

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**REBA YÖNTEMİNİN SINIF İÇİ VE SINIFLAR ARASI  
GÜVENİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**GÜLÇİN ÇAKMAK**

**KOCAELİ 2022**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**REBA YÖNTEMİNİN SINIF İÇİ VE SINIFLAR ARASI  
GÜVENİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**GÜLÇİN ÇAKMAK**

**Dr. Öğr. Üyesi Hatice Esen  
Danışman, Kocaeli Üniv.**

.....

**Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI  
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Doç. Dr. Gülşen Aydın Keskin  
Jüri Üyesi, Balıkesir Üniv.**

.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 20.06.2022**

## ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....  
Gülçin ÇAKMAK

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan **“Lisanüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

.....  
Gülçin ÇAKMAK

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları çalışanlar üzerinde performans, moral motivasyon ve yaşam kalitesi bakımından olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu koşullar sonucu çalışanların manevi olarak etkilenmesi yanında iş günü kaybı ve sağlık harcamaları gibi ekonomik boyutlarda işveren ve devletin etkilenmesi söz konusudur. Bu noktada KİSR'nın oluşmasına sebep olabilecek riskli duruşların tespit edilerek önlem alınması için çalışma duruşu analizlerine başvurulmaktadır. Alınan önlemlerin amaca doğru hizmet etmesi için risk analizlerinin doğru olarak yapıldığından emin olmak gerekmektedir. Bu nedenle kullanılan çalışma duruşu analiz yönteminin güvenilirliği kritiktir.

Bu çalışmada kolay uygulanabilirliği, tüm vücudu değerlendiren bir analiz aracı olması ve yüksek profesyonel yetkinlik gerektirmemesi nedeniyle çalışma duruşu analizinde en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan REBA'nın sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirliği analiz edilmiştir.

Çalışma konusunun belirlenmesinden tamamlanmasına kadar tüm aşamalarda ilgi ve desteğini esirgemeyen, yol göstericiliği ile çalışmamı bilimsel temeller ışığında gerçekleştirmeme yardımcı olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Hatice ESEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz - 2022

Gülçin ÇAKMAK

## İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI .....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
ÖZET .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAS İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI.....	4
3. ÇALIŞMA DURUŞU ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	7
3.1. Snook Tabloları (Snook Tables).....	7
3.2. NIOSH Kaldırma Eşitliği.....	8
3.3. İndirme İtme Çekme ve Taşıma Modeli (KIM).....	8
3.4. Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi (OWAS) .....	9
3.5. Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (RULA).....	9
3.6. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (REBA) .....	10
3.7. Zorlanma İndeksi (SI).....	11
3.8. Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (QEC) .....	12
3.9. Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi (OCRA).....	12
3.10. Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi(PLIBEL) ..	13
3.11. MANTRA .....	14
3.12. El Aktivitesi Düzeyi (ACGIH HAL) .....	14
4. LİTERATÜRDE REBA UYGULAMALARI .....	17
5. REBA YÖNTEMİ .....	23
6. REBA YÖNTEMİNİN SINIF İÇİ VE SINIFLAR ARASI GÜVENİRLİĞİ .....	28
6.1. Sınıf İçi Güvenirlik .....	31
6.2. Sınıflar Arası Güvenirlik .....	32
7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	35
KAYNAKLAR.....	37
EKLER .....	42
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	49

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. RULA Yöntemi .....	10
Şekil 3. 2. REBA Yöntemi .....	11
Şekil 3. 3. El aktivite seviyesinin değerlendirilmesi .....	15
Şekil 3. 4. El aktivitesi düzeyi değerlendirilmesi .....	15
Şekil 5. 1. REBA risk değerlendirmesi.....	27
Şekil A. 1. KIM yöntemi uygulama aşamaları.....	43
Şekil B. 1. OWAS yöntemi uygulaması.....	44
Şekil C. 1. Hızlı maruziyet değerlendirme ölçeği.....	45
Şekil D. 1. MANTRA yöntemi uygulama aşamaları.....	46
Şekil E. 1. ICC formu karar verme akışı.....	47



## TABLolar DİZİNİ

Tablo 2. 1. KİSR'ını etkileyen faktörler .....	4
Tablo 3. 1. Çalışma duruşu analiz yöntemleri.....	7
Tablo 3. 2. Zorlanma indeksi değerlendirme ölçütleri .....	12
Tablo 3. 3. El kuvveti seviyesinin değerlendirilmesi .....	15
Tablo 5. 1. A duruş puanı değerlendirme ölçütleri .....	23
Tablo 5. 2. B duruş puanı değerlendirme ölçütleri .....	24
Tablo 5. 3. A duruş puanı .....	24
Tablo 5. 4. Tablo A.....	24
Tablo 5. 5. Yük/Kuvvet skoru .....	25
Tablo 5. 6. B skoru .....	25
Tablo 5. 7. Tablo B.....	25
Tablo 5. 8. Kavrama skoru .....	26
Tablo 5. 9. Tablo C.....	26
Tablo 5. 10. Aktivite skoru.....	26
Tablo 6. 1. Shrout ve Fleiss (1979) ve McGraw ve Wong (1996) arasındaki eşdeğer ICC formları.....	29
Tablo 6. 2. Sınıf içi güvenilirlik (Sınıf içi korelasyon katsayısı (3,1), %95 güven aralığı).....	31
Tablo 6. 3. Sınıflar arası güvenilirlik analizi .....	32
Tablo 6. 4. A puanı ve Yük/Kuvvet skoru sınıflar arası güvenirligi .....	33
Tablo 6. 5. B puanı ve kavrama skoru sınıflar arası güvenirligi .....	34
Tablo 6. 6. Aktivite skoru sınıflar arası güvenirligi .....	34

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

ACGIH TLV	: American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Value (Amerikan Hükümet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı Eşik Sınır Değeri)
HAL	: Hand Activity Level (El Aktivitesi Düzeyi)
ICC	: Intraclass Correlation Coefficient (Sınıf içi korelasyon katsayısı)
ILO	: International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Organizasyonu)
KIM	: Key Indicator Method (Anahtar Gösterge Yöntemi)
KİSR	: Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı
MANTRA	: Manuel Tasks Risk Assessment (Manuel Görevler Risk Değerlendirmesi)
NASA TLX	: The National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi Görev Yüğü Endeksi)
NIOSH	: National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal Mesleki Emniyet ve Sağlık Enstitüsü)
OWAS	: Ovako Working Posture Assessment System (Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi)
OCRA	: Occupational Repetitive Actions Index (Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi)
PLIBEL	: Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi
REBA	: Rapid Entire Body Analysis (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)
RULA	: Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi)
RWL	: Recommended Weight Limit (Tavsiye edilen ağırlık sınırı)
SI	: Strain Index (Zorlanma İndeksi)
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı)
QEC	: Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi)

# REBA YÖNTEMİNİN SINIF İÇİ VE SINIFLAR ARASI GÜVENİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

Artan teknolojiye rağmen birçok sektörde fiziksel ağırlıklı işler çalışanlar tarafından yapılmaya devam etmektedir. Çalışanın iş yaparken maruz kaldığı uygunsuz çalışma duruşları kısa vadede işteki performansını etkilemekte, uzun vadede ise çalışana Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı(KİSR) olarak geri dönmektedir. KİSR'ı işçiyi, işvereni ve ülke ekonomisini maddi ve manevi açıdan doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle işin insana insanın da işe uyumunu amaçlayan ergonomik çalışmalar önem taşımaktadır. Literatürde, KİSR'na sebep olan uygunsuz çalışma duruşlarını tespit ederek ortadan kaldırmaya yönelik çalışma duruşu analiz yöntemleri bulunmaktadır. REBA (Rapid Entire Body Assessment) çalışma duruşlarının sebep olduğu riskleri sayısal olarak ifade edebilmeyi sağlayan bir çalışma duruşu analizi yöntemidir. Bu çalışmanın amacı REBA yöntemi ile yapılan analizlerin güvenilirliğinin değerlendirilmesidir. Bu noktada otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmanın direkt ve endirekt pek çok işine ait seçilen 200 çalışma duruşu REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. 4 değerlendirici ile yapılan uygulama sonucu elde edilen REBA skorları sınıflar arası –farklı gözlemcilerle ait değerlendirmeler- güvenilirlik ve sınıf içi- aynı gözlemcinin farklı zaman dilimlerindeki değerlendirmeleri-güvenirlik analizlerine tabi tutulmuştur. %95 güven aralığında yapılan sınıflar arası güvenilirlik analizi sonucunda A skoru(Intraclass Correlation Coefficient - ICC=0,871), C skoru(ICC=0,844) ve final REBA skorları(ICC=0,852) yüksek güvenilirlikte bulunurken B skorunun(ICC=0,704) ise orta derece güvenilir olduğu saptanmıştır. %95 güven aralığında yapılan sınıf içi güvenilirlik analizi sonuçlarına göre, REBA yönteminin çalışma duruşlarını yüksek güvenilirlikle analiz ettiği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çalışma Duruşu Analizi, Güvenirlik Analizi, KİSR, REBA Yöntemi.

## **EVALUATION OF INTER-CLASS AND INTRA-CLASS RELIABILITY OF REBA METHOD**

### **ABSTRACT**

Despite the increasing technology, physical work in many sectors continues to be done by employees. Bad working postures that the employee is exposed to while doing work affect his performance at work in the short term, and in the long term it returns to the employee as Musculoskeletal Disorder (MSD). Musculoskeletal disorders directly affect employee, employer and governments economy materially and spiritually. Therefore, ergonomic studies aiming at the adaptation of work to man and man to work are important. In the literature, there are working posture analysis methods that aim to detect and eliminate inappropriate working postures that cause MSDs. REBA (Rapid Entire Body Assessment) is a method that can provide numerically indication of risks associated with working postures. Aim of this study is evaluate reliability of the analyses which are made with REBA method. Within this scope, 200 working postures selected from a company operating in the automotive subsidiary industry were analyzed using the REBA method. REBA scores were obtained as a result of the application made by 4 different rater. These scores were assessed with intra-rater (same observer in different time zones reviews) reliability analysis and inter-rater (evaluations belonging to different observers) reliability analysis. Inter-class reliability analysis results which made in %95 confidence interval shows that A score((Intraclass Correlation Coefficient - ICC=0,871), C score (ICC=0,844) and final REBA score (ICC=0,852) are high level of reliability. However, B score(ICC=0,704) is medium level of reliability. According to intra-class reliability analysis results which made in %95 confidence interval, REBA method analyses working postures with high level of reliability.

**Keywords:** Working Posture Analysis, Reliability Analysis, Musculoskeletal Disorders, REBA Method.

## 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ile birlikte üretim sistemleri gün geçtikçe değişim ve gelişim göstermektedir. Tüm gelişmelere rağmen günümüzde halen çalışanlar üretim sistemlerinin en önemli faktörlerden biridir. Bu noktada işin insana insanın da işe uygun olmasını sağlayan ergonomi çalışmaları kritiktir. Ergonomi, insan unsurunun üretim sistemlerinin çevre koşullarına yönelik bedensel ve psikolojik tepkilerini araştıran ve elde ettiği veriler doğrultusunda mevcut sistemlerin tasarım ve düzenlenmesini amaçlayan çalışmalarda bulunan bir bilim dalıdır. Ergonominin öncelikli hedefi çalışma alanlarında insan ögesinin güvenliğini sağlamak ve çalışma koşullarını düzenlemektir.

Ergonomi çalışmaları fiziksel ergonomi, bilişsel ergonomi ve organizasyonel ergonomi olarak sınıflandırılmaktadır. Fiziksel ergonomi kapsamındaki çalışmalar insanın fiziki olarak çalışma ortamı ile uyumunu sağlamaya yöneliktir. Bu çalışmalarda gürültü, ses, titreşim, aydınlatma, havalandırma, ortam sıcaklığı, nem gibi parametreler değerlendirilmektedir. Bilişim sektöründeki gelişmeler sonucu bilgi akışı ve kullanımında yüksek bir tempoya ulaşılmıştır. Bilişsel ergonomi insanın bilgisayar sistemleri ile daha uyumlu ve verimli çalışmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, insan hatası, personel eğitimi, yetenek yönetimi ve zihinsel iş yükü gibi konular incelenmektedir. Organizasyonel ergonomi, insan kaynağını işi maksimum verimde gerçekleştirecek şekilde yönetmeyi amaçlamaktadır. Konuları arasında iletişim, ekip kaynak yönetimi, iş tasarımı, çalışma saatlerinin tasarımı, uyumlu ve iş birliği içinde olan ekip çalışması, toplum ergonomisi ve kalite yönetimi sayılabilir.

Ergonominin öncelikli hedefi insancılık, ekonomiklik ve çalışan sağlığıdır. Son dönemlerde yapılan araştırmalar göstermektedir ki çalışan sağlığının korunmasına yönelik çok daha fazla ergonomik çalışma yapılması gerekmektedir. Örneğin; Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO -International Labour Organization) tahminlerine göre, dünyada her yıl 160 milyon çalışan meslek hastalıklarından etkilenmekte ve 3,2 milyondan fazla çalışan ise meslek hastalığı ve yaralanmalar sonucu hayatını kaybetmektedir (Yeşiltepe ve Karadağ, 2019).

Çalışanların sağlığını tehdit eden en önemli hastalıklardan biri KİSR'dır. Bu rahatsızlıklara neden olan durum ve koşulların belirlenmesi amacı ile ergonominin bir

alanı olan çalışma duruşu analizine başvurulmaktadır. Çalışma duruşu analizi için farklı vücut bölümü ve işler için kullanılabilen çok sayıda yöntem bulunmaktadır. REBA yöntemi kolay uygulanabilirliği ve tüm vücudu değerlendirmesi nedeniyle en sık kullanılan çalışma duruşu analiz yöntemlerinden biridir. KİSR'nın önlenebilmesi için yapılan çalışmaların doğruluğu ve güvenilirliği kritiktir. Bu nedenle, bu tez çalışmasının konusu REBA analizinin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirliği olarak belirlenmiştir.

Tez çalışması 6 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm çalışmanın konusu ve akışı hakkında bilgi verilen giriş bölümüdür.

İkinci bölüm KİSR'nı kapsamaktadır. Bu bölümde KİSR'nın günümüz istatistikleri ve gelecekteki yaygınlığı için tahminlere yer verilmektedir. KİSR'nın oluşmasına neden olan faktörler sınıflandırılmakta ve açıklanmaktadır. Ek olarak, KİSR'nın çalışma günü kaybı ve tedavi maliyetleri yönünden ekonomik boyutu hakkında bilgi verilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde KİSR'nın önlenebilmesi için kullanılan çalışma duruşu analiz yöntemleri incelenmektedir. Bu bölümde yöntemler yapılan iş ve uygulama şekli yönünden 4 grupta sınıflandırılmaktadır. Ayrıca yöntemlerin her birinin amacı ve uygulama aşamaları hakkında özet bilgilere verilmektedir.

Dördüncü bölümde REBA yöntemi ile pek çok sektörde gerçekleştirilen çalışmaların literatür taramasına yer verilmektedir. Bölümün devamında REBA yönteminin güvenilirliği için literatürde gerçekleştirilmiş çalışmalar derlenmektedir. Bölüm sonunda bu tez çalışmasının gerekçesi ve amacı hakkında bilgi verilmektedir.

Beşinci bölümde tez çalışmasının uygulama konusu olan REBA yönteminin amacı ve uygulama adımları detaylı olarak anlatılmaktadır.

Altıncı bölümde çalışma konusu olan REBA Analizinin Sınıf İçi Ve Sınıflar Arası Güvenirliği hakkında bir otomotiv yan sanayi firmasında gerçekleştirilen uygulamaya yer verilmektedir. Bölümde öncelikle uygulamanın kapsamı, koşulları ve içeriği hakkında bilgi verilmektedir. Devamında uygulama sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve sonuçlarının yorumlanmasına yer verilmektedir.

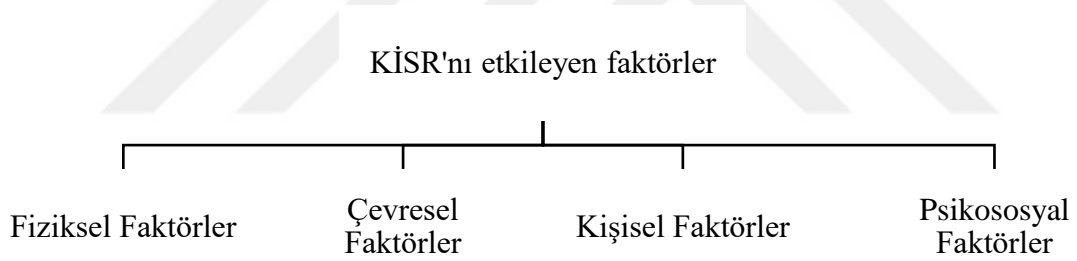
Çalışmanın sonuç ve önerilerine yedinci bölümde yer verilmektedir. Yapılan uygulama ile REBA yönteminin güvenilirliği hakkında elde edilen sonuçlar ve gelecek çalışmalarda yöntemin iyileştirmeye açık yönleri için yapılan yorumlar sunulmaktadır.



## 2. KAS İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Meslek hastalıklarının önemli bir kısmını kas iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşturmaktadır. Örneğin, meslek hastalıkları nedeniyle oluşan iş günü kayıplarının %34'ü KİSR nedeniyle meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalara göre Amerika 40 milyondan fazla sayıda kişinin KİSR'dan etkilendiği ve 2030 yılı için yapılan tahminlere göre nüfusun %22'sinin KİSR'na maruz kalacağı öngörülmektedir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı,2007). KİSR tekrarlı ve zorlayıcı fiziksel hareketlerin eklem, tendon ve kas dokularında hasara sebep olması sonucu oluşmaktadır (Esen ve Fıglalı, 2013). Günlük hayatta kolaylıkla gerçekleştirilen hareketlerin sürekli olarak, hızlı ve dinlenmeden yapılması durumunda KİSR meydana gelmektedir. KİSR'nın meydana gelmesinde etkili olan pek çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler Tablo 2.1.'deki gibi fiziksel faktörler, çevresel faktörler, psikososyal faktörler ve kişisel faktörler olarak sınıflandırılmaktadır.

Tablo 2. 1. KİSR'nı etkileyen faktörler



**Fiziksel Faktörler:** KİSR'na neden olan fiziksel faktörler uygunsuz çalışma duruşu, tekrarlı işler, uzun süre dinlenmeden çalışma, hızlı çalışma, yüksek güç kullanımı olarak örneklendirilmektedir.

**Uygunsuz çalışma duruşu:** Çalışma esnasında vücudun nötral duruşundan uzaklaşmasıyla kaslar kasılmaktadır. İş süresince mevcut pozisyonu korumak için kasılmalar devam etmektedir. Bu kasılmalar damarları sıkıştırmakta ve uzun vadede KİSR'na neden olmaktadır. Bu faktörü önleyebilmek için vücut duruşuna uygun ekipmanlar seçilerek çalışma ortamı yeniden düzenlenebilir.

**Tekrar:** Bir hareketin sürekli ve tekrarlı olarak yapılması durumunda aynı kasa ciddi bir yüklenme meydana gelmektedir. Bu gibi işler sonucu kasılmalara maruz kalan ilgili vücut

bölgesinde ağırlar meydana gelmektedir. Bu tip görevler yaralanma ve sakatlanma riskini artırarak uzun vadede KİSR'na neden olmaktadır.

**Dinlenmeden uzun süre çalışma:** Tekrarlı hareketler sonucu vücutta yorulmalar meydana gelmektedir. Bu yorgunluk etkilerinin giderilmesi için düzenli olarak mola verilerek dinlenilmelidir. Görev yüksek güç kullanmayı gerektirmese dahi yorgunluk etkisi göz önünde bulundurulunca aynı hareketin sürekli olarak yapılması zordur. Dinlenmeden çalışmaya devam edilmesi halinde sakatlanmalar ve yaralanmalar görülmektedir.

**Hız:** Yüksek hızda çalışma gereken görevlerde çevrimler arası kalan süre kısa olduğundan yeterli dinlenme gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle kaslardaki gerilmeler artmakta ve uzun vadede KİSR meydana gelmektedir.

**Güç:** Yüksek güç gerektiren işler sonucu kaslarda ciddi bir yorulma meydana gelmektedir. Manuel kaldırma ve taşıma gibi güç gerektiren işler tekrarlı olarak gerçekleştirilirse yorgunluk etkisi artacağı için daha uzun süre dinlenilmelidir. Eğer yeterli dinlenme sağlanamazsa yorgunluk etkisi artacağı için yaralanma ve KİSR riski meydana gelmektedir.

**Çevresel Faktörler:** Çalışma ortamının yüksek veya düşük sıcaklıkta olması çalışanı doğrudan etkilemektedir. Yüksek sıcaklıklarda terleme ve yorgunluk etkisi artmaktadır. Düşük sıcaklıklarda ise kas ve eklem esnekliği azalmaktadır. Bu kapsamda her iki durum da yaralanma ve sakatlanmalara ortam hazırlamaktadır. Titreşim, kas ve sinirleri olumsuz olarak etkilemektedir. Titreşimli ekipman kullanan çalışanların parmaklarında uyuşukluk, dokunma ve kavrama kaybı meydana gelmektedir.

**Psikososyal faktörler:** Stres çalışanın iş hayatındaki uygunsuz ve güvensiz durumlar sonucu meydana gelmektedir. Tehlikeli iş, belirsiz görevler ve ağır iş yükü stres kaynağını olarak örnek gösterilebilmektedir. Zaman baskısı altındaki çalışanlar görevlerini daha hızlı yerine getirmek için güvenliklerini tehlikeye atabilmektedir. Bu durum da sakatlanma ve KİSR'na etken olmaktadır. Psikososyal faktörler motivasyon eksikliği, iş memnuniyetsizliği vb. gibi çoğaltılabilmektedir.

**Kişisel Faktörler:** Cinsiyet ergonomik risklerin değerlendirilmesi için önemli belirleyicidir. Aynı işi kadın ve erkeğin yapması durumunda yorulma ve kaslardaki

kasılma etkileri aynı değildir. KİSR riskleri için bir diğer önemli kriter yaştır. Yaşlanma ile birlikte gerçekleşen fizyolojik değişiklikler yaralanma ve sakatlanma riskini artırmaktadır. Sigara kullanımı kişinin yorulmasını, nefes kalitesini ve kaslarının esnekliğini ciddi derecede etkilemektedir. Bu nedenle sigara kullanan kişilerin KİSR'na yakalanma riski daha yüksektir. Yorulmaların bir diğer nedeni kilo ve kondisyon yetersizliği olarak görülmektedir.

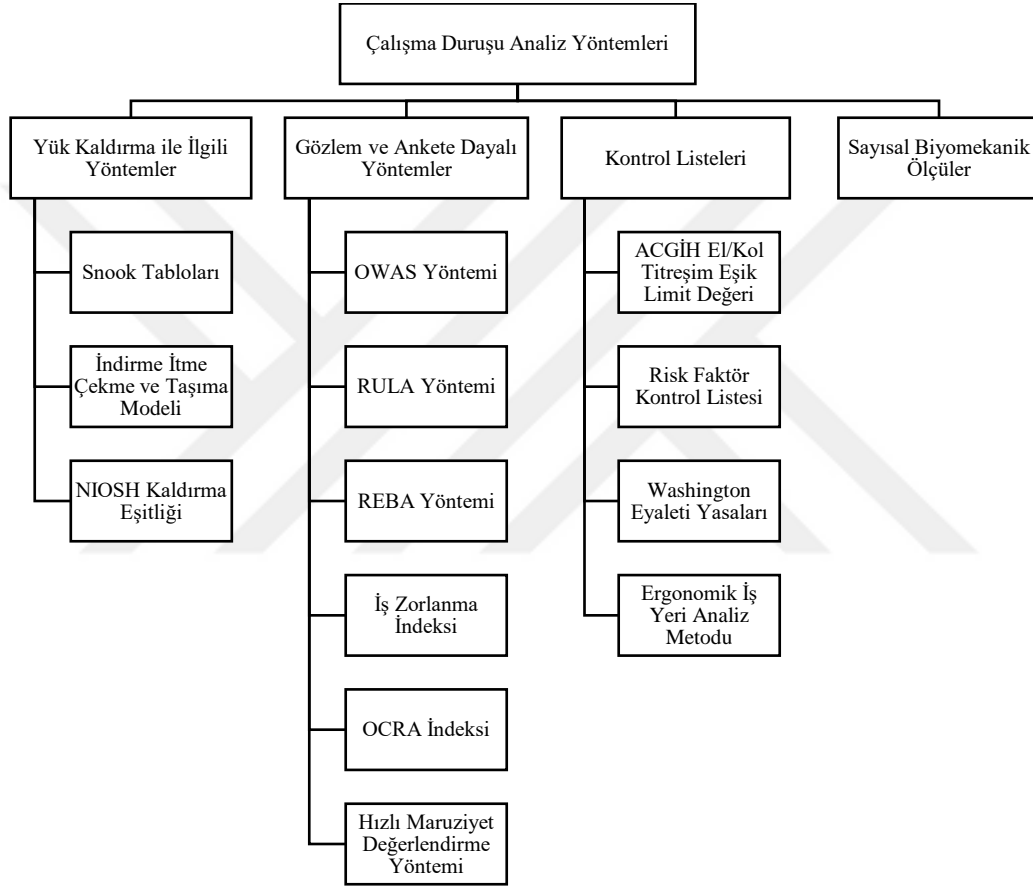
KİSR genellikle birden fazla faktörün etkileşimi sonucu meydana gelmektedir. Ancak temel olarak KİSR'nın meydana gelmesinde rol oynayan en önemli faktör çalışma duruşu bozukluğu olarak görülmektedir. Uygunsuz çalışma duruş ve hareketlerinin sürekli tekrarlanmasından dolayı uzun vadede KİSR meydana gelmektedir. 2018-2019 yıllarında Birleşik Krallık, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları nedeniyle tahmini 6,9 milyon iş günü kaybetmiştir. Bu kayıp toplam çalışma günlerinin %29'unu oluşturmaktadır (HSE-UK 2019). İrlanda'da, Sağlık ve Güvenlik Otoritesi (HSA-İrlanda 2020), sağlık sektörünün işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlarının %21,4 ile şimdiye kadar en yüksek orana ulaştığını bildirmiştir. (Cunningham et al., 2006).

İngiliz Sağlık ve Güvenlik Kurulunun yaptığı bir çalışmada, el ile yapılan işler sonucu meydana gelen rahatsızlıkların %10 oranında azaltılmasının, İngiltere ekonomisi için bir senede 170 milyon Sterlin kazanç sağladığı belirtilmiştir. Almanya'da, KİSR 2016 yılında 17,2 milyar Euro üretim kaybına ve 30,4 milyar Euro brüt katma değer kaybına neden olmuştur. Bu, Almanya'nın Gayrisafi millî hasılasının %0,5'ini ve %1,0'unu temsil etmektedir (Work-related MSDs: prevalence, costs and demographics in the EU,2019). Yapılan araştırmalara göre KİSR çalışanlar, işverenler ve devlet açısından maddi ve manevi büyük kayıplara sebep olmaktadır. Bu nedenle ergonomik risk analizleri ile uygunsuz çalışma duruşlarının tespitine ve ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar, KİSR'in önlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

### 3. ÇALIŞMA DURUŞU ANALİZ YÖNTEMLERİ

Uygun olmayan çalışma duruşlarının tespit edilmesi amacıyla birçok çalışma duruşu analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemler Tablo 3.1.'de görüldüğü üzere yük kaldırma ile ilgili olan yöntemler, gözlem ve ankete dayalı yöntemler, kontrol listeleri ve sayısal biyomekanik ölçüler olarak sınıflandırmaktadır.

Tablo 3. 1. Çalışma duruşu analiz yöntemleri



#### 3.1. Snook Tabloları (Snook Tables)

Stover Snook ve Vincent Ciriello tarafından endüstriyel çalışma alanlarında el ile itme, çekme, kaldırma işlemleri için detaylı incelemeler gerçekleştirilmiştir (Deryaoğlu ve diğerleri, 2019).Yapılan çalışmalar sonucu elde veriler kullanılarak itme, çekme, kaldırma işlemleri için maksimum kabul edilebilir ağırlık sınırlarını belirleyen 22 adet tablo oluşturulmuştur. Snook tabloları olarak adlandırılan bu tablolar kadın ve erkek çalışanların sırt, omuz ve bacak hareketlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Özay ve Doğanbatır, 2018).

### 3.2. NIOSH Kaldırma Eşitliği

ABD Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü tarafından yük kaldırma ve indirme işleri için tavsiye edilen ağırlık sınırlarını belirlemek amacıyla bir matematiksel eşitlik oluşturulmuştur (Can, 2013).

Eşitlik ve eşitliği oluşturan parametreler aşağıda detaylandırılmaktadır;

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (3.1)$$

(RWL) tavsiye edilen ağırlık sınırları

(LC) yük sabiti

(H) yükün çalışana olan uzaklığı

(V) ellerin yere göre uzaklığı

(D) yükün kaldırıldığı dikey mesafe

(A) yükün vücuda göre açısı

(F) kaldırma frekansı

(C) kavrama kalitesi

Tavsiye edilen ağırlık sınırlarını hesaplamak için NIOSH katsayı tablosuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tablo elde edilen parametre değerlerinin formülde kullanılması gereken karşılıklarını içermektedir.

Bir işin risk seviyesinin belirlenebilmesi için hesaplanması gereken değer Kaldırma İndeksidir. Bu indeks kaldırılan ağırlığın NIOSH kaldırma eşitliği ile elde edilen Tavsiye Edilen Ağırlık sınırına bölünmesi ile hesaplanır;

$$\text{Kaldırma İndeksi} = \text{Kaldırılan Ağırlık} / \text{Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırı} \quad (3.2)$$

Hesaplanan kaldırma indeksi 1'den küçük ise iş az risklidir. 1 ve 3 arasında ise iş risklidir. Önlem alınmalıdır. 3'ten büyük ise iş çok risklidir. Acilen önlem alınmalıdır.

### 3.3. İndirme İtme Çekme ve Taşıma Modeli (KIM)

Çalışma esnasında yükün elle taşınması durumunda meydana risk seviyesini belirlemek için kullanılmaktadır. Biri(KIM-LHC) kaldırma, tutma ve taşıma diğeri itme ve çekme(KIM-PP) işlemlerini değerlendirmek üzere iki çeşit KIM yöntemi bulunmaktadır;

$$\text{KIM-LHC Risk Skoru} = (\text{Yük Puanı} + \text{Duruş Puanı} + \text{Çalışma Ortamı Puanı}) \times \text{Zaman Puanı} \quad (3.3)$$

$$\text{KIM-PP Risk Skoru} = (\text{Kütle/endüstriyel araç puanı} + \text{Konumlandırma hassasiyeti/hareket hızı puanı} + \text{Duruş Puanı} + \text{Çalışma ortamı puanı}) \times \text{Zaman Puanı} \quad (3.4)$$

Kadın çalışanlar için KIM-PP Risk Skoru 1/3 ile çarpılarak hesaplanmaktadır. Çünkü çalışanların kapasitesi erkek çalışanların kapasitesinin 1/3'ü olarak kabul edilmektedir.

Risk skoru hesaplaması ve değerlendirilmesi EK.A'da belirtildiği şekilde yapılmaktadır.

### **3.4. Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi (OWAS)**

1970'li yıllarda metal sektöründe oluşturulan bu yöntem yüklenme ve zorlanmalara neden olan çalışma duruşlarının ergonomik bakımdan değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Gözleme dayalı olan bu yöntem, yapılan iş için izlenen yöntemin değerlendirilmesine ve daha uygun alternatif yöntemlerin bulunmasına olanak sağlamaktadır (Esen ve Fırlı, 2012).

OWAS yönteminde çalışma duruşu vücudun ayrı bölümleri için değerlendirme puanlarını içeren bir matris oluşturularak analiz edilmektedir. Matris sırt, kollar, bacaklar ve yüklenmenin/kuvvet kullanımı durumlarına karşılık gelen değerlendirme puanlarından oluşmaktadır (Sarıkaya, 2014). Yöntemin uygulama adımları ve değerlendirme ölçütleri EK.B'de belirtilmektedir.

Çalışma duruşu analiz edilerek oluşturulan matris kullanılarak eylem sınıfı belirlenmektedir. Eylem sınıfları alınması gereken önlemlerin önceliğini ve aciliyetini göstermektedir.

### **3.5. Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (RULA)**

RULA, çalışanın oturarak sadece üst uzuvlarını kullanarak yaptığı işlerin çalışma duruşlarının analiz edilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir. Uygulamak için fazla bilgi birikimi, ekipman gerektirmemesi, çalışma esnasında güç ve tekrarlı hareketleri göz önünde bulundurması gibi avantajlara sahiptir. RULA üst uzuvları (el, el bileği, dirsek, omuz) değerlendirmesinin yanında gövdenin duruşunu, boynu ve beli de kısmen değerlendirmektedir (Mert, 2014).

Uygulama için öncelikle çalışma esnasında en kötü olduğu düşünülen duruş belirlenmektedir. Ayrıca bu duruşun devam ettiği süre göz önünde bulundurulmaktadır. Değerlendirme puanlarını belirlemek Şekil 3.1’de belirtilen adımlar takip edilmektedir. El bileğinin duruşunu değerlendirmek için Tablo A kullanılmaktadır. Gövde duruşu için Tablo B kullanılmaktadır. Boyun, gövde ve bacak duruşunu puanlandırmak için Tablo C kullanılmaktadır.

### A. Kol ve El Bileği Analizleri

**Adım 1: Üst Kolumuzun Pozisyonunu Belirleyin**

Adım 1a: Aşağıdaki durumlarda puanı artırın:  
Eğer omuzlar da yükselmişse: +1  
Eğer üst kol dışı doğru açılmışsa: +1  
Eğer kol desteklenmiş veya kişi bir yere dayanmışsa: -1

**Adım 2: Alt Kolumuzun Pozisyonunu Belirleyin**

Adım 2a: Aşağıdaki durumlarda puanı artırın:  
Eğer her iki kol orta hat çaprazında veya vücudun dışına doğru hareket ediyorsa: +1

**Adım 3: El Bileğinin Pozisyonunu Belirleyin**

Adım 3a: Aşağıdaki durumlarda puanı artırın:  
Eğer el bileği yana doğru eğilmişse: +1

**Adım 4: El Bileğinin Dönmesi**

Eğer el bileği kendi ekseninde dönmüşse: +1  
Eğer el bileği dönmekle sınıra yaklaşmışsa: +2

**Adım 5: Tablo A'dan Duruş Puanını Bulun**

Yukarıdaki 1' den 4' e kadar olan adımlardan elde edilen değerleri kullanarak Tablo A' dan puanı bulun.

**Adım 6: Kas Kullanım Puanını Bulun**

Eğer duruş çoğunlukla statikse (Örn. tutuş>10dk.), veya faaliyet dakikada 4 kez tekrarlanıyorsa: +1

**Adım 7: Kuvvet/Yük Puanını Ekleyin**

Eğer yük < 2kg ise (aralıklı): +0  
Eğer yük 2 ila 10kg ise (aralıklı): +1  
Eğer yük 2 ila 10kg ise (statik veya tekrarlanı): +2  
Eğer 10kg' dan fazla ise ya da tekrarlanı veya aniden: +3

**Adım 8: Tablo C' den Satırı Bulun**

El Bileği ve Kol Puanını bulmak için 5 ila 7. adımlardaki değerleri ekleyin. Tablo C' deki satırı bulun.

### PUANLAR

**Tablo A: El Bileği Duruş Puanı**

Üst Kol	Alt Kol	El Bileği Duruşu						
		1	2	3	4			
1	1	1	2	2	2	3	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3	3
1	3	2	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4
2	2	3	3	3	3	4	4	4
2	3	3	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	5	5
3	2	3	4	4	4	4	5	5
3	3	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	4	5	5	5
5	1	5	5	5	5	5	6	6
5	2	5	6	6	6	6	7	7
5	3	6	6	6	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	8	8	9
6	2	8	8	8	8	8	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9	9

**Tablo B: Gövde Duruş Puanı**

Boyun Duruş Puanı	Gövde Duruşu					
	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar
1	1	2	2	3	3	4
2	2	2	3	3	4	4
3	3	3	3	4	4	5
4	4	4	4	4	5	5
5	5	5	5	5	6	6
6	6	6	6	6	6	7
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8

**Tablo C: Boyun, gövde ve bacak puanı**

El Bileği ve Kol Puanı	Boyun, gövde ve bacak puanı						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	2	3	3	4	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	4	3	3	4	4	5	6
5	4	4	4	5	5	6	7
6	4	4	5	5	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

**Tablo B: Gövde Duruş Puanı**

Boyun Duruş Puanı	Gövde Duruşu					
	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar	Bacaklar
1	1	2	2	3	3	4
2	2	2	3	3	4	4
3	3	3	3	4	4	5
4	4	4	4	4	5	5
5	5	5	5	5	6	6
6	6	6	6	6	6	7
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8

**Tablo C: Boyun, gövde ve bacak puanı**

El Bileği ve Kol Puanı	Boyun, gövde ve bacak puanı						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	2	3	3	4	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	4	3	3	4	4	5	6
5	4	4	4	5	5	6	7
6	4	4	5	5	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

**Adım 9: Boyun Pozisyonunu Belirleyin**

Adım 9a: Aşağıdaki durumlarda puanı artırın:  
Eğer boyun kendi ekseninde döndürülüyorsa: +1  
Eğer boyun yana doğru eğiliyorsa: +1

**Adım 10: Gövdenin Pozisyonunu Belirleyin**

Adım 10a: Aşağıdaki durumlarda puanı artırın:  
Eğer gövde kendi ekseninde döndürülüyorsa: +1  
Eğer gövde yana doğru eğiliyorsa: +1

**Adım 11: Bacaklar**

Eğer bacaklar ve ayak desteklenmişse: +1  
Değilsen: +2

**Adım 12: Tablo B' den Duruş Puanını Bulun**

Yukarıdaki 9 dan 11' e kadar olan adımlardan elde edilen değerleri kullanarak Tablo B' den puanı bulun.

**Adım 13: Kas Kullanım Puanını Bulun**

Eğer duruş çoğunlukla statikse (Örn. tutuş>10dk.), veya faaliyet dakikada 4 kez tekrarlanıyorsa: +1

**Adım 14: Kuvvet/Yük Puanını Ekleyin**

Eğer yük < 2kg ise (aralıklı): +0  
Eğer yük 2 ila 10kg ise (aralıklı): +1  
Eğer yük 2 ila 10kg ise (statik veya tekrarlanı): +2  
Eğer 10kg' dan fazla ise ya da tekrarlanı veya aniden: +3

**Adım 15: Tablo C' den Sütunu Bulun**

Boyun, Gövde ve Bacak Puanını bulmak için 12 ila 14. adımlardaki değerleri ekleyin. Tablo C' deki sütunu bulun.

**Üst Kol Puanı**

**Alt Kol Puanı**

**El Bileği Puanı**

**Duruş Puanı A**

**Kas Kullanım Puanı**

**Kuvvet/Yük Puanı**

**El Bileği & Kol Puanı**

**Boyun Puanı**

**Gövde Puanı**

**Bacak Puanı**

**Duruş Puanı B**

**Kas Kullanım Puanı**

**Kuvvet/Yük Puanı**

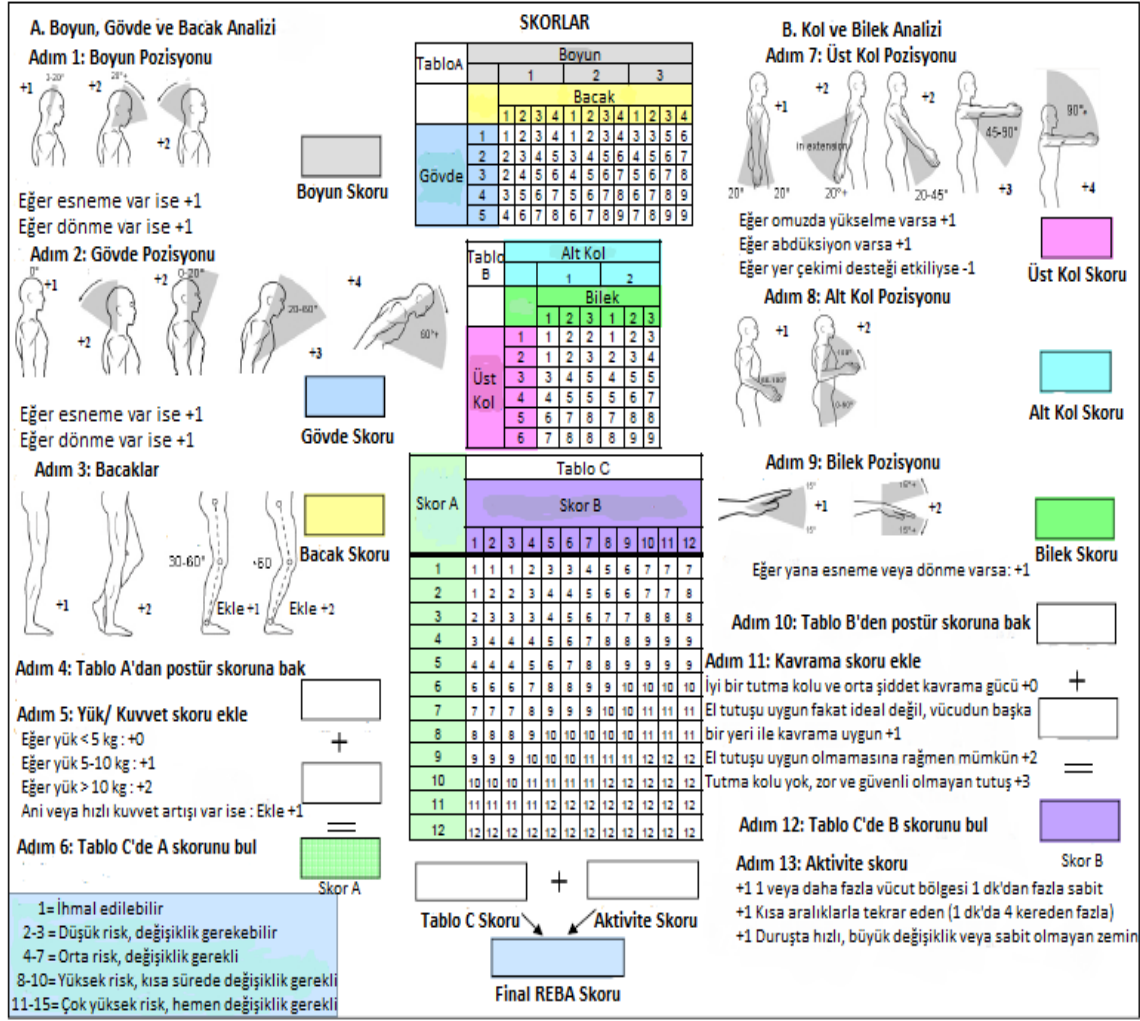
**Boyun, Gövde & Bacak Puanı**

**Nihai RULA Puanı**

Şekil 3. 1. RULA Yöntemi (Açıkalm,2019)

### 3.6. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (REBA)

REBA Analizi tüm vücudun postural analizi için pratik bir yöntemdir. Bu yöntem, vücudu bölümlere ayırarak tüm vücuttaki kas aktivitesi için bir değerlendirme yapmaktadır. Yöntem uygulamasında vücut gövde, boyun, bacaklar, üst kollar, alt kollar ve bilekler olmak üzere 6 bölümde incelenmektedir.



Şekil 3. 2. REBA Yöntemi (<https://ergo-plus.com/>,06.04.2022)

Her bölüm için yapılan analizler sonucu elde edilen skorlarla risk derecelendirmesi yapılarak faaliyetin ne kadar riskli olduğu saptanabilmektedir. Yöntemde Şekil 3.2.'deki adımların uygulanması sonucu ile 0-15 arasında bir REBA skoru belirlenmektedir. Bu skor çalışma duruşunun risk seviyesini ifade etmektedir. Risk seviyesi ile ilgili değerlendirme Şekil 3.2.'de belirtildiği gibi yapılmaktadır.

### 3.7. Zorlanma İndeksi (SI)

SI, çalışma esnasında el, bilek, ön kol veya dirsekte meydana gelebilecek risk seviyesini belirlemeye yarayan gözleme dayalı bir yöntemdir. Bu yöntem işin değiştirilmesi gereken bölümleri hakkında yorum yapmaya olanak sağlamaktadır (Mert, 2014).

Yöntemde göz önünde bulundurulmuş tüm parametreler için Tablo 3.2.'den belirlenen çarpanlar çarpılarak SI Skoruna ulaşılmaktadır.

Tablo 3. 2. Zorlanma indeksi değerlendirme ölçütleri (Mert, 2014)

Eforun Şiddeti (çarpan)	Eforun süresi (çarpan)	Dakika başına çaba (çarpan)	El/Bilek duruşu (çarpan)	İşin Hızı (çarpan)	Görevin günlük süresi (çarpan)
Hafif (1)	<10 (0,5)	<4 (0,5)	Çok iyi (1)	Çok yavaş (1)	<1 (0,25)
Biraz zor (3)	10-29 (1)	4-8 (1)	İyi (1)	Yavaş (1)	1-2 (0,5)
Zor (6)	30-49 (1,5)	9-14 (1,5)	Uygun (1,5)	Uygun (1)	2-4 (0,75)
Çok zor (9)	50-79 (2)	15-19 (2)	Kötü (2)	Hızlı (1,5)	4-8 (1)
Maksimuma yakın (13)	>80 (3)	>20 (3)	Çok kötü (3)	Çok hızlı(2)	>8 (1,5)

SI skoruna göre risk aşağıdaki şekilde değerlendirilmektedir (Özay ve Doğanbatır, 2018)

- $SI \leq 3$  Güvenli bir iştir ve üst uzuvlar için tehlike arz etmez.  
 $3 \leq SI \leq 5$  Biraz güvenli bir iştir ancak riskler ortaya çıkabilir.  
 $5 \leq SI \leq 7$  Tehlikeli bir iştir.

### 3.8. Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (QEC)

Kapsamlı bir çalışma duruşu analiz yöntemi olan hızlı maruziyet değerlendirme aynı işi yapan çok sayıda kişi arasındaki maruziyetin karşılaştırılmasını sağlamaktadır (Can, 2013). Diğer yöntemlerden farklı ve avantajlı yönü ise değerlendirmeye çalışan görüşlerinin de katılmasıdır.

Yöntemde 2 bölümden oluşan bir ölçek kullanılmaktadır. Ölçeğin bir örneği EK.C’de sunulmaktadır. Ölçeklerin bir bölümünde gözlemci, diğerinde çalışan görüşlerini bildirmektedir. Gözlemcinin doldurduğu bölümde; çalışma esnasında bel, omuz/kol, el bileği/el, boyun duruş ve hareketleri değerlendirilmektedir. Çalışanın doldurduğu bölümde; elle kaldırılan ya da taşınan en fazla ağırlık, iş süresi, bir elle uygulanan en fazla kuvvet, işin gerektirdiği görsel dikkat, taşıt kullanma, titreşim, iş performansı ve iş stresi durumları değerlendirilmektedir. Değerlerin birbiri ile ilişkisinden bir puanlama tablosu elde edilmektedir. Puanlara göre maruziyet düzeyi düşük, orta ve yüksek olarak değerlendirilmektedir (Özay ve Doğanbatır, 2018).

### 3.9. Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi (OCRA)

OCRA montaj hatlarında çalışma duruşlarının analizi için kullanılmaktadır. OCRA’yı diğer yöntemlerden ayıran en önemli özellik bir istasyonda yapılan tüm işler için

kümülatif bir analiz yapmaya olanak sağlamasıdır. Bu yöntem taşıma ve kaldırma yoğunluklu işler yerine otomasyona dayalı işlerde kullanılmaktadır. Çalışma esnasında özellikle üst uzuvların(el, bilek, dirsek, omuz) analiz edilmesini sağlamaktadır;

$$\text{OCRA indeksi} = \text{Teknik hareket sıklığı} / \text{Önerilen sıklık} \quad (3.5)$$

Teknik hareket sıklığı bir dakikada yapılan teknik hareket sayısını ifade etmektedir;

$$\text{Teknik hareket sıklığı} = \text{Bir çevrimdeki teknik hareket sayısı} \times 60 / \text{çevrim süresi} \quad (3.6)$$

Önerilen sıklık durum ile ilgili 7 parametrenin çarpımından oluşmaktadır. Sabit sıklık çarpanının sabit bir değer olmasının dışında kalan 6 çarpan 0-1 arasında bir değerdir. Koşulların ideal olmasıyla 1'e yakın, kritik olması ile 0'a yakın bir değer almaktadır;

$$\text{Önerilen sıklık} = \text{SS} \times \text{P} \times \text{T} \times \text{K} \times \text{ERF} \times (\text{DP} \times \text{TİS}) \quad (3.7)$$

SS= sabit sıklık

P= postur

T= tekrarlılık

K= kuvvet

ERF= ek risk faktörleri

DP= yetersiz dinlenme periyodu

TİS= tekrarlı işlerin bir vardiyadaki toplam süresidir

OCRA indeksinin değerlendirmesi aşağıdaki şekilde yapılır (Kahraman, 2012).

OCRA indeksi  $\leq 2,2$  İstasyon ergonomik bakımdan güvenlidir, tehlike arz etmez.

$2,2 \leq \text{OCRA indeksi} \leq 3,5$  Kabul edilebilir düzeyde bazı riskler bulunmaktadır.

OCRA indeksi  $\geq 3,5$  Risk kabul edilemez düzeydedir, önlem alınmalıdır.

### **3.10. Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi(PLIBEL)**

PLIBEL çalışma esnasında meydana gelen alışılmışın dışında vücut duruşlarının ergonomik olarak değerlendirilmesi için oluşturulmuş bir kontrol listesi yöntemidir (Sökmen ve Yılmaz, 2019). Bu liste ergonomik risk değerlendirme konusunda iş yerlerinde olağan olarak takip edilen öğelerin bir araya getirilmesi ve çalışma duruşu ile ilişkilendirilmesi için kullanılmaktadır (Esen ve Fırlı, 2012).

Yöntemin uygulanması için öncelikle analiz edilecek iş seçilmeli ve işi yapan kişi çalışma esnasında gözlemlenmelidir. Bu iş seçilirken çalışma esnasında geçen süre, çalışanın zorlanması, uygun olmayan çalışma duruşu gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu formun avantajlı yanı zaman ve çevresel faktörleri de değerlendirmeye katmasıdır.

### 3.11. MANTRA

MANTRA, çalışan kişinin herhangi bir günde iş yerinde bulunma süresi ve işi yaparken aralıksız çalıştığı süre ele alınarak; çevrim zamanı, kuvvet, hız, uygunsuzluk ve titreşim etmenlerini kullanmaktadır. İnsan vücudunun dört bölgesi ve yapılan işin beş özelliği ile ilgili verileri birleştirmektedir. MANTRA yönteminin uygulama aşamaları Tablo D’de sunulmuştur. Yöntemde değerlendirilen ölçütler şu şekildedir (Sökmen ve Yılmaz, 2019).

Birikimli risk puanı tablolardan elde edilen değerler kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\text{Birikimli risk puanı} = \text{toplam zaman} + \text{tekrarlama riski} + \text{çaba riski} + \text{uygunsuzluk} + \text{titreşim} \quad (3.8)$$

Birikimli risk puanı 5-25 arasında değer almaktadır. MANTRA yöntemine göre aşağıdaki eşitliklerden birinin gerçekleşmesi durumunda riski düşürmeye yönelik önlemler alınmalıdır;

$$\text{Birleştirilmiş çaba risk faktörü} = 5 \quad (3.9)$$

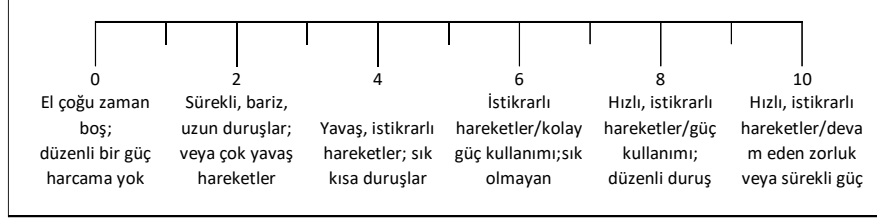
$$\text{Çaba} + \text{Uygunsuzluk} \geq 8 \quad (3.10)$$

$$\text{Birleştirilmiş birikimli risk puanı} \geq 15 \quad (3.11)$$

### 3.12. El Aktivitesi Düzeyi (ACGIH HAL)

Bu yöntem, 4 saat ve daha uzun süren tekrarlı işlerde elde meydana gelen risk seviyesini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Sağ ve sol el ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Yöntem, çalışanın kuvvet ve elin aktivite düzeyi hakkında yaptığı yorumlar doğrultusunda uygulanmaktadır.

El aktivite seviyesi Şekil 3.3. ve el kuvveti seviyesi ise Tablo 3.3. değerlendirme ölçütlerine göre belirlenmektedir.

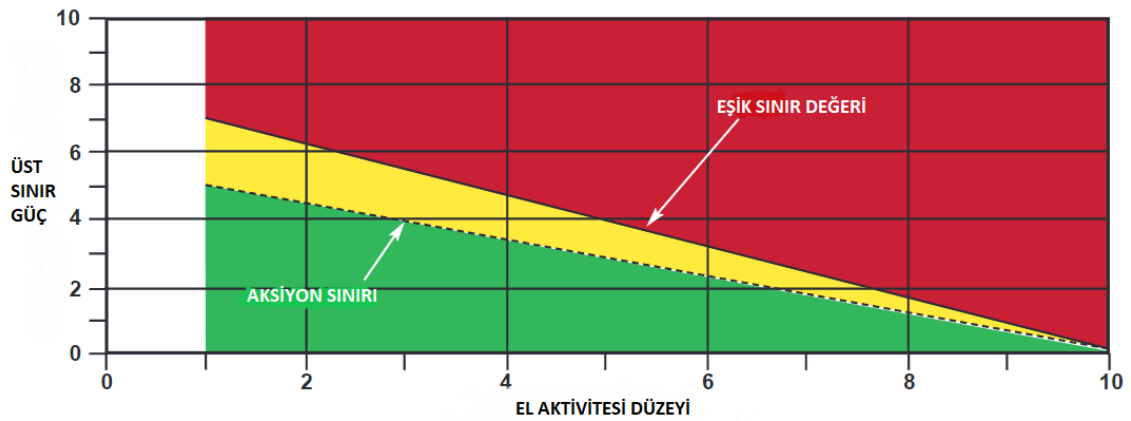


Şekil 3. 3. El aktivite seviyesinin değerlendirilmesi (Grooten WJA, Johanssons E., 2018)

Tablo 3. 3. El kuvveti seviyesinin değerlendirilmesi (Grooten WJA, Johanssons E., 2018)

Öznel Ölçek		Moor-Garg Gözlemci Ölçeği (Alternatif Yöntem)	Skor
Skor	Sözel Tespit		
0	Güç yok		0
0,5	Fazlasıyla güçsüz	Zar zor fark edilebilir veya rahat çaba	0,5
1	Çok güçsüz		1
2	Güçsüz	Fark edilebilir veya belirli çaba	2
3	Ortalama güç		3
4		Bariz çaba ancak değişmeyen yüz ifadesi	4
5	Güçlü (zor)		5
6		Ciddi çaba ve değişen yüz ifadesi	6
7	Çok güçlü		7
8			8
9		Güç için omuzlar veya el arabası kullanılır	9
10	Aşırı güçlü		10

Elde edilen bu değerlerin Şekil 3.4.'teki grafiğe yerleştirilmesi ile risk değerlendirmesi yapılmaktadır. Yeşil alan riskin bulunmadığını, sarı alan riski azaltmaya yönelik önlem alınması gerektiğini, kırmızı alan ise acilen eyleme geçilmesi gerektiğini ifade etmektedir.



Şekil 3. 4. El aktivitesi düzeyi değerlendirilmesi (Grooten WJA, Johanssons E., 2018)

Gözleme veya ölçüme dayalı yöntemler maliyetli olmaması ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle risk seviyesinin belirlenmesinde sıkça kullanılmaktadır. REBA yöntemi, tüm vücudu değerlendirmesi, kas kullanımı, yük etkisini de göz önünde bulundurması ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle en çok uygulanan yöntemlerden biridir. Örneğin; Google Akademik'te "REBA ergonomics" kelimesi araştırılarak 8.720 çalışmaya ulaşılmıştır. Literatürde REBA yöntemi kullanılarak farklı sektörlerde uygulanan çok sayıda çalışma duruşu analiz çalışması bulunmaktadır.



#### 4. LİTERATÜRDE REBA UYGULAMALARI

REBA yöntemi gerek kolay uygulanabilirliği gerekse tüm vücudu değerlendirmesi nedeniyle üretimden tarıma taşıma işlerinden şoförlüğe pek çok sektörde uygulanmıştır. Bu bölümde REBA yönteminin literatürde farklı sektörlerden uygulama örneklerine yer verilmiştir. Bunun yanında çalışma konusu olan REBA yönteminin güvenilirliği ile ilgili literatürde yapılmış çalışmalar sunulmuştur.

Üretim, metal sanayi, inşaat işleri için gerçekleştirilen bir çalışmada (Kocabaş, 2009), çalışma duruşları OWAS ve REBA yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Kompresör imalatı gerçekleştiren bir üretim tesisinde gerçekleştirilen bir ergonomi çalışmasında (Sağiroğlu ve diğ., 2015) çalışma duruşları REBA yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Kablo imalatı gerçekleştirilen bir iş yerinde yapılan çalışmada (Atıcı ve diğ., 2015), REBA analizi kullanılarak çalışma duruşu analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma çıktıları olarak meydana gelen zorlanma ve risk noktaları belirlenmiş ve azaltılmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

Bir süpermarkette yapılan bir çalışmada (Özay ve Doğanbatır, 2018) kasap, şarküteri, depo ve manav reyonlarında ve temizlik işlerinde çalışanların elle kaldırma işleri ve çalışma duruş pozisyonları REBA, NIOSH ve Snook tabloları yöntemleri ile incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda perakende sektöründe ergonomik iyileştirme çalışmalarına büyük bir ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Muz yetiştiriciliği ve üretiminde ergonomik risklerin tanımlanması amacıyla yapılan bir çalışmada (Jara ve diğ., 2017) çalışma duruşları REBA, kontrol listesi, ISO yönergeleri kullanarak değerlendirilmiştir. Çalışmada 44 farklı çalışma duruşu incelenmiş ve yapılan işlerin yüksek risk seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir.

Tersane sektöründe gerçekleştirilen bir çalışmada (Tol, 2019), en sık kullanılan çalışma duruşu analiz yöntemleri (REBA, OWAS, QEC, PLIBEL ve MANTRA) uygulanarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda tersane sektöründeki işçilerin yaptığı işlerin genellikle tekrarlı işler olmaması nedeniyle MANTRA yönteminin bu sektöre uygun olmadığı görülmüştür. PLIBEL yönteminin ise yüzdelik sonuçlar

vermesi nedeniyle diğer yöntemlere kıyasla hassasiyetinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda en etkili risk değerlendirmesinin yapılabilmesi için REBA, OWAS, QEC yöntemlerinin bir arada kullanılması gerektiği saptanmıştır.

Bisiklet imalat süreci için yapılan bir çalışmada (Ojha ve Vinay, 2018), 111 işçinin çalışma duruşları REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu işlerin yüksek risk seviyesinde olduğu görülmüştür. Risk seviyesini düşürmek üzere ergonomik müdahalelerin yapılmasına ve çalışanlara eğitim verilmesine karar verilmiştir.

Trafo üretimi yapan bir firmada gerçekleştirilen bir çalışmada (Gönen ve diğ., 2017), REBA ve OWAS yöntemlerini kullanılarak çalışma duruşlarının ergonomik analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda yüksek risk seviyesinde olan vücut bölümler tespit edilmiş ve riskleri azaltmak için yeni bir montaj sehpası tasarımı yapılmıştır.

Beyaz eşya üretimi yapan bir firmada yapılan bir çalışmada (Yener ve diğ., 2019) REBA ve NASA TLX yöntemlerine başvurulmuş bedensel ve zihinsel maruziyet değerlendirilmiş ve bir iş rotasyon modeli önerilmiştir.

Bir beyaz eşya üretim firmasında yapılan bir çalışmada (Şahin ve Kahya, 2018) montaj hattı dengeleme problemi ergonomik risk etmenlerini göz önünde bulundurarak REBA analizi ve hedef programlama kullanılarak modellenmiştir.

Şehir içi toplu taşıma şoförlerinin çalışma şartları göz önünde bulundurularak yapılan bir çalışmada (Adar ve Delice, 2020) iş yükü ölçümleri REBA ve NASA TLX yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda şoförlerin en çok zaman baskısı ve boyun ağrısı nedeniyle zorlandığı tespit edilmiştir. Bu etkilerin ortadan kaldırılmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

Tuğla fırınında yapılan bir çalışmada (Sain ve Meena, 2018), çalışanları etkileyen fiziksel riskler RULA ve REBA yöntemleri ile tespit edilmiştir. Hindistan'da 17 ve 53 yaş aralığındaki 217 erkek ve 111 kadın çalışan ile yapılan bu çalışma sonucunda yapılan işlerin yüksek risk seviyesinde olduğu görülmüştür. Risk seviyesini düşürmek amacıyla önlem alınması gerektiğine dikkat çekilmiştir.

İran'ın Fars eyaletinde elma hasadı işi göz önünde bulundurularak yapılan bir çalışmada (Houshyar ve Kim, 2018), işçilerin iş yükü değerlendirmesi için REBA yöntemi kullanılmıştır.

Brezilya'da süt sağım ve taşıma faaliyetleri için yapılan bir çalışmada (De Olivera ve diğ.2018), işçilerin duruşları REBA yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Hindistan'da demiryolu sahalarında çalışan işçilerin duruşları için yapılan bir çalışmada (Khan ve Singh, 2018), ergonomik risk seviyeleri REBA yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Malezya'da elektronik ürün imalatı yapan bir firmada gerçekleştirilen bir çalışmada (Yahya ve Zahid, 2018), montaj işlemi yapan çalışanların duruşları RULA ve REBA yöntemlerine başvurularak analiz edilmiştir.

Hindistan'daki inşaat işçileri için yapılan çalışmada (Chatterjee ve Sahu, 2018), işe ait duruşlar ve meydana gelen KİSR REBA ve OWAS yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Balıkçıların çalışma duruşlarının değerlendirilmesi için yapılan bir çalışmada (Sudiarno ve diğ., 2018), REBA yöntemi kullanmıştır.

Kore'de tarımsal işler için yapılan bir çalışmada (Kong ve diğ., 2018), geliştirilen Tarımsal Alt Ekstremitte Değerlendirmesi (ALLA) yönteminin REBA, RULA ve OWAS yöntemleri ile kıyaslanarak tasdiklenmesi hedeflenmiştir.

3B Statik Gücü Öngörü Programı kullanılarak el ile kaldırma ve taşıma işleri için yapılan çalışmada (Çakıt, 2018), zorlanma ve vücut postürünün değerlendirilmesi için REBA yöntemi kullanılmıştır.

Bir mobilya fabrikasında yapılan bir çalışmada (Erginel ve diğ., 2018), ergonomik risklerin analizinde Bulanık REBA yöntemini uygulamak için iki farklı hesaplama yöntemi geliştirilmiştir.

Otomotiv yan sanayiinde yapılan bir çalışmada (Uluskan ve Özyaliner, 2021) Kaizen yöntemi ile tesis yerleşimi yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda REBA yöntemi kullanılarak yerleşim tasarımına ergonomik bir yaklaşım ile öneriler getirilmiştir.

Temizlik işleri için yapılan bir çalışmada (Arslankaya ve Çelik, 2021) çalışma duruşları REBA yöntemi ile analizi edilmiş ve risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Otomotiv yan sanayisin için üretim yapılan bir firmada yapılan bir çalışmada (Akın ve diğ., 2022) üretim hatlarındaki çalışma duruşları REBA ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda yeni bir çalışma ortamı tasarımı yapılmıştır.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada (Varghese ve diğ., 2022) lastik çekme işlemleri için çalışma duruşları REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu işçilerin %16'sının yüksek risk, %84'ünün ise orta derece kısa iskelet sistemi rahatsızlığı riski altında olduğu ve önlem alınması gerektiği saptanmıştır.

İnşaat sektöründe yapılan bir çalışmada (Singh ve diğ., 2022) çalışma duruşları OWAS ve REBA yöntemleri ile analiz edilmiştir. İki yöntem arasındaki istatistiksel fark incelenmiştir.

Bir otomotiv firmasında yapılan bir çalışmada (Gajsek ve diğ., 2022) ergonominin sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmesi amacıyla çalışma duruşları OWAS ve REBA yöntemleri ile analiz edilmiştir.

İmalat sektöründe yapılan bir çalışmada (Mithunraj ve diğ., 2022) manuel taşıma işlerinin ergonomik risk seviyesinin belirlenmesi için çalışma duruşları REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda işçilerin yüksek risk seviyesinde çalıştığı görülmüş ve çözüm önerileri getirilmiştir.

Cerrahlar için yapılan bir çalışmada (Aaron ve diğ., 2021) ameliyat sırasındaki duruşların risk değerlendirmesi amacıyla REBA yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma duruşu analiz yöntemlerinin farklı kişi, zaman dilimi veya eğitimi ile uygulanması sonuçların doğruluğunu önemli ölçüde etkilemektedir. Aynı çalışma duruşunun farklı gözlemciler tarafından değerlendirilmesi, aynı gözlemcinin aynı çalışma duruşunu farklı zamanlarda değerlendirmesi veya ölçüm yöntemi hakkında farklı

eğitimlerden geçmiş kişiler tarafından yapılan değerlendirmeler ile farklı sonuçlara ulaşılabilir. Bu nedenle yapılan değerlendirmelerin güvenirliği sınıf içi ve sınıf arası güvenirlik analizleri ile ölçülmelidir.

Literatürde REBA yönteminin çalışma duruşu analizi uygulamalarına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen REBA analizinin güvenirliği ile ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır.

Schwartz ve diğerleri (2019) Minnesota niversitesi hizmetlilerinin çalışma duruşlarını REBA analizi ile değerlendirmiştir. 9 gözlemcinin (8 iş grubu) katılım sağladığı bu çalışmada her bir birey gözlemciler tarafından(189 duruş) 2 kez değerlendirilmiştir. Art arda yapılan değerlendirmeler sonucu sınıf içi güvenirlik değerinin yüksek( $ICC=0,925$ ) olduğu gözlenmiştir. Sınıflar arası güvenirlik değeri ise orta seviyededir.( $IRR=0,54$ ) Sonuç olarak sınıf içi ve sınıflar arası güvenirlik değerini geliştirebilmek için gözlemcilere standart bir eğitim verilmesi önerilmiştir.

Kee ve Karwowski (2007) demir elik, elektronik, kimya, otomotiv gibi çeşitli sektörlerdeki işlerin çalışma duruşu analizlerini OWAS, REBA ve RULA yöntemleri ile gerçekleştirmiştir ve yöntemlerin güvenirlikleri değerlendirilmiştir. Sınıflar arası güvenirlik OWAS ve RULA yöntemleri arasında %29,2'dir. RULA ve REBA yöntemleri arasındaki güvenirlik %48,2'dir. Ayrıca RULA yöntemine kıyasla OWAS ve REBA yönteminin yapılan analizlerde genellikle yüklenmeyi azımsadığı belirtilmiştir.

Jones and Kumar (2010) kereste fabrikasındaki işçilerin çalışma duruşlarını REBA, RULA, ACGIH TLV(American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Values), SI ve OCRA yöntemleri ile analiz etmiştir. Uygulanan yöntemlerden RULA %99, SI %97 ile en yüksek güvenirlik göstermiştir. REBA %64 ile orta derece güvenirlik göstermiştir. En düşük güvenirlik ACGIH TLV yönteminde gözlenmiştir.

Lamaro ve diğerleri (2014) yaptığı çalışmada REBA yöntemini Brezilya-Portekiz diline tercüme ve adapte etmiştir. Bu kapsamda bir uygulama yaparak REBA yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenirliği analiz edilmiştir. Tekstil endüstrisi, kütüphane, süpermarket gibi pek çok sektörden seçilmiş 53 farklı iş 2 farklı değerlendirici tarafından

analiz edilmiştir. Test yeniden test yöntemi kullanılarak aynı işler 7 gün sonra aynı değerlendiriciler tarafından tekrar puanlandırılmıştır. SPSS programı ile Kappa katsayısı(K) baz alınarak yapılmış güvenilirlik analizi sonuçlarına göre, REBA yönteminin Brezilya-Portekiz versiyonunun sınıf içi ve sınıflar arası güvenirligi düşükten ve orta seviyeye değişkenlik göstermektedir. Bu düşük güvenilirlik seviyesinin REBA'nın adapte edilmesinde az sayıda profesyonelden destek alınması, az sayıda işin gözlemlenmesi ve eğitim yetersizliğinden kaynaklandığı yorumlanmıştır.

Raman ve diğerleri (2020) çalışmasında dişçilik mesleğindeki KİSR risklerine dikkat çekmek için REBA yöntemini kullanmış ve sınıflar arası güvenirligini analiz edilmiştir. Yapılan uygulamada 28 diş hekimliği öğrencisinin çalışma duruşlarına ait fotoğraflar çekilmiştir. Duruşlara ait çekilen fotoğraflar hem öğrenciler tarafından hem de deneyimli bir fizyoterapist tarafından değerlendirilmiştir. Güvenirlilik analizleri Kappa kat sayısı ve Kendalss tau b katsayısı baz alınarak yapılmıştır. Sonuç olarak sınıflar arası güvenilirlik kappa katsayısına göre (kappa = 0.625; p <0.001 yüksek, Kendalss tau b katsayısına göre (Kendall's Tau-b of 0.568; p <0.01) orta seviyededir.

Abdollahzade ve diğerlerinin (2016) çalışmasında 147 ameliyat hemşiresinin aletleri taşınması, masayı hazırlaması ve toplaması gibi ana görevlerine ait çalışma duruşları iki farklı değerlendirici tarafından REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Kappa katsayısına göre sınıflar arası güvenilirlik her bir iş için yüksektir. (taşınma: % 89,1 , masa hazırlama: %89,9 ,geri toplama: %87,1)

Literatürde yer alan çalışmaların detaylı olarak incelendiği literatür araştırmasına dayanarak REBA yöntemine ait sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizlerinin birlikte yer aldığı üretim sektöründe yapılmış tek bir çalışma olduğu görülmektedir. İlgili çalışmada 53 adet çalışma duruşu REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu noktadan hareket ile REBA yönteminin daha büyük gözlem gruplarında güvenirligi ölçülerek genel geçerliğinin değerlendirilmesi amacı ile otomotiv yan sanayindeki çeşitli işlere ait çalışma duruşlarının güvenilirlik analizleri yapılmış olup detayı Bölüm 6 Sınıf İçi ve Sınıflar Arası Güvenirligi kısmında verilmektedir. İstatistiksel analizlere geçmeden önce çalışmaya konu olan REBA yöntemine ait bilgi bir sonraki bölümde yer almaktadır.

## 5. REBA YÖNTEMİ

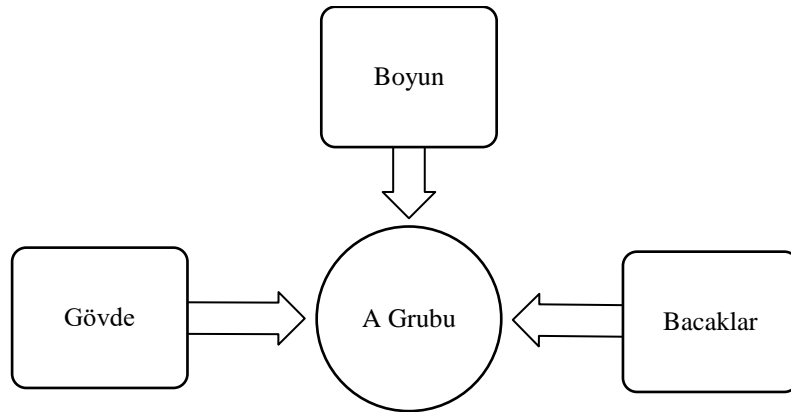
Faaliyetlerin özelliklerini değerlendirebilmek için gerekli şartlardan biri çalışma duruşu analizidir. Yapılan çalışma duruşu analizleri doğrultusunda uygulanacak tasarım değişiklikleriyle meydana gelmesi olası iş kazaları veya kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının önüne geçilebilmesi mümkündür.

REBA, tüm vücudun postüral analizi için hızlı ve kolay bir yöntemdir. İyi bir gözlem ve kalem, kağıt gibi az miktarda ekipmanla gerçekleştirilebilecek bu yöntem vücudu hareket düzlemlerine göre bağımsız bölgelere ayırarak tüm vücuttaki kas aktivitesi için bir puanlama sistemi sunmaktadır.

REBA yöntemi ile bir çalışma duruşu için gövdede, boyunda, bacaklarda, üst kollarda, alt kollarda ve bileklerde ortaya çıkan fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine ve bu duruşlar esnasında maruz kalınan yüklere bağlı olarak 1 ile 15 arasında değişen bir risk skoru belirlenmektedir. Her bölüm için yapılan analizler sonucu elde edilen skorlarla risk derecelendirmesi yapılarak faaliyetin ne kadar riskli olduğu saptanmaktadır. Belirlenen risk derecesine göre önlem almak için gerekli çalışmalar yapılmaktadır.

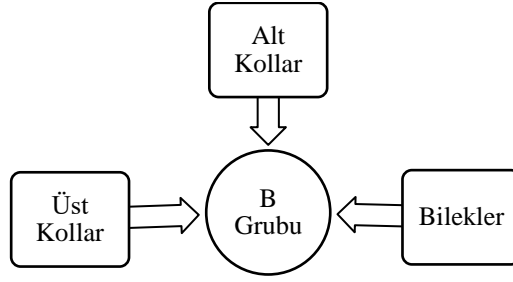
Yöntemin uygulaması için vücut A ve B olarak adlandırılan iki bölüme ayrılmaktadır. Tablo 5.1.'de gösterildiği gibi gövde, boyun ve bacaklar A grubu olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 5. 1. A duruş puanı değerlendirme ölçütleri



Tablo 5.2.'de detayı belirtildiği üzere üst kollar, alt kollar ve bilekler B grubu içerisinde incelenmektedir.

Tablo 5. 2. B duruş puanı değerlendirme ölçütleri



Adım 1:Yapılan gözlemler sonucu Tablo 5.3.’teki değerlendirme ölçütlerine göre gövde, boyun ve bacaklar için ayrı ayrı duruş puanları belirlenmektedir. Duruş puanları kullanılarak Tablo 5.4.’teki Tablo A’dan belirlenen skora Tablo 5.5.’teki Yük/Kuvvet skoru eklenerek A skoru elde edilmektedir.

Tablo 5. 3.A duruş puanı

	Hareket	Skor	Skor Değişimi	
Gövde	Dik	1	Yana esneme veya dönme varsa +1	
	0°- 20° Fleksiyon 0°- 20° Ekstansiyon	2		
	20°- 60° Fleksiyon > 20° Ekstansiyon	3		
	> 60° Fleksiyon	4		
Boyun	0°- 20° Fleksiyon	1	Yana esneme veya dönme varsa +1	
	> 20° Fleksiyon veya Ekstansiyon	2		
Bacak	Bilateral(iki taraflı) ağırlık taşıma, yürüme veya oturma	1	Diz(ler)de 30°- 60° arası Fleksiyon +1	
	Unilateral(tek taraflı) ağırlık taşıma veya sabit olmayan duruş	2	Diz(ler)de > 60° Fleksiyon (oturma hariç) +2	

Tablo 5. 4. Tablo A

		BOYUN											
		1				2				3			
		BACAĞLAR				BACAĞLAR				BACAĞLAR			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tablo 5. 5. Yük/Kuvvet skoru

Yük/Kuvvet	Skor
< 5 kg	0
5-10 kg	1
> 10 kg	2
Ani veya hızlı kuvvet artışı	+1

Adım 2: Tablo 5.6.'daki değerlendirme ölçütlerine göre üst kollar, alt kollar ve bilekler için belirlenen duruş skorları doğrultusunda Tablo 5.7.'deki Tablo B'den belirlenen skora Tablo 5.8.'deki ölçütlere göre belirlenen kavrama skoru eklenerek B skoru elde edilmektedir.

Tablo 5. 6. B skoru

	Hareket	Skor	Skor Değişimi	
Üst Kol	20° Fleksiyon 20° Ekstansiyon	1	Kolda: Abdüksiyon varsa Rotasyon varsa +1  Omuz yükselmişse +1 Kol duruşunda yerçekimi desteği etkiliyse -1	
	20°- 45° Fleksiyon > 20° Ekstansiyon	2		
	45°- 90° Fleksiyon	3		
	> 90° Fleksiyon	4		
Alt Kol	60°- 100° Fleksiyon	1		
	< 60° Fleksiyon veya > 100° Fleksiyon	2		
Bilek	0°- 15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	1	Bileklerde yana esneme veya dönme varsa +1	
	> 15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	2		

Tablo 5. 7. Tablo B

		ALT KOL					
		1			2		
		BİLEK			BİLEK		
		1	2	3	1	2	3
ÜST KOL	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

Tablo 5. 8. Kavrama skoru (Sağiroğlu ve diğ., 2015)

Açıklama	Skor
İlgili ekipmanların tutamakları uygun ve orta şiddette tutuş kuvveti	0
El tutuşu kabul edilebilir ancak ideal değil, vücudun başka bir yeri ile tutuş destekleniyor	1
El tutuşu kabul edilemez ancak mümkün	2
Tutamak yok, herhangi bir şekilde elle tutmak veya vücut ile tutuşu desteklemek mümkün değil	3

Adım 3: Belirlenen A ve B skorları kullanılarak Tablo 5.9.'daki Tablo C'den C skoru belirlenmektedir.

Tablo 5. 9. Tablo C

		B Skoru											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A Skoru	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

Adım 4:Elde edilen C skoruna Tablo 5.10.'daki ölçütlere göre belirlenen aktivite skoru eklenerek REBA Skoruna ulaşılmaktadır.

Tablo 5. 10. Aktivite skoru

Aktivite	Skor
Bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit (ör: 1 dakikadan uzun süre tutma)	+1
Kısa aralıklarla tekrar eden işler (1 dakikada 4'ten fazla tekrar eden iş) (yürüme hariç)	+1
Yapılan iş duruşta hızlı ve büyük değişikliğe neden oluyorsa veya sabit olmayan zeminde çalışılıyorsa	+1

Adım 5:Belirlenen REBA Skorunun derecesi Tablo 5.11.'deki ölçütler dikkate alınarak risk seviyesi belirlenmektedir.

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 Gerekli
4	11-15	Çok Yüksek	Hemen Gerekli

Şekil 5. 1. REBA risk değerlendirme (Atıcı ve diğ., 2015)

## 6. REBA YÖNTEMİNİN SINIF İÇİ VE SINIFLAR ARASI GÜVENİRLİĞİ

Çalışma duruşlarına ait iyileştirme çalışmalarının başarısı ilk olarak uygunsuz duruşların doğru bir şekilde tespit edilmesine bağlıdır. Bu noktada çalışma duruşları için risk seviyesi değerlendirmelerinin geçerli ve güvenilir olması gerekmektedir. Güvenirlik, ölçme aracının kendi içinde kararlılığı ve tutarlılığı olup, standart hatanın az olması demektir (Aktürk ve Acemoğlu, 2012). Ölçüm yapılan ortam, ölçüm yapan kişinin dikkat seviyesi ve diğer etkenler hatalı sonuçlara neden olabilmektedir.

Ölçme sırasında hatalı durumları saptamak, hatasız sonuçlar elde etmek için araştırmacılar hata kaynaklarının ölçme sonuçları üzerindeki etkilerini hesaplamaya yönelik güvenilirlik belirleme tekniklerini önermektedir (Bilgen ve Doğan, 2017). Paralel formlar yöntemi ile bir kişinin aynı durumu birbirinden farklı iki ölçek ile değerlendirerek sonuçların korelasyonu sorgulanmaktadır. Test-tekrar test yönteminde, aynı kişinin aynı durumları farklı zaman dilimlerinde 2 veya daha fazla kez değerlendirme sonuçlarının tutarlılığı sorgulanmaktadır. Yarıya bölme (Split Half) yönteminde, ölçekte yer alan sorular iki gruba ayrılmakta ve iki grup sonuçları arasındaki korelasyon değerlendirilmektedir.

Sınıf içi güvenilirlik aynı kişinin yaptığı birden fazla değerlendirme arasındaki tutarlılık derecesidir. Sayısal ölçümler için sınıf içi korelasyon katsayısına, kategorik ölçümler için Cohen'in kappa katsayısına göre sonuçlar yorumlanmaktadır (Aktürk ve Acemoğlu, 2012).

Sınıflar arası güvenilirlik aynı durumun birden fazla kişi tarafından değerlendirilmesi sonucunda tutarlılık derecesidir. Nümerik bir ölçüm yapılıyorsa iki değerlendiricinin sonuçlarının sınıf içi korelasyon (Intraclass Correlation Coefficient - ICC) derecesi incelenmektedir. Phi (basit korelasyon), Kappa (rastlantı açısından düzeltme yapılmış) ve Kendall's tau (sıralı veriler için) katsayıları hesaplanabilir (Bilgen ve Doğan, 2017).

McGraw ve Wong , “Model” (1 yönlü rastgele etkiler, 2 yönlü rastgele etkiler veya 2 yönlü sabit etkiler), “Tip” (tek puanlayıcı/ölçüm veya *k'nin* ortalaması) ve ilişkinin “Tanımı” (tutarlılık veya mutlak anlaşma) temelinde 10 ICC formu tanımlamıştır. Bu ICC formları şu şekilde özetlenmektedir (Koo ve Li, 2016).

Tablo 6. 1. Shrout ve Fleiss (1979) ve McGraw ve Wong (1996) arasındaki eşdeğer ICC formları (Koo ve Li, 2016)

McGraw ve Wong (1996) Sözleşme	Shrout ve Fleiss (1979) Sözleşmesi
Tek yönlü rastgele etkiler, mutlak uyum, tek puanlayıcı/ölçüm	ICC (1,1)
İki yönlü rastgele etkiler, tutarlılık, tek puanlayıcı/ölçüm	-
İki yönlü rastgele etkiler, mutlak uyum, tek puanlayıcı/ölçüm	ICC (2,1)
İki yönlü karışık etkiler, tutarlılık, tek puanlayıcı/ölçüm	ICC (3,1)
İki yönlü karışık etkiler, mutlak uyum, tek puanlayıcı/ölçüm	-
Tek yönlü rastgele etkiler, mutlak anlaşma, çoklu puanlayıcılar/ölçümler	ICC (1, k)
İki yönlü rastgele etkiler, tutarlılık, çoklu değerlendiriciler/ölçümler	-
İki yönlü rastgele etkiler, mutlak anlaşma, çoklu puanlayıcılar/ölçümler	ICC (2, k)
İki yönlü karışık etkiler, tutarlılık, çoklu değerlendiriciler/ölçümler	ICC (3, k)
İki yönlü karışık etkiler, mutlak anlaşma, çoklu puanlayıcılar/ölçümler	-

Puanlayıcılar arası güvenilirlik analizinin doğru şekilde yapılabilmesi için öncelikle uygun ICC formu seçilmesi gerekmektedir. Bu noktada model, tip ve tanım grupları içeriğe uygun şekilde belirlenmektedir.

Model seçimi için 3 farklı grup bulunmaktadır. Model belirlemesi için “Değerlendirme yapılacak tüm içeriği puanlayacak sabit bir puanlayıcı grubu var mıdır?” ve “Puanlayıcılar daha büyük bir puanlayıcı örneklemeden rastgele mi seçilmiştir?” soruları sorulmaktadır. Tek yönlü rastgele etkiler modelinde, daha büyük bir olası puanlayıcı popülasyonundan rastgele seçilen farklı bir puanlayıcı grubu tarafından derecelendirilmektedir. Her bir puanlayıcı tüm durumları değerlendirmemektedir. İki yönlü rastgele etkiler modelinde her bir konu daha büyük bir olası puanlayıcı popülasyonundan rastgele seçilen farklı bir puanlayıcı grubu tarafından

değerlendirilmektedir. İki yönlü karışık etkiler modelinde seçilen puanlayıcılar sadece ilgilenilen puanlayıcılardır ve tüm konuları değerlendirmektedir.

Tip seçimi ölçüm çalışmasının değerlendirme kriterinin belirlenmesidir. Bu seçim ile çalışmada tek bir puanlayıcının ölçüm değerinin veya k puanlayıcının ortalamasının değerlendirmeye alınacağı belirlenmektedir.

Tanım seçimi için İki Yönlü Rastgele ve İki Yönlü Karışık Etkiler Modeli için mutlak anlaşma ve tutarlılık olmak üzere 2 seçenek bulunmaktadır. Mutlak anlaşma farklı puanlayıcıların aynı durum için aynı puanı vermesini ifade etmektedir. Tutarlılık ise puanlayıcıların aynı denek grubuna aldıkları puanların toplamsal bir şekilde ilişkilendirilip ilişkilendirilmediği ile ilgilidir.

Çalışmalar için uygun ICC formunun belirlenmesi için EK E'deki akış kullanılabilir.

Bu çalışmada çalışma duruşu analizlerinde kullanılan REBA yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirliği değerlendirilmektedir. Bu amaçla bir otomotiv yan sanayi şirketinde kaynak, montaj, paketleme vb. pek çok işe ait çalışma duruşları REBA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Kişisel hakların korunması kanunu gereği gönüllü ve izin alınan kişilerin çalışmaları video ile kayda alınmıştır. Video kayıtların incelenmesi sonucu analiz edilmek üzere 200 adet çalışma duruşu belirlenmiştir. Belirlenen çalışma duruşları, ergonomi alanında daha önce farklı eğitim almış 4 kişi tarafından değerlendirilmiştir. Analizler öncesinde de değerlendiricilere ayrıca REBA yönteminin içeriğini ve uygulama detaylarını açıklayan 30 dakikalık bir eğitim verilmiştir. Çalışma duruşu analizleri için aynı ölçütlerin kullanıldığından emin olmak amacıyla tüm değerlendiricilerin Resim 1'i kullanması zorunlu tutulmuştur. Değerlendiricilere her bir duruşu analiz edebilmeleri için istedikleri kadar süre tanınmıştır. Yorgunluk etkisini önleyebilmek amacıyla 10 fotoğrafta bir mola verilmesi önerilmiştir.

Güvenirlik çalışmaları REBA yönteminin uygulama adımlarından olan A skoru, B skoru, C skoru ve Final REBA skoru üzerinden yapılmıştır. 4 değerlendiricinin analiz sonuçları sınıflar arası güvenilirlik çalışmasının verilerini oluşturmaktadır. Sınıf içi güvenilirlik çalışmasının verilerini ise her bir değerlendiricinin farklı bir zaman diliminde gerçekleştirdiği aynı çalışma duruşlarına ait analiz sonuçlarından oluşmaktadır. Test-

tekrar test yöntemi uygulanarak aynı çalışma duruşları aynı değerlendiriciler tarafından bir hafta sonra yapılan 2. Oturumda tekrar analiz edilmiştir.

Güvenirlilik analizi SPSS paket programı kullanılarak %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir. Güvenirlilik, sınıf içi korelasyon katsayısı(ICC) ile ölçülmüştür. ICC(3,1) modeli kullanılarak güvenirlilik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu modelin kullanılmasının nedeni 4 gözlemci tarafından puanlama yapılması ve güvenirliliğin birden fazla kez ölçüm yapılsa bile tek bir gözlemcinin tek bir gözlem değeri bağlamında ölçülmesidir. ICC sonuçlarının güvenirlilik değerlendirilmesi Koo ve Li(2006) tarafından yapılan sınıflandırma esas alınarak ( $ICC < 0,5$  zayıf,  $0,5 < ICC < 0,75$  orta,  $0,75 < ICC < 0,90$  yüksek,  $ICC > 0,9$  mükemmel güvenirlilik) yapılmıştır.

### 6.1. Sınıf İçi Güvenirlilik

Sınıf içi güvenirlilik analizi, aynı skorun aynı değerlendirici tarafından 2 ayrı oturumda yapılan değerlendirme sonuçları baz alınarak gerçekleştirilmektedir. Değerlendiriciler tarafından 2 farklı oturumda belirlenen REBA skorlamalarının %95 güven aralığında gerçekleştirilen sınıf içi güvenirlilik analizi sonuçları Tablo 6.3'de gösterilmektedir. Örneğin, A skoru için Değerlendirici 1'in 1. Oturum ve 2. Oturum skorlamalarının sınıf içi korelasyon katsayısı 0,952, alt sınır değeri 0,937, üst sınır değeri 0,964'dur. Sınıf içi korelasyon katsayılarına göre tüm değerlendiricilerin A skoru, C skoru ve Final REBA Skoru analizleri mükemmel güvenirliliktir. B skoruna ait değerlendirmelerin ise yüksek güvenirlilikte olduğu görülmektedir.

Tablo 6. 2. Sınıf içi güvenirlilik (Sınıf içi korelasyon katsayısı (3,1), %95 güven aralığı)

	A skoru	B skoru	C skoru	Final REBA Skoru
Değerlendirici 1	0,952 (0,937-0,964)	0,879 (0,840-0,908)	0,939 (0,919-0,954)	0,938 (0,918-0,953)
Değerlendirici 2	0,958 (0,945-0,969)	0,880 (0,842-0,909)	0,946 (0,929-0,960)	0,943 (0,925-0,957)
Değerlendirici 3	0,942 (0,923-0,956)	0,808 (0,746-0,854)	0,958 (0,944-0,968)	0,952 (0,937-0,964)
Değerlendirici 4	0,918 (0,891-0,938)	0,851 (0,803-0,887)	0,932 (0,910-0,949)	0,923 (0,898-0,942)

Sınıf içi güvenirlilik analizi sonucunda her bir değerlendiricinin iki oturumda REBA yöntemini mükemmel güvenirlilikte gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu sonuca dayanarak REBA yönteminin anlaşılır ve kolay uygulanabilir bir yöntem olduğu söylenebilmektedir.

## 6.2. Sınıflar Arası Güvenirlik

Sınıflar arası güvenirlik aynı skor için farklı değerlendiriciler tarafından yapılan skorlamalar baz alınarak analiz edilmektedir. Sınıflar arası güvenirliğin analiz edilebilmesi için 4 farklı değerlendiriciye ait REBA skorları (A, B, C, Final REBA skoru) kullanılmıştır. 1. Oturum ve 2. Oturum için sınıflar arası güvenirlik analizleri ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

4 değerlendirici için sınıflar arası güvenirlik analiz edilmiştir. %95 güven aralığında gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 6.4.'te gösterilmektedir. 4 değerlendirici arasındaki 1. oturumda yapılan değerlendirmelerde A skoru (ICC=0,871), C skoru(ICC=0,844) ve final REBA skorunun(ICC=0,884) yüksek güvenirlikte olduğu görülmektedir. B skoru (ICC=0,704) orta seviye güvenir olduğu görülmektedir. 1. oturum 3 değerlendirici arasındaki puanlama değerlerine göre A skoru, C skoru ve Final REBA skoru puanlamaları yüksek güvenirliktedir. 3'lü değerlendirmeler için de B skorunun orta güvenirlikte olduğu tespit edilmiştir. 2. Oturum 4 değerlendirici arasındaki güvenirlik analizlerine göre A skoru (ICC=0,927) mükemmel, B skoru (ICC=0,817) , C skoru (ICC=0,884) ve Final REBA skoru (ICC=0,883) yüksek seviyede güvenirdir. 2. oturum 3 değerlendirici arasındaki puanlama değerlendirmelerine göre A skoru yüksek-mükemmel sınır seviyesinde, B skoru C skoru ve final REBA skoru puanlamaları yüksek güvenirliktedir.

Tablo 6. 3. Sınıflar arası güvenirlik analizi

		Tüm	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
A skoru	1. ot.	0,871	0,881	0,809	0,806	0,837	0,804	0,804	0,689	0,887	0,708	0,699
	2. ot.	0,927	0,945	0,881	0,885	0,900	0,901	0,907	0,786	0,951	0,794	0,803
B skoru	1. ot.	0,704	0,663	0,578	0,633	0,681	0,482	0,544	0,463	0,663	0,486	0,591
	2. ot.	0,817	0,793	0,731	0,749	0,799	0,659	0,655	0,635	0,819	0,637	0,702
C skoru	1. ot.	0,844	0,843	0,755	0,774	0,832	0,712	0,741	0,622	0,887	0,685	0,722
	2. ot.	0,884	0,903	0,815	0,823	0,858	0,822	0,832	0,692	0,927	0,722	0,742
Final REBA skoru	1. ot.	0,852	0,847	0,771	0,787	0,838	0,728	0,743	0,652	0,884	0,696	0,739
	2. ot.	0,883	0,903	0,815	0,820	0,854	0,827	0,830	0,689	0,927	0,712	0,730

Tablo 3.4'e göre değerlendiricilerin skorlamalarına dayanarak A skoru, B skoru ve C skoru ve Final REBA skoru için farklı oturumların sınıf içi korelasyon katsayıları kıyaslandığında 2. oturumdaki değerlerin 1. oturumda yapılan değerlendirmelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin, B skoru için tüm değerlendiricilerin 1. Oturum ICC değeri 0,704 iken 2. Oturum ICC değeri 0,817'dir. Yapılan analiz sayısı arttıkça öğrenme eğrisinin devreye girmesi sonucu 2. Oturum değerlendirmelerinin 1. Oturum değerlendirmelerine göre daha güvenilir sonuçlar verdiği görülmektedir.

Sınıflar arası güvenilirlik analizlerine göre en yüksek güvenilirlik A skorunda meydana gelmektedir. A skoru için boyun, gövde ve bacakların duruşu değerlendirilmektedir. Bu bakımdan boyun, gövde ve bacaklar için vücudun diğer bölümlerine göre daha güvenilir bir değerlendirme yapıldığı görülmektedir.

A skoru için duruş puanına ek olarak yük/kuvvet skoru hesaba katılmaktadır. Yük/kuvvet skoru yapılan işte sarf edilen kuvvet veya maruz kalınan yükün etkisidir. Tablo 6.5 verilerine göre yük/kuvvet skorunun mükemmel güvenilirlikte olduğu görülmektedir. Yük/kuvvet skorunun, kabul edilen ölçütler doğrultusunda nicel bir değerlendirme sonucu belirlendiği için kişisel yorumlardan etkilenmediği ve güvenilirliğinin yüksek olduğu söylenebilir.

Tablo 6. 4. A puanı ve Yük/Kuvvet skoru sınıflar arası güvenirligi

		Tüm	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1- 2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
A puanı	1. ot.	0,866	0,874	0,800	0,801	0,835	0,788	0,795	0,679	0,884	0,704	0,702
	2. ot.	0,923	0,941	0,876	0,879	0,897	0,895	0,899	0,777	0,948	0,793	0,797
Yük/Kuvvet	1. ot.	0,983	0,974	0,981	0,974	0,980	0,959	0,942	0,988	0,983	0,971	0,954
	2. ot.	0,984	0,977	0,981	0,976	0,982	0,959	0,947	0,988	0,989	0,971	0,960

Güvenirlilik analizlerine göre B skorunun güvenilirliğinin diğer puanlandırmalara göre daha düşük olduğu görülmektedir. B skoru kol ve bilek duruşunun analiz edildiği bölümdür. Tablo 6.6. verilerine dayanarak A skoruna kıyasla, B skoru sınıf içi korelasyon katsayısı değerinin düşük olması nedeniyle kol ve bilek duruşunun kişisel olarak farklı yorumlamalara daha açık olduğu görülmektedir.

B skorunun belirlenmesinde etkisi olan bir diğer faktör kavrama skorudur. Tablo 6.6.'da görüleceği üzere kavrama skoru güvenirligi tüm değerlendiriciler ve değerlendiricilerin

3lü gruplar halinde analizine göre orta seviyededir. Değerlendiriciler arası 2’li güvenilirlik analizlerine göre düşük seviyededir. B postür skoru ve kavrama skoru için belirlenen ölçütlerin kişisel olarak farklı değerlendirmelere açık olması nedeniyle B skorunun güvenilirliğinin A skoruna göre daha düşük olduğu söylenebilir.

Tablo 6. 5. B puanı ve kavrama skoru sınıflar arası güvenilirliği

		Tüm	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1- 2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
B puanı	1. ot.	0,676	0,642	0,539	0,607	0,642	0,433	0,543	0,438	0,635	0,444	0,532
	2. ot.	0,826	0,807	0,748	0,774	0,789	0,673	0,709	0,691	0,805	0,633	0,688
Kavrama	1. ot.	0,764	0,824	0,587	0,574	0,740	0,672	0,669	0,219	0,913	0,323	0,255
	2. ot.	0,780	0,821	0,638	0,631	0,752	0,686	0,682	0,360	0,886	0,434	0,408

C skoru, ulaşılan A ve B skorları kullanılarak bir tablo üzerinden belirlenmektedir. Sınıf içi ve sınıflar arası yüksek güvenilirlik göstermesi nedeniyle C skoru tablosunun B skorundaki sapmaları giderebilen bir ölçek olduğu söylenebilir.

Final REBA skorunun hesabında C skoru ve aktivite skorunun toplamı baz alınmaktadır. Tablo 6.7.’deki güvenilirlik analizine göre aktivite skorunun tüm değerlendiriciler için ilk oturumda orta seviye güvenilir olduğu görülmektedir. 2. Oturum için 4 değerlendirici arasında yapılan analizde aktivite skorunun yüksek güvenilirlikte olduğu görülmektedir. 3’lü ve 2’li yapılan değerlendirmelerde aktivite skorunun her iki oturum için orta seviye güvenilir olduğu görülmektedir. Sonuç olarak aktivite skoru için belirlenen ölçütlerin kişisel olarak farklı değerlendirmelere açık olduğu söylenebilir.

Tablo 6. 6. Aktivite skoru sınıflar arası güvenilirliği

		Tüm	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1- 2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Aktivite	1. ot.	0,762	0,679	0,649	0,726	0,759	0,454	0,570	0,605	0,710	0,582	0,730
	2. ot.	0,800	0,779	0,725	0,748	0,740	0,626	0,735	0,660	0,735	0,628	0,572

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

KİSR işçi, işveren ve ülke ekonomisi açısından ciddi sonuçlar meydana getirmektedir. KİSR rahatsızlıklarının oluşmasında rol oynayan en önemli faktör çalışma duruşu bozukluğu olarak görülmektedir. Uygunsuz çalışma duruşlarının tespit edilmesine yönelik birçok çalışma duruşu analiz yöntemi bulunmaktadır. REBA yöntemi, tüm vücudu değerlendirmesi, kas kullanımı, yük etkisini göz önünde bulundurması ve kullanım kolaylığı nedeniyle en çok uygulanan yöntemlerden biridir.

Çalışma duruşu analizlerinin doğruluğu yöntemleri uygulayan kişi, zaman dilimi veya alınan eğitimlerden ile önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu noktada çalışma duruşu analiz yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizi kritik önem taşımaktadır. Literatürde REBA yönteminin uygulamasına yönelik pek çok çalışma bulunmasına rağmen REBA yönteminin güvenilirliğine dair az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır.

Bu çalışmada REBA yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla bir otomotiv yan sanayi firmasında pek çok işe ait belirlenen 200 farklı çalışma duruşu 4 farklı değerlendirici tarafından 2 ayrı oturumda REBA analizine tabi tutulmuştur. Sonuçları etkileyebilecek faktörleri kontrol altına almak adına tüm değerlendiriciler için aynı koşullar sağlanmıştır. Yöntem ile ilgili aynı eğitim verilmiş, aynı değerlendirme tablosu kullanılmış, yorgunluk etkisini azaltmak için molalar verilmiştir. 1. oturum ve 2. Oturum değerlendirmeleri aynı koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Değerlendiriciler tarafından yapılan puanlamaların(A skoru, B skoru, C skoru, final REBA skoru) güvenilirliği %95 güven aralığında SPSS programı ile hesaplanan sınıf içi korelasyon katsayısı bakımından değerlendirilmiştir.

Yapılan analizler sonucu REBA yönteminin sınıf içi güvenilirliğinin yüksek olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç yöntemin tercih sebeplerinden biri olan anlaşılır ve kolay uygulanabilir bir yöntem olduğunu doğrulamaktadır. Sınıflar arası güvenilirlik uygulamasında 2. Oturum güvenilirliğinin 1. Oturuma göre daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Bu noktada analiz yapma sayısı arttıkça öğrenme eğrisinin devreye girmesi ile daha güvenilir sonuçlar alınması tespit edilmiştir. Sınıflar arası güvenilirlik A skoru, C skoru ve final REBA skoru için yüksek olmasına rağmen B skoru için orta derecedir. Bu sonuç B skorunu oluşturan postür skoru ve kavrama skorunun kişisel yorum

ve farklı değerlendirmelere daha açık olduğunu göstermektedir. Bu noktada risk değerlendirmesinde kullanılan final REBA skorunun hesaplanmasında bir girdi olan B skorunun güvenirliğinin artırılması ile REBA yönteminin güvenirliğinin artırılabacağı açıktır. B skoru analiz güvenirliğinin artırılması amacı ile REBA eğitimlerinde kol ve bilek duruşlarına ait değerlendirme ltlerinin daha detaylı açıklanması ve kavrama skoru ltlerinin kişisel yorumların önüne geçecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Ek olarak, final REBA skoru için bir girdi olan aktivite skorunun orta seviye güvenir olduğu tespit edilmiştir. Bu noktada aktivite skoru için belirlenen ltlerin kişisel yorum ve değerlendirmelere açık olduğu ve gözden geçirilerek düzenlenmesi sonucu final REBA skorunun güvenirliğinin artırılmasına katkı sağlanabileceği söylenbilir.

## KAYNAKLAR

- Aaron KA, Vaughan J, Gupta R, Ali N-E-S, Beth AH, Moore JM. (2021). The risk of ergonomic injury across surgical specialties. *PLoS ONE* 16(2),<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244868>
- Abdollahzade F., Mohammadi F., Dianat I., Asghari I., Asghari-Jafarabadi M., Sokhanvar, Z. (2016). Working posture and its predictors in hospital operating room nurses. *Health Promot Perspect*, 6(1), 17–22.
- Açıklan E. (2019), Yaylı Çalgı İcracılarında Çalma Postürüne Etki Eden Parametrelerin Video Analiz Yöntemi ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 583265.
- Adar T., Delice E.K. (2020). Şehir içi toplu taşıma şoförlerinin toplam iş yüklerinin fiziksel ve zihinsel iş yükü ölçütlerine göre yeni bir yaklaşımla karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(1), 254-267.
- Akın N.M., Aydın F., Yıldız B., Gündüz T., Özalp B. (2022). Tekrarlı Manuel İşlerde Fizyolojik Zorlanmaların Değerlendirilmesi ve Önlenmesi. *Ergonomi*, 5(1), 43–54.
- Arslankaya S., Çelik M. (2021). Temizlik Çalışanlarının Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi İle Ergonomik Risk Analizi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 13(3), 150-160.
- A Step by Step Guides to Recommended Ergonomic Assessment Tools, <https://ergo-plus.com/> (06.04.2022)
- Atıcı H., Gönen D., Oral A. (2015) Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA Yöntemi İle Ergonomik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 239-244.
- Bae S.H., Kim D.H., Kim H.S., Kim K.C. (2018). Biomechanical study on the convenience of loading and unloading laundry in clothes dryer. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 19(6), 907-915.
- Baykasoğlu A., Akyol Ş. (2014). Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(4), 785-792.
- Can G. (2013). RULA Yönteminin Görüntü İşleme Desteği ile Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 342558.
- Chatterjee A, Sahu S. (2018). A physiological exploration on operational stance and occupational musculoskeletal problem manifestations amongst construction labourers of West Bengal, India. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(4), 775-783.

- Çakıt E. (2018). Ergonomic assessment of airport shuttle driver tasks using an ergonomic analysis toolset. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 24(2), 286-293.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2007), Mesleki Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları, *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 34.
- De Oliveira CC, De Paula Xavier AA, Ulbricht L, Moro ARP, Belinelli MM. (2018). Health in the rural environment: a postural evaluation of milking workers in brazil. *Cahiers Agricultures*, 27(3), 1-8.
- Deryaoğlu P., Atıcı H., Gündüz T. (2019). Et taşıma sürecinde karşılaşılan kas iskelet sistemi rahatsızlığı risklerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 513-518.
- Erginel N, Toptancı Ş, Acar I. (2018). Bulanık REBA ile bir mobilya imalat firmasında ergonomik risk değerlendirme. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 92-101.
- Esen H., Fırlı N. (2013). Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 17(1), 41-51.
- Gajšek, B., Draghici, A., Boatca, M.E., Gaureanu, A., Robescu, D. (2022). Linking the Use of Ergonomics Methods to Workplace Social Sustainability: The Ovako Working Posture Assessment System and Rapid Entire Body Assessment Method. *Sustainability*, 14, 4301. <https://doi.org/10.3390/su14074301>
- Gönen D., Karaoğlu A., Oral A., Ocaktan M., Cicibaş A. (2017). Bir Transformatör İşletmesinde Montaj Ünitesinin Ergonomik Analizi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(5), 1067-1080.
- Grooten WJA, Johansson E. (2018). Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related musculoskeletal disorders. *Rev Cienc Salud*, 16, 8-38.
- Houshyar E., Kim I.J. (2018). Understanding musculoskeletal disorders among iranian apple harvesting laborers: ergonomic and stop watch time studies. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 67, 32-40.
- Jara, O., Ballesteros, F., Carrera, E. (2017). Assessments of Ergonomic Risks in Banana Cultivation and Production. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, 258-263.
- Jones, T., Kumar, S. (2010). Comparison of ergonomic risk assessment output in four sawmill jobs. *Int. J. Occup. Saf. Ergon.* 16 (1), 105–111.
- Kahraman M. (2012). Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri ile Önceliklendirilmesi ve Bütünleşik Bir Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 330692.

- Kee, D., Karwowski, W. (2007). A comparison of three observational techniques for assessing postural loads in industry. *Int. J. Occup. Saf. Ergon.* 13 (1), 3–14.
- Khan MR, Singh NK. (2018). Prevalence of musculoskeletal disorders among indian railway sahayaks. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 24(1-2), 27-37.
- Kocabaş M. (2009). Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 238000.
- Kong YK, Lee SY, Lee KS, Kim DM. (2018). Comparisons of ergonomic evaluation tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for Farm Work. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 24(2), 218-223.
- Koo T.K., Li M.Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, 15(2), 155–163.
- Lamarão AM, Costa LCM, Comper MLC, Padula RS. (2014). Translation, cross-cultural adaptation to Brazilian-Portuguese and reliability analysis of the instrument Rapid Entire Body Assessment-REBA. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(3), 211-217.
- Mert E. (2014). Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.
- Mithunraj S., Visagavel K., Srinivasan PSS. (2022). Ergonomic Risk Assessment in Manufacturing Industry by Using Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Journal of Xi'an Shiyou University*, 18(4), 122-125.
- Ojha, P., Vinay, D. (2018). Assessment of physical fitness and postural discomfort among assembly workers. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 1812-1814.
- Özay M., Doğanbatır Ç. (2018) Perakende Sektöründe Bir Süpermarkette REBA, NIOSH VE SNOOK Tabloları Yöntemlerini Kullanarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(3), 448 – 459.
- Özok A. F. (1995). Ergonomi Alanındaki Son Gelişmeler, İstanbul: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Raman V., Ramlogan S., Sweet J., Sweet D. (2020). Application of the Rapid Entire Body Assessment (REBA) in assessing chairside ergonomic risk of dental students. *British Dental Journal*, <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1855-5>

- Sağıroğlu H., Coşkun M.B., Erginel N. (2015). REBA İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 339-345.
- Sain M.K., Meena M.L. (2018). Exploring the musculoskeletal problems and associated risk-factors among brick kiln workers. *International Journal of Workplace Health Management*, 11(6), 395-410.
- Sarıkaya Ç. (2014). Elle Taşıma İşlerinde Risklerin Değerlendirilmesi ve Sektöre Uygulanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.
- Schwartz A.H., Albin T.J., Gerberichx S.G. (2019). Intra-rater and inter-rater reliability of the rapid entire body assessment (REBA) tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 71, 111–116.
- Singh A.K., Yadav B.P., Uday V. (2021). Comparison of OWAS and REBA ergonomic risk assessment outputs for building activities during construction. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4087999>
- Sökmen Ö., Yılmaz M. (2019). İş Zorlanma İndeksi ile Ergonomik Risk Değerlendirme ve Bir Uygulama. *Ergonomi*, 2(1), 25-31.
- Sudiarno A., Dewi D.S., Putri M.A. (2018). Bio-mechanical Assessment toward throwing and lifting process of I-LOCA (Innovative Lobster Catcher). *Materials Science and Engineering*, 337(1), 1-6.
- şahin B.N., Kahya E. (2018) Hedef Programlama Modeli İle Ergonomik Kısıtlar Altında Montaj Hattı Dengelemesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 188 – 196.
- Tol G. (2019). Ergonomik Risk Değerlendirme Analizlerinin Yapılması Ve Tersane Sektörüne Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Uluskan M., Özyalın M. (2021). Otomotiv Sektöründe Kaizen Yöntemi ile Tesis Yerleşim Tasarımı ve REBA Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1-19.
- Varghese, A., Panicker, V.V., Abraham, J., Gimmi, J., Tom, J., Desini, K. (2022). Ergonomic Risk Assessment of Rubber Tappers Using Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, 709–717.
- Yahya N.M., Zahid MNO. (2018). Work-related musculoskeletal disorders (wmlds) risk assessment at core assembly production of electronic components manufacturing company. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Journal)*, 319(1), 1-7.

Yener Y., Can G.F., Toktaş P. (2019). Fiziksel Zorlanma Ve Algılanan İş Yükü Düzeylerini Dikkate Alan Bir İş Rotasyonu Önerisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(1), 9 – 20.

Yeşiltepe A., Karadağ G. (2019). Meslek Hastalığının Boyutları ve Meslek Hastalıklarından Korunmada İş Sağlığı Hemşiresinin Rollerini. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 12(4), 294-302.





**EKLER**

1. Adım: zaman puanını belirleme										
Toplam süre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Süre puanı	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5

2. adım: Kuşvet uygulamasının türü, kavrama koşulları, iş organizasyonu, çalışma koşulları, duruş ve el/kol pozisyonu ve hareket için derecelendirme noktalarının belirlenmesi

Tutma	Ortalama tutma süresi (1 dakikada)		Hareket		Ortalama hareket sıklığı (1 dakikada)	
60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15
2	1	0,5	0	0	0,5	1
3	1,5	1	0	0	1	1,5
5	2	1	0	0,5	1	2
8	4	2	0,5	1	2	4
12	6	3	1	1	3	6
19	9	4	1	2	4	9
-	-	-	1	3	6	12
-	-	-	1	3	6	12


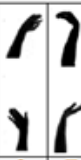

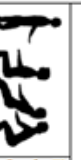





Düşük risk

Yüksek risk

Kuşvet aktarımı/kavrama koşulları	Puan
Optimum kuşvet aktarımı/uygulaması/ çalışma aletleri kavramaya uygun	0
Kısıtlı kuşvet aktarımı/uygulaması/ yüksek tutma gücü gerekli/tutamak yok	2
Kuşvet aktarımı/uygulaması önemli ölçüde engellenmiş/ çalışma nesnelarini kavraması zor/kaygan, yumuşak, keskin kenarları//tutamak yok veya uygun olmayan şekilde var	4

3. adım: Risk skorunun hesaplanması ve değerlendirilmesi	
+ El ve parmaklardaki yük	
+ Kuşvet aktarımı/kavrama koşulları	
+ el/kol pozisyonu ve hareketi	
+ çalışma organizasyonu	
+ çalışma koşulları	
+ Postür	
<b>Total</b>	<b>X</b>

Risk Alanı	Risk skoru	Açıklama
1	<10	Düşük yük durumları, fiziksel yüklenme ihtimali yok.
2	10-25	Azdan yük durumu, düşük dirençli çalışan grup için fiziksel yüklenme ihtimali mevcuttur. Bu grup için çalışma ortamında tekrar tasarımı yapılabilir.
3	25-50	Son derece artmış yük durumu, normal çalışan grup için de fiziksel yüklenme olasılığı mevcuttur. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması tavsiye edilir.
4	≥50	Yüksek yük durumu, fiziksel yüklenme mevcuttur. Çalışma ortamının tekrar tasarlanması gerekmektedir.

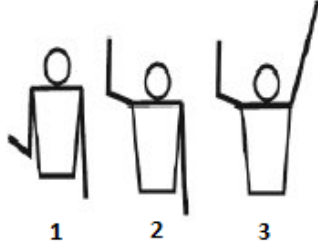
el/kol pozisyonu ve hareketi		Puan
	İyre/eklemlerin pozisyon veya hareketi orta aralıkta/sadece nadir sapmalar	0
	Kısıtlı: eklemlerin pozisyon veya hareketleri ara sıra hareket sınırlarında	1
	Olumsuz: eklemlerin pozisyon veya hareketleri sıklıkla hareket sınırlarında	2
	Kötü: eklemlerin hareket ve pozisyonları sürekli olarak hareket sınırlarında/ el-kol desteği olmadan statik kol tutuşu	3
	Postür	Puan
	İyi: donatılmış olarak oturma ve ayakta durma mümkündür/ ayakta durma ve yürüme mümkündür/ dinamik oturma mümkündür/ gerektiğinde el kol dinlenmesi mümkündür/ bükülme yok/ kafa duruşu değişken/ omuz yüksekliği üzerinde kaldırma yok	0
	Kısıtlı: gövde hareket alanına doğru hafif eğimli/ ara sıra ayakta durma ve yürüme/ ara sıra omuz yüksekliğinin üzerinde kavrama	1
	Olumsuz: önde açıkça öne eğimli ve/veya bükülü/kısıtlı hareket özgürlüğü/ yürümeden özel duruş/ omuz yüksekliğinin üzerinde sık sık kavrama /yücuttan uzak bir yerde sık sık kavrama	3
	Kötü: gövde ciddi şekilde bükülmüş ve öne doğru eğik / vücut duruşu kesinlikle sabit / büyük veya mikroskop aracılığıyla eylemin görsel kontrolü / basın güdütelli şekilde eğimi veya bükülmesi / sık eğilme / omuz yüksekliğinden yukarıda sabit kavrama	5

Şekil A. 1. KIM yöntemi uygulama aşamaları

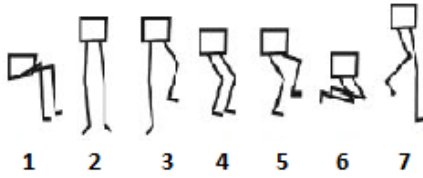
## Ek-B



- SIRT**
1. Düz
  2. Eğilmiş
  3. Dönmüş
  4. Eğilmiş ve dönmüş



- KOLLAR**
1. İki kol da omuz seviyesinden aşağıda
  2. Bir kol omuz seviyesinde ya da daha yukarıda
  3. Her iki kol da omuz seviyesinde ya da daha yukarıda



- BACAKLAR**
1. Oturma
  2. İki bacakta düz şekilde ayakta durma
  3. Tek bacak düz şekilde ayakta durma
  4. İki eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma
  5. Bir eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma
  6. Diz Çökme
  7. Yürüme



- YÜKLENME/KUVVET KULLANIMI**
1. 10 kg nin altında
  2. 10-20 kg arasında
  3. 20 kg üstünde

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

## RİSK DEĞERLENDİRMESİ

- 1: Normal duruş, ergonomik düzenleme gerekmez.
- 2: Zorlanma fazla değil, ergonomik düzenleme yakın bir gelecekte yapılmalıdır.
- 3:Yüklenme ve zorlanma fazla, ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır.
- 4: Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme hemen yapılmalıdır.

Şekil B. 1. OWAS yöntemi uygulaması

Ek-C

Çalışma Adı		Tarih	
Gözlemcinin Değerlendirmesi		Çalışmanın Değerlendirmesi	
Sırt		Çalışanlar	
A	Görev yapılırken bel: (en kötü durumu seçiniz)	H	Görev yapılırken elle kaldırdığınız en fazla ağırlık?
A1	Hemen hemen doğal mı?	H1	Hafif (5 kg veya daha az)
A2	Orta derecede öne ya da yana eğilmiş veya dönmüş mü?	H2	Orta (6-10 kg)
A3	Aşırı derecede öne ya da yana eğilmiş veya dönmüş mü?	H3	Ağır (11-20 kg)
		H4	Çok ağır (20 kg'dan fazla)
B Aşağıdaki iki görev seçeneğinden YALNIZCA BİRİNİ seçiniz			
Y4		J	Görevi yaparken günde ortalama ne kadar zaman harcıyorsunuz?
	Sabit oturarak ya da ayakta yapılan görevler		
	Sırt çoğunlukla sabit pozisyonda mı kalıyor?	J1	2 saatten daha az
B1	Hayır	J2	2-4 saat
B2	Evet	J3	4 saatten daha fazla
YA DA			
	Kaldırma, itme/çekme ve taşıma görevleri (Bir yükün hareket ettirilmesi vb.) Sırtın hareketi:	K	Görev yapılırken bir elle uygulanan en fazla güç?
B3	Nadiren (dakikada yaklaşık 3 kez veya daha az) mı?	K1	Düşük (örn. 1 kg'dan daha az)
B4	Sık (dakikada yaklaşık 8 kez) mı?	K2	Orta (örn. 1-4 kg)
B5	Çok sık (dakikada yaklaşık 12 kez veya daha fazla) mı?	K3	Yüksek (örn. 4 kg'dan daha fazla)
Omuz/Kol		L	Görevin gerektirdiği görsel dikkat:
C	Görev yapılırken eller: (en kötü durumu seçiniz)	L1	Düşük (ince ayrıntıları görmeye gerek yoktur)
C1	Bel seviyesinde ya da daha aşağıda mı?	*L2	Yüksek (bazı ince ayrıntıları görmek gerekli)
C2	Yaklaşık göğüs seviyesinde mi?	*	
C3	Omuz seviyesinde ya da daha yukarıda mı?	Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	
D			
D	Omuz/kol hareketi:	M	Görevdeyken günlük taşıt kullanma süreniz:
D1	Nadiren (aralıklı) mı?	M1	Bir saatten az ya da hiç mi?
D2	Sık (bazı duraklamalarla düzenli hareket) mi?	M2	Günde 1-4 saat mi?
D3	Çok sık (hemen hemen sürekli hareket) mi?	M3	Günde 4 saatten fazla mı?
E			
E	Görev yapılırken:	N	Görevinizde titreşimli alet kullanma süreniz:
E	(en kötü durumu seçiniz)	N1	Bir saatten az ya da hiç mi?
E1	Yaklaşık düzgün bilek pozisyonu mu?	N2	Günde 1-4 saat mi?
E2	Eğilmiş ya da dönmüş bilek pozisyonu mu?	N3	Günde 4 saatten fazla mı?
F			
F	Benzer tekrarlı hareketler:	P	Bu görevi yaparken zorluk çekiyor musunuz?
F1	Dakikada 10 kez ya da daha az mı?	P1	Hiçbir zaman
F2	Dakikada 11-20 kez mi?	P2	Bazen
F3	Dakikada 20 kezden fazla mı?	* P3	Sık sık
		* Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	
G			
G	Görev yapılırken baş/boyun eğilmiş ya da dönmüş mü?	Q	Genel olarak bu işi nasıl buluyorsunuz?
G1	Hayır	Q1	Hiç stresli değil mi?
G2	Evet, bazen	Q2	Biraz stresli mi?
G3	Evet, sürekli	*Q3	Orta stresli mi?
		*Q4	Çok stresli mi?
* Gerektiğinde L, P, Q için detaylı bilgiler		*Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	
* L			
* P			
* Q			

Şekil C. 1. Hızlı maruziyet değerlendirme ölçeği (Can, 2013)

## Ek-D

1. adım: Toplam zaman puanı belirlenir.

Toplam Zaman	1	2	3	4	5
	0-2 s/gün	2-4 s/gün	4-6 s/gün	6-8 s/gün	8-10 s/gün

2. adım: Süre puanı belirlenir.

Süre	1	2	3	4	5
	<10 dk	10-30 dk	30 dk-1 s	1-2 s	>2 s

3. adım: Çevrim zamanı puanı belirlenir.

Çevrim Zamanı	1	2	3	4	5
	>5 dk	1-5 dk	30 sn- 1 dk	10-30 sn	<10 sn

4. adım: 2. ve 3. adımlarda belirlenen puanlar ile tekrarlama risk faktörü belirlenir.

Tekrarlama Risk Faktörü	Süre					
	Çevrim Zamanı	1	2	3	4	5
1	1	1	1	2	3	4
2	1	1	2	3	4	4
3	2	2	3	4	4	5
4	2	3	4	4	5	5
5	3	4	5	5	5	5

5. adım: Kuwet puanı belirlenir.

Kuwet	1	2	3	4	5
	En az kuwet		Orta kuwet		En fazla kuwet

6. adım: Hiz puanı belirlenir.

Hiz	1	2	3	4	5
	Yavaş hareket	Orta hızlı hareket	Az yada hareket yok-statik duruş	Hızlı ve düzgün hareket	Hızlı, düzensiz hareket

7. adım: 5. ve 6. adımlarda belirlenen puanlar ile çaba risk faktörü puanı belirlenir.

Çaba Risk Faktörü	Kuwet					
	Hiz	1	2	3	4	5
1	1	1	1	2	3	4
2	1	1	2	3	4	4
3	2	2	3	4	4	5
4	2	3	4	4	5	5
5	3	4	5	5	5	5

8. adım: Uygunsuzluk puanı belirlenir.

Uygunsuzluk	1	2	3	4	5
	Bütün duruşlar doğala yakın	Sadece bir yönde doğal duruştan orta sapma	Bir yönden daha fazla yönde orta sapma	Bir yönde hareket aralığının sonuna yakın duruş	Birden fazla yönde hareket aralığının sonuna yakın duruş

9. adım: Titreşim puanı belirlenir.

Titreşim	1	2	3	4	5
	Yok	En az	Orta seviyede	Büyük seviyede	Şiddetli seviyede

10. adım: Belirlenen puanlar aşağıdaki formüle yerne konarak birikimli risk puanı hesaplanır.

**Birikimli risk puanı= toplam zaman + tekrarlama riski + çaba riski + uygunsuzluk + titreşim**

11. adım: Aşağıdaki eşitliklerden biri gerçekleşirse riski düşürmeye yönelik önlemler alınmalıdır.

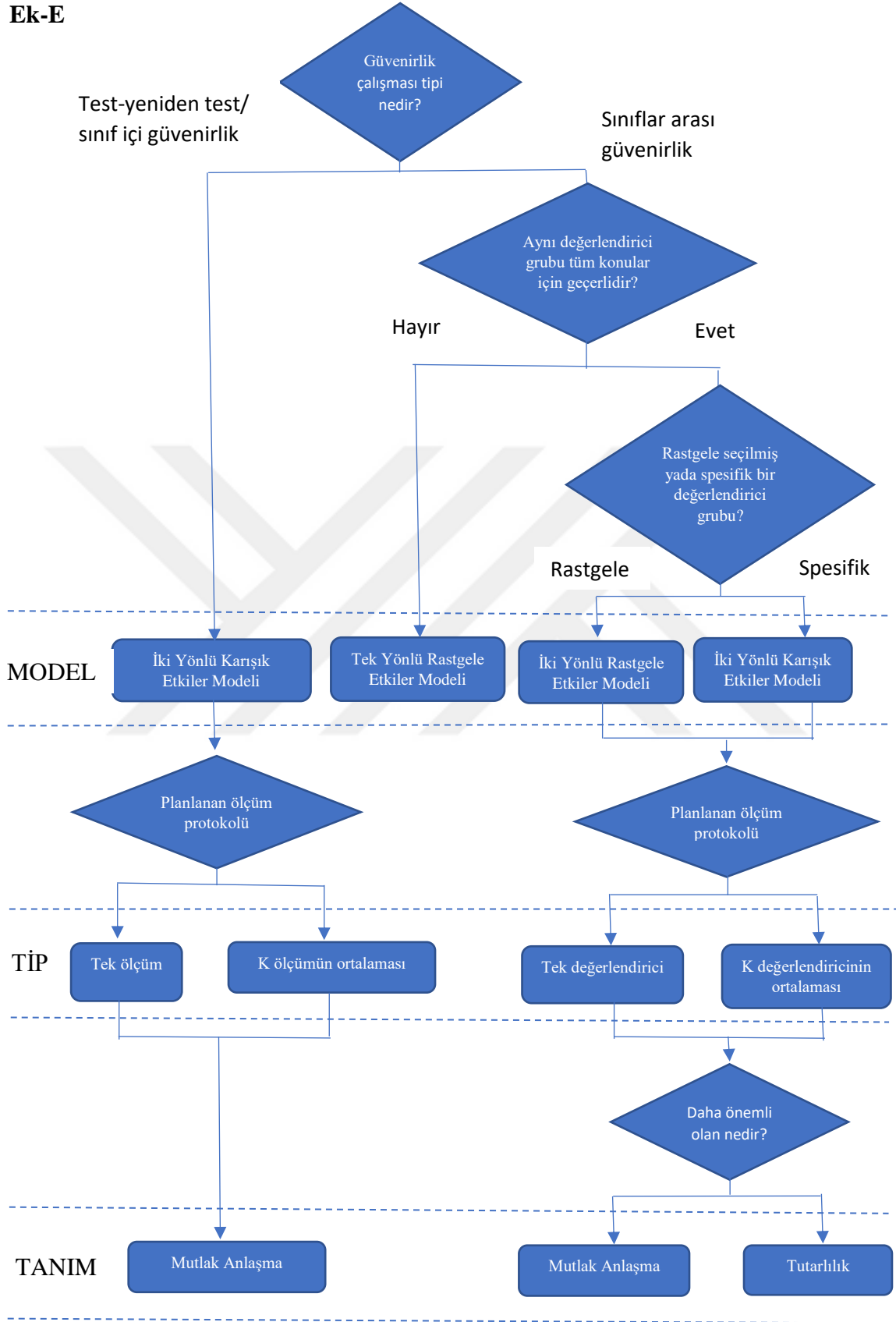
**Birleştirilmiş çaba risk faktörü = 5**

**Çaba + Uygunsuzluk ≥ 8**

**Birleştirilmiş birikimli risk puanı ≥ 15**

Şekil D. 1. MANTRA yöntemi uygulama aşamaları

Ek-E



Şekil E. 1. ICC formu karar verme akışı (Koo ve Li, 2016)

## KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

**Çakmak G.**, Esen H. (2022). Çalışma Duruşu Analiz Yöntemlerinin Çeşitli Kriterlere Göre İncelenmesi, *27. Ulusal Ergonomi Kongresi*, İzmir, Türkiye, 25-27 Mart 2022.



## ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Edirne/Keşan'da tamamladı. 2015 yılında lisans eğitimine başladığı Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2019 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tezli yüksek lisans eğitimine başladı. 2019 yılından beri Assan Hanil Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de Satış Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

