışma hayatımızdaki önemli bir yer aldığını belirtilir. Üretim ve kullanılan yöntemler dikkate alınarak, konut sektörü ile inşaat sektörünü arasındaki bağlama yön verir. Türkiye'deki inşaat sektörünün en çoğu konut inşaatları oluşturur. Konuttaki yapısal gelişim önemli katkı sağlar. İnşaat sektöründe iş kazaları ve meslek hastalıkları pek iç açıcı değildir. İnşaat sektöründe meydana gelen iş kazaları Türkiye'de de olduğu gibi diğer ülkelerde de büyük bir sorun oluşturur. İnşaat sektörü diğer sektörlerden farklı olması sebebinin bazıları ise; elle taşıma işlerinin fazla olması nedeniyle de kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları sonuçları sıklıkla görülür. Ergonomi, insan ile makine arasındaki etkileşimini he bu etkileşimle oluşan faktörleri konu alan, iyileştirmeye çabalayan bir yaklaşım biçimidir. İş koşullarını en uygun olanına tespit etmek, çalışanların verimliliğini ve kalitesini en yüksek noktaya çıkarmayı hedefler, ergonomi ile istenilen sonuç, kullanıcıya daha uyumlu hale getirmek için değişimler yaparak ortamın iş için daha uygun ve güvenli hale getirmek ister. İnsan ve çevre çalışmalarında, genel mühendislik, fizyoloji, gibi birçok disipline temel alır. Bu sebeple incelenen konularda en önemlisi, ergonomik risk değerlendirmesidir. Ergonomik risk değerlendirme, kişinin iş ortamındaki ergonomisi ile tehlikeleri ve riskleri değerlendirmek; risklerin ortadan kaldırmayı sorumluluk haline getirir. Örneğin, iş istasyonu ergonomisi dediğimiz zaman bir ofis çalışanı için masa istasyonu örnek olarak gösterilir. Ergonomik risk değerlendirmelerinde çalışan kişilerin sağlığı ve güvenliği sağlanması gerekir.

Kişilerin işteki verimlilikleri ve üretkenliklerini arttırmak bunun bir parçasıdır. İnşaat sektörü, en düşük verimlilik oranlarından birine sahip olmasının nedeni; kişilerle iş yükünün arttırılması, yetersiz eğitim alınması, zamanı azaltmak için hızlı davranılması işçilerde kas-iskelet hastalıklarını (KİH) meydana getirir. Bu hastalıkların önlenmesi için proaktif risk değerlendirmesinin önemi ile ilgili çalışmalar geliştirilmelidir. İnşa sürecinde sık tekrar eden aktiviteler belirlenip ve onlara odaklanmalıdır. REBA, RULA ve HMD tekniklerinin uygulanması yapılıp analiz edilmelidir. Türkiye'de yapılması uygulandıkları yerlilere göre farklılık gösterir. İnsanın çalışma sırasında vücut duruşu hakkında uygun ve doğru olanı tercih ederse daha verimli çalışma sisteme oluşturur. KİSR'in Gelişmesinde fiziksel veya psikososyal faktörler önemi büyüktür. Bu sebeple risk faktörleri şunlardır: vücut pozisyonu, genel olarak boyun ve omuzlar sabit pozisyonda olursa kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilir. Üst uzuvlar kontrollü hareketleri sınırlanır. Omuz ve boyunda kas kasılmaları yaşanır. Görevini eksik bir şekilde yaptığı için bu kasılmalar devam ederse vücut pozisyonuna zarar verebilir. Kasılma damarlardaki kasları sıkıştırıp rahatsızlıklara yol açar. Çalışanların çok sayıda tekrar içeren görevleri büyük risk oluşturur. Çalışma istasyonundaki yanlış araç ve ekipman seçimi ve düzensiz yerleşim riskli vücut hareketlerinin oluşmasına neden olur. Genel olarak vücudun sabit bir pozisyonda ve risk faktörlerinin de içeren tekrarlı hareketler sonucunda kişilerde birtakım rahatsızlıklar meydana getirir. Ergonomik risk faktörlerinde önlemek için yöntemleri uygun zamanda, gerekli ekipmanlar ile uygun kişiye yapılması verimliliği arttırıcı yöntem izler. Ergonomik risk değerlendirme (ERD) tekniklerin belirlenmesi için bir süreç ve birleştirmeye yönelik öneriler yapılması gerekir. Önce uygulanan teknik ve çalışma kapsamında kullanılan metodolojiler geliştirilir. Uygulanması gereken metotlar inşaat sektörüne uygun ERD tekniklerini belirlemek, inşaat sürecindeki sık tekrarlanan faaliyetleri belirlemek, analizlerin yapılması ve yorumlanması, iyileştirmeye yönelik öneriler yapılarak sonuca varılır (ESEN ve ark., 2013). Bu prensiple tahmin edici çözümler ergonomik sistemde değişik manuel kontrol ile alanın düzenlenmeleri test edilir böylelikle güvenirlik ve yaygın kullanım için katkı sağlamakla birlikte gelecekte de potansiyel bir çalışma alanı sağlar (SWAT ve ark., 1996).

II. ERGONOMİ

Tanım: İnsanın ve çevre koşullarına bağlı olarak etkileşimlerini inceleyen ve bu etkileşimler sayesinde, fiziksel ve psikososyal sorunların azaltılmasını ve engellenmesi için çalışmalar yapan bir bilim dalıdır. Risk altındaki bazı meslekler şunlardır; fırın işçileri, berberler, temizlikçiler, yükleyiciler gibi çeşitli meslek gruplarından oluşuyor. Ergonomi uzmanlarına ergonomist adı verilir. Ergonominin konularından biri iş yeri ve iş tasarımıdır. İşi, iş aletleri ve iş çevresiyle olan ilişkileri araştırır. Amacı, kaza ve yaralanmaları önlemek, yorgunluğu ve insan vücudunun aşırı kullanımına karşı önlem almak, zaman kaybını en aza indirmek, verimliliği ve kaliteyi en üst düzey çıkarmaktır (http://www.dataakademi.com, 2022). Kısaca ergonomi insan makine ve çevre uyumu sağlanarak verimliliği arttırmak amaçlanır.

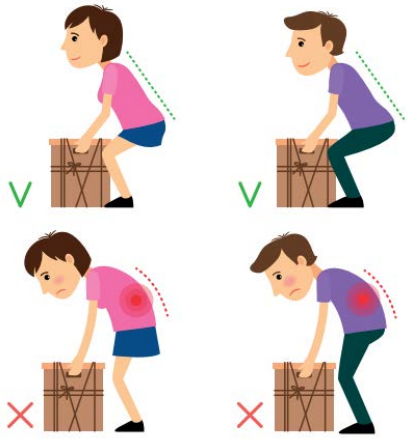
A. Ergonominin Amaçları

İnsanın bulunduğu ortama göre kullanılan araçlara uygun hale getirmek ve geliştirmek zorlar bunları göz önüne aldığında ergonominin genel amaçları şunlardır:

- Çalışan kişilerin kullandığı ekipmanları kas gücünü aza indirerek verimli çalışma ortamı sağlar.
- İnsanın yaşam kalitesini üst seviyeye çıkartır.
- Çevre ortamının konforlu hale getirmeyi hedefler.
- Sağlıksız ortam koşullarını ortadan kaldırır.
- Zamanı verimli kullanarak keyif alınmasını sağlar.
- İş kaybının önüne geçer.
- Beden gücü gerektiren işlerin en aza indirmek için gerekli uygulamalar yapılır.

- İnsan sınırlarını neden olduğu ortadan kaldırarak kişiyi bireysel farklılık göz önünde bulundurur ve çözümleri ulaştırır.

Ergonomi çeşitli kaynakları vardır. Bu kaynaklar çalışma, dinlenme, eğlenme gibi insanın bulunduğu ortamdaki her nesne için insana iyileştirmek amacıyla kendini geliştirir ve daima güncel tutar. Ergonomik kaynak için bilgilerin doğru yorumlanıp ve uygulanması önemlidir. Ergonomideki kaynakların faydaların başında antropometri ve biyomekanik kaynak gelir. Diğer kaynaklar ise fizyoloji, psikoloji, sosyoloji, çevre mühendisliği gibi alanlarda ergonominin kaynaklarıdır. Antropometri yöntemlerinin temel ilkelerinde iki yöntem şekli vardır. Antropometri yöntemleri tasarımın temel ilkesine dayanır bunlar sayesinde insan vücut ölçülerinde elde edilen statik antropometri, insanların sabit bir pozisyonda yani statik bir pozisyondayken ölçümleri elde edilir. Statik antropometri çok sık kullanılan yöntem çeşididir. Örneğin koltuk genişliği hesaplanmak istendiğinde statik antropometri yöntemi kalça genişliğini ve bacak uzunluğu gibi ölçümleri alarak bu ölçümlerin herkesin pozisyonlarını hesaplamaya da yardımcı olur. Diğer bir örnek ise gözlük tasarımı yaparken iki göz arası mesafedeki statik antropometri ölçülmesi de örnek verilebilir. Dinamik yani bir diğer adı olan fonksiyonel antropometri, mühendislerin mutfak dolabı tasarlarken ortalama boyunun yanı sıra uzandığında ya da döndüğünde ölçüler gözaltına alınarak yapılan inceleme sistemine dayanır. Canlı organizmaların fiziksel yapısını incelemek için biyomekanik kaynaklı ergonomi çeşidinden yararlanılır. Biyomekanik bilim dalı kasları, kemikleri, tendonları ve bağ dokularını hareket etmek için incelemeler yapar ve bu incelemeler sonucu analiz yöntemleri oluşturur. İnsan vücudundaki yükleri tahmin etmek için farklı vücut pozisyonları hesaba katarak endüstriyel ergonomi de çoklukla kullanılan bu yöntem önemlidir. Buna örnek olarak bir işçi kol kaslarını kullanarak yük kaldırması sonucu duruşun hesaplanması gerekir. Bu hesaplama için kişinin kullandığı yükleri doğru bir planda uygulanması gerekir. Yerden yük kaldırma pozisyonu hakkında uygun görsel aşağıdaki gibi gösterilmiştir.



Şekil 1. Ağır nesneleri kaldırırken doğru vücut şekil (KANTEMİR, 2020).

Biyomekanik kaynak kemik ve kaslara binen yükleri değil aynı zamanda kan dolaşımını, böbrekler fonksiyonunu etkileyen sebepler üzerinde hesaplamalar yapar. Uzun süre aynı pozisyonda çalışmak veya radyasyon maruz kalmak sonucu zararlı koşul ve en aza indirmek için kullanılan yöntem çeşididir. Biyomekanik kaynaklar en çok tarım, eğlence, sağlık ve spor sektörleri gibi hesaplamalar oldukça bu alanlarda yaygındır. Özellikle egzersiz yapan sporcuların kas hareketlerini incelemek ve performansı arttırıcı çözümler aramak için yapılan bu hesaplama türü kişilerin vücudunun dengeleyici bir şekilde hazırlanması ergonomide biyomekanikten faydalanılan yöntemdir. Hareket analizi eden bir koşucu için görsel aşağıdaki gibi gösterilmiştir.



Şekil 2. Koşucu üzerindeki hareket analizleri (KANTEMİR, 2020).

Ergonominin hazırlanmasında tarım aletleri biyomekanik hesaplardan faydalanır. Bu sayede tarımda çokça kuvvet gerektiren işlerin sırt, bel, omuz ve kol ağrısı gibi yaygın olarak görülen hastalıklar vardır. Bu hastalıkların ortak noktaları inşaat sektöründe de yaygın olarak bulunur. Biyomekanik risklerin

hesaplanması için işverenlerin çözüm önerilerini sunarak ortak bir çözüm noktası aranır. Sağlık sektöründe de kullanılan biyomekanik ergonomik kaynağı önemli yere sahiptir. Sağlık çalışanları da hastalıkların başlıca nedenleri ise vücut duruşlarının yanlış olmasından kaynaklanır. Kas ve kemikleri binen yüklerin hesaplanması önemini arttırır.

B. Ergonominin Dalları

1. Fiziksel Ergonomi:

Fiziksel aktivitenin sonuçlarıyla ile ilgilenen ergonomi dalıdır. Örneğin montaj hattında çalışan bir birey için , kendisini hakkında kaç defa yapıldığını ve bu bireyin bedenindeki yarattığı etkiyi ergonomi dalı inceler. Günümüzde sık kullanılan örnek olarak: annenin bebek arabasını taşınması veya etmesindeki oluşan aktiviteleri kolaylaştırmak adına farklı yöntemlerin olması bu durumu ergonomi ile ilişkilendirilebilir.

2. Örgütsel Ergonomi:

Fiziksel ve bilişsel ergonominin birleşiminden doğan bir daldır. Makro ergonomi olarak da bilinir., İnsan kültür ve teknolojinin oluşmasıyla gelişen sistemdir. Çoğunlukla iş ve ilgili konuları ilgilendirir. Örneğin iletişimi, çalışma ortamı, tasarımı gibi konuları insanların birlikte nasıl bir etkide çalıştığın hakkında konuları eleştirmeye yönelik yapılan örgütsel ergonomi alanıdır. İnsanlar için takım çalışması her alanda gereklidir. İnşaat sektöründe de bu çalışma yöntemi çok sık kullanılır. Çünkü inşaat sektörü takım çalışması olmadan yapılması mümkün değildir. Eğitim kurumları, şirketler gibi uzaktan çalışma sistemine dayanan yöntemler geliştirir ve bu yöntemler sayesinde kişilerin aktif bir şekilde çalışmasına katkı sağlar. Bu tarz çalışma sistemi birey üzerinde etkilerinin tespit edip çözüme ulaştırmak hedeflenmiştir (KANTEMİR, 2020).

3. Bilişsel Ergonomi

Ürünü veya ortamdaki kullanıcıların bilişsel yeteneklerine göre ne kadar uyum sağladığı üzerine çalışan ergonomi dalıdır. Bilişsel ergonomi sayesinde tasarımların iyi kullanılabileceğini hakkında bilgiler oluşturur ve kılavuzluk yapar. İnsanların nasıl algılanması gerektiği hakkında bilgiler verir. İnsan algısı

zihinsel ile hafıza bilgisine dayanarak karar verme gibi konularla ilgilenir. Örnek olarak; bankanın internet şubesindeki ara yüzü banka müşterilerinin kullanım kolaylığı sağlaması, uçak kokpitleri, hava trafik sitemi gibi örnekler verilebilir. Ortamdaki dikkat dağıtacak nesneler yer almadığından çalışma rahat koşullarla sağla bu koşulların açık ve anlaşılır olması için bu tonların benzer olmadığını kanıtlar



Şekil 3. Gösterge panel barındıran kokpit düğmeleri (ALTINEL, H. (2015).

C. Ergonomide Risk Faktörleri

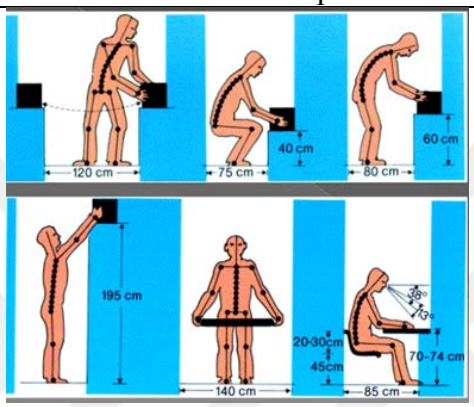
Gelişen teknolojide iş yerlerinde iş yapma hızındaki artış, yoğunluk mola sayısı ve süresindeki azalma hareketsizlikten kaynaklı rahatsızlıklar meydana gelir ergonomideki risk faktörler iki şekilde incelenir (ALTINEL, H. (2015).

1. İş ile ilgili Risk Faktörleri

- Fiziksel risk faktörleri: Tekrarlı hareketler, statik duruş(aynı pozisyonda uzun süre durması gereken duruş)çalışma anında vücutta meydana gelen rahatsızlıklara yol açan çizelge 1'de statik çalışma anında vücutta meydana gelebilecek rahatsızlıklara yer verilmiştir., aşırı yüklenmeler, titreşim gibi faktörler şekil 4'te biçimsiz duruşlar hakkında görsel gösterilmiştir.

Çizelge 1. Statik Çalışma Anında Vücutta Meydana Gelebilen Rahatsızlıklar

STATİK ÇALIŞMAYA ÖRNEKLER	MEYDANA GELEN ŞİKAYETLER
Sürekli ayakta durma	Ayak ve bacak ağrıları, varisler
Aralıksız sandalyede oturma	Sırt ve boyun ağrıları
Oturma yerinin arka tarafının yüksek olması durumu	Diz, alt ve üst baldır, ayak ağrıları
Öne doğru eğilme halinde bulunma	Omuzlar arası ağrılar ve omuz deformasyonu
Yana doğru omuz hareketli çalışma	Omuz ve üst kol ağrıları
Başı devamlı olarak aşırı derecede öne eğimli çalışma	Sırt, boyun ağrıları, boyun omurlarının da aşınma
Araç ve gerecin uygun olmayan şekillerde tutulması	Parmak, bilek ağrıları ve mafsal iltihapları



Şekil 4. Biçimsiz Duruşlar (ALTINEL, H. (2015).

- Ergonomik risk faktörleri: İş ortamındaki tasarımı, ısı, nem, gürültü, aydınlatma, masa-sandalyeyi yeri gibi faktörler gösterilmiştir.
- Psikolojik risk faktörleri: İşteki memnuniyetsizlik, iş monotonluğu, yetersiz iş arkadaşı desteği, ağır iş yükü ve baskısı, yetersiz iş organizasyonu gibi risk faktörlerden oluşur.

2. Kişisel Risk Faktörleri

Yaş, cinsiyet, kilo, eğitim ve kişisel alışkanlıklar (spor, beslenme, sigara) gibi risk faktörleri gösterilmiştir.

Ergonomik sorunlar, sadece şiddetli travmalar tarafından değil tekrarlayıcı ve zorlayıcı hareketlere bağlı olarak pozisyonlarda uzun süreli duruş veya termal konfor risklerine nedeni ile de oluşurlar. Örneğin, kişilerdeki parmak ve bileklerindeki ağrılar; tekrarlı hareketler sonucu oluşmuştur. **Bu travmalar şunlardır:**

Karpal tünel sendromu: Bilekteki anatomik olmayan pozisyonla tekrarla bir hareket oluşturulmasından kaynaklanan sendromdur.

Bel ağrısı-gerginliği: yanlış pozisyona bağlı ağır kaldırma veya düşme sonucunda zorlayıcı hareketler yaparak kişideki olan rahatsızlıktır.

Kontakt stress: klavye kenarı ile temas eden el bileği ve ön kolun çalışma yüzeyi örnek olarak verilebilir.

Boyun ve omuz zedelenmeleri: Ekran başındayken veya herhangi bir cihazla uğraşırken baş ve boynun önde eğik durumunda olması gibi zorlayıcı çalışma pozisyonları örnektir.

Beden, boyun, omuzda dolaşım sorunları: durağan(statik) çalışma koşulları. Örneğin mouse kullanmak, monitör başında olmak, telefon kullanmak gibi dolaşım sorunları arasında örnek verilebilir. Çeşitli sorunlar sonucunda kişinin performansındaki etkisi yaptığı işlerden dolayı azalır. Kişi çalışma sırasında etkilenen bölgede ağrı ve yorgunluk hisseder bu da iş performansını v çalışma sırasında verilen aralarla geçirmesi sağlar. Ağrı ve yorgunluk çalışma sırasında daha erken gelişirse çalışma sonrasında da devam eder. Tekrarlı işler sonrasında işgücü kayıpları artabilir. Hastalık oluşmadan önce korumak için yapılan girişimler önemlidir. Hastalığın ilerlemesini engellemek için çeşitli önlemler alınması gerekir.

İş yeri ergonomik prensiplerine göre neler yapılır?

-Havalandırma, klima sistemleri, kapı-pencere yeri, elektrik ve bilgisayar ağı donanımı iş yeri ergonomik prensiplerine uygun geliştirilmelidir.

-İç mekanlar ve büro donanımları (masa, sandalye, dolap, bilgisayar vb.) çalışanın vücut özelliklerine uygun olarak düzenlenmelidir.

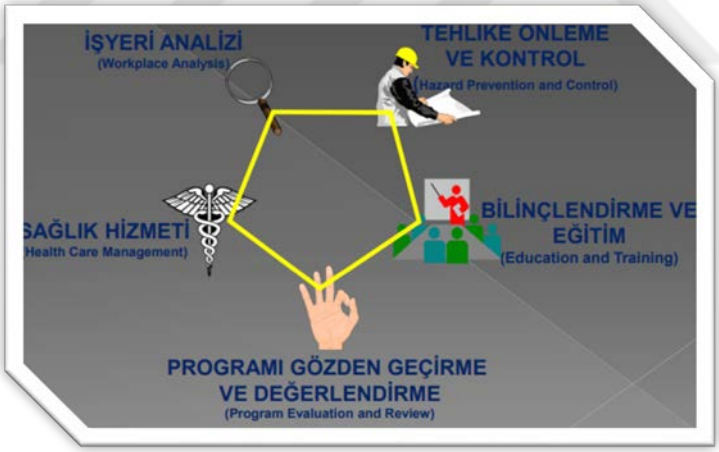
-İş yerinde yeterli fizik konfor sağlanmalıdır. İş yerinin ısı, nemi, gürültüsü ve aydınlatma sistemi yeterli olmalı.

-İşe giriş muayeneleri işe uygun olarak yapılmalıdır.

-Çalışan işe uygun olarak seçilmelidir.

-Belirli periyotlarla iş ortamındaki risk değerlendirmeleri yapılarak gerekli düzenlemeler sağlanmalı.

-İş ortamında sosyal alanlar yaratılmalıdır. İşteki monotonluğu giderecek rotasyonlar yapılmalı. Çalışanlar sürece katılmalıdır. Tespit, planlama, reoganizasyon ve uygulama aşamalarının her birinde çalışanlar; işyeri hekimi, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Uzmanı varsa ve işveren birlikte hareket etmelidir. Ergonomi prensiplerine uygun davranmak, kişilerde iş sağlığı ve güvenliğini geliştirir. Çalışanların fiziksel iyilik durumlarının korunması sağlanır. İşe devamsızlık ve iş gücü kaybı azaltılır. İşe geri dönüşüm hızlanır, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltır. Üretim ve kalitede verimlilik artar böylece hukuksal idari maliyetler azaltılır (ALTINEL, H. (2015). Fiziksel ergonomi, fiziksel etkinliklerle ilişkili olarak insanların anatomik, antropometrik (antropometri, ihsan vücut ölçülerini konu edinen bir bilim dalıdır), bu sebeple çalışma sırasındaki duruş özellikleri, iş tanımı kapsamında yapılan işlemler, tekrarlanan hareketler, yapılan işin kas-iskelet sistemlerine etkisi iş sağlığı ve güvenliği fiziksel ergonominin temel konularından biridir (http://www.dataakademi.com, 2022). Bunun için ergonomi programının elemanları aşağıdaki şekil 5'te yer verilmiştir.

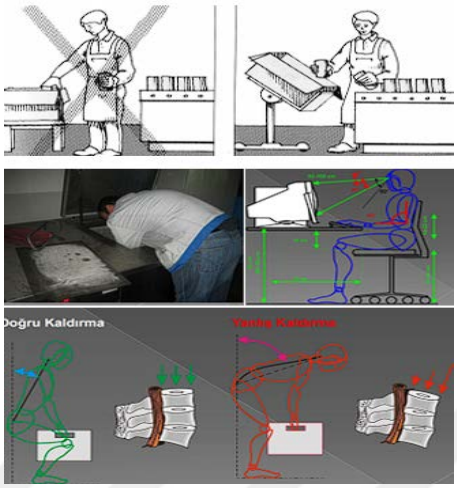


Şekil 5. Ergonomi Programının Elemanları (http://www.dataakademi.com, 2022).

D. Ergonomik Çalışma Düzeni

Ergonomik çalışma ortamı oluşturulması için malzeme ve ekipmanları uygun yerlerde bulundurmak gerekir. İş süreçlerini gözden geçirilmeli, duruşlar iyileştirilmeli, işte teknikleri kontrol edilmeli, iş istasyonunun ve iş alanının uygun tasarımı yapılmalı, uygun ekipmanlar belirlenmeli, işçilerin iş metotları üzerinde eğitilip kısa dinlenme aralıkları sağlanmalı uygun ve uygun olmayan

yük dağılımı kontrol edilmeli yükseklik farklarından sakınılmalıdır. Olması gereken egonomik düzen şekil 6'da yer verilir. İyi kavrama yapılmalı, uygun ekipmanla vücudum dik duruşu sağlanmalıdır.



Şekil 6. Olması Gereken Ergonomik Düzen (http://www.dataakademi.com, 2022).

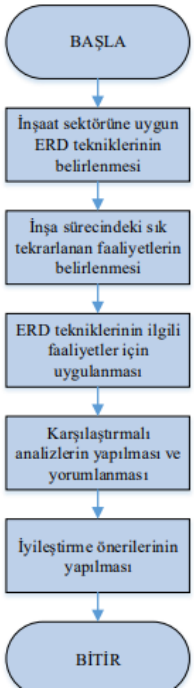
E. Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikteki ergonomisi

İşverenler işyerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemleri almak ve bunun için iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önlemlere uymakla yükümlü olduğu iş kanunu madde 77'de belirtilmiştir. İşverenler işyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine uyulup uyulmadığını denetlemek, işçilerin mesleki riskleri için alınması gereken tedbirleri ve sorumlulukları konusunda bilgilendirmek, iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikler konu hakkında bilgilendirme görevini üstlenir.

- Ekranlı araçlarla çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik,
- Titreşim yönetmeliği,
- Yapı işlerinde sağlık ve güvenlik yönetmeliği,
- Kişisel koruyucu donanım yönetmeliği,
- Elle taşıma işleri yönetmeliği,
- İş ekipmanlarının kullanılmasında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği,

- Yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği, sondajla maden çıkarılan işletmelerde sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği,
- Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri ile ilgili usul esasları hakkında yönetmelikler çıkarılmıştır**.**

Ergonomik risk değerlendirmesinde önerilen metodoloji ve teknikler: Ergonomik risk değerlendirmesinde inşaat sektörü beş adımda değerlendirilip ve bu sayede süreci iyileştirmeye yönelik öneriler yapılmıştır. Öneriler uygulama kısmı aşağıda adım adım açıklanmıştır (ZORLUTUNA ve ark., 2022).



Şekil 7. ERD tekniği ile uygulamada kullanılan metotlar (ZORLUTUNA ve ark., 2022).

Bu metot sayesinde ergonomik risk değerlendirmesi daha verimli bir şekilde ilerleme sürecine girer. Çalışma kısmında izlenen genel yollar teknik hakkında bilgiler verilmiştir. Amacına göre ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinden biri olan proaktif yaklaşım ve reaktif olmak üzere ikiye ayrılır. Proaktif yaklaşım, risk gerçekleşmeden sistemde tasarım aşamasındayken risklerin değerlendirmesidir. Reaktif yaklaşım, sistem işleme geçirildikten sonra risklerin gerçekleşmesi sonucu meydana gelen rahatsızlıklar veya hastalık gibi durumlarda incelenen, tekrarlanması olmaması için önüne geçilmesi ilgili değerlendirme yapmasıdır. Amacına göre ergonomik risk değerlendirme yöntemleri sırasıyla;

reaktif amaçlı, kayıtlar yöntemi, sistematik gözlemsel yöntemler, doğrudan ölçüm yöntemleri gibi adlandırılır. Sistematik yaklaşım, Proaktif yaklaşım ve reaktif yaklaşımın uyumlu bir şekilde çalışma prensibine bağlıdır. Sistematik yaklaşımının dört önemli başlıkları vardır. İlki; farkındalık faaliyetleri içermesiyle ergonomik risk değerlendirmelerinde başarının etkinliği anne ve sürdürülebilir olmasında önemli bir payı vardır. İkincisi; iş analiz kaynaklı mevcut risk faktörlerini belirlemek için kullanılan aşamadır. İş analizi yaparken kayıtlarım ve sistematik saha gözlemlerinin analizi yapılması gerekir. Üçüncüsü; maruziyetin değerlendirilmesi, proaktif yaklaşımıyla yapılması gerekir (FELEKOĞLU ve ark., 2017).



Şekil 8. İş analizi için yapılması gereken aşamalar (FELEKOĞLU ve ark., 2017).

Son yer olan raporlama bölümü, çalışmalarının devamı için yapılan işlemin paylaşılması gerekir, paylaşımlar rapor veya görsel bildirimler ile sağlanır. İnşaat sektöründe ergonomik risk değerlendirmesi teknikleri; REBA, RULA ve HMD sıklıkla kullanılır. Üretimde ergonomi çalışmalarının verimliliğini artırmak için antropometrik analizler yapılmalıdır.

F. Antropometri

İnsan vücudunun boyutlarıyla ilgilenen bir bilim dalı olup vücudun belli bölümlerinde herkes sessiz durumunu, ağırlık merkezi ve hacim gibi belirli fiziksel özellikleri veya boyutları ilgilenen bilim dalıdır. Vücuttaki mekanik yönleri ve yapılan hareketlerin frekansını insan vücudunun özellikleriyle uğraşmasıdır. Antropometrik ölçümler alınırken teknikler yapılır, bunlardan bazıları;

- Mesafe (kulaç mesafesi)

- Eğrilik (Belkemiği eğriliği)
- Çevre (baş çevresi ve orta kol çevresi)
- Uzanma (Maksimum uzanma mesafesi)
- Derinlik (kalça diz mesafesi)
- Genişlik (kalça genişliği)

Yükseklik (boy ve dirsek yüksekliği) gibi çeşitli tekniklerle yapılır. Vücut ölçüleri için statik ve dinamik(fonksiyonel) metotlar vardır. Kullanılan sonuçlara antropometrik veriler ismini alır. Statik antropometri, insanlardaki statik duruşu ölçülen boyutlarla hele alır. Çok hassas eklemden yapılan ölçümlerde röntgen ışınlarından yararlanılır. Dinamik antropometri ise, bir iş gören kişinin iş yaparken çeşitli yönlere uzanması sonucu değişik boyutlarda devamlı hareketlerin nedeniyle çeşitli dinamik ölçüler belirlenir. Bazı fiziksel aktiviteler insan vücudunda belirli şartları altında edilebilir (https://eforosgb.com, 2022) Örneğin sehpanın boyu ve operatörün iş sırasında kolunun açısı ile eğer genomik olarak uygunluğu şekil 9'da yer verilmiştir (ERTAŞ ve ark., 2015).



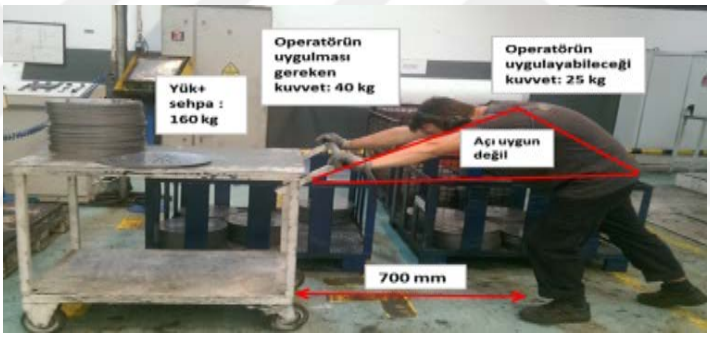
Şekil 9. Antropometriğin analize uygunluğu (ERTAŞ ve ark., 2015).

İş masasındaki operatör çalışan kişinin boyuna uygundur masanın mesafesi ile operatörün fazladan hareket yapmasını engelleyecek şekilde kol bu oyununa uygun olarak ayarlanması şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Antropometrik analiz uygunluğu (ERTAŞ ve ark., 2015).

Antropometrik analiz yapılırken çalışan kişilerin operatör 75 kg ağırlığındadır fakat kaldırabileceği maksimum büyük 25 kilogramdır. Bu sebeple malzeme sehpaya uygulanırken gerekli kuvvet 35 kg-40 kg arasındadır. Yapılan işlem sırasında hareket ettirmek zorlayıcıdır, bu sebeple uygunsuz durumu antropometrik analiz ile yöntemi değiştirerek düzeltilmiştir. Bu işlem şekil 11' de görselde yer verilmiştir.



Şekil 11. Antropometrik analizi uygunluğu (ERTAŞ ve ark., 2015).

G. Ergonominin diğer kaynakları

1. Fizyoloji

İnsan vücudunu oluşturan oluşumlarını normal şeklini ve yapısını inceleyerek fonksiyonel bir bağlantı kurmaya yarar. Oluşan olay ve değişikliklere inceleyerek insanın gelişiminde katkı sağlar (ÖZDEN, M. (2003). Fizyoloji ergonominin faydalanılan kaynaklar arasında yer alır. İnsan vücuduna anatomisini inceleyerek nasıl çalıştığını arkadaş etkenlere karşı nasıl koruma bir mekanizma izlediği hakkında bilgiler verir. Örneğin hastalandığın zaman veya sağlıklı olduğumuz zaman vücut mekanizmasının dişli hakkında fizyolojiden yardım alınır. Gözler de erken veya hasta olmuş bebeklerin fonksiyonel görevlerini yerine getirmek için ihtiyacını karşılayan yapıların tasarlanması örnek

verilebilir. Vücudun doğal pozisyonu olması gerektiği gibi sağlıklı bir pozisyon duruşunda (postür) fizyolojik etki önemlidir. Ayakta dururken veya otururken doğal pozisyonunu bozmayacak şekilde duruşlar yapılmalıdır. Örneğin sağlıklı bir postürde ayakta dururken kulaklıklarla omuzlar aynı hizada ve arkadan bakıldığında da eğri olmayacak düz bir pozisyon haline almamız gerekir. Bu hareketleri gerçekleştirmezsek vücudumuzdaki sistemlerde bozukluklar meydana gelir.



Şekil 12. Olması gereken postür duruşu (ÖZDEN, M. (2003).

2.7.2 Psikoloji

Psikoloji alanı, beynindeki işlemleri ve davranışı inceleyerek bunları anlamaya yönelik çalışmalar yapan bir ergonomik yöntem şeklidir. Temel amacı ise nesneleri ve ortamı insanla uyumu sağlamak için gerekli ortam şartlarını belirleyerek bu şartlar sayesinde bireylerin tanınması ve anlamlısı hakkında metot izler. Buna örnek olarak okul ve sınıftaki duvar tasarımında olması gereken renkler bilgi verilebilir. İnsanın kendi düşüncesine ait renkler yapılırsa belli bir yöntem uymadığı için psikoloji yöntemi incelenemez.

2. Sosyoloji

Toplumun insan hile etkileşimi üzerinde çalışmalar yapan bilim dalıdır. Örneğin disiplin anlayışı gelişmiş insanların neden veya nasıl toplum içinde düzenli yaşadıklarını belirleyerek grup veya kurum üyelerinin nasıl yaşadığı hakkında bilgiler edinebiliriz. Bu sayede sosyal bilim olarak da tanımlanan sosyoloji bireylerin düzeninin yaşadıkların toplumların nasıl bir düzen içerisinde olduğu hakkında bilgiler edinilebilir. Sosyoloji bireylerin sorunlarını değil toplumsal sorunlara ilgilendirir. Böylece evrensel kural ve tanımlar yapmaz.

Sosyoloji diğer bilim dallarıyla dayanışma halindedir (https://tr.wikipedia.org, 2022)

3. Çevre mühendisliği

İnsanlardan kaynaklanan kirliliklerin olumsuz çevre şartlarının etkisiyle kaliteli iyileştirme yaşam alanları inceleyen mühendislik dalıdır. Ergonomi çevre ve insan uyumunun en üst seviyede tutmak için geliştirilmiştir. Bu sayede çevre mühendisliği faydalanılarak topluma bilinçli yapılar sunmaktadır. Örneğin ofis çalışanları için doğa yürüyüş yapabilecekleri alan düzenlemesi yapılabilir.

III. KAS-İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

A. Kas ve iskelet sistemi

Bir diğer adı olan hareket sistemi, insan vücuduna şekil verip ve hareket etme imkânı sağlayan sistemlerdir. Hareket sistem, iskelet, kas ve eklemlerden oluşmaktadır. Kaslar, hareket sisteminin önemli elemanıdır. Kasların sayesinde kemik ve eklemlere vücudun hareketliliğin sağlar (https://acikders.ankara.edu.tr, 2022). Hareket sistemi şekil 13' de gösterilmiştir.



Şekil 13. Hareket sistemi (https://acikders.ankara.edu.tr, 2022).

Uluslararası iş sağlığı güvenliği komisyonu tanımladığı gibi kas iskelet sisteminde oluşan ve işten kaynaklı rahatsızlıklardır. (ya da hastalıklar). Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) işten kaynaklanan terim Dünya Sağlık Örgütü tarafından işteki performans ve iş çevresi gibi faktörleri ve herhangi bir hastalık sürecini tanımlamak için kullanılır. Günlük hayatta tekrarlanan fiziksel hareketler sonucu vücutta tendon kas ve sinir gibi yumuşak dokuların tahribatı büyük olursa kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları ortaya çıkar. Günlük yaşantımızda yapılan hareketler zararlı değildir. Fakat vücudu yıpratacak şekilde aralıksız tekrarlar yapıp gücünü eline almadan tekrarlayan hareketler için zamanın yeterli olması lazımdır. Eğer zaman yeterli değilse yapılan bu hareketler sonucu çeşitli risk faktörleri ortaya çıkar (COHEN, ve ark., 1997, BERNACKİ, ve ark., 1999). Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının gelişmesinde önemli faktörlerden birisi fiziksel ve psikososyal yöntemlerdir.

- **Fiziksel ve psikososyal olan risk faktörleri aşağıdaki gibi sıralanır:**

- **Vücut pozisyonu:** Ayaktayken olması gereken duruş şekli; kişilerin ayakta dik durur vaziyette olup, baş ve omuzlar dik, alın önde, kollar yanda ve serbest, avuç içi hafif öne dönük, ayaklar ve topuklar birleşik, ayak kuşları ve bir ayak boyu açık olacak şekilde öne doğru bakan pozisyona anatomik duruş denir. Şekil 14'te anatomik duruş hakkında görsel verilmiştir (ÇİMEN, 1994).



Şekil 14. Anatomik duruş (ÇİMEN, 1994).

Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının en önemli nedenlerden birisi, boyun ve omuzlar sabit bir pozisyonda olmasından kaynaklıdır. Boyun ve omuz olan kısımlara anatomik olarak üst uzuvlar denir. Üst uzuvların kontrollü bir şekilde hareket etmelerinde omuz ve boyun bölgesinin dengesi ile sağlanır. Zamanla omuz ve boyundaki kaslar katılırsa görevini gerektiği sürede yapamayıp sabit kalırsa vücuttaki anatomik pozisyonu hem değişir hem de kişide çeşitli rahatsızlıklar meydana getirebilir. Bu sebepten dolayı iş gereği sabit bir pozisyonda çalışıyorsak eğer aralıklı molalar ile zamanını verimli kullanıp vücutlarına gerekli hareketi vermeleri lazımdır. Zamanla vücutta kasılmalar oluşur, bu kasılma sonucu kasılan kaslar damarlarını sıkıştırır. Çalışan ortamın veya istasyonların düzensiz bir şekilde yerleşmiş olması uygun olmayan ekipmanların kullanılması bu riski daha fazla arttırır.

B. Vücut mekaniği ilke ve kuralları

A-Eklemler doğru olarak kullanılmalı.

Eklem hareketleri; şekline, gevşek veya sıkı oluşuna, koruyucu kasların koordinasyonuna bağlıdır.

B-Kaslar doğru olarak kullanılmalı.

Çok sayıda kas grubu vardır. Kas grupları birbirleriyle etkileşim halindedir.

C-Denge doğru bir şekilde sağlanmalı.

Herhangi cisimde dengeyi sağlamak için uyulması gereken kurallar vardır. Bu kurallar;

-Dar bir tabağında dengenin sağlanması zordur bu yüzden tabanın yüzeyi genişletilmesi gerekir.

-Ağırlık merkezindeki çizgi taban düzleminde yer almalıdır. Vücutta ağırlığın eşit olarak dağıldığı bir denge noktası oluşturur.

-Yapılan hareket yer çekimine uygun olması gerekir. Yer çekimi ağırlık merkezinden geçip ve doğrultusu yönünde yerküreye doğru olan çizgidir.

Otururken vücut mekaniği; baş dik olacak şekilde, çene ileride, vertebra(omuga) sandalyenin arkalarına tamamen temas edecek şekilde olmalıdır (https://acikders.ankara.edu.tr, 2022).

1. Vücut mekaniği doğru kullanılmadığında görülen bozukluklar

Ayakta görülen bozukluklar

-Pes planus (flat foot)

-Ayak düşmesi (foot drop)

Kaburgalarında ve unsurlarda görülen bozukluklar

-Huni tipi göğüs

-Kuş tipi göğüs

-lordoz(bel bölgesinin öne doğru eğriliği)

-Skolyoz gibi Çeşitli bozukluklar oluşur.

C. Vücut dengesini sağlamak için yapılması gerekenler

- ✓ Dengeyi sağlamak için destek yüzeyinin geniş olması gerekir.

- ✓ Yer çekimi attı destek yüzeyinin merkezinin kesmesi gerekir.
- ✓ Vücutta dengeyi sağlamak için ağırlık merkezi yere yakın olmalıdır.
- ✓ Vücut dengesinin sağlanması için bütünü oluşturacak parçalar ağırlık merkezinin yer çekim hattına yakın olmalıdır.

1. Eğilirken ve bir cisim kaldırırken vücut mekaniği

- ✓ Ağır olan cisimler vücuda yakın tutularak taşınmalıdır.
- ✓ Dengeyi sağlamak için ağırlık merkezi taban alanına yakın olması gerekir.
- ✓ Eğilirken dizleri bükerek eğilmeli, ağırlığın büyük kas gruplarına dağıtılması sağlanmalıdır. Böylece vücut daha çok korunur.
- ✓ Cisimleri kaldırırken yardımcı ekipmanlar kullanılarak kaldırılmalıdır.
- ✓ Yapılan hareketler yer çekimine uygun olarak gerçekleştirilmelidir.
- ✓ Ağır bir cismi kaldırmak yerine yuvarlamak veya kendi ekseni etrafında döndürerek gücü daha verimli bir şekilde kullanabiliriz.

- **Tekrar:** kas ve iskelet rahatsızlıkları için önemli risk grubunda olan bir diğer risk faktörü sürekli yapılan tekrarlardır. Çalışan kişileri sürekli aynı işi yaparsa bu sefer belli bir noktada kişinin performansı düşeceğinden kişi işinde gerektiği verimi kullanamaz. Çalışanlar tekrar olarak yaptığı görevler kas ve iskelet sisteminde büyük bir şekilde etkiler. Vücut hareketlerinin ağrı bölgesi şekil 15'te gösterilir.

Vücut Hareketi	Ağri Bölgesi
Kabul edilebilir limitler dişinda bileğin tekrarli, yatay veya düşey hareketleri Bileğin kabul edilebilir limitler dişindaki pozisyonlarinda parmaklarin hareketi	Avuç içi ve Bilek
Dirseğin nötral pozisyonundan tekrarli olarak bükülmesi ve düzleştirilmesi Önkol ve bileğin döndürülmesi	Dirsek
Omuz seviyesinin yukarisina uzanma Gövdenin arkasina uzanma Vücudun önünde uzağa uzanmak Kolun döndürülmesi	Omuz ve Boyun

Şekil 15. Vücut hareketlerinin etkilendiği bölgeler (ESEN ve ark., 2013).

Tekrardan hareketler sonucu mola vermeden uzun süre çalışmak kişileri yormaktadır. Günlük aktivitelerinin gerektiği ölçüde yapamamaları çalışan işçilerin sağlık yönünden yorgunluğa sebep olur. Zamanla artan yoğunluk sebebiyle çalışan kişiler mola verilmeden devam edince vücut mekaniğinde hasarlara yol açabilir.

- **Güç:** İnşaatta çalışan kişiler çoğunlukla elle ağır iş yapmaktadırlar. Gereğinden fazla vücuda ağır yükler bindiğinde kişide kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları meydana gelir.
- **İşin hızı:** Çalışanların mola vermeden hızlı bir şekilde yaptığı işler gerek stres açısından gerekse çalışma ortamı açısından zararlıdır. İşte yapılan yüksek tempolu hızlar zamandan tasarruf etmek için yapılsa bile çalışan kişilerin bir dahaki iş yapabilme yeteneğinde düşüşler yaşanır.
- **Çalışma ortamın ısısı:** çalışılan ortam çok sıcak veya çok soğuk olursa yapılan işlemler gerektiği zaman teslim edilemez. Uygun ortam ve çevre şartları gerekir. Bu sebeple bu ortamın düzenli aralıklarla ısısını kontrol etmek gerekir.
- **Titreşim:** uzun süre aynı işte çalışan kişilerde, özellikle titreşimle araç kullanılan kişilerin vücutlarında uyuşukluk, his kaybı gibi çeşitli sorunlarla karşıya kalır.

Çalışan ortamda kişilerin azlığı veya çokluğu sebebiyle işlerin aksaklığı oluşabilir. Bunu engellemek için programlı ve planlı yöntemlerle işe başlamak gerekir. Uzun süre çalışmak, mola vermeden çalışmak, zaman baskısı gibi etkenlerden dolayı çalışan kişilerin hem zihin açısından hem de vücut açısından yorgunlukları artabilir. Bu gibi sorunlar sadece rahatsızlıklara yol açmakla kalmaz, kişinin ailesini ve çevresini de etkiler. Sıklıkla yaşanan risk faktörleri özellikle çiftçilik, ormancılık, madencilik, üretim, makine operatörlüğü gibi çeşitli dallarda oluşabilir. Kişilerde oluşan ağrılar genellikle bel, boyun, eller -el bilekleri, dirsekler ve omuzlar olarak sınıflandırılabilir. Kas ve iskelet sisteminde oluşan rahatsızlıklar genellikle ağrı şeklinde kendini gösterir. Ağrıların çeşitli oluşma şekilleri vardır. Rahatsızlıklara ait mesleki risk faktörleri çizelge 2'de gösterilmiştir. Örneğin eklem sertliği, kas krampları, bölgelerde şişme veya morarma gibi çeşitli belirtiler meydana getirir. Bazen de cilt üzerinde de belirtiler

ortaya çıkabilir. Uzun süreli gelişen hastalıklara kronik rahatsızlıklar denir. Kas ve iskelet sistemi önemli rahatsızlıklardır. Tedavi edilmediği sürece kişilerde sakatlık, işyerindeki verimliliğin azalması, hayat standartlarının azalması gibi durumlara yol açabilir (ESEN ve ark., 2013).

Çizelge 2. Mesleki risk faktörüne bağlı rahatsızlıklar ve belirtiler

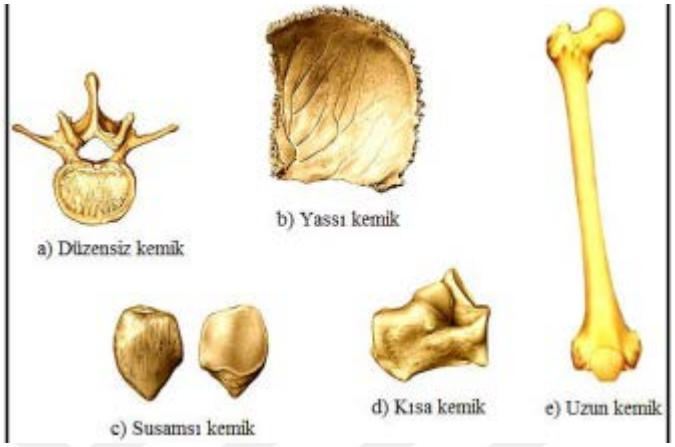
Rahatsızlık	Mesleki risk faktörü	Belirtiler
Tendon İltihabı	Tekrarlanan bilek hareketleri, Tekrarlı omuz hareketleri, Omuzlara uzun süre yükleme,	Ağrı, güçsüzlük, şişme, etkilenen bölgenin üzerinde yanma hissi ve acı duyma
Karpal tünel sendromu	Tekrarlanan bilek hareketleri	Ağrı, güçsüzlük, şişme, bölge üzerinde acı ve yanma hissi
Başparmak tendon sıkışması	Tekrarlı olarak elin bükülmesi	Başparmak tabanında ağrı
Gergin boyun sendromu	Kısıtlı vücut duruşunda uzun süreli bulunma	Ağrı
Dirsek tendon iltihabı	Ön kolun zorlayıcı veya tekrarlı rotasyonunu esnasında bileğin bükülmesi	Ağrı, hissizlik, ellerde şişme,

Dünyanın genelinde yaklaşık bu belirtiler ortaya çıkar. Ağrıların en yaygın nedeni osteoartrit olduğu saptanmıştır. Farklı ülkelerde kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları hakkında çalışmalar yapılmıştır. Gelişmiş ülkelerin KİSR sıklığının yapılan çalışmalar hızlı artmaktadır. Bu çalışmalarda aşırı yük yükleme, ağır ve ergonomik olmayan çalışma şartları ve maliyetleri hakkında incelemelere yer verilmiştir. Bu maliyetler üç bölümde incelenir: dolaylı, direkt ve görünmeyen maliyetlerdir. Fiziksel ve sosyal açıdan çalışma hayatını olumsuz etkileyen KİSR inceleme alanları daha da genişletilip çözüm odaklı işlemler yapılması gerekir.

D. Kemikler

Kemik çeşitli protein ve minerallerle oluşan bir yapıdır. Vücudun güç ve esneklik mekanizmasını sağlar. Böylece iskelet darbelere karşı korunaklı olmuştur. Kemik gelişimine doğru bir şekilde yapılmazsa çeşitli hastalıklar ortaya çıkar örneğin kemiklerde dengesizlik, raşitizm (bacaklardaki eğrilik), osteomalazi (yetişkinlerde görülen ağrı) zayıflık gibi kemiklerin kırılma riskini arttıran

bozukluklara neden olur. Kimin birleşimi ve kemik sağlığı için gerekli vitamin ve minerallere ihtiyaç vardır. İskelet sisteminin temellerini oluşturan kemikler biçimlerine göre çeşitlendirilebilir örneğin bu kemikler yassı su savcısı, şekilsiz ve havalı kemikler şeklinde türleri vardır. Şekil 16'da kemik türleri gösterilmiştir (https://www.acibadem.com.tr , 2022).



Şekil 16. Kemik çeşitleri (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Kemikler insan vücudundaki hareketliliği sağlamak için önemli yapı organlarıdır. İnsan vücudunda 206 kemik bulunur. Bu kemiklerden birisi uzun kemiklerdir. Uzun kemikler gözlerinizde yapıları sahiptir bu gözeneklerin içinde kırmızı kemik iliği bulundurur. Hayatımızı kolaylaştıran kemikler insan yaşamında hareket sağlayarak doğrudan kol ve bacakların uzun kemiklerde yer aldığı bilinir. Kemiklerin iç yapısında görüldüğü gibi delikli ve süngerimsi yapı ortaya çıkar bu yapı kemiğin dokusunu ve elverişli bir destek dokuya dönüştürür. Şekil 17'de uzun kemiğin yapısı gösterilmiştir (http://megep.meb.gov.tr, 2022).



Şekil 17. Uzun kemik yapısı (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Kemikleşme olayı doğumdan sonra bağ doku ve kıkırdak dokunun kemiğe dönüşmesiyle uyuşur kemikleşme iki türlü olur. İlki yassı kemiklerde kemikleşme diğeri ise uzun ve kısa kemiklerde görülen kemikleşmedir. Kemik gelişimi için büyüme çağında kalsiyumun önemli mineraldir. Kemiğin gelişmesi için ihtiyacı olan faktörler şunlardır:

- ✓ Yeterli miktarda mineral açısından zengin beslenme gerekir.
- ✓ Vücutta D vitamini eksikliğini gidermek gerekir
- ✓ Kemiğin dokusunu dengelemek için A vitamine ihtiyaçları karşılanmalıdır.
- ✓ Kemikteki kolajen yapının sağlanması için esnek ve kıkırdak kemiği iyileştiren C vitamininin yönünden zengin gıdalarla beslenmelidir.

E. İskelet Yapısı

Kemikler eklemler sayesinde birleşip gelerek kemiğin iskeletini oluşturur. Şekil 18'de iskeledeki kemiklere yer verilmiştir. İnsanda iskelet sistemi baş, gövde, üst ekstremiteler(uzuvlar) ve alt ekstremiteler olarak ayrılır. İskeletin görevleri ise şu şekilde sıralanır:

- Kemikler yumuşak dokuları destekleyen ve vücudun şeklini korumaya yardımcı olur.
- Eklem ve kaslar birlikte vücudun hareketli olmasına yardımcı olur.
- Vücuttaki önemli organlarımızı korur. (kalp, omurilik gibi)
- Mineral besinleri depolamasına yardımcı olur.
- Kırmızı kemik iliği sayesinde kan hücreleri üretir.

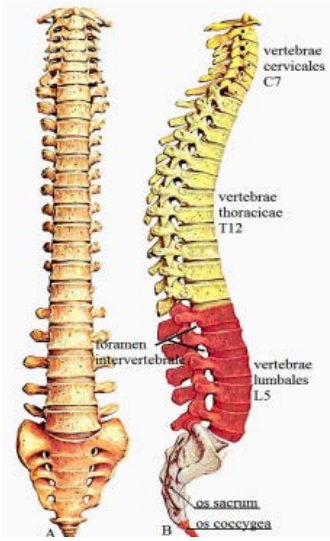


Şekil 18. Vücuttaki kemikler (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Vücuttaki kemik yapıları insanı her yönden koruyan duvara benzetmek mümkündür. Kemikler olmasaydı insan vücudu kas yığını şeklinde oluşurdu, kemikler, inşaat yapımındaki iskele yöntemi şeklinde çalışma prensipleri aynıdır. Benzer yönleri vardır bu yönler destekleyici görev niteliği taşır.

F. Omurgalar

İnsan vücudundaki omurgalar kafatasından başlayıp boyun ve gövdenin arka ortasında uzanarak oluşan kemik yapıdır. Omurgalar sayesinde baş, boyun gibi iskeleti destekler. Omurga baş ve gövdedeki hareket sağlamaya yardımcı olur. Sayede omurga kanalı omuriliği darbelere karşı önlem almış olur (omuriliği hayati derecede önem taşıyan yapıdır). Omurga önden ve arkadan düz sütun şeklinde görünür. Düzgün olmayan omurgalılarda eğrilikler olursa bu eğrilikler vücut yapısını bozar. Öne doğru olan eğrilikleri lordoz arkaya doğru olan eğri oluşuma kifoz denir. Olması gereken omurga yapısı şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. Omurga yapısı (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Üst ekstremite kemikleri, gövdenin ikiye alanına simetrik bir şekilde uzanan yapılardır. Bu yapılar şekil 20'de verilmiştir.

Omuz kemikleri: Kürek kemiği, köprücük kemiği

Serbest üst taraf kemikleri: Kol kemiği, döner kemik, dirsek kemiği

El kemikleri: El bilek kemikleri, el tarak kemikleri, el parmak kemikleri



Şekil 20. Üst ekstremiteler (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Alt ekstremite kemikler, istikametin alt tarafında bulunan leğen kemiğinin iki yanında simetrik bir şekilde oluşan yapılardır. Vücudun tüm ağırlığının taşıdığı için güçlü kemiklerdir, vücudun dik durmasını ve ekranda yer değiştirmesi gibi görevleri üstlenir. Alt uzuvlar gösterilmiştir. Bunlar:

Uyluk bölgesinde bulunan kemikler; uyluk kemiği, diz kapağı kemiği

Bacak kemikleri; kaval kemik, kamış kemik

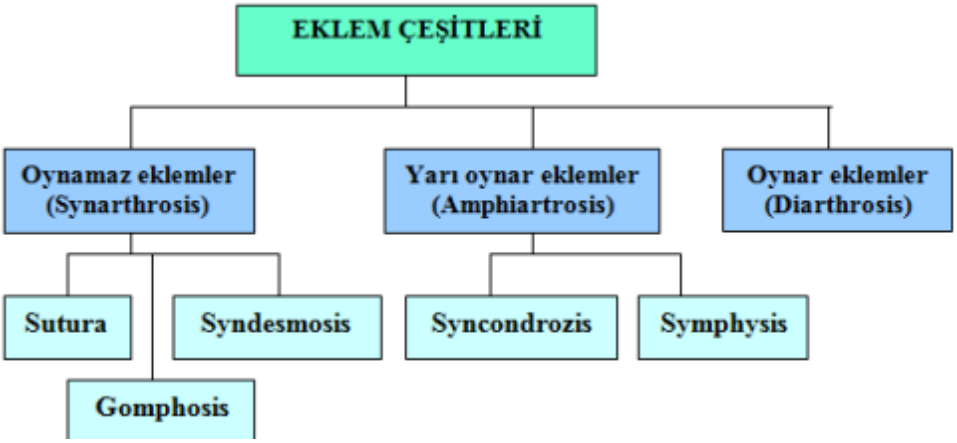
Ayak kemikleri; ayak bileği kemiği, ayak tarak kemiği, ayak parmak kemiği olarak sınıflandırılır.



Şekil 21. Alt ekstremite kemikler(http://megep.meb.gov.tr, 2022).

G. Eklemler ve Çeşitleri

İskelet yapısının önemli faktör olan eklemler iki kemiğin veya daha fazla kemiği birleştirerek anatomi yapıyı ön plana çıkartır eklemler sayesinde hareket etmemiz daha çok kolaylaşır. Eklem hareketlerinin yeteneğine çeşitleri üç şekilde incelenir. Bu çeşitler şekil 22' de gösterilir.



Şekil 22. Eklem çeşitleri (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Oynar Eklemler: Kemiklerin yüzeyinde boşluklar bulunur bu boşluklar snovia denilen bir sıvı ile doludur. Oynar eklemleri sinoviyal eklemler de denilebilir. Vücutta eklemlerin önemli bir kısmını oluşturan oynar eklemler tam hareketli yapıya sahiptir. Bu eklemlerin yapısında şunlar vardır: eklem yüzü, eklem kıkırdağı, eklem kapsülü, snovia membran sıvısı, eklem bağları gibi yapılar sayesinde eklemi korurlar oynar eklemin görseli şekil 23'te gösterilmiştir.



Şekil 23. Oynar ekleminde bulunan yapılar ve işlevi (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Oynar eklemlerin hareketleri kayma hareketleri olarak sınıflandırılabilir. Örneğin kayma hareketi, el ve ayak bilek kemikleri arasında görülür. Eklem yüzeyleri birbirleri üzerinde kayarak hareket etmesi sayesinde oynar eklem şeklini alır. Eklemler sayesinde oluşan hareketler şekil 24'te gösterilmiştir.



Şekil 24. Oynar eklem hareketleri (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Kayma hareketleri şunlardır:

-Abdüksiyon: kollar yana ve sarkık, el ayası vücuda dönük duruşta kol yandan omuz yüksekliğini kaldırılması şeklinde yapılır.

-Addüksiyon: kollar yana kaldırılmış aşağı inilerek gövde yaklaştırma hareketidir.

-Ekstansiyon: dirsek ve kalça düz konumuna getirme hareketidir.

-Rotasyon: bacak veya kolun dönme hareketidir.

Eklemler sayesinde vücutta hareketlilik yaşanması eklemlerin bu konuda önemli özelliğe sahip olduğu bilinir. Eklemlerin hareketleri pişirme metre veya goniyonmetre gibi cihazlarla ölçülür ve film analizlerinde kullanılır. Bu sayede çeşitli alanlarda araştırma gerçekleştirilir.

H. Kaslar

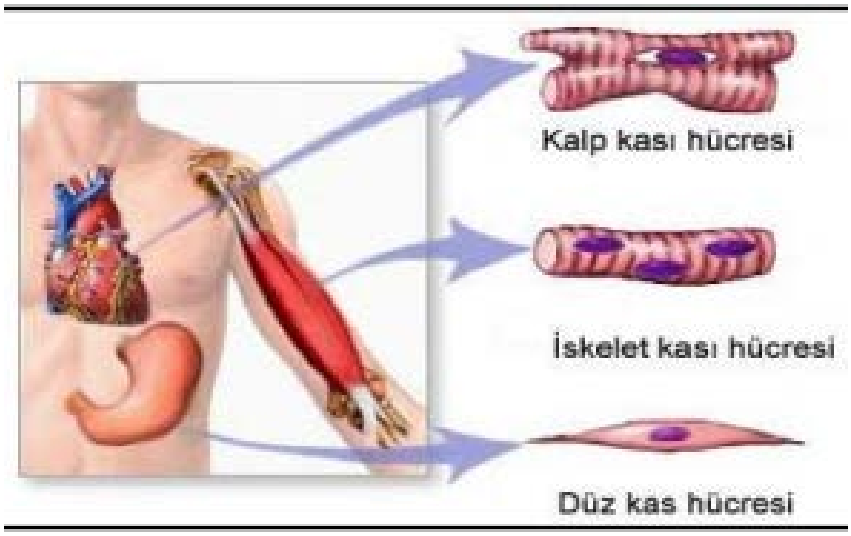
Vücudun hareketliliğinin sağlanması için hareket sisteminden faydalanarak eklem ve kasların uyumlu bir şekilde çalışma prensibine dayanır. Kas dokusuna ait görsel şekil 25'te gösterilmiştir. İç organların yapısında en çok kas yapıları bulunur. Kasların görevleri şu şekildedir:

-Vücudun hareketli olmasını sağlar.

- Kasımlar esnasında ısı oluşturur.

-Vücudun şekil almasına yardımcı olur.

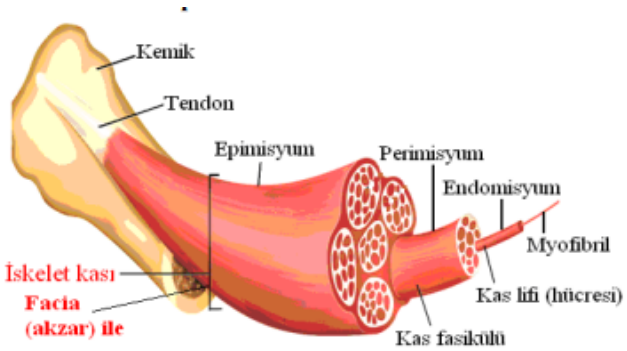
-İç organların fonksiyonlarını düzenlemesini sağlar.



Şekil 25. Kas dokuları (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

1. Kas çeşitleri

Kas çeşitleri fonksiyona göre çeşitli yapıları vardır. Bunlar çizgili kaslar, kalp kapısı (iskelet kası), düz kaslardır. Çizgili kaslarda en çok kas lifinden oluşan kas hücreleri bulunur. Kas demetlerinin saran zara perimisyum denir. İskelet yapısındaki kaslar uzun silindirik yapıya sahiptir. Kas hücreleri içinde birçok miyop fibril bulundurur bunların küçük yapıları aktin ve miyozin filament ileri meydana getirir. İskelet kaslarının yapısı şekil 26'da gösterilmiştir.



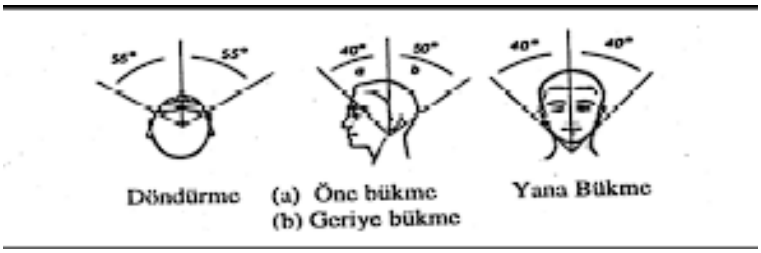
Şekil 26. İskelet kasını yapısını oluşturan elemanlar (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Kasların mekanizması fonksiyonuna göre değişeceği gibi kimyasal enerjiye olarak da değişebilir. Örneğin çizgili kaslar fazla sinire sahiptir bu sayede kasların uyarılması şiddetli bir düzeyde olur. Kasların kasılmasını sağlayan en küçük uyarı şiddetine eşik değeri adı verirler. Kaslar gelen uyarıları uç plakları salgılar sayesinde geçiş sağlar. Kasların uzun süre kasılma sonucu kas yorgunluğu meydana gelir. Kas yorgunluğu da kasın kan akımı azalır ve yorulma daha çabuk gerçekleşir. Bunun sonucunda oksijen yetmezliği gibi önemli risk faktörleri ortaya çıkar. Kişilerin tendon yapısı bozulursa kaslar doğru şekilde çalışmaz. Tendonlar kasları kemiklere tutmaya sağlayan bağ dokulardır. Vücudun kasları şekil 27'de gösterilmiştir.



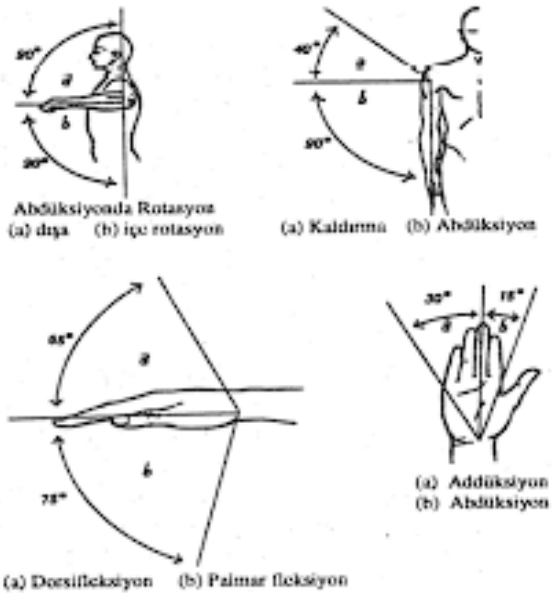
Şekil 27. Vücudun kasları (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Baş hareketleri, başın dönüşleri için omurga sisteminin düzgün bir prensip şeklinde çalışması gerekir. İskelet sistemi sayesinde baş hareketlerinin kas ve bağ dokularıyla esnektir sağlandığı gözlemlenir. Baş hareketleri gözler sayesinde tarafı görebilir öne ve geriye bükülme yapar böylece omurganın işlevi ergonomik yaklaşımlarla sayesinde belirlenerek rahatsızlığa yol açabilecek duruşlar engellenebilir. Bükülme hareketleriyle ilgili şekil 28' de gösterilmiştir (ESEN, 2014).



Şekil 28. Baş ve boyun hareketliliği (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

Gövde ve el kol hareketleri, uzun süreli tekrarlanan hareketlerden kaçınmak gerekir bu hareketlerden sürekli aynısını yaparsa çalışan kişi iskelet sistemine zarar vermiş olur. Gövdenin öne veya geriye bükülme şeklinde ters duruş şekli aldığında kasları zorlayarak kalıcı sakatlık durumları söz konusu olabilir. Bunu önlemek için omuzları ve eklemleri kişi kendi vücudunu tanıyarak riskli durumlardan kaçınılmalıdır. omuz, el bileği ve dirsek ortalama hareket açıları şekil 29'da gösterilmiştir.



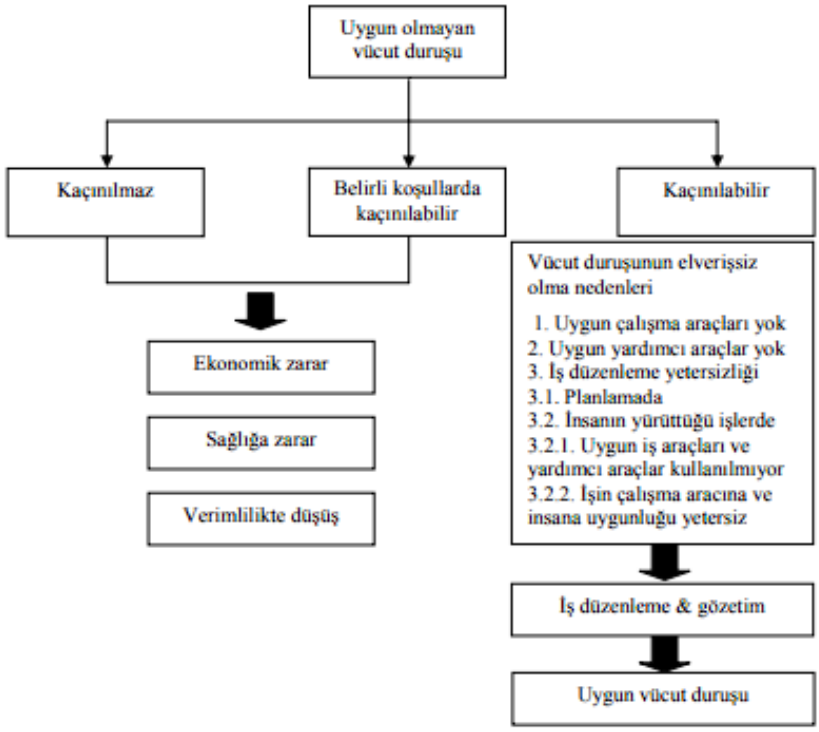
Şekil 29. Gövde ve el kol hareketleri açıları (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

2. Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarında çalışma duruş şekilleri

Çalışma duruşu fiziksel harekete rahatlamaya yardımcı olacak şekilde başın, gövdenin ve buzullarla yapılan işe göre şekillenir. Çalışan kişiler çeşitli hastalıkların ortaya çıkar. Örneğin inşaat işçilerinde beton taşıma işlemleri, tuğla örme gibi ağır yük işlerinde çalışan kişilerin kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları en çok rastlanan hastalık çeşididir. Bu hastalıklar sonucu kas ve iskelet sisteminde bozukluklar meydana getirdiğinden dolayı kişi eskisi gibi iş potansiyeli azalır. Çevresel faktörlere bağlı olarak eski yeteneği giden çalışan işçilerin hastalık sonucu strese, depresyona ve işteki performans değerinin düştüğünden dolayı sağlıksız biçimde düşünür ve kendisine zarar veren yöntemler deneyebilir. Vücutta yanlış duruşların ve yetersiz ekipman kullanılarak yapılan işler hakkında görsel şekil 30'da gösterilmiştir. Uygun olmayan vücut duruşları uygun olmayan sonuçlar doğurur. Bu sonuçlar şekil 31'de gösterilmiştir. Yapılan bu hatalar çeşitli riskler meydana getirir. Bu risklerin olmaması için kişilerin sağlık kontrollerinin yapılması ve düzenli bir şekilde işlerine mola vererek devam etmeleri sağlanması gerekir. İş sağlığı güvenliği programları ile inşaat kazaları riskini en aza indirmek için bu yöntemler artırılması gerekir.



Şekil 30. İnşaat yaparken yetersiz ekipmanlar kullanılması (http://megep.meb.gov.tr, 2022).



Şekil 31. Uygun olmayan vücut duruşların sonuçları (http://megep.meb.gov.tr, 2022).

IV. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ

İş güvenliği, çeşitli iş kazalarını önlemek için güvenli 1 çalışma ortamı oluşturmak gerekir. Dünyanın farklı yerlerinde ve ülkemizde de sanayinin gelişmesiyle çeşitli sorunlar meydana gelir. İş güvenliğinin amacı:

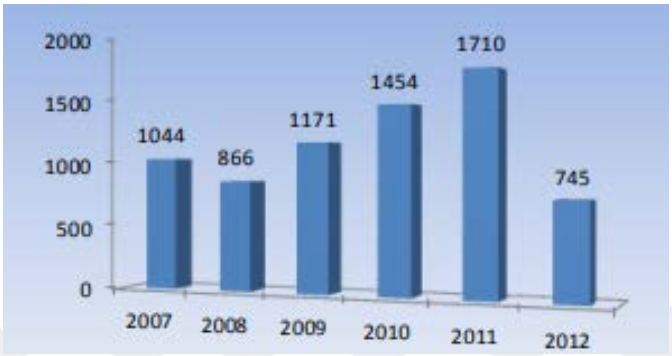
- Çalışan kişilere sağlıklı bir ortam sunmak.
- Çalışma şartlarına karşı olumsuz durumlarda onları korumak.
- İş ve işçi arasındaki uyumu sağlamak.
- İş yerindeki riskleri tamamen ortadan kaldırmak veya zararı en aza indirmek.
- Maddi ve manevi zararları ortadan kaldırmak.
- Çalışma verimini arttırmak.

İşçi sağlığı, kişinin psikolojik ve sosyal açıdan belli bir seviyede tutmak için çalışma koşullarını uygun hale getirmek ve çalışanların işle uyumunu sağlamak üzerine kurulur. İş yerinin düzenli ve bakımlı olması işçinin verimini arttırır ve çoğu iş kazalarının önüne geçer. Kişilerin çalıştığı ortamda uzun süre kaldıkları zaman meslek hastalıkları ortaya çıkar. Meslek hastalıkları, iş kazalarında farklı olarak ortaya çıkabilir veya kısa sürede de meydana gelebilen hastalık çeşitlidir. Meslek hastalıklarının nedenleri şunlardır:

- Kimyasal kaynaklı meslek hastalıkları: ağır metaller, çözücüler, gazlar, asit ve alkali maddeler.
- Fiziksel kaynaklı meslek hastalıkları: gürültü ve titreşim, yüksek ve alçak basınçta çalışma, soğuk ve sıcakta çalışma, tozlar, radyasyon, aydınlatma.
- Biyolojik kaynaklı meslek hastalıkları: bakteri kaynaklı olanlar, virüs kaynaklı olanlar.
- Psikolojik kaynaklı olan meslek hastalıkları

- Ergonomiye düzensizlikten kaynaklı meslek hastalıkları

Meslek hastalıklarını önlemek için çevre güvenliğini kullanılan makinenin donanımına hakkında incelemeler yapılmalıdır. Bu sayede işçi sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli kurallar çerçevesinde topluluğa bilinçlilik kazandırılır. Örneğin şekil 32'de 2007 ve 2012 yılları arasında iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu ölüm sayıları gösterilmiştir.



Şekil 32. 2007-2012 yıllar arasındaki kazalardan dolayı ölüm sayıları (ÇAĞLAYAN ve ark., 1992).

Meslek hastalıklarını önlenirse;

- Çalışanlar korunur.
- İşletme güvenliği sağlanır.
- Üretme güvenliği sağlanır.
- Çevre güvenliği sağlanır.
- İş kazaları ve hastalıkları en aza indirilir,
- Ekonomik kayıplar azalır.
- Maliyet azalır verimlilik artar.

Meslek hastalığının erken tespiti çok önemlidir. İş verenler iş yerinde çalışan kişilerin sağlığının korunması için gerekli uygun tedbirler alması gerekir. Teknik açıdan kullanılan araç gereçler yapılan işe uygunluğu incelenmelidir. Örneğin gürültü yapan bir vakit ne gürültü ayarlarının normal sınırlara çekmek tuza karşı iş yerine ıslak tutmak gibi önlemler alınarak tehlikenin en aza indirgemek hedeflenir. Çalışan kişiler meslek hastalığına yakalanmaması için iş kazalarına karşı çalışma şeklini ergonomik hale getirmek amacıyla kullanan malzemelere kişisel koruyucu ekipmanlar gerekir. Örneğin tozlu bir ortamda

çalışan kişi akciğer hastalığına yakalanabilir. Diğer örnek ise gürültülü bir ortamda çalışan kişinin kulaklık gibi kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması yarar sağlar. Şekil 33'te ekipmanlarla ilgili görsel yer alınmıştır (ÇAĞLAYAN ve ark., 1992).



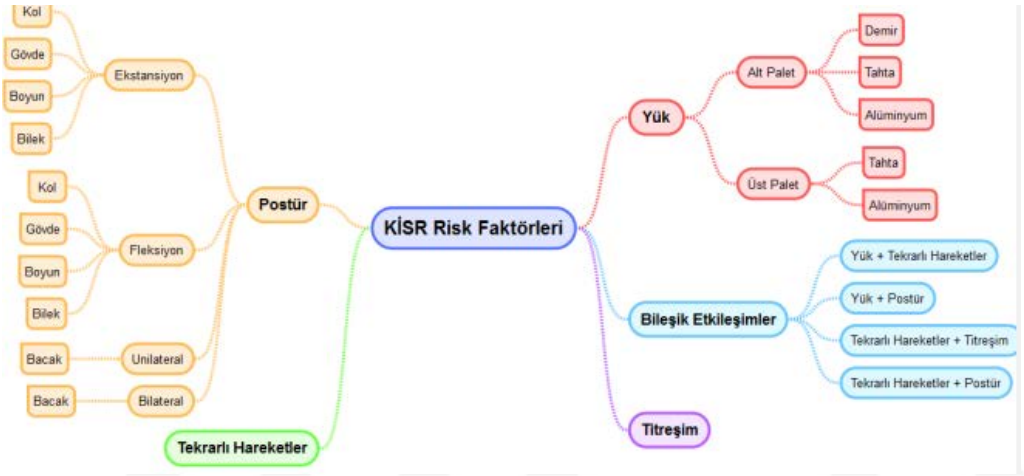
Şekil 33. İş sağlığı ve güvenlik ekipmanları (ÇAĞLAYAN ve ark., 1992).

İnşaat projelerinde projenin tasarımdan itibaren başlayarak tüm süreci kapsayan yöntem modelinin tarif eder ve yapıtaşı olan faaliyetlerinin inşaat projesinde önemli rol oynadığı görülür. Ülkemizde de inşaat sektörü işçi sağlığı ve iş güvenliği hakkında mühendislik uygulamaları çok fazla yer almıyor bu konu hakkında detaylı bir analiz gerektiren incelemeler yapılmalıdır. Sektörün yaygın olarak inşaatlarda modern proje yöntemleri yaklaşımları göz önüne alınmalı ve bu başlıklar altında güncel çalışmalar yapılması gerektiği savunulmalıdır. İnşaat sektöründe yapım, yıkım, yenileme gibi çeşitli kollara kapsadığı için bu sektörün iş sağlığı güvenliği açısından önemi büyüktür. İnşattaki projelerin tamamlanması sürecinden sonra sağlık ve güvenlik tedbirleri dikkate alınarak dosya şeklinde sunulması gerekir (UZUN ve ark., 2015).

V.KAS VE İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARINI ÖNLEMEK İÇİN UYGULANACAK YÖNTEMLER

Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarını (KİSR) önlemek için çeşitli çalışma ortamları hazırlanmış bu ortamlara göre neden olan uygunsuz çalışma şekillerine ait risk faktörleri belirlenmiştir. Çalışanları rahatsız eden etkenlerden korumak amaçlı risklerin kaynağına inmemiz gerekir. Uygulanacak güç, sabit vücut pozisyonu veya benzer hareketlerle tekrarlanan iş yükünün hafifletilmesi için uygun bir tasarım geliştirilmelidir. Bu tasarım sayesinde işteki makineleşme, iş rotasyonu ve işteki takım çalışması dikkate alınıp yapılmalıdır. Takım çalışmaları, iş rotasyonuyla farklı görevlerle çalıştırılmak hedeflenmiştir. Bu hedefler sayesinde işteki aşırı yüklenmeye kaldırıp takım çalışmasını arttırmak için çabalar harcanması gerekir. Çalışmalar yapılırken dengeli ve düzenli bir şekilde çalışan kişilerin programlarına uygun olarak tasarlanmalıdır. Yapılan tasarımlar kaynaklarının belirli olmaları gerekir. Örneğin iş istasyonlarında, çalışan kişilerin oturma şekli, ayakta durma şekline göre vücut pozisyonu bozmayacak tasarımlar yapılmalıdır. Bu sayede vücut ölçüleri ve şekline uygun yapılan ayarlamalar kişinin daha dinamik ve etkili çalışmasına imkân sağlar. Uygun ekipmanların tasarımı için gerekli yöntemler geliştirilmelidir. Çok sık görülen rahatsızlıkların önüne geçilebilmesi için gereksiz pozisyonları ortadan kaldırarak boyun ve omuzların yükünü hafifleterek daha sağlıklı bir biçimde çalışma alanı yaratılır. Ayrıca çalışan kişilerin de yapacak işlerini takip etmeli ve düzenli olarak sorumlu olduğu kişilere eksikler varsa bildirilmeleri gerektiği vurgulanmalıdır. Bu sayede çalışan kişilerin dinlenme, zamanı verimli kullanma, eğitimlere katılma gibi çeşitli alanlara İlgi duymaları için gerekli yöntemler sunulmalıdır. Uygunsuz çalışma şartları kişilerde duruş bozukluklarını ortaya çıkartır. İşini verimli şekilde yapamayan çalışan kişi gün geçtikçe çevresinde zarara uğratabilir. Çalışan kişinin verimli bir şekilde işini yapabilmesi için sağlıklı ve güvenli ortam hazırlamak gerekir. Kalitenin ve maliyetin kayıpların önüne geçmek için çeşitli analizler elde edilmelidir. Genel olarak bu tür kayıtların

incelenmesi için fiziksel iş faktörleri ve vücudun bölümlerindeki kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları arasındaki ilişkiler önemini daha çok arttırmaktadır. Sert zemin üzerinde ağır yüküyle çalışma şekli etkili olduğu belirtilmiştir. En çok bel şikayetleri ile görülme yüzdesi sağlık kayıtlarında sıkça rastlanır. KİSR'e neden olan risk faktörleri yük, postür(duruş), titreşim, tekrar ve birleşik etkileşimle oluşur. Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarındaki belirlenen bu risk faktörler değerlendirme yapılırken dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Genel olarak bu çalışmada hiç faktörlerini zihin haritası olarak şekil 34'te yer verilmiştir (BERNARD, 1997).



Şekil 34. KİSR'in risk faktörleri (BERNARD, 1997).

VI. ÇALIŞMA DURUŞU ANALİZİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

A. Yük kaldırma ile İlgili Olan Yöntemler

Snook'un Tabloları (Snook's Tables): Yöntemde elle gerçekleştirilen yük kaldırma işlerini daha güvenli bir şekilde yapmak için kaldırmanın noktalarına belirtmekte kullanılır. Yöntem snook ve Criello tarafından geliştirilmiştir. Araştırmalarda bu yöntem; yemek dağıtımı, hasta bakımı, kargo, bakımevleri gibi çeşitli alanlarda uygulanmaktadır.

Yenilenmiş NİOSH Kaldırma Eşitliği: Bu yöntemle ağırlığın limitini belirleyerek matematiksel bir eşitlik sağlanması geliştirilmiştir. Yöntem kaldırma ve indirme işlemlerinde belde oluşan problemlere gidermek amaçlı kullanılmaktadır.

İndirme, itme, çekme ve Taşıma Modeli (Lowering, pushing, pulling and carrying model): Yöntem fizyolojik ve psikoz fiziksel kriterlere göre dikkate alınıp denklemler sayesinde indirme, itme, çekme ve taşıma için kapasiteler hesaplanır. Örneği; olarak eczacıların soğuk depolardan girerken kapıları çekmesi, sağlık çalışanlarının hastaları indirilmesi, temizlik personelinin çöpleri taşıması gibi işlerde uygulanır.

B. Sistematik Gözlemlere Dayalı Yöntemler

KİSR, riskinin değerlendirilmesi için kullanılan yöntemlerde basit gözleme dayalı veya gelişmiş gözlemine dayalı olan yöntemler olarak iki şekilde incelenir.

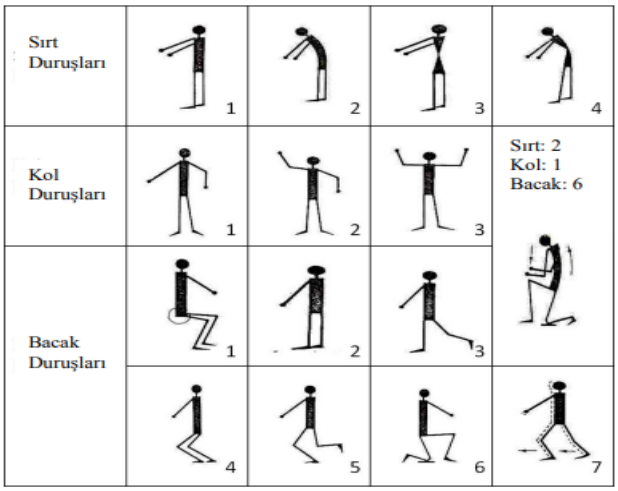
- **Basit gözleme dayalı yöntemler:** NIOSH, BAUA, RULA, QEC, OCRA, REBA, OWAS
- **Gelişmiş gözleme dayalı yöntemler:** Ergo-Man,3DSSPP, JACK,RAMSIS Model, Any Body Modelleme sistemidir.

Günümüzde uygulayıcılar tarafından sık kullanılan gözlemsel metotlar, iş yerindeki iş sağlığı güvenliği yöntemi kapsamında sıklıkla geliştirilir. Veriyi toplamak daha kolay ve maliyeti düşük oğlu için daha esnek metotlar yöntemidir (SELMA ve ark., 2016)

Vücuttaki insan hareketlerini ve duruşlarının annenizin yapmak için gerekli direk ölçüm ekipmanların bazıları; elektromiyografi (EMG), Açıölçer, biyomekanik araçları ve optik araçlar şeklinde kullanılır. Bu sistemler sayesinde yöntemlerin doğru bir şekilde yönetilmesi ve maruziyet seviyelerini gösterir. Diğer yöntemlerle kıyaslandığında maliyeti yüksek olduğu için çok sık kullanılmayabilir (KAHYA ve ark., 2019).

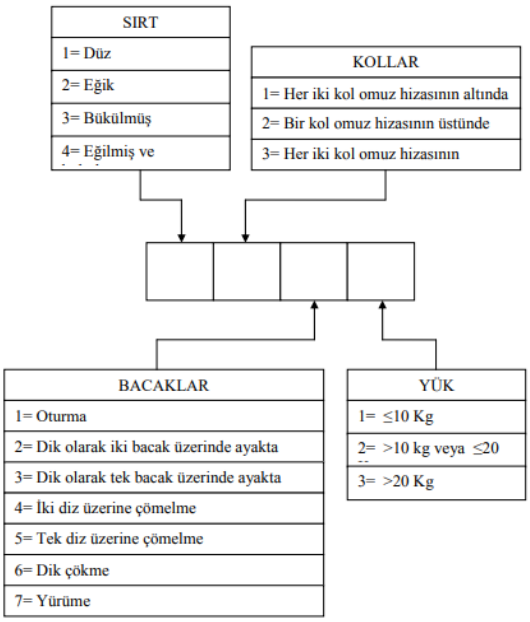
VII. OWAS (OVAKO WORKİNG POSTURE ANALYSİNG SYSTEM)

Çalışan kişilerde kötü duruşları belirlemek için kas ve iskelet sistemindeki yüklenmeyi Gözleme dayalı çalışma duruşu analiz yöntemidir. Bu metot sayesinde çalışmadaki duruşların olumsuz etkilerini belirlemek ve düzenleyici tedbirler alması konusunda fayda sağlayacak yöntemler arasında yerini alır. OWAS yöntemiyle en fazla çalışma alanında imalat sanayi sağlık ve sosyal yardım faaliyetleri gibi çeşitli çalışmalarda yer almıştır (ZENGİN ve ark., 2020). Çalışma esnasında belli zaman dilimleri içerisinde vücuttaki duruşları analiz ederek işi daha verimli hale getirmek için kullanılan yöntemdir. OWAS yöntemi, çeşitli endüstri alanlarında kullanılmaktadır ama en yaygın olan ilk zamanlarda çelik endüstrisinde kullanılmıştır. Eski yıllarda özel basılı formlarla yapılan bu yöntem günümüz şartlarında bilgisayarlı sistemler tarafından geliştirilip uygulanmaya konulmuştur. Bu yöntem sayesinde duruşları kaydetmek için kameralı görüntülerle incelenip işi farklı zaman aralıklarla gösterilmesine yardımcı olmuştur. Çalışma ortamında işçiler duruşlarını OWAS yöntemine göre kullanılmıştır bu yöntem bacak, kol gibi buzulların duruşları şekil 35'te gösterilmiştir. Vücut pozisyonuna uygun olmayan gereksiz duruşları ortadan kaldırabilmek için uygun şartlar yaratmak ve işteki performansını artırmak için sistematik bir şekilde incelenmesini sağlar. Bu sayede kişilere uygun olmayan vücut duruşlarına ortadan kaldırarak daha yenilikçi ve sistematik gelişmeler yapılabilir. Endüstriyel uygulamalarda değişik şekillerde karşımıza çıkan bu yöntem şu şekilde sıralanır; duruş yükünün ergonomik değerlendirmesi için kas ve iskelet sistemindeki yüklerin azaltılması, dikkatin ve verimliliğini arttırılması, çalışma sırasında kullanılan araç ve ekipmanlarının geliştirilmesi amacıyla uygulamalar yapılır.



Şekil 35. OWAS yöntemi ile duruş çeşitleri (ZENGİN ve ark., 2020).

Çalışma duruşları, OWAS yöntemi sayesinde sırt, kol ve el gibi uzuvlardaki yükü hafifletmek için sistematik yöntem incelenir. Bu yöntem gözleme dayalı olduğu için zaman açısından tasarruflu değildir. OWAS yönteminin standart duruş ve yük kombinasyonu çeşitli olarak farklı seviyelerde gözlemlenir. Bu yöntemde uygulanan duruşlar dört haneli kodlama sistemine dayanarak geliştirilmiştir analizlerde her bir aşama Yüksek kod numaralarını istenmeyen duruşları temsil eder. Duruşlar hakkında şekil 36'da da gösterilmiştir.



Şekil 36. OWAS yöntemi ile duruşları kodlama sistemi (ZENGİN ve ark., 2020).

A. İnşaat sektöründe OWAS yöntemi

Endüstrideki çalışma duruş analizi ve geliştirilmesi için yapılması gereken gözlem süresi 90 dakika ve gözlem aralığı 30 saniye şeklinde yapılan çalışmalar arasında yerini alır. İnşaat ve diğer tekrarsız işler içinde ergonomik iş analizi yaklaşımında kullanılır. Askıya alınan yapı iskeletlerinin ergonomik değerlendirilmesi açısından da kullanılmıştır. Çalışmalar gözlemler sırasında kodlanabileceği ve Tekrardan analiz yapılarak bilgisayara aktaran, taşınabilir bilgisayar sisteminde geliştirilir. En çok uygunsuz çalışma durumlarından biri çimento işleridir. Üretim yöntemlerini iyileştirmek amacıyla sistemin düzelten faaliyetler sunulmalıdır. Örneğin tuğla öğren bir işçinin hidrolik iskele kullanması gerektiği durumda düzeltici faktörler yer almalıdır. OWAS yönteminde eylem seviyeleri ihtiyaca göre 1 ile 4 aralığında düzeltici önlemlerin alınması için gerektirdiği zaman değişkenlik gösterir. Çizelge 3'te OWAS yöntem eyleminin seviyeleri verilmiştir.

Çizelge 3. Owas sisteminde eylem seviyesi

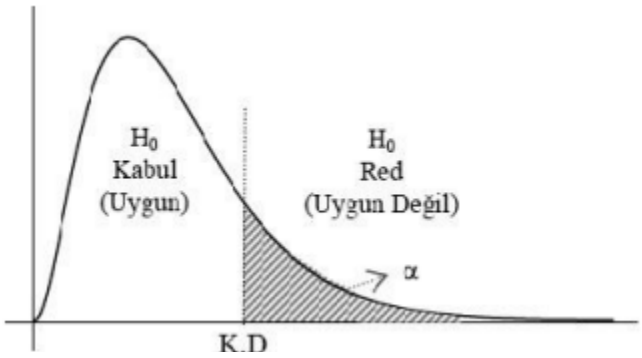
KATEGORİLER	AÇIKLAMA
Kategori 1	Çalışma duruşlarının kas ve iskelet sistemi üzerindeki zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye ihtiyaç duyulmaz.
Kategori 2	Çalışma duruşları kas ve iskelet sistemi üzerinde zararlı etkileri sahiptir. Duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç duyulur.
Kategori 3	Çalışma duruşları kas ve iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahip, mümkün olan en erken sürede ergonomik düzenlemeye ihtiyaç duyulur.
Kategori 4	Çalışma duruşları kas ve iskelet sistemi üzerinde önemli ölçülerde zararlı etkilere sahip, gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalı.

Çeşitli analizler sonucu elde edilen istatistiksel veriler için deney düzenleri kapsamında; ki kare uygunluk testlerinin, gençleştirerek Excel makrolar yardımıyla farklı deneme planları kullanılarak yapılır. Deneme planları: klasik OWAS analizi, Birikimli rassal OWAS analizi, Tam rassal OWAS analizi,

OWAS güvenilirliğini artırmaya yönelik deneysel çalışmalar şeklinde sınıflandırılır.

B. İstatiksel Analizler

OWAS Yönteminde gözlem, süre ve aralık kombinasyonu için de istatiksel çalışmalara yer alır. Bu çalışmalardan biri de ‘’ki kare uygunluk testi’’ yöntemi olarak kullanılır. Ki kare uygunluk testi, aritmetik ortalaması sıfır ve varyansı bir olan normal bölümü ana kütleden her biri diğerinden bağımsız olarak seçilip n birimli örneklemeye ait karelerin toplamıdır. Bu test ile belirli bir hipoteze uygunluk dağılımları frekansların göre elde edilen uygunluk derecesine bağlı değişimleri araştırır. Teste güvenilir sonuç almak için; iki kategori varsa frekanslar 10 veya daha büyük olmalıdır. Kategori sayısı ikiden fazla ise(r >2) beklenen frekanslar 5 veya daha büyük sayılarda olmalıdır. Şekil 37’de ki kare karar modeli görsel verilmiştir.



Şekil 37. Ki-kare modeli (ZENGİN ve ark., 2020).

Klasik OWAS yönteminde gerçek çalışma ortamında kaydedilen işin saniye aralıklarla durulması sonucu işaret tüm film karelerini OWAS kodu sayesinde manuel kodlama sonrasında yapılan istatistikler çalışmalar Çzelge 4’te deney düzeneği hakkında yapılan analiz kullanılmıştır.

Çizelge 4. Klasik OWAS analizi deneyi

Gözlem süresi(dk)	5	10	20	40	50
Gözlem aralığı(sn)					
1	300	600	1200	2400	4800
2		300	600	1200	2400
4			300	600	1200
8				300	600
16					300

İncelemeye alınmayan gözlem Süresi ve gözlem aralığı matrisini ait değerler verilmiştir bu deney düzeneği kullanılarak klasik ovası yönteminde yapılan işler aşağıdaki gibidir.

Disk kullanımı: çalışan kişi işinde makinesinden çıkan dişlerin bir sonraki üretim için disk aşklarına asarak bir dahaki sefere kullanılmak üzere koyulan yerlerdir. İşteki çevrim süresi yaklaşık 10 saniye civarındadır bu kullanımı hakkında şekil 38'de yer verilmiştir.



Şekil 38. Disk kullanım örneği (ZENGİN ve ark., 2020).

Ki-kare uygunluk çeşidinde değişik sayıların gözlemlerini analiz sonuçları karıştırılmamalıdır. Disk kumlama işi ana kütle olarak kabul edilmeli ve OWAS analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgede de analizindeki 24 farklı kod çeşidi bulunur. Ana kütleyi temsil yeteneğinin artması ve hatalı karar verme olgusunun azaltması için saniye aralıklarla seçilen işi en iyi temsil ettiği kabul edilmelidir. Disk kumlama işinde toplam 4800 adet gözleme analiz sonucuyla karşılaştırılmaktadır.

Çizelge 5. Disk kullanma işine ait analiz sonuçları

OWAS kodu	Sıklığı(gözlenen değer)
31210	35
11320	597
21420	34
21210	15
11310	567
21320	95
21520	608
21310	80
31220	5
31310	20
11210	2208
11220	55
41210	5
11710	5
21510	194
11520	15
31410	5
41310	34
11510	10
11420	5
11410	10
31420	5
21610	196
21410	15
Toplam	4800

Jant imalatı: çalışan bir kişinin çalışma istasyonuna gelen jant parçalı üzerinde çeşitli kontroller yaptıktan sonra üretim aşamasına aktarılır işin çevrim süresi yaklaşık 30 saniye civarındadır bu işaret birkaç görsel şekil 39'da yer verilmiştir. OWAS analizi sonucu 7 farklı koç çeşidi bulunur.



Şekil 39. Jant imalat işi (ZENGİN ve ark., 2020).

Deney düzeneğinde yer alan gözlem sayıları için OWAS analiz sonuçları 4800 gözleme alma durumu yapılarak sonuçlar karşılaştırıldığındaki-kare uygunluk testine ait Çizelge 6'da değer verilmiştir.

Çizelge 6. Jant imalatındaki-kare analizi sonucu

Gözlem süresi(dk) Gözlem aralığı(sn)	5	10	20	40	80
1	300	600	1200	2400	4800
	70,2	31,40	12,38	10,88	-
2		300	600	1200	2400
		31,29	18,06	14,20	4,13
4			300	600	1200
			20,99	15,20	11,49
8				300	600
				16,11	12,78
16					300
					14,72

Matkapla delme işlemi: matkap tezgahında gerekli ekipman kontrolü sağlayarak düzenli ayarlamalar sayesinde parça üzerinde açılması gereken deliklere açma işlemidir. Bu işin ana kütle olarak kabul edilmiştir.4800 gözleme ait OWAS sonuçları 10 farklı kod çeşidiyle bulunur. Matkapla delme işlemi şekil 40' ta verilmiştir.



Şekil 40. Matkapla delme işlemi (ZENGİN ve ark., 2020).

Lastik hammadde hazırlama: lastik hammadde hazırlama işinde çalışan kişinin üretilecek lastik cinsine göre imalat malzemelerini gerekli miktarlarda karışım hazırlayarak makinasına yerleştirilmesidir. Gerekli gördüğü yerlere makinesinin yüzeyi temizliğinde yapması gerekir işin çevirim süresi malzeme sayısına ve malzemenin yeterliliğine göre değişiklik gösterebilir. Şekil 41'de lastik hammadde hazırlama işi yer verilmiştir.



Şekil 41. Lastik hammadde hazırlaması (ZENGİN ve ark., 2020).

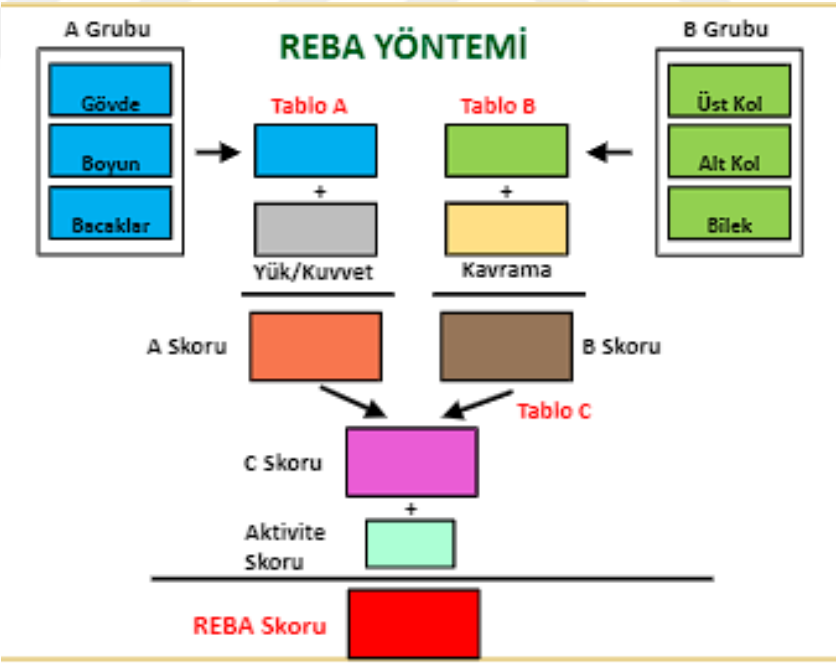
Kapı boyama: kapı boyama işinde boyanacak kapı üzerine gerekli işlemlerin yapıldıktan sonra boyama işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemde ana kütle owas analizi sonuçlarına göre 30 farklı koç eşitliği ile bulunur. Boyanacak kapı üzerinde yapılması gereken işlemler sırasında vücut pozisyonu zedelemeyecek şekilde dikkat edilmesi gerekir şekil 42'de kapı boyama işlemi gösterilmiştir (ESEN, 2014).



Şekil 42. Kapı boyama işlemi (ZENGİN ve ark., 2020).

VIII. REBA (RAPİD ENTİRE BODY ASSESMENT)

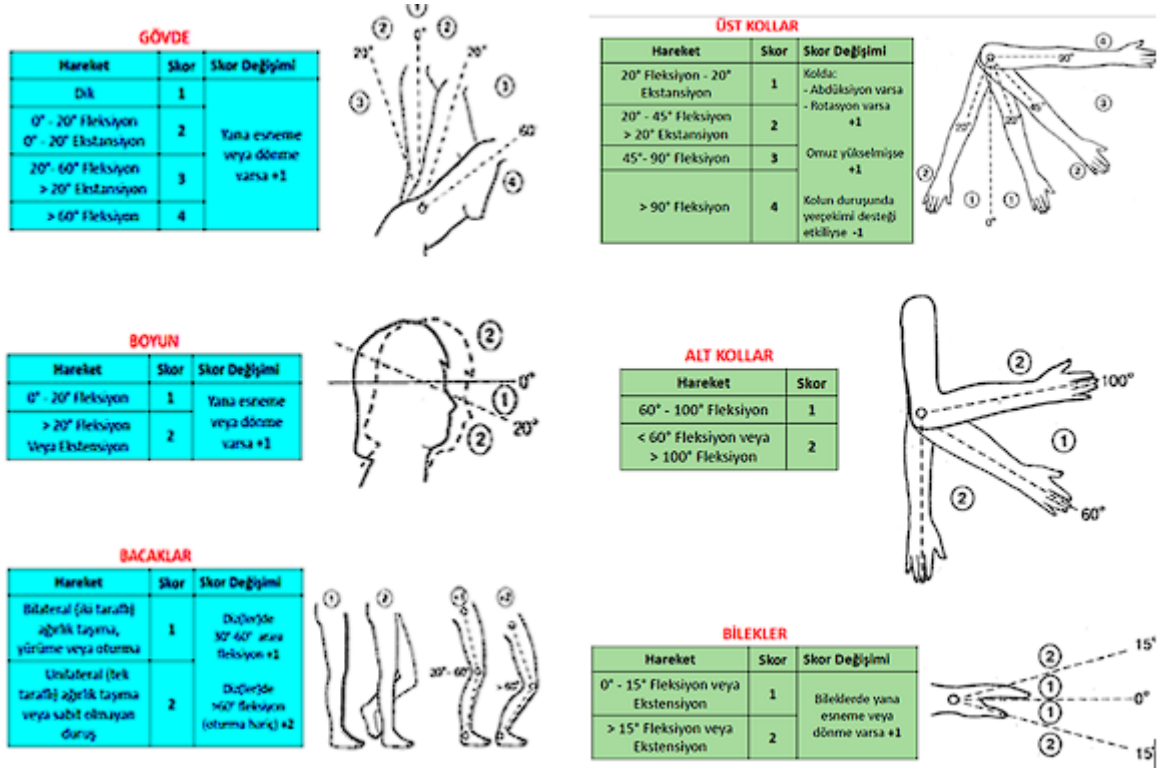
REBA yöntemi, Hignett ve McAtamney (2000) tarafından duruşları analiz etmek üzere geliştirilen bir yöntem çeşidi elle yapılan taşıma, kaldırma işlemlerindeki riskleri hesaplamak için kullanılan yöntem çeşididir. REBA yöntemiyle dinamik hareketleri analiz eder ve sabit duruşlar içinde analiz etme yöntemi vardır. Genellikle tüm vücut faaliyetleri sırasında çalışan kişinin duruşunu analiz ederek vücuttaki kas ve iskelet rahatsızlıklarına neden olan çalışma şeklini saptayıp önlem alma analiz biçimidir (KOCABAŞ, 2009, SUE ve ark., 2000). Çalışma sırasında kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları vücuttaki yumuşak dokuları zarar verdiğinden dolayı kişilerde kavrama, tutma, döndürme, gibi tekrar gerektiren fiziksel aktiviteler rahatsızlıklar meydana gelebilir. REBA duruş planlaması ilgi görseller şekil 43'te yer verildi.



Şekil 43. REBA skoru (KARA ve ark., 2016).

REBA kullanılarak analiz etmek için istenilen duruşu ve hareketi toplam risk faaliyetini ifade edebilmek için kişilerde tehlike durumlarını belirtmeye yarar. Bu sayede toplam skor boyun, gövde ve alt-üst uzuvlarının kombinasyonuyla hesaplanır. REBA yöntemiyle; üst kol, alkol ve bileklerin ayrı

skorları belirlenerek tablo böyle yardımıyla kombinasyon oluşturur. Daha sonra bu skora kavram skora eklenerek (B skoru) elde edilir. Daha sonra (tablo C kullanılarak) A ve B skorlarını bir kombinasyonundan oluşan skor elde edilir. C skoru aktivitesi koru ilave edilmesiyle REBA skor elde edilir. REBA yönteminde planlama hakkında şekil 44'te gösterilmiştir (KARA ve ark., 2016).



Şekil 44. REBA duruşunun puanlama sistemi (KARA ve ark., 2016).

REBA yönteminde iyileştirilme için öncesi ve sonrası vücutta oluşan rahatsızlıkların risklerini azaltıp azaltmadığı değerlendirme yardımcı olunması gerekir. Risk değerlendirmeleri derecelerine göre değişiklik gösterir. Bu derecelendirme ile ilgili de Çİzelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. REBA Derecelendirme sistemi

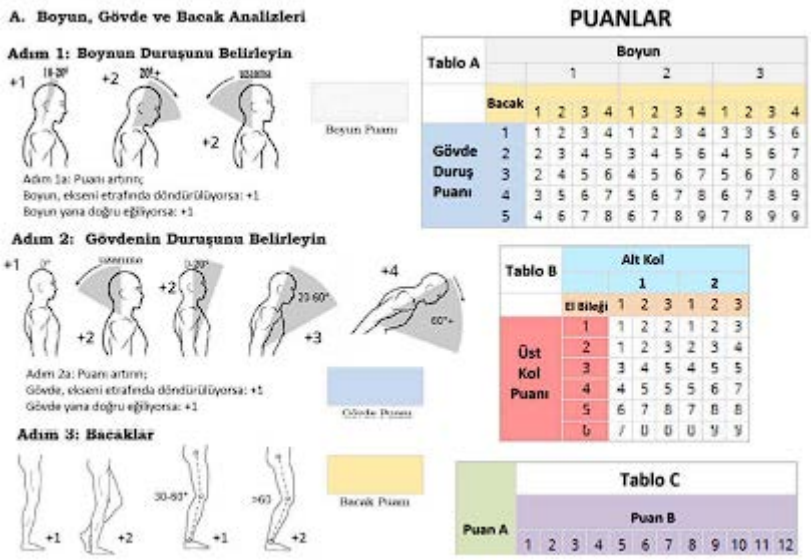
Derece	REBA skoru	Risk seviyesi	Önlem
0	1	İhmal edilebilir	Gerekli değil
1	2-3	Düşük	Gerekli olabilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Kısa zaman içerisinde gerekti
4	11-15	Çok yüksek	Hemen gerekli

REBA yönteminde risk yüzdesi eylem planında önce yaklaşık çıktığı zamanlarda ihmal yapılmaması lazım tüm yöntemlerle denilen sonuçlara bakılarak gerekli analizlerin tespiti yapılmalıdır. Analizler sonucu elde edilen duruşların görsellere şekil 45'te yer verilmiştir.



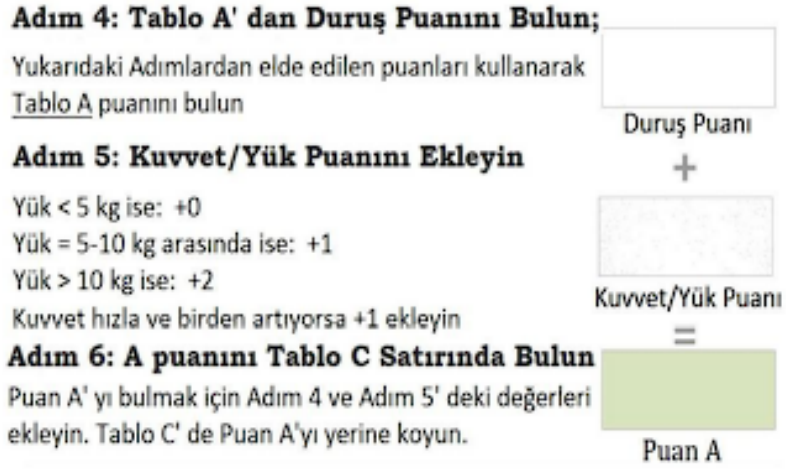
Şekil 45. REBA analizde denilen duruşlar (KILIÇ, 2021, KEE, 2022).

Yapılan analizler sonucu orta derece riskli grupların sık olduğu görülmektedir. Aynı zamanda risk dereceleri istasyonların farklılıklarıyla çeşitlenir. İstasyonlarda düşük veya ihmal edilebilir risk seviyesi duruşları gösterilmiştir bu duruşlar için ürünün montajı istasyonlar arasında rotasyon sağlanarak maruz kalınan zorlama derecelerini azaltmak mümkündür. Monotonluk ortadan da kaldırılabilir şekilde azalması sağlanır. Şekil 46'da görüldüğü gibi REBA analiz yöntemi uygulanırken ilk önce boyun, gövde ve bacak puanlarını kapsayan Tablo A değeri bulunmalıdır.



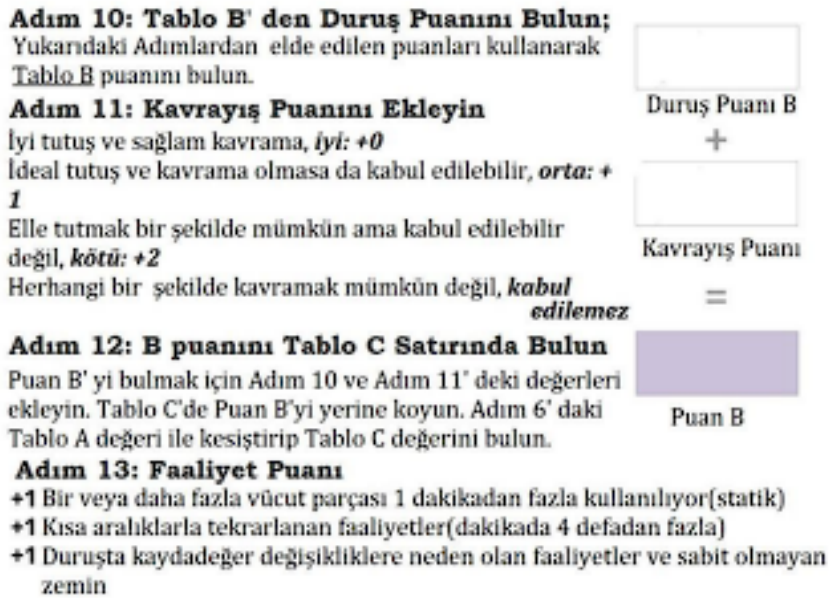
Şekil 46. Boyun bacak gövde analizleri (KILIÇ, 2021, KEE, 2022).

- ✓ Boyun duruşu hesaplanması için dikey olan öne ve arkaya doğru boyun 0-20 derece arasında durursa +1 puan, 20 derecenin üzerinde 1 açı ile gelirse +2 puan verilir. Kendi ekseni etrafında döndürülüp ya da yana doğru çevrilirse ek olarak+1 puan daha eklenir.
- ✓ Gövdenin duruşu hesaplanması için gövde dik konumdayken +1 puan olarak değerlendirilir. Gövde 0-20 derece arası eğilir ise açı ile eğitim arası için +4 puan verilir. Gövde kendi etrafında dönerse + 1 puan daha eklenip A tablosuna yazılır (KILIÇ, 2021, KEE, 2022).
- ✓ Bacaklar normal duruşta ayak yere basarsa + 1 puan verilir. Dizlerde 30-60 derece ile bir bükülme görülürse+ 1 puan daha eğer 60 derecenin üstüne çıkarsa +2 puan daha eklenir. A tablosundan, elde edilecek duruş puanı kuvvet\yük puanı eklenerek A değerini buluruz. Şekil 47'de (A Değerini bulmak için) adımlar görselde yer verilmiştir.



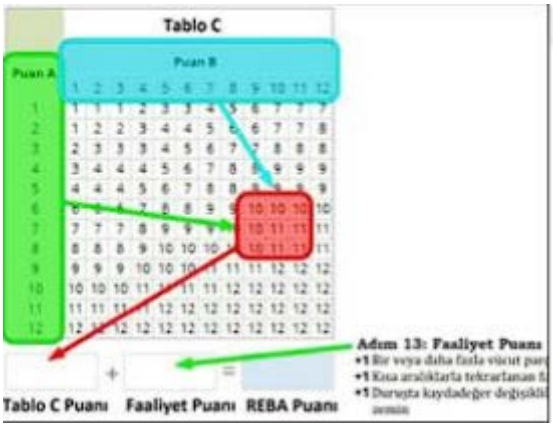
Şekil 47. A değerini bulma için gerekli kuvvet\yük puanı

Kol ve bilek anneniz için Tablo B değerine kavramak için zorluk derecesine kavrayış puanı eklenmelidir. Kavrayış puanı şekil 48' de yer verilmiştir.



Şekil 48. B puan değerini bulma (KILIÇ, 2021, KEE, 2022).

Tablo C değeri için A ve B tablolarını değerlerin kesişim noktasıdır. Tablo C değerinde, hangi şartları yerine getirdiği anlamına gelen faaliyet puanı da eklenmelidir. Bu puanla ilgili resim 49'da yer verir.



Şekil 49. Tablo C puanı bulunma durumu (KILIÇ, 2021, KEE, 2022).

Yapılan puanlama sistemi seviyelerine göre belirlenir bu sistemde şu şeklinde oluşur;

1= kabul edilebilir risk seviyesi,

2-3= düşük risk seviyesi, tedbir gerekli olabilir,

4-7= orta risk seviyesi araştırmaya tedbir gerekli

8-10= yüksek risk seviyesi inceleme yapıp, tedbir alınmalı

11+ = çok yüksek risk seviyesi, tedbir almak için çabuk davranmak gerekir.

Tüm vücut risk faktörleri için çeşitli alanlarda çalışan işçilerin kas ve iskelet sistemindeki rahatsızlıklarına neden olabilecek görevliler şekil 50'de gösterilmiştir. Bu sayede kalıpların çakılması ve sökülme işlemi normal çalışma ortamına bağlı değişiklikler işçilere daha fazla kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşmasına sebep verebilir.

Çalışılan Konu	Görev
Kalıp/Beton İşleri	Kalıp Malzemelerinin Hazırlama / Taşınması Kalıpların Çakılması, Sökülmesi Betonun Kalıplara Dökülmesi Vibratör Aracılığıyla Betonun Sıkıştırılması
Demir İşleri	Demir Çubukların Elle Taşınması Demir Çubukların Boyutlandırılması, Şekillendirilmesi Demir Çubukların Bağlanması
Tuğla/ Sıva İşleri	Tuğla/Harç Malzemelerinin Hazırlanması / Taşınması Tuğlaların Örülmesi Sıvanın Yapılması
İskele İşleri	İskele Malzemelerinin Elle Taşınması İskelenin Kurulması İskelenin Sökülmesi

Şekil 50. İnşaatta çalışan kişilerin kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olan işler (KILIÇ, 2021, KEE, 2022).

Ergonomik risk değerlendirme yöntemleri belirledikten sonra inşaat süresi boyunca yapılan fotoğraflarla elde edilen görüntüler özellikle REBA analizinin doğru yapabilmesi için (imagemeter-Mermerphoto measure programı yardımıyla) duruş açıları belirleyerek farklı şekillerle analizler yapılmıştır. Şekil 51'de alt seviyede gerçekleştirilen tuğla örme ve kalıp çakma işleri, orta seviyede gerçekleştirilen tel bağlama beton dökme ve vibrasyon işlemleri, üst seviyede gerçekleştirilen kalıp sökme ve sıva yapma işleri görsellerde gösterilmiştir.



Şekil 51. Alt-Üst,Orta seviye yapılan inşaat işlemler (KILIÇ, 2021, KEE, 2022).

IX. RULA (RAPİD UPPER LİMB ASSESSMENT)

RULA yöntemi görev için gerekli olan gücü tekrarlı hareketler sayesinde işle ilgili üst uzunluk rahatsızlıklarını ortaya çıkarmak amacıyla geliştirilmiştir. RULA yöntemi REBA yönteminden türemiştir. İşlevleri aynı, farklı yöntemleri vardır. Örneğin, üst uzun yıllarında rahatsızlıkları ortaya çıkarmak için geliştirilip ve çalışma duruş analizi elde ederek nesnel bir gözlem yöntemi geliştirilmiştir. Bunun sayesinde üst uzuvlar (el bileği, dirsek, üst kol, omuz ve boyun gibi) rahatsızlıklarına sebep olan kas ve iskelet sistemine aşırı yüklenmeye maruz kalan çalışan kişileri değerlendirmek amacıyla puanlandırma sistemine göre tasarlanmıştır. Üst uzuvları sınıflandırmak ve sayısal değerler katarak vücut duruşunun risk skorlarını belirlemek için kullanılır. Ekipman için çevre değişikliği ile hızlıca sonuçlanıp amacına fayda sağlar. Böylece beceri gerektirmeyen yöntemin uygulanması kolayca öğrenilir. En çok kullanılan yerler ise bu yöntemde; onarım işleri, ultrason teknisyenleri, diş hekimleri gibi çalışma duruşlarına değerlendiren başarılı yöntem çeşididir (DOCKRELL ve ark., 2012).

X.İŞ ZORLANMA İNDEKSİ (JOB STRAİN İNDEX)

Bu indeks sayesinde üst uzuvların (el, bilek ve dirsek gibi) duruşları örnek alarak yapılmıştır. Şekillerini, hareket sıklığını uygulandığı kuvvete göre değerlendirilir. Değişen risk durumlarında index ile belirlenmelidir. En çok kullanılan alanlar ise; et paketleme, küçük parçaların montajı, klavye kullanımı gibi fazla tekrar isteyen meslek dallarına ait konuları içerir. OCRA indeksi ise, Mevcut hareketlerinin referans noktalarını belirleyerek hareketlerin arasındaki teknik oranlara dayalı bir sistemdir. Bunun sayesinde hareketlerin sıklığı, tekrarı, gücü, duruş biçimi ve titreşim hareketleri gibi faktörlere göz önünde bulundurur bu metot sayesinde vücutta 2 taraflı farklı indeks oluşturur.

XI. QEC (QUİCK EXPOSURE CHECK)

İşi yapan kişilerin hızlı mağduriyet değerlendirme sistemine dayanarak bu yöntem 4 vücut bölgesinin (bel, omuzlar ve kollar eller ve el bilekleri, boyun olmak üzere), vücudun çeşitli bölgelerindeki ergonomik girişimini yapılmadan önce kas-iskelet sisteminin risk faktörlerinin deki değişikliklerini değerlendirerek hızlı bir şekilde mağduriyetlerine gidermeyi hedeflemiştir. Sayede çalışalım ve değerlendiren kişi için soruların yer aldığı çeşitli cevap skorları yani risk kodları vardır. QEC yöntemi elle kaldırma görevlerinin yapıldığı birçok işte rahatça kullanılır. Kuvvet yöntemi 1998'de Li ve Buckle tarafından geliştirilip daha sonra David vd. tarafından şekillendirilmiştir. Asya ülkeleri gibi farklı milletler de kendi versiyonlarını oluşturmuştur. Bu yöntem yapılmadan önce uzun sürmeyen bir eğitime ihtiyaç duyulur. Gözlemci kişilerin yanı sıra ekip işi gibi düşünülüp yorumlanması sağlanarak kişileri katılmasına yardımcı olur, sistematik şekilde işleyişi sürdürülür. Gözlemcilik olarak üst uzuvları yani; omuz, kol, el bileği ve boyun gibi 4 bölümden oluşan duruşları inceler (KEE, 2022). Değerlendirme biçimi ise çalışan kişinin ağırlıklarına ve çalıştığı ortamın zamanına göre farklılık gösterir. Sonuç olarak tüm vücut gruplarında puan eklenerek toplam en yüksek puana bölüp, risk skoru değerlendirmesi belirlenir. Belirlenen bu eylem seviyeleri Çİzelge 8' de yer verilmiştir (DELİCE ve ark., 2018)

Çizelge 8. QEC yönteminin gerekli eylem seviyesi

QEC Puanı	Eylem
<40%	Kabul edilebilir
41-50%	Daha fazla araştırmak gerekir
51-70%	Daha fazla araştırılıp ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı
>70%	Araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı

Sonuç olarak REBA, QEC,OWAS gibi yöntemlerinin farklı metotlar şeklinde incelenmiş ve bu incelemeler dikkate alınıp aşağıda şekildeki görselde

hangi yönden dikkate alınması gerektiğini farklı faktörlere dayanarak açıklanmıştır (KAHYA, ve ark., 2019)

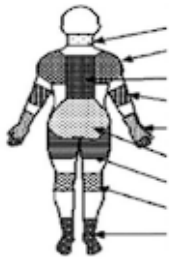
Metot	Postür	Yük / Kuvvet	Hareket Sıklığı	Süre	Titreşim	Diğer*
OWAS	x	x				
QEC	x	x	x	x	x	x
REBA	x	x	x			x

Şekil 52. Farklı yöntemler ile değerlendirilen faktörler

QEC yönteminde kalıp, beton dökme işlemleri, iskele işlemleri gibi görevlerde kayak yöntemi kullanılması daha uygundur. Bu işlemleri yapar yaparken dikkat edilmesi lazımdır ve kurallara uygun davranılması gerekir. Şekil 52'de iskele yapısı örneği verilmiştir. İşçilerde oluşan vücut ağrıları rahatsızlıkları şekil 53'te gösterildiği gibi çeşitli noktalarda ağrı baskıları şiddetli bir şekilde oluşabilir. Oluşan risk faktörleri risk kodları sayesinde (yani skorları) farklılık oluşturur. Farklılıklar sonucu bütünleyici sonuç ortaya çıkartır. İşçiler sorumlu olduğu görevleri bu duruş yöntemleri sayesinde daha düzgün bir şekilde inceleme fırsatı verir. Yöntemlerin risk kategorileri aşağıdaki gibi incelenir.



Şekil 53. İskele yapısı örneği (DELİCE ve ark., 2018).

Vücut Bölümü	Ağrı Bölgesi	Demir İşleri		Kalıp/Beton İşleri		Tuğla/Sıva İşleri		İskele İşleri	
		%	Şiddet*	%	Şiddet*	%	Şiddet*	%	Şiddet*
	Boyun	47%	5,6	54%	5,2	41%	4,9	43%	5,9
	Omuz	63%	6,1	71%	6,6	69%	8,3	71%	7,8
	Sırt	63%	6,7	63%	6,7	66%	6,6	71%	7,5
	Dirsek	53%	5,3	46%	5,6	75%	6,2	57%	6,5
	El/Bilek	**74%**	**8,0**	42%	5,2	69%	8,2	33%	5,4
	Bel	68%	7,6	**76%**	**8,1**	**72%**	7,4	**76%**	**8,1**
	Kalça/Uyluk	26%	3,9	25%	4,9	24%	5	33%	5,1
	Diz	32%	3,7	25%	4,6	28%	5,2	43%	4,9
	Bilek/ayak	21%	3,6	17%	4,5	24%	4,1	19%	4,1
	Ortalama	50%	5,6	47%	5,7	**51%**	6,0	50%	**6,1**

Şekil 54. İşçilerin vücut ağrı bölgeleri (DELİCE ve ark., 2018).

QEC Yöntemini en önemli özelliği vücut duruşundaki analizi süre hareket, titreşim gibi farklı özellikleri dikkate alması diğerler yöntemlere göre farklılık oluşturur. REBA ve OWAS yöntemleri vücut duruşlarını sadece yöntem uygulayıcısı tarafından analiz incelerken QEC yöntemin işçinin vücut duruşunu gözlemleyip, işçilerin yorumunu dikkate alır. Yapılacak çalışmaların benzer yöntemlerle test etmek daha sağlıklı sonuçlar elde etmeyi hedefler.

A. İnşaat Reba ve Qec Yöntem Değerlendirmesi

Kalıp çakma işleminin yapılmasında;

Bina inşaatlarındaki gerekli muhasebecilerin inşaatın belli bir aşamasında tekrar aranan işlem sonucu ortaya çıkar. İnşaatın temel olarak başlandığı ilk kısım katlarını oluşturulması aşamasıdır. Kalıp için kullanılacak olan tahtalar belirli bölgelerde düzenli biçimde uygulanır. Kalıp çakma işlemi yaparken işçiler devamlı olarak yaptığı eğilip ve kalkınma pozisyonlarında bulunduğu için çivi çakma eylemi sürekli şekilde gerçekleşir. Bu sebepten dolayı yapılan işler işin boyutunu yükselterek titreşimi matkaplar kullanıp vücuttaki iskelet sistemini rahatsız edici düzeylere çıkartabilir. Bunu önlemek için REBA ve QEC metotları uygulanır. Kalıp çakmak için çömelerek çalışma ortamı REBA yöntemiyle hareket ve duruş puanları kodlarıyla belirlenir. Bu kodlar aşağıdaki Çizelge 9'da gösterilmiştir. Şekil 54'te kalıp çakan işçinin çömelerek, eğilerek, ayaktaki vücut duruşu hakkında görseli gösterilmiştir (ZORLUTUNA ve ark., 2022).

Çizelge 9. Çömelerek çalışma yapan kalıp işçisi REBA yöntemiyle değerlendirme kodları

Vücut Bölümü	Hareket/Duruş	Puan
Gövde	fleksiyon 20-60^0 arası ve ekstansiyon >20^0	3
Boyun	fleksiyon >20^0 ve ekstansiyon >20^0	2
Bacak	yük iki bacak üstünde fakat >60^0 bir kırılma var	3
Üst Kollar	fleksiyon >90^0 ve omuz yükseltilmiş	5
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15 ve ekstansiyon >15^0	2



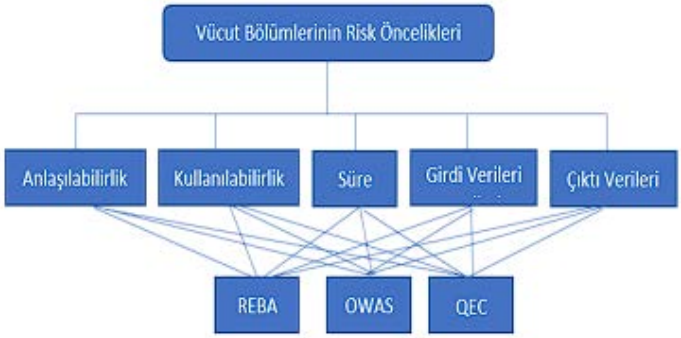
Şekil 55. Kalıp çakan işçinin farklı duruş pozisyonları (ZORLUTUNA ve ark., 2022).

	Kullanım amacı	Risk skor sınıfları
R	Hem sabit hem hareketli tüm vücut aktiviteleri için hızlı postür analizi	1=Eylem gerekli değil 2-3= Düşük risk, eylem gerekebilir 4-7=Orta risk, eylem gerekli 8-10= Yüksek risk, kısa zamanda eyleme gerek var +11= Çok yüksek risk, eylem hemen gerekli
Q	Tüm vücut aktivitelerini hızlı değerlendirme	1=Doğal duruş, eylem gerekli değil 2= Kısmen zararlı duruş, düzeltici eyleme gerek var 3=Zararlı duruş, en kısa zamanda düzeltici eyleme gerek var 4= Ciddi zararlı duruş, düzeltici eylemlere acilen gerek var
O	Elle kaldırma görevleri için	1=Kabul edilebilir risk 2=Daha fazla incelenmeli 3=Kısa zamanda değişiklik yapılmalı 4=Derhal değişiklik yapılmalı

Şekil 56. REBA,QEC,OWAS yönteminin risk sınıfları (ZORLUTUNA ve ark., 2022).

Çalışan kişilerin duruşlarında ergonomik risk değerlendirme incelemek için risk kodlarının belirlenmesinde yer alan ve bunun için uygulanan anlaşılabilirlik, kullanılabilirlik, süre, girdi verilere, çıktı verilere olmak üzere beş çeşitte değerlendirilir. Bu yapılar sayesinde vücuttaki uzuvların önceliklerinin belirlenmesine katkı sağlayarak risk değerlendirme yöntemlerini karşılaştırır. Bu karar vericiler tarafından oluşturulan matrislerin birleşerek öncelik vektörü hesaplanır. Bu sayede matris için tutarlılık oranı belirleyerek tutarlı olduğu

hesaplanır. Hesaplamalar sonucu REBA, OWAS, QEC gibi yöntemler bulunur. En riskli görevleri vücut duruşları için önlemler dikkate alınmalıdır. Gerektiği bölgelere ergenlik iş istasyonu düzenlemeler yapılmalı böylece iş yükünü hafifletilir ve işteki performansı daha verimli şekilde kullanan çalışan sistem gerçekleştirilir. Şekil 56'de vücut bölümündeki hiyerarşik yapıya ait riskleri belirlemek amaçlı kullanılan şema aşağıda verilmiştir.



Şekil 57. Vücut bölümündeki risk öncelikleri belirlemek için kullanılan yapılar (ZORLUTUNA ve ark., 2022).

XII. MANTRA (MANUAL TASKS RİSK ASSESSMENT TOOL)

Elle yapılan görevleri için risk değerlendirme aracı olarak adlandırılır. Toptan zamanın ve ara vermeden yapılan işin normal zamanda değerlendirilerek kuvvet, hız gibi çeşitli yöntem kullanır bu yöntemlerle tekrarlanan risk faktörünü en aza indirmek hedeflenir. Toplam zaman, vücutta herhangi bir bölge için kod aynıdır. Yapılan işin süresinin birbirinden bağımsız olarak ele alan risk faktörü için birleştirilmiş puanlar kullanır sürenin normal uzunluğundan fazla olmamasını dikkate alınır. Bu sayede çevrim zamanı aralıksız bir şekilde yapılan iştir. Bu yöntemi değerlendirirken hem çok kuvvet sorunu ortaya çıkar, kuvvet sorunu gidermek için vücudunu her bir bölgesine ağırladığı kuvveti değerlendirmeye alınıp ve kişinin gücü yeteneğine göre işlemler belirlenmelidir. Yapılan işte hız yavaş veya orta derecede ise risk seviyesi en aza indirilmelidir. Değerlendirilen kuvvete göre değil ortamın güç şekline bağlı yapılmalıdır.

Kuvvet ve hız kodlarında çaba riski göz önüne alınmalı ve uygunsuz duruşlarından kaçınılması gerektiği hakkında çalışan kişilere uyarıya yapılmalıdır. Diğer yöntemler göze alındığında; OWAS ve REBA en büyük sonuçlar sabitken, ManTRA yönteminde sonuç değişir. Elde edilen çaba risk faktörü ve birikimli risk puanlarının değeri ve risk yüzdesi yüksek olması düzenleme şekline bağlı olarak yapılır. Ergonomik risk değerini belirlemek için kullanılan risk yüzdeleri şekil 57'de verilmiştir.

Yöntem	Elde Edilen Sonuç	Mümkün En Büyük Sonuç	Risk Yüzdesi
OWAS	2	4	%50
REBA	8	15	%53
ManTRA	3	5	%60

Şekil 58. ERD Risk değer Yüzdesi (MERT, 2014).

Kontrol Listeleri

- ✓ ACGİH El/Kol Titreşim Eşik Limit Değeri (Hand/Arm Vibration Thershold Limit Values):bu yöntem el, kol titreşiminin söz konusu olduğu işler için kullanılır.

- ✓ Risk Faktör Kontrol Listesi (UAW-GM Risk Factor Checklist)
- ✓ Washington Eyaleti Yasaları Ek-B(Washington State Appendix-B):İş kazası analiz riskine sahip yöntem.
- ✓ Finlandiya Meslek Sağlık Enstitüsü geliştirilen Ergonomik İş Analizi

A. Sayısal biyomekanik ölçüler

Sayısal biyomekanik ölçülerin yöntem şekilleri vardır. Ölçümlerin direk ölçülmesi için detaylı ve net değerler elde edilmesi gerekir. Cihazlar çoğunlukla karmaşık yapıya sahiptir. Ayrıca cihazların maliyeti fazla olduğu için çok sık kullanılmayabilir. Direk ölçüm yapan cihazlara örnek olarak; goniometre. Eğim ölçer, potansiyometrik elektrogonimetri ve esnek goniometre olarak direk ölçüm yapabilen cihazlardır. Eğim ölçer cihazı, omurga hareketlerini ölçmek amacıyla kullanılır. Potansiyometrik elektrogoniometreler ise sürekli olan hareketlerin kaydedilmesi için kullanılır. Esnek goniometrelerde duruş ve hareketlerin devamlı olarak kaydedilmesi için kullanılır. En sık kullanılan cihazlar potansiyometrik goniometreler tercih edilir. Direk ölçüm yapılması, ölçüm cihazlarının maliyette olması sistemlerinin kullanılmasına engel olduğu için çevrede tüm çalışma duruş analiz yöntemlerinin uygulanmasına destek sağlar biçimde yaygınlaştırılması gerekir.

XIII. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE UYGULAMA YÖNTEMİ

İnşaat sektöründe çeşitli yöntemler uygulanmıştır bu yöntemlerle ilgili gerekli bir takım yöntem vardır bu yötemler sayesinde inşaat sektörüne uygun eğer ekonomik risk ölçümü teknikleri belirlenir.

- Ergonomik risk değerlendirme tekniğinin belirlenmesi: İnşaat sektöründe Uygun olan REBA, RULA ve QEC yöntemler belirlenmiştir. Çalışanların uygun ortama göre uygun yöntem şekli önemlidir.
- Yapılan inşaat sürecinde devam eden faaliyetlerin belirlenmesi: yapılan inşa sürecindeki değerlendirmelerde en sık tekrarlanan vücut duruş şekli belirlenmesi, duvar örmek kalıp çakma gibi yöntemlerinin uygun duruşlar ile yapılması savunulması gerekir.
- Ergonomik risk değerlendirmesi için ilgili faaliyetlerin gerçekleştirilmesi: REBA tekniği, RULA tekniği, QEC tekniği Tüm işlemler sonuçlara karşılıklı olarak şekil 58'de verilmiştir.
- Karşılıklı analizler yapılıp ve yorumlanması gerekir (ZORLUTUNA VE ARK., 2022).

İş no	İş tanımı	REBA SKORU	REBA'YA GÖRE	RULA SKORU	RULA'YA GÖRE	HMD SKORU	HMD'YE GÖRE
1	Harç hazırlama	9	Yüksek	6	Orta	0,56	Yüksek
2	Duvar örme	10	Yüksek	7	Çok yüksek	0,6	Yüksek
3	Harç karma	9	Yüksek	7	Çok yüksek	0,73	Çok yüksek
4	Duvar örme	7	Orta	7	Çok yüksek	0,66	Yüksek
5	Demir bağlama	7	Orta	7	Çok yüksek	0,69	Yüksek
6	Demir bağlama	10	Yüksek	7	Çok yüksek	0,74	Çok yüksek
7	Temel bohçalama	6	Orta	5	Orta	0,36	Düşük
8	Temel bohçalama	8	Yüksek	6	Orta	0,34	Düşük
9	Kalıp çakma	5	Orta	7	Çok yüksek	0,6	Yüksek
10	Sıva harcı hazırlama	10	Yüksek	7	Çok yüksek	0,67	Yüksek
11	Sıva alçısı çekme	6	Orta	6	Orta	0,59	Yüksek
12	File çekme	9	Yüksek	7	Çok yüksek	0,3	Düşük

Şekil 59. REBA,RULA,HMD Yöntemin Sonuçları (ZORLUTUNA VE ARK., 2022).

XIV. İNŞAAT YAPIM AŞAMALARI VE TEHLİKELER

İnşaattaki yapım aşamaları için belli bir sıralama önceliği olması gerekir bu sıralama aşamaları ise şunlardır:

- **Temel kazı işlemi ve kalıp çakılması:** Kazı işlemleri için iş makineleri kullanılır. Iş makineleri tarafından yapılan işlem bedensel kuvvet ve dayanıklılık gerektiren bir iş olduğu için tekrarlı olarak yapılan işlerde bel, kol gibi uzuv rahatsızlıklara görülebilir (https://insapedia.com).
- **Duvar işçiliği:** Yapılan inşaatın mimarisine uygun olarak tasarlanan duvarlar örülür. Yapılan bu işlem sırasında işçilerin kullandıkları ekipmanlarla genellikle el ve kol duruşları hareketlerinde önemli şekilde rahatsızlıklar meydana gelebilir.

RİSK ANALİZ FORMU						
FAALİYET	**TEHLİKE**	**RİSK**	**OLASILIK**	**ŞİDDET**	**RİSK**	**ÖNLEM**
İnşatta Kullanılan Kalıpların Üretimi	Çivi olan materyaller	Bir işçinin çivi nedeniyle yaralanması	2	3	6	Kalıp üretimi esnasında kullanılan materyallerin, kalıp üretim işi bittikten sonra düzgün bir şekilde çivilerinden ayrılarak tasnif edilmesi
İnşaat İşlerinde, Demir Bükme Cihazı Kullanılarak Demirden Malzeme Üretimi	Demir bükme cihazının oynak parçaları	Demir bükme cihazının oynak parçalarına vücut uzuvlarının kaptırılması	2	4	8	Yapılan çalışmalarda demir bükme cihazının kullanma ve emniyet ile ilgili direktiflerine uyulması
Demir ile İlgili Diğer Faaliyetler	Demir Bağlama İşlemi	Bir işçinin demir bağlama faaliyeti esnasında bağlama teli ile yaralanması	3	3	9	Demir işi ile ilgilenen işçinin bağ ile demirleri birleştirme esnasında, koruma maksatlı özel eldiven giymesi
Boruların ve Demirlerin Tasnif Edilmesi Faaliyetleri	Boruların ve Demirlerin bir yerden başka bir yere nakli	Boruların ve Demirlerin bir yerden başka bir yere nakli esnasında civardaki kişilere çarpması	2	4	8	Boruların ve Demirlerin bir yerden başka bir yere nakli faaliyetinin emniyet tedbirlerine uyarak yapılması
Kompresör Aleti Kullanılarak Faaliyette Bulunulması	Aleti kullanan işçilerin üzerlerinin temiz bulunması	Makinenin kullanıcı operatörlerinin vücutlarında veya kulak, göz ya da diğer duyu ile ilgili uzuvlarında zarar meydana gelmesi	4	3	12	Kompresör aletinin kullanımı esnasında sadece işe yönelik olarak kullanılması

Şekil 60. İnşaat şantiyelerinde uygulanan risk analiz formu (BAŞTÜRK, 2019).

- **Sıva işleme:**Duvar işlemi ile iç işlemlerin bitmiş olduğu zaman makineyle veya elle yapılan işlem türüdür. bu sayede bedensel kuvvet gerekli olan bu işlem kişilerde omuz ve kollarda aşırı hareketlenme sonucu ağrılar meydana getirebilir.
- **Fayans, parke ve boya işlemi:** duvar işleminde yapılan malzemelerin taşıma işlemi ile gerçekleştirilir. Boya işlemi yapılırken inşaatın son aşaması olarak iç alanda hem de dış alanda da uygulanır. Günümüzde hala iskele sistemi kurularak bu işlem yapılır ancak uzun boyama malzemeleri yapıldığı zaman kişilerde özellikle omuzların destekleyecek ekipmanlar kullanması ve uygun metotlar izlenmesi gerekir. Şekil 59'da binada yapılan inşaat risk analizi formları gösterilmiştir.

Yasaların sınırlandırmalar ve korumalar getirilen durumlarda risk analizi oluşabilecek iş kazalarının önüne geçmek için fark edip bunları alakalı önlemler alınması açısından oldukça önemlidir. Yapılan işlemler iş sağlığı güvenliği açısından da önemli bir rol oynar.

A. Tesisat işçiliği için belirlenen REBA ve QECyöntem metotların değerlendirilmesi

İnşaat duvarı aşaması bitti sırada tesisat işçileri işini yapmak için sıva altı işlemleri başlatır. Ilk önce yapılan tesisatta kablolar ve borular geçecek olduğu için makinelerin oluk şeklinde açılarak tesisat boruları yapıya uygun şekilde döşenir. Bu işler sırasında boru elemanları ve bağlantı noktaları ön plana çıkar. Şekil 60'da tesisat işçiliği yapılırken eğilerek, çömelerek ve çömelerek dik bir şekilde çalışma yöntemleri incelenir. Bunlar aşağıdaki görselde gösterilmiştir.



Şekil 61. Tesisat işçiliği yapan çalışanın farklı duruş pozisyonları (BAŞTÜRK, 2019).

REBA yöntemiyle tesisat işçilerin çömelerek yere doğru çalışma risk düzeyini düşsek olarak çıktığı için bu sonuca göre iyileştirme yöntemleri gerekir. Yapılan analizler sonucu çömelerek yere doğru çalışma risk ortamını arttırır. Şekil 61'de Reba yöntemine göre hesaplanan puanlandırma maddesi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

GRUP	DURUŞ POZİSYONU AÇIKLAMASI
A2	Öne doğru ya da yanlara eğilme orta seviyededir.
B4	Çok (Bir dakika içinde 8 defa)
C1	Bel hizasından aşağıdadır.
D3	Aşırı
E2	Bilek duruşunda yana eğilme veya bükülme vardır.
F1	Bir dakika içinde 10 defadan azdır.
G3	Devamlı
H1	Hafiftir (Beş kilogramdır veya beş kilogramdan düşüktür).
J3	4 saat süreden yüksektir.
K1	Azdır (1 kg'dan düşük).
L2	Yüksektir (Ayrılardan bazılarının görülmesi gereklidir).
M1	1 saat süreden düşük veya araç kullanımı yoktur.
N1	1 saat süreden düşük veya cihaz kullanımı yoktur.
P2	Bazen
Q2	Az miktarda vardır.

Şekil 62. REBA yöntemiyle yapılan puanlandırma ve değerlendirme sonuçlarını açıklaması (BAŞTÜRK, 2019).

B. Sıva işçiliği REBA ve QECyöntem metotların değerlendirilmesi

Sıva işlemi tesisat ve duvar işlemleri bittikten sonra uygulanan yöntem çeşitlidir. Bu yöntem sayesinde duvar üzerinde alçı ve sıva gibi kaba sıva olarak da adlandırılan sistemler sayesinde yapılan işlemdir.Eskiden klasik yöntemlerle kullanılırken şimdi günümüzde makine sıva işleme yapılmaktadır. Sıva işleminde farklı duruşlar vardır. Şekil 62'de REBA yöntemiyle yapılan puanlandırma ve değerlendirme sonuçlarını açıklaması gösterilmektedir. Bu duruş pozisyonları ise; ayakta çalışırken, ayakta yukarı doğru çalışırken ve ayakta öne doğru çalışırken metotlar incelenir. sıva işleminde ayakta yukarı doğru çalışma için reba yöntem değerlendirme kodları hakkında şekildeki yer aldığı gibi gösterilir. Şekil 63'te bu

uygun yöntem sayesinde yapılan kod değerleri gösterilmektedir. Sıva işçiliği kişinin vücut duruşuna rahatsızlık vermeden uygun yöntemlerle yapılır.

Vücut Bölümü	**Hareket/Duruş**	**Puan**
Gövde	fleksiyon 0-20^0 ekstansiyon 0- 20^0 ve dönme	3
Boyun	fleksiyon >20^0 ekstansiyon > 20^0 ve bükme	3
Bacak	yük iki bacak üstünde	1
Üst Kollar	fleksiyon >90^0, omuz yükseltilmiş, kol dışarı çekilmiş	6
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15^0 ve ekstansiyon >15^0, dönmüş	3

Şekil 63. Ayakta yukarı doğru çalışan bir işçi için REBA yöntemi ve değerlendirme kodları (BAŞTÜRK, 2019).

Bu kodlar sayesinde değerlendirme sonucu oluşan risk düzeyleri hesaplanır ve bu sonuca göre iyileştirme planları yapılır.



Şekil 64. Sıva işçilerin farklı duruş pozisyonları (BAŞTÜRK, 2019).

C. Fayans, parke ve boya işçiliği

Sıva işlemi bittikten sonra binada fayans ve parke döşemeleri yapılır. Bunlar bunun sonucunda özellikle tezgâh gibi desenli bloklar fayanslara kaplanabilir. Geri kalan kısımlar ise parke yapılabilir. Boya işçiliği de iç mekânda olduğu için bu ortak yöntemlerle bir çalışma prensibine sahiptir. Parke veya fayans döşemelerinde farklı duruş pozisyonları vardır. Örneğin fayans ve parke işçiliğinde çömelerek yarı doğru çalışma, çömelerek öne doğru çalışma, ayakta çalışma, eğilerek çalışma, merdivenli ayakta öne ve yukarı doğru çalışma şeklindedir. Şekil 64'te sıva işçilerin farklı duruş pozisyonları gösterilmektedir. Boya için çalışma duruş pozisyonları şu şekildedir: Ayakta öne doğru çalışma şeklinde pozisyonları vardır (https://santiyede.com, 2022). Şekil 65'te. Fayans ve parke işçiliğindeki farklı duruş pozisyonları gösterilmektedir.



Şekil 65. Fayans ve parke işçiliğindeki farklı duruş pozisyonları (BAŞTÜRK, 2019).



Şekil 66. Boya işçiliği farklı vücut duruşları (BAŞTÜRK, 2019).

Ergonomik risk değerlendirmesinde inşaat sektöründe farklı yöntemlerle incelenerek duruş şekilleri analizleri yapılmıştır.En çok kullanılan duruş yöntem olarak REBA ve QEC yöntemleri gerektirdiği risk faktörleri detaylı şekilde incelenip,vücuttaki rahatsızlıkların nerelerde oluştuğu bölgeleri hakkında bilgiler verilmiştir.Bu sayede risk faktörleri hangi hastalıkların rahatsızlığına sebep olacak durumlarda değerlendirmeler yapılarak önlem alınması hedeflenmiştir.Örneğin kalıp dökme işçisinin de belirlenen çömelerek çalışma yapılan ergonomik risk değerlendirmesinin sonucu aşağıdaki şekildeki gibidir.

REBA değerlendirmesi	**Puan**=10 **Risk Düzeyi**=Yüksek **Eylem**=Yakın zamanda gerekli
QEC değerlendirmesi	**Puan**=%97,5 **Risk Düzeyi**=>70% **Eylem**= Araştırılmalı-hemen değişiklik yapılmalı

Şekil 67. Kalıp işçilerinde ergonomik risk değerlendirme sonucu (BAŞTÜRK, 2019).

Kalıp işçilerinde çömelerek çalışma REBA ve QEC yöntemleri ile risk değerlendirme yüksek derecelerde olduğu görülmüş ve yakın zamanda yerleştirilme planları yapılmıştır. Bu sayede uzun süreli tekrarlı işlerde çalışın kişilerde el, bilek kol ve omuz bölgelerde başka değerlendirmeler yapılarak tedavi süreci hakkında bilgiler edinir. Kalıp işçiliğinde ayakta çalışma reba yöntemi ile orta düzeyde çıkmıştır sonuç olarak aynı şekilde QEC yöntemi de değişikliğe

gidilmesi hedeflenmiştir. Bu yüzdelik oranlar ergonomik risk değerlendirmesi aşağıdaki gibidir. Şekil 66'da boya işçiliği farklı vücut duruşları gösterilmektedir

REBA değerlendirmesi	**Puan**=7 **Risk Düzeyi**=Orta **Eylem**=Gerekli
QEC değerlendirmesi	**Puan**=%88,8 **Risk Düzeyi**=>70% **Eylem**= Araştırılmalı-hemen değişiklik yapılmalı

Şekil 68. Ayakta çalışan kalıp işçisinin ergonomik risk değerlendirme sonucu (BAŞTÜRK, 2019).

Kalıp işçiliğinde eğlenerek çalışma sonucu ergonomik riskdeğerlendirmelerinde ayaklar ve belden destek alarak taşıma aletler kullanılmasının önemli rahatsızlıklar meydana getirdiği görülmüş ve bu rahatsızlıklar hakkında gerekli tedavi yöntemlerine başvurulması sonuçlandırmıştır. İş yükündeki ağırlık olarak bel, sırt, kol gibi vücuttaki iskele sistemine yardımcı olan organlarında rahatsızlıklar meydana getirmiştir. Bu çeşit işçilerde kas ve iskelet sistemindeki oluşan zararlı etkilerin önüne geçebilmek için uygun yöntemlerle tedavi edilmesi gerektiği amaçlanır. Sonuç olarak kalıp işçiliğinin, ergonomik risk değerlendirmesinde eğilerek çalışma yönteminde sonuçlar aşağıdaki görselde gösterilmiştir. Şekil 68.Ayakta çalışan kalıp işçisinin ergonomik risk değerlendirme sonucu gösterilmektedir.

REBA değerlendirmesi	**Puan**=7 **Risk Düzeyi**=Orta **Eylem**=Gerekli
QEC değerlendirmesi	**Puan**=%86,4 **Risk Düzeyi**=>70% **Eylem**= Araştırılmalı-hemen değişiklik yapılmalı

Şekil 69. Eğilerek çalışan kalıp işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu (BAŞTÜRK, 2019).

Ergonomik risk değerlendirmesi sonucu kullanılan yöntemler sayesinde kalıp işçileri, en çok omuz, el, bilek gibi uzuvların ciddi zararlar gördüğü hakkında incelemeler yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu kas ve iskelet sistemindeki rahatsızlıkların zararını azaltmak gerektiği vurgulanarak önemli değişiklikler yapılması gerektiği hedefine varılmıştır. Bu sayede yüksek derece zarar gören işçilerin titreşime bağlı en çok aşınma oldukları el ve kol bölgelerindeki uzuvları hakkında iyileştirici işlemler yapılması önemlidir. Sadece kalıp işçisinde değil demir işçiliği için de belirlenen ayakta çalışma

değerlendirmeleri yapılmış bu değerlendirmeler sonucu ergonomik risk değerlendirmesinde yüksek olduğu belirlenmiştir. Demir işçiliği diğer işçilikleri göre daha fazla yükün meydana gelmesi sonucu çalışan işçilerin vücut ağırlığındaki şekil kayıplarına yol açma durumu olabilir. Çünkü yapılan işlemler sırasında vücut bütünlüğü korunması gerekir. Bu işlemlerde doğru kişiyi seçmek he doğru pozisyonlarla yapmak gerekir ergonomik risk değerlendirmesinde ayakta çalışma yapan demir işçisinin risk değer sonuçları aşağıdaki gibidir (https://www.newtonmakine.com.tr, 2022). Şekil 69'da eğilerek çalışan kalıp işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu gösterilmektedir.

REBA değerlendirmesi	**Puan**=10 **Risk Düzeyi**=Yüksek **Eylem**=Yakın ZamandaGerekli
QEC değerlendirmesi	**Puan**=%89,5 **Risk Düzeyi**=>70% **Eylem**= Araştırılmalı-hemen değişiklik yapılmalı

Şekil 70. Ayakta çalışan demir işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu (BAŞTÜRK, 2019).

Ayrıca duvar işçiliğinde belirlenen eğilerek çalışma sistemi REBA ve QEC yöntemleri ile yüksek derecede riskli olduğu saptanmış ve bu yöntemlerin iyileştirilmesi hususunda karar alınmıştır. Sayede uzun süre çalışan işçilerinin vücut iskelet sistemindeki rahatsızlıkların önüne geçerek daha verimli iş yükü planlanabilir. Aksine yapıldığı durumlarda hem kişinin sağlığı hem de çevreye yaptığı işteki durumu zarar görebilir. Duvar işçiliğinde eğilerek çalışma sonucunda oluşan ergonomik risk değerlendirmesi aşağıdaki gibidir. Şekil 70.Ayakta çalışan demir işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu gösterilmektedir.

REBA değerlendirmesi	**Puan**=10 **Risk Düzeyi**=Yüksek **Eylem**=Yakın ZamandaGerekli
QEC değerlendirmesi	**Puan**=%73,4 **Risk Düzeyi**=>70% **Eylem**= Araştırılmalı-hemen değişiklik yapılmalı

Şekil 71. Eğilerek çalışan duvar işçinin ergonomik risk değerlendirme sonucu (BAŞTÜRK, 2019).

Sonuç olarak yapılan ergonomik risk değerlendirmelerinde inşaatın her aşamasında REBA ve QEC yöntemleri değerlendirmeleri yapılarak puan ortalamalarına bakılıp ve bu risk düzeylerini birleştirme hedeflenmiştir. Bu sistemler sayesinde inşaattaki devamlılığını sağlayarak çalışan işçilerin vücut

rahatsızlıklarının en aza indirgenmesi hedeflenmiştir. Yöntemler geliştirilerek çevreye ve çalışan işçilere göre çeşitlenir. Örneğin, yol inşaatında önemli ekipmanlar bulunmazsa kişi kendine zarar verebilir ya da çevreye zararı olur. Diğer örnek ise inşaatta çalışan işçilerin yanlış duruş pozisyonlarından dolayı programlı ve düzenli çalışmadığı zaman işteki performansı azalmıştır. Verimlilik en aza indirgenerek ergonomik risk faktörleri yüksek derecelere çıkar. Bu gibi rahatsızlıkların veya kazaların önüne geçebilmek için ergonomik yöntemlere katkı sağlayacak faktörler sayesinde daha düzenli, programlı ve insanı yormayacak şekilde düzenlenerek yapılan sistem uygulanmalıdır.

XV. İNŞAAT YAPIMI SIRASINDA REBA VE OWAS YÖNTEMLERİNİN KARŞILASTIRILMASI ÜZERİNE ÇALIŞMAMIZ

A. Ayakta kalıp sökümü sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Beton dökülme işleminden sonra kalıp sökme süresi, sökülmesi işlemine kadar geçen süreye denir. Beton gerekli dayanıma ulaşana kadar kalıplar ayakta tutan kalıp elemanları yardımcı olur.Kalıp sökme işleminde süre önemli bir faktördür.Kalıpların yükünde ve çalışan işçilerin yükünü, kullanılan malzemenin yükü gibi bilgiler içerir.

1. Çömelerek Kalıp İşçiliği Çalışma İçin REBA Yöntemi Değerlendirmesi

REBA yöntemi değerlendirmesinde Şekil 43'te belirtilen REBA Yöntemi Hareket/Duruş Puanları kodları belirlenip kullanılmıştır.

Çizelge 10. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve Kodlar

Vücut Bölümü	Hareket/Duruş	Puan
Gövde	fleksiyon 20-60^0 arası ve ekstansiyon >20^0	4
Boyun	fleksiyon >20^0 ve ekstansiyon >20^0	2
Bacak	yük iki bacak üstünde fakat >60^0 bir kırılma var	3
Üst Kollar	fleksiyon >90^0 ve omuz yükseltilmiş	3
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15 ve ekstansiyon >15^0	2



Şekil 72. Kalıp İşçisi - Çömelerek Çalışma

Çizelge 11. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Boyun Durumu											
	1				2				3			
Gövde	**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Çizelge 12. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Alt Kollar					
	1			2		
Üst Kollar	**Bilekler**					
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	[illegible]	.	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Çizelge 13. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması

	Açıklama	**Puan**
Yük/Kuvvet	<5 kg	2
Yük Kavrama	Elle iyi kavrama, Orta vade güçlü kavrama	0
Hareket	Bir veya birden çok vücut kısmı durağansa, tekrarlanan eylem (çekiç kullanma)	1

Grup A puanlaması 7 çıkmıştır. Üzerine yük/kuvvet puanı ekleyerek 7+2=9 sonucu ortaya çıkmıştır. Grup B puamlanması sonucu 5 çıkmıştır. Üzerine yük kavrama puanı ekleyerek 5+0=5 sonucu ortaya çıkmıştır. Sonrasında REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi ile grup A ve B için 10 sonucuna varılmıştır.

Çizelge 14. Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çömelerek Çalışma REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi

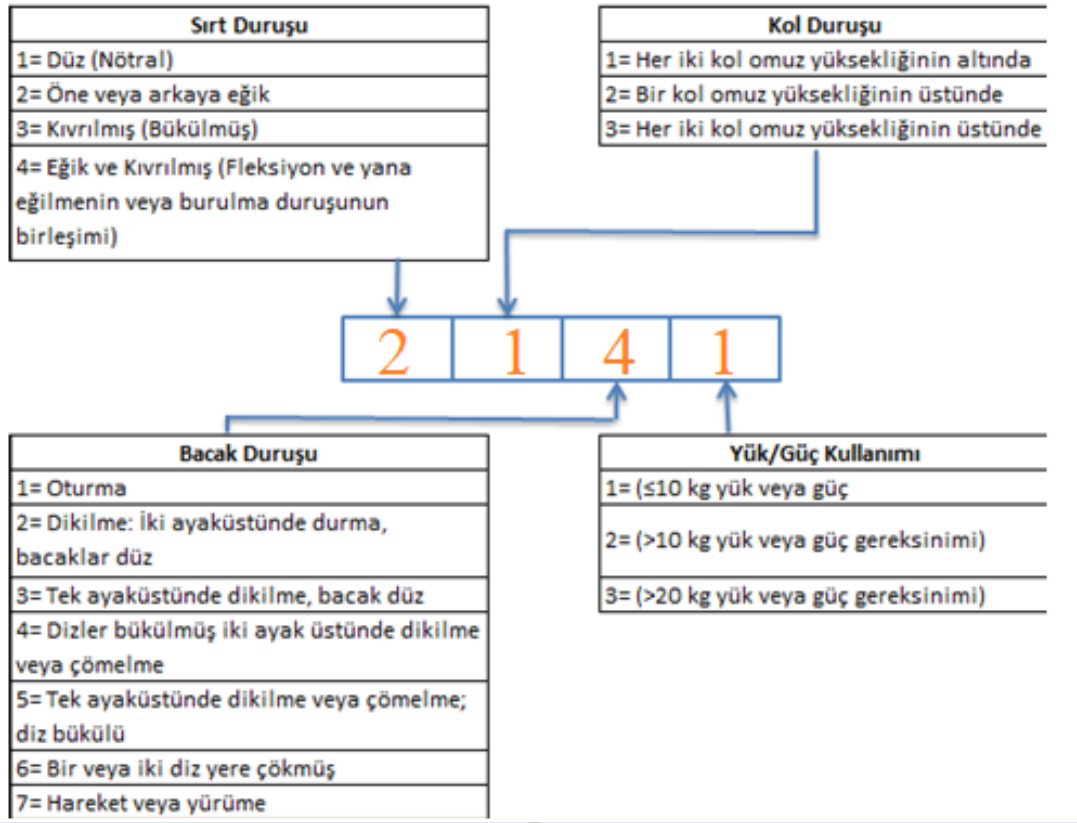
		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çzelge 14'den elde edilen puana hareket puanı da eklenerek, REBA yöntemi puanlama diyagramında analiz edildiğinde REBA 11 puanı olarak elde edilmektedir.

REBA yöntemi ile değerlendirme sonucunda kalıp işçiliği için belirlenen risk düzeyi çok yüksek olarak çıkmaktadır. Bu sonuca göre yakın zamanda bu iş için iyileştirme gerektirmektedir.

B. Çömelerek Kalıp İşçiliği İçin Belirlenen Çalışma OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Sayısal hale dönüştürülen duruşlar şekil 36'daki kodlama sistemine uygun olarak kodlanır.



Şekil 73. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması

Çizelge 15. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu

			Bacaklar																				
			1			2			3			4			5			6			7		
			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet		
		Kollar	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sırt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
		3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
		3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
	4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Çizelge 15 aracılığı ile 4 farklı eylem sınıfı (Kategorisi) belirlenebilir. Bu eylem sınıfları Çizelge 16'da özetlenmiştir.

Çizelge 16. OWAS Metodu Eylem Sınıfları (Kategorileri)

Kategori	Açıklama
Kategori 1	Çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye gerek yoktur.
Kategori 2	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç olacaktır.
Kategori 3	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.
Kategori 4	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

OWAS yöntemi ile değerlendirme sonucunda kalıp işçiliği için belirlenen çömelerek çalışma için kategori 3 çıkmıştır. Bunun sonucunda, çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.

C. Sıva işçliği sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Sıva işçiliği sırasında, yapılan işleme göre sıva farklılık gösterir. Yapıyı dış etkenlere karşı koruması sayasinde binanın dayanıklılığını arttırır.

1. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi Değerlendirmesi

REBA yöntemi değerlendirmesinde 43'te belirtilen REBA Yöntemi Hareket/Duruş Puanları kodları belirlenip kullanılmıştır.

Çizelge 17. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve Kodlar

Vücut Bölümü	Hareket/Duruş	Puan
Gövde	fleksiyon 20-60^0 arası ve ekstansiyon >20^0	5
Boyun	fleksiyon >20^0 ve ekstansiyon >20^0	3
Bacak	yük iki bacak üstünde fakat >60^0 bir kırılma var	2
Üst Kollar	fleksiyon >90^0 ve omuz yükseltilmiş	6
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15 ve ekstansiyon >15^0	3



Şekil 74. Sıva İşçisi - Ayakta Çalışma

Çizelge 18. Sıva işçiliğinde REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Boyun Durumu											
	1				2				3			
Gövde	**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Çizelge 19. Sıva işçiliğinde REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Alt Kollar					
	1			2		
Üst Kollar	**Bilekler**					
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Çizelge 20. Sıva işçiliğinde REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması

	Açıklama	**Puan**
Yük/Kuvvet	<5 kg	1
Yük Kavrama	Elle iyi kavrama, Orta vade güçlü kavrama	1
Hareket	Bir veya birden çok vücut kısmı durağansa, tekrarlanan eylem (çekiç kullanma)	1

Grup A puanlaması 8 çıkmıştır. Üzerine yük/kuvvet puanı ekleyerek 8+1=9 sonucu ortaya çıkmıştır. Grup B puamlanması sonucu 9 çıkmıştır. Üzerine yük kavrama puanı ekleyerek 9+1=10 sonucu ortaya çıkmıştır. Sonrasında REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi ile grup A ve B için 12 sonucuna varılmıştır.

Çizelge 21. Sıva işçliğinde REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi

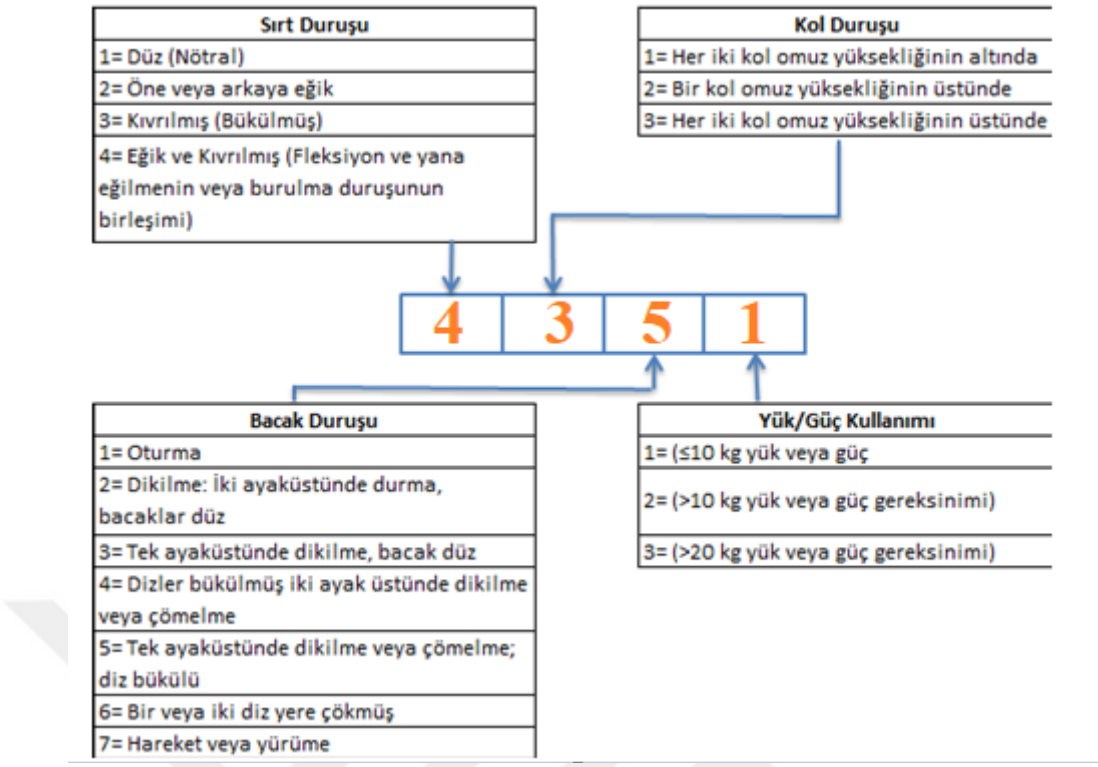
		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çizelge 21'den elde edilen puana hareket puanı da eklenerek, REBA yöntemi puanlama diyagramında analiz edildiğinde REBA puanı 13 olarak elde edilmektedir.

REBA yöntemi ile değerlendirme sonucunda sıva işçiliği için belirlenen risk düzeyi çok yüksek olarak çıkmaktadır. Bu sonuca göre yakın zamanda bu iş için iyileştirme gerektirmektedir.

2. Sıva işçliğinde OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Sayısal hale dönüştürülen duruşlar şekil 36'daki kodlama sistemine uygun olarak kodlanır.



Şekil 75. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması

Çizelge 22. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu

			Bacaklar																				
			1			**2**			**3**			**4**			**5**			**6**			**7**		
			Kuvvet			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**		
		Kollar	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Sırt	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
	2	**1**	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
		3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
		3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
	4	**1**	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Çizelge 22 aracılığı ile 4 farklı eylem sınıfı (Kategorisi) belirlenebilir. Bu eylem sınıfları Çizelge23'te özetlenmiştir.

Çizelge 23. OWAS Metodu Eylem Sınıfları (Kategorileri)

Kategori	Açıklama
Kategori 1	Çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye gerek yoktur.
Kategori 2	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç olacaktır.
Kategori 3	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.
Kategori 4	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

OWAS yöntemi ile değerlendirme sonucunda sıva işçiliği için belirlenen çalışma için kategori 4 çıkmıştır. Bunun sonucunda, çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

D. Ayakta kalıp çakılması sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Ayakta kalıp çakılmasında kalıpların projeye uygunluğu olmasını sağlamak için istenilen şekli vermek ve üzerinde geçici olarak yapılan kalıp çakma işlemi şekillerine göre elemanları vardır. Elemanlar sayesinde çakılma sırasında olması gereken duruş dikkat edilmesi gerekir (https://insapedia.com, UR2022).

1. Kalıp çakılması sırasında REBA Yöntemi Değerlendirmesi

REBA yöntemi değerlendirmesinde Şekil 43'te belirtilen REBA Yöntemi Hareket/Duruş Puanları kodları belirlenip kullanılmıştır.

Çizelge 24. Ayakta kalıp çakılması sırasında REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve Kodlar

Vücut Bölümü	Hareket/Duruş	Puan
Gövde	fleksiyon 20-60^0 arası ve ekstansiyon >20^0	5
Boyun	fleksiyon >20^0 ve ekstansiyon >20^0	3
Bacak	yük iki bacak üstünde fakat >60^0 bir kırılma var	4
Üst Kollar	fleksiyon >90^0 ve omuz yükseltilmiş	5
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15 ve ekstansiyon >15^0	2



Şekil 76. Kalıp İşçisi – kalıp çakma

Çizelge 25. Ayakta Kalıp Çakılması İçin Belirlenen REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Boyun Durumu											
	1				2				3			
Gövde	**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Çizelge 26. Ayakta Kalıp Çakılması İçin Belirlenen REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Alt Kollar					
	1			2		
Üst Kollar	**Bilekler**					
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	-		5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Çizelge 27. Ayakta Kalıp Çakılması İçin Belirlenen REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması

	Açıklama	**Puan**
Yük/Kuvvet	<5 kg	1
Yük Kavrama	Elle iyi kavrama, Orta vade güçlü kavrama	1
Hareket	Bir veya birden çok vücut kısmı durağansa, tekrarlanan eylem (çekiç kullanma)	1

Grup A puanlaması 9 çıkmıştır. Üzerine yük/kuvvet puanı ekleyerek 9+1=10 sonucu ortaya çıkmıştır. Grup B puamlanması sonucu 8 çıkmıştır. Üzerine yük kavrama puanı ekleyerek 8+1=9 sonucu ortaya çıkmıştır. Sonrasında REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi ile grup A ve B için 12 sonucuna varılmıştır.

Çizelge 28. Ayakta Kalıp Çakılması İçin REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi

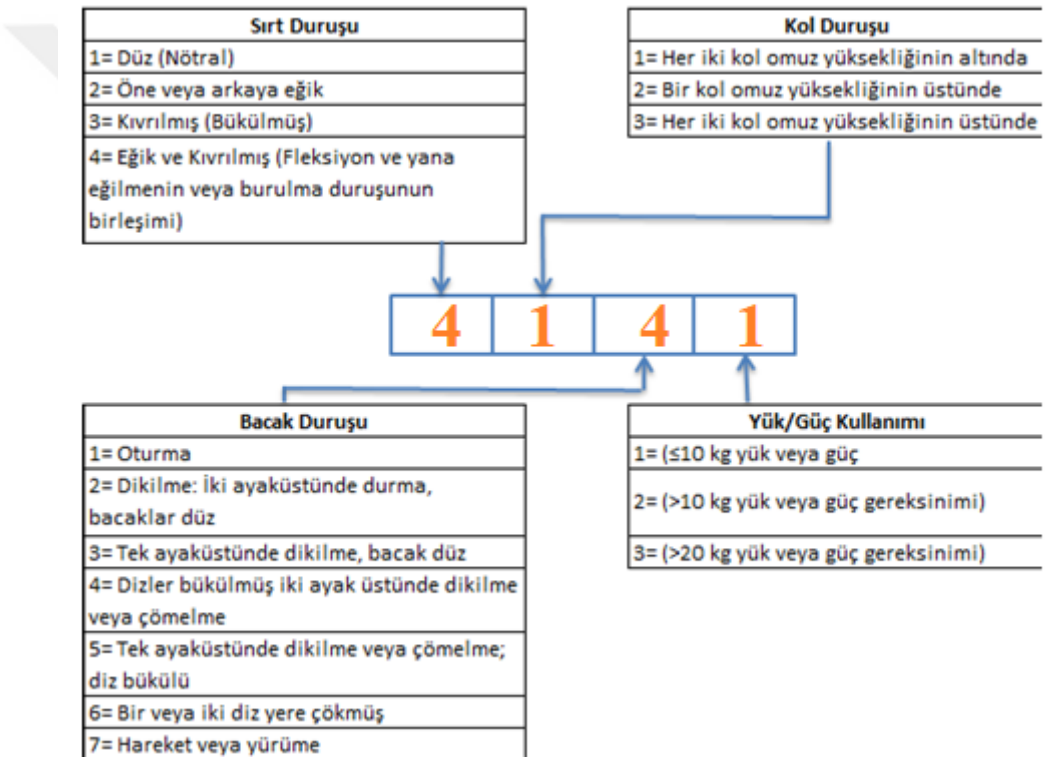
		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çizelge 28'den elde edilen puana hareket puanı da eklenerek, REBA yöntemi puanlama diyagramında analiz edildiğinde REBA puanı 13 olarak elde edilmektedir.

REBA yöntemi ile değerlendirme sonucunda ayakta kalıp çakılması işçiliği için belirlenen risk düzeyi çok yüksek olarak çıkmaktadır. Bu sonuca göre yakın zamanda bu iş için iyileştirme gerektirmektedir.

2. Ayakta kalıp çakılması OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Sayısal hale dönüştürülen duruşlar şekil 36'daki kodlama sistemine uygun olarak kodlanır.



Şekil 77. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması

Çizelge 29. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu

			Bacaklar																				
			1			2			3			4			5			6			7		
			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet		
		Kollar	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sırt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
		3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
		3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
	4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Çİzelge 29 aracılığı ile 4 farklı eylem sınıfı (Kategorisi) belirlenebilir. Bu eylem sınıfları Çizelge 30'da özetlenmiştir.

Çizelge 30. OWAS Metodu Eylem Sınıfları (Kategorileri)

Kategori	Açıklama
Kategori 1	Çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye gerek yoktur.
Kategori 2	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç olacaktır.
Kategori 3	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.
Kategori 4	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

OWAS yöntemi ile değerlendirme sonucunda ayakta kalıp çakılması için eylem sınıfı kategori 4 çıkmıştır. Bunun sonucunda, çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

E. Demir profil taşınması sırasında REBA ve OWASMetotlarının Değerlendirilmesi

Demir profiller birçok alanda kullanım kolaylığı sağlar. Özellikle fiyatının düşük olması ve yüksek dayanıklılığı sayesinde, yapılan yapıtlarının başında ana malzeme olarak bulunur. Büyük projelerde demirin paslanmaz özelliği ve dayanıklılığı sayesinde çeşitli alanlara yayılım gösterir (https://www.newtonmakine.com.tr, 2022).

1. Demir profil taşınması REBA Yöntemi Değerlendirmesi

REBA yöntemi değerlendirmesinde Şekil 43'te belirtilen REBA Yöntemi Hareket/Duruş Puanları kodları belirlenip kullanılmıştır.

Çizelge 31. Demir profil taşınmasında REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve kodlar

Vücut Bölümü	Hareket/Duruş	Puan
Gövde	fleksiyon 20-60^0 arası ve ekstansiyon >20^0	4
Boyun	fleksiyon >20^0 ve ekstansiyon >20^0	2
Bacak	yük iki bacak üstünde fakat >60^0 bir kırılma var	4
Üst Kollar	fleksiyon >90^0 ve omuz yükseltilmiş	4
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15 ve ekstansiyon >15^0	3

Şekil 78. Demir İşçisi – Demir profil tasınması

Çizelge 32. Demir profil taşınması REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Boyun Durumu											
	1				2				3			
Gövde	**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Çizelge 33. Demir profil taşınması REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Alt Kollar					
	1			2		
Üst Kollar	**Bilekler**					
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	[illegible]	.	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Çizelge 34. Demir profil taşınması REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması

	Açıklama	**Puan**
Yük/Kuvvet	<5 kg	3
Yük Kavrama	Elle iyi kavrama, Orta vade güçlü kavrama	2
Hareket	Bir veya birden çok vücut kısmı durağansa, tekrarlanan eylem (çekiç kullanma)	1

Grup A puanlaması 8 çıkmıştır. Üzerine yük/kuvvet puanı ekleyerek 8+3=11 sonucu ortaya çıkmıştır. Grup B puamlanması sonucu 9 çıkmıştır. Üzerine yük kavrama puanı ekleyerek 7+2=9 sonucu ortaya çıkmıştır. Sonrasında REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi ile grup A ve B için 12 sonucuna varılmıştır.

Çizelge 35. Demir profil taşınması REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi

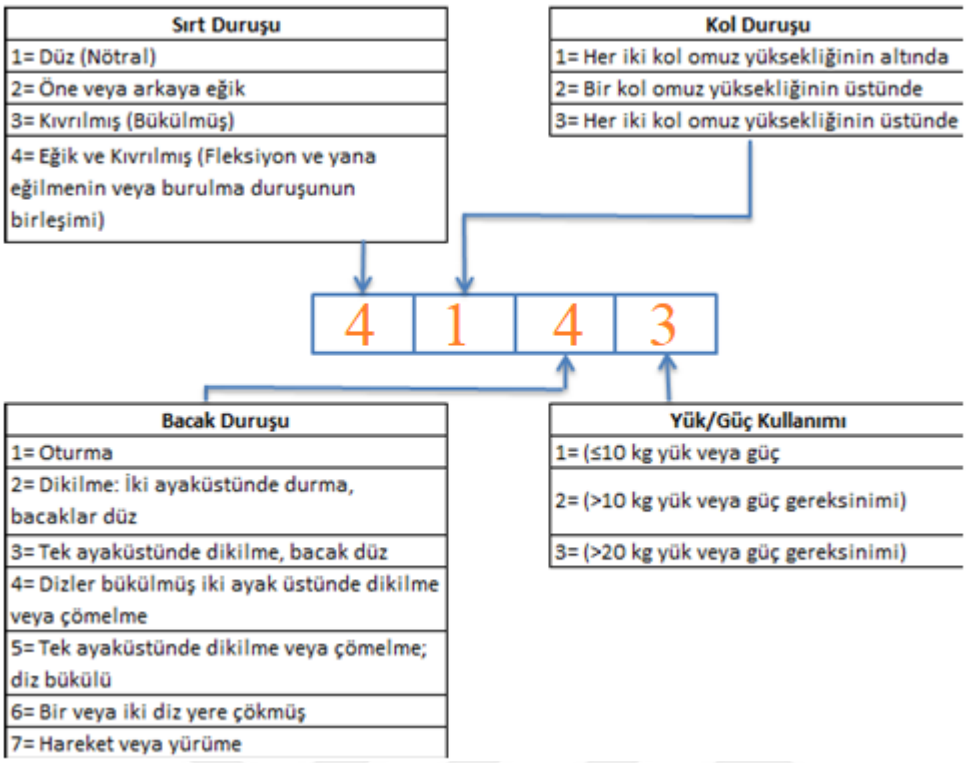
		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çizelge 35'ten elde edilen puana hareket puanı da eklenerek, REBA yöntemi puanlama diyagramında analiz edildiğinde REBA puanı 13 olarak elde edilmektedir.

REBA yöntemi ile değerlendirme sonucunda demir profil taşınması işçiliği için belirlenen risk düzeyi çok yüksek olarak çıkmaktadır. Bu sonuca göre yakın zamanda bu iş için iyileştirme gerektirmektedir.

2. Demir profil taşınması OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Sayısal hale dönüştürülen duruşlar şekil 36'daki kodlama sistemine uygun olarak kodlanır.



Şekil 79. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması

Çizelge 36. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu

			Bacaklar																				
			1			**2**			**3**			**4**			**5**			**6**			**7**		
			Kuvvet			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**		
		Kollar	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Sırt	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
	2	**1**	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
		3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
		3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
	4	**1**	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Çizelge 36 aracılığı ile 4 farklı eylem sınıfı (Kategorisi) belirlenebilir. Bu eylem sınıfları Çizelge 37'de özetlenmiştir.

Çizelge 37. OWAS Metodu Eylem Sınıfları (Kategorileri)

Kategori	Açıklama
Kategori 1	Çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye gerek yoktur.
Kategori 2	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç olacaktır.
Kategori 3	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.
Kategori 4	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

OWAS yöntemi ile değerlendirme sonucunda demir profil taşınması için eylem sınıfı kategori 4 çıkmıştır. Bunun sonucunda, çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

F. Demir işçiliği sırasında REBA ve OWASMetotlarının Değerlendirilmesi

Demir günümüzde en çok kullanılan binaların yapı malzemelerinden biridir. Demir bükme yöntemleri pratik ve kolay şekilde kesme işlemini gerçekleştirmek için demir işçiliği önemli faktörler arasında yerini alır. Çeşitli yöntemleri vardır demir bükme makinesi gibi devamlı kullanımda yüksek performans gösteren cihazlar sayesinde profesyonel hedef amaçlanır (https://www.newtonmakine.com.tr, 2022).

1. Demir işçiliği REBA Yöntemi Değerlendirmesi

REBA yöntemi değerlendirmesinde Şekil 43'te belirtitilen REBA Yöntemi Hareket/Duruş Puanları kodları belirlenip kullanılmıştır.

Çizelge 38. Demir işçiliğinde REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve kodlar

Vücut Bölümü	Hareket/Duruş	Puan
Gövde	fleksiyon 20-60^0 arası ve ekstansiyon >20^0	4
Boyun	fleksiyon >20^0 ve ekstansiyon >20^0	3
Bacak	yük iki bacak üstünde fakat >60^0 bir kırılma var	4
Üst Kollar	fleksiyon >90^0 ve omuz yükseltilmiş	5
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15 ve ekstansiyon >15^0	3



Şekil 80. Demir işçiliği

Çizelge 39. Demir işçiliği REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Boyun Durumu											
	1				2				3			
Gövde	**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Çizelge 40. Demir işçiliği REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Alt Kollar					
	1			2		
Üst Kollar	**Bilekler**					
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
-	-	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Çizelge 41. Demir işçiliği REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması

	Açıklama	**Puan**
Yük/Kuvvet	<5 kg	1
Yük Kavrama	Elle iyi kavrama, Orta vade güçlü kavrama	1
Hareket	Bir veya birden çok vücut kısmı durağansa, tekrarlanan eylem (çekiç kullanma)	1

Grup A puanlaması 9 çıkmıştır. Üzerine yük/kuvvet puanı ekleyerek 9+1=10 sonucu ortaya çıkmıştır. Grup B puamlanması sonucu 8 çıkmıştır. Üzerine yük kavrama puanı ekleyerek 8+1=9 sonucu ortaya çıkmıştır. Sonrasında REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi ile grup A ve B için 12 sonucuna varılmıştır.

Çizelge 42. Demir işçiliği REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi

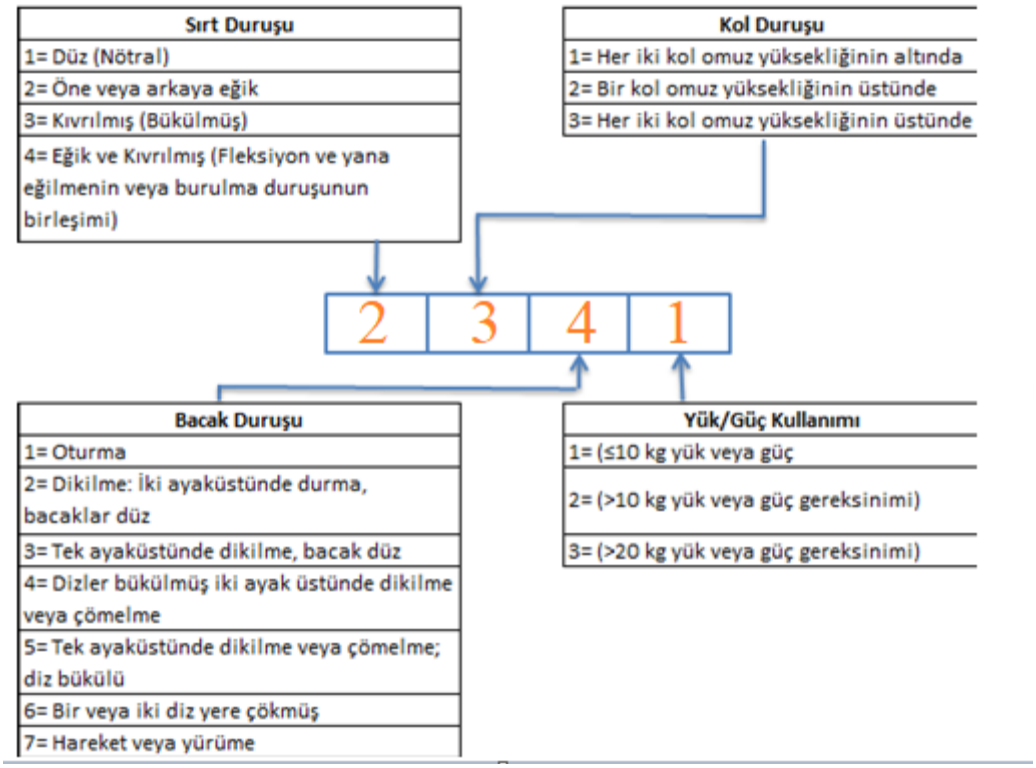
		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çizelge 42'den elde edilen puana hareket puanı da eklenerek, REBA yöntemi puanlama diyagramında analiz edildiğinde REBA puanı 13 olarak elde edilmektedir.

REBA yöntemi ile değerlendirme sonucunda demir işçiliği için risk düzeyi çok yüksek olarak çıkmaktadır. Bu sonuca göre yakın zamanda bu iş için iyileştirme gerektirmektedir.

2. Demir işçiliğinde OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Sayısal hale dönüştürülen duruşlar şekil 36'daki kodlama sistemine uygun olarak kodlanır.



Şekil 81. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması

Çizelge 43. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu

			Bacaklar																				
			1			2			3			4			5			6			7		
			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet			Kuvvet		
		Kollar	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sırt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
		3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
		3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
	4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Çizelge 43 aracılığı ile 4 farklı eylem sınıfı (Kategorisi) belirlenebilir. Bu eylem sınıfları Çizelge 44'de özetlenmiştir.

Çizelge 44. OWAS Metodu Eylem Sınıfları (Kategorileri)

Kategori	Açıklama
Kategori 1	Çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye gerek yoktur.
Kategori 2	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç olacaktır.
Kategori 3	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.
Kategori 4	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

OWAS yöntemi ile değerlendirme sonucunda demir işçiliği için eylem sınıfı kategori 3 çıkmıştır. Bunun sonucunda, çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.

G. Boya yapımı sırasında REBA ve OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Boya yapımında yapılacak boya yüzeyi sıva işleminin pürüzsüz ve düzgün yapılması sonucunda gerçekleşmelidir zımpara işlemi düzgün olması istenilen bölgede verim alınamaz buraya yapılacak bölgeye ne kadar düzgün olursa boyanın görünümünde o şekilde düzgün olacaktır (https://santiyede.com, 2022).

1. Boya yapımı REBA Yöntemi Değerlendirmesi

REBA yöntemi değerlendirmesinde 43'te belirtilen REBA Yöntemi Hareket/Duruş Puanları kodları belirlenip kullanılmıştır.

Çizelge 45. Boya yapımı REBA Yöntemi Değerlendirmesi Duruş ve kodlar

Vücut Bölümü	Hareket/Duruş	Puan
Gövde	fleksiyon 20-60^0 arası ve ekstansiyon >20^0	4
Boyun	fleksiyon >20^0 ve ekstansiyon >20^0	3
Bacak	yük iki bacak üstünde fakat >60^0 bir kırılma var	4
Üst Kollar	fleksiyon >90^0 ve omuz yükseltilmiş	5
Alt Kollar	fleksiyon <60^0 ve ekstansiyon >100^0	2
Bilek	fleksiyon >15 ve ekstansiyon >15^0	2



Şekil 82. Boya işçiliği- Boya yapımı

Çizelge 46. Boya yapımı REBA Yöntemi ile Grup A Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Boyun Durumu											
	1				2				3			
Gövde	**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**				**Bacakların Durumu**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Çizelge 47. Boya yapımı REBA Yöntemi ile Grup B Vücut Kısımlarının Puanlandırılması

	Alt Kollar					
	1			2		
Üst Kollar	**Bilekler**					
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Çizelge 48. Boya yapımı REBA Yöntemi Yük/Kuvvet, Yük Kavrama ve Hareket Puanlaması

	Açıklama	**Puan**
Yük/Kuvvet	<5 kg	0
Yük Kavrama	Elle iyi kavrama, Orta vade güçlü kavrama	1
Hareket	Bir veya birden çok vücut kısmı durağansa, tekrarlanan eylem (çekiç kullanma)	1

Grup A puanlaması 9 çıkmıştır. Üzerine yük/kuvvet puanı ekleyerek 9+0=9 sonucu ortaya çıkmıştır. Grup B puamlanması sonucu 8 çıkmıştır. Üzerine yük kavrama puanı ekleyerek 8+1=9 sonucu ortaya çıkmıştır. Sonrasında REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi ile grup A ve B için 11 sonucuna varılmıştır.

Çizelge 49. Boya yapımı REBA Yöntemi ile Hesaplanan Ortak Puanlandırma Matrisi

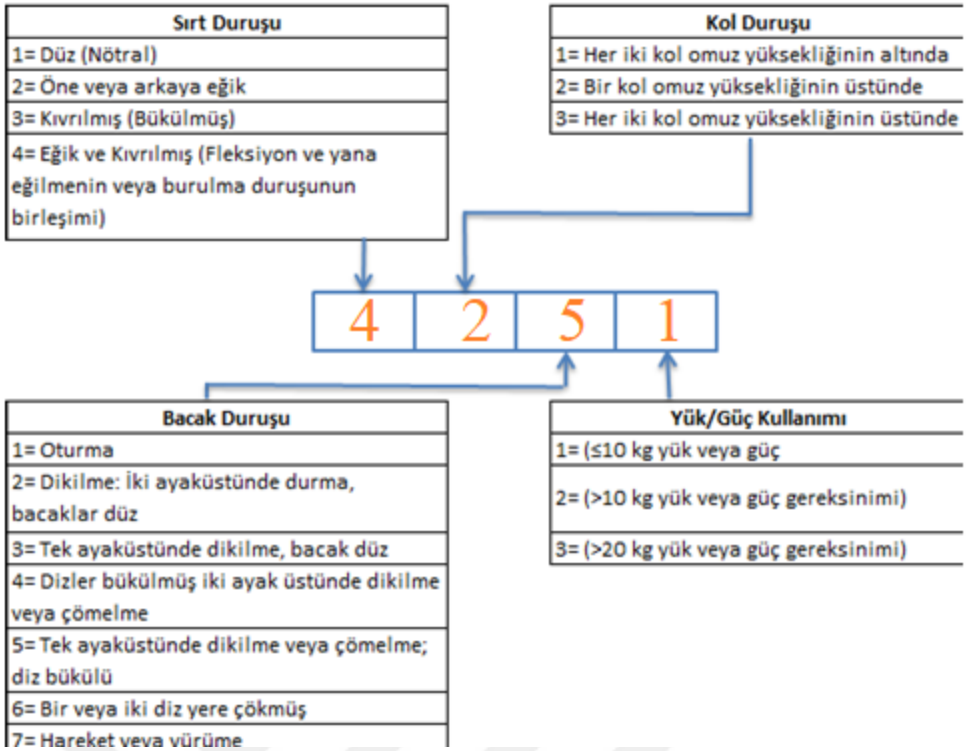
		Grup B Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GRUP A Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çizelge 49'dan elde edilen puana hareket puanı da eklenerek, REBA yöntemi puanlama diyagramında analiz edildiğinde REBA puanı 12 olarak elde edilmektedir.

REBA yöntemi ile değerlendirme sonucunda boya yapımı için belirlenen risk düzeyi çok yüksek olarak çıkmaktadır. Bu sonuca göre yakın zamanda bu iş için iyileştirme gerektirmektedir.

2. Boya yapımı sırasında OWAS Metotlarının Değerlendirilmesi

Sayısal hale dönüştürülen duruşlar şekil 36'daki kodlama sistemine uygun olarak kodlanır.



Şekil 83. OWAS Metodunda Çalışma Duruş Kodlaması

Çizelge 50. OWAS Yöntemi Ortak Etki Eylem Kodu

			Bacaklar																				
			1			**2**			**3**			**4**			**5**			**6**			**7**		
			Kuvvet			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**			**Kuvvet**		
		Kollar	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Sırt	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
	2	**1**	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
		3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
		3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
	4	**1**	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Çizelge 50 aracılığı ile 4 farklı eylem sınıfı (Kategorisi) belirlenebilir. Bu eylem sınıfları Çizelge 51 de özetlenmiştir.

Çizelge 51. OWAS Metodu Eylem Sınıfları (Kategorileri)

Kategori	Açıklama
Kategori 1	Çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye gerek yoktur.
Kategori 2	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç olacaktır.
Kategori 3	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.
Kategori 4	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

OWAS yöntemi ile değerlendirme sonucunda boya yapımı için eylem sınıfı kategori 4 çıkmıştır. Bunun sonucunda, çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

XVI. SONUÇLAR

Çalışanların etkileşimde bulunduğu bütün unsurları çalışanların daha konforlu, güvenli ve verimli çalışabilmesi için en iyilemeyi hedef edinen ergonomi bilimindeki önemli konulardan birisi de ergonomik risk değerlendirmedir. Son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının artmasıyla birlikte konu daha da fazla önem kazanmıştır. Bu çalışma kapsamında risk düzeyinin yüksek olduğu inşaat sektörü ele alınmış ve ergonomik risk değerlendirme tekniklerinin karşılaştırmalı uygulaması yapılmıştır.

Yöntemlerin duruşlar karşılında uygulanması sonucunda her birinde farklı sonuçlar çıktığı gözlemlenmiştir. Bunlardan bazıları birbiri ile uyumlu bazıları ise birbirinden alakasız sonuçlar ortaya koymuşlardır. Bunun sebebi her birinin kriterlerinin ve baz aldığı değerlerin farklı oluşundan kaynaklanmaktadır. Bunun yanında her bir yöntem sonucunu etkileyen birimlerin hassasiyetinin de farklı olduğu görülmüştür.

Çalışmanın kapsamında REBA ve OWAS yöntemleri araştırılmıştır. Yapılan araştırmada 6 farklı işçilik için karşılaştırma yapılmış ve REBA sonucunda yüksek risk bulunan işlerde OWAS göre bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaçlar ortaya çıkmıştır.

Ergonomik olarak demirleri kaldırma taşıma ve indirme pozisyonları incelendiğinde en riskli pozisyonun demir çubukları indirme ve kaldırma indirme ve kaldırma anında meydana geldiği belirlemiştir. Ergonomik olarak demirleri kaldırma taşıma ve indirme pozisyonları incelendiğinde en riskli pozisyonun demir çubukları indirme ve kaldırma indirme ve kaldırma anında meydana geldiği belirlemiştir. Ergonomik olarak demirleri kaldırma taşıma ve indirme pozisyonları incelendiğinde en riskli pozisyonun demir çubukları indirme ve kaldırma indirme ve kaldırma anında meydana geldiği belirlemiştir.

Sıva yapma işinde ergonomik olarak risk oluşturan temel hareket sıva bitimlerinde sıva almak için dönme gerektirmesidir. Bununla birlikte sıvanın

duvara yapışması için bilek hareketi ile sıvanın duvara çarpılması ve sıva yapılacak noktaya göre eğilme/uzanma gerektirmesi diğer ergonomik risk arttıran hareketler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sıva yapma işinde ergonomik olarak risk oluşturan temel hareket sıva bitimlerinde sıva almak için dönme gerektirmesidir. Bununla birlikte sıvanın duvara yapışması için bilek hareketi ile sıvanın duvara çarpılması ve sıva yapılacak noktaya göre eğilme/uzanma gerektirmesi diğer ergonomik risk arttıran hareketler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sıva yapma işinde ergonomik olarak risk oluşturan temel hareket sıva bitimlerinde sıva almak için dönme gerektirmesidir. Bununla birlikte sıvanın duvara yapışması için bilek hareketi ile sıvanın duvara çarpılması ve sıva yapılacak noktaya göre eğilme/uzanma gerektirmesi diğer ergonomik risk arttıran hareketler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sıva yapma işinde ergonomik olarak risk oluşturan temel hareket sıva bitimlerinde sıva almak için dönme gerektirmesidir. Bununla birlikte sıvanın duvara yapışması için bilek hareketi ile sıvanın duvara çarpılması ve sıva yapılacak noktaya göre eğilme/uzanma gerektirmesi diğer ergonomik risk arttıran hareketler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sıva yapma işinde ergonomik olarak risk oluşturan temel hareket sıva bitimlerinde sıva almak için dönme gerektirmesidir. Bununla birlikte sıvanın duvara yapışması için bilek hareketi ile sıvanın duvara çarpılması ve sıva yapılacak noktaya göre eğilme/uzanma gerektirmesi diğer ergonomik risk arttıran hareketler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ergonomik risk değerlendirme metotlarının uygulanması ile her bir işlem için risk puanı elde edilmiştir. Ancak sadece çalışanların duruş ve ekipmanla ilgili ergonomik riskleri değerlendirilmiş ve işyerlerindeki psikolojik faktörler çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışma iş yerinde psikolojik faktörler değerlendirilerek daha da genişletilebilir. Bu çalışmada inşaat sürecindeki sık tekrarlanan aktivitelere odaklanılmıştır.

XVII.KAYNAKÇA

KİTAPLAR

ALTINEL, H. (2015). ‘‘**İş Sağlığı ve Güvenliği**’’, Detay Yayıncılık, 3. Baskı.

ÇİMEN, A. (1994). ‘‘**Anatomi**’’, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 4. Baskı, Bursa.

MAKALELER

BERNACKİ, E.J., GUİDERA, J.A., SCHAEFER, J.A., LAVİN, R.A., TSAİ, S.P. (1999). **‘’An Ergonomics Program Designed to Reduce The İncidence of Upper Extremity Work Related Musculoskeletal Disorders’’**, J Occup Environ Med, 41(12):1032-41.

BERNARD, B.P. (1997). **‘’ Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back’’**, National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), Publication No. 97-141.

COHEN, A.L., GJESSİNG, C.C., FİNE, L.J., BERNARD, B.P., MCGLOTHİN, J.D. (1997). **‘’Elements of Ergonomics: A Primer Based on Workplace Evaluations of Musculoskeletal Disorders’’**, DHHS (NİOSH) Publication, 97-117.

DAVİD, G., WOODS, V., Lİ, G. Y., BUCKLE, P. (2008). **‘’The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders’’**, Applied Ergonomics, 39 (1), 57-69.

DELİCE, E. K., AYIK, İ., ABİDİNOĞLU, Ö. N., ÇİFTÇİ, N. N. ve SEZER, Y. (2018). **‘’Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri ve Ahp Yöntemi ile Çalışma Duruşlarının Analizi: Ağır ve Tehlikeli İşler için Bir Uygulama’’**, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 6(0), 112 – 124.

DOCKRELL, S., O'GRADY, E., BENNETT, K., MULLARKEY, C., MCCONNELL, R., RUDDY, R., TWOMEY, S., FLANNERY, C. (2012**). ''An İnvestigation of the Reliability of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) as a Method of Assessment of Children's Computing Posture''**, Applied Ergonomics, 43, 632-636,

ERTAŞ, C. & KIZILASLAN, Z. (2015). ''**Üretimde Ergonomi Çalışmalarıyla Verimliliğin Artırılması**'', Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), 651-657.

ESEN, H. & FIĞLALI, N. (2013). ''**Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri ve Çalışma Duruşunun Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkileri**'', Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1), 41-51.

FELEKOĞLU, B. & TAŞAN, S. Ö. (2017). ''**İş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik ergonomik risk değerlendirme: Reaktif/proaktif bütünleşik bir sistematik yaklaşım**'', Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3).

KâHYA, E. & ÇİÇEK, E. (2019). **''Seramik Sektöründe Taşıma İşlemlerinde Ergonomik Risk Değerlendirmesi-Bir Pilot Çalışma'',** Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 7(1), 47-58.

KEE, D. (2022). '' **Systematic Comparison of OWAS, RULA, and REBA Based on a Literature Review**'', Int. J. Environ. Res. Public Health ,19 (1), 595.

MERT, E.A., (2014). **'' Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması''**, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara.

SELMA, K. O. Ç. & TESTİK, Ö. M. (2016).'' **Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve Minimizasyonu''**, Endüstri Mühendisliği, 27(2), 2-27.

SUE, H. & LYNN, M. (2000). **"Technical note Rapid Entire Body Assessment (REBA)",** Applied Ergonomics 31: 201-205.

SWAT, K. & KRZYCHOWİCZ, G. (1996). ‘’**Ergonomi: Computer-Aided Working Posture Analysis System for Workplace Designers**’’, International Journal of Industrial Ergonomics, 18, 15-26.

UZUN, M. & GÜRCANLI, G. E. (2015). **‘’İnşaatlarda İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetimi’’**, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 41-50.

YÜREK, K. & KAYA, İ. E. (2019). **‘’Yol İnşaatı Şantiyelerinde Ergonomik Risk Değerlendirmesi’’**, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17), 1357-1366.

ZENGİN, M. & ASAL, Ö. (2020). ‘’**Evaluation of Employee Postures in Building Construction with Different Ergonomic Risk Assessment Methods’’**, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 35(3).

ZORLUTUNA, A. & KILIÇ, H. S. (2022). ‘’**İnşaat Sektöründeki Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama**’’, International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 34(1), 14-26.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

URL-1 ‘‘Ergonomi’’, http://www.dataakademi.com.tr/wp-content/uploads/2017/02/21-ERGONOMİ.pdf , (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL-2 ‘’Antropometri’’, https://eforosgb.com/antropometri-osgb/ , (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL3‘‘HareketSistemi’’http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hareket%20Sistemi.pdf , (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL-4 ‘’Hareket Gereksinimi, Mobilizasyon ve Vücut Mekaniği Ders Notu’’ https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/141470/mod_resource/content/1/12.%20hafta.pdf, (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL-5 ‘’Kemik sağlığını korumak için beslenme önerileri’’, https://www.acibadem.com.tr/hayat/kemiklerin-en-sevdigi-vitamin-ve-mineraller/, (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL-6 ‘’ Sosyoloji’’, https://tr.wikipedia.org/wiki/Sosyoloji , (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL-7 ‘’İnşaat Kalıpları Hazırlanırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar’’ , https://insapedia.com/insaat-kaliplari-hazirlanirken-dikkat-edilmesi-gereken-hususlar/ , (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL-8 ‘’Demir Bükme Yöntemleri Nelerdir?’’, https://www.newtonmakine.com.tr/demir-bukme-yontemleri-nelerdir/, (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

URL-9 ‘’İç Cephe Boya Yapılmasında Nelere Dikkat Edilir?’’, https://santiyede.com/ic-cephe-boya-yapilmasinda-nelere-dikkat-edilir/ , (Erişim Tarihi: 5 Aralık 2022).

TEZLER

BAŞTÜRK, A.O. (2019). ‘’İnşaat Sektörü Çalışanlarında Ergonomik Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, Tarsus Unıversity, İş Sağlığı Ve Güvenliği Anabilim Dalı.

ESEN, H. (2014). ‘’Çalışma Duruşlarının Owas Yöntemi ile Analizinde Yöntem Güvenilirliğinin Geliştirilmesi’’, Doktora Tezi, Kocaeli University, Fen Bilimleri Enstitüsü.

KILIÇ, E. (2021). ‘’Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerinin İncelenmesi: Gıda Sektörüne Yönelik Bir Uygulama’’, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi.

KOCABAŞ, M. (2009). ‘’Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi’’ , Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

DİĞER KAYNAKLAR

ÇAĞLAYAN, Y. & KILINÇ, A. (1992). ‘’ İş Güvenliği’’ Millî Eğitim Basımevi, İstanbul.

KANTEMİR, E. S. (2020). ‘’Tasarım Tarihi ve Ergonomi’’ Millî Eğitim Basımevi, İstanbul.

KARA, Y., ATASAGUN Y., PEKER A. (2016). ‘’Montaj Hatlarında Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi ve Ergonomik Risk Değerlendirmesi’’, Ders Notu, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.

ÖZDEN, M. (2003). ‘’Anatomi ve Fizyoloji’’ Ders Kitabı, Feryal Matbaası, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Osman KAYA

Öğrenim Durumu

Yüksek Lisans: **:** İstanbul Aydın Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği

Lisans: **:** İstanbul Aydın Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Mesleki Deneyim

İstanbul Arel Üniversitesi **:** İnşaat Mühendisliği Zemin ve Yapı Laboratuvarı
Laboratuvar Sorumlusu

İstanbul Aydın Üniversitesi: Sürekli Eğitim Merkezi
İnşaat Kalıp Demir İşçiliği Eğitmeni

Yayınlar

ALTAN, M. F., CANSIZ, S., KAYA, O. & TURNA, Ç. (2020). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Mevcut Betonarme Binanın Performansının ve Zemin Etkileşiminin Değerlendirilmesi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7 (2) , 1004-1014 . DOI: 10.35193/bseufbd.727437.

ALTAN, M. F., KAYA, O. & TURNA, Ç. (2021). Farklı Kat Adetlerine Sahip Betonarme Yapıların Doğrusal Olmayan Statik İtme Analizine Göre Tasarım Sonuçlarının TBDY 2019 Kapsamında Değerlendirilmesi, Uluslararası Mühendislik ve Doğa Bilimleri Çalışmaları Kongresi (ICENSS2021).

ALTAN, M. F., KAYA, O., & TURNA, İsmail Çağatay. (2021). Evaluation of The Performance Of An Existing Reinforced Concrete Grandstand According To TBDY 2019. MAS Journal of Applied Sciences, 6(2), 433–445. https://doi.org/10.52520/masjaps.77.

TURNA, İSMAİL ÇAĞATAY, & KAYA, O. (2021). Comparison of Contract Types for Turkey Lump Sum-Unit Price Proposal Procedure in Repair-Renovation Tenders. MAS Journal of Applied Sciences, 6(1), 186–193. https://doi.org/10.52520/masjaps.70.

ŞİMŞEK, H. & KAYA, O. (2021). Kireç Üretim Tesislerinde ISO 14001 Uygulaması. İSG Akademik, 3 (1) , 113-126.